

보건분야-연구자료

연구원2002-62-398

사업장 근로자의 전자파 노출실태 조사

Survey of EMF (Electromagnetic Field)
Exposure of Laborers at the Working Places

(주) EMF Safety

2002년 9월

한국산업안전공단
한국안전보건연구원

제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 2002년도 귀 연구원의 정책연구사업계획에 따라 수행한 “사업장 근로자의 전자파 노출실태 조사”의 최종보고서로 제출합니다.

2002년 11월 30일

연구기관 : (주) E M F S a f e t y

연구책임자 : 김 윤 명 (대표이사, 공학박사)

연 구 원 : 백 정 기 (충남대학교 교수, 공학박사)

연 구 원 : 하 미 나 (단국대학교 교수, 의학박사)

요 약 문

1. 과 제 명 : 사업장 근로자의 전자파 노출 실태 조사

2. 연구기간 : 2001년 11월 21일 - 2002년 9월 19일 (10 개월)

3. 연구목적 및 필요성

본 연구는 산업현장에서 산업설비와 고용량의 전기설비들에 의하여 발생하는 전자파의 실태를 조사하여 근로자의 전자파 노출 실태를 제공하고, 직업적 전자파 노출에 의한 근로자의 건강장애에 대한 국내외 연구 자료를 분석하여 기초자료 제공하고자 한다. 그리고 직업인에 대한 전자파 노출기준과 전자파 노출에 따른 관리지침에 관한 국내외 자료를 분석하여, 우리나라 산업현장에서 직업적으로 전자파에 노출되는 근로자와 기업체에 관리지침을 제안하고자 한다.

4. 연구방법 및 내용

산업현장의 전자파 노출실태 조사를 위한 전자파 측정, 직업적 전자파 노출에 의한 건강장애 분석, 산업현장의 전자파 노출 기준 및 관리지침 관한 연구로 범위를 설정하고, 최종적으로 자료를 통합하여 직업적 전자파 노출에 따른 관리 지침을 제안한다.

가. 산업현장의 전자파 노출실태 조사

나. 전자파에 의한 건강장애 분석

다. 산업현장에서의 전자파 노출 기준 및 관리 지침의 분석

5. 연구결과

본 연구과제에서는 산업현장의 사업장에서 발생하는 전자파에 의해 노출된 근로자의 전자파 노출실태를 조사하고, 직업적 전자파 노출의 건강영향에 관한 고찰을 메타 분석연구로 기존에 연구결과를 분석하며, 사업장 근로자에 대한 노출기준 및 관리 실태를 조사하여 우리나라 산업현장의 사업장에서 발생하는 전자파에 노출된 근로자에 대한 관리지침을 연구하였다.

사업장 근로자의 전자파 노출실태를 조사하기 위하여, 전자파강도 측정기기와 측정방법은 정보통신부 고시[부록 4 - 전자파강도 측정기준]에 의해 설정되었으며, 측정대상 장소는 제철소 전기로, 변전실, 발전소, 변전소(전력소), 방송국송신소, 고주파 유도가열설비, 전기용접 설비 등을 설정하여 전자파강도를 측정하였다. 전자파 노출실태를 조사한 결과, 모든 측정대상 장소에서 정보통신부 고시[부록 3 - 전자파인체보호기준]의 별표 2 (직업인에 대한 전자파강도 기준)에서 설정된 기준을 초과하지 않음을 확인하였다. 이렇게 측정된 전자파 환경측정 결과는 산업현장에서 전자파를 발생시키는 설비를 확인하고, 측정된 전자파 강도를 이용하여 직업적 전자파 노출에 따른 인체영향에 기초적인 자료로 제공될 수 있다.

직업적 전자파 노출에 의한 건강장애 연구는 기존에 연구된 논문들을 메타 분석하여 연구한 결과로, 고찰대상 논문들의 전자파 노출과 건강영향에 관한 양-반응 관계를 포함한 연관성을 증명하기에는 여러 가지 제한점을 지니고 있다. 먼저 정확한 노출평가(전자파 노출량)가 이루어진 연구의 수가 충분하지 않으며, 양의 양-반응

관계를 제시하는 논문도 거의 없다. 여러 가지 건강영향과 양의 양-반응 관계를 제시한 논문들에서도 논문마다 그 결과가 상이하였다.

양-반응 관계를 포함하여 전자파 노출과 건강영향과의 관련성을 밝히기 위해서는 코호트 연구 등의 연구형태 및 정확한 노출평가(누적노출량에 대한 측정 등)가 필요하다. 현재 몇몇 코호트 연구결과가 발표되어있긴 하나 아직 그러한 결과를 통합하여 종합적인 결과를 얻기는 아직 이르다. 마지막으로 이들 연구논문들은 모두 국외에서 수행된 논문을 대상으로 하였기 때문에, 우리나라의 작업장 여건 및 근로자들의 작업 환경 등을 고려한 건강영향에 대한 역학적 연구가 무엇보다도 절실히 필요하다 하겠다. 사업장 근로자에 대한 노출기준 및 관리 실태를 조사는 국내의 자료를 분석하여, 1999년 국제노동기구에서 채택한 “작업장의 전자기장 노출에 대한 ILO의 시행규칙”[제 6 장 제 1절]을 토대로 하여 국내의 작업장에 대한 전자파노출 관리지침(안) [제 7 장]을 제시하였다.

6. 활용계획 :

근로자의 전자파 노출 실태를 제공하고, 직업적 전자파 노출에 의한 근로자의 건강장애에 대한 국내의 연구 자료를 분석하여 기초자료로 활용하고, 직업인에 대한 전자파 노출기준과 전자파 노출에 따른 관리지침에 관한 국내의 자료를 분석하여, 우리나라 산업현장에서 직업적으로 전자파에 노출되는 근로자와 기업체에 관리지침을 제안하고자 한다.

7. 중심어 : 사업장 근로자, 전자파 노출실태, 전자파 환경 측정

목차

I. 서론	1
1. 연구목적	1
2. 연구내용 및 범위	2
II. 전자기장의 발생원리 및 생체 영향	4
1. 전기장의 발생원리	4
2. 자기장의 발생원리	5
3. 전자파의 물리적인 특성	6
4. 전자기장의 생체 영향	10
III. 전자파 강도 측정기와 측정방법	17
1. 전자파 강도 측정기기의 일반적인 사항	17
2. 전자파 강도 측정방법	24
3. 전자기파 환경 측정 결과서	27
VI. 전자파 환경 측정결과	28
1. 제철소 內 전자파 환경 측정결과	28
2. 방송국 송신소 內 전자파 환경 측정결과	35
3. 변전설비의 전자파 환경 측정결과	40
4. 발전소 內 전자파 환경 측정결과	45
5. 동서울 전력소(변전소) 內 전자파 환경 측정결과	51
6. 신인천 전력소(변전소)內 전자파 환경 측정결과	58
7. 고주파 유도가열 설비의 전자파 환경 측정결과	64
8. 전기용접 설비의 전자파 환경 측정결과	67
9. 전자파 환경 측정결과 및 사업장의 근로자 수	70

10. 결론 및 고찰	73
V. 직업적 전자파 노출의 건강영향에 관한 고찰	76
1. 고찰대상 및 자료 수집방법	76
2. 고찰대상 논문 검색과정	76
3. 대상 논문의 고찰	77
4. 결론 및 요약	85
VI. 사업장 근로자에 대한 노출기준 및 관리 실태	87
1. 국제기구의 역할, 노출기준 및 관리 지침	87
2. 국가별 사례	97
VII. 작장에 대한 전자파 노출 관리지침(안)	118
VIII. 결론	123
참고문헌	125

부록

[부록 1]

전자파 환경 측정결과서 (1) 제철소 內 전자파 환경 측정결과	131
전자파 환경 측정결과서 (2) 방송국 송신소 內 전자파 환경 측정결과	139
전자파 환경 측정결과서 (3) 변전설비의 전자파 환경 측정결과	147
전자파 환경 측정결과서 (4) 발전소 內 전자파 환경 측정결과	151
전자파 환경 측정결과서 (5) 동서울 전력소 內 전자파 환경 측정결과	159
전자파 환경 측정결과서 (6) 신인천 전력소 內 전자파 환경 측정결과	167
전자파 환경 측정결과서 (7) 고주파 유도가열 설비의 전자파 환경 측정결과	175
전자파 환경 측정결과서 (8) 전기용접 설비의 전자파 환경 측정결과	177

[부록 2-1]

Medicine Search Results	181
-------------------------	-----

[부록 2-2]

WHO Database Search Results	191
-----------------------------	-----

[부록 2-3]

IEEE Database Search Results	196
------------------------------	-----

[부록 2-4]

전자파 노출에 관한 Job Exposure Matrix (JEM)	207
--------------------------------------	-----

[부록 3]

전자파인체보호기준 (정보통신부고시 제2000-91호)	211
-------------------------------	-----

[부록 4]

전자파강도측정기준 (정보통신부고시 제2000-92호)	217
-------------------------------	-----

I. 서론

1. 연구목적

전력 에너지를 이용한 전기·전자 설비의 발달과 함께 산업 활동이 증가하고 있으며, 전기소비량이 비약적으로 증가하고 있다. 대용량의 전기 설비에서 발생하는 예상하지 못했던 전자파와 전자장치에서 발생하는 전자파로 인하여 산업현장의 전자파의 환경은 매우 혼탁하여졌다.

이렇게 혼탁한 전자파가 인체에 미치는 영향은 광범위하게 연구가 되어지고 있지만, 산업현장에서 전자파를 이용한 설비나 전기설비에서 발생하는 전자파에 관한 연구는 미비한 상태이다. 그러므로 산업현장에서 발생하는 전자파의 종류나 전자파의 크기는 현재까지 제대로 알려진 것이 없고, 단순한 측정결과만이 알려지고 있다. 그러므로 산업현장에서 발생하는 전자파에 대하여 정확한 실태조사가 필요하다. 더불어 산업현장에서 발생하는 전자파의 인체영향에 관하여 연구조사 분석이 필요하다.

이에 본 연구는 산업현장에서 산업설비와 고용량의 전기설비들에 의하여 발생하는 전자파의 실태를 조사하여 근로자의 전자파 노출 실태를 제공하고, 직업적 전자파 노출에 의한 근로자의 건강장애에 대한 국내외 연구 자료를 분석하여 기초자료 제공하고자 한다. 그리고 직업인에 대한 전자파 노출기준과 전자파 노출에 따른 관리지침에 관한 국내외 자료를 분석하여, 우리나라 산업현장에서 직업적으로 전자파에 노출되는 근로자와 기업체에 관리지침을 제안하고자 한다.

2. 연구내용 및 범위

연구범위는 산업현장의 전자파 노출실태 조사를 위한 전자파 측정, 직업적 전자파 노출에 의한 건강장애 분석, 산업현장의 전자파 노출 기준 및 관리지침 관한 연구로 범위를 설정하고, 최종적으로 자료를 통합하여 직업적 전자파 노출에 따른 관리 지침을 제안한다.

가 . 산업현장의 전자파 노출실태 조사

- 산업현장에서 전자파를 이용한 산업설비들에 의하여 발생하는 전자파 측정 (고주파 유도가열 설비, 등)
- 산업현장 內에 설치된 고용량 전기설비에 의하여 발생하는 전자파 측정 (전기로, 등)
- 산업현장내의 변전, 배전 및 발전시설에서 발생하는 전자파 측정 (발전소, 변전소, 변전실, 등)
- 산업현장내의 무선통신을 이용한 시설에서 발생하는 전자파 측정 (방송국, 중계소, 등)
- 기타 산업설비에서 고용량의 전기설비와 전자파를 이용한 산업설비에서 발생하는 전자파 측정
- 산업설비 종류마다 사용하는 근로자 수 및 작업시간을 합리적으로 추산하여 근로자에 대한 전자파 노출량을 평가

나.전자파에 의한 건강장애 분석

전자파 노출에 의한 생체에 미치는 영향에 대한 국내외 연구결과를 분석하고, 특히 직업적 노출과 건강영향에 관한 역학적 연구의 문헌고찰 및 Meta-analysis를 이용하여 건강장애를 분석한다.

다. 산업현장에서의 전자파 노출 기준 및 관리 지침의 분석

국제적인 전자파 노출기준과 산업현장의 전자파 관리 지침을 조사하여, 우리나라의 산업현장에서 측정된 전자파의 노출량과 비교하고, 우리나라 산업현장에 적절히 적용할 수 있는 관리지침을 제안한다.

II. 전자기장의 발생원리 및 생체영향

전자기장(Electromagnetic Field)은 전기장(Electric Field)과 자기장(Magnetic Field)으로 나누어 생각할 수 있으며, 전기장과 자기장 발생의 원리도 서로 다르다. 하지만 전자기장이 전파(Propagation)하는 과정에서는 전기장과 자기장을 서로 단독으로 취급하지 못하며, 전기장과 자기장을 하나의 장(Field)으로 취급하여, 전자기장(Electromagnetic Field)이라 말한다[1].

1. 전기장의 발생원리

전기장(Electric Field)의 발생원리는 Coulomb 법칙으로 설명할 수 있다. Coulomb 법칙에 의한 전기장의 발생은 Newton의 만유인력과 유사하게, 진공 또는 자유공간 내에서 자신의 크기에 비하여 충분히 멀리 떨어져 있는 두 개의 작은 물체 사이의 힘은 각각의 물체가 가지고 있는 전하량에 비례하고, 그들 사이의 거리의 제곱에 반비례한다는 것으로, 다음과 같은 수식으로 표현할 수 있다.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{R^2}, \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

여기서 k 는 비례상수, Q_1, Q_2 는 두 물체가 가지는 전하량(Charge)이고, R 은 두 물체 사이의 거리이다. 또한 힘의 방향은 만유인력과 유사하게, 두 물체가 가진 전하의 성질이 같은 성질이면 서로 미는 방향으로, 서로 다른 성질이면 서로 당기는 방향으로 힘이 발생한다. 이렇게 발생된

힘이 전기장(Electric Field)이다. 만약 하나의 물체만 존재한다면, 전기장은 일정한 방향이 없이 사방으로 퍼져서 생성된다.

결과적으로 Coulomb의 법칙에 의해 발생하는 전기장은 물체가 가지는 전하의 크기와 전하는 극성, 그리고 두 전하 사이의 거리에 의해 결정된다.

2. 자기장의 발생원리

자기장(Magnetic Field)이 발생원리는 Biot-Savart 법칙과 Ampere 법칙으로 설명할 수 있다. Ampere의 법칙을 설명하기 이전에 우리는 영구자석(Permanent Magnet)에 관하여 잘 알고 있다. 즉 영구자석 주위에 놓아둔 철심에 미치는 인력을 통해서 영구자석에서 발생하는 자기장(Magnetic Field)을 알고 있다. 그리고 영구자석의 위치변화를 일으킬 경우 철심의 방향이 달라지는 것도 익히 알고 있다.

영구자석의 근처에 도선(Conducting Wire)을 위치고 영구자석의 위치를 변화시키면, 전류(Electric Current)가 발생하는 것을 Oersted 가 발견하였다.

즉, 시간에 따라 변화하는 자기장에서 전류가 발생하는 것을 알 수 있고, 반대로 전류(전하의 흐름-시간에 따라 변화하는 전기장)는 자기장을 발생시킨다는 것을 Ampere 가 발견하였다.

다음 식은 도선에 흐르는 전류에 의해 생성되는 자기장을 정량화하여 나타낸 것이다.

$$|dF| = |m dB| = \frac{m \mu_0 I}{4 \pi} \frac{dl \sin \alpha}{r^2}$$

여기서 dl 은 도선의 미소 길이, α 는 관측점과 도선 사이의 각(Angle), r 은 도선과 관측점의 거리, m 은 자석의 크기, I 는 전류의 세기 그리고 dB 는 생성되어진 자기장의 자속밀도(Magnetic Flux Density)를 계량화한 것이다.

결과적으로 전류(전하의 흐름-시간에 따라 변화는 전기장)에 의해 생성되는 자기장은 전류, 도선의 길이, 도선과 관측점의 sine 값에 비례하고, 도선과 관측점의 거리에 제곱 반비례하는 것을 알 수 있다. 또한 힘(자기장)의 방향은 전류가 흐르는 방향과 수직으로 생성된다.

3. 전자파의 물리적 특성

여러 가지 경로에 의해서 발생된 전자기파(전자기장)는 자유공간 또는 다른 매체를 통하여 전파(Propagation)하게 된다. 이렇게 전자기파가 전파(Propagation)하면서 일으키는 현상은 반사(Reflection), 산란(Scattering), 회절(Diffraction), 굴절(Refraction) 등이 있다.

가. 전자기파의 전파(Propagation)

전자기장은 전기장과 자기장의 상호결합된 것을 전자기장의 생성과정에서 검증하였다. 이렇게 생성된 전자기장의 전파(propagation)는 전기장과 자기장의 서로 수직하는 방향으로 진행한다. 즉 전기장과 자기장의 방향이 서로 수직이며, 이들의 수직인 방향으로 전자기파가 진행(전파)하게 된다. 그림 1은 전자기파의 진행방향과 전기장(전계)와 자기장(자계)의 방향을 나타낸 것이다.

그림 2-1에서는 전자기파의 근원(Source)이 아주 먼 곳에 위치하여 있다고 가정하고, 전자기파의 전파(Propagation)를 나타낸 것이다.

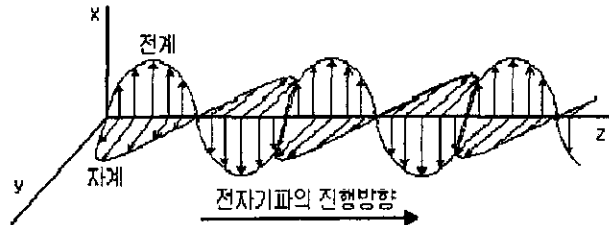


그림 2-1. 전자기파의 전파(Propagation)

결과적으로 전기장(전계)과 자기장(자계)의 방향은 서로 수직이고, 전자기파의 전파(Propagation) 또는 진행 방향은 전기장과 자기장의 수직인 방향이다. 또한 전자기파가 전파(Propagation)하는 방향으로서는 전기장과 자기장의 성분이 없다.

나. 전자기파의 반사(Reflection)

전자기파는 금속을 만나면 완전반사(total reflection)를 한다. 이 성질을 이용하여 금속을 통해 전자파를 차폐하거나 반사판으로 전자기파를 특정 방향으로 보내는 것이 가능하다. 또한 진행 중인 매질과 성분이 다른 매질을 만났을 때는 일정량이 반사된다. 여기서 한 가지 주의 깊게 볼 것은, 전자파는 입사각과 같은 각으로 반사된다는 사실이다. 이것을 흔히 스넬의 법칙(Snell's law)라고 말한다. 그림 2-2는 전자기파의 반사를 나타낸 것이다.

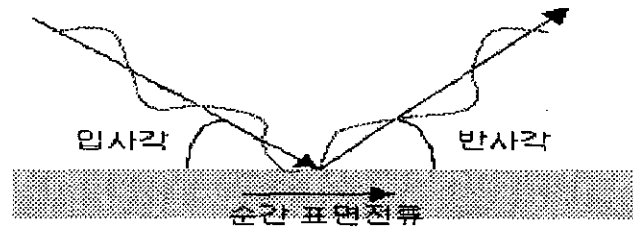


그림 2-2. 전자기파의 반사(Reflection)

다. 전자기파의 산란(Scattering)

산란이란 전자기파가 진행하다가 만난 물체 표면에서 구조특성에 따라 사방으로 전자기파가 흩어지는 현상을 의미한다. 이것은 언뜻 보면 반사와 매우 유사한 개념처럼 보인다. 하지만 반사는 전자기파가 입사각과 반사각으로 거의 모든 에너지가 한꺼번에 움직이는 것을 의미하지만, 산란은 에너지가 분산되는 난반사를 의미한다. 그리고 겉보기에는 평평해서 반사만 일어나는 듯한 물체도 가까이서 무한히 확대해서 보면 표면이 미세하게 울퉁불퉁하기 때문에 적든 많은 산란을 일으키게 된다. 이러한 산란은 금속과 유전체 등 모든 재질표면에서 발생하는 것으로서 레이더 측정의 중요한 요소가 된다. 산란은 평평하거나 완만한 굴곡에서 가장 적게 발생하며, 뾰족한 모서리에서 가장 강렬하게 발생한다. 그림 2-3은 전자기파의 산란을 나타낸 것이다.

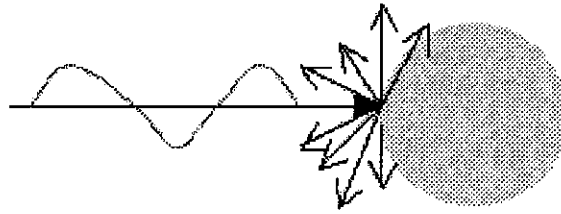


그림 2-3. 전자기파의 산란 (Scattering)

라. 전자기파의 회절(Diffraction)

전자기파가 진행중에 장애물을 만났을 때 옆으로 돌아서 진행하는 현상이다. 만약 이 현상이 없었다면 오늘날의 이동통신은 거의 불가능했을지 모른다. 저주파 신호가 더욱 멀리 도달하는 이유는 바로 주파수가 낮을수록 회절성이 강해서이다. 주파수가 높아지면 전자기파는 점점 더 직진성이 강해져서 결국에는 가시광선처럼 LOS(Line of Sight), 즉 직선 영역에서의 통신만 가능해진다. 그림 2-4 는 전자기파의 회절(Diffraction)을 나타낸 것이다.



그림 2-4. 전자기파의 회절(Diffraction)

마. 전자기파의 굴절(Refraction)

전자기파가 물리적 성분이 다른 재질에 입사했을 때 그 재질차이에 의해

진행방향이 옆으로 변화하는 것을 의미한다. 이 성질을 이용하면 재질차이를 이용하여 전반사를 유도해낼 수 있는데, 이것을 이용해 만든 것이 바로 Optical fiber(광섬유)이다. 전자기파의 입사각이 일정 각 이상으로 비스듬히 눕기 시작하면 굴절각이 수평각을 넘어서게 되어 결국 다른 매질로 전자기파가 입사하지 못하고 완전반사(total reflection)하게 된다. 결국 일종의 waveguide처럼 동작하여 신호를 선로 끝까지 양전하게 보낼 수 있게 된다. 페라이트 전파흡수체면에 전자기파를 입사하면 내부적으로 전반사를 이루며 에너지를 소멸시키는 것도 비슷한 원리이다. 그림 2-5는 전자기파의 굴절(Refraction)을 나타낸 것이다.

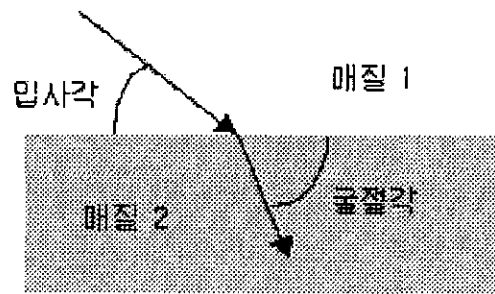


그림 2-5. 전자기파의 굴절(Refraction)

4. 전자기장의 생체 영향

가. 전자기파의 인체 영향 연구의 배경

전파의 이용이 일상생활과 산업 경제 활동에 절대 필요한 존재로 되어 가는 가운데, 대전력을 취급하는 전파 이용시설에서 방사되는 전자파가 인체에 어떤 영향을 미치지 않을까 하는 불안이나 의문이 사회 전반에 걸쳐 제기되고 있다.

물론 그 동안의 조사·연구 과정을 거쳐, 강한 전자기장에 인체가 노출될 경우 신체 조직의 체온 상승이나, 전류의 자극에 의한 신경, 근육의 흥분 등 몇 가지 생체작용이 발생한다는 사실을 밝혀냈다. 그러나 우리의 일상 생활 공간에 분포되어 있는 대부분의 전자파 에너지는 매우 미약하여 염려할 만한 생체 작용이 일어나기가 쉽지 않다. 그러나 앞으로의 전파 에너지 이용 기술이 지금까지와는 달리 어떻게 발전할 것인지는 아무도 예측할 수 없고, 또 전파 이용에 대하여 잘 모르는 사람들이 흥미 위주의 보도에 의하여 전자기장의 인체 영향을 오해하거나 불안해할 가능성도 있다.

이를 위해 전파 에너지 량과 생체의 작용 관계를 정량적으로 밝히는 것이 중요하며 또 전파 이용의 지속적인 발전을 촉진하기 위하여 전파 에너지 이용과 인체 안전에 대한 안전 지침을 결정하는 것이 국제적으로 요구되고 있다.

이러한 배경에 따라 우리나라에서도 1996년부터 한국전파학회 산하에 <전자장과 생체관계연구회>를 발족시켜 전자기장의 생체 영향 연구를 본격적으로 하게 하여, 노출 안전기준의 제정에 힘을 모았다. 그 결과로 1999년 5월에는 그 동안 수행한 연구결과 토대로 국내 전자파 인체보호 기준이 제정·공고되었다. 2000년부터는 생물/의학 분야에 관한 체계적인 연구가 수행되고 있다. 또한 2002년 초부터는 이동 통신 단말기(휴대폰)에 한하여 생물학적 연구가 진행되고 있다.

나. 전자기장 노출에 의한 인체 영향 원리 [2]

(1) 전자기장과 인체 에너지 흡수

시변(時變) 저주파 전기장과 인체와의 상호작용은 전하의 흐름(전류)을 생성시키며, 체내의 존재하는 전기 쌍극자의 방향을 재배열시킨다. 도전

율과 유전율은 신체조직의 종류에 따라 변하며 인가된 장(場)의 주파수에 의해 결정된다. 외부의 전기장은 신체에 표면전하를 유도하여 체내에 유도전류를 생성시키는데, 유도전류의 분포는 노출조건, 인체의 크기 및 형태, 장(場)내의 인체 위치에 따라 결정된다.

시변(時變) 저주파 자기장과 인체와의 물리적 상호 작용은 전기장을 유도하고 전류를 발생시킨다. 유도된 자기장과 전류밀도의 크기는 루프의 반지름 크기와 주파수를 일정하게 하면 루프의 크기가 클 때 최대의 전기장이 유도된다. 인체에 유도된 전류의 크기와 전류의 흐름은 도전율에 의해 결정된다.

인체는 전기적으로 동질성을 공유하지는 않으나 유도된 전류밀도는 해부학적, 전기적으로 실제에 가까운 인체 모델과 고도의 해부학적 분해 능력을 갖는 계산 방법에 의해 나타낼 수 있다. 저주파 전기장 및 자기장에의 노출은 일반적으로 미세한 에너지 흡수와 측정이 어려울 정도의 신체 온도상승을 유발한다. 그러나 약 100 kHz 이상 주파수의 전자기장에 노출될 경우 상당량의 에너지 흡수와 온도상승을 일으킨다. 일반적으로 균일한 전자기장 평면파에의 노출에서도 인체 내에는 아주 불균일한 에너지의 축적과 분포가 발생하므로, 이것을 노출량 측정 및 계산에 의하여 평가해야 한다.

인체에 의한 에너지 흡수에 관해서 전자기장은 4가지 영역으로 나눌 수 있다.

- 100 kHz ~ 20 MHz 미만 : 주요 부분에 흡수될 경우 주파수의 감소에 따라 몸통에서의 흡수가 급격히 감소되며 목과 다리에 주요 흡수가 일어날 수 있다.
- 20 MHz ~ 300 MHz 미만 : 신체 전체에 상대적으로 많은 흡수가 일

어날 수 있으며, 특정부분의 공진 주파수를 고려한다면 더 높은 주파수까지 이 범위에 포함된다.

- 300 MHz ~ 10 GHz 미만 : 현저하게 국부적인, 불균일한 흡수가 일어날 수 있다.
- 10 GHz 이상 : 주로 인체 표면에서 에너지 흡수가 일어난다.

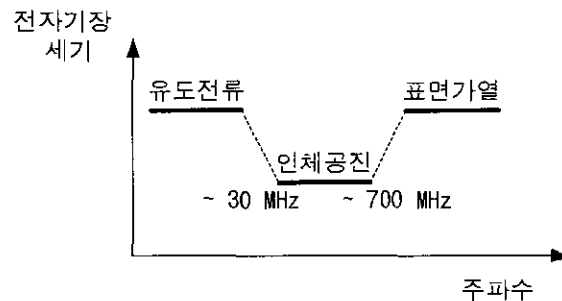


그림 2-6. 주파수에 따른 전자기장과 인체와의 상호작용

생체조직에서 SAR (Specific Absorption Rate, 전자기파 인체 比흡수율)은 체내 전기장 강도의 제곱에 비례하며, 평균 SAR 분포는 계산 또는 실험 측정치로부터 정해지게 된다. SAR 값은 다음과 같은 요인에 의해 결정된다.

- 입사 전자기장 매개변수인 주파수, 강도, 장(場)의 방향(편파) 및 발생원과 대상물체의 상대적 배치 (근거리장(near field) 또는 원거리장(far field)).
- 노출된 인체의 특성, 체격과 내부 및 외부의 기하학적 형태, 조직의 유전적 성질.
- 지면의 영향 및 노출을 받는 인체 근처의 다른 물체의 반사영향.

인체의 긴축이 전기장 벡터와 평행을 이루며 평면파 노출상태(원거리장

노출)하에 있을 때 신체 전체의 SAR은 최대값에 이른다. 흡수되는 에너지의 크기는 노출된 인체의 크기를 포함하는 다수의 요소에 의해 결정된다. “표준 체형”에 따르면, 비접지의 경우 70 MHz에 근접하는 공진 주파수를 갖는다. 키가 큰 사람의 경우는 공진 주파수가 좀더 낮아지며, 키가 작은 성인, 어린이 그리고 앉아있는 사람의 경우 공진 주파수는 100 MHz를 넘을 수도 있다. 전기장 기준 레벨의 값은 인체흡수의 주파수 의존성을 근거로 한다; 접지된 사람의 공진 주파수는 1/2배로 된다.

근거리장 노출이 높은 국부 SAR(머리, 허리, 발목)에서 보여진 바 있으며 신체 전체와 국부 SAR은 고주파 발생원과 인체와의 거리에 매우 의존되고 있음을 알 수 있다. 10 GHz 이상의 주파수에서는 전자기장의 생체조직에의 침투 깊이가 작아 SAR은 흡수 에너지 양 평가기준이 되지 못하고 전력밀도(W/m^2)가 보다 적절한 노출측정량이다.

EMF (Electric & Magnetic Fields)에 의한 물체의 대전은 그 물체와 접촉하는 인체를 통과하는 전류를 유발한다. 이와 같은 전류의 크기와 공간 분포는 주파수, 물체의 크기, 인체의 크기 및 접촉면적에 의해 결정되며, 강한 전자기장에 노출된 인체가 접근하면 과도적 방전이 발생된다.

(2) 100 kHz 이하 전자기장 노출에 따른 인체영향

이 절은 극저주파수 부터 100 kHz 까지의 주파수 영역의 전기장 및 자기장의 영향에 관한 것으로, 이 주파수 범위에서는 생체조직에서의 전류의 유도가 상호작용의 주된 메카니즘이다.

시변(時變) 전기장에 노출되면 인체표면에 교류전하가 유도되어 모발의 진동이 일어나는 결과로 전기장이 감지된다. 몇 가지 연구에서는, 대부분의 사람들은 20 kV/m보다 훨씬 강한 50/60 Hz의 전기장을 감지할 수 있으며, 일부의 사람들은 5 kV/m 이하의 전기장을 감지할 수 있다는 것을 보여주고 있다.

간접영향	임계전류(mA)		
	50/60 Hz	1 kHz	100 kHz
접촉인지	0.2 ~ 0.4	0.4 ~ 0.8	25 ~ 40
손가락 접촉에 의한 고통	0.9	1.6 ~ 3.3	33 ~ 35
고통스러운 쇼크 / 이탈불가(離脫不可, let-go)임계치	8 ~ 16	12 ~ 24	112 ~ 224
심한 쇼크 / 호흡 곤란	12 ~ 23	21 ~ 41	160 ~ 320

표 2-1. 간접적 영향에 대한 임계전류 범위 (100 kHz 이하)

전자기장의 간접적인 영향은 다른 전위를 가지는 장(場)에서 사람과 금속성 구조물과 같은 물체 사이의 물리적인 접촉(예를 들어, 건드리거나 스치는 것)의 결과로 발생할 수 있다. 그러한 접촉의 결과는 물체나 사람의 몸에 쌓이는 전하(접촉 전류)의 흐름을 나타낸다. 대략 100 kHz에 달하는 주파수 범위에서 장(場)에 있는 물체로부터 사람의 몸으로 들어가는 전류의 흐름은 근육이나 주위의 신경을 흥분시키는 결과를 일으킨다. 100 kHz 까지의 장(場)의 여러 가지 간접적인 영향에 대한 임계전류는 표 2-1 에 요약되어 있다.

(3) 100 kHz에서 300 GHz까지 전자기장 노출에 따른 인체영향

100 kHz에서 10 MHz까지의 주파수 대역에서 전자기장의 지배적인 영향은 신경과 근육세포의 흥분이다. 그러나 10 MHz에서 300 GHz까지의 주파수 대역에서는 열작용이 지배적이며, 전자기 에너지의 흡수로 인해 체온이 상승하고 1~2 ℃ 이상의 온도상승은 건강에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 생체조직에 축적되는 평균에너지가 같은 경우, 연속파보다는 펄스 변조된 전자기장이 생물학적 응답을 효과적으로 발생시킨다고 알려져 있으며, 약 200 MHz에서 6.5 GHz 주파수대역의 펄스변조 전자기장이 소리

로서 감지될 수 있다는 “마이크로파에 의한 환청” 효과가 보고 되었다. “마이크로파에 의한 환청” 효과는 뇌의 청각피질의 열 탄성적 상호작용에 기인하는 것으로 알려져 있으며, 펄스폭 30 μ s 미만의 펄스로 변조된 2.45 GHz 전자기장의 경우, 감지 임계치는 약 100~400 mJ/m²(4~16 mJ/kg의 조직 흡수에 상당)이다. 이러한 펄스 변조 마이크로파에 반복적 또는 장시간 노출되는 것은 유해할 가능성도 있다. 전기충격 및 열손상은 전자기장 내에 존재하는 금속 물체와 사람과의 접촉 등에 관계하기 때문에, 고주파 전자기장의 간접적인 유해영향으로 볼 수 있다.

간접영향	임계전류(mA)	
	100 kHz	1 MHz
접촉인지	25 ~ 40	25 ~ 40
손가락 접촉에 의한 고통	33 ~ 35	28 ~ 50
고통스러운 쇼크 / 이탈불가(離脫不可, let-go) 임계치	112 ~ 224	미결정
심한 쇼크 / 호흡 곤란	160 ~ 320	미결정

표 2-2. 간접적 영향에 대한 임계전류 범위 (100 kHz~300 GHz)

100 kHz에서 110 MHz(FM 방송파대역의 상한)까지의 주파수 범위에 있어서 감지, 통증 등 다양한 영향을 발생시키는 접촉전류의 임계치는 주파수에 따라 크게 변화하지는 않는다. 접촉전류의 감지 임계치는 사람의 신체크기에 따라 25 mA~40 mA의 범위에 있으며, 통증의 임계치는 약 30 mA~55 mA의 범위이지만, 50 mA를 넘으면 금속도체와의 접촉부위 생체조직에 심각한 열손상을 입을 가능성이 있다고 보고되고 있다. 접촉전류에 대한 남성, 여성 및 어린이들의 감수성에는 큰 차이가 있으며, 표 2-2 에는 이들의 임계전류의 범위를 나타내었다.

Ⅲ. 전자파 강도 측정기기와 측정방법

전자파 강도 측정기기와 측정방법은 국제적인 기준과 국내의 정보통신부 고시 제2000-92호 “전자파강도측정기준”을 참고하여 측정기기를 선정하며, 측정을 수행한다. [부록 4 - 정보통신부 고시 제2000-92호 전자파 강도측정기준]

1. 전자파 강도 측정기기의 일반적인 사항

가. 전자파 강도 측정기기의 일반적인 사항

전자파는 주파수 대역에 따라 10 kHz 미만의 저주파수 대역과 10 kHz 이상 300 GHz 이하의 고주파수 대역으로 나누어 이야기 할 수 있다. 이렇게 나누어진 주파수 대역에 따라 전자파 강도 측정기기도 여러 대역으로 나누어져 있다.

전자파 강도 측정기기는 국제적인 권고안과 국내규정(정보통신부 고시 제2000-92호)에 의하여 설정되어야 한다. 전자파 강도 측정을 위하여 측정기기는 외부 전자기장의 영향을 받지 않아야 한다. 특히 전원선이나 연결 케이블은 적절히 차폐되어야 한다. 그러므로 측정기기는 내부전원으로 동작해야 하며, 전원의 재충전이나 교체 없이 8시간 이상 연속동작이 가능하여야 한다. 그리고 측정 프로브(Probe)와 자료저장을 위한 컴퓨터사이에는 전자기장의 영향을 받지 않도록 광케이블을 이용하여 연결하는 것이 일반적이며, 본 연구에서도 광케이블을 이용하였다.

측정 프로브는 저주파수대역과 고주파수대역으로 분류하며, 저주파수대역의 경우 단축 프로브의 단면적은 0.01 m^2 보다 작아야 하며 3축 프로브의 최대 크기는 0.2 m 이하가 되어야 하며, 고주파대역의 경우 측정 프로브의 크기는 일반적으로 파장의 4분의 1보다 작거나 0.1 m 보다 작아야 한다.

측정기기의 불확정도는 저주파수대역에서 전기장의 경우 지시치의 $\pm 10\%$ ($+2\text{ V/m}$), 자기장의 경우 지시치의 $\pm 10\%$ ($+16\text{ mA/m}$) 이내로 하고, 고주파수 대역에서는 $\pm 1\text{ dB}$ 이내이어야 한다.

나. 저주파수 전자파 강도 측정기기 [3]

저주파(Low Frequency) 대역은 10 kHz 미만의 주파수대역으로, 교류전원(60 Hz)을 제외하고는 일반적으로 사용하지 않는 주파수대역이다. 산업현장에서 산업설비의 공급전원은 대부분 60 Hz 의 교류전원이며, 산업현장의 근로자들은 이런 산업설비들이 발생하는 전자파에 노출되어 있다. 그러므로 저주파수 대역에서 측정이 특히 중요하다.

저주파수 대역의 측정을 위하여, 설정한 측정기기는 Narda 사의 EFA-300 으로 전기장과 자기장을 측정할 수 있으며, 다른 전자파 단위로 변환이 가능하다. 그리고 측정기기의 주요 용도는 산업현장과 변전 및 변전 설비의 전자파 방출 지역에서의 안전 점검, EMC 테스트 전기용품 전기장/자기장 강도 측정이다. 또한 국제비전리복사방호협회(ICNIRP), 세계보건기구(WHO), 독일전기기술자협회(VDE), 영국의 국가방사선보호위원회(NRPB), 미국전기전자학회(IEEE) 등의 전자파 노출에 대한 측정에 적합한 것으로 알려지고 있다.

그림 3-1은 EFA-300 측정기기 장치와 전기장 프로브를 나타낸 것이며, 그림 3-2는 자기장 프로브를 나타낸 것이다.

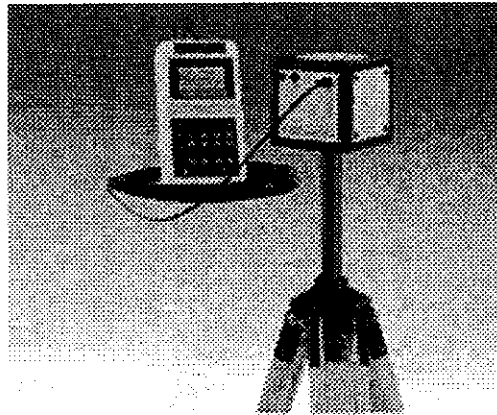


그림 3-1. EFA-300 측정기기

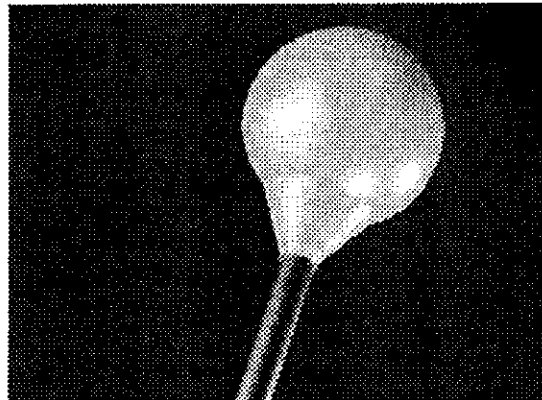


그림 3-2. EFA-300 자기장 프로브

표 3-1은 저주파 측정기기인 EFA-300의 규격 및 측정방식을 나타낸 것으로, 주요 특징은 등방성(3축) 센서 채용으로 단 방향 측정도 가능하고, 다양한 각종 인체 보호기준 지침에 따른 전자파 노출량 평가 기능 내장하고 있고, PC로 광통신 Interface를 통한 원격 제어 및 데이터 수집 가능하여 측정에 편의를 제공하고 있고 측정데이터를 저장에 용이하다.

MODEL		EFA-300	
자 기 장	측정 방식	Coil 검지 방식 (자기장 센서)	
	측정 방향	동방향(3축) 및 단방향 선택 가능	
	측정 주파수 대역	5 Hz ~ 32 kHz	
	주파수 대역	광대역 선택	5 Hz ~ 2 kHz / 32 kHz 30 Hz ~ 2 kHz / 32 kHz
		대역필터 선택	선택범위: 15Hz ~ 2 kHz 0.1 Hz단위로 선택 가능
	측정 범위	내장/ 3 cm 센서	광대역모드 : 0 ~ 32 mT 필터모드 : 0 ~ 32 mT
		100 cm ² 센서	광대역모드 : 0 ~ 32 mT 필터모드 : 0 ~ 32 mT
	측정 편차	100 cm ² 센서	측정치의 ±3 % 이하
		내장/ 3 cm 센서	측정치의 ±5 % 이하
	전기장 억제	60 dB 이상	
전 기 장	측정 방식	Plate Electrode 검지 방식 (전기장 센서)	
	측정 방향	동방향(3축) 및 단방향 선택 가능	
	측정 주파수 대역	5 Hz ~ 32 kHz	
	주파수 대역	광대역 선택	5 Hz ~ 2 kHz / 32 kHz 30 Hz ~ 2 kHz / 32 kHz
		대역필터 선택	선택범위: 15 Hz ~ 2 kHz 0.1 Hz단위로 선택 가능
	측정 범위	0.7 V/m ~ 100 kV/m (Band 필터 선택 시: 0.14 V/m ~ 100 kV/m)	
	측정 편차	측정치의 ±3% 이하	
	자기장 억제	110 dB 이상	
STD 평가 모드		등록 평가기준	ICNIRP(작업자/일반인), BGV B11(Exp1/2), DIN/VDE
		측정 범위	기준치에 대하여 2 % ~ 200 %
측정 표시값		평균값 및 파고값 (Peak치, 고유 위상에 대하여)	
표시 기능		현재 측정값, 기준 허용치, 저장된 측정값	
표시기 사양		Dot-matrix LCD 채용, Back-light 부착형	
데이터 저장		4,000개 까지	
Alarm 표시기능		적색 LED 및 Beeper음 (Alarm 임의 설정, ON/OFF 가능)	
출력 기능		RS-232C 인터페이스 내장 (광통신 케이블 방식, 데이터수집 S/W 포함)	
사용 조건		온도: 0 ~ 50° C, 습도: 95% 이하	
사용 전원		충전 건전지(10시간 사용), 알카라인 건전지(24시간 사용)	
크기 및 무게		크기: 110 x 200 x 60 (mm), 무게: 약 1 kg	

표 3-3. 극 저주파 및 저주파 측정기 규격 (제조사:Narda)

다. 고주파수 전자파 강도 측정기기[3]

10 kHz 이상의 주파수대역에서 전기장과 자기장을 측정하기 위하여 설정된 측정기는 Narda사의 EMR-3000 계열의 측정시스템이다. 측정시스템은 전기장과 자기장의 세기를 검출하는 프로브(Probe)와 검출된 신호를 계산하여 표시하는 측정계기 장치로 분리되어 있고, 측정하고자 하는 주파수에 따라 프로브(Probe)는 교체하여야 한다. 측정시스템의 주요 용도는 전자파 방출 지역의 안전 점검(고주파 작업, RF 용접, 등), EMC 테스트, 전기용품(Radio, TV, Oven, 등) 전자기장 측정(RF), 통신기기 관련 제품의 전자기장 측정용, 레이다 및 방송 분야의 전기장/자기장을 측정이다.

Narda사의 EMR-300 계열의 측정시스템은 다양한 주파수를 측정할 수 있으며, 전기장과 자기장 프로브가 별도로 있으므로 측정하고자하는 전자파 환경을 미리 짐작하여 선택하여야 한다. 본 연구에서는 3 GHz 까지 측정할 수 있도록 프로브를 선택하였다. 측정에 적합한 전기장 프로브의 규격은 표 3-2에 기술되어 있고, 자기장 프로브의 규격은 표 3-3에 기술되어 있다.

Model	Type 18
사용 주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정 범위	0.6 ~ 800 V/m (0.0001 ~ 170 mW/cm ²)
신호 검출 방식	Diode
크기	지름 75 mm

표 3-4. 등방성 전기장 프로브(E-Probe) 규격 (제조사:Narda)

Model	Type 10
사용 주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정 범위	0.025 ~ 16 A/m (0.02 ~ 9,650 mW/cm ²)
신호 검출 방식	Diode
크기	지름 80 mm

표 3-5. 등방성 자기장 프로브(H-Probe) 규격 (제조사:Narda)

표 3-4는 EMR-300 측정계기 장치의 규격과 특성을 나타낸 것으로, 측정계기 장치는 Microprocessor를 내장하여 다양한 기능을 제공하며, RS-232C 출력을 지원하므로 저장된 데이터나 실시간 데이터를 PC로 처리 가능하다.

MODEL	EMR-300
사용 주파수범위	3 kHz ~ 60 GHz(센서에 따라)
측정형식	3축 전계, 자계 강도 측정(E, H)
측정방향	등방향(3차원) 또는 단방향
측정범위	센서에 따라(센서 사양 참조)
측정범위선택	단일/자동 측정범위(>62dB dynamic)
표시분해능	0.01V/m, 0.0001A/m
표시단위	V/m, A/m, mW/cm ² , W/m ² , 설정치 %표시
주파수특성	센서에 따라(센서 사양 참조)
측정 정도	± 1dB이내
과입력보호	CW : 0.7W/cm ² / Impulse : 70W/cm ²
표시주기간격	400ms
안정시간	1초 (0 ~ 90%시)
데이터저장기능	1,500개
시간표시기능	실시간 Clock 내장
평균연산기능	실 측정치 평균 또는 6분 평균치
표시기사양	LCD 표시기(실 측정치 또는 최대치 표시)
Alarm 표시	적색 LED표시 및 Beeper음(임의 설정, On/Off)
자기진단기능	A/D 변환기, 전원, 메모리 소자, 영점 조절 기능 진단
출력기능	RS-232(V.24) Interface
사용온도	0 ~ 50℃
전원	건전지×2개(15시간 사용) 또는 충전 건전지(8시간 사용)
크기·무게	96×64×465mm, 450g

표 3-6 . EMR-300 계열의 측정계기 장치 규격 (제조사:Narda)

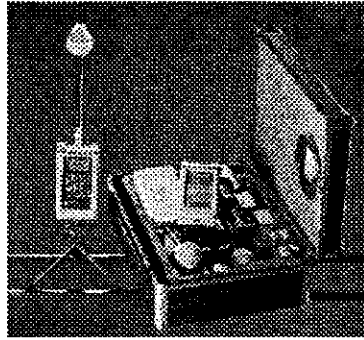


그림 3-3. EMR-300
측정기기



그림 3-4. EMR-300 프로브

그림 3-3과 3-4는 EMR-300 측정기와 프로브를 나타내고 있다.

2. 전자파 강도 측정방법

기본적으로 본 연구에서 행하여진 전자파 강도 측정방법은 산업현장에서 발생하는 전자파에 의해 노출된 근로자의 전자파 피폭량을 측정하는 것이므로, 전자파 노출 대상자(근로자)가 근무하거나 생활하는 장소에서 수행하고, 여러 개의 조건이 있는 경우 최악의 조건을 선택한다.

가. 저주파 전자기장 측정방법

- 저주파 전자기장 강도 측정은 3축 등방성프로브를 사용하여 측정영역에서의 합성전자기장의 최대값을 측정하여야 한다.
- 고정시설물 등에서 방출되는 전자기장을 측정하고자 할 때에는 작업자가 주로 작업하는 곳 또는 생활하는 곳에서 측정하고, 전기 또는 전자기 등에서는 발생하는 전자기장은 통상의 사용거리에 측정하여야 한다.

- 전기장 강도 측정시 프로브와 측정자 사이의 거리는 2.5m이상이어야 한다. 단 자기장 강도 측정시에는 프로브와 측정자 거리를 제한하지 않는다.

- 전력선 아래의 전자기장 강도 측정에서의 프로브는 지표면 위 1m높이에서 측정하여야 하고, 측정기기와 이동 가능한 물체 사이의 거리는 물체 높이의 3배 이상이어야 하며, 측정기기와 지상 고정물체 사이의 거리는 1m 이상이어야 한다.

나. 고주파 전자기장 측정방법

- 고주파 전자기장 강도 측정은 3축 등방성프로브를 사용하여 합성전자기장의 최대값을 측정하여야 한다.

- 원거리장(Far Field) 영역에서 단일복사원에 의해 발생하는 전자기장 강도 측정시에는 측정기거나 지지대 등의 금속 부분은 흡수체로 둘러싸야 하고, 유전체 구조물도 1/4 파장 이하가 되도록 함으로써 측정의 불확정도가 $\pm 2\text{dB}$ 이내이어야 한다.

- 원거리장 영역에서 다중복사원에 의해 발생하는 전자기장 강도 측정시에는 복사원의 주파수를 알고 있어야 하고, 규정된 기준치가 측정주파수 범위에서 일정한 경우에는 광대역 측정기기로 측정하여야 한다. 만약 규정된 기준치가 일정하지 않은 경우에는 주파수 선택적인 협대역 측정기기로 각각의 주파수 성분에 대한 전자기장 강도를 측정하여야 한다.

- 근거리장(Near Field) 영역에서의 전자기장 강도 측정시에는 급격한 공

간적 변화를 측정할 수 있도록 프로브의 크기는 측정 주파수의 파장에 비해 크기가 작아야 한다.

- 300 MHz를 초과하는 주파수 영역에서 전자기장 강도 측정하고자 하는 경우에는, 파장에 비해 크기가 작은 3축 다이폴을 가진 등방성프로브를 사용하여 전기장을 측정한다. 자기장 강도는 측정된 전기장 강도로부터 계산한다.

- 300 MHz를 이하 주파수 영역에서 전자기장 강도 측정하고자 하는 경우에는, 파장에 비해 크기가 작은 3축 다이폴을 가진 등방성프로브와 3축 루프(Loop)로 구성된 등방성프로브를 모두 사용하여 전기장과 자기장을 측정하여야 한다.

- 프로브와 전자기장 복사원 및 산란체 사이의 최소 거리는 프로브 크기의 3배 또는 20 cm 중 큰 값을 적용하여서 측정하여야 한다.

3. 전자기파 환경 측정 결과서

[illegible]

표 3-5. 전자기장 환경 측정 결과서

* 전자기장 측정을 완료한 후, 측정결과는 표 3-5에 의거하여 측정 결과를
서를 작성한다.

IV. 전자파 환경 측정결과

1. 제철소 內 전자파 환경 측정결과

측정대상인 제철소의 전기로는 전기적인 효과를 이용하여 고철을 용해하는 산업설비로서, 60 Hz의 상용전원을 이용한다. 전기로의 입력전류는 수 천 Ampere 이상이 되기도 한다. 측정 장소는 인천제철 內 60 ton 제강공장과 80 ton 제강공장의 전기로를 제어하는 제어실 내부로, 전기로에서 근무하는 작업자들이 주로 작업하는 장소이다.

전자파 환경 측정은 저주파 전기장, 저주파 자기장, 고주파 전기장 그리고 고주파 자기장으로 나누어 측정하였으며, 사용된 측정기기는 EFA-300 과 EMR-300 측정기기이다. 또한 측정주파수 대역은 저주파에서는 5 Hz ~ 32 kHz에서 전기장과 자기장을 측정하였으며, 고주파에서는 100 kHz ~ 3 GHz에서 전기장을 측정하였고, 27 MHz ~ 1 GHz에서 자기장을 측정하였다. 측정시간은 6분으로 설정하였으며, 측정결과서의 최대값은 측정시간 동안 측정된 실효치의 최대값이고, 평균값은 측정된 실효치를 6분 동안 시간 평균한 값이다.

측정된 결과로 측정대상 장소의 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. EFA-300에 내장된 소프트웨어는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 알고리즘으로 측정된 전자파 수치를 이용하여 측정대상 장소의 주파수 성분을 계산한다. 또한 기본 주파수를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시해 주는 기능이 있다.

전자파 환경 측정결과서 및 세부사항은 본 연구보고서에 첨부된 부록에서 보여준다. [부록 1 - 전자파 환경 측정결과서 (1)]

가. 제철소 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과

제철소 전기로 제어실 內의 전자파 환경 측정결과 전체는 표 4-1에 정리하였다.

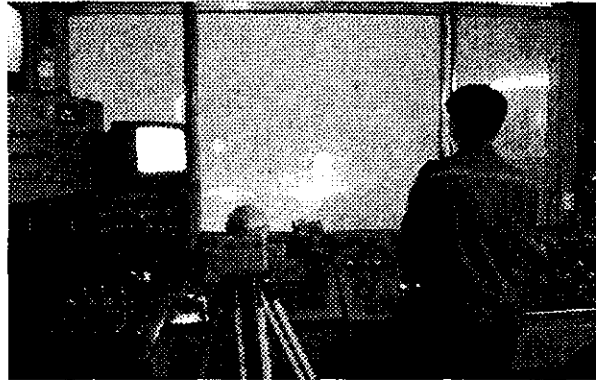
	인천제철 (60 ton 전기로)		인천제철 (60 ton 전기로)		측정 단위
	최대값	평균값	최대값	평균값	
저주파 전기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	16.082	5.7384	9.401	5.67	[V/m]
저주파 자기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	26.168	15.481	43.029	19.722	[μ T] (micro Tesla)
고주파 전기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	1.71	0.1868	0.95	0.1637	[V/m]
고주파 자기장 (27 MHz ~ 1 GHz)	0.0179	0.009	0.0119	0.0075	[A/m]

표 4-1. 제철소 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정 결과표

표 4-1의 측정결과에서, 최대값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 실효치의 최대값이고, 평균값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 시간 평균값이다.

첨부사진 1과 2는 60 ton 제강공장 전기로의 제어실 내부에서 전자파 환경을 측정하는 광경이고, 첨부사진 3과 4는 80 ton 제강공장 전기로의 제

어실 내부에서 전자파 환경을 측정하는 광경이다.



첨부사진 1. EFA-300 측정기를 이용한
자기장 측정광경 (60 ton 전기로)



첨부사진 2. EMR-300 측정기를 이용한
고주파 전자기장 측정광경 (60 ton 전기로)



첨부사진 3. EFA-300 측정기를 이용한
전기장 측정광경 (80 ton 전기로)



첨부사진 4. EMR-300 측정기를 이용한
전기장 측정광경 (80 ton 전기로)

나. 제철소 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과 분석

측정된 결과로 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. 전자파 환경 분석은 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform)을 이용하여 측정된 전자파 환경의 주파수를 나타내고, 기본 주파수(60 Hz)를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분

을 표시하였다.

그림 4-1과 4-2는 60 ton 전기로와 80 ton 전기로의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 주파수를 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 주파수 경향을 표현한 것이다.

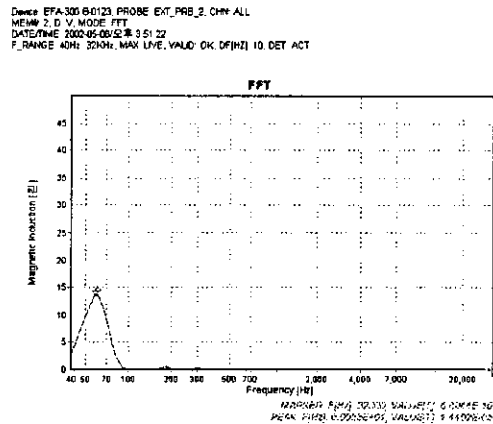


그림 4-1. 60 ton 전기로에서 측정된
전자기장을 이용한 주파수 분석도

Device: EFA-300 B.0077, PROBE: EXT_PRR_2.CHN ALL
 MENU: 5. D.V. MODE: FFT
 DATE/TIME: 2002-05-08 오후 2:45:04
 F. RANGE: 40Hz 32MHz, MAX. LIVE, VALD. OK, DF(HZ): 10, DET: ACT

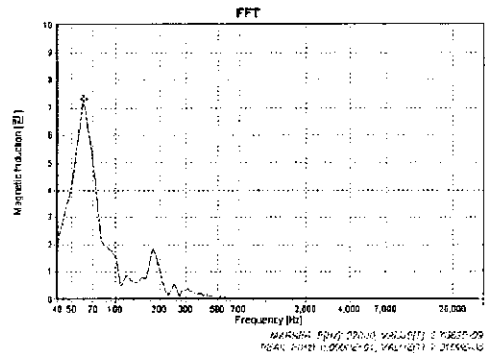


그림 4-2. 80 ton 전기로에서 측정된
전자기장을 이용한 주파수 분석도

그림 4-3과 4-4는 60 ton 전기로와 80 ton 전기로의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 전자파의 고조파(Harmonic) 성분을 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 고조파 성분의 경향을 표현한 것이다. 여기서 기본주파수(K1)는 전자파 주파수분석에서 최대값을 보여주는 주파수로 60 Hz 이며, 다른 성분은 기본주파수의 배수에 해당하는 고조파 성분이다.

Device: EFA-300 B0123, PROBE: EXT_PRR_2, CHN: ALL
 MEAS: 3 D, L, MODE: HAR
 DATE/TIME: 2002/05/02 16:35:16
 DET: PEAK, MAX, LVL, VALD: OK

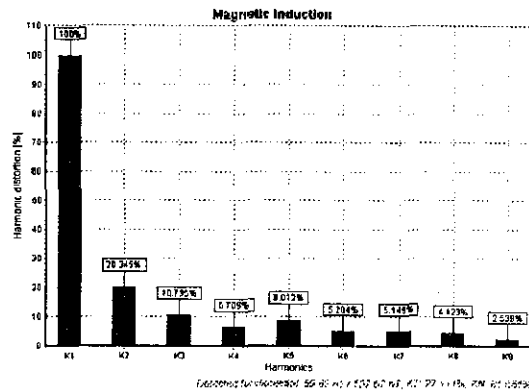


그림 4-3. 60 ton 전기로에서 측정된
 전자기장의 고조파 성분도표
 (K1 : 60 Hz)

Device: EFA-300 B4077, PROBE: EXT_PRR_2, CHN: ALL
 MEAS: 3 D, L, MODE: HAR
 DATE/TIME: 2004/05/09 16:24:05
 DET: PEAK, MAX, LVL, VALD: OK

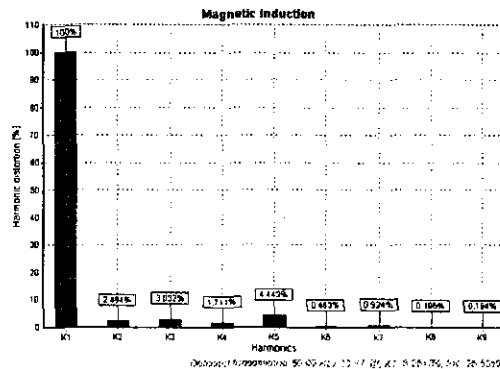


그림 4-4. 80 ton 전기로에서 측정된
 전자기장의 고조파 성분도표
 (K1 : 60 Hz)

제철소의 전기로 제어실 내부에서 전자파 환경을 측정하여 분석하면, 발생되는 전자파의 최대주파수는 60 Hz로, 전기로의 공급전원과 동일한 것

을 알 수 있으며, 다른 대역이나 주파수에서는 특별한 경향이 없는 것으로 생각할 수 있다.

2. 방송국 송신소 內 전자파 환경 측정결과

측정대상인 남산송신소와 팔공산송신소는 TV방송, FM방송 그리고 AM 방송 등의 무선통신 설비를 운영하고 있는 장소이다. 측정 장소는 각 송신소의 중앙제어실 내부로, 송신소에서 근무하는 작업자들이 주로 작업하는 장소이다.

전자파 환경 측정은 저주파 전기장, 저주파 자기장, 고주파 전기장 그리고 고주파 자기장으로 나누어 측정하였으며, 사용된 측정기기는 EFA-300 과 EMR-300 측정기기이다. 또한 측정주파수 대역은 저주파에서는 5 Hz ~ 32 kHz에서 전기장과 자기장을 측정하였으며, 고주파에서는 100 kHz ~ 3 GHz에서 전기장을 측정하였고, 27 MHz ~ 1 GHz에서 자기장을 측정하였다. 측정시간은 6분으로 설정하였으며, 측정결과서의 최대값은 측정시간 동안 측정된 실효치의 최대값이고, 평균값은 측정된 실효치를 6분 동안 시간 평균한 값이다.

측정된 결과로 측정대상 장소의 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. EFA-300에 내장된 소프트웨어는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 알고리즘으로 측정된 전자파 수치를 이용하여 측정대상 장소의 주파수 성분을 계산한다. 또한 기본 주파수를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시해 주는 기능이 있다.

전자파 환경 측정결과서 및 세부사항은 본 연구보고서에 첨부된 부록에서 보여준다. [부록 1 - 전자파 환경 측정결과서 (2)]

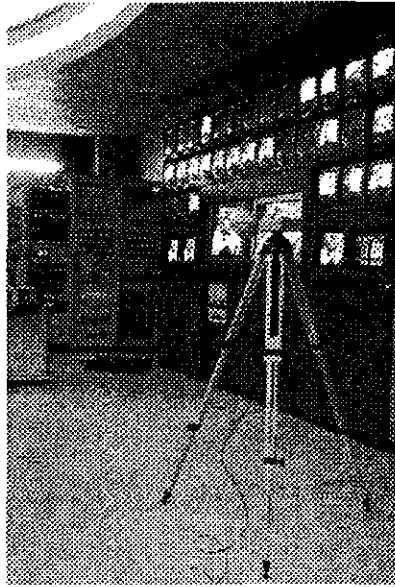
가. 방송국 송신소 內 전자파 환경 측정결과

남산송신소와 팔공산송신소 內의 전체적인 전자파 환경 측정결과를 표 4-2에 정리하였다.

구 분	남산 송신소 (MBC 중앙 제어실)		팔공산 송신소 (KBS 중앙 제어실)		측정단위
	최대값	평균값	최대값	평균값	
저주파 전기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	15.923	4.645	11.822	11.193	[V/m]
저주파 자기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	100.11	74.486	275.44	222.56	[nT] (nano Tesla)
고주파 전기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	0.46	0.1390556	0.8	0.725	[V/m]
고주파 자기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	0.0147	0.010379	0.0189	0.010258	[A/m]

표 4-2. 방송국 송신소 內 전자파 환경 측정 결과표

표 4-2의 측정결과에서, 최대값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 실효치의 최대값이고, 평균값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 시간 평균값이다.



첨부사진 5. EFA-300
측정기를 이용한 자기장
측정광경 (남산)

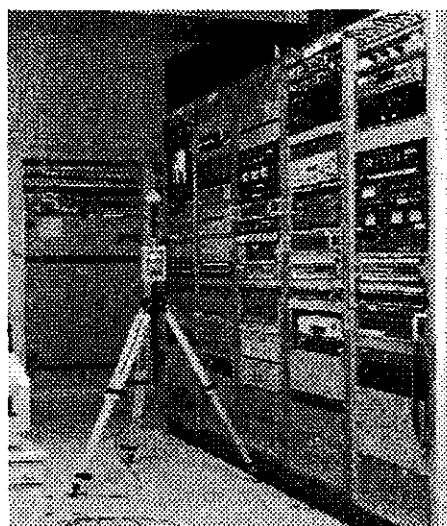


첨부사진 6. EMR-300
측정기를 이용한 전자기장
측정광경 (남산)

첨부사진 5와 6은 남산송신소 제어실 내부에서 전자파 환경을 측정하는
광경이고, 첨부사진 7과 8은 팔공산송신소 제어실 내부에서 전자파 환경
을 측정하는 광경이다.



첨부사진 7. EFA-300 측정기를 이용한
자기장 측정광경 (팔공산 송신소)



첨부사진 8. EMR-300
측정기를 이용한 전자기장
측정광경 (팔공산 송신소)

나. 방송국 송신소 內 전자파 환경 측정결과 분석

측정된 결과로 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. 전자파 환경 분석은 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform)을 이용하여 측정된 전자파 환경의 주파수를 나타내고, 기본 주파수(60 Hz)를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시하였다.

그림 4-5와 4-6은 남산송신소와 팔공산송신소의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 주파수를 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 주파수 경향을 표현한 것이다.

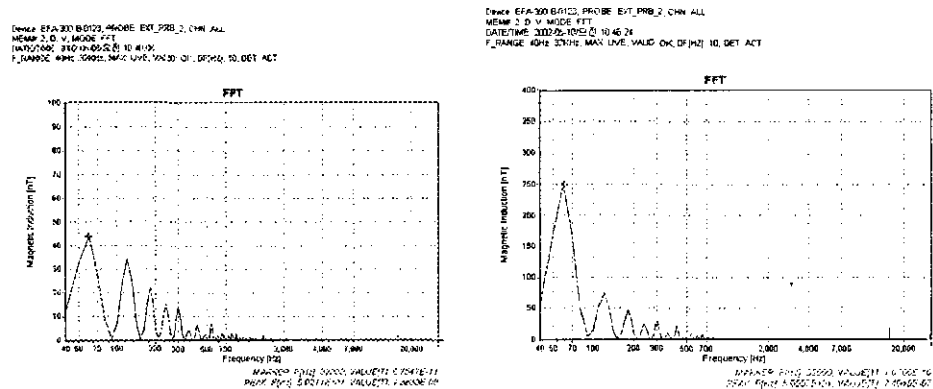


그림 4-5. 남산 송신소에서 측정된 전자기장을 이용한 주파수 분석도 그림 4-6. 팔공산 송신소에서 측정된 전자기장을 이용한 주파수 분석도

그림 4-7과 4-8은 남산송신소와 팔공산송신소의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 전자파의 고조파(Harmonic) 성분을 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 고조파 성분의 경향을 표현한 것이다. 여기서 기본주파수(K1)는 전자파 주

파수분석에서 최대값을 보여주는 주파수로 60 Hz이며, 다른 성분은 기본주파수의 배수에 해당하는 고조파 성분이다.

Dense EFA300 E-0123, PROBE: EFT_PROB_2, CH1: ALL
MEMV: 3.0, L: MODE: MAX
DATE/TIME: 2003-05-29 10:40:55
DET: PEAK, MAX, LIVE, VALG: OK

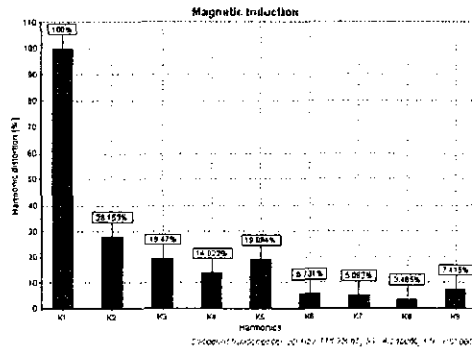


그림 4-7. 남산 송신소에서 측정된 전자기장의 고조파 성분도표
(K1 : 60 Hz)

Dense EFA300 E-0123, PROBE: EFT_PROB_2, CH1: ALL
MEMV: 3.0, L: MODE: MAX
DATE/TIME: 2003-05-10 10:47:02
DET: PEAK, MAX, LIVE, VALG: OK

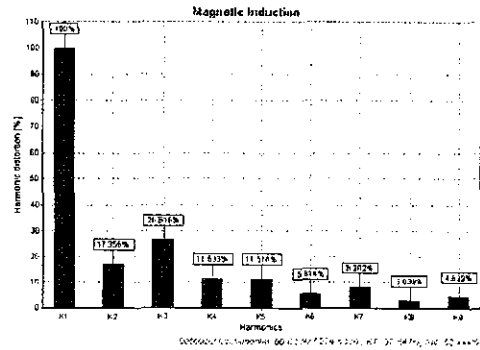


그림 4-8. 팔공산 송신소에서 측정된 전자기장의 고조파 성분도표
(K1 : 60 Hz)

방송국 송신소의 제어실 내부에서 전자파 환경을 측정하여 분석하면, 발생하는 전자파의 최대주파수는 60 Hz로, 일반적으로 사용되는 상용전원 주파수와 동일한 것을 알 수 있으며, 다른 대역이나 주파수에서는 특별한 경향이 없이 고조파 성분이 많은 것으로 생각 할 수 있다.

3. 변전설비의 전자파 환경 측정결과

측정대상인 변전설비는 154 kV를 상용전원 전압(220V)으로 변환하는 변압기(Transformer)와 고전압 개폐기(Switch) 등으로 구성되어 있다. 측정 장소는 변전실 내부의 통로로, 작업자들이 장비의 점검이나 검침 등의 작업을 수행하는 위치로 설정하였다.

전자파 환경 측정은 저주파 전기장, 저주파 자기장, 고주파 전기장 그리고 고주파 자기장으로 나누어 측정하였으며, 사용된 측정기기는 EFA-300 과 EMR-300 측정기기이다. 또한 측정주파수 대역은 저주파에서는 5 Hz ~ 32 kHz에서 전기장과 자기장을 측정하였으며, 고주파에서는 100 kHz ~ 3 GHz에서 전기장을 측정하였고, 27 MHz ~ 1 GHz에서 자기장을 측정하였다. 측정시간은 6분으로 설정하였으며, 측정결과서의 최대값은 측정시간 동안 측정된 실효치의 최대값이고, 평균값은 측정된 실효치를 6분 동안 시간 평균한 값이다.

측정된 결과로 측정대상 장소의 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. EFA-300에 내장된 소프트웨어는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 알고리즘으로 측정된 전자파 수치를 이용하여 측정대상 장소의 주파수 성분을 계산한다. 또한 기본 주파수를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시해 주는 기능이 있다.

전자파 환경 측정결과서 및 세부사항은 본 연구보고서에 첨부된 부록에서 보여준다. [부록 1 - 전자파 환경 측정결과서 (3)]

가. 변전설비의 전자파 환경 측정결과

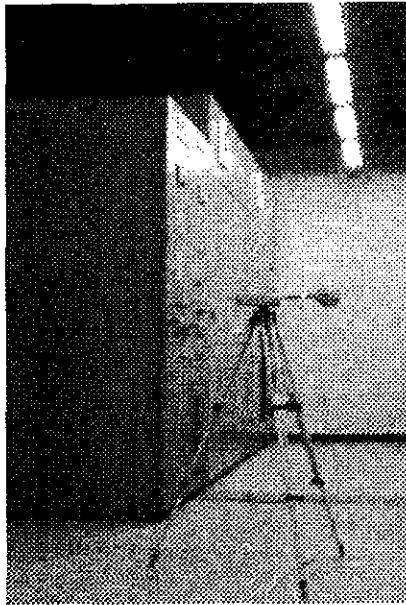
변전설비의 전체적인 전자파 환경 측정결과를 표 5-3에 정리하였다.

구 분	변전설비 (단국대 변전실)		측정단위
	최대값	평균값	
저주파 전기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	4.9697	4.8692	[V/m]
저주파 자기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	754.5	716.36	[nT] (nano Tesla)
고주파 전기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	0.31	0.2589	[V/m]
고주파 자기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	0.0139	0.00095	[A/m]

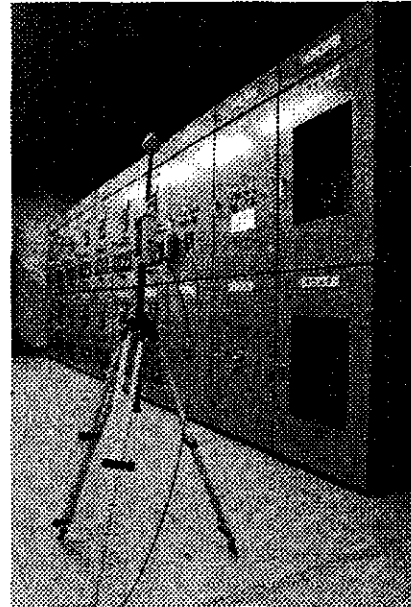
표 4-3. 변전설비 內 전자파 환경 측정 결과표

표 4-3의 측정결과에서, 최대값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 실효치의 최대값이고, 평균값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 시간 평균값이다.

첨부사진 9와 10은 변전실 내부 통로에서 전자파 환경을 측정하는 광경이다.



첨부사진 9. 변전설비에서
EFA-300 측정기를 이용한
자기장 측정광경



첨부사진 10. 변전설비에서
EMR-300 측정기를 이용한
전자기장 측정광경

나. 변전설비의 전자파 환경 측정결과 분석

측정된 결과로 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. 전자파 환경 분석은 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform)을 이용하여 측정된 전자파 환경의 주파수를 나타내고, 기본 주파수(60 Hz)를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시하였다.

그림 4-9는 변전실 내부의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 주파수를 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 주파수 경향을 표현한 것이다.

Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL
 MEMF: S D L, MODE: FFT
 DATE/TIME: 2022-05-09/오후 2:45:42
 F_RANGE: 40Hz ~ 320Hz, MAX LIVE, VALID: OK, OF (Hz): 10, DET: ACT

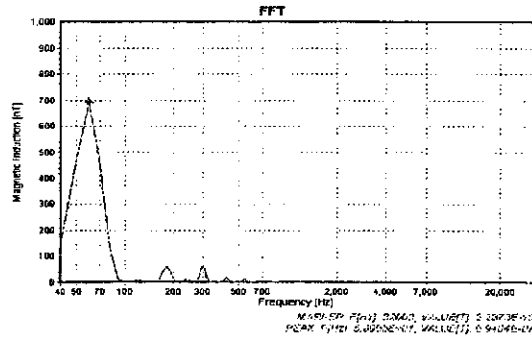


그림 4-9. 변전설비에서 측정된
전자기장을 이용한 주파수 분석도

Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL
 MEMF: S D L, MODE: HAR
 DATE/TIME: 2022-05-09/오후 2:46:47
 DET: PEAK, MAX LIVE, VALID: OK

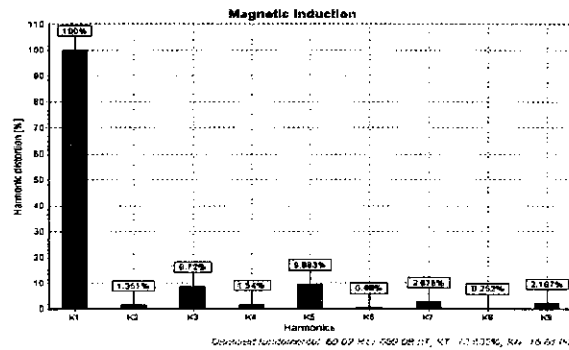


그림 4-10. 변전설비에서 측정된
전자기장의 고조파 성분도표
(K1 : 60 Hz)

그림 4-10은 변전실 내부의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환 (FFT) 프로그램으로 계산하여 전자파의 고조파(Harmonic) 성분을 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 고조파 성분의 경향을 표현

한 것이다. 여기서 기본주파수(K1)는 전자파 주파수분석에서 최대값을 보여주는 주파수로 60 Hz 이며, 다른 성분은 기본주파수의 배수에 해당하는 고조파 성분이다.

변전실 내부에서 전자파 환경을 측정하여 분석하면, 발생하는 전자파의 최대주파수는 60 Hz로, 변전실 설비의 공급전원과 동일한 주파수인 것을 알 수 있으며, 다른 대역이나 주파수에서는 특별한 경향이 없이 고조파 성분이 많은 것으로 생각 할 수 있다.

4. 발전소 內 전자파 환경 측정결과

측정대상인 발전설비는 15만 kW급의 가스터빈 발전기로 상용주파수인 60 Hz의 전기를 생성하고 있다. 측정 장소는 발전소 內 발전기 근처와 발전시설의 중앙제어실을 설정하였다. 발전기 근처의 장소에서는 작업자들이 장비의 점검이나 점검 등의 작업을 수행하는 장소이며, 중앙 제어실은 모든 발전시설의 감시를 위한 장소로 많은 작업자들이 근무하는 장소이다.

전자파 환경 측정은 저주파 전기장, 저주파 자기장, 고주파 전기장 그리고 고주파 자기장으로 나누어 측정하였으며, 사용된 측정기기는 EFA-300 과 EMR-300 측정기기이다. 또한 측정주파수 대역은 저주파에서는 5 Hz ~ 32 kHz에서 전기장과 자기장을 측정하였으며, 고주파에서는 100 kHz ~ 3 GHz에서 전기장을 측정하였고, 27 MHz ~ 1 GHz에서 자기장을 측정하였다. 측정시간은 6분으로 설정하였으며, 측정결과서의 최대값은 측정시간 동안 측정된 실효치의 최대값이고, 평균값은 측정된 실효치를 6분 동안 시간 평균한 값이다.

측정된 결과로 측정대상 장소의 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. EFA-300에 내장된 소프트웨어는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 알고리즘으로 측정된 전자파 수치를 이용하여 측정대상 장소의 주파수 성분을 계산한다. 또한 기본 주파수를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시해 주는 기능이 있다.

전자파 환경 측정결과서 및 세부사항은 본 연구보고서에 첨부된 부록에서 보여준다. [부록 1 - 전자파 환경 측정결과서 (4)]

가. 발전소 內 전자파 환경 측정결과

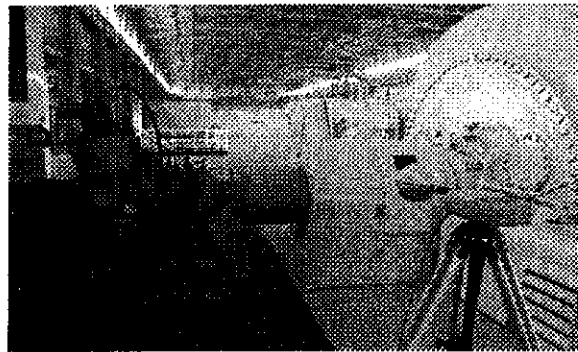
발전소의 전체적인 전자파 환경 측정결과를 표 4-4에 정리하였다.

구 분	서인천 발전소 (발전기)		서인천 발전소 (중앙 제어실)		측정단 위
	최대값	평균값	최대값	평균값	
저주파 전기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	4.315 [V/m]	4.21 [V/m]	5.520 [V/m]	5.395 [V/m]	[V/m]
저주파 자기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	2.5112 [μT]	2.487 [μT]	113.51 [nT]	42.827 [nT]	[Tesla]
고주파 전기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	0.18 [V/m]	0.12 [V/m]	0.2 [V/m]	0.158 [V/m]	[V/m]
고주파 자기장 (27 MHz ~ 1 GHz)	0.0148 [A/m]	0.01 [A/m]	0.0113 [A/m]	0.008 [A/m]	[A/m]

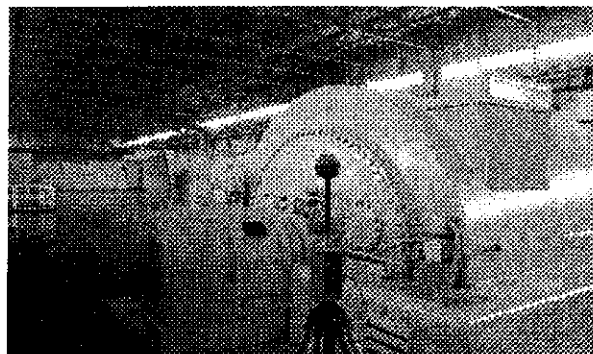
표 4-4. 발전소 內 전자파 환경 측정 결과표

표 4-4의 측정결과에서, 최대값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 실효치의 최대값이고, 평균값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 시간 평균값이다.

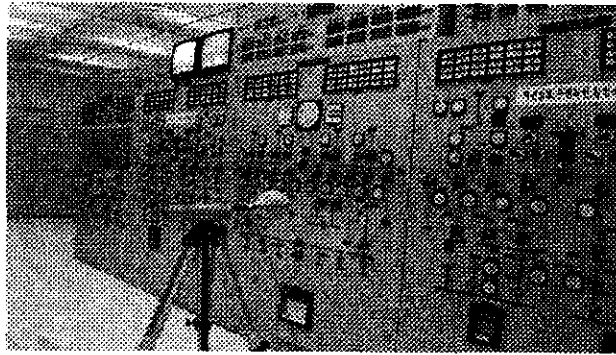
첨부사진 11과 12는 발전소 내의 발전기 근처에서 전자파 환경을 측정하는 광경이고, 첨부사진 13과 14는 발전소 내의 중앙제어실에서 전자파 환경을 측정하는 광경이다.



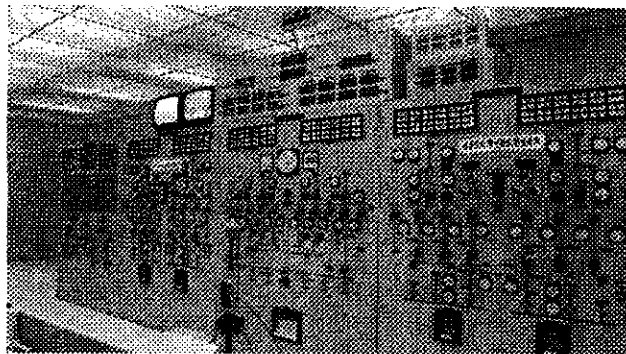
첨부사진 11. 발전기에서 EFA-300 측정기를 이용한 자기장 측정광경



첨부사진 12. 발전기에서 EMR-300 측정기를 이용한 고주파 자기장 측정광경



첨부사진 13. 중앙제어실에서 EFA-300
측정기를 이용한 자기장 측정광경



첨부사진 14. 중앙제어실에서 EMR-300
측정기를 이용한 고주파 자기장 측정광경

나. 발전소 內 전자파 환경 측정결과 분석

측정된 결과로 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. 전자파 환경 분석은 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform)을 이용하여 측정된 전자파 환경의 주파수를 나타내고, 기본 주파수(60 Hz)를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분

을 표시하였다.

그림 4-11과 4-12는 발전소 내의 발전기 근처와 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 주파수를 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 주파수 경향을 표현한 것이다.

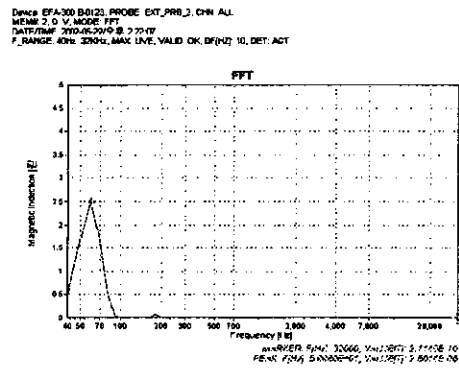


그림 4-11. 발전기에서 측정된
전자기장을 이용한 주파수 분석도

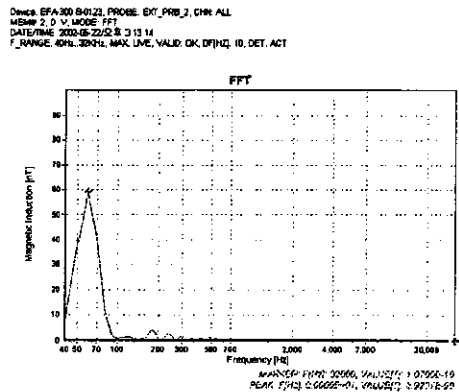


그림 4-12. 중앙제어실에서 측정된
전자기장을 이용한 주파수 분석도

그림 4-13과 4-14는 발전소 내의 발전기 근처와 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 전자파의 고조파(Harmonic) 성분을 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 고조파 성분의 경향을 표현한 것이다. 여기서 기본주파수(K1)는 전자파 주파수분석에서 최대값을 보여주는 주파수로 60 Hz 이며, 다른 성분은 기본주파수의 배수에 해당하는 고조파 성분이다.

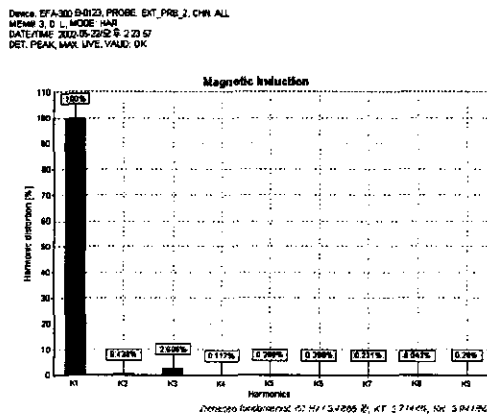


그림 4-13. 발전기에서 측정된
전자기장의 고조파 성분도표
(K1 : 60 Hz)

Device: SFA-300 B0120 PROBE: SPT_PKB.2.CHN ALL
 A/E: 3.0 L MODE: MAG
 DATE/TIME: 2003-05-29 12:03:14.03
 DET. PEAK: MAX. LVL: VAL: OK

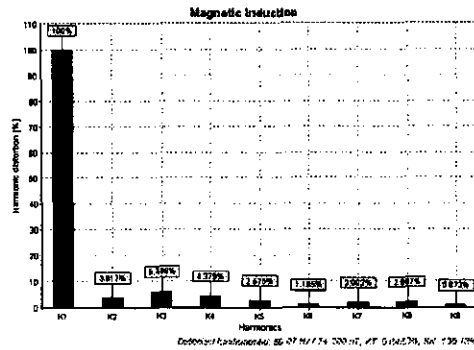


그림 4-14. 중앙제어실에서 측정된
 전자기장의 고조파 성분도표
 (K1 : 60 Hz)

제철소의 전기로 제어실 내부에서 전자파 환경을 측정하여 분석하면, 발생하는 전자파의 최대주파수는 60 Hz로, 전기로의 공급전원과 동일한 것을 알 수 있으며, 다른 대역이나 주파수에서는 특별한 경향이 없는 것으로 생각 할 수 있다.

5. 동서울 전력소(변전소) 內 전자파 환경 측정결과

측정대상인 전력소(변전소)는 한국전력공사 소속의 동서울 전력소와 신인천 전력소이다. 동서울 전력소는 송배전 전력선들이 지상에 설치된 곳이고, 신인천 전력소는 송배전 전력선들이 지상과 지하에 나뉘어져 설치된 곳이다.

동서울 전력소의 측정 장소는 전력소 內의 중앙제어실과 송배전설비들의 점검, 검침 등이 이루어지는 위치로 하였다.

전자파 환경 측정은 저주파 전기장, 저주파 자기장, 고주파 전기장 그리고 고주파 자기장으로 나누어 측정하였으며, 사용된 측정기기는 EFA-300 과 EMR-300 측정기기이다. 또한 측정주파수 대역은 저주파에서는 5 Hz ~ 32 kHz에서 전기장과 자기장을 측정하였으며, 고주파에서는 100 kHz ~ 3 GHz에서 전기장을 측정하였고, 27 MHz ~ 1 GHz에서 자기장을 측정하였다. 측정시간은 6분으로 설정하였으며, 측정결과서의 최대값은 측정시간 동안 측정된 실효치의 최대값이고, 평균값은 측정된 실효치를 6분 동안 시간 평균한 값이다.

측정된 결과로 측정대상 장소의 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. EFA-300에 내장된 소프트웨어는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 알고리즘으로 측정된 전자파 수치를 이용하여 측정대상 장소의 주파수 성분을 계산한다. 또한 기본 주파수를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시해 주는 기능이 있다.

전자파 환경 측정결과서 및 세부사항은 본 연구보고서에 첨부된 부록에서 보여준다. [부록 1 - 전자파 환경 측정결과서 (5)]

가. 동서울 전력소 內 전자파 환경 측정결과

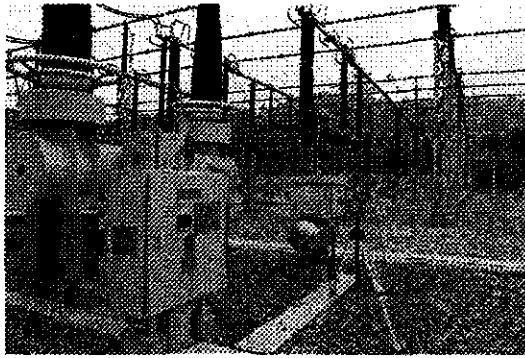
발전소의 전체적인 전자파 환경 측정결과를 표 4-5에 정리하였다.

구 분	동서울 전력소 (345kV 차단기)		동서울 전력소 (중앙 제어실)		측정 단위
	최대값	평균값	최대값	평균값	
저주파 전기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	7.20 [kV/m]	7.18 [kV/m]	14.88 [V/m]	14.436 [V/m]	[V/m]
저주파 자기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	10.48 [μT]	10.37 [μT]	452.44 [nT]	445.89 [nT]	[Tesla]
고주파 전기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	4.19 [V/m]	3.44 [V/m]	0.22 [V/m]	0.1445 [V/m]	[V/m]
고주파 자기장 (27 MHz ~ 1 GHz)	0.037 [A/m]	0.035 [A/m]	0.012 [A/m]	0.0087 [A/m]	[A/m]

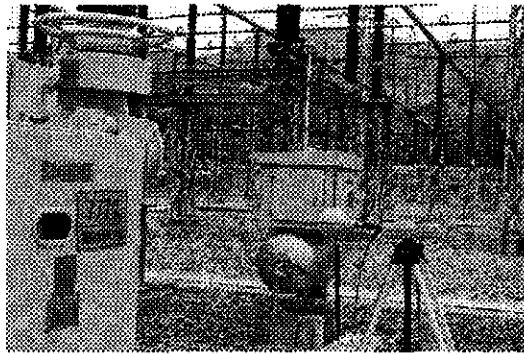
표 4-5. 동서울 전력소 內 전자파 환경 측정 결과표

표 4-5의 측정결과에서, 최대값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 실효치의 최대값이고, 평균값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 시간 평균값이다.

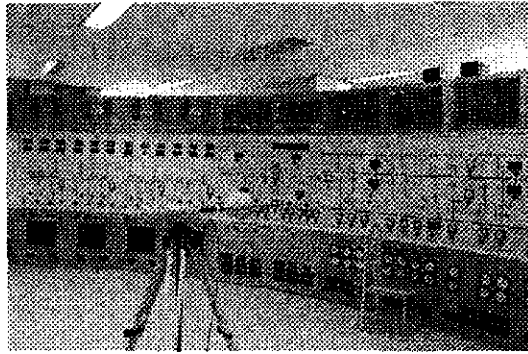
첨부사진 15와 16은 동서울 전력소 내의 변전설비를 점검하고 검침하는 장소에서 전자파 환경을 측정하는 광경이고, 첨부사진 17과 18은 동서울 전력소의 중앙제어실에서 전자파 환경을 측정하는 광경이다.



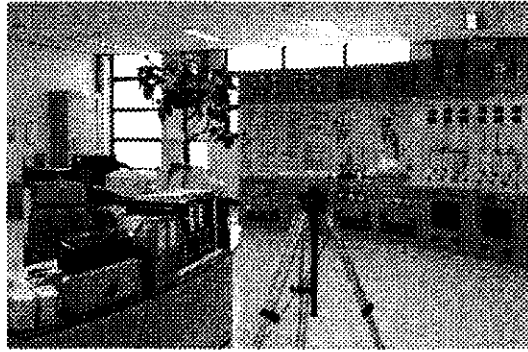
첨부사진 15. 차단기 앞에서 EFA-300
측정기를 이용한 전기장 측정광경



첨부사진 16. 차단기 앞에서 EFA-300
측정기를 이용한 자기장 측정광경



첨부사진 17. 중앙제어실에서 EFA-300
측정기를 이용한 자기장 측정광경 (1)



첨부사진 18. 중앙제어실에서 EFA-300
측정기를 이용한 전기장 측정광경 (2)

나. 동서울 전력소 內 전자파 환경 측정결과 분석

측정된 결과로 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. 전자파 환경 분석은 고속 푸리에 변환 (FFT:Fourier Transform)을 이용하여 측정된 전자파 환경의 주파수를 나타내고, 기본 주파수(60 Hz)를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시하였다.

그림 4-15와 4-16은 동서울 전력소의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 주파수를 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 주파수 경향을 표현한 것이다.

Device: EFA300 B0121, PROBE: EXT_PROB.2, CHN: ALL
MEAS: 1, D: V, MODE: FFT
DATE/TIME: 2002-05-14/02:08:27
F_RANGE: 40Hz..3200Hz, MAX: LINE, VALID: OK, OFF: NQ, DET: AGT

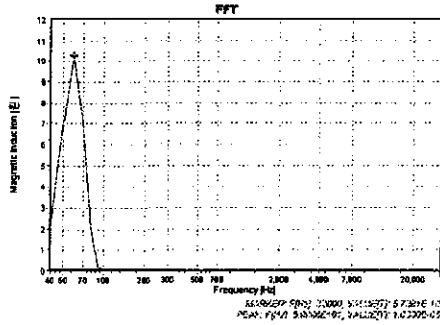


그림 4-15. 차단기 앞에서 측정된 전자기장을 이용한 주파수 분석도

Device: EFA300 B0121, PROBE: EXT_PROB.2, CHN: ALL
MEAS: 1, D: V, MODE: FFT
DATE/TIME: 2002-05-14/02:08:27
F_RANGE: 40Hz..3200Hz, MAX: LINE, VALID: OK, OFF: NQ, DET: AGT

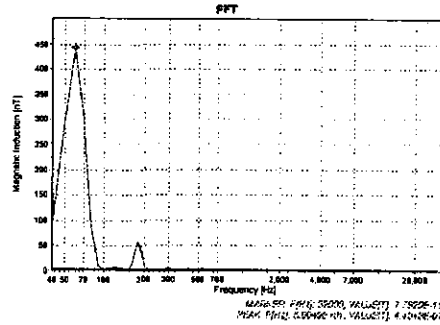


그림 4-16. 중앙제어실에서 측정된 전자기장을 이용한 주파수 분석도

그림 4-17과 4-18은 동서울 전력소의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 전자파의 고조파(Harmonic) 성분을 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 고조파 성분의 경향을 표현한 것이다. 여기서 기본주파수(K1)는 전자파 주파수분석에서 최대값을 보여주는 주파수로 60 Hz 이며, 다른 성분은 기본주파수의 배수에 해당하는 고조파 성분이다.

Device: EFA300 B0123, PROBE: E07_PRR_2, CHN: ALL
 MEAS: 2, D.L. MODE: N/A
 DATE/TIME: 2023-11-02 8:24:01 AM
 DET. PEAK, MAX, LIVE, VALID: OK

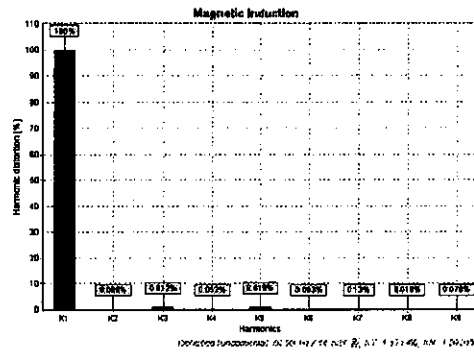


그림 4-17. 차단기 앞에서 측정된
 전자기장의 고조파 성분도표
 (K1 : 60 Hz)

Device: EFA300 B0123, PROBE: E07_PRR_2, CHN: ALL
 MEAS: 3, D.L. MODE: N/A
 DATE/TIME: 2023-11-02 8:52:45
 DET. PEAK, MAX, LIVE, VALID: OK

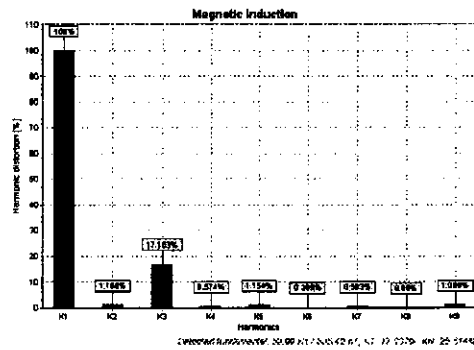


그림 4-18. 중앙제어실에서 측정된
 전자기장의 고조파 성분도표
 (K1 : 60 Hz)

동서울 전력소의 변전설비와 중앙제어실에서 전자파 환경을 측정하여 분석하면, 발생하는 전자파의 최대주파수는 60 Hz로, 동서울 전력소에서 변환되는 전력원의 주파수와 동일한 것을 알 수 있으며, 다른 대역이나 주파수에서는 특별한 경향이 없는 것으로 생각 할 수 있다.

6. 신인천 전력소(변전소) 內 전자파 환경 측정결과

신인천전력소는 송배전 전력선들이 지상과 지하에 나뉘어져 설치된 곳으로, 측정 장소는 전력소 內의 중앙제어실과 송배전설비들의 점검, 검침 등이 이루어지는 위치로 설정하였다.

전자파 환경 측정은 저주파 전기장, 저주파 자기장, 고주파 전기장 그리고 고주파 자기장으로 나누어 측정하였으며, 사용된 측정기기는 EFA-300 과 EMR-300 측정기기이다. 또한 측정주파수 대역은 저주파에서는 5 Hz ~ 32 kHz에서 전기장과 자기장을 측정하였으며, 고주파에서는 100 kHz ~ 3 GHz에서 전기장을 측정하였고, 27 MHz ~ 1 GHz에서 자기장을 측정하였다. 측정시간은 6분으로 설정하였으며, 측정결과서의 최대값은 측정시간 동안 측정된 실효치의 최대값이고, 평균값은 측정된 실효치를 6분 동안 시간 평균한 값이다.

측정된 결과로 측정대상 장소의 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. EFA-300에 내장된 소프트웨어는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 알고리즘으로 측정된 전자파 수치를 이용하여 측정대상 장소의 주파수 성분을 계산한다. 또한 기본 주파수를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시해 주는 기능이 있다.

전자파 환경 측정결과서 및 세부사항은 본 연구보고서에 첨부된 부록에서 보여준다. [부록 1 - 전자파 환경 측정결과서 (6)]

가. 신인천 전력소 內 전자파 환경 측정결과 분석

발전소의 전체적인 전자파 환경 측정결과를 표 4-6에 정리하였다.

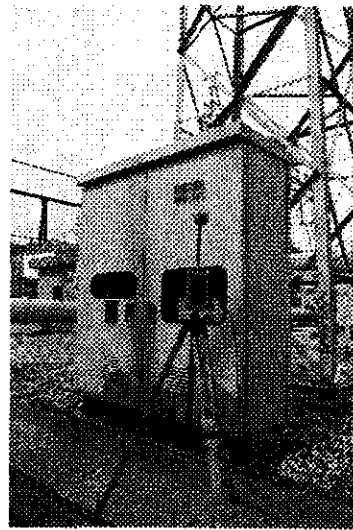
구 분	신인천 전력소 (345kV 차단기)		신인천 전력소 (중앙 제어실)		측정 단위
	최대값	평균값	최대값	평균값	
저주파 전기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	593.1 [V/m]	591.8 [V/m]	15.839 [V/m]	15.612 [V/m]	[V/m]
저주파 자기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	39.42 [μT]	38.40 [μT]	1.2764 [μT]	1.2336 [μT]	[Tesla]
고주파 전기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	0.64 [V/m]	0.605 [V/m]	0.62 [V/m]	0.575 [V/m]	[V/m]
고주파 자기장 (27 MHz ~ 1 GHz)	0.014 [A/m]	0.009 [A/m]	0.009 [A/m]	0.0088 [A/m]	[A/m]

표 5-6. 신인천 전력소 內 전자파 환경 측정 결과표

표 4-1의 측정결과에서, 최대값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 실효치의 최대값이고, 평균값은 6분 동안 측정된 전자기장 강도의 시간 평균값이다.

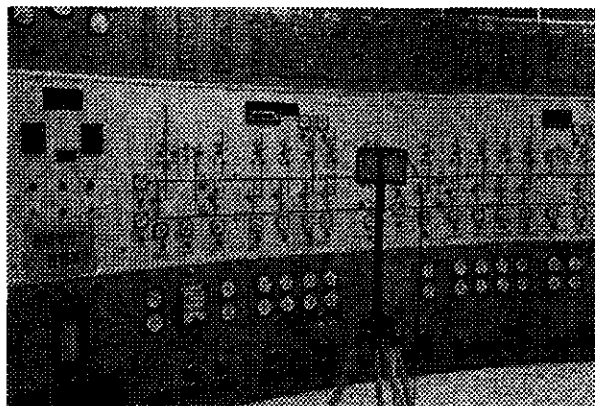


첨부사진 2. 차단기에서
EFA-300 측정기를 이용한
자기장 측정광경

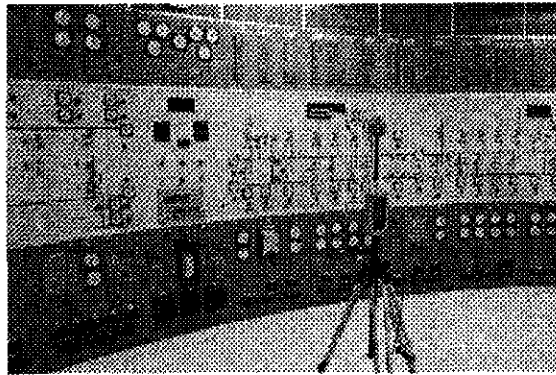


첨부사진 3. 차단기에서
EMR-300 측정기를
이용한 전자기장 측정광경

첨부사진 19와 20은 신인천 전력소 내의 변전설비를 점검하고 점검하는
장소에서 전자파 환경을 측정하는 광경이고, 첨부사진 20과 21은 신인천
전력소의 중앙제어실에서 전자파 환경을 측정하는 광경이다.



첨부사진 21. 중앙제어실에서 EFA-300
측정기를 이용한 전기장 측정광경



첨부사진 22. 중앙제어실에서 EMR-300
측정기를 이용한 전자기장 측정광경

나. 신인천 전력소 內 전자파 환경 측정결과 분석

측정된 결과로 전자파 환경을 분석하기 위하여, EFA-300 측정기기에 내장된 소프트웨어를 사용하였다. 전자파 환경 분석은 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform)을 이용하여 측정된 전자파 환경의 주파수를 나타내고, 기본 주파수(60 Hz)를 중심으로 고조파(Harmonic) 성분을 표시하였다.

그림 4-19와 4-20은 신인천 전력소의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 주파수를 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 주파수 경향을 표현한 것이다.

그리고, 그림 4-21과 4-22는 신인천 전력소의 전자파 환경 측정결과를 고속 푸리에 변환(FFT) 프로그램으로 계산하여 전자파의 고조파(Harmonic) 성분을 분석한 것으로, 측정 장소에서 발생하는 전자파의 고조파 성분의 경향을 표현한 것이다. 여기서 기본주파수(K1)는 전자파 주파수분석에서 최대값을 보여주는 주파수로 60 Hz 이며, 다른 성분은

기본주파수의 배수에 해당하는 고조파 성분이다.

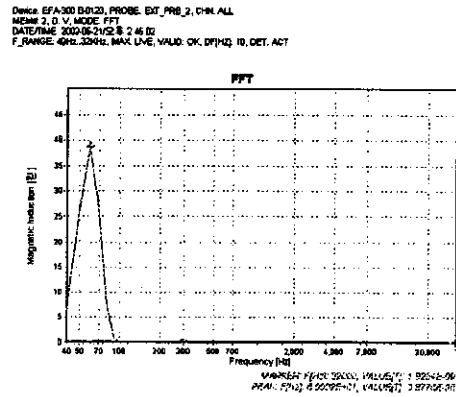


그림 4-19. 차단기 앞에서 측정된
전자기장을 이용한 주파수 분석도

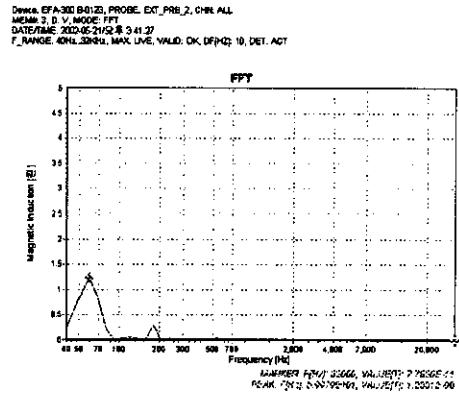


그림 4-20. 중앙제어실에서 측정된
전자기장을 이용한 주파수 분석도

Demco: EFA300 B4123, PROBE: EXT_PROB_2, CHN: ALL
 MEMW: 3, D: L, MODE: MAG
 DATE/TIME: 2022-05-21 02:18 2 45:35
 DET: PEAK, MAX, LIVE, VALID: OK

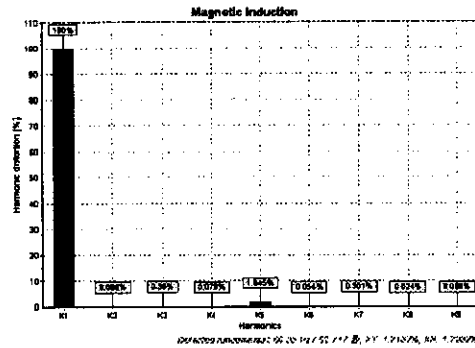


그림 4-21. 조작반 앞에서
전자기장의 고조파 성분도표
(K1 : 60 Hz)

Demco: EFA300 B4123, PROBE: EXT_PROB_2, CHN: ALL
 MEMW: 4, D: L, MODE: MAG
 DATE/TIME: 2022-05-21 02:18 3 42:20
 DET: PEAK, MAX, LIVE, VALID: OK

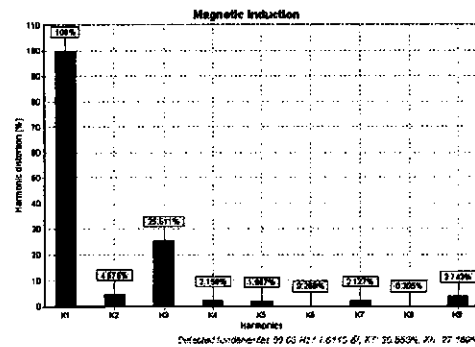


그림 4-22. 중앙제어실에서 측정된
전자기장의 고조파 성분도표
(K1 : 60 Hz)

신인천 전력소의 변전설비와 중앙제어실에서 전자파 환경을 측정하여 분석하면, 발생하는 전자파의 최대주파수는 60 Hz로, 신인천 전력소에서 변환되는 전력원의 주파수와 동일한 것을 알 수 있으며, 다른 대역이나 주파수에서는 특별한 경향이 없는 것으로 생각 할 수 있다.

7. 고주파 유도가열 설비의 전자파 환경 측정결과

측정대상인 고주파 유도 가열설비는 동림금속(주)의 작업장 內에 설치된 것으로, 측정대상 설비는 사용 주파수가 30 kHz인 것과 200 kHz인 것을 설정하여 측정하였다. 30 kHz 주파수를 이용하여 유도 가열하는 설비는 정격전력이 150 kW 이고, 200 KHz 주파수를 이용하는 설비는 정격전력이 150 kW이다.

측정 장소는 유도가열 설비가 위치한 곳이며, 측정위치는 작업자가 설비를 조작하는 위치와 비슷한 위치에서 측정하였다.

전자파 환경 측정에서 작업장의 환경-전기장 센서를 받쳐주는 삼각대(Tripod)를 설치하기에 협소한 측정 공간, 작업자의 빈번한 이동, 작업장에서의 업주측의 비협조적인 태도- 및 기타 측정방법 상의 어려움으로 고주파 유도가열설비를 사용하는 작업장에서의 전자파 환경측정은 측정대상설비가 사용하는 주파수에 대한 전자파 측정으로 대체하였다. 그러므로 전자파 환경 측정은 고주파 유도가열 설비에서 사용되어지는 주파수와 동일한 대역의 측정기기를 설정하여 측정하였다. 즉 30 kHz를 사용하는 고주파 유도설비에는 저주파 자기장 측정을 하였고, 200 kHz 사용하는 고주파 유도설비에서는 고주파 전기장을 측정하였다. 측정시간은 6분으로 설정하였다.

측정결과에서 최대값은 측정시간 동안 측정된 실효치의 최대값이고, 평균값은 6분 측정된 값을 평균한 것이지만, 고주파 유도가열설비를 이용한 작업환경이 연속적으로 이루어지지 않고, 작업자의 작업여부에 따라 유도 가열설비가 순간적으로 작동되므로, 정확한 평균값으로 이야기 할 수 없다. 또한 유도가열설비를 이용한 작업은 아주 짧은 시간에 이루어지기 때문

에 일정시간동안 측정한 수치로 계산하여 분석되는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 또는 Harmonic 분석은 할 수 없었다.

전자파 환경 측정결과서 및 세부사항은 본 연구보고서에 첨부된 부록에서 보여준다. [부록 1 - 전자파 환경 측정결과서 (7)]

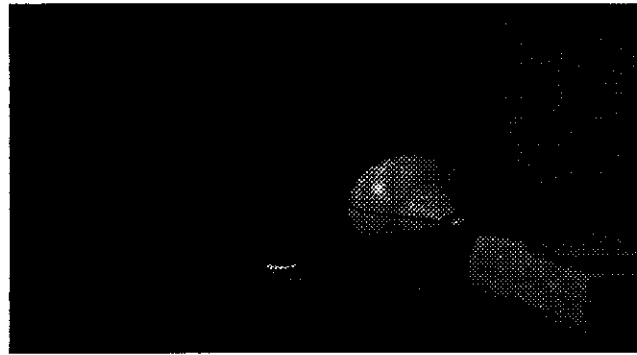
고주파 유도가열 설비의 전체적인 전자파 환경 측정결과를 표 4-7에 정리하였다.

구 분	고주파 유도가열 설비 I		고주파 유도가열 설비 II		측정 단위
	최대값	평균값	최대값	평균값	
저주파 자기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	1.4639 [μ T]	0.6421 [μ T]	측정불가	측정불가	[Tesla]
고주파 전기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	측정불가	측정불가	141.31 [V/m]	37.821 [V/m]	[V/m]
고주파 유도가열 설비의 사용 주파수	30 kHz		200 kHz		[A/m]

표 4-7. 고주파 유도가열 설비 작업장 內 전자파 환경 측정 결과표

측정결과(표 5-7)에서 ‘고주파 유도가열설비 I’의 사용 주파수는 30 kHz이므로, 측정된 값은 30 kHz의 주파수에서 최대값을 가진다고 생각할 수 있다. 또한 ‘고주파 유도가열설비 II’의 사용 주파수는 200 kHz이므로, 측정된 값은 200 kHz의 주파수에서 최대값을 가진다고 생각할 수 있다.

첨부사진 23은 동림금속(주) 작업장 내의 30 kHz 유도가열설비에서 전자파 환경을 측정하는 광경이고, 첨부사진 24는 200 kHz 유도가열설비에서 작업이 이루어지는 광경이다.



첨부사진 23. 30kHz 고주파 설비에서
EFA-300 측정기를 이용한 자기장 측정광경



첨부사진 24. 200 kHz 고주파 유도가열
설비의 작업광경

고주파 유도가열설비의 전자파 환경을 측정한 결과는 표 5-7에서 나타난 것처럼, 유도가열설비가 사용하는 주파수에서 많은 양의 전자파가 발생하는 것으로 나타났다.

8. 전기용접 설비의 전자파 환경 측정결과

측정대상 설비는 전기아크 용접기로 사용전압은 3상 220V 이며, 정격전력은 7.5KVA 이다. 측정 장소는 信昊機械 內 작업장으로 용접이나, 기타 작업이 이루어지는 장소이다. 전자파 환경의 측정방법은 전기용접을 수행하는 위치에서 일정거리(100 cm) 이격시킨 지점에서 측정기기를 고정시키고 측정하였다.

전자파 환경 측정은 저주파 전기장, 저주파 자기장, 고주파 전기장 그리고 고주파 자기장으로 나누어 측정하였으며, 사용된 측정기기는 EFA-300 과 EMR-300 측정기기이다. 또한 측정주파수 대역은 저주파에서는 5 Hz ~ 32 kHz에서 전기장과 자기장을 측정하였으며, 고주파에서는 100 kHz ~ 3 GHz에서 전기장을 측정하였고, 27 MHz ~ 1 GHz에서 자기장을 측정하였다. 측정시간은 6분으로 설정하였다.

측정결과에서 최대값은 측정시간 동안 측정된 실효치의 최대값이고, 평균값은 6분 측정된 값을 평균한 것이지만, 전기용접의 작업 특성상 작업이 연속적으로 이루어지지 않고, 작업자의 작업여부에 따라 전기용접 설비가 순간적으로 작동되므로, 정확한 평균값으로 이야기 할 수 없다. 또한 전기용접 설비를 이용한 작업은 아주 짧은 시간에 이루어지기 때문에 일정시간동안 측정한 수치로 계산하여 분석되는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 또는 Harmonic 분석은 할 수 없었다.

전자파 환경 측정결과서 및 세부사항은 본 연구보고서에 첨부된 부록에서 보여준다. [부록 1 - 전자파 환경 측정결과서 (8)]

전기용접 설비에 의해서 발생하는 전체적인 전자파 환경 측정결과를 표 4-8에 정리하였다.

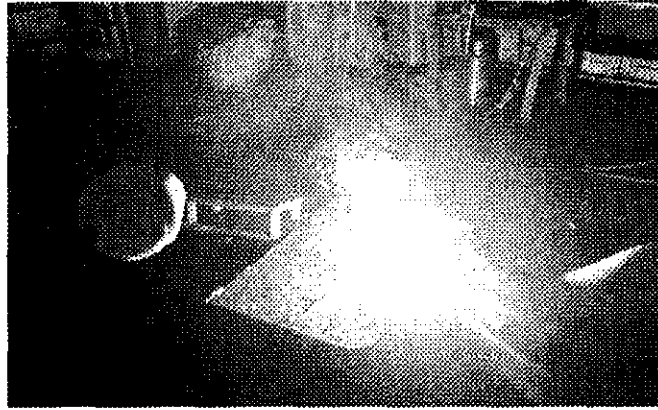
구 분	전기용접 설비		측정단위
	최대값	평균값	
저주파 전기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	10.731	4.8736	[V/m]
저주파 자기장 (5 Hz ~ 32 kHz)	5.3726	1.1401	[μ T] (Tesla)
고주파 전기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	0.21	0.147	[V/m]
고주파 자기장 (100 kHz ~ 3 GHz)	0.0102	0.007196	[A/m]

표 4-8. 전기용접 설비의 전자파 환경 측정 결과표

첨부사진 25와 26은 전기용접 작업이 이루어지는 장소에서 전자파 환경을 측정하는 광경이다.



첨부사진 25. 전기용접 설비에서 EFA-300 측정기를 이용한 자기장 측정광경



첨부사진 26. 전기용접 설비에서 EMR-300
측정기를 이용한 전자기장 측정광경

전기용접설비에 용접작업을 수행할 때 발생하는 전자파 환경을 측정한 결과는 표 4-8에서 나타난 것처럼, 전기용접설비의 공급전원이 되는 저주파영역(60 Hz)에서 높은 값을 나타내고 있다.

9. 전자파 환경 측정결과 및 사업장의 근로자 수

가. 사업장의 전자파 환경 측정결과 및 사업장의 근로자의 수

구 분		저주파 전기장	저주파 자기장	고주파 전기장	고주파 자기장	사업장 근로자 수
측정주파수 범위		5 Hz ~ 32 kHz	5 Hz ~ 32 kHz	100 kHz ~ 3 GHz	27 MHz ~ 1 GHz	근무시간 / 근로자 수 (근무형태)
측정 단위		[V/m]	[μ T]	[V/m]	[mA/m]	
인천제철 (전기로 60 t)	최대값	16.0	26.1	1.71	17.9	8시간 / 6명 (24시간 교대근무)
	평균값	5.73	15.4	0.19	9.0	
인천제철 (전기로 80 t)	최대값	9.40	43.0	0.95	11.9	8시간 / 6명 (24시간 교대근무)
	평균값	5.67	19.7	0.16	7.5	
남산 송신소 (MBC 제어실)	최대값	15.9	0.100	0.46	14.7	8시간 / 13명 (24시간 교대근무)
	평균값	4.64	0.074	0.14	10.4	
팔공산 송신소 (KBS 제어실)	최대값	11.8	0.275	0.80	18.9	8시간 / 5명 (24시간 교대근무)
	평균값	11.1	0.223	0.72	10.2	
단국대 변전실 (배전반 통로)	최대값	4.97	0.754	0.31	13.9	8시간 / 4명 (24시간 교대근무)
	평균값	4.86	0.716	0.26	0.95	
서인천 발전소 (발전기)	최대값	4.31	2.51	0.18	14.8	하루에 6회 순시 / 1명
	평균값	4.21	2.48	0.12	10.0	
서인천 발전소 (중앙 제어실)	최대값	5.52	0.114	0.20	11.3	8시간 / 5명 (교대) (주간근무 5명)
	평균값	5.39	0.042	0.16	8.0	
동서울 전력소 (345 차단기)	최대값	7200	10.4	4.19	37.0	하루에 6회 순시 / 1명
	평균값	7180	10.3	3.44	35.0	
동서울 전력소 (중앙 제어실)	최대값	14.8	0.452	0.22	12.0	8시간 / 4명 (24시간 교대근무)
	평균값	14.4	0.446	0.14	8.7	
신인천 전력소 (GIS 조작반)	최대값	593	39.4	0.64	13.9	하루에 6회 순시 / 1명
	평균값	591	38.4	0.60	8.9	
신인천 전력소 (제어실)	최대값	15.8	1.27	0.62	11.3	8시간 / 3명 (24시간 교대근무)
	평균값	15.6	1.23	0.57	8.8	
동림금속주 (고주파 가열)	최대값	측정 불가	1.46	측정 불가	측정 불가	8시간 / 설비 당 1명 (주간근무)
	평균값		0.642			
동림금속주 (고주파 가열)	최대값	측정 불가	측정 불가	141.3	측정 불가	8시간 / 설비 당 1명 (주간근무)
	평균값			37.82		
신호기계 (전기용접)	최대값	10.7	5.37	0.21	10.2	전기용접 작업자
	평균값	4.87	1.14	0.15	7.2	

표 4-9. 사업장의 전자파 환경 측정결과 및 사업장의 근로자 수

나. 산업현장의 전자파 환경 측정 결과 그래프

산업현장의 전자파 환경 측정 결과표(표 4-9)를 전자파의 측정대역으로 나누어 그래프로 나타낸 것이다. 여기서 나타난 측정 장소는 약어로 표 4-10은 실제의 측정 장소를 나타내고 있다.

약 어	실제 측정 장소	약 어	실제 측정 장소
전기로 1	인천제철 60 ton 전기로 제어실	전력소 1-1	동서울 전력소 차단기 앞
전기로 2	인천제철 80 ton 전기로 제어실	전력소 1-2	동서울 전력소 중앙제어실
송신소 1	남산 송신소 제어실 (문화방송)	전력소 2-1	신인천 전력소 차단기 앞
송신소 2	팔공산 송신소 제어실 (한국방송)	전력소 2-2	신인천 전력소 중앙제어실
변전실	단국대학교 변전실	고주파 1	고주파유도가열 설비 (30 kHz)
발전소 1	서인천 발전소 발전기	고주파 2	고주파 유도가열 설비(200 kHz)
발전소 2	서인천 발전소 중앙제어실	전기용접	신호기계 내 전기용접 설비

표 4-10. 산업현장의 전자파 환경 측정결과표

(1) 산업현장의 전자파 환경 측정결과 그래프 (저주파 전기장)

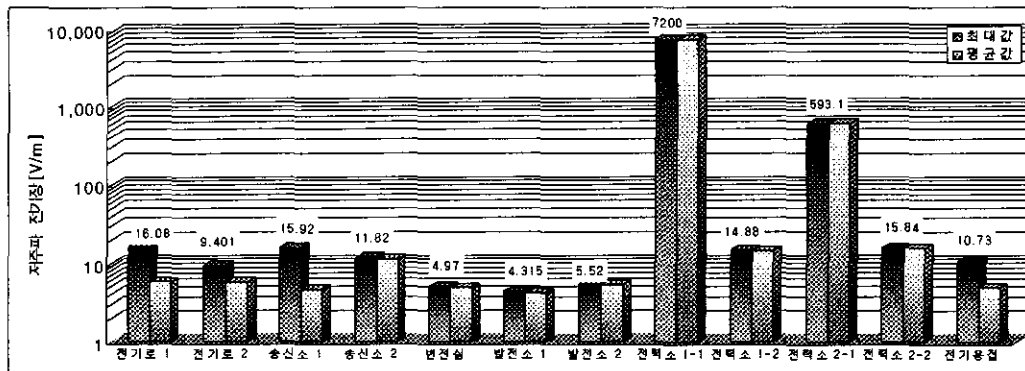


그림 4-23. 산업현장의 전자파 환경 측정결과 그래프 (저주파 전기장)

그림 4-23에서 최대값을 나타내는 장소는 전력소 1-1(동서울 전력소)으로 345 kV 선로의 차단기 앞에서 측정된 것으로, 작업자들이 장비의 점

검 및 순시하는 장소이다. 최대값의 주파수는 60 Hz이다.

(2) 산업현장의 전자파 환경 측정결과 그래프 (저주파 자기장)

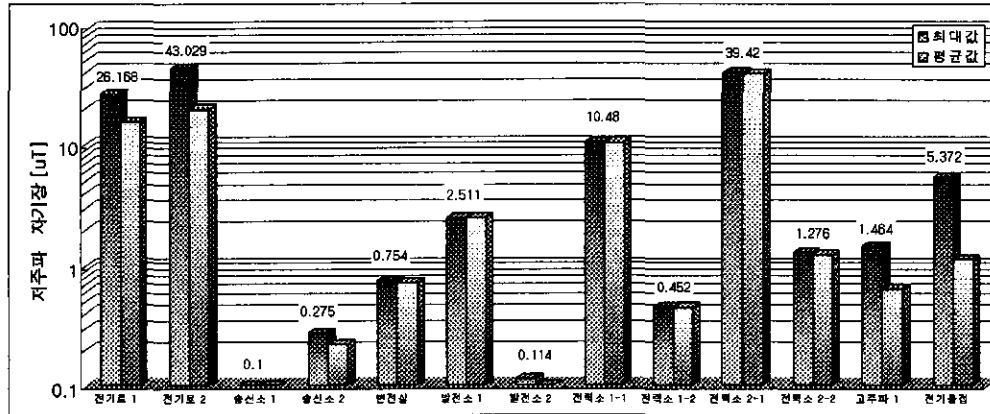


그림 4-24. 산업현장의 전자파 환경 측정결과 그래프 (저주파 자기장)

그림 4-24에서 큰 값을 나타내는 장소는 인천제철 제강공장의 전기로 제어실과 동서울 전력소 그리고 신인천 전력소의 차단기 앞의 장소이고, 최대값의 주파수는 60 Hz이다. 고주파 1(고주파 유도가열설비)의 측정결과에서 최대값의 주파는 30 kHz이다.

(3) 산업현장의 전자파 환경 측정결과 그래프 (고주파 전기장)

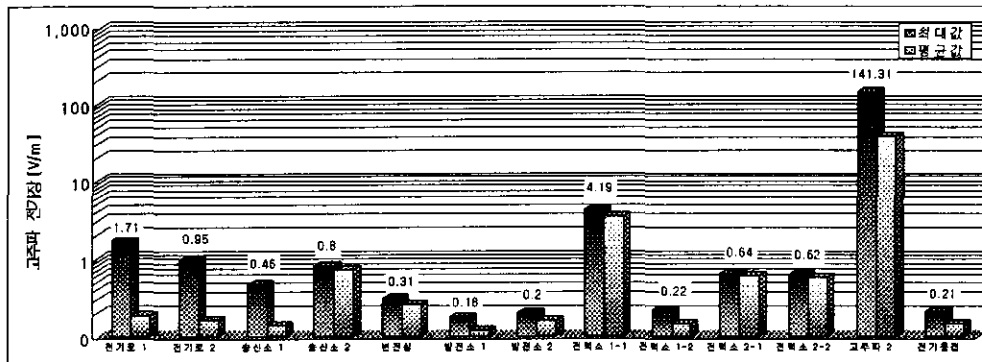


그림 4-25. 산업현장의 전자파 환경 측정결과 그래프 (고주파 전기장)

그림 4-25에서 최대값을 나타내는 장소는 고주파 2(고주파 유도가열 설비)로 최대값이 나타내는 주파수는 고주파 유도가열 설비에 사용되는 주파수로 200 kHz 이다.

(4) 산업현장의 전자파 환경 측정결과 그래프 (고주파 자기장)

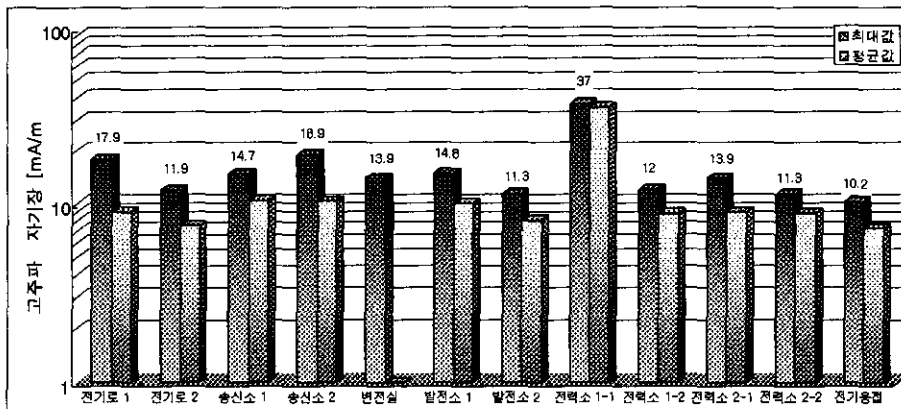


그림 4-26. 산업현장의 전자파 환경 측정결과 그래프
(고주파 자기장)

10. 결론 및 고찰

본 연구과제에서의 전자파 환경 측정방법은 사업장의 산업설비에서 발생되는 전자파에 의한 근로자의 전자파 노출량을 측정하는 것으로, 정보통신부 고시 “전자파강도측정기준” [부록 4]에 적합하도록 측정하였다. 전체 사업장의 전자파 환경측정결과는 정보통신부 고시 “전자파인체보호기준” [부록 3]의 별표 2에 표시된 “직업인에 대한 전자파강도기준”을 초과하지 않는다.

그러나 본 연구과제의 전자파 환경 측정결과에서는 사업장의 산업설비들

이 발생시키는 전자파의 정확한 주파수를 알 수 없는 아쉬움이 있다. 이것은 정보통신부 고시 “전자파환경측정기준”을 비롯한 대부분의 국제적인 규정에서 정하는 전자파 환경 측정방법으로는 불가능하며, 다른 방법을 이용하여 사업장의 산업설비들에 의해 발생하는 전자파의 주파수를 측정하여야 한다.

전자파의 주파수를 측정하는 방법은 그림 4-27과 같이, 주파수분석기(Spectrum Analyzer)와 측정대역별 표준안테나(Sensor)를 이용하는 방법이다.

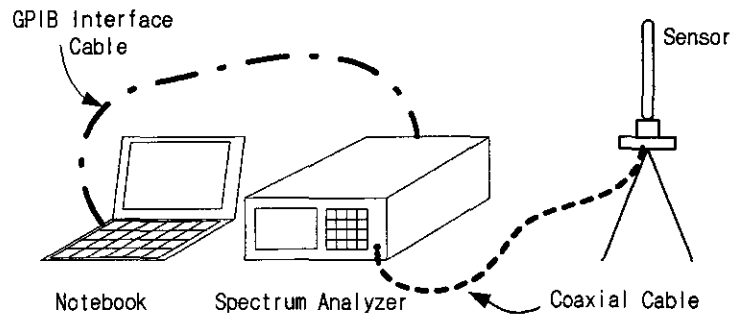


그림 4-27. 전자파의 주파수측정을 위한 장비 구성도

그림 4-27의 구성은 주파수분석기(Spectrum Analyzer)와 측정대역별 표준안테나(Sensor), 그리고 수집된 자료를 분석할 수 있는 컴퓨터(Notebook)로 구성되어 있다. 이렇게 구성된 시스템은 표준안테나(Sensor)를 통하여 전자파의 환경을 측정하고, 측정된 결과는 주파수 분석기(Spectrum Analyzer)로 측정대역 내에서 주파수를 표시하게 된다. 또한 컴퓨터는 주파수 분석기(Spectrum Analyzer)의 자료를 저장 및 분석할 수 있다. 그림 4-27과 같이 주파수분석기(Spectrum Analyzer)와 표준안테나(Sensor)로 측정하는 방법은 정확한 전자파의 양을 측정하는 방법으로는 적합하지 않으며, 측정대상 장소에서 발생하는 전자파의 주파수

를 분석하는데 적합하다.

본 연구과제의 전자파 환경 측정결과는 앞으로 직업적 전자파 노출에 의한 근로자 및 인체영향에 관한 기초 자료로 제공하고, 사업장의 전자파 노출실태를 제공하고자 한다. 또한 향후 산업설비에서 발생하는 전자파 환경을 정확히 측정하기 위해서는 정보통신부 고시 “전자파환경측정기준”에 의한 측정과 더불어, 그림 4-27와 같이 주파수분석기(Spectrum Analyzer)와 표준안테나(Sensor) 시스템을 구축하여, 산업설비에서 발생하는 전자파의 개략적인 주파수의 경향을 분석하여야 근로자 및 인체영향에 관한 정확한 자료로 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

향후 본 연구를 기초로 폭 넓은 전자파 환경의 실태조사가 필요하며, 본 연구에서 기초로 산업현장에 전자파를 발생시키는 설비는 대용량의 전기를 사용하는 전기로, 고주파 유도가열설비(유도 가열로, 유도가열 장치), 전기 오븐, 사출 성형기, 전기용접 설비, 산업용 전기히터 등이 있다. 또한 전자파를 발생하는 전기설비로는 전력변환 장치로 사용되는 발전설비, 변전설비 등이 있다. 그리고 방송국 송신소, 이동통신 기지국 등은 유무선 통신설비에 의해 전자파가 발생하는 것으로 알려지고 있다.

V. 직업적 전자파 노출의 건강영향에 관한 고찰

본 연구는 직업적으로 전자파에 노출되는 근로자들을 대상으로 한국내의 역학적 연구의 검색, 분석 요약함으로써, 직업적 안전노출기준 마련을 위한 기초자료를 제공하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

1. 고찰대상 및 자료 수집방법

먼저 WHO-EMF database (<http://www-nt.who.int/peh-emf/database.htm>)에서 epidemiology 라는 key word를 사용해서 검색하고, medline에서는 영문으로 되어있는 논문과 인간대상으로 한 논문에 제한을 두고 occupational, EMF, epidemiology라는 keyword를 사용해서 연구 논문을 검색하였다.

2. 고찰대상 논문 검색과정

가. WHO 에는 WHO와 IEEE각각의 두가지 data base에서 각각 86개와 185개의 논문이 검색되었고, medline 에서는 191개의 논문이 검색되었다. 이중에서 3가지 검색에 공통으로 실린 것은 파악한 후, review article과 letter형식등으로 발표된 것이나, 현재 진행중인 것은 제외되고 peer-reviewed article(학술잡지에 발표된 논문)만을 선정하였다. 학술지 이외에 발표된 논문은 또한 선정에서 제외되었다.

나. 먼저 검색된 논문들의 abstract를 review하여 다음과 같은 선정기준에 맞지 않는 것들은 제외하고 나머지 논문들을 가지고 고찰 대상 논문으로 삼았다. 최종 고찰대상 논문은 총 10편이었다.

(1) 노출원이 직업적인 노출이며 노출에 대한 정량적 측정값이 제시된 경우 - 노출원이 환경적 및 생활적인 경우나 이에 대한 정보가 없는 경우 또는 노출량이 단순한 이분 변수 (노출/비노출)인 경우는 제외 시킴.

(2) 직업적인 노출이므로 노출대상을 근로자들에게 한정시켰음.

(3) 역학연구의 형태를 분명히 띄는 것으로 자원자 연구, 동물실험 연구, 노출평가가 주목적인 연구, review나 meta 분석 논문 제외

(4) 결과 변수가 직접적인 근로자의 건강영향의 범주로 확실히 나타나는 경우로 한정하였음. - 건강영향이 불분명한 경우나 다음세대에 나타나는 건강영향이 나타나는 경우는 제외시킴.

(5) 선정된 논문 중에서는 몇몇 연구결과는 같은 범주의 건강영향으로 나타내는 것과 같은 결과값으로 통합할 수 있는 것은 양적인 메타 분석을 통해서 여러 논문에서 제시한 결과에 대한 양적인 통합을 통해 결과를 확장 해석을 시도하였다.

3. 대상 논문의 고찰

가. 백혈병(leukemia) 과 전자파의 노출

(1) 검색된 논문에서 전자파에 의한 건강영향 연구 중에 가장 많이 알려지고 또한 진행되어온 것이 바로 백혈병이다. 하지만 많은 연구

결과가 나왔음에도 불구하고, 아직 까지도 전자파와 백혈병의 상호 관련성은 정설로 자리잡힌 것은 없다. 특히 양, 반응 관계에 있어 명확히 노출량에 따라 건강영향 결과가 달라진다고 할만한 아주 명확한 연구결과는 보고되지 않고 있다. 하지만 비교적 높은 농도의 전자파의 노출에 있어서는 위험도가 현저하게 증가하지 않다 하더라도 미약하나마 통계학적 유의성이 있는 것으로 보고하고 있다.

(2) C.E. Minder et al 등이 Swiss의 철도 노동자들에 대한 EL EMF에 대한 연구[4]에서 고용량의 초극저주파에 노출되는 직업군 (line engineer : 25.9 μ T)과 상대적으로 중등도와 저용량의 초극저주파에 노출되는 직업군 (Station master : 1 μ T)에 노출되어 있는 군에서 백혈병 사망률을 비교하였는데, line engineer에서 백혈병에 대한 사망률의 상대위험도가 2.4 (95% 신뢰구간 1.0,6.1)로 의미있는 결과가 나타났다. 또한 이들의 누적 노출량을 감안하면 1 μ T-year 당 0.9%의 백혈병 사망률의 유의한 증가를 나타내는 것으로 보고하였다.

(3) 또 다른 Cohort연구[5]에서는 백혈병의 경우에는 electrician과 같은 '고농도의 전자기파에 노출되는 근로자를 제외하면, 전자파 노출과 백혈병과의 관련이 없는 것으로 보여진다.

(4) 다음 표는 그 외 서로 다른 각 논문에서 제시된 평균 노출된 EMF의 양과 그에 따른 상대위험도(Odds Ratio)값을 나타낸 것이다.

μT (micro Tesla)	Case	control	OR	95%신뢰구간
Villeneuve P et al(2000) [6]				
0.3>	410	420	1	
0.3-0.6	133	123	1.12	0.83-1.51
0.6<	42	29	1.33	0.75-2.36
Rodval Y et al [7]				
0.2>	9	22	1	
0.2-0.4	40	87	1.1	0.4-2.7
0.4<	35	46	1.9	0.8-5.0
Feychting et al [8]				
0.12>	59	314	1	
0.13-0.19	79	346	1.2	0.8-1.7
0.2<	43	181	1.2	0.8-1.9

위에서 제시한 세 가지 논문은 각각에 있어 제시된 OR값 만을 보면, 0.3 μT 이상에서 OR값이 증가하는 것처럼 보이나 각각의 95% 신뢰구간이 모두 1이하의 값을 포함하고 있으므로 통계적으로 유의하지는 않다.

(5) 본 연구진은 위에서 세 가지 논문의 결과 값을 통계학적으로 통합하기 위해 0.2 μT 을 기준으로 하여 노출군과 비노출군으로 나누었으며 첫 번째 논문 의 범주는 0.3 μT 보다 작은 측정값이 제시가 안 되어 있어, 0.3 μT 보다 작은 범위에 들어가는 것을 비노출군으로 간주하여 Meta Korea (<http://www.metakorea.or.kr>)라는 메타분석 프로그램 그 결과를 통합하였다.

- Fixed effect model:

메타분석방법	표본수	통합위험도	분산	95% 신뢰구간	동질성검정 (Q)
비율차이	2418	0.0315	0.0005	(-0.0102, 0.0731)	0.4591
비차비 Mantel-Haenszel 방법	2418	1.1795	0.011	(0.9603, 1.4487)	1.3108
비차비 Peto 방법	2418	1.1791	0.0111	(0.9591, 1.4495)	0.1547

- 각 방법에서 모두 0.2 μ T이상일 경우에 유효크기가 1.17로 유의하게 약간 증가됨을 볼 수 있다. 그러나 또한 이 결과에서도 보듯이 통합한 OR 값이 1.17정도로 약간 증가하는 것을 볼 수 있으나 역시 95% 신뢰구간에 1보다 작은 값이 포함되어 있어 통계학적 유의성은 없다.

그러나 이와 같은 양적 통합을 통한 분석은 논문의 편수가 적어도 10개 이상이 있어야 통계적 검정력이 증가되는데 그 분석된 논문의 개수가 너무 적고 또한 Feychting et al이 제시한 결과값이 한 쪽에 치우친 경향이 있어, 제한점을 가지고 있다. 또한 대부분 학술잡지에 발표되는 논문의 경우 결과가 양성(positive)인 것인 음성(negative)에 비하여 더 많다는 소위 “출판 비뚤림(publication bias)” 또한 고려하여야 할 것이다.

나. 뇌종양(Brain tumor)과 전자파

(1) Villeneuve 등의 연구에서는 0.47 μ T이상에서 상대위험도 2.31을 보고하고 있으나 95% 신뢰구간 범위가 (0.28, 8.12)로서 통계학적으로 유의한 결과는 아니다. 반면에 Feychting 등의 연구에서는 0.2 μ T이상에서 상대위험도는 1.5로 통계적으로 유의한 결과를 보이고 있다.

μ T (micro Tesla)	case	control	RR or OR	95% 신뢰구간
Feychting et al [9]				
0.12>	74	314	1	
0.13-0.19	346	97	1.2	0.9-1.7
0.2<	181	62	1.5	1.0-2.2
Villeneuve et al (2002) [10]				
0.22>	11	72	1	
0.22-0.47	13	62	1.1	0.28-4.28
0.47<	26	65	2.31	0.66-8.12

(2) 본 연구진에서는 이러한 연구결과를 통합하기 위해서 위에서 언급한 두 연구결과에 대해 계량적 메타 분석을 하였는데 그 결과는 다음과 같다

- 두가지 논문을 이용하였으며 각각의 논문에서 첫 번째는 0.2 μ T보다 작은 값을 비노출군으로 하여 계산하였으며, 두 번째 논문은 0.22 μ T보다 작은 값을 비노출군으로 하여 계산하였다.
- 동질성 검정에서 모두 0.05이상의 유의한 값을 나타내므로 위의 두 논문은 모두 동질성을 띄고 있으므로 Fixed effect model을 그대로 사용하였다. 그 결과는 다음 표와 같다.

메타분석방법	표본수	통합위험도	분산	95% 신뢰구간	동질성검정(Q)
비율차이	1323	0.1977	0.0008	(0.1439, 0.2515)	5.2936
비차비 Mantel-Haenszel 방법	1323	2.7022	0.0222	(2.0179, 3.6188)	27.5444
비차비 Peto 방법	1323	2.5009	0.0181	(1.9212, 3.2554)	0.8398

- 각 방법에서 모두 0.2micro T이상일 경우에 유효크기가 2.70, 2.50으로 유의하게 증가됨을 볼 수 있다. 또한 그에 대한 95% 신뢰구간 역시 1이상에서 설정되고 있기 때문에 그 값은 매우 의미있게 보인다.

그러나 이와 같은 양적 통합을 통한 분석은 그대로 해석하기에 중요한 제한점을 가지고 있다고 할 수 있다. 양적통합의 대상논문의 수가 단 2편에 지나지 않고, 특히 그 중하나인 Feychting 등의 논문은 매우 적은 노출농도에 치우쳐져 있다는 점으로 인하여, 이것이 통합 상대위험도에 미치는 영향이 지나치게 크다는 점이다. 또한 메타분석의 일반적인 제한점인 출판비돌림 역시 피할 수 없는 한계로 고려되어야 한다.

(3) 최근에 완결된 코호트 연구[11]의 Case-Cohort 분석에서 직업군의 재분류를 통해 정제된 Job-Exposure matrix를 이용하여 결과를 분석한 결과 백혈병에서는 유의한 상관관계가 없다고 보고되고 있고 다만 뇌종양만이 현재의 직업적 노출군이 아니라 과거 2 ~10년 전에 가장 많은 양의 전자기파에 노출된 군(1.14~2.23 uT-years, RR=2.5, 95%신뢰구간 1.0, 6.3) 과 평균적인 노출군(0.64~1.14 uT-years, RR=1.8 95%신뢰구간 0.7,4.7)로 보고되었다

(4) 반면, 스위스의 철도 근로자를 대상으로 한 cohort study를 한 연구[12]에서는 백혈병의 경우에는 양-반응 관계를 나타내고 있다고는 하나 뇌종양에서는 유의한 결과를 나타내고 있다고 보기 어렵다고 주장하고 있다.

다. 유방암과 전자파

(1) 유방암의 경우는 세계에서 많은 유병율을 차지하는 암중에 하나로서 그 발생원인 중 하나로서 전자파 노출과의 상관관계를 살펴보는 연구가 이루어지고 있는데, 미국에서 시행된 연구[13]에서는 20년 이상 고농도의 전자파에 노출된 직업군에서만 유의한 유방암의 발생이 관찰되었으며 (OR=1.5, 95% 신뢰구간 1.1, 2.0), 특히 과거 10 ~ 20년 전 전자파 노출과 폐경전 여성의 estrogen-receptor 양성인 유방암 환자와 전자파 노출 사이에 강력한 연관관계를 나타내고 있다. 그러나 이 논문에서는 전자파 노출과 유방암 발생간의 양 반응 관계는 없었다.

(2) 노르웨이에서 시행한 잠재적으로 전자파에 대한 노출 가능성이 있는 작업장 근로자를 대상으로 한 cohort study 연구[14]결과에서는 추적기간 동안 관찰된 누적 노출량이 가장 많은 직업군(누적 전자파 노출 시간이 2000시간 이상, 또는 3.0 uT-year 이상)과 가장 적은 직업군(누적 노출시간 899시간 미만, 또는 0.1 uT-year ~ 0.8 uT-year 미만)을 비교한 결과 첫 번째 접근, 즉 전문가에 의한 분류에 의해서 0.1 uT이상의 전자기장 환경에 노출되었을 작업장에 주당 근무하는 누적시간을 노출량으로 설정(노출량을 노출시간으로 제시)하여 비교한 결과 위험도가 유의하게 증가하는 것을 보고하였으며

(RR=1.14, 95%신뢰구간 1.10, 1.19) 또한 각각의 다른 여성 센서스에 등록된 직업군에서 측정된 전자기파를 이용하여 누적노출량을 설정한 (노출량을 $\mu\text{T-year}$ 로 제시) 두 번째 접근 방법에서도 그 결과는 여전히 유의하게 나타났다(RR=1.08, 95%신뢰구간 1.01-1.16).

라. 신경계 질환과 전자파

(1) 최근에는 신경정신학적 문제에 대한 영향에 대한 연구 논문이 발표되고 있다. 특히 우울증과 관련된 자살 충동에 관한 연구[15]가 있는데 이 논문은 자살로 사망한 사람들 대상으로 환자-대조군 연구를 하였는데 특히 electrician과 lineman과 같은 경우에는 상대위험도 (OR) 가 유의하게 증가한 반면에 Power plant operator같은 경우에는 오히려 약간 감소하는 경향을 보였다. 가장 높은 농도의 전자파에 노출되는 직업군에서 자살충동의 양 반응 관계가 매우 강하게 나타났으며 특히 50세 미만에서는 이러한 경향이 현저하였다. 이 연구에서는 뇌에서의 melatonin분비와 우울증에 관한 역학적 평가가 이루어질 필요성을 제시하였다.

(2) 최근 스칸디나비아 저널에 Feychting 등이 발표한 논문[16]에 의하면 환자 대조군 연구에서 일생에 있어서 처음직업 보다는 마지막 직업에 있어서 노출량이 $0.2 \mu\text{T}$ 이상인 경우에 있어서 치매의 상대위험도가 비교군보다 유의하게 큰 것으로 보고하고 있으며 특히 알츠하이머병(Alzheimer's disease) 경우에 강한 관련성을 보고하고 있다. 젊은 나이에 발병하는 경우는 상대위험도가 더 커지는 경향을 보였다.

마. 임신결과(pregnancy outcome)와 전자파

이스라엘에서 저주파 치료 과정에서 전자파 노출이 될 수 있는 물리 치료사들을 대상으로 한 연구[17]에서 자연유산이나 선천기형 등 출산 등의 부정적 임신결과를 조사하였다. 환자-대조군 연구 결과, 저주파에 노출된 시간이 길수록 선천성기형과 저체중아 출산의 상대위험도가 증가하였다. 특히 다른 교란변수들을 보정한 이후에도 저체중아 출산에 대한 상대위험도는 통계학적으로 유의하였다.

바. 非호드킨性 림프종과 전자파

전자회사 노동자를 대상으로 전자파와 비호드킨성 림프종에 관한 연구[18]에서, 10 V/m와 40 V/m의 고주파 노출에서 상대위험도가 유의하게 상승하였고 이는 통계적으로도 유의하였다(OR=3.05, 95% 신뢰구간 1.07, 8.80 그리고 OR=3.57, 95% 신뢰구간 1.30, 9.80).

4. 결론 및 요약

전자파의 영향으로 인한 건강영향에 대한 연구는 매우 많은 연구가 진행되어지고 있으나 실제로 전자파의 노출량에 대한 측정에 관한 연구는 비교적 최근에서야 수행되어지고 있다. 이러한 전자파 노출량에 관한 정보는 직접적으로 노출이 예상되는 근로자들을 대상으로 직접 측정하거나, 이러한 연구 결과들을 바탕으로 작성한 Job-Exposure Matrix를 설정하여 그 노출정도를 추정하는 방법으로 얻고 있다 할 수 있다.

전자파의 노출에 관한 건강영향은 다양한 형태로 나타낼 수 있다는

가정을 하고 있다. 가장 잘 알려진 백혈병, 뇌종양, 림프종, 유방암과 같은 악성 종양성 질환에서부터 최근에는 우울증이나 치매와 같은 정신 신경학적 변화에 대한 연구도 수행되었다. 그 외에도 임신의 부정적 결과(저체중아, 선천성 기형, 사산 등)에 대한 연구들도 있다. 이 중에서, 과도한 전자파 노출이 되고 있는 직업군, 특히 Electrician 과 Line man 등과 같은 직업군에서는 전자파 노출과 여러 가지 건강영향과 유의한 관련성이 있을 수 있으나 다른 경우에는 그 결과가 일관되지 않다.

이들 연구들이 전자파 노출과 건강영향에 관한 양-반응 관계를 포함한 연관성을 증명하기에는 여러 가지 제한점을 지니고 있다. 먼저 정확한 노출평가(전자파 노출량)가 이루어진 연구의 수가 충분하지 않으며, 양의 양-반응 관계를 제시하는 논문도 거의 없다. 여러 가지 건강영향과 양의 양-반응 관계를 제시한 논문들에서도 논문마다 그 결과가 상이하였다.

양-반응 관계를 포함하여 전자파 노출과 건강영향과의 관련성을 밝히기 위해서는 코호트 연구 등의 연구형태 및 정확한 노출평가(누적노출량에 대한 측정 등)가 필요하다. 현재 몇몇 코호트 연구결과가 발표되어있긴 하나 아직 그러한 결과를 통합하여 종합적인 결과를 얻기는 아직 이른다.

마지막으로 이들 연구논문들은 모두 국외에서 수행된 논문을 대상으로 하였기 때문에, 우리나라의 작업장 여건 및 근로자들의 작업 환경 등을 고려한 건강영향에 대한 역학적 연구가 무엇보다도 절실히 필요하다 하겠다.

Ⅵ. 사업장 근로자에 대한 노출 기준 및 관리 실태

1. 국제기구의 역할, 노출기준 및 관리 지침

가. 세계보건기구(WHO)

WHO에서는 일반인과 근로자의 전자기장 노출에 대한 건강 위험성 평가를 수행하며, 정기적으로 Fact Sheet를 발간하고, 건강 위험성에 대한 WHO의 결론을 환경건강평가서(EHC : Environmental Health Criteria)의 형태로 발간한다. WHO에서는 현재 논란이 되고 있는 ELF 및 RF 대역(0 - 300 GHz)의 비열적 영향(약한 전자기장에 대한 장기 노출의 영향)에 대한 결론을 도출하기 위해 1996년 국제 EMF 프로젝트를 조직하였으며, 우리나라도 여기에 참여하고 있다.

국제 EMF 프로젝트에서는 2005년을 목표로 우선적으로 수행되어야 할 연구 주제 및 내용, 그리고 국제적으로 인정받을 수 있는 연구 방법 등을 각 회원국에 권고하고, 그 연구결과를 토대로 약한 전자기장의 장기 노출에 대한 건강 위험성 평가를 내릴 계획이다. 국제 EMF 프로젝트는 국제 비전리복사방호위원회(ICNIRP), 국제암연구소(IARC) 등 8개의 국제기구, 40여 개의 국가, 그리고 영국 국립복사방호국(NRPB), 스웨덴 카롤린스카 연구소(Karolinska Institute) 등 8 개의 관련연구소와의 협력 하에 추진되고 있다.

WHO에서는 2003년에 정전자기장 및 ELF, 2005년에 RF에 대한 환경건강평가서를 발간하고, 이를 ICNIRP의 전자기장 노출에 대한 인체보호기준에 반영할 계획이다. 또한 2001년부터 각국의 서로 다른 인체보호기준의 국제적 조화(international harmonization)를 위해 많은 노력을 기울여

왔으며, 이와 관련하여 동유럽 지역, 아시아 및 오세아니아 지역, 아프리카 지역, 중남미 지역 등에서의 지역회의를 개최한 바 있다.

나. 국제비전리복사방호위원회(ICNIRP)

ICNIRP는 WHO의 협조기관으로서 비전리복사의 물리적 특성 및 노출에 의한 인체영향 분석, 적절한 용어, 물리량, 측정 방법과 측정 단위에 대한 권고, 인체보호기준에 대한 권고안 제정, 일반인, 직업인(근로자), 환자, 환경에 대한 방호지침 제공(ILO 및 WHO와 공동으로 발표), 전자기장의 인체영향에 대한 정보의 종합 및 연구 조정 등을 수행하고 있다.

1974년 국제복사방호협회(IRPA : International Radiation Protection Association)는 비전리복사(NIR : Non-Ionizing Radiation)에 대한 작업반을 구성하여 비전리복사에 대한 노출로부터의 인체 보호에 대한 문제점을 조사하였으며, 1977년 파리 총회에서 국제비전리복사위원회(INIRC : International Non-Ionizing Radiation Committee)를 설립하였다. 1992년 몬트리올에서 개최된 제 8 차 총회에서 IRPA와 독립적인 기구로서 ICNIRP가 설립되었다.

ICNIRP에서는 그 이후의 연구를 통해, 1998년 0 - 300 GHz 대역에 대한 인체보호기준 권고안, “300 GHz 까지의 시변 전기장, 자기장, 전자기장 노출을 제한하기 위한 지침”,을 발표하였으며, 우리 나라를 비롯한 상당수의 국가들이 ICNIRP 기준을 국가 기준으로 채택하였다. 직업인에 대한 ICNIRP 기준은 표 6-1, 6-2, 6-3, 6-4와 같다.

주파수 범위	전기장강도 (V/m)	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μ T)	전력밀도 (W/m ²)
1Hz 이하	-	1.63×10^5	2×10^5	
1Hz 이상 ~ 8Hz 미만	20,000	$1.63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	
8Hz 이상 ~ 25Hz 미만	20,000	$2 \times 10^4 / f$	$2.5 \times 10^4 / f$	
0.025kHz 이상 ~ 0.82kHz 미만	500/f	20/f	25/f	
0.82kHz 이상 ~ 65kHz 미만	610	24.4	30.7	
0.065MHz 이상 ~ 1MHz 미만	610	1.6/f	2.0/f	
1MHz 이상 ~ 10MHz 미만	610/f	1.6/f	2.0/f	
10MHz 이상 ~ 400MHz 미만	61	0.16	0.2	10
400MHz 이상 ~ 2,000MHz 미만	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$0.01f^{1/2}$	f/40
2GHz 이상 ~ 300GHz 미만	137	0.36	0.45	50

*평균시간 : 100 kHz ~ 10 GHz (6분), 10 GHz 이상($68/f^{1.05}$, f[GHz])

표 6-1. 직업인에 대한 ICNIRP 기준

주파수 범위	구분	SAR (W/kg)	조직 평균 질량
100 kHz - 10 GHz	공간침투값 (머리, 몸통)	10	10 g
	공간침투값 (손, 손목, 발, 발목)	20	10 g

* 평균시간 : 6분

표 6-2. ICNIRP의 직업인에 대한 국부노출기준

주파수 범위	전류 (mA)
0 Hz - 2.5 kHz	1.0
2.5 kHz - 100 kHz	0.4f
100 kHz - 110 MHz	40

표 6-3. ICNIRP의 접촉전류 기준

주파수 범위	전류 (mA)
10 MHz - 110 MHz	100

표 6-4. ICNIRP의 유도전류 기준

다. 국제노동기구(ILO)

국제노동기구에서는 1999년 1월 27일부터 2월 2일까지 제네바에서 개최된 전문가회의(정부대표 5인, 사업주 대표 5인, 근로자 대표 5인, 총 15인으로 구성)에서 작업장에서의 환경요인에 대한 시행규칙(code of practice)을 작성하고, 동년 3월 ILO의 제 274 차 회의에서 이 시행규칙의 발간을 승인하였다. [Ambient factors in the workplace, ILO, 1999]

이 시행규칙은 기술발전에 대응하여 이전의 "작업환경에서의 소음 및 진동으로부터의 근로자 보호에 관한 시행규칙(제네바, 1984)" 및 "건강에 유해한 대기 중 물질에 대한 직업적 노출에 관한 시행규칙(제네바, 1980)"을 개정할 목적으로 제정되었다. 또한 작업 환경에서의 모든 형태의 대기 오염 물질 및 기타 환경요인들에 대한 기존 문서를 통합, 정리하고 다른 국제표준들을 포함한 "작업장 환경(대기오염, 소음 및 진동) 규약(No.148, 1977)" 및 "권고안(No.156, 1977)"의 규정들에 대한 실제적인 적용에 기여할 목적도 가지고 있다.

이 시행규칙은 정부 당국자의 의무, 사업주의 책임, 근로자의 의무 및 권리 등에 대한 일반사항과 위험성 평가, 방지 및 관리, 작업장 환경 조사, 근로자 건강검진, 교육 및 정보 등에 대한 일반사항을 포함하여, 대기 중 유해 화학물질, 전리복사, 전자기장(비전리복사), 자외선, 적외선 및 가시광선(레이저 등과 같은 특수한 경우), 전자기장, 소음, 진동, 고온 및 저온에 대한 평가, 방지 및 관리, 건강검진, 교육 및 정보, 그리고 노출기준 등에 대한 내용을 담고 있다. 작업장의 전자기장 노출과 관련된 내용을 정리하면 다음과 같다.

<작업장의 전자기장 노출에 대한 ILO의 시행규칙>

(주) 아래 시행 규칙의 번호는 실제 조항 번호를 나타냄.

(6.1) 적용 범위

(6.1.1) 이 규정은 정전자기장(0 Hz), ELF 전자기장(300 Hz 까지) 및 RF 전자기장(300 Hz - 300 GHz)를 포함하는 전기장 및 자기장에 노출되는 근로자에 적용된다.

(6.1.2) 이 규정의 조항 적용 시, 다음의 ILO 지침을 고려하여야 한다 : No. 69 on Protection of workers from power frequency electric and magnetic fields(Geneva, 1994); No. 70 on Visual display units: Radiation protection guidance(Geneva, 1994); and No. 71 on Safety in the use of radiofrequency dielectric heaters and sealers(Geneva, 1994).

(6.2) 평가

(6.2.1) 근로자에 대한 전기장 및 자기장의 영향을 방지하기 위해 사업주는 다음 사항을 준수하여야 한다.

(a) 국가 또는 국제적인 공인기준 근처의 노출량을 발생시킬 수 있는 전

자기장 발생원, 장비 및 행위를 인지할 것.

(b) 다른 유사한 작업장이나 장비에 비해 강한 경우, 전기장 또는 자기장에 노출될 가능성이 있는 경우 직업건강 기관 또는 소관 관청으로부터 근로자의 노출에 대한 정보를 얻을 것.

(c) 새로운 장비 구입 시 장비 공급자로부터 발생하는 전자기장 및 주의 사항에 대한 조언을 구하고, 이 정보를 고려하여 장비를 구입할 것.

(d) 장비에 대한 정보가 불충분하거나 의심이 될 때 기술전문가로부터 현재 국가 및 국제적으로 알려진 절차에 따라 측정을 수행할 것.

(6.2.2) 사업주는 아래 방법에 의해 위해성 또는 위험성을 평가해야 한다.

(a) 국가 노출제한치 또는 국가표준이 없는 경우는 국제적으로 공인된 표준(부록 6절 참조)을 참조할 것.

(b) 기술전문가가 현재 국가 및 국제적으로 알려진 절차에 따라 측정을 수행한 실제 노출레벨을 노출제한치와 비교할 것.

(6.2.3) 사업주는 아래의 경우 평가를 수행하여야 한다.

(a) 권고된 노출제한치를 초과하는 전기장 또는 자기장을 발생시킬 가능성이 있는 모든 새로운 시설물에 대해서, 정상운용을 시작하기 전

(b) 전자기장 세기에 상당한 영향을 미칠 수 있는 고장이 발생한 경우

(c) 노출레벨에 영향을 줄 수 있는 작업 조건, 방호용 차폐물 및 방호벽을 수리하거나 변경한 경우

(d) 권고된 노출제한치를 초과하여 직원들을 노출시킬 가능성이 있는 시설물의 경우 적절한 시간 간격으로 평가를 수행할 것

(6.2.4) 사업주는 모든 전자기장 강도 측정 및 평가 기록을 보관하여야 하며, 그 기록에는 모든 사고 및 그와 관련된 원인들에 대한 검토가 포함되어야 한다.

(6.2.5) 위해성 및 위험성을 평가할 때 사업주는 심장박동기 또는 유사

한 의료용 이식기를 가진 근로자가 전자기장에 노출됨으로서 발생할 수 있는 심장사고를 방지할 필요한 사항을 고려하여야 하며, 또한 임산부와 같은 근로자의 건강 상태와 관련된 특수한 필요 사항도 고려하여야 한다.

(6.3) 방지 및 관리

(6.3.1) 사업주는 아래 사항에 의해 전기장 및 자기장 노출로부터의 보호를 보장하여야 한다.

(a) 위험한 노출 방지

(b) 예방적 조치 및 현명한 회피의 실천

(c) 강한 전자기장에 대한 불필요한 노출을 최소화시킬 수 있는 적절한 방법의 사용, 적절한 방법을 채택할 때 사업주는 전문가의 조언을 구하여야 한다.

(6.3.2) 과다하고 피할 수 없거나 계획적이 아닌 복사 또는 누설이 발생한 경우, 적절한 재료 및 설계에 의해 차폐 및 흡수를 함으로서 전자기장 발생원으로부터 불요 방출을 최소화하는 데에 최우선권을 부여하여야 한다.

(6.3.3) 사업주는 고주파 안테나를 설치할 경우 전자기장 복사를 다른 방향으로 유도하고, 주변 물질이나 기타 구조물에 의해 전파가 반사되는 것을 방지할 수 있는 적절한 조치를 취하여야 한다.

(6.3.4) 근로자가 방송 및 통신용 안테나와 같은 의도적인 복사원에 노출되고 있고, 복사를 줄일 수 없는 경우에는 신체 조직이나 기관에 전자기장이 결합되거나 흡수되는 것을 방지할 수 있는 적절한 개인방호복을 착용하여야 한다.

(6.3.5) 차폐에 의해 전자기장 강도를 줄일 수 없는 경우 사업주는 아래의 제한 조치를 취하여야 한다.

(a) 노출제한치를 초과하거나 초과할 가능성이 있는 지역에 대한 직원들

의 접근 제한

- (b) 이러한 지역에 근무하는 근로자의 노출량 제한
- (c) 상당한 전기장 또는 자기장 노출이 있는 지역에 대한 심장박동기 및 유사 의료용 이식장치를 가진 직원들의 접근 제한

그리고, 아래 사항들을 보장하여야 한다.

- (d) 전자기장의 확산을 방지하기 위해 발생원을 밀폐시키거나, 접근을 관리하거나, 노출 시간을 줄일 것.
- (e) 근로자들이 통상적으로 접근하는 지역으로부터 전기장 및 자기장 발생원을 최대한 멀리 위치시킬 것.
- (f) 높은 전자기장을 발생시키는 무인시설의 부근에는 담장을 두르고, 경고 사인 및 표지를 부착시킬 것.
- (g) 비관리 지역의 노출이 일반인 제한치를 초과하지 않을 것.
- (h) 전자기장이 발생되어 강한 위험성이 존재하는 경우, 출입을 방지하기 위한 잠금 시스템을 설치할 것.
- (i) 근로자를 전기 쇼크로부터 보호할 것
- (j) 전자기장이 매우 강하여 심장박동기 또는 유사 의료용 이식장치에 영향을 줄 가능성이 있는 경우는 명확히 표시할 것.

(6.4) 건강 진단

(6.4.1) 전기장 및 자기장에 노출될 근로자의 건강 검진은 앞의 (6.1.2)항에 언급된 지침에 주어진 요구사항에 따라 수행되어야 하며, 아래 사항을 포함할 수 있다.

- (a) 전자기장에 노출되는 일을 시작하기 전(고용 전 또는 업무 할당 전), 노출기간 중 그리고 직업적 노출이 끝나는 시점에, 금기 징후(contraindications)를 탐지하고 근로자 보호 및 전자기장의 안전한 사용을 보장

하기 위한 목적의 근로자의 건강상태 평가(근로자에 대한 경제적 비용 부담 없이)

(b) 노출에 의해 야기되는 나쁜 영향의 조기방지 및 조치

(c) 전자기장 노출에 대한 정확한 개인 자료 및 향후의 역학연구에 사용될 수 있는 적절한 건강 기록의 수집

(6.5) 교육 및 정보

(6.5.1) 사업주는 상당히 강한 전기장 또는 자기장에 노출되는 근로자에게 아래 사항들에 대해 훈련, 교육 및 정보를 제공하여야 한다.

(a) 기기의 고장 시 또는 비상시에 따라야 할 통상적이고 안전한 운용 방법 및 절차

(b) 근로자에게 할당된 특정 기기의 운용과 관련된 위험성, 특히 잠금장치의 중요성 및 그러한 시스템의 고장과 관련된 위험

(c) 전자기장의 심장박동기 및 유사 의료용 이식장치에 대한 영향

(d) 개인 방호장비의 사용

(e) 전기장 또는 자기장에 대한 노출에 의해 발생할 가능성이 있는 영향들

(부록 6.1)

전기장 및 자기장의 경우, IRPA(International Radiation Protection Association)의 INIRC(International Non-Ionizing Radiation Committee) 및 그 후속기관인 ICNIRP에 의해 권고된 노출제한치가 있기는 하지만 전리복사에 대한 ICRP 권고기준과 같은 국제적으로 수용된 기준이 아직 없다. 전술한 국제기구 및 다른 기관들에 의해 제안된 제한치들은 복사의 물리적 또는 생리적 영향으로 주어지기도 하고 전자기장 강도로 주어지는 경우도 있다. 단위와 물리량 사이의 관계가 복잡하며, 권고된 노출제

한치에 서로 다른 양들이 사용되고 있다. 많은 권고기준들은 복사주파수에 따라 다르며, 시변량에 대한 단위는 실효값을 나타낸다.

(부록 6.2)

지침 및 권고는 ‘전력선 주파수 전기장 및 자기장으로부터의 근로자 방호’ [Protection of Worker from Power Frequency Electric and Magnetic fields, ILO Occupational Safety and Health Series No. 69(Geneva, 1994)]를 참조할 것.

(부록 6.3)

EN 50166:1995 Human exposure to electromagnetic fields(January 1995).

라. 기타 국제 기구

일반적인 근로자의 건강 및 안전과 관련된 국제 기관들로는 산업안전보건학회(IOSH : Institution of Occupational Safety and Health), 국제산업위생협회(IOHA : International Occupational Hygiene Association), 국제산업보건위원회(ICOH : International Commission on Occupational Health) 등이 있으며, 이 기관들은 근로자의 건강 및 안전과 관련하여 기준 및 정책 수립과 관련된 연구, 다양한 정보 제공 및 권고사항들을 발표하고 있으나, 현재 전자기장 노출과 관련하여서는 큰 활동을 하고 있지 않다. 참고로 각 기관의 개요를 요약하면 다음과 같다.

(1) 산업안전보건학회 (IOSH : Institution of Occupational Safety and Health)

IOSH는 1945년에 설립되었으며, 직업 안전 및 건강에 대한 유럽의 대표적인 전문가 단체로서, 현재 24,000명의 회원을 확보하여 다양한 작업장 환경과 관련된 전문적인 학술 활동을 하고 있으며, 근로자 보호정책 및 기준과 관련된 다양한 정보를 제공하고 있다.

(2) 국제산업위생협회 (IOHA : International Occupational Hygiene Association)

IOHA는 20개의 관련 기구들로 구성된 단체로서 1987년에 설립되었으며, 근로자의 위생과 관련된 전문적인 연구활동을 수행하고 있다. IOHA는 ILO와 WHO에 의해 공인된 NGO(Non-Government Organization)로서 ICOH 등 다른 국제 기구와 협력하여 근로자의 위생과 관련된 많은 권고 사항들을 발표하고 있다.

(3) 국제산업보건위원회 (ICOH : International Commission on Occupational Health)

ICOH는 1906년에 설립된 근로자의 건강과 관련된 가장 오래된 국제 기관으로서 근로자의 건강 및 안전과 관련된 다양한 과학적인 연구결과들을 알리는 역할을 하고 있다. ICOH는 현재 93개국, 2000명의 전문가들로 구성되어 있으며, 국제 연합으로부터 NGO로 공인 받고 있고, ILO 등과도 긴밀하게 협조하고 있다.

2. 국가별 사례

가. 미국

(1) 미연방통신위원회(FCC) 기준

FCC(Federal Communications Commission)에서는 300 kHz - 100 GHz 대역에서 근로자에 대한 강제 기준 및 규제 지침을 설정하고 있다[FCC 96-326, Guidelines For Evaluating the Environmental Effects of Radiofrequency Radiation, 1996]. 그러나 이 기준은 작업장 자체에 대한 기준이라기보다는 통신시설이나 장치의 허가 및 관리와 관련된 기준이다. FCC의 근로자 노출 기준은 고용의 결과로서 노출되며, 근로자가 노출 사실을 알고 있고 노출에 대한 관리를 할 수 있는 경우에 적용된다. FCC의 노출기준은 표 6-5, 6-6과 같으며, 유도 및 접촉전류에 대한 기준은 측정상의 어려움 때문에 포함되지 않았다.

FCC의 관련 규정을 요약하면, 모든 통신시설 및 장치의 허가 또는 개조시에 FCC 기준에 의거하여 환경평가(EA : Environmental Assessment)를 받아야 하며, 아래에 열거된 시설 및 장치에 대해서는 정기적인 환경평가를 받도록 하고 있다.

○ 송신기 및 시설 : 시험무선서비스, 밀리미터파 대역 무선기기 및 비허가 개인통신서비스 기기, MDS(Multipoint Distribution Service)용 안테나, 무선호출 및 무선전화서비스용 안테나, 셀룰러무선전화서비스용 안테나, 협대역 및 광대역 PCS(Personal Communications Service)용 안테나, 위성통신시설, 무선방송시설, 시험, 보조, 특수 방송 및 기타 프로그램 분배 서비스용 안테나, 선박통신용 선박지구국 시설, 사설육상이동무선서비스용 안테나, 아마추어무선서비스

○ 이동 및 휴대단말기 : 셀룰러 무선전화서비스, PCS, 위성통신서비스, 선박통신서비스(선박지구국), 특수이동무선서비스

주파수 범위 (MHz)	전계강도 (V/m)	자계강도 (A/m)	전력밀도 (mW/cm ²)	평균 시간 (분)
0.3 - 3.0	614	1.63	(100)*	6
3.0 - 30	1842/f	4.89/f	(900/f ²)*	6
30 - 300	61.4	0.163	1.0	6
300 - 1500	-	-	f/300	6
1500 - 100,000	-	-	5	6

표 6-5. FCC의 근로자에 대한 전신노출기준

주파수 범위	구분	SAR (W/kg)	조직 평균 질량
300 kHz - 10 GHz	공간침투값 (머리, 몸통)	8	1 g
	공간침투값 (손, 손목, 발, 발목)	20	10 g

* 평균시간 : 6분

표 6-6. FCC의 근로자에 대한 국부노출기준

(2) 미국 산업안전보건청(OSHA) 규정

FCC 기준과는 별도로 미 노동부 산하 기관인 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)에서 제정한 작업장에서의 전자기장 노출과 관련된 연방 규정이 있다 [Regulations(Standards-29 CFR) Nonionizing radiation.-1910.97]. 이 규정은 1974년 6월 27일에 처음 제정되었고, 1996년 3월 7일에 개정되었다. 이 규정은 10 MHz - 100 GHz 대역의 무선국, 레이더 장치, 통신무선항법 및 산업과 과학용 무선장치 등과 같은 전자기장 발생원에 적용되며, 경고 표지에 대한 내용은 있으나 강제 규정은 없다. 노출기준은 표 6-7과 같다.

구분	노출기준치	노출시간
전력밀도	10 mW/cm ²	6분 이상
에너지밀도	1 mW-hr/cm ²	6분 이상

표 6-7. OSHA의 노출기준

(3) 주요 주별 기준

가) 하와이주

하와이주에서는 전리복사, 비전리복사, 레이저 등에 대한 기준을 제시하고 있다. 비전리복사에 대해서는 위에서 언급한 OSHA의 전자기장 노출과 관련된 연방 기준을 사용한다. [Regulations(Standards-29 CFR) Nonionizing radiation.-1910.97]

나) 기타

전력선 등의 노출에 대한 일반인 보호 기준과 관련하여 잘 알려진 캘리포니아, 뉴저지, 테네시, 뉴욕, 플로리다 및 미네소타주에서는 작업장에서의 전자기장 노출과 관련된 규정이 없는 것으로 판단된다.

나. 캐나다

(1) Health Canada 기준

Health Canada에서는 3 kHz - 300 GHz 대역에서 근로자에 대한 노출기준을 설정하고 있다[Safety Code 6, 93-EHD-160, 1994]. 이 기준은 RF와 초고주파 대역(3 kHz - 300 GHz) 기기의 설치와 사용에 필요한 안전성을 설정하고, RF와 초고주파 노출 제한치를 제정하기 위한 기준이다.

주파수 (MHz)	전계강도 실효치 (V/m)	자기장도 실효치 (A/m)	전력밀도 (W/m ²)	평균시간 (분)
0.003 - 1	600	4.9	-	6
1 - 10	600/f	4.9/f	-	6
10 - 30	60	4.9/f	-	6
30 - 300	60	0.163	10*	6
300 - 1,500	3.54f ^{0.5}	0.0094f ^{0.5}	f/30	6
1,500 - 15,000	137	0.364	50	6
15,000 - 150,000	137	0.364	50	616,000/f ^{1.2}
150,000 - 300,000	0.354f ^{0.5}	9.4×10 ⁻⁴ f ^{0.5}	3.33×10 ⁻⁴ f	616,000/f ^{1.2}

표 6-8. Health Canada의 근로자에 대한 노출기준

주파수 범위	구분	SAR (W/kg)	조직평균질량
100 kHz - 10 GHz	머리, 목, 몸통	8	1g
	손, 손목, 발, 발목	20	10g

* 평균시간 : 6분

표 6-9. Health Canada의 근로자에 대한 국부노출기준

주파수 (MHz)	유도전류 실효값 (mA)		접촉 전류 실효값 (mA) 손, 한발	평균시간
	양발	한발		
0.003 - 0.1	2000f	1000f	1000f	1초
0.1 - 110	200	100	100	6분

표 6-10. Health Canada의 근로자에 대한 유도 및 접촉전류 기준

(2) 작업장의 안전 및 건강과 관련된 연방규정

캐나다 인적자원개발부(Human Resources Development Canada)의 노동법은 Part I, II, III의 세 부분으로 구성되어 있고, Part II에 근거한 작업장 안전 및 건강에 대한 규정이 있다[Regulations Respecting Occupational Safety and Health, Made Under Part II of the Canada Labour Code and Safety and Health Committees and Representatives Regulation, 1998]. 이 규정에는 전자기장과 관련하여, 전기설비 작업자의 감전 등에 대한 안전규정은 있으나, 전자기장 노출과 관련된 규정은 없다.

최근 WHO에 제출한 자료에 의하면 연방 및 주정부의 규정에 의해 Health Canada의 Safety Code 6을 강제기준으로 적용하는 것으로 되어 있으나, 이것은 일반적인 노출 상황에 적용되며 작업장 환경에는 적용되지 않는 것으로 판단된다.

(3) 주요 주별 기준 및 관리지침

가) 온타리오주

온타리오주에서는 작업장에서의 RF 및 초고주파 노출과 관련된 지침을 가지고 있다 [Health and Safety Guidelines, Radiofrequency and Microwave Radiation in the Workplace]. 이 지침에 명시된 작업장 노출과 관련된 기준은 표 2.7과 같으며, 쇼크 및 화상 방지를 위한 접촉전류 제한치는 표 2.9와 같다. 이 기준은 Health Canada에서 제정한 기준을 토대로 하고있다[Safety Code 6, EHD-TR-160, 1991]. 여기서 평균 시간은 6분이다. 상기 지침에 기술된 RF 및 초고주파(RF/MW) 복사 관리에 관련된 내용을 요약하면 다음과 같다.

A. 공학적 관리

- RF/MW 복사원은 적절히 차폐되어야 한다.
- 급성 열 상해를 발생시킬 수 있는 기기(산업용 MW 오븐)는 잠

금문(interlocked door)을 가져야 한다.

- 높은 불요 RF 복사를 발생시키는 기기(유도가열장치 및 유전체 가열장치)는 가능한 한 원격으로 동작시켜야 한다.

B. 행정적 관리

- RF/MW에 대한 근로자 노출은 권고된 노출기준치를 초과해서는 안된다.

- RF/MW 복사에 대한 근로자 노출이 권고치를 초과할 것으로 의심되는 지역에서는 노출레벨을 조사하여야 한다.

- 불필요한 RF/MW 전자기장에 대한 노출은 피해야 한다.

- 잠재적 위험성이 있는 RF/MW 기기는 적절한 표시를 부착하여야 하며, 그 주위의 과다노출 지역은 명확히 구분하고, 경고문 및 필요한 주의사항을 부착하여야 한다.

- 전기적으로 기폭되는 폭발물 기기들은 RF/MW 복사원 근처에 두어서는 안된다.

- RF/MW 기기는 가열성 또는 폭발성 대기 중에서 사용되어서는 안된다.

- RF/MW 복사에 민감한 장치는 RF/MW 복사원 주위에 설치되어서는 안된다.

- RF/MW 복사를 발생시키기 위해 사용되는 기기는 전문가에 의해 표준안 전절차에 따라 유지되어야 한다. 기기는 가능한 한 꺼 놓아야 한다.

C. 개인적 방호

- 상기한 방법에 의해 노출을 줄일 수 없을 때에는, 머리와 눈을 포함한 방호복을 착용할 수 있다. 방호복은 근로자의 노출을 노출기준치 이하로 줄여주고, 다른 위험성(과열, 쇼크 또는 화재)을 초래하지 않는다는 것을 보증할 수 있도록 시험하여야 한다.

D. RF 쇼크 화상 관리

- 접촉성 쇼크를 발생시키는 금속구조물은 전기적으로 접지되거나 절연되어야 한다.
- 에너지 흡수 및 지면으로의 전류를 줄이기 위해, 절연판 또는 신발을 사용할 수 있다.
- 상기한 대책이 효과가 없거나 가능하지 않을 경우에는, 절연 장갑을 끼어야 한다.

E. 구급

- 근로자를 노출지역에서 시원한 지역으로 이동시키고 찬물을 마시게 한다.
- 화상부근에 찬물이나 얼음을 댄다.
- 즉시 의사의 치료를 받도록 한다.
- 심한 RF/MW 과다노출은 외상이 없이 내부조직에 손상을 줄 수 있으므로 신체검사를 받도록 하는 것이 좋다.

주파수 (MHz)	전계강도 실효값 (V/m)	자계강도 실효값 (A/m)	전력밀도 (mW/cm ²)
0.01 - 1	600	4.9	
1 - 10	600/f	4.9/f	
10 - 30	60	4.9/f	
30 - 300	60	0.163	1
300 - 1,500	3.46f ^{0.5}	0.0093f ^{0.5}	f/300
1,500 - 300,000	150	0.36	5

*평균시간 언급 없으나, Safety code 6를 토대로 함.

표 6-11. 온타리오주의 근로자에 대한 전자기장노출 기준

주파수 (MHz)	전류 실효값 (mA)
0.01 - 0.1	400f
0.1 - 30.0	40

표 6-12. 온타리오주의 근로자에 대한 접촉전류 기준

나)브리티시 콜럼비아주

브리티시 콜럼비아주의 작업장 건강 및 안전 규정[OHS regulation]에는 작업장의 전자기장 노출기준으로서 연방 기준인 Safety Code 6를 채택하고 있으며,

- 작업장의 노출량이 기준치를 초과하거나 초과할 가능성이 있는 경우에는 노출 관리 계획서를 수립하여 시행할 것을 요구하고 있고,
- 비전리복사를 발생시키는 장치는 관련기준에 따라 설치, 동작, 유지시킬 것을 요구하고 있다.

다) 퀘벡주

퀘벡주의 작업장 건강 및 안전규정에는 유해성 복사와 관련하여, 적외선, 자외선, 전리복사에 대한 규정은 있으나, 비전리복사에 대한 규정은 없다 [c.2.1, r.19.01, Regulation respecting occupational health and safety].

다. EU

유럽의 전자기장 관련 표준화 기구인 유럽전기기술표준위원회(CENELEC : European Committee for Electrotechnical Standardization)에서는 저주파수 대역과 고주파수 대역에서의 일반인과 근로자에 대한 노출기준을 권고하고 있다[DD ENV 50166-1 : 1995, Human exposure to electromagnetic fields-Low-frequency (0 Hz to 10 kHz)][DD ENV 50166-2 : 1995, Human exposure to electromagnetic fields-High

frequency (10 kHz to 300 GHz)].

EU에서는 전리복사 노출에 대해서는 다수의 기준 및 규정이 있으나, 비전리복사 노출에 대해서는 1999년 EC 권고안으로서 일반인에 대한 노출 기준만을 결정, 발표하였으며, 근로자에 대한 기준이나, 규정은 없다 [1999/519/EC : Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)].

라. 영국

(1) NRPB 기준

NRPB(National Radiological Protection Board)는 전력 주파수, 극저주파수(ELF), RF와 같은 0 kHz - 300 GHz 대역의 근로자에 대한 권고 기준을 설정하고 있다 [Board Statement on Restrictions on Human Exposure to Static and Time Varying Electromagnetic Fields and Radiation, 1993]. 노출 기준값은 표 6-13, 6-14, 6-15, 6-16, 6-17, 6-18과 같다. 이 기준은 일반인에게도 동일하게 적용된다.

주파수범위	구분	SAR (W/kg)	조직평균질량
100 kHz-10 MHz	머리, 태아	10	10g
	목, 몸통	10	100g
	손, 손목, 발, 발목	20	100g
10 MHz-10 GHz	머리, 태아	10	10g
	목, 몸통	10	100g
	손, 손목, 발, 발목	20	100g

* 평균시간 6분

표 6-13. NRPB의 국부노출기준

주파수 범위	전기장강도 (V/m)
< 24 Hz	25,000
24Hz - 600 Hz	600/f (kHz)
600 Hz - 600 kHz	1,000
600 kHz - 12 MHz	600/f (MHz)

*평균시간 : 기본 한계인 SAR 측정에 대한 언급만 있음(10 GHz 이하 :
전신 평균 15분, 국부 노출 6분, 10 GHz 이상 : $68/f^{1.05}$, f[GHz])
표 6-14. NRPB의 노출기준 (0 ~12 MHz, 전기장강도)

주파수 범위	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μT)
<0.4 Hz	160,000	200,000
0.4 Hz - 1 kHz	64,000/f (Hz)	80,000/f (Hz)
1 kHz - 535 kHz	64	80
535 kHz - 12 MHz	$18/f^2$ (MHz)	$23/f^2$ (MHz)

*평균시간 : 기본 한계인 SAR 측정에 대한 언급만 있음(10 GHz 이하 :
전신평균 15분, 국부 노출 6분, 10 GHz 이상 : $68/f^{1.05}$, f[GHz])
표 6-15. NRPB의 노출기준 (0 ~ 12 MHz, 자기장강도 및 자속밀도)

주파수 범위	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μ T)	전기장강도 (V/m)	전력밀도 (W/m ⁻²)
12 MHz - 200 MHz	0.13	0.16	50	6.6
200 MHz - 400 MHz	0.66f	0.79f	250f	165f ²
400 MHz - 800 MHz	0.26	0.31	100	26
800 MHz - 1.55 GHz	0.33f	0.40f	125f	41f ²
1.55 GHz - 300 GHz	0.52	0.62	194	100

표 6-16. NRPB의 노출기준 (12 MHz ~ 300 GHz)

주파수 범위	전류 (mA)
0.1 Hz - 370 Hz	0.5
370 Hz - 70 kHz	f ^{0.7}
70 kHz - 100 MHz	20

표 6-17. NRPB의 접촉전류 기준

주파수 범위	전류 (mA)
0.1 Hz - 1 kHz	1.0
1 kHz - 130 kHz	f ^{0.7}
130 kHz - 100 MHz	30

표 6-18. NRPB의 유도전류 기준

(2) 작업장 노출 관련 규정

작업장의 건강 및 안전과 관련된 일반적인 영연방 규정으로는 Health and Safety at Work Act(1974), The Management of Health and Safety at Work Regulations(1999) 등이 있으며, 전자기장의 노출과 관련된 특별

한 규정은 없다.

상기 규정에 의해 작업장에서 NRPB 권고기준을 만족시켜야 하며, 법적인 의무조항은 전자파 노출의 위험성을 관리하는 것이다. 노출기준을 따를 경우 안전보건청 (HSE : Health and Safety Executive)은 위험성이 적절히 관리되는 것으로 인정하며, 근로자의 불만이 있을 경우 또는 사고 조사 시에는 HSE의 조사관이 노출 실태를 조사할 수 있다. 그러나 현재까지 HSE에서 실제 노출 실태를 조사한 사례는 없다[HSE의 Smith 박사가 제공한 정보].

마. 일본

(1) 우정성 전기통신기술위원회 기준

일본 우정성(MPT : Ministry of Posts and Telecommunications) 산하 전기통신기술위원회(TTC : Telecommunications Technology Council)는 10 kHz - 300 GHz 대역에서 일반인과 근로자에 대한 노출기준 권고안으로서 1993년 9월 전파방호 표준 규격(Radiofrequency-Exposure Protection RCR Standard : RCR STD-38)을 발표하였고, 1997년 4월 우정성에서는 이 규격을 일부 수정한 내용을 국가기준으로 발표하였다 [Radio-Radiation Protection Guidelines for Human Exposure to Electromagnetic Fields]. 근로자에 대한 노출기준은 표 6-19, 6-20, 6-21, 6-22와 같다.

주파수 범위	전기장 강도 (V/m)	자기장 강도 (A/m)	전력밀도 (mW/cm ²)
10 kHz - 30 kHz	614	163	-
30 kHz - 3 MHz	614	$4.9f^{-1}$ (163 - 1.63)	-
3 MHz - 30 MHz	$1,842f^{-1}$ (614 - 61.4)	$4.9f^{-1}$ (1.63 - 0.163)	-
30 MHz - 300 MHz	61.4	0.163	1
300 MHz - 1.5 GHz	$3.54f^{1/2}$ (61.4 - 137)	$f^{1/2}/106$ (0.163 - 0.365)	$f/300$ (1 - 5)
1.5 GHz - 300 GHz	137	0.365	5

* 평균시간 : 6분

표 6-19. MPT의 노출기준

주파수 범위	구분	SAR (W/kg)	조직평균질량
100 kHz - 3 GHz	머리, 목, 몸통	10	10g
	손, 손목, 발, 발목	20	10g

* 평균시간 : 6분

표 6-20. NPT의 국부노출기준

주파수 범위	전류 (mA)
10 kHz - 100 kHz	$10^{-3}f$ (평균 시간 < 1 초)
100 kHz - 15 MHz	100 (평균 시간 : 6 분)

표 6-21. MPT의 유도 및 접촉전류 기준

주파수 범위	전류 (mA)
3 kHz - 300 kHz	100 (평균 시간 : 6 분)

표 6-22. MPT의 유도 및 접촉전류 기준

(2) 작업장 노출관련 규정

작업장의 안전 및 건강과 관련된 규정으로는 산업안전 및 건강법 시행령 (Enforcement Order of Industrial Safety and Health Law, 1999)이 있으나 이 시행령에는 전리복사에 대한 규정만 있다. 현재 일본에는 작업장의 노출을 규제할 수 있는 별도의 규정은 없다.

최근 일본 산업의학회(JSOH : Japan Society for Occupational Health)에서는 1998년 화학물질, 소음, 진동, 열 스트레스(고온, 저온)을 포함하여 전자기장에 대한 근로자 노출 제한치(OEL : Occupational Exposure Limits)에 대한 권고안을 발표한 바 있다 [Recommendation of Occupational Exposure Limits(1998-1999)].

앞 절에서 기술한 MPT 기준과 관련하여 전자파를 방출하는 송신시설 등은 기준치를 초과하는 지역에 대해 접근금지용 울타리를 설치하도록 MPT에서 규정하고 있으나, 이것은 일반인에 대한 것으로 작업장과 관련된 규정은 아니다.

(3) JOSH 노출기준

JOSH의 노출기준은 0 - 300 GHz 대역 자기장에 대한 작업장에서의 노출기준에 대한 권고안으로서 구체적인 내용은 표 6-23, 6-24, 6-25와 같다.

구 분	평균 노출제한치 (mT)	노출상한치 (T)
머리, 몸통	200	2
손, 손목, 발, 발목	500	5

표 6-23. JOSH의 노출기준(0 ~ 0.25 Hz, 자기장)

주파수 범위	전기장 강도 (kVm ⁻¹)	자속밀도 (mT)	자기장 강도 (Am ⁻¹)
0.25 Hz - 1.0 Hz	-	50/f	4.08 x 10 ³ /f
1.0 Hz - 25 Hz	20	50/f	4.08 x 10 ³ /f
25 Hz - 500 Hz	500/f	50/f	4.08 x 10 ³ /f
500 Hz - 814 Hz	500/f	0.1	81.4
0.814 kHz - 60 kHz	0.614	0.1	81.4
60 kHz - 100 kHz	0.614	6/f	4880/f

표 6-24. JOSH의 노출기준(0.25 Hz ~ 100 kHz, 저주파 시변 전자기장)

주파수 범위	전기장 강도 (Vm^{-1})	자속밀도 (μT)	자기장 강도 (Am^{-1})	전력밀도 (Wm^{-2})
0.1 MHz - 3.0 MHz	614	6/f	4.88/f	-
3.0 MHz - 30 MHz	1842/f	6/f	4.88/f	-
30 MHz - 400 MHz	61.4	0.2	0.163	10
400 MHz - 2000 MHz	$3.07f^{0.5}$	$0.01f^{0.5}$	$0.00814f^{0.5}$	f/40
2 GHz - 300 GHz	137	0.447	0.364	50

표 6-25. JOSH의 노출기준 (0.1 MHz ~ 300 GHz, 무선주파수 전자기장)

바. 스웨덴

(1) 스웨덴 노동환경청(SWEA) 기준

SWEA(Swedish Work Environment Authority)은 1987년 3 MHz - 300 GHz 대역에 대한 근로자 노출기준을 고시하였다 [Announcement of the Swedish Work Environment Authority with regulations on high frequency electromagnetic fields].

이 노출기준은 EHC 16(1981)과 NCRP No.86에 근거한 것으로 표 6-26과 6-27에 주어진 것과 같이 노출시간에 따라 노출기준치가 다른 것이 특징이다. 현재 ICNIRP 기준과 동일하게 개정하는 작업이 진행 중이다.

주파수 범위	전기장 강도 (V/m)	자기장 강도 (A/m)	등가전력밀도 (W/m ²)
3 MHz - 300 MHz	300	0.80	250
300 MHz - 300 GHz	300	-	200

표 6-26. SWEA의 노출기준 (1초 노출기준)

주파수 범위	전기장 강도 (V/m)	자기장 강도 (A/m)	등가전력밀도 (W/m ²)
3 MHz- 30 MHz	140	0.40	50
30 MHz - 300 MHz	60	0.16	10
300 MHz - 300 GHz	60	-	10

표 6-27. SWEA의 노출기준 (6분 노출기준)

(2) 작업장 노출관련 규정

앞에서 언급한 SWEA 기준은 강제기준으로서 WHO에 제출한 자료에 의하면 노출기준이 준수되고 있는지를 확인하기 위해 작업장에서의 노출량을 측정, 조사할 수 있고, 전자파 방출 시설 운용자를 조사할 수도 있다. 스웨덴의 기준은 1987년 기준으로서 현재 ICNIRP 기준을 토대로 한 기준 개정작업을 진행 중에 있다[SWEA의 Gert 박사가 제공한 정보].

사. 이탈리아

(1) 작업장 노출기준

현재 일반인과 근로자에 대한 노출기준으로서 CE 211-6과 211-7이 있으나 아래 언급할 전자파노출에 대한 법안이 2001년 2월에 발표되면서 새로운 노출기준치를 준비 중에 있다. 이 법안에는 노출제한치(exposure

limits), 주의레벨(attention level) 및 노출품질 목표치(quality goals)의 세 가지 양을 정의하고 있으며, 이 양들에 대한 수치들은 두 개의 고시로 발표될 예정이며 그 주요 골격은 다음과 같다.

- 고시 a : 노출제한치는 어떤 장소에서도 초과되어서는 안된다. 주의레벨은 주민들이 4시간 이상 거주하는 민감지역(sensitive areas)에서의 노출기준치를 나타낸다. 주의레벨은 낮은 레벨의 전자기장에 장기 노출되었을 경우의 위험성을 줄이기 위한 예방적 원칙(precautionary principle)을 적용하기 위한 것이다.

- 고시 b : 노출제한치는 모든 전자기장 발생원에 적용되지만, 132 kV 이상의 전력선의 경우는 정원, 발코니, 테라스 등을 포함하는 건물과 가장 가까운 전력선과의 최소거리로서 부가적인 제한을 한다. 이 최소거리는 132, 220, 380 kV의 경우 각각 10, 18, 28 m 이다.

(2) 작업장 노출 관련 규정

일반인과 근로자를 0 Hz - 300 GHz 대역의 전자파 노출로부터 보호하기 위한 기본법안이 2001년 2월 22일 발표되었다 [Framework Law on the Protection against Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, Feb., 2001].

이 법안에서는 앞에서 언급한 노출제한치, 주의레벨 및 노출품질 목표치에 대한 규제관련 규정을 포함하고 있다. 노출제한치 및 주의레벨은 앞에서 언급한 것과 같고, 노출품질 목표치는 적용시점의 최고 기술수준을 반영하여 지역 당국에서 제정하는 노출목표치 또는 노출량을 점진적으로 줄이기 위해 국가에서 규정하는 노출목표치를 나타낸다.

이 법안에서는 담당자가 전자기장 발생원으로 생각되는 시설물에 들어가

조사할 수 있으며, 필요한 자료나 정보 또는 문서를 요구할 수 있도록 규정하고 있다. 단, 군이나 경찰 전용 고정 및 이동 통신 시설물은 제외된다.

아. 기타 국가

(1) 호주

호주에서는 ICNIRP 기준과 동일한 0 Hz - 3 kHz 대역 기준(50/60 Hz 제외) 및 3kHz - 300 GHz 대역에 대한 독자적인 임시기준(the Interim Australia/New Zealand Standard AS/NZS 2772.1(Int): 1998 Radiofrequency fields, Part 1: Maximum exposure levels - 3 kHz to 300 GHz, Standards Australia)을 가지고 있다.

작업장만을 대상으로 한 규정은 없으나, 호주 복사방호 및 핵안전청(ARPANSA : Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency)에서 1999년 제정한 규정(Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Regulations)에 의해 관리대상장치(controlled apparatus)를 규제하고 있다. 관리대상장치는 호주의 노출기준을 초과하는 장치와 아래에 열거된 장치들이 포함된다.

- 자기장 비파괴 시험기기
- 유도가열 장치
- 산업용 고주파 가열장치 또는 용접기
- 고주파 플라즈마관
- 초고주파 또는 고주파 온열 치료 장치
- 산업용 초고주파 및 고주파 처리 시스템

이러한 기기들의 취급에는 국가가 발행하는 허가증이 필요하며, 노출기준을 만족시킴을 허가증 소지자가 보고해야 하며 필요시 ARPANSA에서

검사를 시행할 수도 있다.

(2) 러시아

러시아에는 1984년 국가표준위원회(State Committee of Standardization)에서 제정한 0 Hz("Occupational safety standards system. Electrostatic fields. Tolerance levels and methods of control at working places"[GOST 12.1.045-84]), 50 Hz("Occupational safety standards system. Power frequency electric fields. Permissible levels of field strength and requirements for control at work-places"[GOST 12.1.002-84]), 10 kHz - 300 GHz("Occupational safety standards system. Electromagnetic fields of radio frequencies. Permissible levels at work-places and requirement for control"[GOST 12.1.006-84]) 대역에 대한 근로자 노출기준이 별도로 있다. 이 노출기준들은 강제기준으로서 관련 정부기관에서 노출관리 결과를 측정, 평가할 수 있다.

(3) 스위스, 독일 및 프랑스

노출기준이 엄격한 것으로 알려져 있는 스위스에서는 일반인에 대한 강제기준만 있으며, 독일과 프랑스도 마찬가지이다.

(4) 남아프리카공화국

보건성(National Department of Health)에서 2001년 ICNIRP 기준에 근거한 0 Hz - 300 GHz 대역 기준을 가지고 있으며, RF 시설에 대해 허가증을 발급하고 있다. 이것은 일반적인 노출관리에 해당되며 작업장에 대한 노출관리로 보기는 힘들다.

Ⅶ. 작업장에 대한 전자파 노출 관리지침(안)

본 연구에서는 1999년 국제노동기구에서 채택한 “작업장의 전자기장 노출에 대한 ILO의 시행 규칙”[제 6장 제 1절 참조]을 토대로 하여 국내의 작업장에 대한 전자파노출 관리지침(안)을 제시하고자 한다.

<작업장에 대한 전자파노출 관리지침(안)>

제1조(목적) 이 지침은 작업장에서 발생할 수 있는 0 Hz ~ 300 GHz 대역의 전기장, 자기장 및 전자기장(이하 전자기장으로 약술함) 노출로부터 근로자를 보호하기 위한 제반 관리 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(적용범위) 이 지침은 유도가열장치, 방송중계소, 레이다 기지 등 전자파 노출량이 현저히 클 것으로 예상되는 작업장에 적용된다.

제3조(노출기준) 이 지침의 각 조항 적용 시 노출기준은 “전자파인체보호 기준(정보통신부고시 제2001-88호, 2001.10.10.)”의 [별표 2] “근로자에 대한 전자파강도기준”을 준용한다.

제4조(노출평가) ① 작업장의 근로자에 대한 전자기장 노출의 영향을 방지하기 위해 사업주는 다음의 일반 관리사항을 준수하여야 한다.

1. 제2조에 기술된 노출기준에 근접하는 노출량을 발생시킬 수 있는 전자기장 발생원, 장비 및 작업환경을 파악할 것.
2. 전자기장에 노출될 가능성이 있는 경우 관련기관으로부터 근로자의 노출량에 대한 정보를 구할 것.

3. 새로운 장비 구입 시 장비에서 발생하는 전자기장 및 노출관련 주의 사항에 대한 정보를 장비 공급자로부터 입수하고, 이 정보를 고려하여 장비를 구입할 것.

4. 장비에 대한 정보가 불충분하거나 의심이 될 때는 관련전문가로부터 “전자과강도측정기준(정보통신부고시 제2000-92호, 2000.12.15.)”의 절차를 준용하여 측정을 수행하고, 측정결과를 노출기준치와 비교함으로써 전자과노출의 위해성 또는 위험성을 평가할 것.

② 사업주는 아래의 경우 노출평가를 수행하여야 한다.

1. 권고된 노출기준치를 초과하는 전자기장을 발생시킬 가능성이 있는 모든 새로운 장비 및 시설물의 정상운용 시작 전

2. 전자기장 노출에 상당한 영향을 미칠 수 있는 고장이 발생한 경우

3. 노출량에 영향을 줄 수 있는 작업조건 변경 시 또는 방호용 차폐물 및 방호벽을 수리하거나 변경한 경우

4. 권고된 노출기준을 초과하여 근로자를 노출시킬 가능성이 있는 시설물의 경우는 적절한 시간 간격으로 노출평가를 수행할 것

③ 사업주는 모든 전자기장 강도 측정 및 노출평가 기록을 보관하여야 하며, 그 기록에는 모든 사고 및 그와 관련된 원인들에 대한 검토가 포함되어야 한다.

④ 전자기장 노출의 위해성 및 위험성 평가 시, 사업주는 심장박동기 또는 유사한 의료용 이식장치를 가진 근로자가 전자기장에 노출됨으로서 발생할 수 있는 사고 방지에 필요한 사항을 고려하여야 하며, 또한 임신 부 등과 같은 특수한 근로자의 건강 상태와 관련하여 필요한 사항도 고려하여야 한다.

제5조(방지 및 관리) ① 사업주는 아래 방법을 사용하여 전자기장 노출로부터 근로자를 보호하여야 한다.

1. 과다 노출 방지
 2. 예방적 조치 및 현명한 회피의 실천
 3. 강한 전자기장에 대해 불필요한 노출을 최소화시킬 수 있는 적절한 방법의 사용(이 경우 사업주는 전문가의 조언을 구할 것).
- ② 과다하고 피할 수 없거나 계획적이 아닌 전자기장의 복사 또는 누설이 발생한 경우, 적절한 방법에 의해 전자기장 차폐, 흡수에 대한 조치를 취함으로써 전자기장 발생원으로부터 불요 방출을 최소화하는 데에 최우선권을 부여하여야 한다.
- ③ 강한 전자기장을 발생시키는 고주파 안테나를 설치할 경우, 전자기장 복사를 다른 방향으로 유도하고, 주변 물체나 구조물에 의해 전파가 반사되는 것을 방지할 수 있는 적절한 조치를 취하여야 한다.
- ④ 근로자가 방송 및 통신용 안테나와 같은 의도적인 복사원에 노출되고 있고, 복사를 줄일 수 없는 경우에는 신체 조직이나 기관에 전자기장이 결합되거나 흡수되는 것을 방지할 수 있는 적절한 개인방호복을 착용하여야 한다.
- ⑤ 차폐 등에 의해 전자기장 세기를 줄일 수 없는 경우 사업주는 아래의 제한조치를 취하여야 한다.
1. 노출기준치를 초과하거나 초과할 가능성이 있는 지역에 대한 직원들의 접근 제한
 2. 이러한 지역에 근무하는 근로자의 노출량 제한
 3. 상당한 전자기장 노출이 있는 지역에 대한 심장박동기 및 유사 의료용 이식장치를 가진 직원들의 접근 제한
- ⑥ 상기 제⑤항에 해당하는 경우 사업주는 의무적으로 아래 사항들을 보장할 수 있어야 한다.
1. 전자기장의 확산을 방지하기 위해 발생원을 밀폐시키거나, 접근을 관리하거나, 노출 시간을 줄일 것.

2. 근로자들이 통상적으로 접근하는 지역으로부터 전자기장 발생원을 최대한 멀리 위치시킬 것.

3. 강한 전자기장을 발생시키는 무인시설물 근처에는 담장을 두르고, 경고 표지를 부착시킬 것.

4. 비관리 지역의 노출이 “전자파인체보호기준(정보통신부고시 제 2001-88호, 2001.10.10.)”의 [별표 1] “일반인에 대한 전자파강도기준”을 초과하지 않을 것.

5. 전자기장이 발생되어 강한 위험성이 존재하는 경우, 출입을 방지하기 위한 잠금장치를 설치할 것.

6. 근로자를 전기 쇼크로부터 보호할 것

7. 자기장이 매우 강하여 심장박동기 또는 유사 의료용 이식장치에 영향을 줄 가능성이 있는 경우는 명확히 표시할 것.

제6조(건강 진단) 전자기장에 노출되는 근로자에 대해서는 아래의 목적으로 건강 검진을 시행하여야 한다.

1. 전자기장에 노출되는 업무를 시작하기 전(고용 전 또는 업무 할당 전), 노출기간 중, 그리고 직업적 노출이 끝나는 시점에, 노출로 인한 건강상의 징후 탐지, 근로자 보호 및 전자기장의 안전한 사용에 대한 보장

2. 노출에 의해 야기되는 나쁜 영향의 조기방지 및 대처

3. 전자기장 노출에 대한 정확한 개인 자료 및 향후의 역학연구에 사용될 수 있는 적절한 건강 기록의 수집

제7조(교육 및 정보 제공) 사업주는 전자기장에 노출되는 근로자에게 아래 사항들에 대해 교육하고 필요한 정보를 제공하여야 한다.

1. 기기의 고장 시 또는 비상시에 따라야 할 통상적이고 안전한 운용 방법 및 절차

2. 근로자에게 할당된 특정 기기의 운용과 관련된 위험성, 특히 제4조의6제5항에 언급된 잠금장치의 중요성 및 그러한 장치의 고장과 관련된 위험성

3. 전자기장의 심장박동기 및 유사 의료용 이식장치에 대한 영향

4. 개인 방호장비의 사용

5. 전자기장 노출에 의해 발생할 가능성이 있는 영향들

Ⅶ. 결론

본 연구과제에서는 산업현장의 사업장에서 발생하는 전자파에 의해 노출된 근로자의 전자파 노출실태를 조사하고, 직업적 전자파 노출의 건강영향에 관한 고찰을 메타 분석연구로 기존에 연구결과를 분석하며, 사업장 근로자에 대한 노출기준 및 관리 실태를 조사하여 우리나라 산업현장의 사업장에서 발생하는 전자파에 노출된 근로자에 대한 관리지침을 연구하였다.

사업장 근로자의 전자파 노출실태를 조사하기 위하여, 전자파강도측정기와 측정방법은 정보통신부 고시[부록 4 - 전자파강도측정기준]에 의해 설정되었으며, 측정대상 장소는 제철소 전기로, 변전실, 발전소, 변전소(전력소), 방송국송신소, 고주파 유도가열설비, 전기용접 설비 등을 설정하여 전자파강도를 측정하였다. 전자파 노출실태를 조사한 결과, 모든 측정대상 장소에서 정보통신부 고시[부록 3 - 전자파인체보호기준]의 별표 2 (직업인에 대한 전자파강도기준)에서 설정된 기준을 초과하지 않음을 확인하였다. 이렇게 측정된 전자파 환경측정 결과는 산업현장에서 전자파를 발생시키는 설비를 확인하고, 측정된 전자파 강도를 이용하여 직업적 전자파 노출에 따른 인체영향에 기초적인 자료로 제공될 수 있다.

그러나 측정대상 장소와 측정대상 업체의 유기적인 협조가 이루어지지 않아서 전자파 환경측정에 어려움이 있었으며, 정보통신부 고시[부록 4 - 전자파강도측정기준]의 전자파 강도 측정방법은 산업설비에서 발생하는 전자파의 강도를 정확히 측정할 수 있으나, 발생하는 전자파의 주파수 등의 정확한 정보를 얻을 수 없는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해서는 정보통신부 고시[부록 4 - 전자파강도측정기준]에 의한 전자파 환

경측정 방법과 병행하여, 주파수분석기(Spectrum Analyzer)와 표준안테나(Sensor)로 구성된 시스템(그림 4-27 참조)으로 전자파 환경을 측정을 수행하면, 산업설비에 발생하는 전자파 강도 및 전자파 주파수를 확인할 수 있다.

직업적 전자파 노출에 의한 건강장애 연구는 기존에 연구된 논문들을 메타 분석하여 연구한 결과로, 고찰대상 논문들의 전자파 노출과 건강영향에 관한 양-반응 관계를 포함한 연관성을 증명하기에는 여러 가지 제한점을 지니고 있다. 먼저 정확한 노출평가(전자파 노출량)가 이루어진 연구의 수가 충분하지 않으며, 양의 양-반응 관계를 제시하는 논문도 거의 없다. 여러 가지 건강영향과 양의 양-반응 관계를 제시한 논문들에서도 논문마다 그 결과가 상이하였다.

양-반응 관계를 포함하여 전자파 노출과 건강영향과의 관련성을 밝히기 위해서는 코호트 연구 등의 연구형태 및 정확한 노출평가(누적노출량에 대한 측정 등)가 필요하다. 현재 몇몇 코호트 연구결과가 발표되어있긴 하나 아직 그러한 결과를 통합하여 종합적인 결과를 얻기는 아직 이르다. 마지막으로 이들 연구논문들은 모두 국외에서 수행된 논문을 대상으로 하였기 때문에, 우리나라의 작업장 여건 및 근로자들의 작업 환경 등을 고려한 건강영향에 대한 역학적 연구가 무엇보다도 절실히 필요하다 하겠다.

사업장 근로자에 대한 노출기준 및 관리 실태를 조사는 국내외 자료를 분석하여, 1999년 국제노동기구에서 채택한 “작업장의 전자기장 노출에 대한 ILO의 시행규칙”[제 6 장 제 1절]을 토대로 하여 국내의 작업장에 대한 전자파노출 관리지침(안) [제 7 장]을 제시하였다.

참고문헌

- [1] Magdy F. Iskander, Electromagnetic Field & Waves, ch. 1~2, Prentics-Hall, 1992.
- [2] Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), ICNIRP, 1998.
- [3] RF Safety Products & Services Manual, Narda.
- [4] CE minder et al . Leukemia, Brain tumors and Exposure to Exteremely Low Frequency EMF in Swiss Railway Employees. Am J Epidemiol 2001; 153 : 825-835.
- [5] David A. Savitz et al. Magnetic Field exposure in Relation to Leukemia and Brain Cancer Mortality among Electric Utility Workers. Am J Epidemiol 1995; 141: 123-34.
- [6] Leukemia in Electric Utility Workers : Indices of Exposure to 60Hz Electric and Magnetic fields : Villeneuve JP et al : Am J of Ind. med. 2000 : 37: 607-617.
- [7] Occupational exposure to magnetic fields and brain tumours in Central Sweden, Rodvall Y et al : Eu J of Epi. 1998: 14: 563-569.
- [8] Occupational and Residential Magnetic Field Exposure and Leukemia and Central Nervous System tumors, Feychting M et al : Epidemiology 1997: 8, 384-389.
- [9] [8]과 같음.
- [10] Brain cancer and occupational exposure to magnetic fields among men : results from a Canadian population-based case-control study, Villeneuve JP et al : Int J of Epi. 2002 : 31: 210-217.
- [11] David A Savitz. Case-Cohort analysis of Brain cancer and

Leukmia in Electric Utility Workers Using a Refined Magnetic Field Job-Exposure Matrix. Am. J. Ind. Med. 38: 417-425 ,2000.

[12] [4]와 같음

[13] van Wijngaarden et al. Population-Based Case-control Study of Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Breast Cancer. Ann. Epiemilo 2001; 11: 297-303.

[14] Kliukiene et al. Incidnece of Breast Cancer in Norwegian Cohort of Women With Potential Workplace Exposure to 50Hz Magnetic Fields. Am J Ind. Med. 36 : 147-154, 1999.

[15] van Wijngaarden. Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers : a nested case-control study. Occup Environ Med 2000; 57: 258-236.

[16] Feychting et al. Dementia and occupational exposure to magnetic fields. Scand J Work Environ Health 1998; 24(1): 46-53.

[17] Lerman et al. Pregnancy Outcome Following Exposure to shortwave Among Female Physiotherapist in Israe. Am J Ind Med 2001; 39: 499-504.

[18] Villeneuve P et al. Non-Hodkin's lymphoma among electric utility workers in Ontario : the evaluation of alternate indicies of exposure to 60Hz electric and magnetic fields. Occup Environ Med 2000; 57: 249-257.

[19] EMF WORLD WIDE STANDARDS, WHO International EMF Project, WHO (<http://www.who.int/docstore/peh-emf/EMFStandards/who-0102/Worldmap5.htm>).

[20] Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, And Electromagnetic Fields(up to 300 GHz), ICNIRP, 1998.

[21] Ambient factors in the workplace, ILO, 1999.

[22] 직업안전 및 건강학회(IOSH)(<http://www.iosh.co.uk>).

- [23] 국제 직업 위생 협회(LOHA)(<http://www.ioha.com>).
- [24] 국제 직업 건강 위원회(ICOH)(<http://www.icoh.org.sg>).
- [25] FCC 96-326, Guidelines For Evaluating the Environmental Effect of Radio-frequency Radiation, FCC, 1996.
- [26] Regulations(Standards-29 CFR) Nonionizing radiation-1910. 97, OSHA, 1996.
- [27] Chapter 396-H.R.S. Occupational Safety and Health Law, Hawaii State, USA, 2001.
- [28] Safety Code 6, 93-EHD-160, Health Canada, 1994.
- [29] Regulations Respecting Occupational Safety and Health, Made Under Part II of the Canada Labour Code and Safety and Health Committees and Representatives Regulation, Human Resources Development Canada, 1998.
- [30] Health and Safety Guidelines, Radiofrequency and Microwave Radiation in the Workplace, Ministry of Labour, Ontario State, Canada, 1994.
- [31] Safety Code 6, EHD-TR-160, Health Canada, 1991.
- [32] OSH regulation, British Columbia State, Canada, 1997.
- [33] Chapter S-2.1, r.19.01, Regulation respecting occupational health and safety, Quebec State, Canada, 2001.
- [34] DD ENV 50166-1 : 1995, Human exposure to electromagnetic fields-Low-frequency (0 Hz to 10 kHz), CENELEC, 1995.
- [35] DD ENV 50166-2 : 1995, Human exposure to electromagnetic fields-High-frequency(10 kHz to 300 Hz), CENELEC, 1995.
- [36] 1999/519/EC : Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields(0 Hz to 300 GHz), EU, 1999.
- [37] Board Statement on Restrictions on Human Exposure to Static and Time

- Varying Electromagnetic Fields and Radiation, NRPB, 1993.
- [38] Health and Safety at Work Act, Government of United Kingdom, 1974.
- [39]] Health and Safety(Safety Signs and Signals) Regulation, Government of United Kingdom, 1996.
- [40] The Management of Health and Safety at Work Regulation, Government of United Kingdom, 1992.
- [41] The Control of Substances Hazardous to Health Regulation, Government of United Kingdom, 1999.
- [42] 영국 건강안전청(HSE)(<http://www.hse.gov.uk>).
- [43] Radiofrequency-Exposure Protection RCR Standard : RCR STD-38, MPT, Japan, 1993.
- [44] Radio-Radiation Protection Guidelines for Human Exposure to Electromagnetic Fields, MPT, Japan, 1997.
- [45] Enforcement Order of Industrial Safety and Health Law, Japan, 1999.
- [46] Recommendation of Occupational Exposure Limits, JSOH, 1998-1999.
- [47] Announcement of the Swedish Work Environment Authority with regulation on high frequency electromagnetic fields, SWEA, 1987.
- [48] Framework Law on the Protection Against Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, Italy, 2001.
- [49] The Interim Australia/New Zealand Standard AS/NZS 2772.1(Int) : 1998 Radio- frequency fields, Part 1 : Maximum exposure levels - 3 kHz to 300 GHz, Standard Australia, Australia, 1998.
- [50] Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Regulation, ARPANSA, 1999.
- [51] Electromagnetic Radiation Protection Standards(Grigoriev 박사 자료), Russia, 2002.

- [52] Limits for Human Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electro- magnetic Fields in the Frequency Range up to 300 GHz, National Department of Health, South Africa, 2001.

부록

[부록 1]

전자파 환경 측정결과서 (1) 제철소 內 전자파 환경 측정결과	131
전자파 환경 측정결과서 (2) 방송국 송신소 內 전자파 환경 측정결과	139
전자파 환경 측정결과서 (3) 변전설비의 전자파 환경 측정결과	147
전자파 환경 측정결과서 (4) 발전소 內 전자파 환경 측정결과	151
전자파 환경 측정결과서 (5) 동서울 전력소 內 전자파 환경 측정결과	159
전자파 환경 측정결과서 (6) 신인천 전력소 內 전자파 환경 측정결과	167
전자파 환경 측정결과서 (7) 고주파 유도가열 설비의 전자파 환경 측정결과	175
전자파 환경 측정결과서 (8) 전기용접 설비의 전자파 환경 측정결과	177

[부록 2-1]

Medicine Search Results	181
-------------------------	-----

[부록 2-2]

WHO Database Search Results	191
-----------------------------	-----

[부록 2-3]

IEEE Database Search Results	196
------------------------------	-----

[부록 2-4]

전자파 노출에 관한 Job Exposure Matrix (JEM)	207
--------------------------------------	-----

[부록 3]

전자파인체보호기준 (정보통신부고시 제2000-91호)	211
-------------------------------	-----

[부록 4]

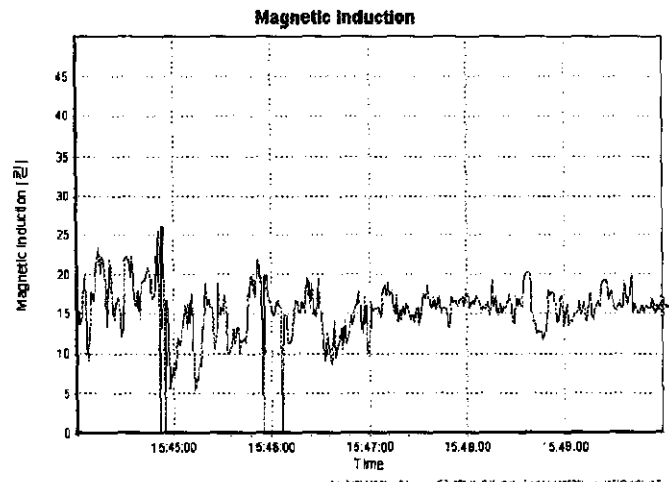
전자파강도측정기준 (정보통신부고시 제2000-92호)	217
-------------------------------	-----

[부록 1] 전자파 환경 측정 결과서 (1)

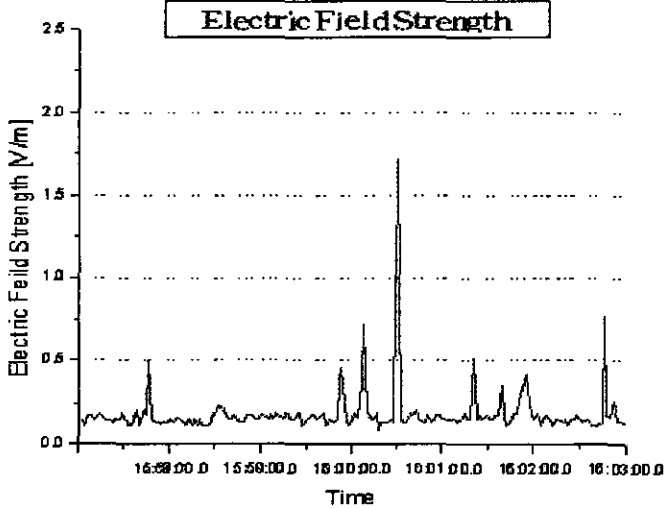
1-1. 60ton 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 □ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 24.7 ℃, 습도 : 52 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 동구 송현동 인천제철 內 전기로(60 ton) 제어실 (첨부사진 1 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10㎢, 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 15시 26분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 15시 32분 01초
측정거리	전기로와 제어실 거리 약 20 m, 제어실 內 창문과 프로브의 거리 190 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 6 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 16.082 [V/m]
	시간 평균치 : 5.7384 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EF_PROB, CHN: ALL MEM# 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-08/오후 3:26:00 STEP: 02, 12:00:01, FILTER: 5Hz, 32kHz, DET: RMS MAGNIFIER: 1.000, 오프셋: 0.000, 단위: V/m, 해상도: 0.015384V/m	
측정자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

1-2. 60ton 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 24.7 $^{\circ}C$, 습도 : 52 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 동구 송현동 인천제철 內 전기로(60 ton) 제어실 (첨부사진 1 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 15시 44분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 15시 50분 01초
측정거리	전기로와 제어실 거리 약 20 m, 제어실 內 창문과 프로브의 거리 190 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 6 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 26.168 [μT]
	시간 평균치 : 15.481 [μT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0123, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL MEM#: 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-08/오후 3:44:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 5Hz, 32KHz, DET: RMS	
	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

1-3. 60ton 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 ■ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 24.7 ℃, 습도 : 52 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 동구 송현동 인천제철 內 전기로(60 ton) 제어실 (첨부사진 2 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 15시 57분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 15시 03분 01초
측정거리	전기로와 제어실 거리 약 20 m, 제어실 內 창문과 프로브의 거리 190 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 6 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 1.71 [V/m]
	시간 평균치 : 0.186778 [V/m]
※ 측정결과 도표	
	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

1-4. 60ton 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 24.7 $^{\circ}$ C, 습도 : 52 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 동구 송현동 인천제철 內 전기로(60 ton) 제어실 (첨부사진 2 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., MER-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 16시 06분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 16시 12분 01초
측정거리	전기로와 제어실 거리 약 20 m, 제어실 內 창문과 프로브의 거리 190 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 6 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0179 [A/m]
	시간 평균치 : 0.00903 [A/m]
※ 측정결과 도표	
Magnetic Field Strength Magnetic Field Strength [A/m] Time	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

1-5. 80ton 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 □ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 27.3 ℃, 습도 : 42 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 동구 송현동 인천제철 內 전기로(80 ton) 제어실 (첨부사진 3 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10㎢, 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 14시 24분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 14시 30분 01초
측정거리	전기로와 제어실 거리 약 20 m, 제어실 內 창문과 프로브의 거리 240 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 6 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 9.401 [V/m]
	시간 평균치 : 5.6695 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 80077, PROBE: EF_PRE, CHN: ALL MEM#: 2, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-08/오후 2:24:00 STEP: 02번 12:00:01, FILTER: 5Hz 32kHz, DET: RMS	
MARKER Time: 14:26:00, VALUE: 2.0000	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이 름 : 박 명 석

1-6. 80ton 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 27.3 $^{\circ}C$, 습도 : 42 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 동구 송현동 인천제철 內 전기로(80 ton) 제어실 (첨부사진 3 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 14시 35분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 14시 41분 01초
측정거리	전기로와 제어실 거리 약 20 m, 제어실 內 창문과 프로브의 거리 240 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 6 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 43.029 [μT]
	시간 평균치 : 19.722 [μT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL MEM# 3, D. A. MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-08 오후 2:36:00 STEP: 2002-01, FILTER: 5Hz 2kHz, DET: RMS MARKER: Time: 14:39:00, VALUE: 43.029	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

1-7. 80ton 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 ■ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 27.3 ℃, 습도 : 42 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 동구 송현동 인천제철 內 전기로(80 ton) 제어실 (첨부사진 4 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 14시 50분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 14시 56분 01초
측정거리	전기로와 제어실 거리 약 20 m, 제어실 內 창문과 프로브의 거리 240 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 6 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.95 [V/m]
	시간 평균치 : 0.163667 [V/m]
※ 측정결과 도표	
Electric Field Strength	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

1-8. 80ton 전기로 제어실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 27.3 $^{\circ}C$, 습도 : 42 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 동구 송현동 인천제철 內 전기로(80 ton) 제어실 (첨부사진 4 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 15시 01분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 15시 07분 01초
측정거리	전기로와 제어실 거리 약 20 m, 제어실 內 창문과 프로브의 거리 240 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 6 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0119 [A/m]
	시간 평균치 : 0.007469 [A/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

[부록 1] 전자파 환경 측정 결과서 (2)

2-1. 남산송신소 제어실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 □ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 23.6 ℃, 습도 : 49 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	서울시 용산구 용산1동 남산송신소(문화방송) 內 제어실 (첨부사진 5 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10㎢, 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 10시 14분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 10시 20분 01초
측정거리	제어실 內 통신설비에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 13 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 15.923 [V/m]
	시간 평균치 : 4.645 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EF_PFB, CHN: ALL MEM# 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME 2002-05-08/오전 10:14:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 6Hz 32kHz, DET: RMS MAJOR-EXP. TIME: 32.23 TO 10.99, VOLTAGE/METER: 1.4582E+00	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

2-2. 남산송신소 제어실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 23.6 $^{\circ}\text{C}$, 습도 : 49 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	서울시 용산구 용산1동 남산송신소(문화방송) 內 제어실 (첨부사진 5 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 10시 31분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 10시 37분 01초
측정거리	제어실 內 통신설비에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 13 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 100.11 [nT]
	시간 평균치 : 74.486 [nT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표 DEVICE: EFA-300 B-0123, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL MEM# 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME 2002-05-08/오전 10:31:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 6Hz 2kHz, DET: RMS MARKER Time: 10:32:30.00, VALUE: 8.8094E-08	
측정자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박명석

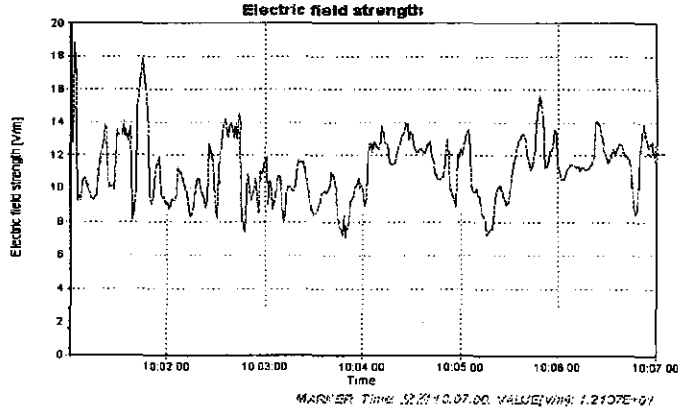
2-3. 남산송신소 제어실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 ■ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 23.6 ℃, 습도 : 49 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	서울시 용산구 용산1동 남산송신소(문화방송) 內 제어실 (첨부사진 6 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 10시 52분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 10시 58분 01초
측정거리	제어실 內 통신설비에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 13 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.46 [V/m]
	시간 평균치 : 0.1390556 [V/m]
※ 측정결과 도표	
Electric Field Strength	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

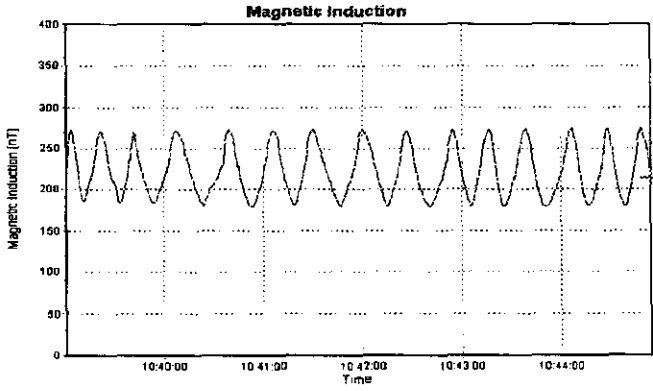
2-4. 남산송신소 제어실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 23.6 $^{\circ}$ C, 습도 : 49 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	서울시 용산구 용산1동 남산송신소(문화방송) 內 제어실 (첨부사진 6 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 8일 11시 01분 01초
	종료 : 2002년 5월 8일 11시 07분 01초
측정거리	제어실 內 통신설비에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 13 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0147 [A/m]
	시간 평균치 : 0.010379 [A/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

2-5. 팔공산송신소 제어실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 20.7 $^{\circ}$ C, 습도 : 28 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	경북 군위군 부계면 팔공산송신소(한국방송) 內 제어실 (첨부사진 7 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10cm ² , 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 10일 10시 01분 01초 종료 : 2002년 5월 10일 10시 07분 01초
측정거리	제어실 內 통신설비에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 5 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 18.822 [V/m]
	시간 평균치 : 11.193 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표	
Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EF_PPB, CHN: ALL MEM# 2, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-10/52전 10:01:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 5Hz..32kHz, DET: RMS  MARKER Time: 52.7110:07:00, VALUE[V/m]: 1.2107E+01	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

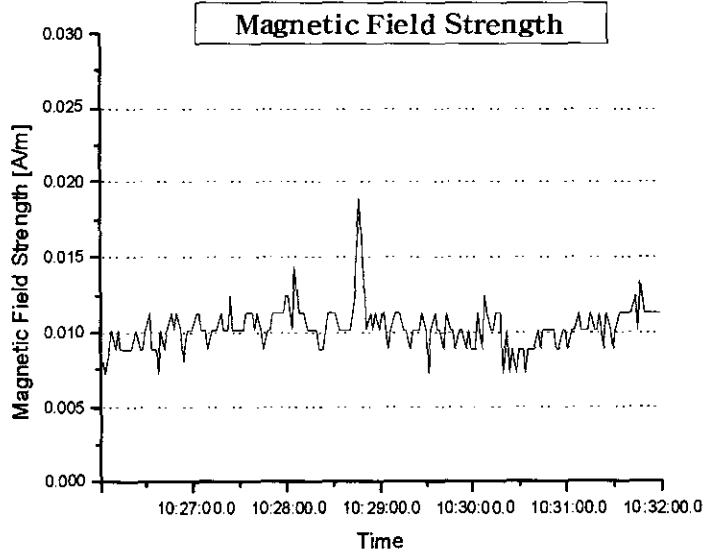
2-6. 팔공산송신소 제어실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 20.7 $^{\circ}C$, 습도 : 28 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	경북 군위군 부계면 팔공산송신소(한국방송) 內 제어실 (첨부사진 7 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 10일 10시 39분 01초
	종료 : 2002년 5월 10일 10시 45분 01초
측정거리	제어실 內 통신설비에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 5 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 275.44 [nT]
	시간 평균치 : 222.56 [nT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표	
Device: EFA-300 B-0123, PROBE EXT_PRB_2, CHN: ALL MEMK 1, 0 A, MODE: FST DATE/TIME 2002-05-10/52 진 10:39:00 STEP 오프 12:00:01, FILTER 5Hz 32kHz, DET RMS  Magnetic Induction [nT] Time MARKEE Entry 52 25 10 44 54, VALUE(1), 2.140E-07	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

2-7. 팔공산송신소 제어실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 20.7 $^{\circ}$ C, 습도 : 28 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	경북 군위군 부계면 팔공산송신소(한국방송) 內 제어실 (첨부사진 8 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 10일 10시 15분 01초 종료 : 2002년 5월 10일 10시 21분 01초
측정거리	제어실 內 통신설비에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 5 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.8 [V/m]
	시간 평균치 : 0.725 [V/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

2-8. 팔공산송신소 제어실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

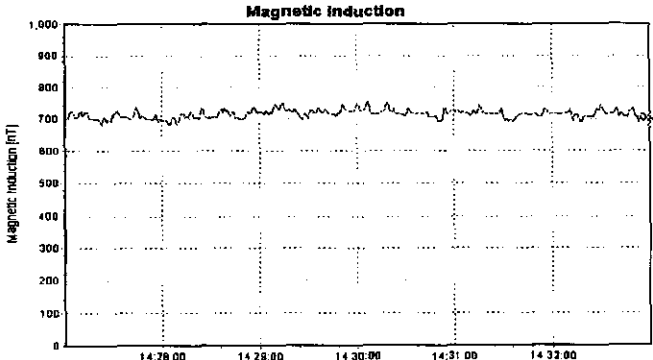
전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 20.7 $^{\circ}C$, 습도 : 28 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	경북 군위군 부계면 팔공산송신소(한국방송) 內 제어실 (첨부사진 8 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 10일 10시 26분 01초
	종료 : 2002년 5월 10일 10시 32분 01초
측정거리	제어실 內 통신설비에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 5 명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0189 [A/m]
	시간 평균치 : 0.010258 [A/m]
※ 측정결과 도표	
	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

[부록 1] 전자파 환경 측정 결과서 (3)

3-1. 변전실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 28 ℃, 습도 : 48 % (변전실 內)
측정장소 및 기기	서울시 용산구 단국대학교 內 변전실 통로 (첨부사진 9 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10cm ² , 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 6일 14시 10분 01초
	종료 : 2002년 5월 6일 14시 16분 01초
측정거리	전기배전반에서 120 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 4명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 4.9697 [V/m]
	시간 평균치 : 4.8692 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EF_PRB, CHN: ALL MEM# 3, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-06/오후 2:10:00 STEP: 오프 12:00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS MARKER: Time: 오후 2:10:02, VALUE(V/m): 4.8692E+00	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

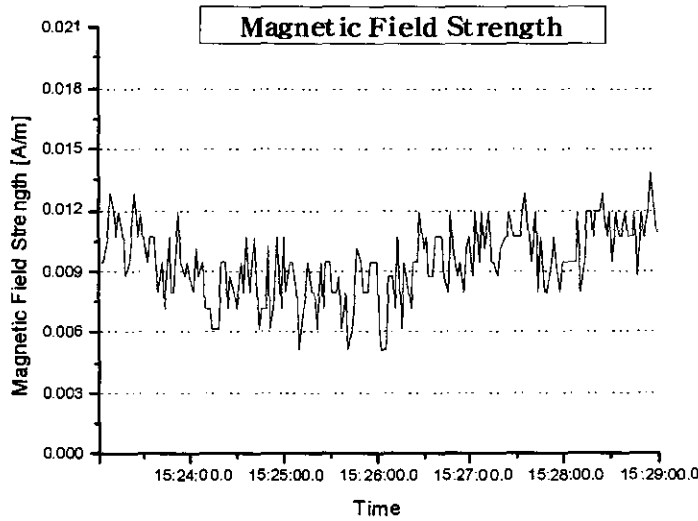
3-2. 변전실 內 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 28 $^{\circ}\text{C}$, 습도 : 48 % (변전실 內)
측정장소 및 기기	서울시 용산구 단국대학교 內 변전실 통로 (첨부사진 9 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 6일 14시 27분 01초 종료 : 2002년 5월 6일 14시 33분 01초
측정거리	전기배전반에서 120 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 4명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 754.5 [nT]
	시간 평균치 : 716.36 [nT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL MEMM: 6, 0, A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-06/오후 2:27:00 STEP: 오후 12:00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS  Magnetic induction [nT] Time Magnetic induction Time: 오후 2:32:00, VALUE: 0.000000000000	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

3-3. 변전실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 28 $^{\circ}$ C, 습도 : 48 % (변전실 內)
측정장소 및 기기	서울시 용산구 단국대학교 內 변전실 통로 (첨부사진 10 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 6일 15시 13분 01초
	종료 : 2002년 5월 6일 15시 19분 01초
측정거리	전기배전반에서 120 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 4명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.31[V/m]
	시간 평균치 : 0.258833 [V/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

3-4. 변전실 內 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 28 ℃, 습도 : 48 % (변전실 內)
측정장소 및 기기	서울시 용산구 단국대학교 內 변전실 통로 (첨부사진 10 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 6일 15시 23분 01초
	종료 : 2002년 5월 6일 15시 29분 01초
측정거리	전기배전반에서 120 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 4명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0139 [A/m]
	시간 평균치 : 0.009466 [A/m]
※ 측정결과 도표	
	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

[부록 1] 전자파 환경 측정 결과서 (4)

4-1. 발전소 內 발전기 근처 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 34.2 ℃, 습도 : 36 % (발전설비 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 서인천 복합발전소 內 발전기(5호) (첨부사진 11 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10cm ² , 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 22일 14시 29분 01초
	종료 : 2002년 5월 22일 14시 35분 01초
측정거리	발전기에서 200 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	동작상태 점검, 계측 및 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 4.315 [V/m]
	시간 평균치 : 4.211 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EF_PFB, CHN: ALL MEM# 1, D: A, MODE: FST DATETIME: 2002-05-22/2 14:29:00 STEP: 오프 12:00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS Electric field strength [V/m] Time 14:30:00 14:31:00 14:32:00 14:33:00 14:34:00 14:35:00 PARALLEL TIME: 5.44 2.35 10.0 V/m, RMS VALUE: 4.208754100	
측정자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

4-2. 발전소 內 발전기 근처 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 34.2 $^{\circ}C$, 습도 : 36 % (발전설비 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 서인천 복합발전소 內 발전기(5호) (첨부사진 11 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 22일 14시 15분 01초
	종료 : 2002년 5월 22일 14시 21분 01초
측정거리	발전기에서 200 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	동작상태 점검, 계측 및 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 2.5112 [μT]
	시간 평균치 : 2.4873 [μT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0123, PROBE: EXT_PRR_2, CHN: ALL MEM# 1, 0 A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-22/오후 2:15:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 5Hz, 32KHz, DET: RMS Magnetic Induction Time: 오후 2:15:01, VALUE: 2.4873 μT	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

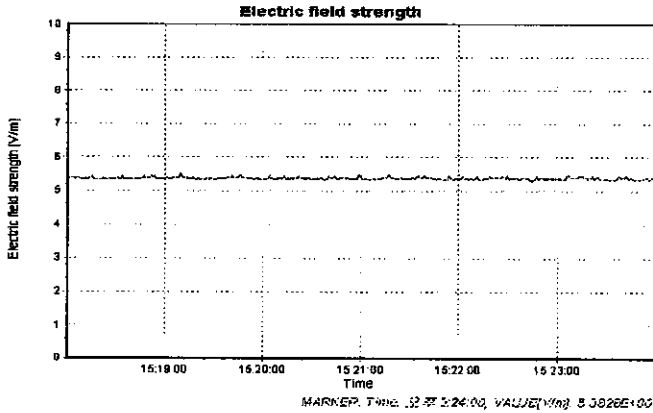
4-3. 발전소 內 발전기 근처 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 34.2 ℃, 습도 : 36 % (발전설비 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 서인천 복합발전소 內 발전기(5호) (첨부사진 12 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 22일 14시 39분 01초
	종료 : 2002년 5월 22일 14시 45분 01초
측정거리	발전기에서 200 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	동작상태 점검, 계측 및 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.18 [V/m]
	시간 평균치 : 0.12 [V/m]
※ 측정결과 도표	
Electric Field Strength	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

4-4. 발전소 內 발전기 근처 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 34.2 ℃, 습도 : 36 % (발전설비 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 서인천 복합발전소 內 발전기(5호) (첨부사진 12 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25, Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 22일 14시 49분 01초
	종료 : 2002년 5월 22일 14시 55분 01초
측정거리	발전기에서 200 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	동작상태 점검, 계측 및 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0148 [A/m]
	시간 평균치 : 0.0106 [A/m]
※ 측정결과 도표	
측정자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

4-5. 발전소 內 중앙제어실 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 □ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 23.5 ℃, 습도 : 43 % (중앙 제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 서인천 복합 발전소 內 중앙제어실 (첨부사진 13 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10cm ² , 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 22일 15시 18분 01초 종료 : 2002년 5월 22일 15시 24분 01초
측정거리	제어기기에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대 근무, 작업자 5명 (주간근무자 : 5명)
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 5.5202 [V/m]
	시간 평균치 : 5.3958 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표	
Device: EFA-300 8-0077, PROBE: EF_PRB, CHN: ALL MEM#: 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-22/오후 3:18:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 5Hz..32kHz, DET: RMS  MARKER: TIME: 15:22:00, VALUE[V/m]: 5.5202E+00	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

4-6. 발전소 內 중앙제어실 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 23.5 $^{\circ}$ C, 습도 : 43 % (중앙 제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 서인천 복합 발전소 內 중앙제어실 (첨부사진 13 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 22일 15시 06분 01초
	종료 : 2002년 5월 22일 15시 12분 01초
측정거리	제어기기에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대 근무, 작업자 5명 (주간근무자 : 5명)
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 113.51 [nT]
	시간 평균치 : 42.827 [nT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표	
Device: EFA-300 B-0123, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL MEMR: 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002.05.22/오. 3:08:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS MASKED: Time: 오후 3:12:00, VALUE[7] : 11062.07	
측정자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

4-7. 발전소 內 중앙제어실 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 ■ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 23.5 ℃, 습도 : 43 % (중앙 제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 서인천 복합 발전소 內 중앙제어실 (첨부사진 14 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 22일 15시 28분 01초
	종료 : 2002년 5월 22일 15시 34분 01초
측정거리	제어기기에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대 근무, 작업자 5명 (주간근무자 : 5명)
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.2 [V/m]
	시간 평균치 : 0.158 [V/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

4-8. 발전소 內 중앙제어실 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 23.5 $^{\circ}C$, 습도 : 43 % (중앙 제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 서인천 복합 발전소 內 중앙제어실 (첨부사진 14 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 22일 15시 37분 01초
	종료 : 2002년 5월 22일 15시 43분 01초
측정거리	제어기기에서 150 cm 이상, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대 근무, 작업자 5명 (주간근무자 : 5명)
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0113 [A/m]
	시간 평균치 : 0.0080 [A/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

[부록 1] 전자파 환경 측정 결과서 (5)

5-1. 동서울 전력소 內 차단기 근처 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 27.8 $^{\circ}C$, 습도 : 39 %
측정장소 및 기기	경기도 하남시 동서울전력소 內 345kV 차단기 앞(첨부사진 15참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 14일 14시 55분 01초
	종료 : 2002년 5월 14일 15시 01분 01초
측정거리	제어기기에서 120 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	장비점검 및 계측을 위한 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 7.2011 [kV/m]
	시간 평균치 : 7.1789 [kV/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 8.0077, PROBE: EF_PROB, CHN: ALL MEMF: 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-14/오 2 55 00 STEP: 02 12:00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS MARKER Time: 02 05 14 14:56:01 NO. VALUES: 717 12:00:00	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

5-2. 동서울 전력소 內 차단기 근처 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 27.8 $^{\circ}\text{C}$, 습도 : 39 %
측정장소 및 기기	경기도 하남시 동서울전력소 內 345kV 차단기 앞(첨부사진 15참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성 (B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 14일 14시 39분 01초
	종료 : 2002년 5월 14일 14시 45분 01초
측정거리	제어기기에서 120 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	장비점검 및 계측을 위한 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 10.48 [μT]
	시간 평균치 : 10.37 [μT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0123, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL MEM# 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME 2002-05-14/오후 2:39:00 STEP 오프 12:00.01, FILTER: 6Hz 32kHz, DET: RMS Magnetic Induction (E) Time MAXIMUM: 10.48, VALUE(T) : 0.0286-05	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

5-3. 동서울 전력소 內 차단기 근처 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 ■ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 27.8 ℃, 습도 : 39 %
측정장소 및 기기	경기도 하남시 동서울전력소 內 345kV 차단기 앞(첨부사진 16참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 14일 15시 06분 01초 종료 : 2002년 5월 14일 15시 12분 01초
측정거리	제어기기에서 120 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	장비점검 및 계측을 위한 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 4.19 [V/m]
	시간 평균치 : 3.444333 [V/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

5-4. 동서울 전력소 內 차단기 근처 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 27.8 $^{\circ}$ C, 습도 : 39 %
측정장소 및 기기	경기도 하남시 동서울전력소 內 345kV 차단기 앞(첨부사진 16참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 14일 15시 18분 01초
	종료 : 2002년 5월 14일 15시 24분 01초
측정거리	제어기기에서 120 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	장비점검 및 계측을 위한 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0376 [A/m]
	시간 평균치 : 0.035432 [A/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

5-5. 동서울 전력소 內 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 24.8 $^{\circ}$ C, 습도 : 48 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	경기도 하남시 동서울전력소 內 제어실 (첨부사진 17 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10cm ² , 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 14일 15시 59분 01초 종료 : 2002년 5월 14일 16시 05분 01초
측정거리	제어실 중앙, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 4명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 14.888 [V/m]
	시간 평균치 : 14.436 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 9-0077, PROBE: EF_PRB, CHN: ALL MEMM: 1, 0: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-14/오전 3:59:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS MARKER: Time: 오후 4:03:00, VALUE[V/m]: 1.4450E+01	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

5-6. 동서울 전력소 內 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 24.8 $^{\circ}\text{C}$, 습도 : 48 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	경기도 하남시 동서울전력소 內 제어실 (첨부사진 17 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 14일 15시 45분 01초
	종료 : 2002년 5월 14일 15시 51분 01초
측정거리	제어실 중앙, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 4명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 452.44 [nT]
	시간 평균치 : 445.89 [nT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0123, PROBE: EXT_PROB_2, CHN: ALL MEMM: 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-14/오후 3:46:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS MAXIMUM Time: 15:50:51.00, VALUE(nT): 447.91E-07	
측정자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

5-7. 동서울 전력소 內 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 ■ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 24.8 ℃, 습도 : 48 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	경기도 하남시 동서울전력소 內 제어실 (첨부사진 18 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 14일 16시 10분 01초
	종료 : 2002년 5월 14일 16시 16분 01초
측정거리	제어실 중앙, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 4명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.22 [V/m]
	시간 평균치 : 0.1445 [V/m]
※ 측정결과 도표	
Electric Field Strength	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

5-8. 동서울 전력소 內 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 24.8 $^{\circ}$ C, 습도 : 48 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	경기도 하남시 동서울전력소 內 제어실 (첨부사진 18 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 14일 16시 21분 01초
	종료 : 2002년 5월 14일 16시 27분 01초
측정거리	제어실 중앙, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 4명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0119 [A/m]
	시간 평균치 : 0.008708 [A/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

[부록 1] 전자파 환경 측정 결과서 (6)

6-1. 신인천 전력소 內 차단기 근처 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 25.5 $^{\circ}C$, 습도 : 33 %
측정장소 및 기기	인천시 서구 신인천전력소 內 354 kV 조작반 (첨부사진 19 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 21일 17시 09분 01초
	종료 : 2002년 5월 21일 17시 15분 01초
측정거리	조작반에서 100 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	장비점검 및 계측을 위한 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 593.1 [V/m]
	시간 평균치 : 591.8 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표	
Device: EFA-300 B.0077, PROBE: EF_PPB, CHN: ALL MEM#: 2, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-21/02 오후 5:09:00 STEP: 50, 12:00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS MAKINGTA Time: 02.05.21 오후 5:09:00, Measurement: 591.8 V/m	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

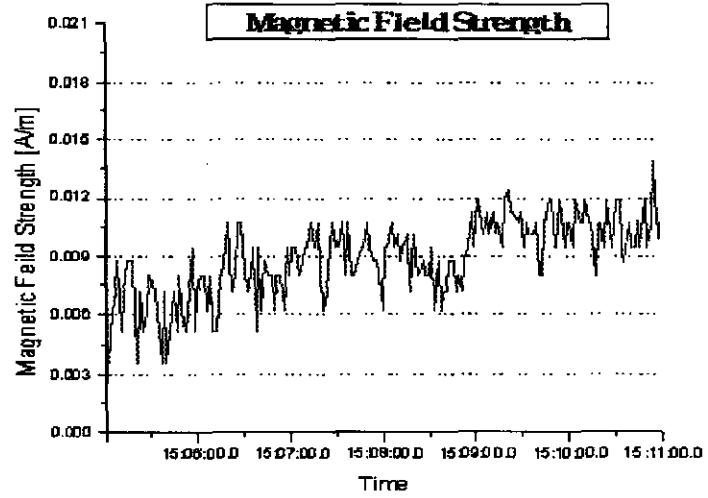
6-2. 신인천 전력소 內 차단기 근처 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 25.5 $^{\circ}\text{C}$, 습도 : 33 %
측정장소 및 기기	인천시 서구 신인천전력소 內 354 kV 조작반 (첨부사진 19 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 21일 14시 38분 01초 종료 : 2002년 5월 21일 14시 44분 01초
측정거리	조작반에서 100 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	장비점검 및 계측을 위한 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 39.42 [μT]
	시간 평균치 : 38.40 [μT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표	
Device: EFA-300 B-0123, PROBE EXT_PROB_2, CHN: ALL MEMM: 1, D. A. MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-21/오후 2:38:00 STEP: 오프 12:00:01, FILTER: 6Hz 32kHz, DET: RMS Magnetic Induction [μT] Time MARKERS: TIME: 오후 2:44:00, VALUE: 38.40 μT	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

6-3. 신인천 전력소 內 차단기 근처 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 25.5 $^{\circ}$ C, 습도 : 33 %
측정장소 및 기기	인천시 서구 신인천전력소 內 354 kV 조작반 (첨부사진 20 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 21일 14시 57분 01초 종료 : 2002년 5월 21일 15시 03분 01초
측정거리	조작반에서 100 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	장비점검 및 계측을 위한 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.64 [V/m]
	시간 평균치 : 0.605 [V/m]
※ 측정결과 도표	
Electric Field Strength [V/m] Time	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

6-4. 신인천 전력소 內 차단기 근처 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 25.5 $^{\circ}C$, 습도 : 33 %
측정장소 및 기기	인천시 서구 신인천전력소 內 354 kV 조작반 (첨부사진 20 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 21일 15시 05분 01초
	종료 : 2002년 5월 21일 15시 11분 01초
측정거리	조작반에서 100 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	장비점검 및 계측을 위한 巡視
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0139 [A/m]
	시간 평균치 : 0.0089 [A/m]
※ 측정결과 도표	
	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

6-5. 신인천 전력소 內 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 □ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 23.0 $^{\circ}$ C, 습도 : 47 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 신인천전력소 內 제어실 (첨부사진 21 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 21일 16시 05분 01초
	종료 : 2002년 5월 21일 16시 11분 01초
측정거리	제어기에서 120 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 3명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 15.839 [V/m]
	시간 평균치 : 15.612 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표	
Device: EFA-300 B-0077, PROBE: EF_PPB, CHN: ALL MEM: 1, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-21/오후 4:05:00 STEP: 오전 12:00:01, FILTER: 5Hz 32kHz, DET: RMS MARKER: Time: 오후 4:11:00, VALUE[V/m]: 15.839001	
측정자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

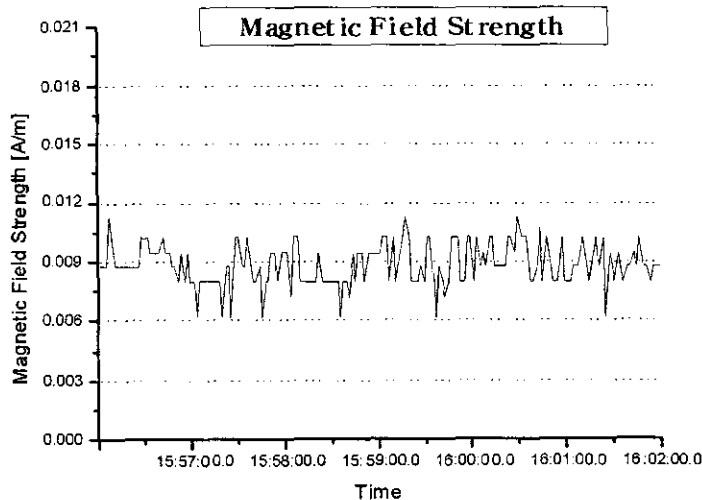
6-6. 신인천 전력소 內 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 23.0 $^{\circ}\text{C}$, 습도 : 47 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 신인천전력소 內 제어실 (첨부사진 21 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 21일 15시 34분 01초
	종료 : 2002년 5월 21일 15시 40분 01초
측정거리	제어기기에서 120 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 3명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 1.2764 [μT]
	시간 평균치 : 1.2336 [μT]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0123, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL MEM#: 2, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-05-21/오후 3:34:00 STEP: 오프 12:00:01, FILTER: 5Hz, 32kHz, DET: RMS Magnetic Induction Y-axis: Magnetic Induction (μT) from 0 to 5 X-axis: Time from 15:35:00 to 15:39:00 MARKER: Time: 오후 3:40:00, VALUE: 1.2336	
측정자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

6-7. 신인천 전력소 內 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 23.0 $^{\circ}$ C, 습도 : 47 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 신인천전력소 內 제어실 (첨부사진 22 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 21일 15시 48분 01초
	종료 : 2002년 5월 21일 15시 54분 01초
측정거리	제어기기에서 120 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 3명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.62 [V/m]
	시간 평균치 : 0.575 [V/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

6-8. 신인천 전력소 內 중앙제어실의 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

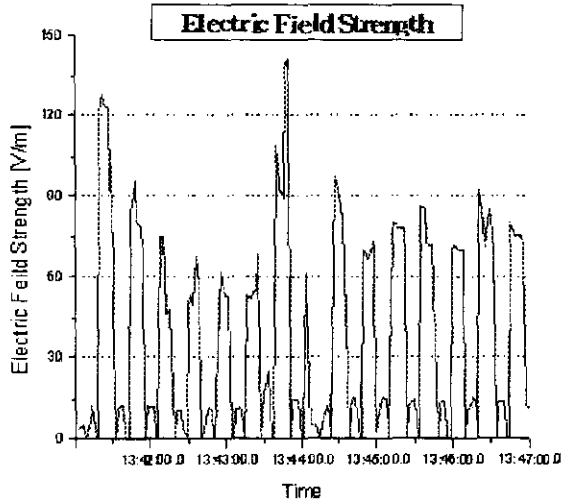
전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 23.0 ℃, 습도 : 47 % (제어실 內)
측정장소 및 기기	인천시 서구 신인천전력소 內 제어실 (첨부사진 22 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 5월 21일 15시 56분 01초
	종료 : 2002년 5월 21일 16시 02분 01초
측정거리	제어기기에서 120 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	24시간 교대근무, 작업자 3명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0113 [A/m]
	시간 평균치 : 0.0088 [A/m]
※ 측정결과 도표	
	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

[부록 1] 전자파 환경 측정 결과서 (7)

7-1. 고주파(30 kHz) 유도가열 설비의 전자파 환경 측정결과

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 26.2 $^{\circ}\text{C}$, 습도 : 64 %
측정장소 및 기기	부산 사상구 東琳金屬(株) 內 고주파 유도가열설비(첨부사진23참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10 cm^2 , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 6월 4일 13시 20분 01초
	종료 : 2002년 6월 4일 13시 26분 01초
측정거리	고주파 가열장치(30 kHz, 150 kW)에서 100 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	고주파 가열장치 조작근무자 1명 (일 8시간 근무)
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 1.4639 [μT]
	시간 평균치 : 0.6421 [μT]
	최대치의 주파수 : 30 kHz
※ 측정결과 도표 Device: EFA-300 B-0123, PROBE: EXT_PRB_2, CHN: ALL MEM# 2, D: A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-06-04/오후 1:20:00 STEP: 오후 12:00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS Measure Time: 오후 1:20:00, 04.06.02	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

7-2. 고주파(200 kHz) 유도가열 설비의 전자파 환경 측정결과

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	■ 전기장 강도(V/m) □ 자기장 강도(A/m) □ 자속 밀도(μT)
측정 조건	□ 원거리장, 단일복사원 ■ 원거리장, 다중복사원 ■ 근거리장
측정환경	온도 : 28.2 ℃, 습도 : 54 %
측정장소 및 기기	부산 삼락동 東琳金屬(株) 內 고주파 유도가열설비 (첨부사진24참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9, Mar, 2001
측정시각	시작 : 2002년 6월 4일 13시 41분 01초
	종료 : 2002년 6월 4일 13시 47분 01초
측정거리	고주파 가열설비(200 kHz, 150 kW)에서 100 cm, 지면에서 150 cm
사업장 근로자 수	고주파 가열장치 조작근무자 1명 (일 8시간 근무)
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 141.31 [V/m]
	시간 평균치 : 37.821 [V/m]
	최대치의 주파수 : 200 kHz
※ 측정결과 도표	
	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

[부록 1] 전자파 환경 측정 결과서 (8)

8-1. 전기용접 설비의 전자파 환경 측정결과(저주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 28.2 ℃, 습도 : 54 %
측정장소 및 기기	경남 김해시 안동 信昊機械 內 작업장 (첨부사진 25 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10cm², 3축 등방성(E-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 15. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 6월 4일 15시 36분 01초 종료 : 2002년 6월 4일 15시 42분 01초
측정거리	전기용접 지점에서 100 cm, 지면에서 100 cm
사업장 근로자 수	전기용접 작업자 1명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 10.731 [V/m]
	시간 평균치 : 4.8736 [V/m]
	최대치의 주파수 : 60 [Hz]
※ 측정결과 도표	
Device: EFA-300 B-0123, PROBE EF_PPB, CHN ALL MEM# 3, 0. A, MODE: FST DATE/TIME 2002-06-04/오후 3:36:00 STEP: 오프 12:00:01, FILTER: 5Hz 32kHz, DET: RMS	
측정자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

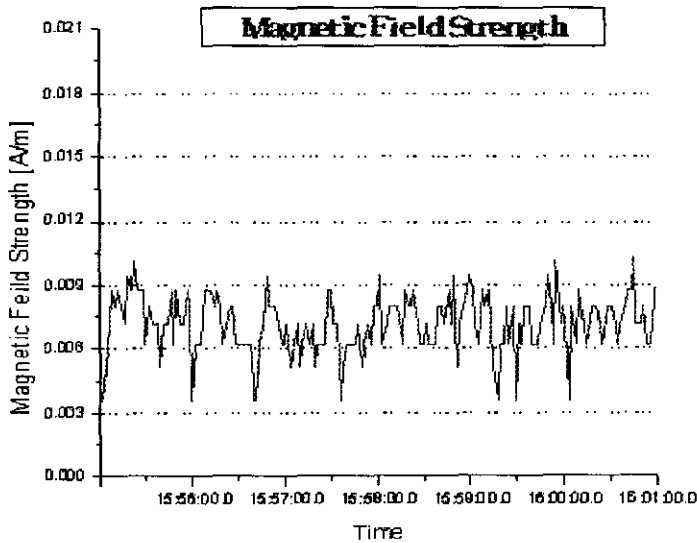
8-2. 전기용접 설비의 전자파 환경 측정결과(저주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (저주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☒ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 28.2 $^{\circ}$ C, 습도 : 54 %
측정장소 및 기기	경남 김해시 안동 信昊機械 内 작업장 (첨부사진 25 참조)
측정주파수 범위	5 Hz ~ 32 kHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EFA-300
	프로브의 크기 및 형태 : 단면적 10cm ² , 3축 등방성(B-Field Sensor)
	최종 교정일자 : 16. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 6월 4일 15시 16분 01초
	종료 : 2002년 6월 4일 15시 22분 01초
측정거리	전기용접 지점에서 100 cm, 지면에서 100 cm
사업장 근로자 수	전기용접 작업자 1명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 5.3726 [μ T]
	시간 평균치 : 1.1401 [μ T]
	최대치의 주파수 : 60 Hz
※ 측정결과 도표 Dence: EFA-300 B-0123, PROBE EXT_PRB_2, CHN: ALL MEM# 1, 0, A, MODE: FST DATE/TIME: 2002-06-04/오후 3:16:00 STEP: 오프 12.00:01, FILTER: 5Hz-32kHz, DET: RMS Magnetic Induction Time: 오후 3:22:00, Value[μT]: 5.372608	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

8-3. 전기용접 설비의 전자파 환경 측정결과(고주파 전기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 전기장)	
측정 물리량	☒ 전기장 강도(V/m) ☐ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μ T)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 28.2 $^{\circ}$ C, 습도 : 54 %
측정장소 및 기기	경남 김해시 안동 信昊機械 內 작업장 (첨부사진 26 참조)
측정주파수 범위	100 kHz ~ 3 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 75 mm, 3축 등방성 (Type 18)
	최종 교정일자 : 9. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 6월 4일 15시 46분 01초
	종료 : 2002년 6월 4일 15시 52분 01초
측정거리	전기용접 지점에서 100 cm, 지면에서 100 cm
사업장 근로자 수	전기용접 작업자 1명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.21 [V/m]
	시간 평균치 : 0.147 [V/m]
※ 측정결과 도표	
측 정 자	소속 : ㈜ EMF Safety 이름 : 박 명 석

8-4. 전기용접 설비의 전자파 환경 측정결과(고주파 자기장)

전자기파 환경 측정 결과서 (고주파 자기장)	
측정 물리량	☐ 전기장 강도(V/m) ☒ 자기장 강도(A/m) ☐ 자속 밀도(μT)
측정 조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☒ 원거리장, 다중복사원 ☒ 근거리장
측정환경	온도 : 28.2 ℃, 습도 : 54 %
측정장소 및 기기	경남 김해시 안동 信昊機械 內 작업장 (첨부사진 26 참조)
측정주파수 범위	27 MHz ~ 1 GHz
측정기기	제조사 및 모델명 : Narda Inc., EMR-300
	프로브의 크기 및 형태 : 지름 60 mm, 3축 등방성 (Type 10)
	최종 교정일자 : 25. Mar. 2001
측정시각	시작 : 2002년 6월 4일 15시 55분 01초
	종료 : 2002년 6월 4일 16시 01분 01초
측정거리	전기용접 지점에서 100 cm, 지면에서 100 cm
사업장 근로자 수	전기용접 작업자 1명
※ 측정결과 (실효치)	시간 최대치 : 0.0102 [A/m]
	시간 평균치 : 0.007196 [A/m]
※ 측정결과 도표	
	
측 정 자	소속 : (주) EMF Safety 이름 : 박 명 석

[부록 2 - 1]

Medline Search Results

- 1: Kerenyi N.
Re: Night shift work, light at night, and risk of breast cancer.
J Natl Cancer Inst. 2002 Apr 3;94(7):531-2; discussion 533-4.
- 2: Spiegel D, Sephton S.
Re: Night shift work, light at night, and risk of breast cancer.
J Natl Cancer Inst. 2002 Apr 3;94(7):530; discussion 532-3.
- 3: Koc M, Polat P.
Epidemiology and aetiological factors of male breast cancer: a ten years retrospective study in eastern Turkey.
Eur J Cancer Prev. 2001 Dec;10(6):531-4.
- 4: Villeneuve PJ, Agnew DA, Johnson KC, Mao Y.
Brain cancer and occupational exposure to magnetic fields among men: results from a Canadian population-based case-control study.
Int J Epidemiol. 2002 Feb;31(1):210-7.
- 5: Li DK, Neutra RR.
Magnetic fields and miscarriage.
Epidemiology. 2002 Mar;13(2):237-8.
- 6: McDewitt JJ, Breyse PN, Bowman JD, Sassone DM.
Comparison of extremely low frequency (ELF) magnetic field personal exposure monitors.
J Expo Anal Environ Epidemiol. 2002 Jan-Feb;12(1):1-8.
- 7: Goodman M, Kelsh M, Ebi K, Iannuzzi J, Langholz B.
Evaluation of potential confounders in planning a study of occupational magnetic field exposure and female breast cancer.
Epidemiology. 2002 Jan;13(1):50-8.
- 8: Savitz DA.
Magnetic fields and miscarriage.
Epidemiology. 2002 Jan;13(1):1-4.
- 9: Li CY, Sung FC, Wu SC.
Risk of cognitive impairment in relation to elevated exposure to electromagnetic fields.
J Occup Environ Med. 2002 Jan;44(1):66-72.
- 10: Ahlbom IC, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A.
Review of the epidemiologic literature on EMF and Health.
Environ Health Perspect. 2001 Dec;109 Suppl 6:911-33.
- 11: Erren TC, Bjerregaard P, Cocco P, Lerchl A, Verkasalo P.
Re: "Invited commentary: electromagnetic fields and cancer in railway workers."
Am J Epidemiol. 2001 Nov 15;154(10):977-9.
- 12: Davis S, Mirick DK, Stevens RG.
Night shift work, light at night, and risk of breast cancer.
J Natl Cancer Inst. 2001 Oct 17;93(20):1557-62.
- 13: Sorahan T, Nichols L, van Tongeren M, Harrington JM.
Occupational exposure to magnetic fields relative to mortality from brain tumours: updated and revised findings from a study of United Kingdom electricity generation and transmission workers, 1973-97.
Occup Environ Med. 2001 Oct;58(10):626-30.
- 14: Gurney JG, van Wijngaarden E.
Extremely low frequency electromagnetic fields (EMF) and brain cancer in adults and children: review and comment.
Neuro-oncol. 1999 Jul;1(3):212-20.
- 15: Krooni P, Kallasmaa V, Makarova T.
Physical agents in the occupational environment in Estonia.
Int J Occup Saf Ergon. 2001;7(3):347-50.
- 16: De Roos AJ, Teschke K, Savitz DA, Poole C, Grufferman S, Pollock BH, Olshan AF.
Parental occupational exposures to electromagnetic fields and radiation and the incidence of neuroblastoma in offspring.
Epidemiology. 2001 Sep;12(5):508-17.
- 17: Fabbro-Peray P, Daures JP, Rossi JF.
Environmental risk factors for non-Hodgkin's lymphoma: a population-based case-control study in Languedoc-Roussillon, France.
Cancer Causes Control. 2001 Apr;12(3):201-12.
- 18: Van Wijngaarden E, Nylander-French LA, Millikan RC, Savitz DA, Loomis D.
Population-based case-control study of occupational exposure to electromagnetic fields and breast cancer.
Ann Epidemiol. 2001 Jul;11(5):297-303.
- 19: Savitz DA.
Invited commentary: electromagnetic fields and cancer

- in railway workers.
Am J Epidemiol. 2001 May 1;153(9):836-8: discussion 839-40.
- 20: Minder CE, Pfluger DH.
Leukemia, brain tumors, and exposure to extremely low frequency electromagnetic fields in Swiss railway employees.
Am J Epidemiol. 2001 May 1;153(9):825-35.
- 21: Harrington JM, Nichols L, Sorahan T, van Tongeren M.
Leukaemia mortality in relation to magnetic field exposure: findings from a study of United Kingdom electricity generation and transmission workers, 1973-97.
Occup Environ Med. 2001 May;58(5):307-14.
- 22: Pollan M, Gustavsson P, Floderus B.
Breast cancer, occupation, and exposure to electromagnetic fields among Swedish men.
Am J Ind Med. 2001 Mar;39(3):276-85.
- 23: Neutra RR.
Panel exploring pro and con arguments as to whether EMFs cause childhood brain cancer.
Bioelectromagnetics. 2001;Suppl 5:S144-9.
- 24: Kheifets LI.
Electric and magnetic field exposure and brain cancer: a
Bioelectromagnetics. 2001;Suppl 5:S120-31.
- 25: Erren TC.
A meta-analysis of epidemiologic studies of electric and magnetic fields and breast cancer in women and men.
Bioelectromagnetics. 2001;Suppl 5:S105-19.
- 26: Wartenberg D.
Residential EMF exposure and childhood leukemia: meta-analysis and population attributable risk.
Bioelectromagnetics. 2001;Suppl 5:S86-104.
- 27: Wartenberg D.
The potential impact of bias in studies of residential exposure to magnetic fields and childhood leukemia.
Bioelectromagnetics. 2001;Suppl 5:S32-47.
- 28: Shaw GM.
Adverse human reproductive outcomes and electromagnetic fields: a brief summary of the epidemiologic literature.
Bioelectromagnetics. 2001;Suppl 5:S5-18.
- 29: Stang A, Anastassiou G, Ahrens W, Broman K, Bornfeld N, Jockel KH.
The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma.
Epidemiology. 2001 Jan;12(1):7-12.
- 30: Hardell L, Mild KH, Hallquist A.
Radiofrequency exposure and the risk for brain tumors.
Epidemiology. 2001 Jan;12(1):135-6.
- 31: Ross JA, Swensen AR.
Prenatal epidemiology of pediatric tumors.
Curr Oncol Rep. 2000 May;2(3):234-41.
- 32: Butler GC, Nicholas J, Lackland DT, Friedberg W.
Perspectives of those impacted: airline pilot's perspective.
Health Phys. 2000 Nov;79(5):602-7.
- 33: Savitz DA, Cai J, van Wijngaarden E, Loomis D, Mithlan G, Dufort V, Kleckner RC, Nylander-French L, Kronhout H, Zhou H.
Case-cohort analysis of brain cancer and leukemia in electric utility workers using a refined magnetic field job-exposure matrix.
Am J Ind Med. 2000 Oct;38(4):417-25.
- 34: Graham C, Cook MR, Sastre A, Gerkovich MM, Kavet R.
Cardiac autonomic control mechanisms in power-frequency magnetic fields: a multistudy analysis.
Environ Health Perspect. 2000 Aug;108(8):737-42.
- 35: Johansen C.
Exposure to electromagnetic fields and risk of central nervous system disease in utility workers.
Epidemiology. 2000 Sep;11(5):539-43.
- 36: van Wijngaarden E, Savitz DA, Kleckner RC, Cai J, Loomis D.
Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: a nested case-control study.
West J Med. 2000 Aug;173(2):94-100.
- 37: Milham S.
Comment: "Accuracy of industry and occupation on death certificates of electric utility workers: implications for epidemiologic studies of magnetic fields and cancer" by Kurtis W. Andrews and David Savitz.
Bioelectromagnetics 20:512-518 (1999).
- 38: Haldorsen T, Reitan JB, Tveten U.

- Cancer incidence among Norwegian airline pilots.
Scand J Work Environ Health. 2000 Apr;26(2):106-11.
- 39: van Wijngaarden E, Savitz DA, Kleckner RC, Cai J, Loomis D.
Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: a nested case-control study.
Occup Environ Med. 2000 Apr;57(4):258-63.
- 40: Villeneuve PJ, Agnew DA, Miller AB, Corey PN.
Non-Hodgkin's lymphoma among electric utility workers in Ontario: the evaluation of alternate indices of exposure to 60 Hz electric and magnetic fields.
Occup Environ Med. 2000 Apr;57(4):249-57.
- 41: Villeneuve PJ, Agnew DA, Miller AB, Corey PN, Purdham JT.
Leukemia in electric utility workers: the evaluation of alternative indices of exposure to 60 Hz electric and magnetic fields.
Am J Ind Med. 2000 Jun;37(6):607-17.
- 42: Kaune WT, Bracken TD, Senior RS, Rankin RF, Niple JC, Kavet R.
Rate of occurrence of transient magnetic field events in U.S. residences.
Bioelectromagnetics. 2000 Apr;21(3):197-213.
- 43: Peychting M, Floderus B, Ahlbom A.
Parental occupational exposure to magnetic fields and childhood cancer (Sweden).
Cancer Causes Control. 2000 Feb;11(2):151-6.
- 44: Caplan LS, Schoenfeld ER, O'Leary ES, Leske MC.
Breast cancer and electromagnetic fields--a
Ann Epidemiol. 2000 Jan;10(1):31-44.
- 45: Chevalier A, Souques M, Coing F, Dab W, Lambrozo J.
Absenteeism and mortality of workers exposed to electromagnetic fields in the French Electricity Company.
Occup Med (Lond). 1999 Nov;49(8):517-24.
- 46: Wenzl TB.
Assessment of magnetic field exposures for a mortality study at a uranium enrichment plant.
Am Ind Hyg Assoc J. 1999 Nov-Dec;60(6):818-24.
- 47: Forssen UM, Peychting M, Rutqvist LE, Floderus B, Ahlbom A.
Occupational and residential magnetic field exposure and breast cancer in females.
Epidemiology. 2000 Jan;11(1):24-9.
- 48: Finkelstein MM.
Re: "Magnetic field exposure and cardiovascular disease mortality among electric utility workers".
Am J Epidemiol. 1999 Dec 1;150(11):1258-9.
- 49: van Wijngaarden E, Savitz DA, Kleckner RC, Mihlan G, Nylander-French LA, Dufort V, Cai J, Loomis D, Kromhout H.
Refinements in magnetic field exposure assignment for a case-cohort study of electrical utility workers.
Ann Occup Hyg. 1999 Oct;43(7):485-92.
- 50: Andrews KW, Savitz DA.
Accuracy of industry and occupation on death certificates of electric utility workers: implications for epidemiologic studies of magnetic fields and cancer.
Bioelectromagnetics. 1999 Dec;20(8):512-8.
- 51: Floderus B, Stenlund C, Persson T.
Occupational magnetic field exposure and site-specific cancer incidence: a Swedish cohort study.
Cancer Causes Control. 1999 Oct;10(5):323-32.
- 52: Bowman JD, Thomas DC, Jiang L, Jiang F, Peters JM.
Residential magnetic fields predicted from wiring configurations: I. Exposure model.
Bioelectromagnetics. 1999 Oct;20(7):399-413.
- 53: Kheifets LI, Gilbert ES, Sussman SS, Guenel P, Sahl JD, Savitz DA, Theriault G.
Comparative analyses of the studies of magnetic fields and cancer in electric utility workers: studies from France, Canada, and the United States.
Occup Environ Med. 1999 Aug;56(8):567-74.
- 54: Kliukiene J, Tynes T, Martinsen JI, Blaasaas KG, Andersen A.
Incidence of breast cancer in a Norwegian cohort of women with potential workplace exposure to 50 Hz magnetic fields.
Am J Ind Med. 1999 Jul;36(1):147-54.
- 55: Kheifets LI, Matkin CC.
Industrialization, electromagnetic fields, and breast cancer risk.
Environ Health Perspect. 1999 Feb;107 Suppl 1:145-54.
- 56: Pira E, Turbiglio M, Maroni M, Carrer P, La Vecchia C, Negri E, Iachetta R.
Mortality among workers in the geothermal power plants at Larderello, Italy.
Am J Ind Med. 1999 May;35(5):536-9.

- 57: Brainard GC, Kavet R, Kheifets LI.
The relationship between electromagnetic field and light exposures to melatonin and breast cancer risk: a review of the relevant literature.
J Pineal Res. 1999 Mar;26(2):65-100.
- 58: Sorahan T, Hamilton L, Gardiner K, Hodgson JT, Harrington JM.
Maternal occupational exposure to electromagnetic fields before, during, and after pregnancy in relation to risks of childhood cancers: findings from the Oxford Survey of Childhood Cancers, 1953-1981 deaths.
Am J Ind Med. 1999 Apr;35(4):348-57.
- 59: Savitz DA, Liao D, Sastre A, Kleckner RC, Kavet R.
Magnetic field exposure and cardiovascular disease mortality among electric utility workers.
Am J Epidemiol. 1999 Jan 15;149(2):135-42.
- 60: Zhu K, Weiss NS, Stanford JL, Daling JR, Stergachis A, McKnight B, Brawer MK, Levine RS.
Prostate cancer in relation to the use of electric blanket or heated water bed.
Epidemiology. 1999 Jan;10(1):83-5.
- 61: Rodvall Y, Ahlbom A, Stenlund C, Preston-Martin S, Lindh T, Spannare B.
Occupational exposure to magnetic fields and brain tumours in central Sweden.
Eur J Epidemiol. 1998 Sep;14(6):563-9.
- 62: Johansen C, Olsen JH.
Mortality from amyotrophic lateral sclerosis, other chronic disorders, and electric shocks among utility workers.
Am J Epidemiol. 1998 Aug 15;148(4):362-8.
- 63: Jeffers DE.
Comment on the paper: High-voltage overhead lines and radon daughter deposition.
Int J Radiat Biol. 1998 May;73(5):579-85.
- 64: Savitz DA, Checkoway H, Loomis DP.
Magnetic field exposure and neurodegenerative disease mortality among electric utility workers.
Epidemiology. 1998 Jul;9(4):398-404.
- 65: Hocking B.
Pulsed electromagnetic fields and cancer.
Occup Environ Med. 1998 Apr;55(4):288.
- 66: Loomis A, Kromhout H, Kleckner RC, Savitz DA.
Effects of the analytical treatment of exposure data on associations of cancer and occupational magnetic field exposure.
Am J Ind Med. 1998 Jul;34(1):49-56.
- 67: Savitz DA, Loomis DP, Tse CK.
Electrical occupations and neurodegenerative disease: analysis of U.S. mortality data.
Arch Environ Health. 1998 Jan-Feb;53(1):71-4.
- 68: Feychting M, Pedersen NL, Svedberg P, Floderus B, Gatz M.
Dementia and occupational exposure to magnetic fields.
Scand J Work Environ Health. 1998 Feb;24(1):46-53.
- 69: Villeneuve PJ, Agnew DA, Corey PN, Miller AB.
Alternate indices of electric and magnetic field exposures among Ontario electrical utility workers.
Bioelectromagnetics. 1998;19(3):140-51.
- 70: Johansen C, Olsen JH.
Risk of cancer among Danish utility workers--a nationwide cohort study.
Am J Epidemiol. 1998 Mar 15;147(6):548-55.
- 71: Cocco P, Dosemeci M, Heineman EF.
Occupational risk factors for cancer of the central nervous system: a case-control study on death certificates from 24 U.S. states.
Am J Ind Med. 1998 Mar;33(3):247-55.
- 72: Repacholi MH.
Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs.
Bioelectromagnetics. 1998;19(1):1-19.
- 73: Eriksson N, Hoog J, Mild KH, Sandstrom M, Stenberg B.
The psychosocial work environment and skin symptoms among visual display terminal workers: a case referent study.
Int J Epidemiol. 1997 Dec;26(6):1250-7.
- 74: Kheifets LI, Afifi AA, Buffler PA, Zhang ZW, Matkin CC.
Occupational electric and magnetic field exposure and leukemia. A meta-analysis.
J Occup Environ Med. 1997 Nov;39(11):1074-91.
- 75: Irgens A, Kruger K, Skorve AH, Irgens LM.
Male proportion in offspring of parents exposed to strong static and extremely low-frequency electromagnetic fields in Norway.
Am J Ind Med. 1997 Nov;32(5):557-61.
- 76: Badrinath P.

- Re: "Exposure to 50-Hz electric field and incidence of leukemia, brain tumors, and other cancers among French electric utility workers".
Am J Epidemiol. 1997 Oct 1;146(7):606-7.
- 77: Wenzl TB.
 Estimating magnetic field exposures of rail maintenance workers.
Am Ind Hyg Assoc J. 1997 Sep;58(9):667-71.
- 78: Kromhout H, Loomis DP, Kleckner RC, Savitz DA.
 Sensitivity of the relation between cumulative magnetic field exposure and brain cancer mortality to choice of monitoring data grouping scheme.
Epidemiology. 1997 Jul;8(4):442-5.
- 79: Feychting M, Forssen U, Floderus B.
 Occupational and residential magnetic field exposure and leukemia and central nervous system tumors.
Epidemiology. 1997 Jul;8(4):384-9.
- 80: Levallois P.
 Re: "Leukemia following occupational exposure to 60-Hz electric and magnetic fields among Ontario electric utility workers" and "cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989".
Am J Epidemiol. 1997 Mar 15;145(6):567-8.
- 81: Kromhout H, Loomis DP.
 The need for exposure grouping strategies in studies of magnetic fields and childhood leukemia.
Epidemiology. 1997 Mar;8(2):218-9.
- 82: Stenlund C, Floderus B.
 Occupational exposure to magnetic fields in relation to male breast cancer and testicular cancer: a Swedish case-control study.
Cancer Causes Control. 1997 Mar;8(2):184-91.
- 83: Davanipour Z, Sobel E, Bowman JD, Qian Z, Will AD.
 Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposure to electromagnetic fields.
Bioelectromagnetics. 1997;18(1):28-35.
- 84: Harrington JM, McBride DI, Sorahan T, Paddle GM, van Tongeren M.
 Occupational exposure to magnetic fields in relation to mortality from brain cancer among electricity generation and transmission workers.
Occup Environ Med. 1997 Jan;54(1):7-13.
- 85: Guene P, Nicolau J, Imbernon E, Chevalier A, Goldberg M.
 Exposure to 50-Hz electric field and incidence of leukemia, brain tumors, and other cancers among French electric utility workers.
Am J Epidemiol. 1996 Dec 15;144(12):1107-21.
- 86: Deadman JE, Armstrong BG, Theriault G.
 Exposure to 60-Hz magnetic and electric fields at a Canadian electric utility.
Scand J Work Environ Health. 1996 Dec;22(6):415-24.
- 87: Schoen D.
 Annals of conflicting results: looking back on electromagnetic field research.
CMAJ. 1996 Nov 15;155(10):1443-6.
- 88: Coogan PF, Clapp RW, Newcomb PA, Wenzl TB, Bogdan G, Mittendorf R, Baron JA, Longnecker MP.
 Occupational exposure to 60-hertz magnetic fields and risk of breast cancer in women.
Epidemiology. 1996 Sep;7(5):459-64.
- 89: Miller AB, To T, Agnew DA, Wall C, Green LM.
 Leukemia following occupational exposure to 60-Hz electric and magnetic fields among Ontario electric utility workers.
Am J Epidemiol. 1996 Jul 15;144(2):150-60.
- 90: Raabe GK, Wong O.
 Occupational electric and magnetic field exposure and brain cancer.
J Occup Environ Med. 1996 Jul;38(7):655-8.
- 91: Rothman KJ, Chou CK, Morgan R, Balzano Q, Guy AW, Funch DP, Preston-Martin S, Mandel J, Steffens R, Carlo G.
 Assessment of cellular telephone and other radio frequency exposure for epidemiologic research.
Epidemiology. 1996 May;7(3):291-8.
- 92: Tas S, Lauwerys R, Lison D.
 Occupational hazards for the male reproductive system.
Crit Rev Toxicol. 1996 May;26(3):261-307.
- 93: Wartenberg D.
 EMFs: cutting through the controversy.
Public Health Rep. 1996 May-Jun;111(3):204-17.
- 94: Valjus J.
 Health risks of electric and magnetic fields caused by high-voltage systems in Finland.

- Scand J Work Environ Health. 1996 Apr;22(2):85-93.
- 95: Beall C, Deizeil E, Cole P, Brill L.
Brain tumors among electronics industry workers.
Epidemiology. 1996 Mar;7(2):125-30.
- 96: Floderus B.
Is job title an adequate surrogate to measure magnetic field exposure?
Epidemiology. 1996 Mar;7(2):115-6.
- 97: Tynes T, Hannevik M, Andersen A, Vistnes AI, Haldorsen T.
Incidence of breast cancer in Norwegian female radio and telegraph operators.
Cancer Causes Control. 1996 Mar;7(2):197-204.
- 98: Szmigielski S.
Cancer morbidity in subjects occupationally exposed to high frequency (radiofrequency and microwave) electromagnetic radiation.
Sci Total Environ. 1996 Feb 2;180(1):9-17.
- 99: Goldsmith JR.
Epidemiological studies of radio-frequency radiation: current status and areas of concern.
Sci Total Environ. 1996 Feb 2;180(1):3-8.
- 100: Skotte JH.
Exposure to high-frequency transient electromagnetic fields.
Scand J Work Environ Health. 1996 Feb;22(1):39-44.
- 101: Reitan JB, Tynes T, Kvamshagen KA, Vistnes AI.
High-voltage overhead power lines in epidemiology: patterns of time variations in current load and magnetic fields.
Bioelectromagnetics. 1996;17(3):209-17.
- 102: Moen BE, Drablos PA, Pedersen S, Sjoen M, Thonnesen G.
Absence of relation between sick leave caused by musculoskeletal disorders and exposure to magnetic fields in an aluminum plant.
Bioelectromagnetics. 1996;17(1):37-43.
- 103: Wolff MS, Collman GW, Barrett JC, Huff J.
Breast cancer and environmental risk factors: epidemiological and experimental findings.
Annu Rev Pharmacol Toxicol. 1996;36:573-96.
- 104: Baris D, Armstrong BG, Deadman J, Theriault G.
A mortality study of electrical utility workers in Quebec.
Occup Environ Med. 1996 Jan;53(1):25-31.
- 105: Baris D, Armstrong BG, Deadman J, Theriault G.
A case cohort study of suicide in relation to exposure to electric and magnetic fields among electrical utility workers.
Occup Environ Med. 1996 Jan;53(1):17-24.
- 106: Heath CW Jr.
Electromagnetic field exposure and cancer: a review of epidemiologic evidence.
CA Cancer J Clin. 1996 Jan-Feb;46(1):29-44.
- 107: Wood AW.
Computer screens and brain cancer.
Australas Phys Eng Sci Med. 1995 Dec;18(4):167-76.
- 108: Kheifets LI, Afifi AA, Buffler PA, Zhang ZW.
Occupational electric and magnetic field exposure and brain cancer: a meta-analysis.
J Occup Environ Med. 1995 Dec;37(12):1327-41.
- 109: Storm FK.
Re: "Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989".
Am J Epidemiol. 1995 Nov 1;142(9):1007.
- 110: [No authors listed]
What occupations have been associated with brain cancer, and, more specifically, what is the connection between brain cancer and electric utility work?
J Occup Environ Med. 1995 Sep;37(9):1067-9.
- 111: Sobel E, Davanipour Z, Sulkava R, Erkinjuntti T, Wikstrom J, Henderson VW, Buckwalter G, Bowman JD, Lee PJ.
Occupations with exposure to electromagnetic fields: a possible risk factor for Alzheimer's disease.
Am J Epidemiol. 1995 Sep 1;142(5):515-24.
- 112: Moulder JE, Foster KR.
Biological effects of power-frequency fields as they relate to carcinogenesis.
Proc Soc Exp Biol Med. 1995 Sep;209(4):309-24.
- 113: Hardell L, Holmberg B, Walker H, Paulsson LE.
Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields and the risk of malignant diseases--an evaluation of epidemiological and experimental findings.
Eur J Cancer Prev. 1995 Sep;4 Suppl 1:3-107.
- 114: Stenberg B, Eriksson N, Mild KH, Hoog J, Sandstrom M, Sundell J, Wall S.
Facial skin symptoms in visual display terminal (VDT) workers. A case-referent study of personal, psychosocial, building- and

- VDT-related risk indicators.
Int J Epidemiol. 1995 Aug;24(4):796-803.
- 115: Lindbohm ML, Hietanen M.
 Magnetic fields of video display terminals and pregnancy outcome.
J Occup Environ Med. 1995 Aug;37(8):952-6.
- 116: Infante-Rivard C.
 Electromagnetic field exposure during pregnancy and childhood leukaemia.
Lancet. 1995 Jul 15;346(8968):177.
- 117: Pekkarinen J.
 Noise, impulse noise, and other physical factors: combined effects on hearing.
Occup Med. 1995 Jul-Aug;10(3):545-59.
- 118: Wenzl TB, Kriebel D, Eisen EA, Ellenbecker MJ.
 Comparisons between magnetic field exposure indices in an automobile transmission plant.
Am Ind Hyg Assoc J. 1995 Apr;56(4):341-8.
- 119: Cantor KP, Dosemeci M, Brinton LA, Stewart PA.
 Re: Breast cancer mortality among female electrical workers in the United States.
J Natl Cancer Inst. 1995 Feb 1;87(3):227-8.
- 120: Savitz DA, Loomis DP.
 Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers.
Am J Epidemiol. 1995 Jan 15;141(2):123-34.
- 121: Malkin R, Moss CE.
 Re: Breast cancer mortality among female electrical workers in the United States.
J Natl Cancer Inst. 1994 Dec 7;86(23):1801-2.
- 122: Armstrong B, Theriault G, Guenel P, Deadman J, Goldberg M, Heroux P.
 Association between exposure to pulsed electromagnetic fields and cancer in electric utility workers in Quebec, Canada, and France.
Am J Epidemiol. 1994 Nov 1;140(9):805-20.
- 123: Breyse PN, Matanoski GM, Elliott EA, Francis M, Kaune W, Thomas K.
 60 Hertz magnetic field exposure assessment for an investigation of leukemia in telephone lineworkers.
Am J Ind Med. 1994 Nov;26(5):681-91.
- 124: Wenzl TB.
 Cancer in Swedish railway workers.
Cancer Causes Control. 1994 Nov;5(6):581.
- 125: Tynes T, Reitan JB, Andersen A.
 Incidence of cancer among workers in Norwegian hydroelectric power companies.
Scand J Work Environ Health. 1994 Oct;20(5):339-44.
- 126: Delpizzo V.
 Epidemiological studies of work with video display terminals and adverse pregnancy outcomes (1984-1992).
Am J Ind Med. 1994 Oct;26(4):465-80.
- 127: London SJ, Bowman JD, Sobel E, Thomas DC, Garabrant DH, Pearce N, Bernstein L, Peters JM.
 Exposure to magnetic fields among electrical workers in relation to leukemia risk in Los Angeles County.
Am J Ind Med. 1994 Jul;26(1):47-60.
- 128: Loomis DP, Savitz DA, Ananth CV.
 Breast cancer mortality among female electrical workers in the United States.
J Natl Cancer Inst. 1994 Jun 15;86(12):921-5.
- 129: Sahl JD.
 Viral contacts confound studies of childhood leukemia and high-voltage transmission lines.
Cancer Causes Control. 1994 May;5(3):279-83.
- 130: Tynes T, Jynge H, Vistnes AI.
 Leukemia and brain tumors in Norwegian railway workers, a nested case-control study.
Am J Epidemiol. 1994 Apr 1;139(7):645-53.
- 131: McDiarmid MA, Breyse P, Lees PS, Curbow B, Kolodner K.
 Investigation of a spontaneous abortion cluster: lessons learned.
Am J Ind Med. 1994 Apr;25(4):463-75.
- 132: Floderus B, Tornqvist S, Stenlund C.
 Incidence of selected cancers in Swedish railway workers, 1961-79.
Cancer Causes Control. 1994 Mar;5(2):189-94.
- 133: Savitz DA, Boyle CA, Holmgren P.
 Prevalence of depression among electrical workers.
Am J Ind Med. 1994 Feb;25(2):165-76.
- 134: Rosenbaum PF, Vena JE, Zielezny MA, Michalek AM.
 Occupational exposures associated with male breast cancer.
Am J Epidemiol. 1994 Jan 1;139(1):30-6.
- 135: Savitz DA, Ohya T, Loomis DP, Senior RS, Bracken TD, Howard RL.
 Correlations among indices of electric and magnetic

- field exposure in electric utility workers.
Bioelectromagnetics. 1994;15(3):193-204.
- 136: Paul M, Hammond SK, Abdollahzadeh S.
 Power frequency magnetic field exposures among nurses in a neonatal intensive care unit and a normal newborn nursery.
Bioelectromagnetics. 1994;15(6):519-29.
- 137: Siemiatycki J.
 Problems and priorities in epidemiologic research on human health effects related to wiring code and electric and magnetic fields.
Environ Health Perspect. 1993 Dec;101 Suppl 4:135-41.
- 138: Shaw GM, Croen LA.
 Human adverse reproductive outcomes and electromagnetic field exposures: review of epidemiologic studies.
Environ Health Perspect. 1993 Dec;101 Suppl 4:107-19.
- 139: Paneth N.
 Neurobehavioral effects of power-frequency electromagnetic fields.
Environ Health Perspect. 1993 Dec;101 Suppl 4:101-6.
- 140: Marcus M, Golden A.
 Re: "Magnetic fields of video display terminals and spontaneous abortion".
Am J Epidemiol. 1993 Nov 15;138(10):902-3; discussion 903-5.
- 141: Floderus B, Persson T, Stenlund C, Wennberg A, Ost A, Knave B.
 Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors: a case-control study in Sweden.
Cancer Causes Control. 1993 Sep;4(5):465-76.
- 142: Guenel P, Raskmark P, Andersen JB, Lynge E.
 Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark.
Br J Ind Med. 1993 Aug;50(8):758-64.
- 143: Kuijten RR, Bunin GR.
 Risk factors for childhood brain tumors.
Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 1993 May-Jun;2(3):277-88.
- 144: Savitz DA.
 Overview of epidemiologic research on electric and magnetic fields and cancer.
Am Ind Hyg Assoc J. 1993 Apr;54(4):197-204.
- 145: Matanoski GM, Elliott EA, Breysse PN, Lynberg MC.
 Leukemia in telephone linemen.
Am J Epidemiol. 1993 Mar 15;137(6):609-19.
- 146: Sahl JD, Kelsh MA, Greenland S.
 Cohort and nested case-control studies of hematopoietic cancers and brain cancer among electric utility workers.
Epidemiology. 1993 Mar;4(2):104-14.
- 147: Savitz DA, Pearce N, Poole C.
 Update on methodological issues in the epidemiology of electromagnetic fields and cancer.
Epidemiol Rev. 1993;15(2):558-66.
- 148: Richardson S, Zittoun R, Bastuji-Garin S, Lasserre V, Guihenneuc C, Cadiou M, Viguie F, Laffont-Faust I.
 Occupational risk factors for acute leukaemia: a case-control study.
Int J Epidemiol. 1992 Dec;21(6):1063-73.
- 149: Lindbohm ML, Hietanen M, Kyyronen P, Sallmen M, von Nandelstadh P.
 Taskinen H, Pekkarinen M, Ylikoski M, Hemminki K.
 Magnetic fields of video display terminals and spontaneous abortion.
Am J Epidemiol. 1992 Nov 1;136(9):1041-51.
- 150: Marshall EG, Gensburg LJ, Roth GB, Davidson GK, Diugosz LJ.
 Comparison of mother's occupation and industry from the birth certificate and a self-administered questionnaire.
J Occup Med. 1992 Nov;34(11):1090-6.
- 151: Jauchem JR.
 Epidemiologic studies of electric and magnetic fields and cancer: a case study of distortions by the media.
J Clin Epidemiol. 1992 Oct;45(10):1137-42.
- 152: Tynes T, Andersen A, Langmark F.
 Incidence of cancer in Norwegian workers potentially exposed to electromagnetic fields.
Am J Epidemiol. 1992 Jul 1;136(1):81-8.
- 153: Eriksson M, Karlsson M.
 Occupational and other environmental factors and multiple myeloma: a population based case-control study.
Br J Ind Med. 1992 Feb;49(2):95-103.
- 154: Theriault G.
 Electromagnetic fields and cancer risks.
Rev Epidemiol Sante Publique. 1992;40 Suppl 1:S55-62.
- 155: Tenforde TS.
 Biological interactions and potential health effects of

- extremely-low-frequency
magnetic fields from power lines and other common
sources.
Annu Rev Public Health. 1992;13:173-96.
156: Cartwright RA, Staines A.
Acute leukaemias.
Baillieres Clin Haematol. 1992 Jan;5(1):1-26.
157: Kraut A, Chan E, Liou PJ, Cohen FB, Goldstein
BD, Landrigan PJ.
Epidemiologic investigation of a cancer cluster in
professional football
players.
Environ Res. 1991 Dec;56(2):131-43.
158: Spinelli JJ, Band PR, Svirchev LM, Gallagher
RP.
Mortality and cancer incidence in aluminum reduction
plant workers.
J Occup Med. 1991 Nov;33(11):1150-5.
159: Larsen AL.
Congenital malformations and exposure to
high-frequency electromagnetic
radiation among Danish physiotherapists.
Scand J Work Environ Health. 1991 Oct;17(5):318-23.
160: Tornqvist S, Knave B, Ahlbom A, Persson T.
Incidence of leukaemia and brain tumours in some
"electrical occupations".
Br J Ind Med. 1991 Sep;48(9):597-603.
161: Gallagher RP, McBride ML, Band PR, Spinelli
JJ, Threlfall WJ, Tamara S.
Brain cancer and exposure to electromagnetic fields.
J Occup Med. 1991 Sep;33(9):944-5.
162: Demers PA, Thomas DB, Rosenblatt KA,
Jimenez LM, McTiernan A, Stalsberg H,
Stemhagen A, Thompson WD, Curnen MG, Satariano
W, et al.
Occupational exposure to electromagnetic fields and
breast cancer in men.
Am J Epidemiol. 1991 Aug 15;134(4):340-7.
163: Kavet R, Tell RA.
VDTs: field levels, epidemiology, and laboratory
studies.
Health Phys. 1991 Jul;61(1):47-57.
164: Anderson LE.
ELF: exposure levels, bioeffects, and epidemiology.
Health Phys. 1991 Jul;61(1):41-6.
165: Goldberg RB, Creasey WA.
A review of cancer induction by extremely low
frequency electromagnetic fields.
Is there a plausible mechanism?
Med Hypotheses. 1991 Jul;35(3):265-74.
166: Juutilainen J.
Effects of low-frequency magnetic fields on
embryonic development and pregnancy.
Scand J Work Environ Health. 1991 Jun;17(3):149-58.
167: Lin JC.
Perspectives on health effects of electric and magnetic
fields.
Percept Mot Skills. 1991 Feb;72(1):249-50.
168: Robinson CF, Lalich NR, Burnett CA, Sestito
JP, Prazier TM, Fine LJ.
Electromagnetic field exposure and leukemia mortality
in the United States.
J Occup Med. 1991 Feb;33(2):160-2.
169: Mack W, Preston-Martin S, Peters JM.
Astrocytoma risk related to job exposure to electric
and magnetic fields.
Bioelectromagnetics. 1991;12(1):57-66.
170: Taylor H.
EMF primer.
NEHW Health Watch. 1991;11(4):5-6.
171: Goldsmith JR.
Incorporation of epidemiological findings into radiation
protection standards.
Public Health Rev. 1991-92;19(1-4):19-34.
172: Pachocki KA, Gajewski AK.
Exposure to electromagnetic fields and risk of
leukemia.
Rocz Panstw Zakl Hig. 1991;42(3):217-21.
173: Loomis DP, Savitz DA.
Mortality from brain cancer and leukaemia among
electrical workers.
Br J Ind Med. 1990 Sep;47(9):633-8.
174: Bunin GR, Ward E, Kramer S, Rhee CA,
Meadows AT.
Neuroblastoma and parental occupation.
Am J Epidemiol. 1990 May;131(5):776-80.
175: Gallagher RP, McBride ML, Band PR, Spinelli
JJ, Threlfall WJ, Yang P.
Occupational electromagnetic field exposure, solvent
exposure, and leukemia.
J Occup Med. 1990 Jan;32(1):64-5.
176: Theriault G.
Cancer risks due to exposure to electromagnetic
fields.
Recent Results Cancer Res. 1990;120:166-80.
177: Marcus M.
Epidemiologic studies of VDT use and pregnancy
outcome.
Reprod Toxicol. 1990;4(1):51-6.
178: Johnson CC, Spitz MR.
Childhood nervous system tumours: an assessment of
risk associated with paternal

- occupations involving use, repair or manufacture of electrical and electronic equipment.
- Int J Epidemiol. 1989 Dec;18(4):756-62.
- 179: Kristensen TS.
- Cardiovascular diseases and the work environment. A critical review of the epidemiologic literature on nonchemical factors.
- Scand J Work Environ Health. 1989 Jun;15(3):165-79.
- 180: Kristensen TS.
- Work environment and cardiovascular diseases. A short review of the literature.
- J UOEH. 1989 Mar 20;11 Suppl:120-33.
- 181: Coleman M, Beral V.
- A review of epidemiological studies of the health effects of living near or working with electricity generation and transmission equipment.
- Int J Epidemiol. 1988 Mar;17(1):1-13.
- 182: Knave B, Floderus B.
- Exposure to low-frequency electromagnetic fields--a health hazard?
- Scand J Work Environ Health. 1988;14 Suppl 1:46-8.
- 183: Speers MA, Dobbins JG, Miller VS.
- Occupational exposures and brain cancer mortality: a preliminary study of east Texas residents.
- Am J Ind Med. 1988;13(6):629-38.
- 184: Kolmodin-Hedman B, Hansson Mild K, Hagberg M, Jonsson E, Andersson MC, Eriksson A.
- Health problems among operators of plastic welding machines and exposure to radiofrequency electromagnetic fields.
- Int Arch Occup Environ Health. 1988;60(4):243-7.
- 185: Stern RM.
- Cancer incidence among welders: possible effects of exposure to extremely low frequency electromagnetic radiation (ELF) and to welding fumes.
- Environ Health Perspect. 1987 Dec;76:221-9.
- 186: Michaelson SM.
- Influence of power frequency electric and magnetic fields on human health.
- Ann N Y Acad Sci. 1987;502:55-75.
- 187: Wertheimer N, Leeper E.
- Magnetic field exposure related to cancer subtypes.
- Ann N Y Acad Sci. 1987;502:43-54.
- 188: Sheikh K.
- Exposure to electromagnetic fields and the risk of leukemia.
- Arch Environ Health. 1986 Jan-Feb;41(1):56-63.
- 189: Calle EE, Savitz DA.
- Leukemia in occupational groups with presumed exposure to electrical and magnetic fields.
- N Engl J Med. 1985 Dec 5;313(23):1476-7.
- 190: Milham S Jr.
- Mortality in workers exposed to electromagnetic fields.
- Environ Health Perspect. 1985 Oct;62:297-300.
- 191: Lin RS, Dischinger PC, Conde J, Farrell KP.
- Occupational exposure to electromagnetic fields and the occurrence of brain tumors. An analysis of possible associations.
- J Occup Med. 1985 Jun;27(6):413-9.

[부록 2 - 2]

WHO Database Search Results (Database last updated on May 30, 2002)

Criteria: Study Type=Epidemiology

1. Davis, R.L.
Testicular cancer incidence due to police radar exposure
Am J Ind Med (1993) 24(2):231-233
2. Grayson, J.K.
900 MHz (GSM) exposure on eye pathology
Ongoing
3. Hocking, B.
900 MHz (GSM) exposure on headache occurrence in humans (survey through questionnaire)
Occup Med (London) (1998) 48(6):357-360
4. Mild, K.H.; Oftedal, G. & Mild
900 MHz (NMT vs GSM exposure), effects on headaches & fatigue in humans
Occup Med (2001) 51:25-35; Occup Med (2000) 50:237-45; www.nilw.se/fakta/summery.pdf
5. Bielski
3-7 GHz Radio Tower & 4-18 MHz glueing machine exposure and health parameters in humans
Ann N Y Acad Sci (1994) 724:435-437; Med Pr (1996) 47:227-231; Pol Tyg Lek (1976) 31:1369-1372
6. Harrington
Radio Tower feasibility study
Ongoing
7. Redelmeier
Vehicular accidents due to cellular telephone use (Canada)
New England J Med (1997) 336:453-458
8. Inskip & Linet
Brain tumor, acoustic neuroma & meningioma incidence in humans (n=700) and cellular telephone use (US)
N Engl J Med (2001) 344:79-86
9. Cardis, E./IARC
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors (IARC study supervisor)
Ongoing
10. KIMOBILE
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Sweden (IARC study site)
Ongoing
11. Armstrong, B.
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Australia (IARC study site)
Ongoing
12. Johansen, C / ICEDCS
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Denmark (IARC study site)
Ongoing
13. Morgan, R.W.
Total cancer incidence in Motorola employees occupationally exposed to RF
Epidemiology (2000) 11:118-127
14. Rothman, K.
800 & 1900 MHz (cell phone use) and total mortality in the USA
Epidemiology (1996) 7(3):303-305
15. Rothman, K.
800 & 1900 MHz (cell phone use) and brain tumor incidence
Ongoing
16. Johansen, C / ICEDCS
900 & 1800 MHz (GSM) cell phone use and cancer incidence & mortality in Denmark
Journal of the National Cancer Institute (2001) 93:203-206
17. Szmigielski, S.
Total cancer incidence due to 2450 MHz & other RF exposures in Polish military workers
Sci Total Environ (1996) 180(1):9-17
18. Dolk, H.
Leukemia incidence and residential proximity to radiobroadcasting towers
Am J Epidemiology (1997) 145:1-9; Am J Epidemiology (1997) 145:10-17; Am J Epidemiology (2001) 153:202-204
19. Hocking, B.
Leukemia incidence and mortality and residential proximity to radiobroadcasting towers
Med J Australia (1996) 165(11-12):601-605
20. McKenzie, D.R.
Response to Hocking (Med J Australia (1996) 165(11-12):601-605) - Radiobroadcasting tower comparative study
Austr & New Zealand J Public Health (1997) 22:360-367
21. Muscat, J.
800 & 1900 MHz (cell phone use) and glioblastoma, astrocytoma & acoustic neuroma incidence

- Neurology (2002) 58: 1304-1306; JAMA (2000) 284:3001-3007
22. Selvin, S.
Leukemia incidence in the area surrounding a radiobroadcast tower in San Francisco
Soc Sci Med (1992) 34(7):769-777
23. Robinette CD, Silverman C and Groves FD, Page WF, Boice JD, Beebe GW
Total cancer incidence and proximity to Naval microwave instruments
Am J Epidemiol (2002)155:810-818; Am J Epidemiol (1980) 112:39-53; Am J Epidemiol (1981) 113:201-202
24. Hardell, L.
Brain tumor incidence and cellular telephone use
European J Cancer Prevention (2002)(in press); European J Cancer Prevention (2001) 10:1-7; International J Oncology (1999) 15:113-116; MedGenMed (2000) [internet journal]; [Lancet - rejected]
25. Maskarinec, G
Leukemia incidence and residential proximity to radiobroadcast towers
J Environ Pathol Toxicol Oncol (1994) 13(1):33-37
26. Tynes, T.
Breast cancer incidence in female radio & telegraph operators
Cancer Causes Control (1996) 7(6):197-204; Am J Epidemiol (1992) 136:81-88
27. Armstrong, B.
Total cancer incidence in utility workers in Canada and France (with exposure to both RF & ELF)
Am J Epidemiol (1994) 140(9):805-820
28. Thomas, T.L.
Brain tumors in electrical and electronics workers occupationally exposed to microwaves
J Natl Cancer Inst (1987) 79(2):233-238
29. Hayes, R.B.
Testicular tumors and exposure to microwaves
Int J Epidemiol (1990) 19:825-831
30. Demers, P.A.
Male breast cancer and microwave exposure
Am J Epidemiol (1991) 134(4):340-347
31. Cantor, K.P.
Breast cancer mortality and microwave exposure in females
J Occup Environ Med (1995) 37(3):336-348
32. Holly, E.A.
Intraocular melanoma incidence and microwave exposure history
Epidemiology (1996) 7:55-61
33. Garson, O.E.
400 kHz to 20GHz RF exposure (at or below Australian occupational limits) on chromosomal abnormalities in blood cells of Australian Radio-linemen.
Med J Aust (1991) 155(5):289-292
34. Schuz, J./JOGUMZ
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Germany (IARC study site)
21st Bioelectromagnetics Society Meeting (Long Beach, 1999)
35. Michaelis, J.
Ongoing
36. Kabuto, M.
Residents near ELF sources (50-60 Hz) analyzed for leukemia incidence
Ongoing
37. Woodward
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in New Zealand (IARC study site)
Ongoing
38. STUCK
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Finland (IARC study site)
Ongoing
39. UCLB
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in France (IARC study site)
Ongoing
40. TEL HASHOMER
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Isreal (IARC study site)
Ongoing
41. ISS
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Italy (IARC study site)
Ongoing
42. NRPA
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Norway (IARC study site)
Ongoing
43. Swerdlow AJ, Shoemaker, Houlston, Greaves, Linch
900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in South

East England (IARC study site)

44. Cartwright R, McKinney P, Sorahan T, Muir K, Van Tongeren M

900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in England (IARC study site)

Ongoing

45. INRS-LAF

900 & 1800 MHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Canada (IARC study site)

Ongoing

46. Ohkubo, C.

1.4 GHz (analogue & GSM) cell phone use & incidence of brain, head, and neck tumors in Japan (IARC study site)

Ongoing

47. Beall, C.

Brain and CNS cancer incidence in electronics workers

Epidemiology (1996) 7:125-130

48. Gallagher, R.P.

Brain cancer incidence in RF and electronics workers
J Occup Med (1991) 33:944-945

49. Grayson, J.K.

Brain cancer incidence in US Air Force personnel exposed to microwaves

Am J Epidemiol (1996) 143:480-486

50. Hill, D.G.

Cancer (including brain tumor and leukemia) incidence in MIT radar lab workers

12th Bioelectromagnetics Society Meeting (San Antonio TX, 1990)

51. Lilienfeld, A.M.

Brain tumor and leukemia incidence in US embassy staff in Moscow

NTIS Document No. PB-28B 163/9GA Dept. of State, Washington DC, Final Report, 1978

52. Milham, S.

Brain tumor and leukemia/lymphoma incidence in amateur radio operators (cohort study)

Am J Epidemiol (1988) 127:50-54; Environ Health Perspect (1985) 62:297-300; Lancet (1986) 2:812; Am J Epidemiol (1988) 128:1175-1176; New England J Med (1982) 307:249; US Dept Health Human Serv. / NIOSH report (1993)

53. Preston-Martin, S.

Brain tumors incidence in men employed in jobs with electromagnetic field exposure

Cancer Research (1989) 49:6137-6143; Am J Epidemiol (1990) 132:776

54. Speers, M.A.

Brain tumors incidence in men employed in jobs with electromagnetic field exposure

Am J Ind Med (1988) 13:629-638

55. Coleman, M.P.

Leukemia incidence in men employed in jobs with electrical or RF exposure

Lancet (1983) 1:982-983; Lancet (1985) 2:106-107; Br J Cancer (1989) 60:793-798; Int J Epidemiol (1988) 17(1):1-13; Eur J Cancer (1991) 27:1504-1519; Lancet (1990) 336:1259

56. Pearce, N.

Leukemia incidence in men employed in jobs with electromagnetic field exposure

Cancer Causes Control (2001) 12:683-689; Int J Epidemiol (1989) 18:55-59; Lancet (1988) 2:48; Lancet (1985) 1:811-812

57. Wiklund, K.

Leukemia incidence in telephone operators in Sweden
Int J Epidemiol (1981) 10:373-376

58. Wright, W.E.

Leukemia incidence in men employed in jobs with ELF electromagnetic field exposure

Lancet (1982) 2:1160-1161

59. Adang D

HAWK and NIKE radar emission exposure and leukemia & lymphoma incidence in military personnel

Ongoing

60. Chia, S.E.

900 MHz (GSM) exposure to humans and analysis of CNS function & headaches

Environ. Health Persp. (2000) 108:1-8

61. Stang, A.

900 & 1800 MHz (GSM) cell phone exposure and case control study of uveal melanoma (eye cancer)

Epidemiology (2001) 12:7-12

62. Cleary, S., Liu, C.

Occupational MW exposure to civilian & military personnel and analysis of cataracts

Arch Environ Health (1966) 12(1):23-29; Arch Environ Health (1965) 11(2):179-182

63. Mitchell, P. and Rose, K.

900 MHz (AMPS, CDMA, GSM) effects on visual & auditory pathology in humans

Ongoing

64. Dunn, Wright, Eavis, and Preece

cell phone base station exposure and analysis of childhood cancer and leukemia incidence

BEMS (2001) St. Paul MN

65. Santini, R.

900 MHz (GSM) exposure to humans and analysis

- of headache, sleep disorders, concentration difficulty, loss of memory, tiredness, etc
BEMS (2001) St. Paul MN
66. Richter E, Berman T, Ben-Michael E, Laster R, Westin JB
RF exposure to radar technicians and analysis of cancer incidence
Int J Occup Environ Health (2000) 6:187-93
67. Lalic, H., Lekic, A., Radosevic-Stasic, B.
Occupational exposure to RF from radio relay stations and chromosome abnormalities in lymphocytes
Acta Medica Okayama (2001) 55:117-127
68. Boscolo, P.
Women exposed to RF from broadcasting towers and effects on immune function
Sci. Total Environ (2001) 273:1-10
69. Auvinen, A., Hietanen, M., Luukkonen, R., Koskela, R.S.
900 & 1800 MHz (GSM & NMT) phone use and analysis of brain and salivary gland tumors.
Epidemiology (2002) 13:356-359
70. Datsenko, V.I., Karachev, I.I.
VHF and UHF Radiobroadcast tower exposure and the incidence of health problems in children
EBEA 2001 meeting, Helsinki Finland
71. (unknown)
Cell phone use in Korea and survey of headache, fatigue, and other subjective symptoms
Ongoing
72. Ahn, Yoon-Ok
Cell phone use in Korea and cancer incidence
WHO Meeting on EMF Biological Effects, Seoul Korea, 2001
73. Datsenko, V.I., Karachev, I.I.
450 MHz (NMT) exposure from cell phone use in the Ukraine and reports of headaches
Environment and Health (in press)
74. Ha, M; Im, HJ. ; Cho, SH; Park, SK; Im, HJ; Pack JK; Yoo, D-S
Broadcast tower exposure in adults as well as children living in Korea and analysis of cancer incidence
Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine (2001) 13:296-305; The Proceedings of the Korean Electromagnetic Engineering Society (2001) 12(2); 88-97
75. Czerski P
Occupational MW exposure and analysis of nervous, GI, cardio, lens, and subjective disorders
Aerosp Med (1974) 45:1137-1142; Aerosp Med (1974) 45:1143-1145; Aerosp Med (1974) 45:1146-1148
76. Ouellet-Hellstrom, R, Stewart, WF
27.12 MHz (CW), 915 MHz (CW), and 2450 MHz (CW) exposure from medical diathermy units and the incidence of miscarriages
Am J Epidemiology (1993) 138:775-85; Am J Epidemiology (1995) 141(3):273-274; Am. J. Epidemiology (1995) 141:274; NIOSH Final Report (1991)
77. Burns, P.C.
Mobile phone use and vehicular accidents
Ongoing
78. Elliot P, Jarup L, Ahlbom A
900 MHz (GSM) exposure to a large cohort in England and correlation with disease
Ongoing
79. Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, Christensen HC and Olsen JH
900 & 1800 MHz (GSM) cell phone use and incidence of melanoma in the eye
British J Cancer (2002) 86:348-349
80. Spitz, MR, Johnson, CC
Case control study of children with neuroblastoma and paternal occupational exposure to electromagnetic fields
Am J Epidemiology (1985) 121:924-929
81. Zaret MM, Snyder WZ, Birenbaum L.
Case study of occupational exposure to thermal and RF energy and the development of cataract and retinal pathology
Br J Ophthalmol (1976) 60:632-7
82. Silverman C
Review of MW epidemiologic studies up to 1985
Epidemiology and Quantitation of Environmental Risk in Humans from Radiation and other Agents (Book, 1985, Plenum Publishing Co)
83. Garland FC
MW exposure to US Navy personnel and analysis of non-Hodgkins lymphoma incidence
Arch. Environ. Health (1988) 43:425 - 429, Am. J. Epidemiol. (1990) 132:293-303; Int. J. Epidemiol. (1987) 16:367-372; Am. J. Epidemiol. (1988) 127:411-414
84. Grajewski B
Heat sealer operators exposed to RF were analyzed for serum quality
J Occup Environ Med (2000) 42:993-1005
85. Lagorio S, Rossi S, Vecchia P
Heat sealer operators were analyzed for cancer mortality in a cohort study
Bioelectromagnetics (1997) 18:418-421
86. Muhm JM

Boeing employees exposed to UWB RF analyzed for
cancer mortality
J Occup Med (1992) 34:287-292

[부록 2 - 3]

IEEE Database Search Results (Database last updated on May 29, 2002)

There are 150 studies that match your criteria.

Criteria: IEEE Study Type=Epidemiology

No: 28

NEUROBLASTOMA AND PARENTAL OCCUPATION

Am. J. Epidemiol., Vol. 131, Pg. 776 - 780, 1990

Bunin G. R., Ward E., Kramer S., Rhee C. A.,
Meadows A. T.

No: 29

HEALTH PROFILE OF U.S. NAVY PILOTS OF ELECTRONICALLY MODIFIED AIRCRAFT

Aviat., Space, & Environ. Med., , Pg. - , 1988

Burr R. G., Hoiberg A.

No: 37

HEALTH EFFECTS OF ENVIRONMENTAL ELECTROMAGNETIC FIELDS

J. Bioelectricity, Vol. 8, Pg. 127 - 131, 1989

Chiang H., Yao G. D., Fang Q. S., Wang K. Q., Lu
D. Z., Zhou Y. K.

No: 53

INCREASED INCIDENCE OF MALIGNANT MELANOMA OF THE SKIN IN WORKERS IN A TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY

Br. J. Ind. Med., Vol. 45, Pg. 824 - 828, 1988

De Guire L., Theriault G., Iturra H., Provencher S.,
Cyr D., Case B. W.

No: 54

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS AND BREAST CANCER IN MEN

Am. J. Epidemiol., Vol. 134, Pg. 340 - 347, 1991

Demers P. A., Thomas D. B., Rosenblatt K. A.,
Jimenez L. M., McTiernan A., et al. .

No: 78

NON-HODGKIN'S LYMPHOMAS IN U.S. NAVY PERSONNEL

Arch. Environ. Health, Vol. 43, Pg. 425 - 429, 1988

Garland F. C., Gorham E. D., Garland C. F., Ferns
J. A.

No: 79

INCIDENCE OF LEUKEMIA IN OCCUPATIONS WITH POTENTIAL ELECTROMAGNETIC FIELD EXPOSURE IN UNITED STATES NAVY

PERSONNEL

Am. J. Epidemiol., Vol. 132, Pg. 293 - 303, 1990

Garland F. C., Shaw E., Gorham E. D., Garland C.
F., White M. R., Sinsheimer P. J.

No: 102

REPLY TO "CANCER MORTALITY AND AIR FORCE BASES: A REEVALUATION" [Letter]

J. Bioelectricity, Vol. 4, Pg. 129 - 131, 1985

Lester J. R.

No: 112

HEALTH PROBLEMS AMONG OPERATORS OF PLASTIC WELDING MACHINES AND EXPOSURE TO RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS

Int. Arch. Occup. Environ. Health, Vol. 60, Pg. 243 -
247, 1988

Kolmodin-Hedman B., Hansson Mild K., Hagberg
M., J E., Andersson M. C.

No: 116

RE: "INCREASED MORTALITY IN AMATEUR RADIO OPERATORS DUE TO LYMPHATIC AND HEMATOPOIETIC MALIGNANCIES" [Letter and Reply]

Am. J. Epidemiol., Vol. 128, Pg. 1384 - 1385, 1988

Kurt T. L., Milham S.

No: 137

LEUKEMIAS AND OCCUPATION IN SWEDEN: A REGISTRY-BASED ANALYSIS

Am. J. Ind. Med., Vol. 14, Pg. 319 - 330, 1988

Linet M. S., Malker H. S., McLaughlin J. K.,
Weiner J. A., Stone B. J., et al. .

No: 156

INCREASED MORTALITY IN AMATEUR RADIO OPERATORS DUE TO LYMPHATIC AND HEMOPOIETIC MALIGNANCIES

Am. J. Epidemiol., Vol. 127, Pg. 50 - 54, 1988

Milham S.

No: 157

MORTALITY BY LICENSE CLASS IN AMATEUR RADIO OPERATORS

Am. J. Epidemiol., Vol. 128, Pg. 1175 - 1176, 1988

Milham S.

No: 165

AN EPIDEMIOLOGIC CASE-CONTROL STUDY OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM TUMORS IN CHILDREN AND PARENTAL OCCUPATIONAL EXPOSURES

Am. J. Epidemiol., Vol. 128, Pg. 1256 - 1265, 1988

Nasca P. C., Baptiste M. S., MacCubbin P. A.,
Metzger B. B., Carlton K., et al. .

No: 168

MICROWAVE EFFECTS ON THE CENTRAL
NERVOUS SYSTEM--A STUDY OF RADAR
MECHANICS

Health Phys., Vol. 56, Pg. 777 - 779, 1989

Nilsson R., Hamnerius Y., Hansson Mild K.,
Hansson H. A., Hjelmqvist E., et al. .

No: 174

LEUKEMIA IN ELECTRICAL WORKERS IN NEW
ZEALAND: A CORRECTION [Letter]

Lancet, Vol. 2, Pg. 48 - , 1988

Pearce N. E.

No: 196

OCCUPATIONAL EXPOSURES AND BRAIN
CANCER MORTALITY: A PRELIMINARY STUDY
OF EAST TEXAS RESIDENTS

Am. J. Ind. Med., Vol. 13, Pg. 629 - 638, 1988

Speers M. A., Dobbins J. G., Miller V. S.

No: 204

BRAIN TUMOR MORTALITY RISK AMONG MEN
WITH ELECTRICAL AND ELECTRONICS JOBS: A
CASE-CONTROL STUDY

J. Nat. Cancer Inst., Vol. 79, Pg. 233 - 238, 1987

Thomas T. L., Stolley P. D., Stemhagen A.,
Fontham E. T., Bleecker M. L., et al. .

No: 208

INCIDENCE OF LEUKAEMIA AND BRAIN
TUMOURS IN SOME "ELECTRICAL
OCCUPATIONS"

Brit. J. Indust. Med., Vol. 48, Pg. 597 - 603, 1991

Tornqvist S., Knave B., Ahlbom A., Persson T.

No: 212

PATERNAL OCCUPATION AND BRAIN CANCER
IN OFFSPRING: A MORTALITY-BASED
CASE-CONTROL STUDY

Am. J. Ind. Med., Vol. 14, Pg. 299 - 318, 1988

Wilkins J. R., Koutras R. A.

No: 224

FACTORS ASSOCIATED WITH THE INCIDENCE
OF CONGENITAL ANOMALIES: A LOCALIZED
INVESTIGATION

, , Pg. - , 1977

Burdeshaw J. A., Schaffer S.

No: 228

PARENTAL FACTORS IN DOWN'S
SYNDROME-RESULTS OF THE SECOND
BALTIMORE CASE-CONTROL STUDY
POPULATION GENETICS-STUDIES IN HUMANS,
Academic Press, Pg. 301 - 352, 1977

Cohen B. H., Lilienfeld A. M., Kramer S., Hyman L.
C.

No: 229

LEUKAEMIA MORTALITY IN AMATEUR RADIO
OPERATORS

Lancet. , Pg. 106 - 107, 1985

Coleman M.

No: 236

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO NON-IONIZING
RADIATION AND AN ASSOCIATION WITH
HEART DISEASE: AN EXPLORATORY STUDY
J. Chron. Dis., Vol. 36, Pg. 791 - 802, 1983

Hamburger S., Logue J. N., Silverman P. M.

No: 237

MICROWAVE CATARACT IN RADIOLINEMEN
AND CONTROLS

Lancet, Vol. 2, Pg. 406 - 407, 1984

Hollows F. C., Douglas J. B.

No: 238

CHILDHOOD NERVOUS SYSTEM TUMOURS: AN
ASSESSMENT OF RISK ASSOCIATED WITH
PATERNAL OCCUPATIONS INVOLVING USE
REPAIR OR MANUFACTURE OF ELECTRICAL
AND ELECTRONIC EQUIPMENT

Int. J. Epidemiology, Vol. 18, Pg. 756 - 762, 1989

Johnson C. C., Spitz M. R.

No: 241

DELIVERY OUTCOME AMONG
PHYSIOTHERAPISTS IN SWEDEN: IS
NON-IONIZING RADIATION A FETAL HAZARD?
Arch. Environ. Health, Vol. 37, Pg. 81 - 85, 1982

Kallen B., Malmquist G., Moritz U.

No: 242

NEUROLOGIC FINDINGS IN PERSONS EXPOSED
TO MICROWAVES

BIOLOGIC EFFECTS AND HEALTH HAZARDS OF
MICROWAVE RADIATION, Polish Medical
Publishers, Pg. 268 - 272, 1974

Klimkova-Deutschova E.

No: 246

CANCER MORTALITY AND AIR FORCE BASES
J. Bioelectricity, Vol. 1, Pg. 77 - 82, 1982

Lester J. R., Moore D. F.

No: 247

CANCER INCIDENCE AND ELECTROMAGNETIC
RADIATION

J. Bioelectricity, Vol. 1, Pg. 59 - 76, 1982

Lester J. R., Moore D. F.

No: 248

FOREIGN SERVICE HEALTH STATUS STUDY:
EVALUATION OF STATUS OF FOREIGN
SERVICE AND OTHER EMPLOYEES FROM
SELECTED EASTERN EUROPEAN POSTS

NTIS Document No. PB-28B 163/9GA Dept. of State,

- Washington DC, Final Report, Dept. of Epidemiology, School of Hygiene Public Health, Johns Hopkins University, Baltimore, MD, Pg. - , 1978
- Lilienfeld A. M., Tonascia J., Tonascia S., Libauer C. H., Cauthen G. M., et al. .
- No: 251
- RE: "EFFECTS UPON HEALTH OF OCCUPATIONAL EXPOSURE TO MICROWAVE RADIATION RADAR" [Letter]
- Am. J. Epidemiol., Vol. 113, Pg. 201 - , 1981
- Morton W. E.
- No: 253
- WORKERS' STATE OF HEALTH UNDER LONG-TERM EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC RADIATION IN THE VHF BAND 30-300 MHz
- Pracovní Lékarství [Czech], Vol. 23, Pg. 265 - 271, 1971
- Pazderova J.
- No: 254
- BLOOD PROTEINS IN PERSONNEL OF TELEVISION AND RADIO TRANSMITTING STATIONS
- BIOLOGIC EFFECTS AND HEALTH HAZARDS OF MICROWAVE RADIATION, Polish Medical Publishers, Pg. 281 - 288, 1974
- Pazderova J., Pickova J., Bryndova V.
- No: 255
- CONGENITAL ANOMALIES IN ALABAMA
- J. Med. Assoc. Ala., Vol. 41, Pg. 42 - 50, 1971
- Peacock P. B., Simpson J. W., Alford C. A., Saunders F.
- No: 256
- RELATIONSHIP BETWEEN THE INCIDENCE OF CONGENITAL ANOMALIES AND THE USE OF RADAR IN MILITARY BASES
- RELATIONSHIP BETWEEN THE INCIDENCE OF CONGENITAL ANOMALIES AND THE USE OF RADAR IN MILITARY BASES, Southern Research Institute, Pg. - , 1973
- Peacock P. B., Williams S. R., Nash E.
- No: 257
- EPIDEMIOLOGIC DATA ON AMERICAN PERSONNEL IN THE MOSCOW EMBASSY
- Bull. N.Y. Acad. Med., Vol. 55, Pg. 1182 - 1186, 1979
- Pollack H.
- No: 258
- CANCER MORTALITY AND AIR FORCE BASES: A REEVALUATION
- J. Bioelectricity, Vol. 4, Pg. 121 - 127, 1985
- Polson P., Merritt J. H.
- No: 259
- OCCUPATIONAL RISKS FOR BRAIN CANCER: A NEW ZEALAND CANCER REGISTRY-BASED STUDY
- J. Occup. Med., Vol. 31, Pg. 863 - 867, 1989
- Reif J. S., Pearce N., Fraser J.
- No: 261
- CAUSES OF DEATH FOLLOWING OCCUPATIONAL EXPOSURE TO MICROWAVE RADIATION (RADAR) 1950-1974
- , Dept. of Health, Education, and Welfare, Pg. 338 - 344, 1977
- Robinette C. D., Silverman C.
- No: 262
- EFFECTS UPON HEALTH OF OCCUPATIONAL EXPOSURE TO MICROWAVE RADIATION RADAR
- Am. J. Epidemiol., Vol. 112, Pg. 39 - 53, 1980
- Robinette C. D., Silverman C., Jablon S.
- No: 263
- Response to Morton, W.E. RE: "EFFECTS UPON HEALTH OF OCCUPATIONAL EXPOSURE TO MICROWAVE RADIATION RADAR"
- Am. J. Epidemiol., Vol. 113, Pg. 201 - 202, 1981
- Robinette C. D.
- No: 265
- CLINICAL MANIFESTATIONS OF REACTIONS TO MICROWAVE IRRADIATION IN VARIOUS OCCUPATIONAL GROUPS
- BIOLOGIC EFFECTS AND HEALTH HAZARDS OF MICROWAVE RADIATION, Polish Medical Publishers, Pg. 261 - 267, 1974
- Sadchikova M. N.
- No: 268
- A STUDY OF THE HEALTH STATUS OF MICROWAVE WORKERS
- EFFECTS AND HEALTH HAZARDS OF MICROWAVE RADIATION, Polish Medical Publishers, Pg. 273 - 280, 1974
- Siekierzynski M.
- No: 269
- HEALTH SURVEILLANCE OF PERSONNEL OCCUPATIONALLY EXPOSED TO MICROWAVES. II. FUNCTIONAL DISTURBANCES
- Aerospace Med., , Pg. - , 1974
- Siekierzynski M., Czerski P., Milczarek H., Gidynski A., Czarnecki C., et al. .
- No: 270
- HEALTH SURVEILLANCE OF PERSONNEL OCCUPATIONALLY EXPOSED TO MICROWAVES. III. LENS TRANSLUCENCY
- Aerospace Med., , Pg. - , 1974
- Siekierzynski M., Czerski P., Gidynski A., Zydecki

S., Czarnecki C., et al. .

No: 271

RADIATION EXPOSURE IN PARENTS OF
CHILDREN WITH MONGOLISM DOWN'S
SYNDROME

Bull. Johns Hopkins Hosp., Vol. 117, Pg. 374 - 395,
1965

Sigler A. T., Lilienfeld A. M., Cohen B. H.,
Westlake J. E.

No: 273

Letter response to Jauchem 1990 on Archimbaud et al.
1989: ACUTE MYELOGENOUS LEUKAEMIA
FOLLOWING EXPOSURE TO MICROWAVES
[Letter]

Brit. J. Haematology, Vol. 76, Pg. 313 - , 1990

Archimbaud E.

No: 274

Letter on Archimbaud et al. 1989: ACUTE
MYELOGENOUS LEUKAEMIA FOLLOWING
EXPOSURE TO MICROWAVES [Letter]

Brit. J. Haematol., Vol. 76, Pg. 313 - 314, 1990

Hocking B., Garson M.

No: 289

RESULTS OF OUR 15-YEAR STUDY INTO THE
BIOLOGICAL EFFECTS OF MICROWAVE
EXPOSURE

Aviat. Space & Environ. Med., , Pg. 539 - 542, 1983

Djordjevic Z., Kolak A., Djokovich V., Ristich P.,
Kelechevich Z.

No: 302

BIOLOGIC EFFECTS OF RADIATION IN THE
30-300 MHz RANGE

BIOLOGIC EFFECTS AND HEALTH HAZARDS OF
MICROWAVE RADIATION, Polish Medical

Publishers, Pg. 53 - 57, 1974

Kalyada T. V., Fukalova P. P., Goncharova N. N.

No: 326

A CHROMOSOMAL STUDY OF WORKERS WITH
LONG-TERM EXPOSURE TO RADIO-FREQUENCY
RADIATION

Med. J. Australia, Vol. 155, Pg. 289 - 292, 1991

Garson O. M., McRobert T. L., Campbell L. J.,
Hocking B. A., Gordon I.

No: 336

A STUDY OF THE HEALTH STATUS OF RADAR
WORKERS

Aviat., Space, & Environ. Med., Vol. 50, Pg. 396 -
398, 1979

Djordjevic Z., Kolak A., Stojkovich M., Rankovich
N., Ristich P.

No: 337

HEMATOLOGICAL CHANGES IN PERIPHERAL
BLOOD OF WORKERS OCCUPATIONALLY
EXPOSED TO MICROWAVE RADIATION

Health Phys., Vol. 58, Pg. 205 - 207, 1990

Goldoni J.

No: 351

VIDEO DISPLAY TERMINAL USE AND
SPONTANEOUS ABORTION RISK

Int. J. Epidemiol., Vol. 18, Pg. 132 - 138, 1989

Bryant H. E., Love E. S.

No: 356

GENDER-SPECIFIC REPRODUCTIVE OUTCOME
AND EXPOSURE TO HIGH-FREQUENCY
ELECTROMAGNETIC RADIATION AMONG
PHYSIOTHERAPISTS

Scan. J. Work Environ. Health, Vol. 17, Pg. 324 -
329, 1991

Larsen A. I., Olsen J., Svane O.

No: 357

OFFICE EMPLOYMENT, WORK WITH VIDEO
DISPLAY TERMINALS, AND THE COURSE OF
PREGNANCY

Scan. J. Work Environ. Health, Vol. 14, Pg. 293 -
298, 1988

Nurminen T., Kurpa K.

No: 358

CASE-CONTROL STUDIES OF CANCER IN NEW
ZEALAND ELECTRICAL WORKERS

Int. J. Epidemiol., Vol. 18, Pg. 55 - 59, 1989

Pearce N., Reif J., Fraser J.

No: 360

MICROWAVE LENS EFFECTS IN HUMANS

Arch. Ophthal., Vol. 88, Pg. 259 - 262, 1972

Appleton B., McCrossan G. C.

No: 361

RESULTS OF CLINICAL SURVEYS FOR
MICROWAVE OCULAR EFFECTS

, U.S. Dept. of Health, Education, Welfare, Pg. - ,
1973

Appleton B.

No: 362

MICROWAVE LENS EFFECTS IN HUMANS: II.
RESULTS OF FIVE-YEAR SURVEY

Arch. Ophthalmol., Vol. 93, Pg. 257 - 258, 1975

Appleton B., Hirsch S., Kinion R. O., Soles M.,
McCrossan G. C., Neidlinger R. M.

No: 363

LENTICULAR AND RETINAL CHANGES
SECONDARY TO MICROWAVE EXPOSURE

Acta Ophthal., Vol. 51, Pg. 764 - 771, 1973

Aurell E., Tengroth B.

- No: 365
CATARACT INCIDENCE IN RADAR WORKERS
Arch. Environ. Health, Vol. 11, Pg. 179 - 182, 1965
Cleary S. F., Pasternack B. S., Beebe G. W.
- No: 366
LENTICULAR CHANGES IN MICROWAVE WORKERS
Arch. Environ. Health, Vol. 12, Pg. 23 - 29, 1966
Cleary S. F., Pasternack B. S.
- No: 367
OCCUPATION AND RISK FOR TESTICULAR CANCER: A CASE-CONTROL STUDY
Int. J. Epidemiol., Vol. 19, Pg. 825 - 831, 1990
Hayes R. B., Brown L. M., Pottern L. M., Gomez M., Kardaun J. W., et al. .
- No: 373
LEUKAEMIA RISK IN AMATEUR RADIO OPERATORS
Lancet, , Pg. 1516 - , 1985
Wangler R. B., Bradley P. M., Clift W. D., Davidson D., Higgins L., et al. .
- No: 374
OCCUPATIONAL MORTALITY IN WASHINGTON STATE: 1950-1979
U.S. Depart. of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health, Pg. - , 1993
Milham S.
- No: 380
LEUKAEMIA IN ELECTRICAL WORKERS IN NEW ZEALAND [Letter]
Lancet, Vol. 1, Pg. 811 - 812, 1985
Pearce N. E., Sheppard R. A., Howard J. K., Fraser J., Lilley B. M.
- No: 387
Comments on Hollows and Douglas 1984a [Letter]
Lancet, , Pg. 760 - , 1984
Hocking B.
- No: 388
Responses to Hocking 1984 and Harris 1984 Letter]
Lancet, , Pg. 760 - , 1984
Hollows F. C., Douglas J. B.
- No: 389
LEUKAEMIA MORTALITY IN ELECTRICAL WORKERS IN ENGLAND AND WALES [Letter]
Lancet, , Pg. 246 - , 1983
McDowall M. E.
- No: 391
LEUKAEMIA IN WORKERS EXPOSED TO ELECTRICAL AND MAGNETIC FIELDS
Lancet, , Pg. 1160 - 1161, 1982
Wright W. E., Peters J. M., Mack T. M.
- No: 392
SILENT KEYS: LEUKAEMIA MORTALITY IN AMATEUR RADIO OPERATORS
Lancet, , Pg. 812 - , 1985
Milham S.
- No: 393
LEUKAEMIA INCIDENCE IN ELECTRICAL WORKERS
Lancet, , Pg. 982 - 983, 1983
Coleman M., Bell J., Skeet R.
- No: 395
PATERNAL OCCUPATIONAL EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS AND NEUROBLASTOMA IN OFFSPRING
Am. J. Epidemiol., Vol. 131, Pg. 995 - 1008, 1990
Wilkins J. R., Hundley V. D.
- No: 396
PARENTAL OCCUPATION AND INTRACRANIAL NEOPLASMS OF CHILDHOOD: RESULTS OF A CASE-CONTROL INTERVIEW STUDY
Am. J. Epidemiol., Vol. 132, Pg. 275 - 292, 1990
Wilkins J. R., Sinks T.
- No: 397
PARENTAL OCCUPATION AND INTRACRANIAL NEOPLASMS OF CHILDHOOD: ANECDOTAL EVIDENCE FROM A UNIQUE OCCUPATIONAL CANCER CLUSTER
Am. J. Ind. Med., Vol. 19, Pg. 643 - 653, 1991
Wilkins J. R., McLaughlin J. A., Sinks T. H., Kosnik E. J.
- No: 413
DATA ANALYSIS REVEALS SIGNIFICANT MICROWAVE-INDUCED EYE DAMAGE IN HUMANS
J. Microwave Power, Vol. 20, Pg. 53 - 55, 1985
Frey A. H.
- No: 414
THE RISK OF MISCARRIAGE AND BIRTH DEFECTS AMONG WOMEN WHO USE VISUAL DISPLAY TERMINALS DURING PREGNANCY
Am. J. Ind. Med., Vol. 13, Pg. 695 - 706, 1988
Goldhaber M. K., Polen M. R., Hiatt R. A.
- No: 415
WORK WITH VISUAL DISPLAY UNITS IN PREGNANCY
Br. J. Ind. Med., Vol. 45, Pg. 509 - 515, 1988
McDonald A. D., McDonald J. C., Armstrong B., Cherry N., Nolan A. D., Robert D.
- No: 416
EVALUATION OF POSSIBLE

MICROWAVE-INDUCED LENS CHANGES IN THE UNITED STATES AIR FORCE
Aviat., Space, & Environ. Med., , Pg. 1403 - 1406, 1975

Shacklett D. E., Tredici T. J., Epstein D. L.
No: 421

MISCARRIAGES AMONG FEMALE PHYSICAL THERAPISTS WHO REPORT USING RADIO- AND MICROWAVE-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION

Am. J. Epidemiol., Vol. 138, Pg. 775 - 786, 1993
Ouellet-Hellstrom R., Stewart W. F.

No: 434

AN EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF WORK WITH VIDEO SCREENS AND PREGNANCY OUTCOME: I. A REGISTRY STUDY

Am. J. Indust. Med., Vol. 9, Pg. 447 - 457, 1986
Ericson A., Kallen B.

No: 435

AN EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF WORK WITH VIDEO SCREENS AND PREGNANCY OUTCOME: II. A CASE-CONTROL STUDY

Am. J. Indust. Med., Vol. 9, Pg. 459 - 475, 1986
Ericson A., Kallen B.

No: 436

INFERTILITY AND PREGNANCY OUTCOME AMONG MAGNETIC RESONANCE IMAGING WORKERS

J. Occup. Med., Vol. 35, Pg. 1191 - 1195, 1993
Evans J. A., Savitz D. A., Kanal E., Gillen J.

No: 437

PSYCHOLOGICAL AND ERGONOMIC ASPECTS OF WORK WITH VIDEO DISPLAY TERMINALS

Arh. Hig. Rada. Toksikol., Vol. 43, Pg. 219 - 226, 1992

Goldoni J., Bobich J., Charich M.

No: 438

HEALTH STATUS OF PERSONNEL OCCUPATIONALLY EXPOSED TO RADIOWAVES
Arh. Hig. Rada. Toksikol., Vol. 44, Pg. 223 - 228, 1993

Goldoni J., Durek M., Koren Z.

No: 447

SURVEY OF REPRODUCTIVE HEALTH AMONG FEMALE MR WORKERS

Radiology, Vol. 187, Pg. 395 - 399, 1993

Kanal E., Gillen J., Evans J. A., Savitz D. A., Shellock F. G.

No: 450

BIRTH DEFECTS AND EXPOSURE TO VIDEO DISPLAY TERMINALS DURING PREGNANCY: A

FINNISH CASE-REFERENT STUDY

Scand. J. Work Environ. Health, Vol. 11, Pg. 353 - 356, 1985

Kurppa K., Holmberg P. C., Hernberg S., Rantala K., Nurminen T., Sax L.

No: 452

CONGENITAL MALFORMATIONS AND EXPOSURE TO HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION AMONG DANISH PHYSIOTHERAPISTS

Scand. J. Work Environ. Health, Vol. 17, Pg. 318 - 323, 1991

Larsen A. I.

No: 457

VISUAL DISPLAY UNITS IN PREGNANCY: EVIDENCE FROM THE MONTREAL SURVEY

J. Occup. Med., Vol. 28, Pg. 1226 - 1231, 1986

McDonald A. D., Cherry N. M., Delorme C., McDonald J. C.

No: 465

VIDEO DISPLAY TERMINALS AND THE RISK OF SPONTANEOUS ABORTION

New England J. Med., Vol. 324, Pg. 727 - 733, 1991

Schnorr T. M., Grajewski B. A., Hornung R. W., Thun M. J., Egeland G. M., et al. .

No: 467

EFFECTS OF ULTRASOUND, SHORTWAVES, AND PHYSICAL EXERTION ON PREGNANCY OUTCOME IN PHYSIOTHERAPISTS

J. Epidemiol. Community Health, Vol. 44, Pg. 196 - 201, 1990

Taskinen H., Kyyronen P., Hemminki K.

No: 485

BIOELECTRICAL BRAIN ACTIVITY IN WORKERS EXPOSED TO ELECTROMAGNETIC FIELDS

Ann. N.Y. Acad. Sci., Vol. 724, Pg. 435 - 437, 1994

Bielski J.

No: 487

OCCUPATIONAL EXPOSURES AND FEMALE BREAST CANCER MORTALITY IN THE UNITED STATES

J. Environ. Med., Vol. 37, Pg. 336 - 348, 1995

Cantor K. P., Stewart P. A., Brinton L. A., Dosemeci M.

No: 492

EMPLOYMENT PRACTICES AND BREAST CANCER AMONG RADIOLOGIC TECHNOLOGISTS
J. Environ. Med., Vol. 37, Pg. 321 - 327, 1995

Doody M. M., Mandel J. S., Boice J. D.

No: 502

RE: MISCARRIAGES AMONG FEMALE PHYSICAL

THERAPISTS WHO REPORT USING RADIO- AND
MICROWAVE-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC
RADIATION [Letter]

Am. J. Epidemiol., Vol. 141, Pg. 273 - 274, 1995

Hocking B., Joyner K.

No: 513

TIME-DEPENDENT HEMATOLOGICAL CHANGES
IN WORKERS EXPOSED TO ELECTROMAGNETIC
FIELDS

Am. Ind. Hyg. Assoc. J., Vol. 56, Pg. 189 - 192, 1995

Marino A. A.

No: 534

CANCER INCIDENCE AMONG WOMEN IN THE
WORKPLACE: A STUDY OF THE ASSOCIATION
BETWEEN OCCUPATION AND INDUSTRY AND
11 CANCER SITES

J. Environ. Med., Vol. 37, Pg. 282 - 287, 1995

Swanson G. M., Burns P. B.

No: 543

NEUROBLASTOMA AND PATERNAL
OCCUPATION. A CASE-CONTROL ANALYSIS

Am. J. Epidemiol., Vol. 121, Pg. 924 - 929, 1985

Spitz M. R., Johnson C. C.

No: 650

CHANGES IN NERVOUS SYSTEM OF
INDIVIDUALS EXPOSED TO MICROWAVES
FOR LONG PERIOD OF TIME

Effects of Nonionizing Electromagnetic Radiation, , Pg.
24 - 28, 1982

Gorbach I. N.

No: 689

GONADIC FUNCTION IN WORKMEN WITH
LONG-TERM EXPOSURE TO MICROWAVES

Health Phys., Vol. 29, Pg. 381 - 383, 1975

Lancranjan I., Maicanescu M., Rafaila E., Klepsch I.,
Popescu H. I.

No: 801

STUDY OF THE ACTION OF
ELECTROMAGNETIC WAVES AT VARIOUS
REGIONS OF THE RADIO BAND ON SOME
FUNCTIONAL INDICES IN WORKERS

Sofia Higiena I Zdraveopazvane [Engl. Trans.], Vol. 5,
Pg. 443 - 446, 1973

Stefanov B., Zlatarov I., Solakova S.

No: 889

THE BIOLOGIC ACTION AND HYGIENIC
SIGNIFICANCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS
OF SUPERHIGH AND ULTRAHIGH FREQUENCIES
IN DENSELY POPULATED AREAS
BIOLOGIC EFFECTS AND HEALTH HAZARDS OF
MICROWAVE RADIATION, Polish Medical

Publishers, Pg. 289 - 293, 1974

Dumanskij J. D., Shandala M. G.

No: 954

MORTALITY INVESTIGATION OF WORKERS IN
AN ELECTROMAGNETIC PULSE TEST PROGRAM

J. Occup. Environ. Med., Vol. 34, Pg. 287 - 292, 1992

Muhm J. M.

No: 1013

HEALTH SURVEILLANCE OF PERSONNEL
OCCUPATIONALLY EXPOSED TO MICROWAVES.
I. THEORETICAL CONSIDERATIONS AND
PRACTICAL ASPECTS

Aerospace Med., Vol. 45, Pg. 1137 - 1142, 1974

Czerski P., Siekierzynski M., Gidynski A.

No: 1028

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO
ELECTROMAGNETIC FIELDS AND THE
OCCURRENCE OF BRAIN TUMORS: AN
ANALYSIS OF POSSIBLE ASSOCIATIONS

J. Occup. Med., Vol. 27, Pg. 413 - 419, 1985

Lin R. S., Dischinger P. C., Conde J., Farrell K. P.

No: 1053

CLUSTER OF TESTICULAR CANCER IN POLICE
OFFICERS EXPOSED TO HAND-HELD RADAR

Am. J. Ind. Med., Vol. 24, Pg. 231 - 233, 1993

Davis R. L., Mostofi F. K.

No: 1059

OCCUPATION AND BREAST CANCER RISK IN
MIDDLE-AGED WOMEN

J. Occup. Environ. Med., Vol. 37, Pg. 349 - 356, 1995

Habel L. A., Stanford J. L., Vaughan T. L., Rossing
M. A., Voigt L. F., et al. .

No: 1060

OCCUPATIONAL RISK FACTORS FOR BRAIN
TUMORS AMONG WOMEN IN SHANGHAI, CHINA

J. Occup. Environ. Med., Vol. 37, Pg. 288 - 293, 1995

Heineman E. F., Gao Y. T., Dosemeci M.,

McLaughlin J. K.

No: 1061

A LONGITUDINAL STUDY OF A COHORT WITH
PAST EXPOSURE TO RADAR: THE MIT
RADIATION LABORATORY FOLLOW-UP STUDY
[dissertation]

, Johns Hopkins University, Pg. - , 1988

Hill D. G.

No: 1066

MORTALITY IN WORKERS EXPOSED TO
ELECTROMAGNETIC FIELDS

Environ. Health Perspectives, Vol. 62, Pg. 297 - 300,
1985

Milham S.

- No: 1072
INCIDENCE OF CANCER IN NORWEGIAN WORKERS POTENTIALLY EXPOSED TO ELECTROMAGNETIC FIELDS
Am. J. Epidemiol., Vol. 136, Pg. 81 - 88, 1992
Tynes T., Andersen A., Langmark F.
- No: 1074
OCCUPATION AND FEMALE PAPILLARY CANCER OF THE THYROID
J. Occup. Environ. Med., Vol. 37, Pg. 194 - 297, 1995
Wingren G., Hallquist A., Degerman A., Hardell L.
- No: 1076
HODGKIN'S DISEASE IN THE US NAVY
Int. J. Epidemiol., Vol. 16, Pg. 367 - 372, 1987
Garland F. C., Gorham E. D., Garland C. F.
- No: 1082
FACIAL SKIN SYMPTOMS IN VISUAL DISPLAY TERMINAL VDT WORKERS. A CASE-REFERENT STUDY OF PERSONAL, PSYCHOSOCIAL, BUILDING- AND VDT-RELATED RISK INDICATORS
Int. J. Epidemiol., Vol. 24, Pg. 796 - 803, 1995
Stenberg B., Eriksson N., Mild K. H., Hoog J., Sandstrom M., et al. .
- No: 1089
PARENTAL OCCUPATION AND CHILDHOOD ASTROCYTOMA: RESULTS OF A CASE-CONTROL STUDY
Cancer Res., Vol. 52, Pg. 782 - 786, 1992
Kuijten R. R., Bunin G. R., Nass C. C., Meadows A. T.
- No: 1090
CANCER MORBIDITY IN SUBJECTS OCCUPATIONALLY EXPOSED TO HIGH FREQUENCY RADIOFREQUENCY AND MICROWAVE ELECTROMAGNETIC RADIATION
Sci. Total Environ., Vol. 180, Pg. 9 - 17, 1996
Szmigielski S.
- No: 1091
INVESTIGATION OF INCREASED INCIDENCE IN CHILDHOOD LEUKEMIA NEAR RADIO TOWERS IN HAWAII: PRELIMINARY OBSERVATIONS
J. Environ. Pathol. Oncol., Vol. 13, Pg. 33 - 37, 1994
Maskarinec G., Cooper J., Swygert L.
- No: 1107
RADIATION EXPOSURE, SOCIOECONOMIC STATUS, AND BRAIN TUMOR RISK IN THE US AIR FORCE: A NESTED CASE-CONTROL STUDY
Am. J. Epidemiol., Vol. 143, Pg. 480 - 486, 1996
Grayson J. K.
- No: 1127
INCIDENCE OF BREAST CANCER IN NORWEGIAN FEMALE RADIO AND TELEGRAPH OPERATORS
Cancer Causes Control, Vol. 7, Pg. 197 - 204, 1996
Tynes M., Hannevik M., Andersen A., Vistnes A., Haldorsen T.
- No: 1129
MOTOR AND PSYCHOLOGICAL FUNCTIONS OF SCHOOL CHILDREN LIVING IN THE AREA OF THE SKRUNDA RADIO LOCATION STATION IN LATVIA
Sci. Total Environ., Vol. 180, Pg. 87 - 93, 1996
Kolodynski A. A., Kolodynska V. V.
- No: 1148
MORTALITY OF PLASTIC-WARE WORKERS EXPOSED TO RADIOFREQUENCIES
Bioelectromagnetics, Vol. 18, Pg. 418 - 421, 1997
Lagorio S., Rossi S., Vecchia P., De Santis M., Bastianini L., et al. .
- No: 1160
CANCER INCIDENCE NEAR RADIO AND TELEVISION TRANSMITTERS IN GREAT BRITAIN. I. SUTTON COLDFIELD TRANSMITTER
Am. J. Epidemiol., Vol. 145, Pg. 1 - 9, 1997
Dolk H., Shaddick G., Walls P., Grundy C., Thakrar B., et al. .
- No: 1161
CANCER INCIDENCE NEAR RADIO AND TELEVISION TRANSMITTERS IN GREAT BRITAIN. II. ALL HIGH POWER TRANSMITTERS
B. Thakrar, Vol. 145, Pg. 10 - 17, 1997
Dolk H., Elliot P., Shaddick G., Walls P., Thakrar B.
- No: 1168
OCCUPATIONAL EXPOSURES AND RISK OF FEMALE INFERTILITY
J. Occup. Environ. Med., Vol. 39, Pg. 138 - 146, 1997
Smith E. M., Hammonds-Ehlers M., Clark M. K., Kirchner H. L., Fuortes L.
- No: 1178
CANCER INCIDENCE AND MORTALITY AND PROXIMITY TO TV TOWERS
Med. J. Australia, Vol. 165, Pg. 601 - 605, 1996
Hocking B., Gordon I. R., Grain H. L., Hatfield G. E.
- No: 1194
HEART RATE VARIABILITY IN WORKERS EXPOSED TO MEDIUM-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS
J. Auton. Nerv. Syst., Vol. 59, Pg. 91 - 97, 1996
Bortkiewicz A., Gadzicka E., Zmyslony M.

No: 1206

OCCUPATIONAL RISKS FOR THE
DEVELOPMENT OF BRAIN TUMORS

Am. J. Ind. Med., Vol. 31, Pg. 15 - 20, 1997

Kaplan S., Etlin S., Novikov I., Modan B.

No: 1229

RADIOFREQUENCY (RF) SICKNESS IN THE
LILIENFELD STUDY: AN EFFECT OF
MODULATED MICROWAVES?

Arch. Environ. Health, Vol. 53, Pg. 236 - 238, 1998

Johnson-Liakouris A. G.

No: 1273

Response to Hocking and Joyner (1995) RE:
MISCARRIAGES AMONG FEMALE PHYSICAL
THERAPISTS WHO REPORT USING RADIO- AND
MICROWAVE-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC
RADIATION

Am. J. Epidemiol., Vol. 141, Pg. 274 - 274, 1995

Ouellet-Hellstrom R., Stewart W. F.

No: 1274

CHILDHOOD INCIDENCE OF ACUTE
LYMPHOBLASTIC LEUKAEMIA AND EXPOSURE
TO BROADCAST RADIATION IN SYDNEY -- A
SECOND LOOK

Aust. New Zea. J. Public Health, Vol. 22, Pg. 360 -
367, 1998

McKenzie D. R., Yin Y., Morrell S.

No: 1299

GENDER RATIO OF OFFSPRING AND EXPOSURE
TO SHORTWAVE RADIATION AMONG FEMALE
PHYSIOTHERAPISTS

Scand. J. Work Environ. Health, Vol. 20, Pg. 345 -
348, 1994

Gub?an E., Campana A., Faval A., Gub?an M.,
Sweetnam P. M., et al. .

No: 1300

USE OF CELLULAR TELEPHONES AND THE
RISK FOR BRAIN TUMOURS: A CASE-CONTROL

Int. J. Oncol., Vol. 15, Pg. 113 - 116, 1999

Hardell L., N?man ?, P?lson A., Hallquist A., Mild
K. H.

No: 1303

REPRODUCTIVE FUNCTION IN RELATION TO
DUTY ASSIGNMENTS AMONG MILITARY
PERSONNEL

Reprod. Toxicol., Vol. 12, Pg. 465 - 468, 1998

Schrader S. M., Langford R. E., Turner T. W.,
Breitenstein M. J., Clark J. C., et al. .

No: 1304

SEMEN ANALYSIS OF MILITARY PERSONNEL
ASSOCIATED WITH MILITARY DUTY

ASSIGNMENTS

Reprod. Toxicol., Vol. 10, Pg. 521 - 528, 1996

Weyandt T. B., Schrader S. M., Turner T. W.,
Simon S. D.

No: 1309

CASE-CONTROL STUDY ON RISK FACTORS FOR
TESTICULAR CANCER

Int. J. Oncol., Vol. 13, Pg. 1299 - 1303, 1998

Hardell L., ? N?man ?, Ohlson C. G., Fredrikson M.

No: 1352

RADIOFREQUENCY EXPOSURE AND MORTALITY
FROM CANCER OF THE BRAIN AND
LYMPHATIC/HEMATOPOIETIC SYSTEMS

Epidemiology, Vol. 11, Pg. 118 - 127, 2000

Morgan R. W., Kelsh M. A., Zhao K., Exuzides K.
A., Heringer S., Negrete W.

No: 1365

AMBULATORY ECG MONITORING IN WORKERS
EXPOSED TO ELECTROMAGNETIC FIELDS

J. Med. Eng. Technol., Vol. 21, Pg. 41 - 46, 1997

Bortkiewicz A., Zmyslony M., Gadzicka E.,
Palczynski C., Szmigielski S.

No: 1408

CASE-CONTROL STUDY ON RADIOLOGY WORK,
MEDICAL X-RAY INVESTIGATIONS, AND USE
OF CELLULAR TELEPHONES AS RISK FACTORS
FOR BRAIN TUMORS

Med. Gen. Med. J., , Pg. 1 - 11, 2000

Hardell L., Nasman A., Pahlson A., Hallquist A.

No: 1419

COMPARISON OF SYMPTOMS EXPERIENCED BY
USERS OF ANALOGUE AND DIGITAL MOBILE
PHONES: A SWEDISH-NORWEGIAN
EPIDEMIOLOGICAL STUDY

COMPARISON OF SYMPTOMS EXPERIENCED BY
USERS OF ANALOGUE AND DIGITAL MOBILE
PHONES: A SWEDISH-NORWEGIAN
EPIDEMIOLOGICAL STUDY, Arbetslivinstitutet (Nat.
Inst. For Working Life), Pg. - , 1998

Mild K. H., Oftedal G., Sandstrom M., Wilen J.,
Tynes T., et al. .

No: 1420

STUDY REPORT: CANCER INCIDENCE IN
RESIDENTS ADJACENT TO THE LOOKOUT
MOUNTAIN ANTENNA FARM

STUDY REPORT: CANCER INCIDENCE IN
RESIDENTS ADJACENT TO THE LOOKOUT
MOUNTAIN ANTENNA FARM, Colorado Department
of Public Health and Environment et al., Pg. - , 1998
unknown .

No: 1423

DYSREGULATION OF AUTONOMIC CONTROL OF
CARDIAC FUNCTION IN WORKERS AT AM
BROADCASTING STATIONS (0.738-1.503 MHz)
Electro- and Magnetobiol., Vol. 14, Pg. 177 - 191,
1995

Bortkiewicz A., Zmyslony M., Palczynski C.,
Gadzicka E., Szmigielski S.

No: 1455

CANCER IN RADAR TECHNICIANS EXPOSED TO
RADIOFREQUENCY/MICROWAVE RADIATION:
SENTINEL EPISODES

Int. J. Occup. Environ. Health, Vol. 6, Pg. 187 - 193,
2000

Richter E. D., Berman T., Ben-Michael E., Laster
R., Westin .

No: 1457

OCCUPATIONAL RISK FACTORS FOR BRAIN
TUMORS: RESULTS FROM A
POPULATION-BASED CASE-CONTROL STUDY IN
GERMANY

Cancer Causes Control, Vol. 1, Pg. 209 - 215, 1990

Schlehofer B., Kunze S., Sachsenheimer W., Blettner
M., Niehoff D., Wahrendorf J.

No: 1464

THE POSSIBLE ROLE OF RADIOFREQUENCY
RADIATION IN THE DEVELOPMENT OF UVEAL
MELANOMA

Epidemiol., Vol. 12, Pg. 7 - 12, 2001

Stang A., Anastassiou G., Ahrens W., Bromen K.,
Bornfeld N., J?kel K. H.

No: 1469

HANDHELD CELLULAR TELEPHONE USE AND
RISK OF BRAIN CANCER

JAMA, Vol. 284, Pg. 3001 - 3007, 2000

Muscat J. E., Malkin M. G., Thompson S., Shore R.
E., Stellman S. D., et al. .

No: 1477

SYMPTOMS EXPERIENCED IN CONNECTION
WITH MOBILE PHONE USE

Occup. Med., Vol. 50, Pg. 237 - 245, 2000

Oftedal G., Wil? J., Sandstr? M., Mild K. H.

No: 1524

PREGNANCY OUTCOME FOLLOWING EXPOSURE
TO SHORTWAVES AMONG FEMALE
PHYSIOTHERAPISTS IN ISRAEL

Am. J. Indus. Med., Vol. 39, Pg. 499 - 504, 2001

Lerman Y., Jacobovich R., Green M. S.

No: 1528

EPIDEMIOLOGICAL SAFETY SURVEILLANCE OF
CELLULAR TELEPHONES IN THE US

Radiat. Prot. Dosim., Vol. 83, Pg. 159 - 163, 1999

Dreyer N. A., Loughlin J. E., Rothman K. J.

[부록 2-4]

전자파 노출에 관한 Job Exposure Matrix(JEM)

1. 출처

1) Table 1, Table 2

Paul J. Villeneuve et al,

Non-Hodgkin's lymphoma among electric utility workers in Ontario : the evaluation of alternate indices of exposure to 60Hz electric and magnetic field
Occup Environ Med 2000 ; 57 : 249-257

2) Table 3

E. van Wijngaarden et al

Refinements in Magnetic field exposure assignment for a case-cohort study of electrical Utility workers

Ann. occup. Hyg., Vol. 43, No. 7, pp. 485-492, 1999

3) Table 4

Jan-Erik Daedman et al

Exposure to 60Hz magnetic and electric fields at a Canadian electric utility

Scand J work Environ Health 1996 ; 22: 415-424

2. JEM table

1) Table 1. Risk of non-Hodgkin's lymphoma by job title worked >5 y*

<i>Job title</i>	<i>Magnetic field exposure (μT)</i>	
	<i>Arithmetic mean</i>	<i>Geometric mean</i>
Clerks professionals, and managers,,	0.20	0.08
Foresters	0.28	0.05
Technical maintenance and service	0.59	0.13
Operators	1.61	0.19
Powerline maintainers	0.57	0.07
Supervisors (technical and trade)	0.25	0.10
Truck drivers	0.14	0.31
Technical other	0.05	0.11
Trade, general	0.60	0.10
Other	0.66	0.13

*Subjects who worked >5 y indifferent jobs were included in each job title.

2) Table 2. Risk of non-Hodgkin's lymphoma by work site worked >5 y*

<i>Work site</i>	<i>Magnetic field exposure (μT)</i>	
	<i>Arithmetic mean</i>	<i>Geometric mean</i>
Administration, nuclear generating station, inspection	0.19	0.07
Transformer station	1.10	0.31
Service centre	0.26	0.10
Area office	0.20	0.08
Construction	0.28	0.06
Hydroelectric generating station	3.06	0.35
Thermal generating station	0.38	0.10
Regional office	0.21	0.0
District office	1.27	0.21
Other	0.43	0.17

*Subjects who worked >5 y indifferent work sites were included in each work site.

Occupational category	Arithmetic mean (95% CI)	Occupational category	Arithmetic mean (95% CI)
Technical Workers		Machinists	
NOS	0.055 (0.053-.057)	NOS	0.047 (0.042-.052)
Shop	0.071 (0.068-.073)	Power Plant & Shop	0.211 (0.200-.222)
Plant	0.087 (0.083-.090)	Boilermakers/ steamfitters	
Gas	0.078 (0.036-.120)	NOS	0.079 (0.076-.083)
I&C, Telecom, Relay	0.109 (0.101-.117)	Power Plant	0.078 (0.075-.081)
Supervisors ^b		Electricians	
NOS	0.034 (0.033-.035)	NOS	0.259 (0.253-.264)
Transmission & Distribution	0.161 (0.139-.184)	Power Plant	0.229 (0.205-.252)
Gas	0.024 (0.022-.026)	Substation	0.266 (0.262-.271)
Power Plant	0.061 (0.058-.064)	Shop	0.048 (0.040-.056)
Administrative Support ^c		Linemen	
NOS	0.066 (0.064-.069)	NOS	0.082 (0.078-.086)
Meter Reader	0.029 (0.028-.030)	Transmission & Distribution	0.153 (0.149-.156)
Services		Power Plant Operators	
NOS	0.075 (0.072-.077)	NOS	0.200 (0.195-.205)
Power Plant/Substation	0.032 (0.018-.046)	Gas	0.024 (0.021-.027)
Mechanics		Coal Yard	0.048 (0.038-.058)
NOS	0.042 (0.041-.044)	Welders	
Plant/Substation-Power Plant	0.095 (0.087-.102)	NOS	0.098 (0.094-.103)
Plant/Substation-Gas	0.041 (0.040-.043)	Gas	0.025 (0.021-.029)

3) Table 3. Average annual exposures (mT) and 95% confidence levels in occupational categories, obtained for refined 5-level job-exposure matrix

a-Not Otherwise Specified

b-Field/Craft/Trade.

c-Administrative Support/Clerical Workers.

4) Table4. occupational exposure to 60Hz magnetic field by job category at

Job category	N	Arthimetric mean	95% 신뢰구간
Expected low exposure job			
Blue-collar job	15	0.15	0.10-0.31
White-collar job	24	0.16	0.11-0.23
Hydroelective generation			
Equipment electricians	20	0.99	0.68-1.98
Equipment mechnics	24	0.77	0.45-1.49
Foreman, operation and others	9	0.50	0.27-1.83
Operator, hydro generating station	11	1.56	0.94-4.13
Nuclear generation			
Equipment electricians	6	0.19	0.12-0.40
Operator nuclear station	17	0.13	0.11-0.15
Diesel generator			
Operator, autononous network	11	0.32	0.26-0.42
Transmission			
Forestry worker	5	0.22	0.20-0.25
Transmission spilcer	12	1.79	1.13-4.09
Transmission liner<735kV	18	0.60	0.44-0.99
Substation			
Equipment electrician<735kV	29	2.36	1.12-3.74
Equipment electrician 735kV substation	22	1.78	1.45-2.30
Maintenance worker, civil and mechanical engineering	23	1.05	0.46-2.97
Operator, mobile	16	1.17	0.76-2.44
Operator, 735kV substation	12	1.78	1.00-4.44
Technician, automatic control and delay	18	1.60	0.89-6.10
Distribution			
Emergency man	8	0.50	0.22-2.12
Foreman, OH lines	5	0.16	0.11-0.27
Foerman, UG lines	6	0.14	0.10-0.20
Lineman, contact and hotstic method	39	0.37	0.26-0.50
Lineman, contact method	23	0.83	0.60-1.50
Meter installer	10	0.42	0.23-1.19
Meter reader	14	0.17	0.13-0.24
Splicer, distribution	18	1.87	1.17-5.44
Tree trimer	4	0.34	0.15-5.41
Others			
Estimator	10	0.13	0.10-0.18
Instructor	6	0.17	0.09-0.53
Licensed electricians	9	0.87	0.46-3.35
Operator-dispatcher RCC or DCC	10	0.09	0.06-0.15
Technician telecommunication	11	0.44	0.24-0.82

Hydro-Quebec, N=number of worker-weeks measured

[부록 3] 전자파인체보호기준

정보통신부고시 제2000-91호

전파법 제47조의2제1항의 규정에 의하여 전자파인체보호기준을 다음과 같이 고시합니다.

2000. 12. 15
정보통신부장관

전자파인체보호기준

제1조(목적) 이 고시는 전파법 제47조의2제1항의 규정에 의하여 전자파인체보호기준(이하 “인체보호기준”이라 한다)에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각호와 같다.

1. “전자기장”이라 함은 전기장과 자기장의 총칭을 말한다.
2. “전기장”이라 함은 전하(電荷)에 의해 변화된 그 주위의 공간상태를 말한다.
3. “자기장”이라 함은 자석상호간, 전류상호간, 또는 자석과 전류사이 에 힘이 작용하는 공간상태를 말한다.
4. “전기장강도”라 함은 전기장 내의 한 점에 있는 단위 양전하에 작용하는 힘을 말한다.

5. “자속밀도”라 함은 운동하는 전하의 운동속도에 비례하는 힘을 유발하는 벡터량을 말한다.
6. “자기장강도”라 함은 선형적이고 등방성을 갖는 매질내의 자속밀도를 주어진 주파수에 대한 매질의 투자율로 나눈 것을 말한다.
7. “전력밀도”라 함은 전자파의 진행방향에 수직인 단위면적을 통과하는 전력을 말한다.
8. “전자파흡수율(SAR, W/kg)”이라 함은 생체조직에 흡수되는 단위 질량 당 에너지 율을 말한다.
9. “실효치(rms)”라 함은 정현파 신호의 크기 제곱의 시간에 따른 평균값의 평방근을 말한다.
10. “일반인”이라 함은 전자기장에 노출되고 있는 사실을 모르거나 조치를 취할 수 없는 자를 말하며 의료목적으로 노출 받는 자는 제외한다.
11. “직업인”이라 함은 직무상 작업수행 과정에서 자신이 전자기장에 노출되고 있음을 알고 있고 이의 잠재적인 위험성을 알고 주의하도록 훈련받은 자를 말한다.
12. “전신노출”이라 함은 인체의 전부가 전자기장에 노출되는 것을 말한다.
13. “국부노출”이라 함은 인체의 일부가 전자기장에 노출되는 것을 말한다.

제3조(전신노출에 대한 전자파강도기준) ①일반인에 대한 전신노출은 별표 1에 규정된 전기장강도와 자기장강도 또는 자속밀도와 전력밀도 값을 초과하지 않아야 한다.

②직업인에 대한 전신노출은 별표2에 규정된 전기장강도와 자

기장강도 또는 자속밀도와 전력밀도 값을 초과하지 않아야 한다.
제4조(국부노출에 대한 전자파흡수율기준) 국부노출로 인한 전자파흡수
율(SAR)의 최대값은 별표3에 규정된 값을 초과하지 않아야 한다.

부 칙

(시행일) 이 고시는 2002년 1월 1일부터 시행한다.

[별표 1]

일반인에 대한 전자파강도기준(제3조 제1항 관련)

주파수 범위	전기장강도 (V/m)	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μ T)	전력밀도 (W/m ²)
1Hz 이하	-	3.2×10^4	4×10^4	
1Hz 이상 ~ 8Hz 미만	10,000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8Hz 이상 ~ 25Hz 미만	10,000	$4,000/f$	$5,000/f$	
0.025kHz 이상 ~ 0.8kHz 미만	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0.8kHz 이상 ~ 3kHz 미만	$250/f$	5	6.25	
3kHz 이상 ~ 150kHz 미만	87	5	6.25	
0.15MHz 이상 ~ 1MHz 미만	87	$0.73/f$	$0.92/f$	
1MHz 이상 ~ 10MHz 미만	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	2
10MHz 이상 ~ 400MHz 미만	28	0.073	0.092	
400MHz 이상 ~ 2,000MHz 미만	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	
2GHz 이상 ~ 300GHz 미만	61	0.16	0.20	10

비고:

1. 주파수(f)의 단위는 주파수 범위란에 표시된 단위와 같다.

2. 전기장강도, 자기장강도 및 자속밀도는 실효치로 한다.

자속밀도는 자기장강도에 자유공간의 투자율($4\pi \times 10^{-7}$)을 곱한 것이며 전력밀도는 주어진 주파수에서 전기장강도에 자기장강도를 곱한 것이다.

3. 100kHz 이하의 주파수대역에서 측정값은 시간평균을 취하지 않은 최대값으로 한다.

4. 100kHz 이상 10GHz 미만의 주파수 대역에서 측정 평균시간은 6분으로 한다.

5. 10GHz 이상의 주파수대역에서 측정 평균시간은 $68/f^{1.05}$ 분으로 한다. 단, f의 단위는 GHz 이다.

6. 동일 장소 또는 그 주변에 복수의 무선국이 전자파를 복사하는 경우 또는 하나의 무선국이 다중주파수의 전자파를 복사하는 경우 전기장강도 및 자기장강도에 관하여는 위 표의 각 주파수에서 복사되는 값의 기준값에 대한 비율의 제곱의 합 또는 전력밀도에 관하여는 위 표의 각 주파수에서 복사되는 값의 기준값에 대한 비율의 합이 각각 1을 초과하지 않아야 한다.

[별표 2]

직업인에 대한 전자파강도기준(제3조 제2항 관련)

주파수 범위	전기장강도 (V/m)	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μT)	전력밀도 (W/m^2)
1Hz 이하	-	1.63×10^5	2×10^5	
1Hz 이상 ~ 8Hz 미만	20,000	$1.63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	
8Hz 이상 ~ 25Hz 미만	20,000	$2 \times 10^4 / f$	$2.5 \times 10^4 / f$	
0.025kHz 이상 ~ 0.82kHz 미만	$500 / f$	$20 / f$	$25 / f$	
0.82kHz 이상 ~ 65kHz 미만	610	24.4	30.7	
0.065MHz 이상 ~ 1MHz 미만	610	$1.6 / f$	$2.0 / f$	
1MHz 이상 ~ 10MHz 미만	$610 / f$	$1.6 / f$	$2.0 / f$	
10MHz 이상 ~ 400MHz 미만	61	0.16	0.2	10
400MHz 이상 ~ 2,000MHz 미만	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$0.01f^{1/2}$	$f/40$
2GHz 이상 ~ 300GHz 미만	137	0.36	0.45	50

비고:

1. 주파수(f)의 단위는 주파수 범위란에 표시된 단위와 같다.
2. 전기장강도, 자기장강도 및 자속밀도는 실효치로 한다.
자속밀도는 자기장강도에 자유공간의 투자율($4\pi \times 10^{-7}$)을 곱한 것이며 전력밀도는 주어진 주파수에서 전기장강도에 자기장강도를 곱한 것이다.
3. 100kHz 이하의 주파수대역에서 측정값은 시간평균을 취하지 않은 최대값으로 한다.
4. 100kHz 이상 10GHz 미만의 주파수 대역에서 측정 평균시간은 6분으로 한다.
5. 10GHz 이상의 주파수대역에서 측정 평균시간은 $68/f^{1.05}$ 분으로 한다. 단, f의 단위는 GHz 이다.
6. 동일 장소 또는 그 주변에 복수의 무선국이 전자파를 복사하는 경우 또는 하나의 무선국이 다중주파수의 전자파를 복사하는 경우 전기장강도 및 자기장강도에 관하여는 위 표의 각 주파수에서 복사되는 값의 기준값에 대한 비율의 합 또는 전력밀도에 관하여는 위 표의 각 주파수에서 복사되는 값의 기준값에 대한 비율의 합이 각각 1을 초과하지 않아야 한다.

[별표 3]

국부노출에 대한 전자파흡수율(SAR)기준(제4조 관련)

주파수 범위	전자파흡수율(W/kg)
100kHz ~ 10GHz	1.6

비고 : 1. 위 표의 값은 임의의 인체 조직 1그램에 대하여 평균한 전자파흡수율의 최대값에 해당한다.

[부록 4] 전자파강도측정기준

정보통신부고시 제2000-92호

전파법 제47조의2제1항의 규정에 의하여 전자파강도측정 기준을 다음과 같이 고시합니다.

2000. 12. 15

정보통신부장관

전자파강도측정기준

제1조(목적) 이 고시는 전파법 제47조의2제1항의 규정에 의하여 전자파강도측정기준(이하 “측정기준”이라 한다)에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각호와 같다.

1. “측정기준”이라 함은 측정방법과 그 절차의 표준을 말한다.
2. “전기장강도”라 함은 전기장 내의 한 점에 있는 단위 양전하에 작용하는 힘을 말한다.
3. “자기장강도”라 함은 선형적이고 등방성을 갖는 매질내의 자속밀도를 주어진 주파수에 대한 매질의 투자율로 나눈 것을 말한다.
4. “자속밀도”라 함은 운동하는 전하의 운동속도에 비례하는 힘을 유발하는 벡터량을 말한다.
5. “전력밀도”라 함은 전자파의 진행방향에 수직인 단위면적을 통과하

는 전력을 말한다.

6. “저주파수대역”이라 함은 0Hz에서 10kHz 미만의 주파수 대역을 말한다.
7. “고주파수대역”이라 함은 10kHz 이상 300GHz 이하의 주파수 대역을 말한다.
8. “원거리장영역”이라 함은 전자기장 발생원으로부터의 거리가 멀어서, 전자기장강도가 발생원으로부터의 거리에 근사적으로 반비례하게 되는 영역을 말한다.
9. “근거리장영역”이라 함은 전자기장 발생원으로부터의 거리가 가까워서, 원거리장 조건을 만족시키지 않는 영역을 말한다.
10. “자유공간조건”이라 함은 측정위치가 전자기장 발생원으로 부터 원거리장 영역에 위치하며 주변에 다른 장애물이 없는 조건을 말한다.
11. “편파”라 함은 전기장, 자기장 또는 전자기장 벡터의 시간에 따른 궤적을 말하며 그 궤적이 직선의 일부를 이루는 경우는 “선형편파”, 타원을 이루는 경우는 “타원편파”, 원을 이루는 경우는 “원편파”라고 말한다.
12. “다중복사원”이라 함은 서로 다른 곳에 위치한 주파수가 다른 복수의 전자기장 발생원을 말한다.
13. “프로브”라 함은 전기장 또는 자기장의 세기를 측정할 수 있는 감지 소자를 말한다.
14. “실효치(rms)”라 함은 정현파 신호의 크기 제공의 시간에 따른 평균값의 평방근을 말한다.
15. “침두치”라 함은 시간에 따른 최대 순시치를 말한다.
16. “합성전자기장”이라 함은 측정 위치에서 세 개의 서로 수직인 축 방향으로 측정된 전자기장 값의 제곱을 합한 값의 평방근 또는 타원편파(또는 원편파)인 경우 전자기장 타원(또는 원)을 포함하는 면에서 장축과 단

축(또는 원의 경우 서로 수직인 임의의 두 축) 방향으로 측정된 전자기장 값의 제곱을 합한 값의 평방근을 말한다.

17. “측정불확정도”라 함은 측정기기의 교정오차, 측정 보조기기 및 연결케이블, 환경조건 등 측정과정 상의 여러 요인으로 인한 측정결과 값의 분산을 나타내는 백분율을 말한다.

제3조(적용범위) 동 기준은 정보통신부 고시 제2000-91호에서 규정한 전자과강도기준의 적합성 평가에 적용한다. 단, 전자과강도기준의 자속밀도는 측정된 자기장강도로부터, 전력밀도는 측정된 전자기장강도로부터 계산할 수 있다.

제4조(측정기기의 일반적 조건)

①(측정기기) 측정기기는 다음 각 호의 조건을 만족해야 한다.

1. 충분한 동작범위와 주파수대역을 가져야 한다.
2. 측정기와 전원선 및 연결 케이블은 적절히 차폐되고 외부 전자기장의 영향을 받지 않아야 한다.
3. 저주파수대역 측정기기는 내장된 전원으로 동작해야 하며, 전원의 재충전이나 교체 없이 8시간 이상 연속동작이 가능해야 한다.
4. 측정기기는 전기장과 자기장 성분의 실효치와 첨두치를 측정할 수 있어야 한다.

②(프로브) 측정프로브는 다음 각호의 조건을 만족해야 한다.

1. 저주파수대역의 경우 단축프로브의 단면적은 0.01m^2 보다 작아야 하며 3축프로브의 최대 크기는 0.2m보다 작아야 한다.
2. 고주파수대역 프로브의 크기는 일반적으로 파장의 4분의 1보다 작거나 0.1m보다 작아야 한다. 1MHz 이하의 고주파수대역의 경우 자유공간조건에서 프로브의 최대 크기는 0.2m 이하가 되어야 한다.

- ③측정결과는 온도나 습도 등의 환경적인 조건, 측정을 위한 장비구성, 측정자에 의한 간섭, 전원선 및 연결 케이블에 의한 전자파유도 등과 같은 외부요인에 의해 영향을 받지 않아야 한다.

제5조(측정조건)

- ①전자기장 측정은 노출 대상자가 근무하거나 생활하는 장소에서 행하여야 하며 여러 개의 조건이 있는 경우는 최악의 조건을 선택하여야 한다.
- ②직접적인 전자기 유도의 영향을 최소화하고 신뢰성 있는 측정을 위하여 주파수에 따라 프로브와 전자기장 발생원을 충분히 이격시켜야 한다.
- ③측정시에는 전자기장을 발생시키는 휴대기기는 전원을 차단하여야 한다.

제6조(측정기기의 교정 및 불확정도)

- ①측정기기는 교정 유효기간 이내의 것을 사용하여야 하며 수리 후에는 바로 교정하여야 한다.
- ②저주파수대역에서 교정된 측정기기의 불확정도는 전기장의 경우 $\pm$ (지시치의 10% + 2V/m), 자기장의 경우 $\pm$ (지시치의 10% + 16mA/m) 이내이어야 한다.
- ③고주파수대역에서 교정된 측정기기의 불확정도는 $\pm 1\text{dB}$ 이내이어야 한다.

제7조(측정기기의 선택)

- ①측정기기는 전자기장 발생원의 주파수, 전자기장의 최대 강도 및 시변화율, 전자기장의 편파 등을 고려하여 적절히 선택하여야 한다.

- ②전자기장 발생원으로부터 기본 주파수 성분을 포함한 무시할 수 없는 모든 고조파 성분을 정확히 측정할 수 있도록 측정기기는 충분한 대역특성을 가져야 한다.

제8조(저주파 전자기장 측정방법)

- ①전자기장강도 측정은 3축 등방성프로브를 사용하여 측정영역에서의 합성전자기장의 최대값을 측정하여야 한다. 단, 선형편파 전자기장을 측정하거나 타원편파 전자기장에서 전자기장이 이루는 타원의 모양을 알고자 하는 경우에는 단축프로브를 사용할 수 있다.
- ②고정시설물 등에서 방출되는 전자기장을 측정하고자 할 때에는 작업자가 주로 작업하는 곳 또는 주민이 주로 생활하는 곳에서 측정하고, 전기·전자기기 등에서 발생하는 전자기장은 통상의 사용거리에서 측정하여야 한다.
- ③전기장강도 측정시 프로브와 측정자 사이의 거리는 2.5m 이상이어야 한다. 단, 자기장강도 측정시에는 프로브와 측정자 사이의 거리를 제한하지 아니한다.
- ④(전력선 아래의 전자기장강도 측정) 전력선 아래의 전자기장강도 측정은 다음 각호의 방법에 의한다.
1. 전자기장강도는 지표면 위 1m 높이에서 측정하여야 한다. 단, 그 외의 다른 높이에서 측정할 경우에는 측정위치를 명확하게 표시해야 한다.
 2. 프로브는 전기장의 수직성분을 읽을 수 있도록 위치시켜야 한다.
 3. 측정기기와 이동 가능한 물체 사이의 거리는 물체 높이의 3배 이상이어야 하며 측정기기와 지상 고정물체 사이의 거리는 1m 이상이어야 한다.

제9조(고주파 전자기장 측정방법)

- ① 전자기장강도 측정은 3축 등방성프로브를 사용하여 합성전자기장을 측정하여야 하며 선형편파 전자기장을 측정하거나 타원편파 전자기장에서 전자기장이 이루는 타원의 모양을 알고자 하는 경우에는 단축프로브를 사용할 수 있다.
- ② 원거리장 영역에서 단일복사원이 존재할 경우 다음 각호의 방법에 의해 측정한다.
 1. 선형편파된 평면파의 전자기장은 전기장강도 측정기로 측정한다. 이 경우 자기장강도는 전기장강도 값으로부터 계산할 수 있다.
 2. 금속물체 근처에서 측정할 경우 물체로부터 프로브 길이의 3배 이상의 거리를 유지하여야 한다.
 3. 측정기기나 지지대 등의 금속 부분은 흡수체로 둘러싸야 하고, 유전체 구조물도 1/4 파장 이하가 되도록 함으로써 측정의 불확정도가 $\pm 2\text{dB}$ 이내이어야 한다.
- ③ 원거리장 영역에서 다중복사원이 존재할 경우 다음 각호의 방법에 의해 측정한다.
 1. 복사원의 주파수를 알고 있으며 정보통신부 고시 제2000-91호에 규정된 기준치가 측정주파수 범위에서 일정한 경우에는 광대역 측정기기로 측정하여야 한다.
 2. 복사원의 주파수를 알고 있으며 제1호의 기준치가 측정주파수 범위에서 일정하지 않은 경우에는 주파수 선택적인 협대역 측정기기로 각각의 주파수 성분에 대한 전자기장강도를 측정하여야 한다.
- ④ 근거리장 영역에서의 전자기장강도는 다음 각호에 의하여 측정한다.
 1. 근거리장 영역의 전자기장강도는 급격한 공간적 변화를 측정할 수 있도록 측정 주파수의 파장에 비해 크기가 작은 프로브를 사용하여야

한다.

2. 300MHz를 초과하는 주파수영역의 전자기장강도는 파장에 비해 크기가 작은 3축다이폴을 가진 등방성프로브를 사용하여 전기장을 측정한다. 자기장강도는 측정된 전기장강도로부터 계산한다.

3. 300MHz 이하 주파수 영역의 전자기장 강도는 제2호의 프로브와 3축 루프로 구성된 등방성프로브를 모두 사용하여 전기장과 자기장을 측정해야 한다.

4. 제2호 및 제3호에서 주파수와 편파를 모두 알고 있는 경우에는 협대역 단축프로브를 사용할 수 있다.

⑤프로브와 전자기장 복사원 및 산란체 사이의 최소 거리는 프로브 크기의 3배 또는 20cm 중 큰 값을 적용하여야 한다.

제10조(측정결과서 작성) 전자기장강도 측정을 완료한 후 저주파 측정결과는 별표1, 고주파 측정결과는 별표2에 의거하여 측정결과서를 작성하여야 한다.

부 칙

(시행일) 이 고시는 2002년 1월 1일부터 시행한다.

[별표1]

전자기장 환경 측정결과서(저주파용)	
측정물리량	☐ 전기장 강도 (V/m) ☐ 자기장 강도 (A/m)
측정장 편파	☐ 직선편파 ☐ 원편파 ☐ 타원편파 ☐ 알 수 없음
측정프로브	☐ 단축 ☐ 3축
측정장소	경도: 위도: 표고:
	도·시 시·군·구 로·구·읍·면 동 번지內 (세부장소 기술, 그림 또는 사진 첨부)
측정환경	온도, 습도, 지표상태, 풍속, 날씨 등을 기술
전자기장발생원	선전압, 선전류, 전도체 구조나 기타 발생원 등을 기술
측정주파수범위	3 dB 상하한 주파수
측정기기	(제조사, 모델명, 프로브 크기 및 형태, 최근교정일자)
측정시각	년 월 일 시 분 초 ~ 년 월 일 시 분 초
측정시간	분 초
측정거리1	(발생원과 프로브 사이의 거리)
측정거리2	(측정기와 측정자 사이의 거리)
참고사항1	(주변에 금속물체 등의 존재 유무, 크기, 측정지점과의 거리 등을 기술)
참고사항2	측정환경에서 피노출자의 활동 상태
측정 Data	시간 최대치____, 시간 최소치____, 시간 평균치____
☐ 실효치 ☐ 첨두치	타원편파의 경우:최대場 강도____ 최소場 강도____
측정불확도	
정보통신부 고시 제 2000-92호의 규정에 의하여 위의 측정 결과를 통보합니다. 년 월 일 측정자 소속부서 측정자 이름 (서명 또는 인) 측정기관명 ※측정결과 기재사항이 많을 경우 별도의 용지를 사용할 수 있습니다.	

[별표2]

전자기장 환경 측정결과서(고주파용)	
측정물리량	☐ 전기장 강도 (V/m) ☐ 자기장 강도 (A/m)
측정조건	☐ 원거리장, 단일복사원 ☐ 원거리장, 다중복사원 ☐ 근거리장
측정장소	경도: 위도: 표고: 도·시 시·군·구 로·구·읍·면 동 번지內 (세부장소 기술, 그림 또는 사진 첨부)
측정환경	온도, 습도, 지표상태 등을 기술
전자기장 발생원	발생원, 변조내용 등을 기술
측정주파수범위	3 dB 상하한 주파수
측정기기	제조사, 모델명, 프로브 크기 및 형태, 최근교정일자
측정시각	년 월 일 시 분 초 ~ 년 월 일 시 분 초
측정시간	분 초
측정거리1	(복사원과 프로브 사이의 거리)
측정거리2	(측정기와 측정자 사이의 거리)
참고사항1	(주변에 금속물체 등의 존재 유무, 크기 및 측정지점과의 거리 등을 기술함)
참고사항2	측정환경에서 피노출자의 활동 상태
측정 Data	☐ 실효치 ☐ 첨두치 시간 최대치 _____, 시간 최소치 _____, 시간 평균치 _____
측정불확도	
정보통신부 고시 제 2000-92호의 규정에 의하여 위의 측정 결과를 통보합니다. 년 월 일 측정자 소속부서 측정자 이름 (서명 또는 인) 측 정 기 관 명 ※측정결과 기재사항이 많을 경우 별도의 용지를 사용할 수 있습니다.	

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

한국산업안전보건연구원 원장

사업장 근로자의 전자파 실태 조사

(보건분야 - 연구자료 연구원 2002-62-398)

발 행 일: 2002년 11월 30일

발 행 인: 산업안전보건연구원 원장 정호근

연구책임자: (주) EMF Safety 김 윤 명

발 행 처: 한국산업안전공단 산업안전보건연구원

주 소: 인천광역시 부평구 구산동 34-4

진 화: (032) 5100-909

F A X: (032)5100-867

Homepage : www.kosha.or.kr
