

거푸집공사의 안전작업에 관한 연구

1993. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 “93 산업안전 연구사업”의 일환으로 수행한 “거꾸집
공사의 안전작업에 관한 연구”의 보고서로 제출합니다.

1993. 12. 31

주관연구부서 : 산업안전연구원
토목·건축연구실

연구수행자 : 선임연구원 최순주

머 리 말

최근의 건설업은 신도시 건설 및 고속도로, 지하철, 고속전철 등 사회기반시설의 확충을 위한 건설물량의 증가와 동시에 공사 규모는 대형화, 고층화, 복잡화되어 건설재해가 빈발함으로써 사회적 문제로 야기되고 있는 실정이다. 따라서 건설재해를 예방하기 위한 정부의 정책적인 지원과 한국산업안전공단의 안전점검을 비롯한 각종 재해예방 활동 및 건설업체의 자구적 노력에도 불구하고 '92년 산업재해의 33.75%가 건설재해로서 타산업의 재해율은 지속적 감소 추세인 반면에 건설업은 증가 추세에 있는 실정이다.

본 연구는 우리나라 전체 건설공사 물량중 절대적 우위를 점유하고 있는 철근콘크리트 구조물 시공을 위한 3대공정의 하나인 거푸집 공사는 구조물이 완성되면 남아있지 않은 가설물이라 하여 경시되고 있지만, 실제 거푸집공사는 전체공사비의 상당부분을 점유하고, 그 구조물에 대한 품질의 성패를 좌우하며, 더우기 작업과정은 타공정에 비하여 복잡한 다단계의 세부작업과정과 복합공정이 수반되게 된다. 따라서 거푸집공사는 위해위험한 공정으로 안전작업 방법에 관한 연구가 요청되었으며 현재까지의 건설안전에 관한 연구가 특정한 재해유형에 대한 예방대책에 관한 연구였다면 본 연구는 거푸집공사의 공정에 대한 전반적인 안전연구로서 재해예방에 크게 기여할 것으로 사료되며 또한 거푸집공사가 수반되는 건설현장에서의 안전작업수행을 위한 지침서로서 활용되기를 기대한다.

1993. 12. 31

産業安全研究院長 徐 相 學

목 차

제1장 서론	7
1. 연구의 배경과 목적	7
2. 연구기간	9
3. 연구방법 및 범위	9
제2장 거푸집	11
1. 거푸집 개요	11
2. 거푸집 재료와 부재	12
3. 거푸집 설계	21
4. 거푸집 공사 계획	23
5. 거푸집 공사 안전규정	25
제3장 거푸집 공사의 세부공정과 위험성	32
1. 작업공정과 위험성	32
2. 재료의 반입과 적치	34
3. 조립과 검사	36
4. 콘크리트 타설	54
5. 해체 및 자재정리	55

제4장 재해사례와 실태조사	57
1. 작업별 재해사례	57
2. 재해사례 분석	70
가. 작업별 재해	70
나. 재해유형	71
다. 재해원인	73
3. 실태조사	77
 제5장 거꾸집작업의 안전대책	84
1. 재료의 반입과 적치	84
2. 조립과 검사	87
3. 콘크리트 타설	89
4. 해체 및 자재정리	90
5. 감전재해	95
 제6장 결 론	96
 참 고 문 헌	98
 부 록	101
1. 거꾸집의 조립·해체 작업 유의 사항	103
2. 콘크리트 타설 작업 유의 사항	110

표 목 차

(표-1) 직종별 재해자 현황.....	8
(표-2) 파이프써포트의 구조기준	15
(표-3) 보조지주의 구조기준	16
(표-4) 강관틀비계 지주의 구조기준	18
(표-5) 걸푸집설계용 콘크리트 축압	21
(표-6) 거푸집용 목재의 장기허용 응력도	23
(표-7) 거푸집공사 관련 안전규정의 주요내용	26
(표-8) 지주의 종류에 따른 안전조치	31
(표-9) 재료의 반입과 적치작업에서의 위험요소	35
(표-10) 거푸집 부위별 검사내용	53
(표-11) 콘크리트 타설전 점검내용	54
(표-12) 해체 및 정리정돈 작업시 유의사항	55
(표-13) 자재운반 및 적치작업 재해	57
(표-14) 가공작업 재해	59
(표-15) 조립작업 재해	60
(표-16) 검사작업 재해	63
(표-17) 콘크리트 타설작업 재해	63
(표-18) 해체작업 재해	67
(표-19) 기타 작업재해	69
(표-20) 작업별 재해 현황	70

(표-21) 작업별 재해 유형	71
(표-22) 작업별 재해 원인	73
(표-23) 아파트공사에서의 거푸집 재료	77
(표-24) 구조부위에 따른 거푸집의 규격 및 설치간격	78
(표-25) 벽 거푸집 제작 및 조립실태	80
(표-26) 측벽거푸집 작업에서의 위험요인 실태	82
(표-27) 걸이용 와이어로우프 안전하중	85
(표-28) 작업발판의 목재 허용응력	93
(표-29) 강관틀 비계용 작업발판 규격	94

그 림 목 차

(그림-1) 연구의 흐름도	10
(그림-2) 거푸집 구성재	12
(그림-3) 파이프써포트	15
(그림-4) 보조지주	16
(그림-5) 워그 써포트	17
(그림-6) 강관틀 비계	17
(그림-7) 긴장재(Form Tie)	19
(그림-8) 격리재	20
(그림-9) 콘크리트 측압산정	22
(그림-10) 거푸집공사의 작업공정	32
(그림-11) 경제성추구에 따른 구조적 문제	33
(그림-12) 각 부분의 먹메깁	37
(그림-13) 먹줄 이설	38
(그림-14) 거푸집 고정(모르타르)	38
(그림-15) 거푸집 고정(못)	39
(그림-16) 거푸집 고정(매립나무 벽돌)	39
(그림-17) 기둥 거푸집 가공	40
(그림-18) 패널구멍 맞추기	41
(그림-19) 홈타이 조립	42
(그림-20) 띠장재 조립	42

(그림-21) 보 거푸집의 가멈춤	43
(그림-22) 지보공(임시)	44
(그림-23) 조 립	44
(그림-24) 기둥 거푸집과의 맞춤	44
(그림-25) 띠장재 및 긴결	45
(그림-26) 경사 부분의 파이프써포트 배치	45
(그림-27) 벽 거푸집의 패널 할당	46
(그림-28) 벽 거푸집의 띠장재배치와 긴결	47
(그림-29) 바닥 거푸집 패널 할당	48
(그림-30) 바닥 거푸집 조립도 및 동바리 할당도	49
(그림-31) 멩예와 띠장의 연결	50
(그림-32) 수평연결재 및 가새연결	50
(그림-33) 수직하중에 의한 좌굴	51
(그림-34) 수평하중에 의한 좌굴	51
(그림-35) 지반 침하방지 조치	51
(그림-36) 2단이상의 지보공 조립 예	52
(그림-37) 지지철선 연결 방법	88

제 1 장 서 론

1. 연구의 배경과 목적

가. 연구의 배경

거푸집공사는 콘크리트, 철근콘크리트, 철근·철골콘크리트 구조물의 공사에서 콘크리트가 응결 및 경화하는 동안 구조체의 일정한 형상과 치수를 유지시키면서 콘크리트 경화에 소요되는 수분의 누출을 방지하고 외기의 영향을 방지하기 위한 가설물이다. 그러나 거푸집은 구조물의 완성되면 남아 있지 않는 가설물이라하여 경시하는 경향이 있으나, 거푸집 공사의 공사비율은 일반적으로 전체공사비의 10~15%, 철근콘크리트 공사비의 20~30%를 점유하고 있으며, 거푸집 공사의 시공정도에 따라 콘크리트의 품질 및 외관의 성과에 큰 영향을 미치게 된다. 또한 거푸집 공사의 작업단계는 일반적으로 재료반입→가공→조립→검사→콘크리트 타설→양생→해체 작업이 반복되는 작업단계를 갖는 다단계 작업과정으로서, 각각의 작업단계에는 위험요소가 산재되어 전술한 모든 작업단계에서 중대재해가 발생하고 있는 실정이다. 결국 거푸집 공사는 구조물의 품질 및 외관의 성패를 좌우하고 전체공사비에 영향을 미치며, 더우기 위해위험 공정으로서 근로자가 안전하게 작업을 수행하여 완성하기 위한 안전작업방법에 관한 연구가 요청되고 있는 실정이다. 1993년도 1월부터 6월말 까지 건설현장에서 발생한 중대재해를 한국산업안전공단에서 조사한 207건의 중대재해의 직종별 재해현황(표-1)은 일용잡급, 목공 순으로 조사분석되었으며, 목공 직종의 다수가 거푸집공사에 투입되고 있는 실정을 감안할 때 거푸집공사에서의 안전작업방법에 관한 연구는 시급히 요청되고 있다.

(표-1) 직종별 재해자 현황

1993.1.1~1993.6.31

직 종	일용잡급	목 공	비계공	미장공	전 공	철골공	철근공	계
재해자수	142	22	20	9	8	4	2	207
구성비(%)	67	13	9	4	4	2	1	100

나. 연구의 목적

연구의 배경에서 서술한 바와 같이 거푸집 공사는 콘크리트의 성형을 위하여 조립 설치한 다음 콘크리트를 타설하여 거푸집을 해체하기까지 콘크리트의 충분한 성형과 강도 유지를 위한 가설구조물로서 콘크리트공사의 보조공사 부분이지만, 결코 경시 할 수 없는 공사이며 거푸집공사의 작업과정은 다단계의 작업을 거치면서 근로자는 각각의 작업단계에서 위험 작업에 노출되어 다양한 원인에 의한 여러가지 유형의 재해가 발생되고 있는 실정이다. 거푸집 공사에서의 재해발생 원인은 조립방법 불량, 도구사용의 안전수칙 무시, 전기에 대한 안전지식의 무지, 부적절한 인양장비의 사용 및 작업방법 불량 그리고 지보공 설치 불량 등 다양한 원인에 대한 결과로서 협착, 감전, 추락, 붕괴 등의 여러가지 재해유형의 중대재해가 발생하고 있다.

따라서 본 연구의 목적은 거푸집공사의 수행함에 있어 재료의 준비단계에서 거푸집 해체·정리작업 단계까지 각각의 작업 단계별 위험 요인을 파악, 재해사례와 실태조사를 통한 재해발생의 원인을 도출하여 각각의 작업 단계별 안전대책을 제시함으로써 건설재해의 감소및 예방에 기여하고자 한다.

2. 연구기간

1993.1.1~1993.12.31

3. 연구의 방법 및 범위

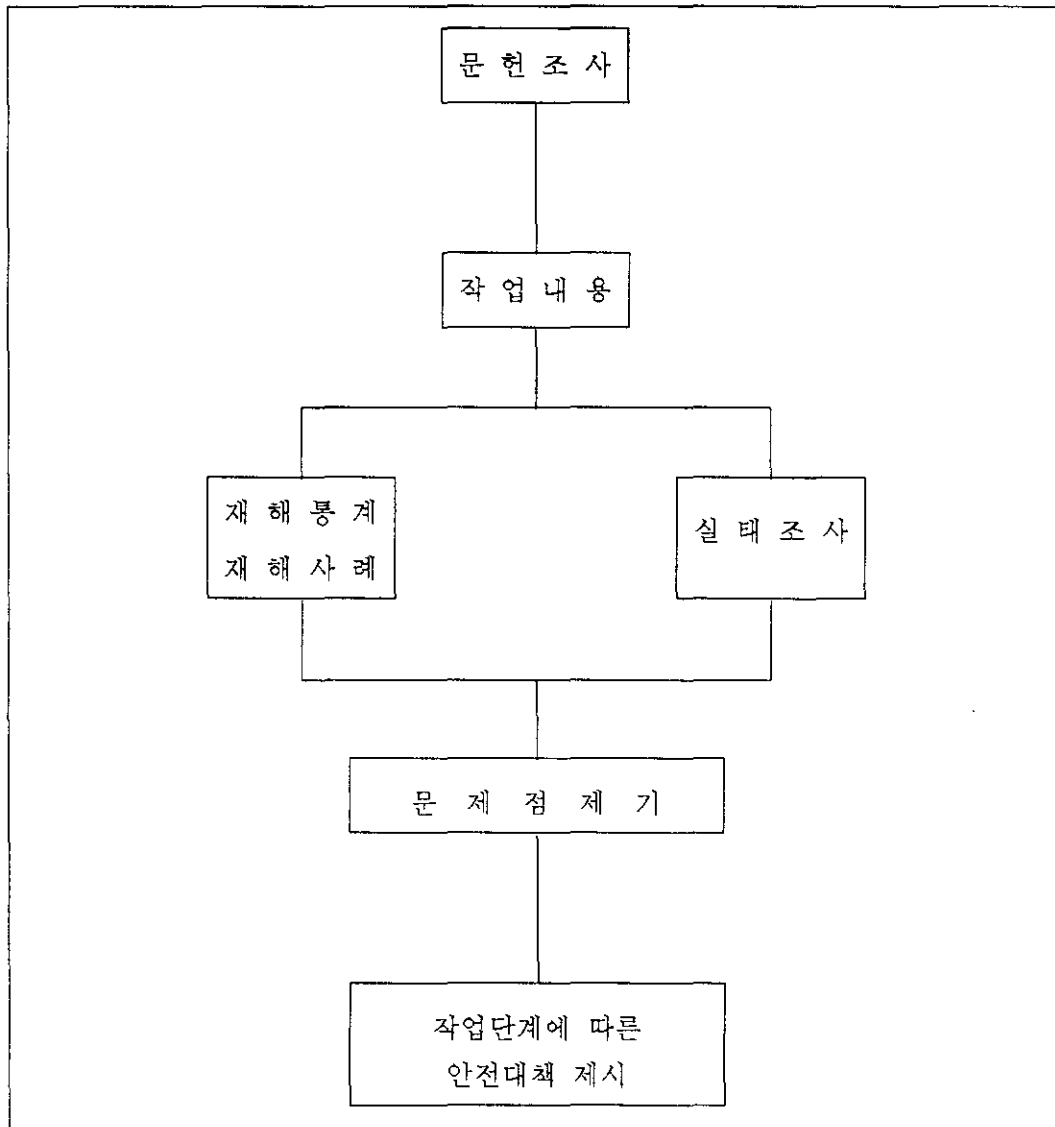
본 연구의 목적에 부합하는 거푸집공사의 안전작업대책의 제시를 위하여 다음과 같이 연구방법과 연구범위를 설정하였으며, 연구의 흐름도(그림-1)는 다음과 같다.

가. 연구방법

- (1) 거푸집공사에서의 재해를 예방하기 위하여 문헌을 통한 거푸집의 재료 및 종류 그리고 거푸집공사 수행에 따른 현행의 안전규정 등의 기초자료를 조사하였다.
- (2) 문헌및 실태조사를 통하여 거푸집공사에서의 세부작업 과정을 파악하여 소단위 공정으로 분류하고, 분류된 세부작업에서의 재해유발의 위험성을 조사하였다.
- (3) 1992년 1월부터 1993년 9월 30일까지 거푸집공사에서 발생한 중대재해 사례를 분석하여 재료반입에서 해체작업까지의 작업단계별 재해유형과 재해원인을 분석하였다.
- (4) 현장 실태조사를 통하여 거푸집공사 작업과정을 실태조사하여 작업상의 위험요인을 도출하였다.
- (5) 재해사례분석을 통하여 규명한 재해원인과 실태조사를 통하여 도출된 작업공정별 위험성을 비교·분석하여 거푸집공사에서의 작업단계별 안전작업대책을 제시하였다.

나. 연구범위

연구범위는 철근콘크리트 구조의 아파트 공사를 주대상으로 거푸집공사에서의 재료반입 작업단계에서 해체 및 자재정리작업 단계까지의 거푸집공사의 세부 작업 공정에 따른 안전작업대책의 제시를 본 연구의 범위로 설정하였다.



(그림-1) 연구의 흐름도

제 2 장 거푸집

1. 거푸집의 개요

철근콘크리트 구조의 특성은 압축에 강한 콘크리트의 성질과 인장에 강한 철근의 성질을 이용하여 일체식으로 외력에 저항하는 구조로서 조형의 다양화에 대응하기에 용이하고, 내구성, 내화성, 재료구득의 용이성, 저렴한 가격등의 장점이 있어, 우리나라에서는 1910년 이래 현재까지도 가장 보편화된 구조체이다. 철근콘크리트 구조물 공사에서의 거푸집공사는 철근공사, 콘크리트공사와 함께 3대 주공정으로서 거푸집은 거푸집널(판)과 동바리(지주, Support)로 구성되어 철근콘크리트 구조체가 일체화되어 소정강도가 확보된 임의의 모양으로 성형(成形)하는데 필요한 가설물로서 거푸집의 역할, 하중조건, 시공상의 주의사항을 열거하면 다음과 같다.

가. 거푸집 역할

거푸집은 콘크리트 타설하여 응결(condensing)·경화(hardening)하는 동안 일정한 형상과 치수를 유지하여 콘크리트의 경화에 필요한 수분의 누출을 방지하고 외기의 영향을 방지하여야 한다.

나. 거푸집 하중조건

거푸집은 콘크리트의 중량, 공사중의 작업하중, 콘크리트 타설작업에서의 충격하중 및 측압에 안전하여야 하며, 처짐, 배부름, 뒤틀림 등의 변형이 발생하지 않는 강도를 확보한 구조이어야 한다.

가. 거푸집 널

(1) 쪽널

쪽널의 두께는 1.2~2.4cm로서 보통 1.5cm의 널이 사용되지만 하중을 많이 받는 보 밑창 등에는 두께 2.5~3.0cm의 널을 사용하는 경우도 있다. 그러나 시공이 번거러워 보통 일정한 두께의 널을 사용하되, 장선(띠장)간격을 조절하여 처짐을 보강한다. 그리고 콘크리트 접촉면은 대패질 하여 옆은 반턱 쪽매로 시공한다. 쪽널은 거푸집 면적이 협소하거나 복잡한 부분 그리고 패널(panel)의 사용이 곤란한 부분에 사용한다. 또한 쪽 널로서 합판을 사용하는 경우의 합판 두께는 0.9~1.5cm로서 보통 1.2cm의 내수합판을 사용한다.

(2) 패널(panel)

쪽널 또는 합판으로 넓은 판으로 조립하여 사용하는 것으로 운반, 조립, 해체가 용이하며 파손이 적어 전용하기에 좋다. 패널의 표준 크기는 60x180cm, 90x180cm등이 있으며 그 반쪽 및 반절을 사용하기도 한다. 일반적으로 널판의 두께는 1.5cm, 합판의 두께는 1.2cm이며, 울거미(frame)는 4.5~6cm각 또는 4.5x7.5cm각을 사용하고 현재에도 가장 널리 사용되고 있으며, 보다 대형화된 패널을 조립 장비(크레인 등)를 이용하여 운반하여 조립하고 있다.

(3) 강재패널

강재패널은 ㄱ형강(angle) 등으로 울거미(frame)를 짜고, 그 위에 얇은 강판 즉, 1.0~1.5mm두께의 강판을 용접하여 사용한다.

(4) 기타

알루미늄, 플라스틱제품과 철골구조물의 바닥면에 사용하는 덱플레이트(Deck plate), 종이, 경질섬유판(hard board)등이 있다.

나. 띠장 및 장선

띠장 및 장선은 거푸집 널을 지지하고 상부 하중을 멍에(띠장받이, 장선받이)에 전달하는 부재로서, 수직면으로 배치하는 것은 띠장, 수평면으로 배치하는 것은 장선으로 구분한다. 띠장과 장선은 일반적으로 4.5~9cm 각재를 사용하며, 널과 직각방향으로 30~60cm 간격으로 배치하지만 일반적으로 45cm 간격으로 배치한다.

나. 멍에(띠장 및 장선받이)

장선 및 띠장의 하중을 긴결재 또는 받침기둥에 전달하는 부재로서 멍에는 9~10cm의 각재를 사용하고 띠장(장선)받이는 그 반쪽을 약 60cm 간격으로 배치한다.

라. 동바리(지주, Support)

멍에, 띠장(장선)받이로 부터 하중을 전달받아 그 하중을 지반이나 하부 층의 바닥판에 전달하는 부재로서, 재질은 목재와 강재가 있다.

(1) 목재

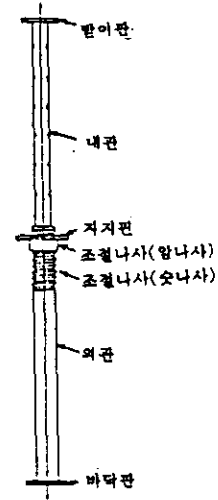
동바리 높이 3.6m 이하인 경우에는 9~10cm 각재 또는 끝마구리 지름 9cm 이상의 통나무를 사용하며, 높이 4.5m 이상일 때에는 12cm의 각재 또는 끝마구리 지름 10cm 이상의 통나무를 사용하며, 가능한 이어서 사용하는 것은 피하여야 하며, 3토막이상 이어서 사용해서는 안된다. 동바리의 배치 간격은 기둥과 벽의 측면에서는 30~45cm 간격으로 배치하고, 중간에서는 90~180cm 간격으로 배치한다.

(2) 강재

강재 동바리는 목재 동바리에 비하여 강도가 균일하고 높이 조절등 조립 및 해체가 용이하며 전용성이 좋아 주로 사용하고 있다.

(가) 파이프 씨포트(pipe support)

파이프 씨포트 (그림-3)는 외관, 내관, 조절나사 등으로 구성되며, 내관과 외관에는 받이판 또는 바닥판이 용접되어 있으며 내관에는 핀구멍이 있다. 그리고 가설기자재 성능검정규격에서는 파이프 씨포트의 재질로서 내관은 일반구조용 탄소강관 (KS D 3566)의 SPS 51을, 외관은 SPS 41을 사용하도록 규정하고 있으며, 좌굴하중에 대한 안전 및 사용의 편의성을 고려 최대 사용길이가 4m를 넘지 않도록 규정하고 있다. 파이프 씨포트의 세부적 구조기준은 (표-2)다음과 같다.



(그림-3) 파이프 씨포트

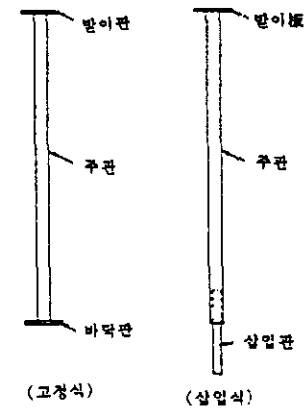
(표-2) 파이프 씨포트의 구조기준

구 분	기 준
최대사용길이	4,000mm 이하
내관과 외관이 겹침길이	280mm 이상 단, 최대사용길이 2,500mm미만은 150mm이상
외관부분의 길이	최대사용길이의 50% 이상 단, 그 치수가 1,600mm를 넘을 때는 1,600mm이상
외관의 외경 및 두께	60.2mm 및 2.0mm 이상
내관의 외경 및 두께	48.3mm 및 2.2mm 이상
지지핀의 지름	11mm 이상
받이판과 바닥판의 두께	5.4mm 이상

(나) 보조지주

보조지주(그림-4)는 단독으로 사용할 수 없으며, 파이프 쉐포트의 길이 부족을 보완하기 위하여 사용하는 것으로 파이프 쉐포트와 재질 및 강도가 일치하는 것이 좋으며 삽입식과 고정식이 있다. 삽입식은 주관, 받이판, 삽입판으로 구성되며, 고정식은 주관, 받이판, 바닥판으로 구성된다.

그리고, 가설 기자재 성능검정규격에서 보조지주의 주관 재질은 SPS 51로 규정되어 있으며, 세부적 구조기준은(표-3)과 같다.



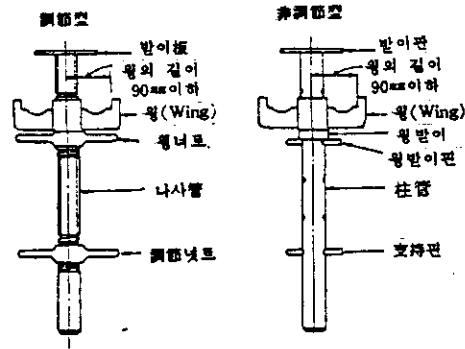
(그림-4) 보조지주

(표-3) 보조지주의 구조기준

구 분	기 준
사용길이	1,800mm 이하
주관의 외경 및 두께	48.3mm 및 2.2mm 이상
파이프 쉐포트에 꽂을 수 있는 부분의 길이(삽입식)	200mm 이상
받이판과 바닥판의 두께	5.4mm 이상

(다)윙 씨포트

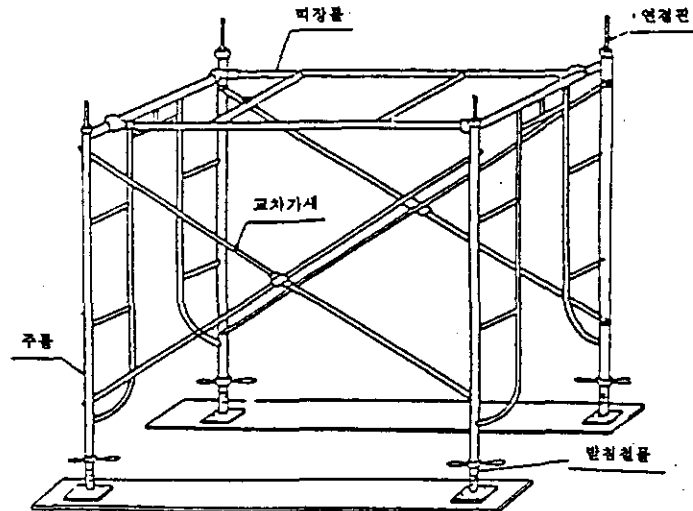
윙 씨포트는 (그림-5)콘크리트 타설후 콘크리트의 경화가 부족하여 동바리는 해체하지 않고 거꾸집을 전용하고자 하는 경우에 사용한다. 단판 또는 파이프 씨포트에 부착하여 사용하므로 부착되는 단판이나 파이프 씨포트의 구조와 강도가 동일하여야 한다.



(그림-5) 윙 씨포트

(라) 강관틀 비계

강관틀 비계 단독으로 사용하는 경우는 거의 없고, 층고가 높은 경우 강관틀비계 위에 파이프 씨포트 등으로 동바리를 조립하는 경우가 있다. 강관틀비계(그림-6)는 주틀, 교차가새, 띠장틀, 연결핀, 암록 및 받침철물로 구성되며, 기둥재, 횡가재 및 띠장재의 재료는 SPS 51로 보강재, 교차가새의 재료는 SPS 41로 규정되어 있으며, 세부적 구조기준(표-4)은 다음과 같다.



(그림-6) 강관틀 비계

(표-4) 강관틀 비계지주의 구조기준

구 조	구 분	기 준
표 간	상단에서 기둥제 중심간의 거리	400mm 이상, 1,250mm 이하
준 이	기둥재의 길이	2,000mm(간이틀은 1,800mm)이하
틀 틀	교차가재 판의 연직방향 붙임간격	1,200mm 이상, 1,300mm 이하
띠 장 틀	동일 띠장재 조임철물 중심간 거리	1,850mm 이하
	양 띠장재의 중심간 거리	400mm 이상, 1,100mm 이하
	띠장재의 외경	42.4mm 이상
	띠장재의 판두께	2.2mm 이상
	버팀재의 외경 및 판두께	33.7mm 및 2.0mm 이상
	조임철물의 판두께	7.2mm 이상

(마) 수평지지 보

받침기둥없이 보를 걸어서 거푸집 널을 지지하는 형식으로 페코 빔(pecco beam)등을 사용하는 경우도 있다. 페코 빔은 바깥보(lattice beam)와 안보(plate beam)로 구성되며 이것은 간단히 망치로 쳐서 신축이 가능하여 조립 및 해체가 용이하나 가격이 고가인 단점이 있다.

마. 기타 부재

(1)연결대, 가새

동바리 높이의 1/2~1/3위치에 연결재 또는 가새 등으로 서로 연결하여 동바리의 이동과 변형 그리고 도괴를 방지한다. 목재를 사용하는 때에는 45cm각재 또는 1.8x9~10cm의 널재를 사용하여 높이 4.5m 이상인 경우에는 연결대를 2단으로 한다.

(2)췌기, 밀받침

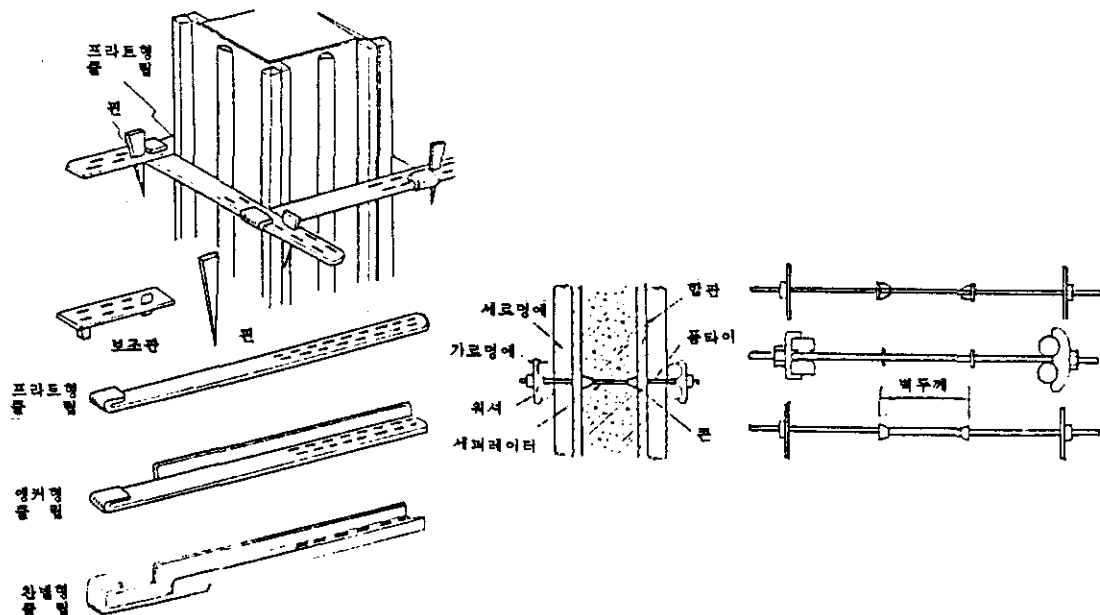
등바리 하부에는 9~10cm 각, 길이 20cm 정도의 반오름 쇠기를 맞물려 고정 높이를 조절하고 못을 쳐서 물에 젖어도 미끌어지지 않게 한다. 지면에 세울 때에는 밑에 9x18cm의 판재 또는 각재를 받쳐 침하가 발생하지 않도록 한다.

(3) 긴결재

거푸집을 정확한 치수와 위치를 유지하기 위하여 각종의 긴결재가 사용되며, 일반적으로 못, 꺾쇠, 보울트, 철선, 쉼퍼레이터 등이 사용되나 현장에서 특별히 고안된 것도 있다. 못의 길이는 거푸집 널 두께의 2.5~3배, 등바리 설치에는 6.5~7.5cm를 사용하며, 꺾쇠는 길이 9~12cm, 지름 9mm내외, 갈구리 길이 2.5~4.5cm, 보울트는 양나사 보울트 지름 6~12mm내외로 한다.

(가) 긴장재(form tie)

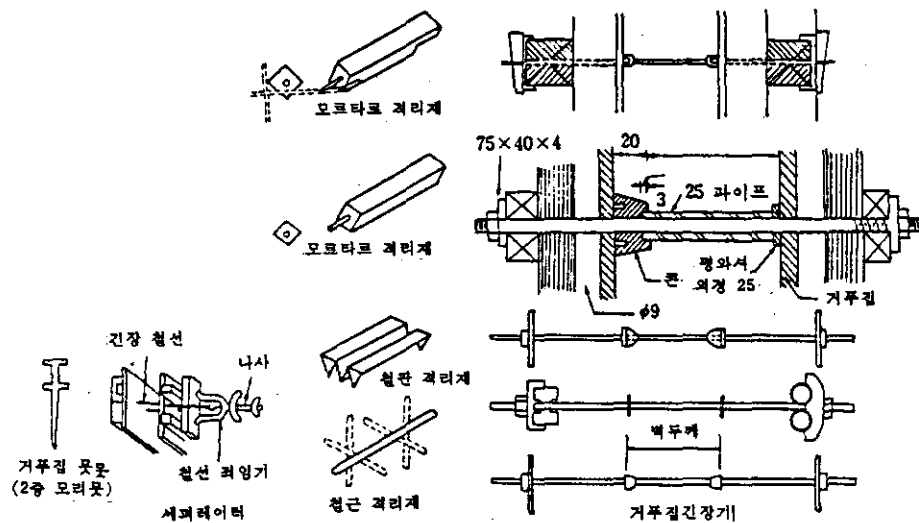
긴결재라고도 하며 콘크리트를 타설할 때 거푸집이 변형(벌어지거나 찌그러짐)하지 않도록 고정하는 것으로서 달구어 누그린 철선, 꺾쇠, 보울트 등이 사용되며, 시제품인 고정용 클립을 주로 사용한다.(그림-7)



(그림-7) 긴장재(Form Tie)

(나) 격리재(Separater)

거푸집 상호간의 간격을 유지하기 위한 것으로 벽, 보, 등의 폭을 고려하여 사용한다.(그림-8)



(그림-8) 격리재

(4) 박리재

콘크리트를 타설한 다음 해체작업의 편의를 위하여 거푸집면에 도포하는 것으로 비누물, 중유, 석유와 아마유, 파라핀 합성수지 등이 사용되며, 박리재를 미리 도포한 박리시이트도 있다. 일반적으로 합판 거푸집에는 수용성유제, 강재 거푸집에는 유성유제를 사용한다.

3. 거푸집 설계

거푸집을 설계하는 때에는 사용재료의 강도와 그 처짐을 고려하여야 하며, 특히 고층건물, 장 스패건물, 중량물을 지지하는 부재 등에 대하여 강도와 처짐을 계산하여 결정한다. 거푸집은 콘크리트의 중량, 콘크리트 타설작업에서의 재료, 기구, 근로자등의 이동작업 하중 및 콘크리트 타설에 의한 충격하중과 측압에 안전하도록 설계 되어야 한다.

가. 거푸집 계산용 하중

구조체에서의 Slab와 보 거푸집은 생콘크리트의 중량과 작업하중 그리고 충격하중에 대하여 고려하고, 벽, 기둥, 보 측면 거푸집은 생콘크리트의 중량과 측압에 대하여 고려하여야 한다. 거푸집의 설계용 콘크리트 측압은 (표-5) 다음과 같다.

(표-5) 거푸집설계용 콘크리트측압(t/m²)

부어넣기속도(m/h)		10 이하의 경우		10을 넘고 20이하의 경우		20을 넘 는 경우
부위	H(m)	1.5이하	1.5를 넘고 4.0이하	2.0이하	2.0을 넘고 4.0이하	4.0이상
	기 등		$1.5W_0 + 0.6W_0 \times (H - 1.5)$		$2.0W_0 + 0.8W_0 \times (h - 2.0)$	
벽	길이 3m 이하의 경우	W_0H	$1.5W_0 + 0.2W_0 \times (H - 1.5)$	W_0H	$2.0W_0 + 0.4W_0 \times (H - 2.0)$	W_0H
	길이 3m를 넘는 경우		$1.5W_0$		$2.0W_0$	

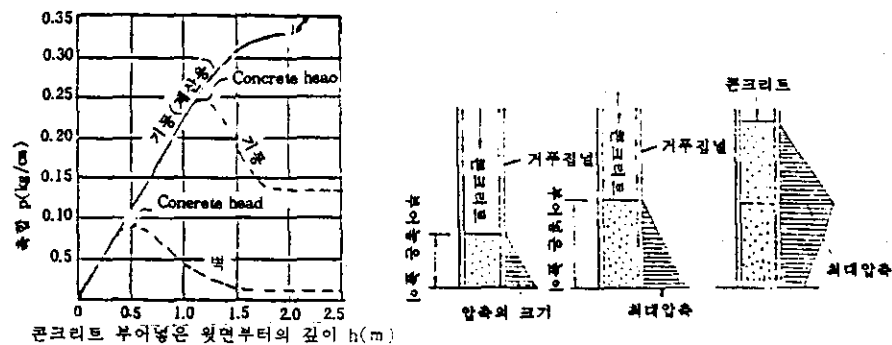
여기서 H: 굳지 않은 콘크리트의 헤드(head)(m)

(측압을 구하고자 하는 위치 위에 있는 콘크리트의 부어넣기의 높이)

W_0 : 굳지않은 콘크리트의 단위체적중량(t/m³)

나. 콘크리트 측압

콘크리트를 타설한 순간의 콘크리트는 액상에 가까운 것으로 어떤 임의의 깊이에서 측압은 콘크리트의 윗면에서의 거리와 단위 용적 중량의 곱으로 표시한다. 그러나 측압은 시간의 경과에 따라 감소되며, 타설높이가 높을수록 측압이 감소하는 시간은 길어지며 골재의(아아치)상태에 따른 측압의 감소가 크게 된다. 즉, 생콘크리트의 측압은 슬럼프가 크고, 배합이 양질이고(부배합) 구조체의 두께가 얇으며, 타설 속도가 빠르고 대기의 습도가 낮을수록 커진다. 측압 감소의 상태를 파악하는 이론식과 실험식은 많이 있지만 일반적으로 H.G.Rody씨의 실험값(그림-9)을 이용하고 있으며, 기둥에서는 최고 0.23kg/cm^2 , 벽에서는 0.08kg/cm^2 이다.



(그림-9) 콘크리트 측압 산정

다. 거푸집용 목재의 허용강도 및 영계수

거푸집은 일시적 가설물이므로 건축법에서 규정한 재료의 장기 허용응력도의 1.2배까지 허용하고 있으며, 장기허용응력도는(표-6)다음과 같다.

(표-6) 거푸집용 목재의 장기허용응력도

(단위 : kg/cm²)

목재의 종류	영계수 E	압축력도	휨응력도·인장력도	전단력도
희나무·적송·흑송	70,000	80	90	7
삼 나 무		60	70	5
미 송		70	80	6
밤 나 무 · 참 나 무		70	95	10

4. 거푸집공사 계획

가. 설계도서의 검토

건축 의장도, 구조도, 전기, 급배수, 위생설비도, 시방서 등의 세부까지 파악하여 설계상의 의도와 요점 그리고 시공상의 주의사항을 인지하고 건물의 형상, 구조 및 특수공법등을 고려하여 형상, 규모, 공기에 따라 거푸집과 동바리를 선택하여 거푸집의 종류를 적게하고, 가공, 조립, 해체 작업의 능률 및 전용회수를 증가시켜 경제성을 도모하고 근로자의 안전성을 고려한다.

나. 종합가설계획

주공정표에 따라 거푸집 공사의 세부 공정표를 작성하여 각 부분의 공기 및 작업인원, 비용 등을 검토하여야 하며, 전체공사의 배치계획과의 관계를 고려하여 거푸집 자재 하역장소, 적치장소, 가공장소 등을 검토하고, 건설장비, 비계 등에 대하여도 검토한다.

다. 시공도 작성

설계자, 감리자, 시공자가 협의하여 설계도면과 거푸집공법, 강도, 경제성, 안

전성 등을 고려하여 시공도를 작성하고, 타 공정과의 관계를 고려하여 앵커보울트, 배관 슬라이브의 매립 위치등을 검토해서 시공상의 오류가 없도록 하여야 한다.

라. 재료의 준비

시공도에 따라서 거푸집 널, pannel, 연결재, 긴결철물, 박리재에 대한 종류, 수량, 가공, 소요시간, 비용 등을 적산하여 준비한다. 주의할 사항은 전용회수를 고려하여 필요량을 결정하고 공정과 시공순서에 따라 현장으로 반입한다.

마. 초벌만들기

재료가 반입되면 거푸집 시공도에 따라 초벌 만들기를 하며 계단등의 복잡한 부분은 원척도를 작성하여 제작하고, 초벌로 제작된 거푸집은 현장에 반입하거나 공정에 따라 창고에 보관한다.

바. 먹메김

먹메김은 구조체의 위치 및 치수를 결정하는 것으로 신중하고 정확하게 중심 기준점(bench mark)을 설정하는 동시에 거푸집의 각부를 고정한다.

사. 거푸집 조립

먹메김, 기둥의 각부 고정이 종료되면 철근공이 주근을 조립함과 병행하여 전기설비 및 위생설비 등을 주근에 부착하고 초벌만들기 거푸집 재료를 현장에 반입하여 기둥(벽) → 보 → 작은보 → 슬라브의 순으로 거푸집을 조립한다.

아. 콘크리트 타설공사

거푸집, 철근공사 및 부대설비 공사가 완료되면 공정에 따라 구체의 콘크리트 타설공사를 하며 콘크리트를 타설에 앞서 조립 거푸집의 변형등에 대하여 이

상유무를 검사하고 청소한 다음 콘크리트를 타설한다.

자. 거푸집 해체

건축법에서 규정한 거푸집 존치기간에 따라 콘크리트의 양생 및 강도를 확인하고 해체한다. 특히 보, 바닥등의 거푸집 해체는 충분한 시간을 갖도록 하며, 거푸집의 전용과 존치기간의 관계를 고려하는 것도 바람직하다.

차. 거푸집 보수와 정리

해체한 거푸집은 거푸집 널재, 등바리재, 간결재 등으로 종류에 따라 정리하고, 동일현장에서 전용할 거푸집은 다음의 조립에 대비하고 그밖의 거푸집은 반출함으로써 거푸집 공사는 완료된다.

5. 거푸집공사 안전규정

거푸집 공사에 관련된 안전 규정은 산안법, 시행령, 시행규칙, 기준 규칙과 고시에서 규정되어 있으며, 건설공사 표준안전작업 기술자료 콘크리트 공사편에서 취급하고 있다. 그러나 산안법 제23조의 안전상의 조치와 시행령 제11조(안정담당자) 제1항 그리고 시행규칙 제2항(안전보건표지) 등은 안전에 관한 포괄적 규정으로서 고시와 기술자료의 기준이 되는 규정이며, 실제 거푸집 공사의 안전 규정으로 건설현장에서 적용되고 있는 규정은 산업안전기준에 관한 규칙 제6편 건설작업에 의한 위험예방과 콘크리트공사 표준안전 작업지침(노동부고시 제84-38호)에서 규정하고 있는 실정이다. 그러나 이들 규정은 거푸집 공사에서의 재료 검사, 거푸집조립, 거푸집 부위별 점검사항, 거푸집 해체, 거푸집 존치기간에 대한 규정으로 거푸집 공사를 수행하는 근로자를 위한 안전작업기준으로 활용하기에는 미흡한 실정으로 재료와 강도에 관한 규정이다. 그 밖의 거푸집 공

사에 관한 관련 규정으로서는 건축법에서의 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 제48조에서 거푸집 및 받침기둥의 제거등의 규정과 실제 공사 수행에서의 지침인 건축공사 표준 시방서에서도 재료(거푸집 판, 받침기둥, 기타재료), 거푸집 설계, 부재의 위치 및 단면의 치수 허용차, 안전에 대한 검토, 가공 및 조립, 검사, 존치기간, 받침기둥 바꾸어 세우기, 거푸집의 해체에 대하여 지침을 주고 있으나 이는 근로자의 안전과는 전혀 무관하다 할 수는 없지만, 주로 소정의 시공품질을 얻기 위한 지침이다. 따라서 거푸집 공사를 안전하게 수행하기 위한 근로자에 대한 안전규정 및 지침으로 충분하다고 할 수 없다. 거푸집공사에 관련된 산안법상의 내용을 요약 정리하면(표-7)다음과 같다. 그리고 지주의 종류에 따른 수평 연결재의 설치, 이음 방법, 보 또는 명에를 지주의 상단에 올리는 방법, 띠장들의 설치 및 탈락 그리고 미끄러짐 방지조치에 관한 안전조치는(표-8)다음과 같다.

(표-7) 거푸집공사 관련 안전규정의 주요내용

규 정	주 요 내 용
산 안 법	제23조 (안전상의 조치) ③ 작업수행상 위험발생이 예상되는 장소에 위험방지 조치
산안법 시행령	제11조 (안전담당자의 지정등) ① 안전담당자를 지정하여야 할 작업의 종류(별표2) 26. 거푸집지보공의 조립 및 해체작업
산악법 시행규칙 제2장 안전보건표지	제6조 (종류, 형태 및 용도) 제7조 (설치 등) 제8조 (색채 등) 제9조 (제작)

규 정	주 요 내 용
산업안전기준에 관한 규칙 제6편 건설작업에 의한 위험예방	제359조(재료) ○ 사용금지 제360조 (강재의 사용기준) ○ 별표4의 기준 제361조 (거푸집지보공 등의 구조) ○ 견고한 구조
	제362조 (조립도) ○ 조립도 작성 ○ 조립도 명시 항목 - 지주, 이음매, 마디등 부재치수 제363조 (거푸집지보공 등의 안전조치) ○ 침하방지 조치 － 갈목, 콘크리트 타설, 말뚝박기 ○ 개구부 상부지주 － 견고한 받침대 ○ 미끄러짐 방지조치 ○ 지주이음 － 동일재료, 맞댄이음, 장부이음 ○ 강재와 강재의 접속부 및 교차부 － 전용철물 사용 ○ 지주로 사용하는 강관 가. 높이 2m 이내마다 수평연결재 2개 방향으로 결속 나. 보 또는 명에를 받칠때 단판 부착하여 고정

규 정	주 요 내 용
산업안전기준에 관한 규칙 제6편 건설작업에 의한 위험예방	○ 지주로 사용하는 파이프받침 가. 3본이상 연결금지 나. 연결 : 4개이상의 볼트체결 또는 전용철물 다. 높이 3.5m 초과 수평연결재 2개 방향으로 결속 ○ 강관틀지주 가. 강관틀과 강관틀의 연결 교차가새 나. 최상층 및 5개층 － 틀면, 교차가새 방향 수평연결재 설치 － 틀면단부 및 5개틀 이내 교차가새 병향으 로 띠장틀 설치 다. 보 또는 멍에 부착 단판부착하여 고정 ○ 조립강주 가. 보 또는 멍에부착 단판부착하여 고정 나. 높이 4m 초과 4m 이내마다 수평연결재 설치(2개방향) ○ 목재지주 가. 높이 2m 이내마다 수평연결재 설치 2방 향 설치 및 변위방지 나. 이음방법 2본이상 덧덧목 설치, 4개소 이상 결속 보 또는 멍에에 고정

규 정	주 요 내 용
산업안전기준에 관한 규칙 제6편 건설작업에 의한 위험예방	○ 보로 구성된 지주 가. 보의 양단을 지지물로 고정, 미끄러짐 및 탈락방지 나. 보와 보 사이에 수평연결재를 설치하여 측면 전도 방지
	제364조(단상으로 조립하는 거푸집지보공) ○ 363조 사항 준수 가. 깔목, 깔판 등을 2단이상 끼우지 말 것 - 부득이한 경우 제외 나. 깔판, 깔목의 연결 견고히 할 것 다. 지주는 깔판, 깔목등에 고정 시킬 것
	제365조 (콘크리트 타설작업) ○ 당일 작업시작전 점검, 보수, 변형, 변위 및 지반의 침하유무등 점검할 것, 이상발생시 보수 ○ 작업중 감시자 배치 가. 변형, 변위, 침하유무등 감시 나. 이상발견시 작업중지
	제366조 (조립등 작업시 준수사항) ○ 작업구역내 관계자의 출입금지 ○ 악천후시 작업중지

규 정	주 요 내 용
산업안전기준에 관한 규칙 제6편 건설작업에 의한 위험예방	○ 재료, 기구 또는 공구의 운반 달줄, 달포대 사용
	제367조(안전담당자 직무) ○ 안전작업방법 결정 및 작업지휘 ○ 재료, 기구의 결합유무 점검하고 불량품 제거 ○ 안전모, 안전대등 보호구 착용상황 감시
고시 제84-38호	○ 산업안전기준에 관한 규칙과 동일하며, 거 푸집 부위별 점검사항 추가 － 기초, 기둥, 벽 보 슬라브 및 지보공

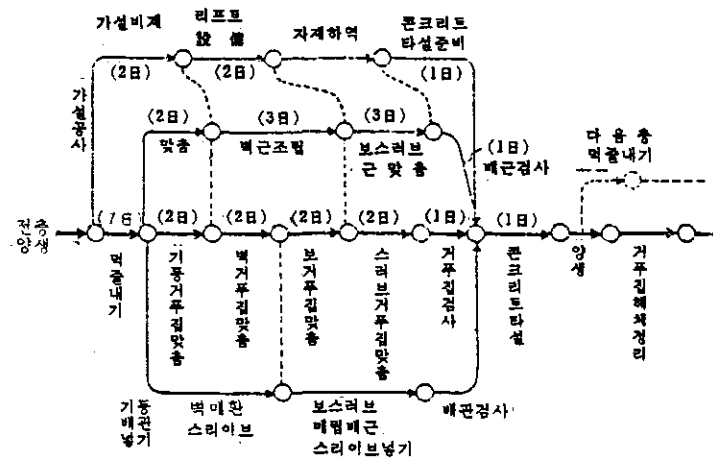
(표-8) 지주의 종류에 따른 안전조치

구 분 \ 종 류	강 관	파이프 받침강관	강 관 틀	조립강주	목 재	보
수평연결재 설치	○ 높이 2m 이내 ○ 2개방향 ○ 변위 방지	○ 높이 3.5 초과 2m 마다 ○ 2개방향 ○ 변위방지	○ 최상층 및 5층 이내 5개를 이내 마다 - 측면 - 틀면 - 교차가새방향 ○ 변위방지	○ 높이 4m 초과 ○ 높이 4m 이내 마다 ○ 2개방향 ○ 변위방지	○ 높이 2m 이내 ○ 2개방향 ○ 변위방지	○ 보와 보 사이 측면전도 방지
이음방법		○ 3본이상 연결 금지 ○ 연결시 4개 이상의 보울트 또는 전용철물			○ 2 본 이 상 의 덧셈목 부착 ○ 4 개 소 이 상 결속	
보 또는 멍에를 상단에 올리는 방법	○ 강재 단판 부착 ○ 보 또는 멍에에 고정		○ 강재 단판 부착 ○ 보 또는 멍에에 고정	○ 강재 단판 부착 ○ 보 또는 멍에에 고정	○ 보 또는 멍에에 고정	
띠장틀 설치			○ 최 상 층 및 5층 이 내 5 개 틀 이 내 마다 - 측면 - 틀면 - 교차가새방향 ○ 변위방지			
탈락 및 미끄러짐 방지조치						○ 보의 양단을 지지물로 고정

제 3 장 거푸집 공사의 세부공정과 위험성

1. 작업공정과 위험성

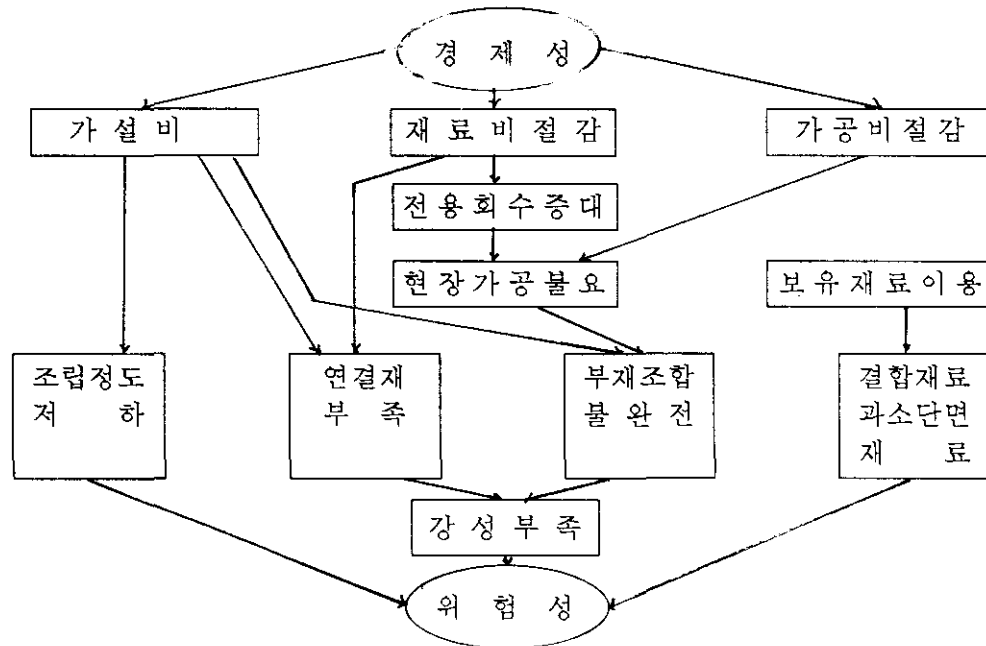
거푸집공사는 준비단계에서의 시공계획과 시공도에 따라 거푸집의 소요량을 정확히 파악하여 재료(거푸집, 동바리, 설치재, 박리재 등)를 준비하고 가공, 조립한 다음 검사를 거쳐 콘크리트 타설의 1주기(그림-10)를 반복하여 작업이 수행되며, 양생기간을 거쳐 거푸집을 해체하며, 전용 과 재료의 보충을 적절히 수행하여 공기를 단축하고, 양질의 콘크리트를 얻으며, 안전하게 공사가 진행되도록 하여야 한다.



(그림-10) 거푸집공사의 작업공정

거푸집 공사의 작업공정 1주기를 수행하는 동안의 세부공정에서의 예측되는

재해는 재료의 반입 및 반출에서의 건설장비에 의한 재해, 재료 운반시의 장비 및 부적절한 작업방법과 불안정한 행동에 의한 재해, 가공작업에서는 가설전기의 취급 부주의 및 안전규정의 미준수에 따른 감전과 가공에 필요한 공구등에 의한 재해, 조립작업에서의 재해, 검사 그리고 콘크리트 타설작업에서의 지보공 조립 불량 등에 의한 재해와 해체작업에서의 재해등 모든 작업공정에서 실제로 재해가 발생하고 있어 어느 타공정 보다는 재해 발생의 위험성이 높은 작업이라 할 수 있다. 이는 가설구조물이 전반적으로 안고 있는 구조적 문제점으로서 경제성과 안전성이 균형을 유지하는 것이 바람직 하지만 아직도 시공자가 경제성을 추구하는 사례가 많이 있으며 경제성 추구에 의한 구조적 문제(그림-11)는 부족한 연결재, 불완전한 부재 결합, 조립 정밀도의 저하, 사용 부재의 결합등에 의해 위험성에 직면하게 되어, 그 결과로서 재해는 발생한다. 일반적으로 콘크리트 타설작업에서의 붕괴재해는 이와 같은 특징의 구체적인 사례라 할 수 있다.



(그림-11) 경제성 추구에 따른 구조적 문제

2. 재료의 반입과 적치작업

거푸집 재료의 반입과 적치작업을 할 때에는 근로자는 작업에 적절한 복장을 갖추어야 하며, 안전모, 안전화 그리고 안전장갑은 근로자의 신체에 잘 맞는 것으로서 성능검정시험에 합격한 제품을 선정하여 착용하여야 한다. 거푸집 재료 및 부재의 운반에는 장비를 사용하게 되며, 장비의 사용시 먼저 장비운전자는 점 검 내용과 사용 장비의 사양을 정확하게 숙지한 다음, 작업 내용과 작업장 상태 등을 파악하여야 한다. 장비를 사용하여 들어 올리는 작업은 수직을 유지하며 들어 올려 지면에서 약간 들어 올린 다음, 일시 정지하여 체결상태 및 평형 유지 상태를 확인하여야 한다. 거푸집 재료 및 부재의 이동작업에서는 사전에 근로자(신호자 및 작업자)의 위치와 장애물의 유무 그리고 인접한 장소에서 사용되는 장비의 이동 경로 등의 주변 상황을 확인하고 운전자와 신호자 사이의 신호방법을 약속한 다음, 신호자의 지시에 따라 천천히 작동하고 이동하여 작업장에 풀어 내리기 직전 작업장의 상부 20cm정도의 높이에서 잠시 정지하여 안전을 확인한 다음 천천히 풀어내려야 한다. 운반을 하기 위한 걸이 작업에서는 인양 물체의 중량을 측정하여 인양 장비의 허용하중을 초과하지 않도록 하고 걸이도구(와이어로우프, 체인 등)는 사용전 반드시 점검하여 손상된 것, 마모된 것, 꼬임이 있는 것 그리고 소선이 절단된 것은 사용하지 않아야 하며, 체결 할 때에는 2군데 이상 체결하고, 체결각도는 60도 이내로 하는 것이 바람직하며, 장척물은 포대를 사용하는 것이 좋다. 또한 안전조치를 하였다 하더라도 비계등의 가설물에 적치 할 때에는 적재하중을 초과하여서는 아니된다. 재료의 반입과 적치작업에서의 위험요소를 요약하면(표-9)다음과 같다.

(표-9) 재료의 반입과 적치작업에서의 위험요소

구 분	위험요소
운반작업	○ 운전자와 신호자 사이의 신호불일치 ○ 재료의 이동경로와 작업장소 미확인 ○ 주변 작업장 사용장비의 이동경로 ○ 인양용 와이어로우프 부적합 ○ 손상된 것 ○ 꼬임이 있는 것 ○ 마모된 것
체결작업	○ 중량과 중심위치의 선정 ○ 체결방법 ○ 장척물(철근, 파이프 등)의 체결 ○ 체결각도
적치작업	○ 적치장소 정리정돈 ○ 적절한 적치조치 ○ 구르기 쉬운 재료(통나무, 파이프 등) ○ 가설구조물 상부적치(비계등 적치) - 적재하중 산정

3. 조립과 검사

가. 거푸집 조립

거푸집의 조립은 정밀도, 강도, 경제성을 고려하여야 하며 콘크리트 타설후 해체작업에서의 편의성까지 고려하여 조립한다. 따라서 작업책임자는 조립작업에 앞서 사용재료, 조립방법에 대하여 충분히 검토하고 콘크리트 내부에 매립되는 각종 설비물에 대한 관련 작업자와 충분히 협의하여야 한다.

일반적인 거푸집 조립순서는 기둥 → 보 → 벽 → 슬라브의 순으로 조립하지만 현재의 아파트구조에서는 기둥과 보가 없는 벽식구조이므로 벽(측벽, 내부옹벽, 날개벽)과 슬라브를 조립하게 된다. 본 연구에서의 연구범위는 아파트공사를 연구의 주대상으로 하였으나 여기서는 일반적인 건축물 구조의 거푸집 공정에 대하여 검토한다.

(1) 먹메김 순서 및 방법

먹메김 작업은 구조체의 위치와 치수를 결정하는 중요한 작업으로서 중심 기준점을 설정할 때에는 대지경계선의 확인, 대지의 고저, 건물의 바닥과 도로와의 관계를 고려하여 기준점을 설정하고 세부적인 먹메김은 반드시 기준점에 의해 작성한다. 이때 사용하는 줄자는 반드시 강철자를 사용하며 일반적인 먹메김 순서는 다음과 같다.

(가) 기준점의 설정

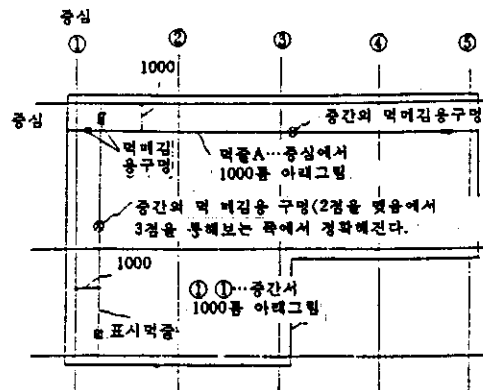
대지경계선, 대지의 고저와 건물바닥 및 도로와의 기준점을 설정하여 공사완료까지 변동하지 않는 장소를 설정한다. 각 기준점의 표시는 기존 구조물 또는 전주, 도로면에 핀을 박아 표시하거나 지면에 설치하는 경우에는 나무말뚝을 박고 콘크리트로 고정한 다음 그 위에 핀으로 표시하는 등 현장 상황에 맞추어 설정한다.

(나) 수평기준(평먹줄)먹메김

수평기준선은 지반에서 1m 돌림의 먹줄로 표시하며 지층이 있는 경우에는 흑막이용 벽체(H형강 또는 구조재 버팀기둥)등에 표시한다.

(다) 각 부분의 먹메김

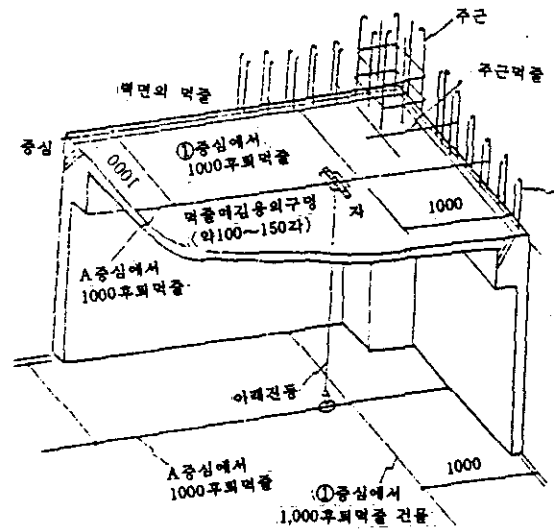
기준이 되는 중심에서 구조체의 치수에 따라 먹줄을 쳐서 표시하며, 각 먹줄의 단부는 거꾸집을 조립할 때에 보이도록 여분의 길이(10~20cm)를 기둥의 모서리나 벽의 위치 등에 표시해 두고 기초나 기둥 등의 기준선이 되는 것은 1m의 후퇴 표시 먹줄을 쳐서 후속작업(거꾸집공사, 철근공사)하도록 한다(그림-12).



(그림-12) 각 부분의 먹메김

(2) 기둥거꾸집

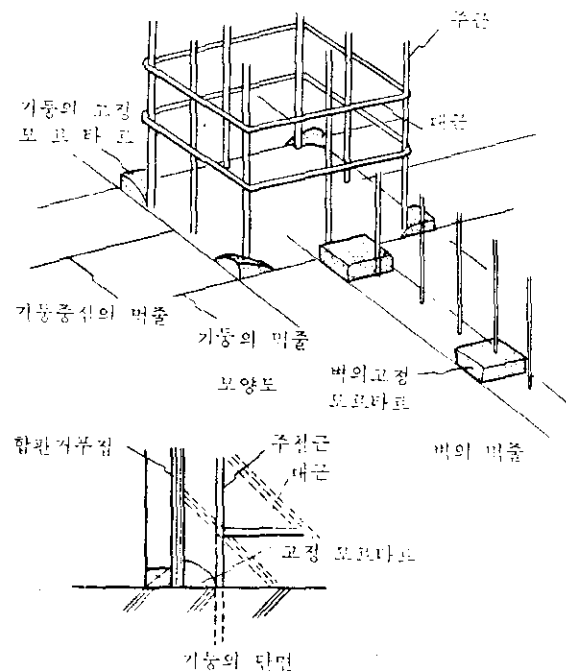
기둥거꾸집 조립을 위해서는 시공도를 정확히 이해하여 치수를 정확히 확인하여 먹메김한 기둥의 중심먹줄을 기준으로 한다. 최하층 바닥에 조립하는 기둥 거꾸집은 건물의 주변에 설치한 기준점에서 트랜싯트 또는 레벨을 사용하여 하층의 먹줄을 상층으로 이동하며, 하층의 기준먹줄을 상층으로 이동 하는데는 (그림-13)과 같이 10~15cm 각의 먹줄 메김용의 구멍을 뚫어 추를 사용해 수직으로 아래층의 먹줄을 위층으로 옮기어 기둥거꾸집을 조립한다.



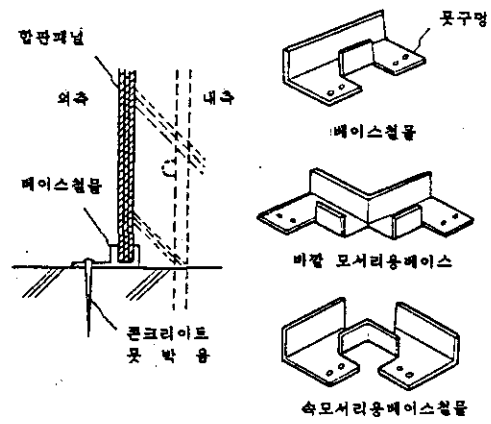
(그림-13) 먹줄이설

(가) 거푸집의 고정

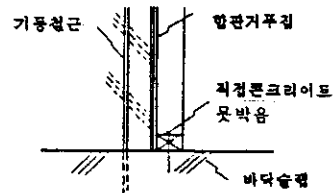
기둥의 먹줄에 맞추어 모르타르에 의한 고정(그림-14)방법은 콘크리트에 직접 못을 박아 고정하는 방법(그림-15), 오림목을 사용하여 고정하는 방법(그림-16) 등이 있으며 오림목을 사용하여 고정하는 방법은 방수층이 있는 경우에는 곤란하다.



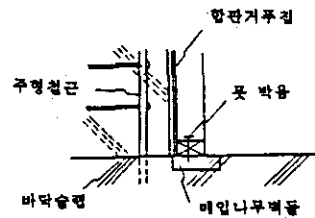
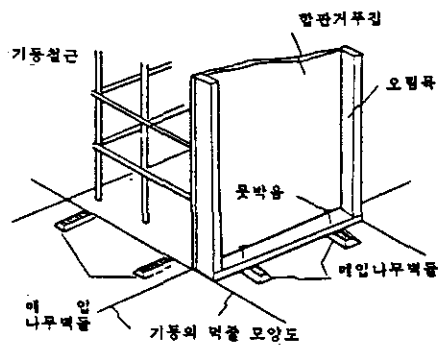
(그림-14) 거푸집의 고정(모르타르)



베이스 철물을 사용한 각부의 고정(못박음)



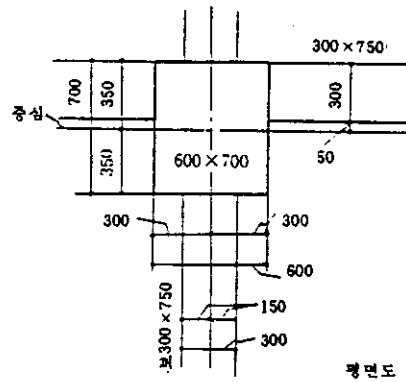
(그림-15) 거푸집의 고정(못)



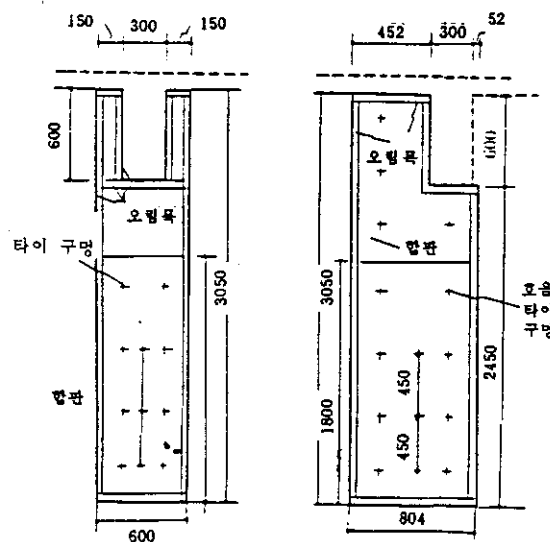
(그림-16) 거푸집 고정(매립나무벽돌)

(나) 거꾸집공사

기둥은 구조체의 시공도를 기본으로 하여 정척재 합판과 오림목을 할당한 후 그림-17과 같이 기둥의 각면과 같이 패널을 조립해서 양면은 기둥 치수와 같게 하고 다른 양면은 기둥 치수에 거꾸집이 겹치는 치수를 더한 치수가 되도록 가공한다.



시공도

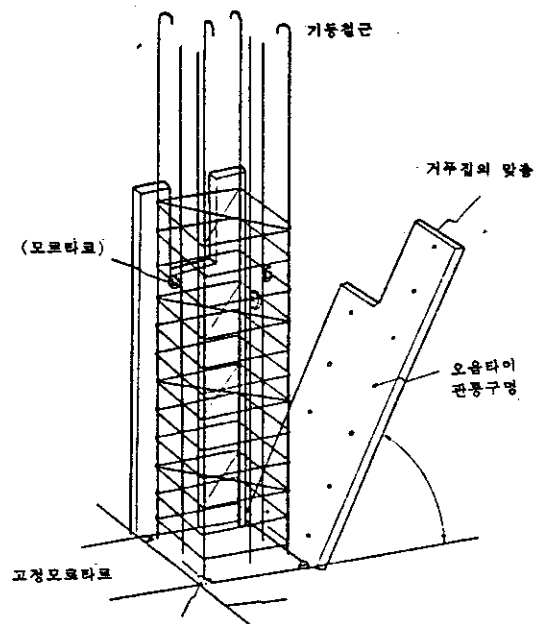


공작도

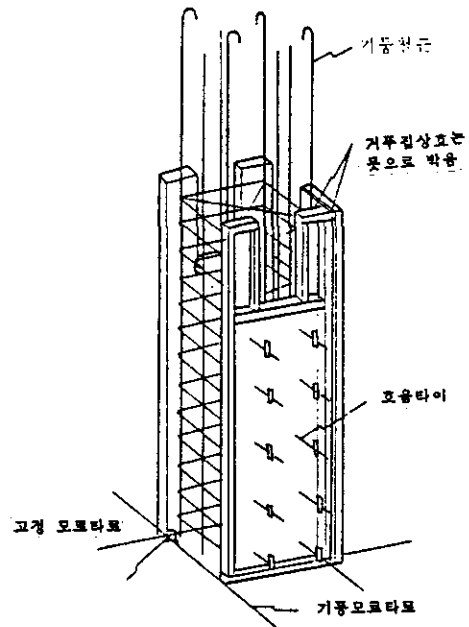
(그림-17) 기둥거꾸집 가공

(다) 거꾸집조립

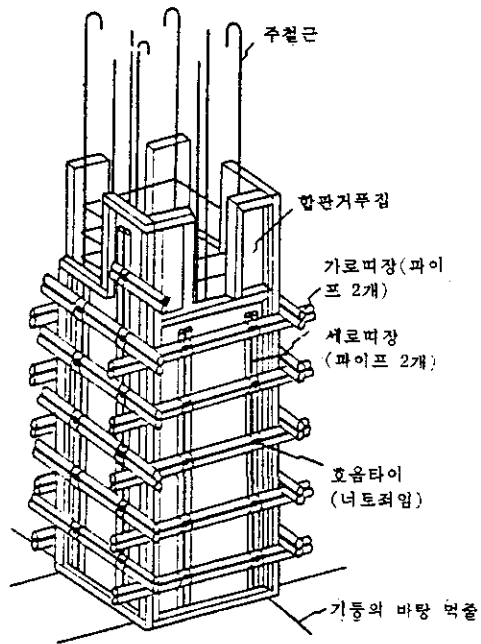
가공된 패널에 홈타이용 구멍을 뚫어 바탕 먹줄에 맞추어 세우며(그림-18), 세우기와 동시에 세퍼레이터와 홈타이를 구멍에 맞추어 조립(그림-19)하고 띠장재로 긴결(그림-20)한다.



(그림-18) 패널구멍 맞추기



(그림-19) 홀타이 조립

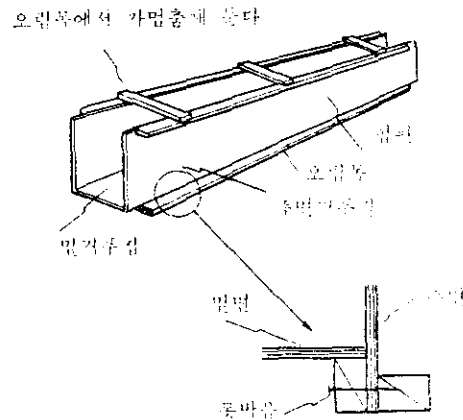


(그림-20) 띠장재 조립

(3) 보 거푸집

(가) 거푸집 가공

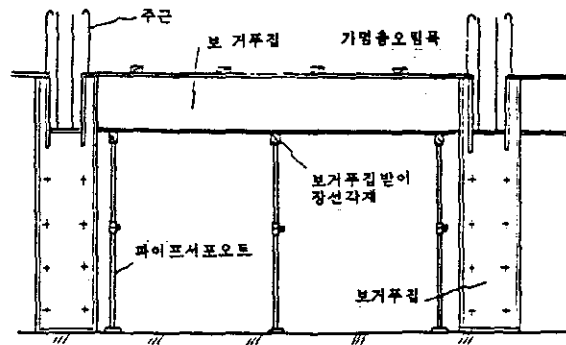
구조체의 시공도에 따라 거푸집 널을 할당하여 가공된 보 거푸집은 상단의 오림목에 가멈춤(그림-21)하도록 한다.



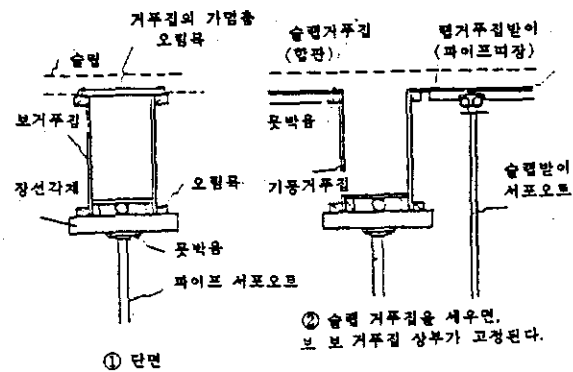
(그림-21) 거푸집의 가멈춤

(나) 거푸집 조립

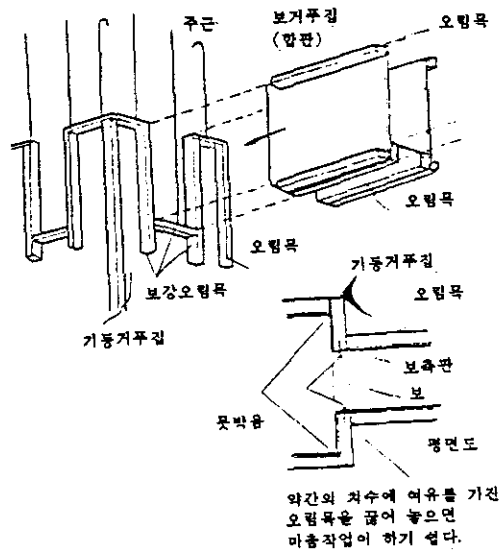
가공된 보 거푸집을 달아 올려 양단을 기둥 거푸집에 못을 박아 고정함과 동시에 아래에서 파이프썸포트를 세워 필요한 곳에 임시 버팀을 하며(그림-22), 바닥 거푸집을 세워 보 거푸집 상부와 못을 박아 거푸집 전체를 고정한다(그림-23). 또한 기둥 거푸집에 보 거푸집을 끼워 보강 오림목에 고정한다(그림-24). 측판의 긴결은 철근을 조립한 세퍼레이터, 홈타이 그리고 띠장재로서 긴결한다(그림-25).



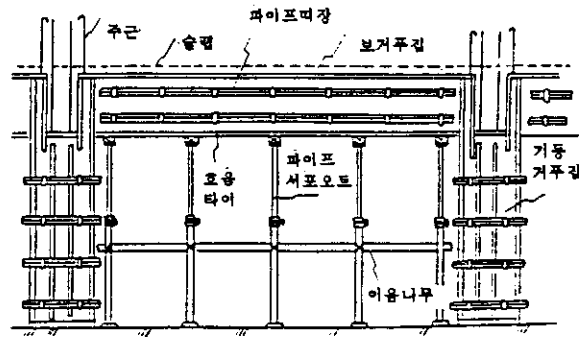
(그림-22) 지보공 (임시)



(그림-23) 조립



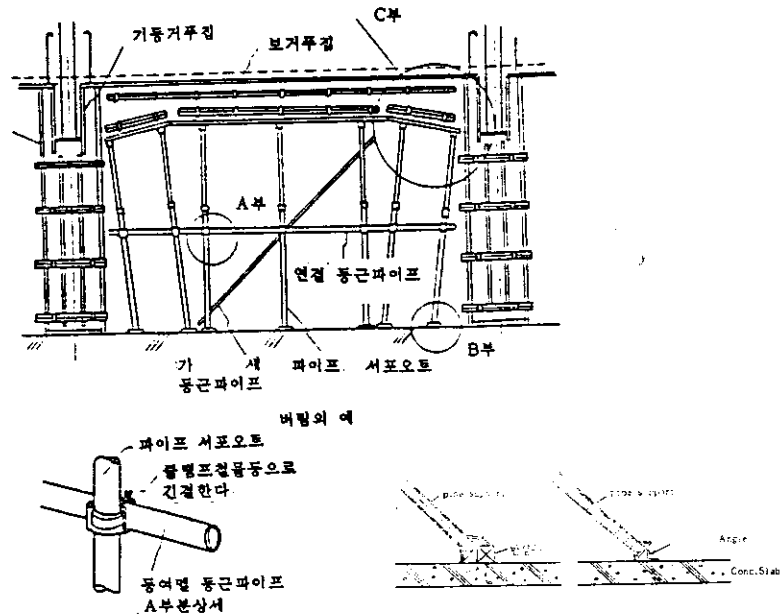
(그림-24) 기둥 거푸집과의 맞춤



(그림-25) 띠장재 및 긴결

(다) 파이프서포트의 조절

보의 단부가 경사진 부분의 파이프서포트를 배치(그림-26)와 같이 반드시 2개소로 경사면을 버팀하고 밑받침은 그림과 같이 켜기로서 고정시키고 수평연결은 전용 철물을 이용하여 최하층인 경우 깔목을 사용하는 등 침하 방지 조치를 하여야 한다.

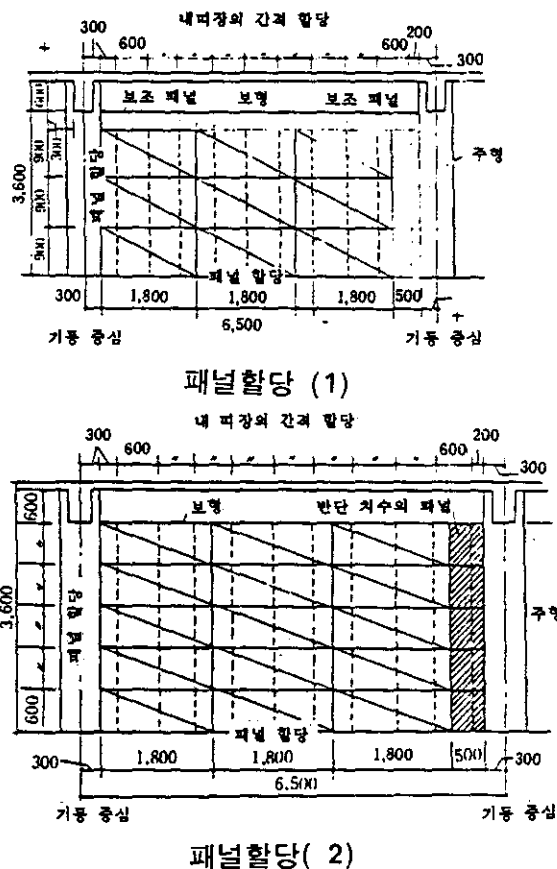


(그림-26) 경사 부분의 파이프 서포트 배치

(4) 벽거푸집

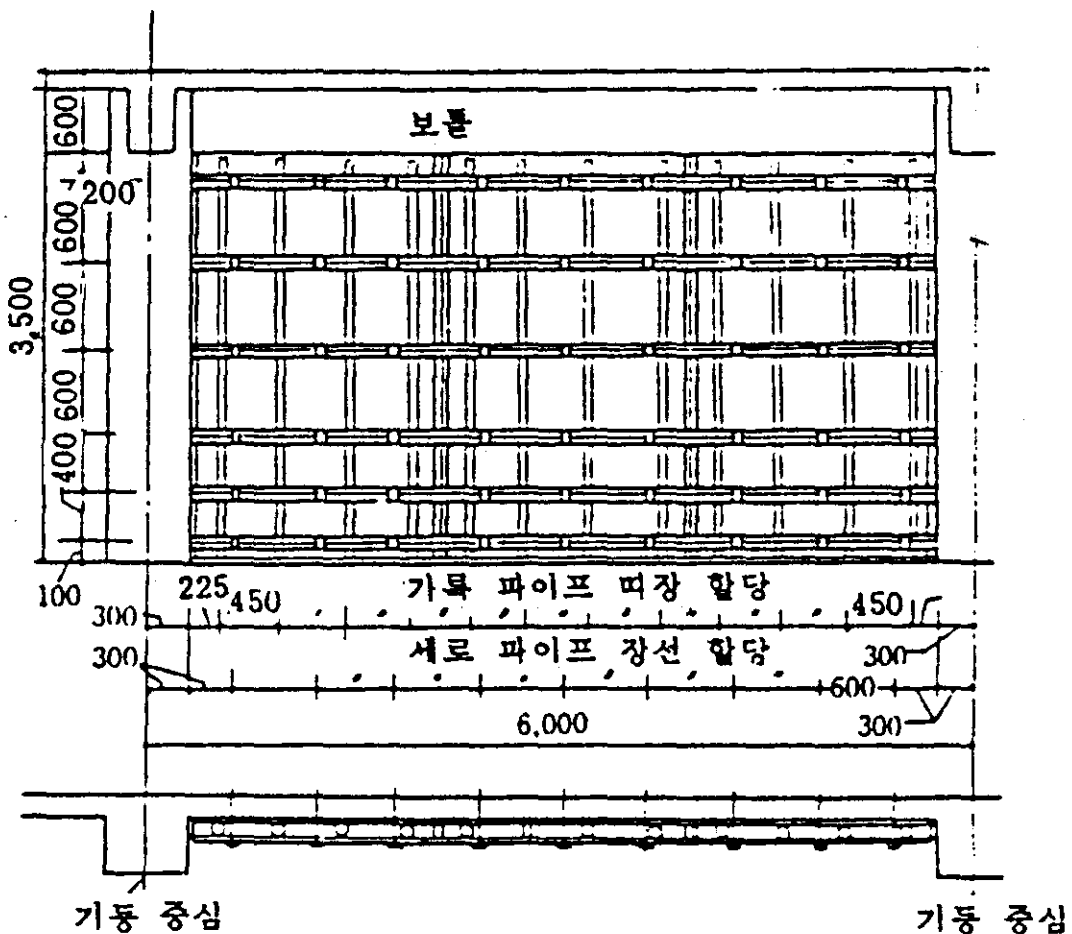
기둥과 보 거푸집의 맞춤 그리고 가공정이 끝나면 벽 거푸집을 조립하며, 이때 출입구, 창 등이 개구부나 설비용 배관 및 기구류 박스류의 거푸집도 병행하여 시공한다. 특히, 아파트의 구조는 벽식구조로서 측벽, 내벽, 발코니벽으로 구분되며, 아파트 공사에서는 측벽과 발코니벽은 대형패널을 이용하고 있으며, 내벽은 유러폼을 주로 사용하고 있다.

벽 거푸집조립에서는 거푸집 패널 할당이 중요하며 그림-27에서와 같이 동일 평면에서 패널의 할당에 따라 정척패널과 보조패널의 수가 차이가 나므로 합판의 규격과 치수에 맞는 종류를 선택하여 조립한다.



(그림-27) 벽 거푸집의 패널 할당

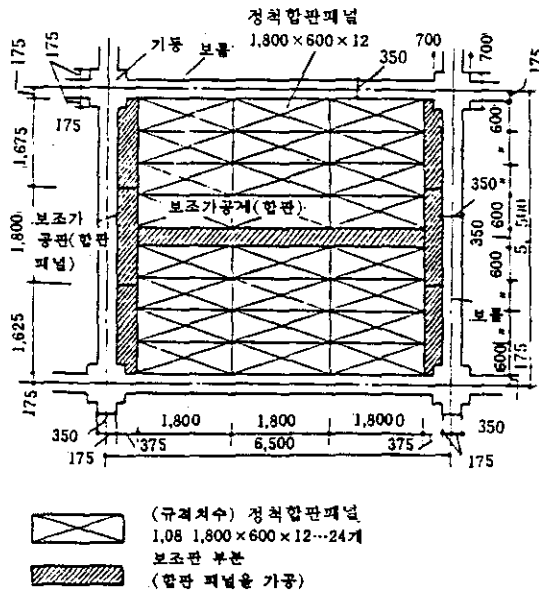
벽거푸집의 양단은 기둥거푸집과 하단은 콘크리트 바닥면에 그리고 상단은 보거푸집에 못을 박아 고정한 다음 띠장재의 할당에 맞추어 세퍼레너터 홈을 뚫는다. 거푸집 한쪽면의 설치가 끝나면 개구부의 거푸집이나 설비용 배관 등을 설치하며 임시고정하고 난 다음 철근을 배근하고 청소한 다음 반대편의 거푸집을 조립하여 띠장재를 배치하여 홈움타이로 양면의 거푸집을 긴결한다(그림-28).



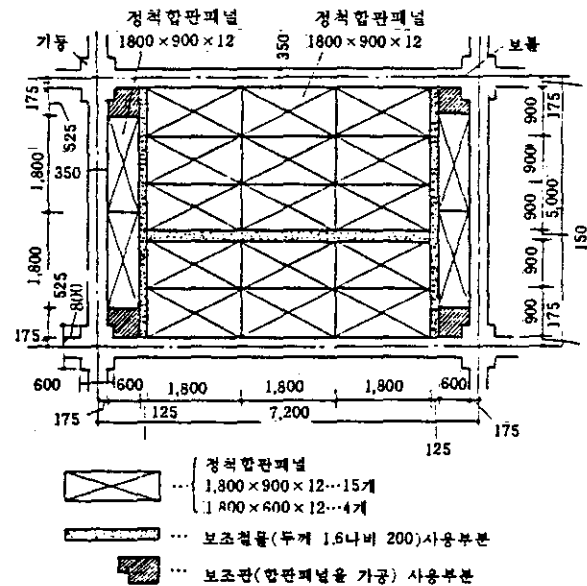
(그림-28) 벽 거푸집의 띠장재 배치와 긴결

(5) 바닥거푸집

바닥거푸집은 버팀기둥위에 멍에를 고정하고 멍에 외 직각방향에 장선을 조립하여 장선위에 패널을 조립한다. 이때 패널 할당도(그림-29)를 작성하며 할당방법은 바닥의 중앙에서 좌우대칭으로 할당하고 나머지의 양단은 보조판으로 할당하는 방법과, 양측 보에서 중앙을 향하여 할당하고 보조판을 중앙일렬로 정리하여 조립하는 방법이다.



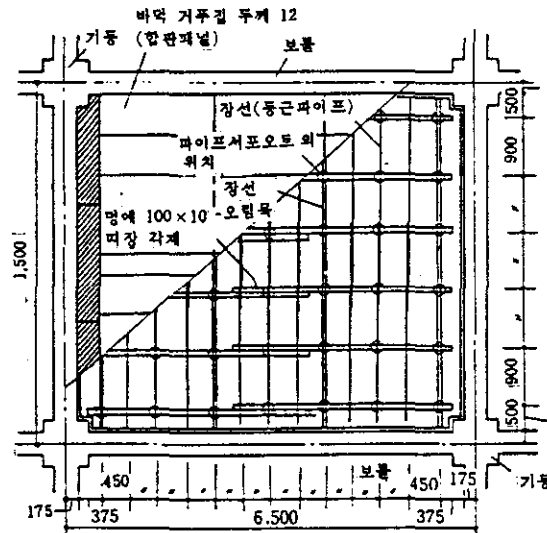
패널할당 (1)



패널할당도 (2)

(그림-29) 바닥거푸집 패널할당

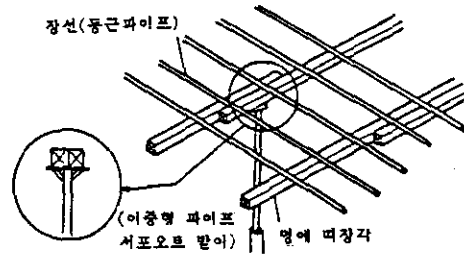
바닥 거푸집의 패널 할당이 완료되면 버팀기둥의 조립도를 작성한다(그림-30).



(그림-30) 바닥거푸집 조립도 및 동바리 할당도

버팀대는 길이, 재질에 따라 하중에 대한 강도나 조립방법을 충분히 검토하여 콘크리트 타설시에 좌굴이나 거푸집의 이동이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

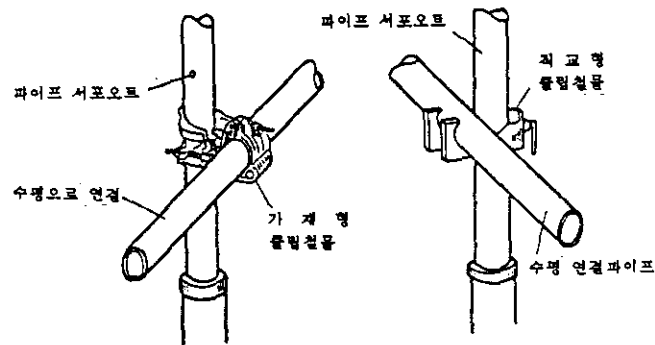
그리고 버팀을 일렬로 세우고 명예를 보 거푸집에 임시 고정 한 다음 버팀대 상부에 명예를 못으로 고정하며 파이프를 명예로 사용하는 경우에는 전용철물을 사용한다. 패널의 이음부(맞춤부)에는 오름목을 배치하여 못으로 고정하며 명예와 장선의 이음부분은 충분한 여유길이를 겹치도록(그림-31) 배치한 다음 패널 할당도에 따라 패널을 깔아 조립 완료한다.



(그림-31) 멍에와 떠장의 연결

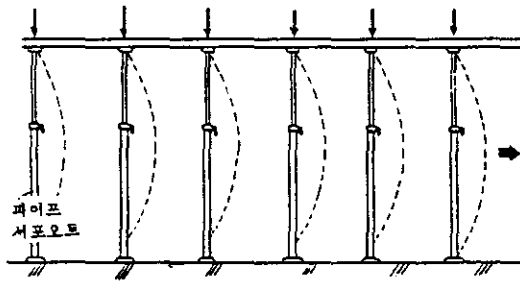
(6) 동바리 조립

동바리 조립에서는 층높이가 2.5~3.5m인 경우에는 파이프서포트 1개조로 조립하여 상호 수평연결재와 가새로서 연결한다.(그림-32)

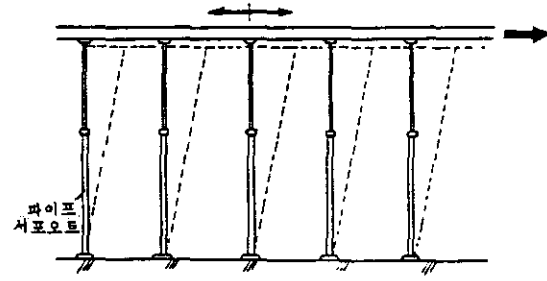


(그림-32) 수평연결재 및 가새연결

콘크리트 타설작업에서 동바리는 수직하중에 의한 좌굴(그림-33), 또는 수평하중에 의한 거꾸집 이동(그림-34)이 발생하는 경우가 많아 가새로서 보강을 하여야 한다.

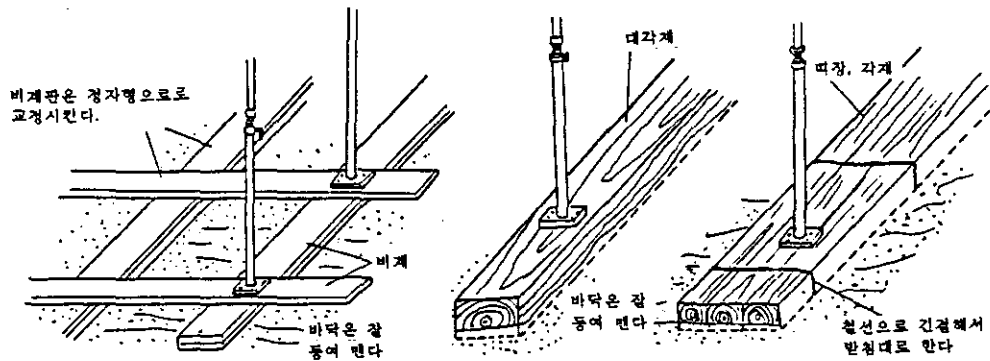


(그림-33) 수직하중에 의한 좌굴



(그림-34) 수평하중에 의한 좌굴

최하층에서 되메운 지반에 동바리를 조립하는 경우에는 콘크리트 타설작업에서 누출된 물에 의해 지반이 약해져서 침하가 발생하므로 지반 침하 방지 조치를 한다(그림-35).



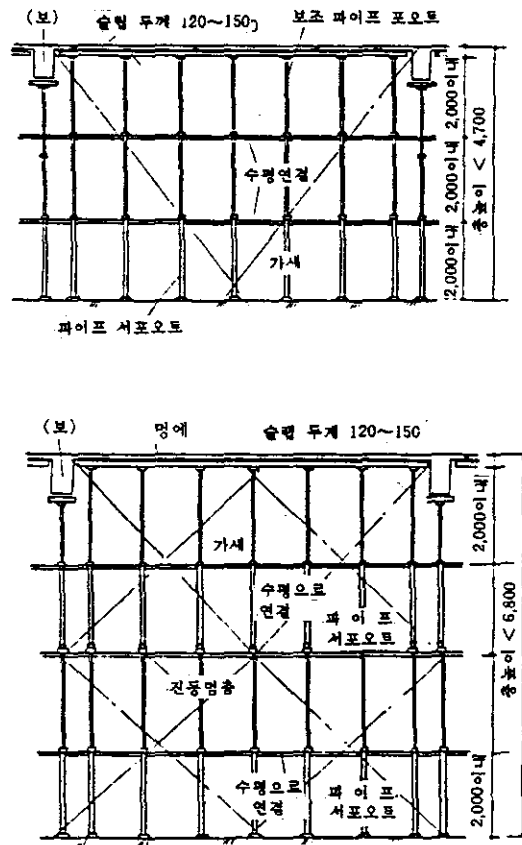
깔판

깔목

(그림-35) 지반 침하 방지조치

층높이가 4m 이상인 경우에는 보조써포트 또는 파이프 써포트로서 2단 연결을 할 때에는 반드시 전용철물을 사용하며 동질의 재료 사용 및 가새와 수평

연결재를 2개 방향에 배치하여 안전조치를 하여야 한다(그림-36).



(그림-36) 2단이상 지보공 조립

나. 검사작업

거푸집의 조립작업이 완료되면 콘크리트 타설작업에 앞서 거푸집을 검사하여야 한다. 검사항목은 거푸집 각부의 청소상태, 거푸집 각부의 위치, 직각상태 등 거푸집 부위별 검사내용(표-10)다음과 같다.

(표-10) 거꾸집 부위별 검사내용

거꾸집 명	검 사 내 용
기 등	○ 내부청소 상태 ○ 거꾸집의 위치 ○ 수직상태(추 또는 레벨) ○ 매설철물, 나무벽돌의 위치
보	○ 내부청소 상태 ○ 뒤틀림 ○ 고저 ○ 각부의 치수 및 직각상태 ○ 관통하는 설비용 배관위치, 지름, 갯수 ○ 매설철물의 위치, 치수, 수량 ○ 동바리의 위치, 정확성, 들뜸, 침하, 균등한 하중 ○ 긴결철물 상태(느슨함)
벽	○ 내부청소 상태 ○ 각부의 위치 - 상, 하단의 틈 ○ 여장의 조립상태 ○ 긴결철물의 긴결상태
슬 래 브	○ 보거꾸집과의 직각상태 ○ 동바리의 위치 - 침하, 들뜸,

4. 콘크리트 타설 작업

거푸집 및 철근의 조립, 부대설비 공사가 완료되면 구체의 콘크리트 타설작업을 하게되며, 콘크리트를 타설하기 전에 철근배근과 거푸집 조립상태, 기타 매설물에 대하여 설계도에 따라 배치되었는지 확인하여야 한다. 특히 거푸집의 청소상태, 박리제 사용여부, 조립상태 및 이음부위의 평활도, 동바리 간격 및 고정상태 특히 동바리가 흙에 접한 경우의 지반 보강 상태 등을 점검하여야 하며 점검내용(표-11)은 다음과 같다.

콘크리트 타설은 시공 계획에 따라 타설하고 타설도중 철근의 배치나 거푸집의 변형이 발생하지 않도록 주의하고 타설시 발생한 콘크리트의 잔재는 타설 즉시 제거한다. 타설의 순서는 라아멘 구조인 경우에는 기둥 → 보 → 슬라브 순서로 타설하며 벽식구조의 경우에는 벽체 → 슬라브 순으로 타설하되, 하중이 어느 한 쪽으로 집중되지 않도록 타설계획을 수립한다.

(표-11) 콘크리트타설 작업전 점검내용

구 분	점 검 내 용
거푸집	○ 청소상태 ○ 박리제 사용 여부 ○ 조립상태 및 이음부위 평활도 ○ 동바리 간격 및 고정상태 ○ 지반 보강 상태
철 근	○ 철근의 수량 및 피복두께 ○ 보강철근의 위치 및 수량 ○ 철근의 결속상태 ○ 철근의 처짐상태
기 타	○ 전선, 배관의 위치, 간격 ○ 고정철물등 매립물의 위치 및 수량

5. 해체 및 정리작업

콘크리트를 타설하고 양생기간을 거쳐 소정의 간도가 확보되면 거푸집의 해체 작업이나, 동바리 바꾸어 세우기 작업이 수행된다. 동바리를 바꾸어 세우는 이유는 거푸집의 존치기간이 서로 상이하기 때문에 보와 바닥의 거푸집 널을 조기에 해체하여 전용하기 위하여 동바리를 바꾸어 세우게 된다. 큰 보의 동바리는 바꾸어 세우지 않는 것이 원칙이나, 바꾸어 세울 때에는 일시에 전부를 제거하지 않아야 하며, 보 → 바닥 순으로 작업하고, 그 시기는 직상 층의 콘크리트 타설하기 전에 하여야 하며, 바꾸어 세운 동바리는 켜기등을 이용 바꾸기 전과 동일한 지지력을 갖도록 조립한다. 그리고 벽, 기둥의 해체의 일반적인 순서는 Form-tie 해체후 Cone을 제거하고 거푸집 널(판)의 해체와 동바리를 제거한다. 정리작업은 가능한 빨리 정리정돈하여 후속작업에 지장을 초래하지 않도록 하여야 하며, 정리정돈시 거푸집 재료의 종류, 규격별로 구분하여 전용 가능성에 대한 여부를 판단하여 보수할 것은 보수한다. 적치시에는 어느 한 장소에 집중하여 적치하여서는 아니되며 해체 및 정리정돈작업에서의 유의사항(표-12)은 다음과 같다.

(표-12) 해체 및 정리정돈 작업시 유의사항

구 분	유 의 사 항
해체작업	○ 거푸집 존치기간 준수 ○ 작업순서와 방법 숙지 ○ 일기와 타작업과의 관계 ○ 비계등 기구 및 공구 확인 ○ 안전모, 안전화, 안전대 착용
정 리 정 돈	○ 판재, 각재, 파이프 등은 크기, 종류 ○ 못빼기, 수량 점검 ○ 변형 파손된 재료 보수 ○ 합판패널재 청소후 박리재 도포 ○ 매탈폼재 등은 세퍼레이터 구멍의 보수후 방청, 박리재 도포 ○ 습기와 변형되지 않도록 보관

(표-12) 해체 및 정리정돈 작업시 유의사항

구 분	유 의 사 항
해체작업	○ 거꾸집 존치기간 준수 ○ 작업순서와 방법 숙지 ○ 일기와 타작업과의 관계 ○ 비계등 기구 및 공구 확인 ○ 안전모, 안전화, 안전대 착용
정 리 정 돈	○ 판재, 각재, 파이프 등은 크기, 종류 ○ 못빼기, 수량 점검 ○ 변형 파손된 재료 보수 ○ 합판패널재 청소후 박리재 도포 ○ 메탈폼재 등은 세퍼레이터 구멍의 보수후 방청, 박리재 도포 ○ 습기와 변형되지 않도록 보관

제 4 장 재해사례와 실태조사

1. 작업별 재해사례

거푸집공사에서의 재해사례는 1991년도에 발생한 건설재해중 한국산업안전공단에서 현장 조사한 재해와 1993년 1월부터 6월까지 공단에서 조사하여 동종재해 예방을 목적으로 건설회사에 보급한 중대재해 속보 자료를 이용하여 총 48건의 거푸집공사 재해를 발굴하여 거푸집공사의 작업단계에 따라 세부공정으로 분류하여 분류된 공정별 재해원인과 재해유형을 분석한 결과는 다음과 같다.

가. 자재운반 및 적치작업

거푸집공사를 수행하기 위해서는 거푸집 재료를 현장에 반입하고 운반하며 적치하여야 한다. 이들의 작업과정에서 발생하는 재해는 부적절한 운반장비의 사용, 결속방법의 불량에 의한 운반물이 낙하하여 하부층에서 작업하는 근로자를 강타하여 발생하는 재해 등 재해원인과 재해유형은 다양하게 나타나고 있으나, 실제 어떤 기술적 문제에 의한 재해가 발생하는 것이 아니라 부적절한 운반장비의 사용, 결속 및 체결방법 불량, 위험장소에서의 작업, 작업방법(순서)의 불량 등에 기인한 단순 반복 재해로서 나타내고 있다. 자재운반 및 적치작업에서의 재해를 요약하면(표-13) 다음과 같다.

(표-13) 자재운반 및 적치작업 재해

연번	부 재 명	사용기계기구	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
1	코팅합판	트럭크레인 와이어로우프	○ 와이어로우프 결속 방법 불량	낙하→협착	1/

			- 1곳만 결속 - 편심발생		
2	C-Hook(거 푸 집 설 치 보조기구)	타워크레인 유도로우프	○ 불안정한 행동 - 유도로우프 놓치 못함 ○ 개인보호구 미착용 (안전대)	추 락	1/
3	벽거푸집	백호우	○ 부적절한 운반장비 - 백호우 버킷에 로 우프이탈 (후크해지 장치가 있는 것사용) ○ 위험장소작업	낙하→협착	1/
4		Chain Block	○ 벽거푸집 운반고리 절단(점검) ○ 위험장소 작업	낙하→충돌	1/
5	합판패널		○ 작업방법 불량(투척) ○ 위험장소 작업 ○ 작업지휘자 미배치 ○ 개인보호구 미착용	비래→충돌	1/
6	코팅합판		○ 작업방법 불량 - 지보공 조립상태 에서 자재적치(장 선조립) ○ 지보공 조립상태 불량 - 수직도 불량(편심) - 고정불량(못1개)	붕괴→추락	1/
7	코팅합판		○ 작업방법 불량 - 미완성 보거푸집에 적치	붕괴→협착	1/

나. 가공작업

거푸집의 가공작업에는 실제로로 톱, 대패, 끌, 송곳 등의 목공용 공구와 등근톱, 띠톱, 손밀이대패, 자동대패 등의 목공용 기계를 사용하게 된다. 이들 목공용 공구나 기계에 의해 연간 발생하는 재해를 정확히 산출하기는 어렵지만 '92년 산업재해 분석에 의하면 건설업에서의 목재 가공 기계에서 발생한 재해는 773건이며 기인물이 등근톱인 재해가 442건으로서 57%를 점유하고 있으며 등근톱 → 기타 → 띠톱의 순으로 재해가 발생하고 있다. 이들 재해는 거푸집 작업에서 대부분 발생할 것으로 추정된다. 그러나 본 연구에서는 사망재해에 대하여 조사하므로써 가공작업에서의 재해조사는 1건에 2명의 근로자가 터널거푸집 가공작업에서 감전에 의한 재해만이 조사되었으며 그 재해원인과 유형(표-14)은 다음과 같다.

(표-14) 가공작업 재해

연번	부재명	사용기계기구	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부상
1	Steel Form (터널)	그라인더	○ 비정격 인입전선 사용 - 비닐전선 ○ 누전차단기 회로 미 접속 ○ 무분별한 분기	감 전	2/

다. 조립 및 검사작업

거푸집공사의 작업단계중 조립작업에서 많은 재해가 발생하고 있으며, 특히 아파트 공사에서의 측벽 조립작업중 대형패널의 인양을 위하여 사용하는 체인블럭의 삼각지지대 지지로우프와 앵커의 연결철선의 파단에 의한 재해가 반복적으로

검사작업에서의 재해요인(표-15,16)은 다음과 같다.

(표-15) 조립작업 재해

연번	부재명	사용기계기구	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
1	기 등	사 다 리	○ 부적절한 작업발판 (사다리) ○ 방호시설 미설치 표준안전난간 방망 ○ 개인보호구 미착용 (안전대)	추 락	1/
2	보 측면	수 공 구	○ 작업발판 미설치 ○ 개인보호구 미착용 (안전모, 안전대)	추 락	1/
3	벽	Chain Block	○ 부적절한 작업발판 (외줄비계) ○ 개인보호구 미착용 (안전모, 안전대) ○ 방호시설 미설치 (방망)	추 락	1/
4			○ 불안정한 행동 (거꾸집 버팀대 밟 고 승강)	추 락	1/

연번	부재명	사용기계기구	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
5	벽	Chain Block	○ 삼각지지대 지지로 우프(Ø9)와 Anchor 의 연결철선 파단	추 락	1/
6		Hand drill	○ 고장 전동구 사용 (임의수리) ○ 누전차단기 접속불량	감 전	1/
7		Chain Block	○ 작업방법 불량 (삼각지지대 세우기)	추 락	1/
8		Chain Block	○ 불안정한 행동 (미공정된 삼각대에 승강)	추 락	1/
9			○ 거꾸집조립 상태 불량 - 버팀목으로 고정 (와이어로우프 고정)	전도→충돌	1/
10		Chain Block	○ 삼각지지대 지지로 우프와 앵커사이의 연결철선 파단(Turn Bulke 사용)	추 락	1/
11		Chain Block	○ 최초제작 거꾸집 변 형사용 - 좌우 비대칭 ○ 비레낙하 위험장소 에서 작업	낙하→충돌	1/

연번	부재명	사용기계기구	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
12	바 닥	수 공 구	○ 개구부주변 방호시설 미설치(덮개, 방망) ○ 개인보호구미착용 (안전대)	추 락	1/
13		수 공 구	○ 지보공 수평연결재 미설치	붕괴→추락	1/
14		수 공 구	○ 비계조립 불량 (구조물과 비계사이 간격과다) ○ 방호시설 미설치 (방망, 비계와 건물 사이) ○ 개인보호구 미착용 (안전대)	추 락	1/
15		수 공 구	○ 지보공조립 상태 불량 - 수평연결재 미설치 ○ 작업방법 불량 - 벽체 거푸집과 연 결한 가법층 각재 4 개소 동시해체 후 바닥거푸집 조립 ○ 개인보호구 미착용 (안전대)	붕괴→추락	1/

연번	부재명	사용기계기구	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
16	지보공		○ 지보공 미고정 - 상·하부 못이용 - 조절나사 이용 밀착 ○ 개인보호구 미착용 (안전모)	낙하→충돌	1/

(표-16) 검사작업 재해

연번	부재명	사용기계기구	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
1	벽		○ 작업발판 미설치 (요철부위)	추 락	1/

라. 콘크리트 타설작업

콘크리트 타설작업에서 발생하는 재해의 원인은 거푸집의 조립 및 검사불량으로 인한 타설 콘크리트의 누출 등의 원인과 동바리의 조립 불량 및 이질재료, 부식되거나, 손상이 있는 재료의 사용등에 기인한 붕괴에 의한 추락재해가 반복하여 발생하고 있다. 콘크리트 타설작업에서의 재해(표-17)는 다음과 같다.

(표-17) 콘크리트 타설작업 재해

연번	부재명	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
1	옹 벽 (E/V)	○ 거푸집 조립 불량 (콘크리트 누출) ○ 거푸집검사 불량	붕괴→추락	1/

		E/V내부작업발판 설치불량 - From Tie에 철선으로 연결 ○ 방호시설 설치 불량(방망) ○ 개인보호구 미착용(안전대)		
2		○ 벽지지대 설치 불량 ○ 콘크리트 타설방법 불량(편심)	붕괴→충돌	/1
3	바 닥	○ 지보공 조립 불량 - 연결(이질재료) 강관파이프(2.2 m)와 강관지보공 (4.2 m) - 수평연결재 미설치 ○ 불량재료 사용 - 지보공 용도이외의 재료 - 부식, 손상된 재료 - 여러 종류의 각재	붕괴→추락	1/4
4		○ 지보공 조립 불량 - 수평연결재 교차가새 미설치 - 충고 높은데 목재 사용 - 연결방법 불량	붕괴→추락	2/1

연번	부재명	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
5	바 닥	○ 지보공 조립불량 － 손상, 부식 재료 사용 － H=5 m 에 수평연결 일부(D9) － 수직연결(철선) (전용철물 사용) － 부동침하방지 조치 소홀 (지반위에 깔목) － 작업방법 불량 (하부작업)	붕괴→추락	1/1
6		○ 지보공 조립상태 불량 － 경사면에 2대로 설치 (수평유지 조치 불량) － 수평 연결재 미설치 (H=5 m 를 1단지보공 설치)	붕괴→추락	- /2
7	※ 교량상판	○ 지보공 조립상태 불량 － 성토지반에 지보공 설치 (하천수에 의한 침하) － 수평연결재 미설치 － 가새설치 불량(철선) － 콘크리트타설 방법 불량 (편심 발생)	붕괴→추락	- /4

연번	부재명	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
8	※ 교량상판	○ 지보공 조립상태 불량 - 부동침하 방지조치 미흡 ○ 작업방법 불량 - 상하 동시작업	붕괴→추락 붕괴→협착	1/7
9		○ 지보공 조립상태 불량 - 지보공 상·하단 미고정 - 수평연결재 설치 불량 - 지보공 이음방법 불량 (이질재료 사용) 상부 : 강관파이프 하부 : 목재	붕괴→추락	1/9
10		○ 지보공 조립상태 불량 - 지보공 연결 상·하단 직선 유지 못함(좌굴) - 수평연결재 설치불량(1방향)	붕괴→추락	3/2

마. 해체작업

콘크리트 타설후 소요강도를 얻게되면 거푸집을 해체하는 작업과정에서 많은 재해가 발생하고 있으며 작업방법 불량, 작업발판의 붕괴등의 다양한 원인에 의해 재해가 발생하고 있으며, 특이한 것은 불량 전동공구의 사용등에 의한 감전 재해도 발생하고 있다. 해체작업에서의 재해(표-18)는 다음과 같다.

(표-18) 해체작업 재해

연번	부재명	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
1	교량상판	○ 작업방법 불량 - 2단 설치된 가재 및 수평연결재 동시 해체 - 1,2단 지보공 동시해체(밧줄)	붕괴→협착	1/3
2	주택외부계단	○ 작업방법 불량 - 기동없는 계단(조적후 해체) ○ 시공방법 불량 - 계단과 구조체 연결	붕괴→협착	1/
3	벽	○ E/V Pit내부 작업발판 설치 불량 - Flat Tie에 발판조립(과다적치) ○ 방호시설 미설치(방망) ○ 개인보호구 미착용(안전대)	붕괴→추락	1/
4		○ E/V Pit내부작업발판 설치 불량 - Flat Tie에 발판조립(과다적치) - 방호시설 미설치(방망) - 개인보호구 미착용(안전대)	붕괴→추락	1/
5		○ 투광기 인입선증 전압선이 투광기 외함으로 누전 - 인입부 절연 Packing손상 ○ 누전차단기 미작동 (전구의 필라멘트 단선)	감 전	1/

연번	부재명	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
6	벽	○ 불량 전기기계기구 사용(누전) ○ 전기기계기구의 미접지 ○ 누전차단기 미설치(당해선로)	감 전	1/
7		○ 거꾸집 미고정(풍압) ○ 악천후시 작업	전도→충돌	1/
8		○ 삼각지지대와 앵커사이의 지지선 불량(#6철선)	전도→충돌	1/
9		○ 불안정한 행동 - (노루발, 무리한 힘) ○ 개인보호구 미착용(안전대)	추락	1/
10	보 (철골교량)	○ 작업통로 미설치 ○ 방호시설 부적절 (방망과 방망의 지지점사이 틈으로 추락) ○ 개인보호구 미착용(안전대) ○ 작업방법 불량 - 합판(90×180)을 1인운반(고소 작업)	추 락	1/
11	각 재 (발코니)	○ 방호시설 미설치 (표준안전난간) ○ 개인보호구 미착용 (안전대, 안전모) ○ 작업방법 불량 (단부작업시 외부로 힘을 가력, 노루발 사용)	추 락	1/

바. 기타작업

거꾸집공사에서의 기타작업으로서 정리정돈 작업에서 방호시설의 미설치에 기인한 재해와 적치방법 불량에 따른 재해 또한 거꾸집 공사의 불량에 의한 후속작업, 즉 벽면의 정리 작업등에서도 재해가 발생하고 있다. 기타 작업에서의 재해(표-19)는 다음과 같다.

(표-19) 기타작업 재해

연번	부재명	재 해 원 인	재해유형	사망/ 부 상
1	정리정돈	○ 방호시설 미설치 (계단측면 안전난간)	추 락	1/
2		○ 작업방법 불량 (상하 동시 작업) ○ 적치방법 불량 (판넬, 합판, 각재, 파이프 써포트)	비래→충돌	1/
3	벽면 정리	○ 지보공 조립상태 불량 - 지보공 4단 조립 (내부비계) - 내부비계와 지보공의 수평연결대 설치 미흡 - 개인보호구 미착용(안전대)	붕괴→추락	1/2

2. 재해사례분석

가. 작업별 재해

재해사례에서 나타난 것과 같이 거푸집공사 수행과정의 모든 세부작업공정에서 재해가 발생하고 있으며 재해의 빈도는 조립작업→해체작업→콘크리트 타설작업→운반작업 등의 순으로 재해가 발생하고 있다. 전체 48건의 재해중 상기 4개 세부작업공정에서의 발생재해가 41건으로 87.5%를 점유하고 있어 이들의 작업단계에서의 안전대책이 요구되며 더우기 거푸집공사에서의 재해는 재해발생건수보다 재해자수가 많은 중·대형재해로 발생하고 있음을 보여주고 있다. 작업별 재해현황(표-20)은 다음과 같다.

(표-20) 작업별 재해현황

작업명	재해건수	구성비	재해자수	
			사망자	부상자
운반	5	10.4	5	—
적치	2	4.2	2	—
가공	1	2.1	2	—
조립	15	31.3	15	2
검사	1	2.1	1	—
콘크리트 타설	10	20.8	10	3
해체	11	22.9	11	3
정리정돈	2	4.2	2	—
면정리	1	2.1	1	2
합계	48	100	49	10

나. 작업별 재해유형

거푸집공사에서의 세부작업공정별 재해발생현황 및 재해유형을 분석한 결과 거푸집공사에서 발생하고 있는 재해의 대부분이 재해발생을 유발시킨 재해유형과 재해의 결과는 상이한 것으로 분석되었다. 따라서 어느 한가지의 결과로서의 재해유형에 대하여 예방대책을 수립한다는 것은 다소 문제가 있는 것으로 사료된다. 왜냐하면 그것은 재해가 발생한 원인에 대하여는 고려하지 않고 결과에 대하여 예방대책을 수립하고 있기 때문이다. 그리고 거푸집공사의 작업공정중 조립 단계에서는 벽 거푸집 조립과 바닥 거푸집 조립시에 재해가 빈번하며, 콘크리트 타설작업에서는 바닥 콘크리트 타설작업에서 그리고 해체작업에서는 벽 거푸집 해체작업에서 재해가 빈발하고 있어 특히 이들 작업에서의 안전대책이 요망되며 작업공정별 재해유형(표-21)은 다음과 같다.

(표-21) 작업별 재해유형

작업명	재해유형		재해건수
	원인	결과	
운반	낙하	협착	2
	낙하	충돌	2
	비래	충돌	1
적치	붕괴	추락	1
	붕괴	협착	1
가공	감전	감전	1

작업명		재해유형		재해건수
		원인	결과	
조립	기둥	추락	추락	1
	보	추락	추락	1
	벽	추락	추락	6
		감전	감전	1
		전도	협착	1
		낙하	충돌	1
	슬라브	추락	추락	2
		붕괴	추락	2
	지보공	낙하	충돌	1
검사	벽	추락	추락	1
콘크리트 타설	벽	붕괴	추락	1
		붕괴	충돌	1
	슬라브	붕괴	추락	8
		붕괴	협착	
해체	보	추락	추락	1
	벽	붕괴	추락	2
		감전	감전	2
		전도	충돌	2
		추락	추락	1
	지보공	붕괴	협착	2
기타	정리정돈	붕괴	추락	1
		추락	추락	1
	면정리	붕괴	추락	1
		추락	추락	1

다. 작업별 재해원인

작업단계별 재해원인(표-22)은 다음과 같으며 거꾸집 공사에서 발생하고 있는 모든 재해는 단순재해이며 또한 반복재해라는데 더욱 문제가 있으며, 어떤 기술적 요인에 의하여 발생한 재해는 전무한 상태로서 근로자와 공사관리자 모두 안전에 대한 의식이 부족한 것으로 사료되며, 지보공 조립불량에 의해 콘크리트 타설작업에서 발생하는 재해는 산안법에서 규정한 최소한의 지보공 조립규정에 대하여 준수하지 않고 있는 것으로 분석되었다.

(표-22) 작업별 재해원인

작업명	재해원인	비고
운반	○ 부적절한 운반장비 사용 ○ 체결방법 불량 ○ 결속방법 불량 ○ 운반용 고리 노후 ○ 위험장소 작업 ○ 작업방법 불량 ○ 개인보호구 미착용(안전대)	○ 백호우 ○ 장금장치 없는 혹크 ○ 전용회수 증가 ○ 운반경로 작업 ○ 투척 ○ 유도로우프
적치	○ 작업방법 불량 ○ 부적합한 적치장소	○ 미완성 지보공 상부 ○ 미완성 보 거꾸집
가공	○ 비정격 인입전선 사용 ○ 누전차단기 회로 접속불량 ○ 무분별한 분기	○ 비닐전선 ○ 불충분한 절연 Taping ○ 콘센트 또는 접속기구 사용하지 않음(방수용)

작업명		재해원인	비고
조립	기둥	○ 부적절한 작업발판 ○ 방호시설 미설치 ○ 개인보호구 미착용	○ 사다리 ○ 표준안전난간, 방망 ○ 안전대
	보	○ 작업발판 미설치 ○ 개인보호구 미착용	- ○ 안전모, 안전대
	벽	○ 부적절한 작업발판 ○ 작업방법 불량 ○ 삼각지지대와 앵커의 연결철선 불량 ○ 최초 거꾸집 변형 사용 ○ 고정방법 불량 ○ 고장 전동공구 사용 ○ 누전차단기 접속불량 ○ 불안정한 행동 ○ 개인보호구 미착용	○ 외줄비계 ○ 삼각지지대 세우기 ○ 철선, 철사 등 사용 ○ 전용회수(좌우비대칭) ○ 버팀목만 고정(철선등 고정) ○ 임의수리 - ○ 거꾸집 버팀대 승강 ○ 미고정 삼각지지대 승강 ○ 안전모, 안전대
	슬라브	○ 지보공 조립 불량 ○ 비계 조립 불량 ○ 작업방법 불량 ○ 방호시설 미설치	○ 수평연결재 ○ 구조물과의 간격 ○ 가림춤 각재 동시 해체 ○ 덮개, 방망
	지보공	○ 고정방법 불량 ○ 개인보호구 미착용 (하부작업자)	○ 상·하단 못 1개 ○ 안전모
	검사	○ 작업발판 미설치	○ 요철부위

작업명		재해원인	비고
콘크리트 타설	벽	○ 거푸집 조립 불량 ○ 거푸집 검사 불량 ○ 벽지지대 설치 불량 ○ 콘크리트 타설방법 불량 ○ E/V작업발판 설치 불량 ○ 방호시설 미설치 ○ 개인보호구 미착용	○ 틈, 콘크리트 누출 — — ○ 편심 ○ Form Tie ○ 방망 ○ 안전대
	바닥	○ 지보공 조립 불량 — 이질재료 사용 — 전용연결철물 미사용 — 부동침하 방지조치 미흡 ○ 수직도 불량 ○ 교차가새, 수평연결재 미설치 또는 일부설치 ○ 불량재료 사용 ○ 작업방법 불량	○ 목재, 강관 파이프써포트, 철선 등 ○ 성토한 흙에 조립 ○ 여러종류 각재 사용 — — — 부식, 손상재료 — 다양한 각재 — 지보공용도 이외의 강관파이프 ○ 상하동시 작업 - 콘크리트 타설작업
해체	보	○ 작업통로 미설치 ○ 작업방법 불량 ○ 부적절 방호시설	— ○ 고소에서 합판운반 (풍압) ○ 방망지지점 사이

작업명		재해원인	비고
해체	벽	○ E/V작업발판 설치 불량 ○ 삼각지지대와 앵커의 연결 불량 ○ 작업방법 불량 ○ 인입선 손상에 의한 누전 ○ 불량 전동구 사용 ○ 전동구 미접지 ○ 누전차단기 미설치 ○ 위험장소 작업 ○ 방호시설 미설치 ○ 개인보호구 미착용	○ 과다적치, Form Tie ○ 철선 ○ 악천후(풍압) ○ 검사 ○ 고장 — — ○ 위험반경 작업 — —
	지보공	○ 작업방법 불량 ○ 구조 및 시공불량	○ 2단지보공 동시 해체 ○ 기둥없는 구조
	각재	○ 작업방법 불량 ○ 위험장소 작업 ○ 방호시설 미설치 ○ 개인보호구 미착용	○ 단부에서 외부로 가력 ○ 단부 ○ 표준안전난간, 방망 ○ 안전대
기타	정리정돈	○ 작업방법 불량 ○ 적치방법 불량 ○ 방호시설 미설치	○ 상·하동시 작업 ○ 혼용하여 적치 ○ 표준안전난간(계단)
	벽면정리	○ 지보공 조립 불량 — 수평연결재 부족 — 개인보호구 미착용	○ 지보공과 비계 — ○ 안전대

3. 실태조사

가. 거푸집 구성재료

아파트공사의 거푸집공사에서 사용하는 거푸집 널은 두께 12mm의 신폼합판을 사용하고 있으며, 측벽 치장 거푸집에서는 두께 12mm합판위 중층은 0.5mm, 고층은 1.2mm, 초고층은 1.6mm 철판을 요철형으로 제작 조립하여 사용하거나 합판 위 목재 띠장을 조립하여 사용하는 것으로 조사되었으며, 아파트공사에서의 일반적인 거푸집 재료는 (표-23) 다음과 같다.

(표-23) 아파트 공사에서의 거푸집 재료

구 분	구 성 재 료	비 고
거푸집 널	○ 합판두께 : 12 mm ○ 측벽 치장 거푸집 합판+요철거푸집(철판) 중 층 : 12+0.5 고 층 : 12+1.2 초고층 : 12+1.6 ○ 내벽거푸집 유러폼 또는 합판 ○ 바닥거푸집 합판 ○ 발코니 및 복도외부 유러폼 또는 합판거푸집	신 품

부 위	재 질	부재규격 및 설치간격(단위 : mm)
측 벽	합판+철판	○ 합판두께 : 12 ○ 철판두께 : 중 층-0.5 고 층-1.2 초고층-1.6 ○ 수평띠장 각재 : 90×90 @250~300 ○ 수직띠장 각재 : 90×90 -2 또는 $45 \times 90 + 90 \times 90$ 혼용 간격 @ 600 단, 양끝부분 90×90 -2 ○ 폼타이 간격 : 600×600
내 벽 (응벽)	합 판	○ 합판두께 : 12 ○ 수평띠장 각재 : 90×90 @600 ○ 수직띠장 각재 : 90×90 -2 또는 간격 $45 \times 90 + 90 \times 90$ 혼용 @ 600 ○ 볼트간격 : 600×600
	유로폼	○ 타이핀 고정 : 하부 @300 상부 @600
복도난간 응 벽	합 판	○ 합판두께 : 12 ○ 수평띠장 각재 : 45×90 @250~300 ○ 수직띠장 각재 : 45×90 -2 @600 ○ 볼트간격 : 상·하 1개소 간격 @600

나. 가공과 조립 및 검사

현재의 아파트 구조는 벽식 구조로서 벽과 바닥으로 구성되어 있다.

(1) 벽

벽 거푸집은 측벽(외부)과 내벽 그리고 발코니 및 복도벽으로 구분할 수 있으며 측벽 거푸집은 합판 또는 합판과 철판을 이용하여 일체로 가공(대형 패널)하여 연속적으로 콘크리트를 타설 시공하고 있으나 내벽은 유러폼 또는 합판으로 조립하고 있다. 그리고 발코니 및 복도벽의 외벽은 유러폼 또는 합판을 일체로 제작하여 설치 시공하고 있으나 난간벽의 수평·수직면 유지를 위하여 D.C나 측벽과 같이 합판을 일체로 제작 설치하는 경우가 많이 있었으며 내벽은 유러폼 또는 합판을 일체로 제작 설치하고 있었다. 아파트공사에서의 벽종류에 따른 제작 및 조립실태(표-25)는 다음과 같다.

(표-25) 벽체거푸집 제작 및 조립실태

구 분	재 료	조 립 실태
측 벽 (외부)	요철거푸집	○ 일체로 제작 ○ 층간 이음부위 턱짐방지 조치 ○ 웅벽면과 거푸집의 수직각재를 하층부 상단 폼타이 볼트구멍에 @600간격 조임 ○ #8 철선을 사용, 하층콘크리트 타설시 미리 매설된 고정철물과 거푸집 외부각재를 @600~1200 간격으로 당겨서 결속 ○ 수직유지 및 날개웅벽 휨방지

구 분	재 료	조 립 실 태
측 벽 (외부)	요철거푸집	- 와이어로우프(Ø9)를 사용 거푸집 양단부 및 중간 3~4m 간격으로 콘크리트 타설시 미리 매설된 하부고리와 내측 거푸집 상단 볼트 고리에 걸어 당겨서 결속 - 하부 버팀대는 @3000내외로 내측거푸집 상단을 고정 경사지게 버팀대 설치 - 날개옹벽 외측 버러짐을 방지를 위하여 거푸집조립시 외측에서 내측으로 상단부를 당겨서 고정
내 벽	유리폼	○ 배부름 및 터짐방지 조치 - 타이핀 고정간격 - 하단부 : 30cm - 상단부 : 60cm
	합 판	○ 배부름 및 터짐방지 조치 - 수직·수평유지 조인트 부위 보강 (강관파이프+후크) - 수평 @600 - 수직 @200
		○ 배부름 및 터짐방지 조치 - 볼트조임 간격 600×600 - 띠장설치 간격 - 수평 : 90×90 @600 - 수직 : 90×90-2 또는 45×90+90×90 @600

구 분	재 료	조 립 실 태
발코니 및 복도벽	유리폼 또는 합 판	○ 유리폼 또는 합판을 일체로 제작 설치 ○ 수직·수평 유지 조치 － 버팀재와 당김철선 설치 간격 : 3-4 m ○ 배부름, 터짐방지 조치 － 유리폼 - 타이핀 사용 － 합판 - 관통형 볼트사용(상하 2개소) - 간격 @600

여기에서 특히 재해사례가 많은 축벽거푸집의 조립과정을 살펴보면 하부층
옹벽 및 상부층 바닥 콘크리트 타설 및 양생한 다음 축벽쪽 상부층 바닥에 삼각
지지대를 세우고 Chain Block(도르래) 고정하여, 외벽 거푸집의 상부에 Chain
Block을 연결한 다음 폼타이 볼트 해체 → 하부층 내벽 거푸집 해체 → 외벽 거
푸집 인양 및 고정 → 철근배근 → 내벽 거푸집 설치 → 폼타이 볼트 조립 →
지지대 및 Chain Block해체 → 콘크리트 타설 순으로 작업방법이 반복되어 지며
이 작업에서 인양거푸집의 하중과 삼각지지대의 지지력에 대한 검토없이 현장에
서 임의 제작하여 사용하고 있는 실정으로서 이에 따른 위험요인(표-26)은 다
양하며 간이 데락을 설치 사용하는 현장도 다수가 있었다.

(표-26) 축벽거푸집 작업에서의 위험요인

○ 거푸집 인양·삼각지지대의 지지력 미검토에 따른 위험 ○ 삼각지지대 고정목 탈락에 의한 전도 위험 ○ 삼각지지대 지지선의 파단에 의한 위험
--

- 삼각지지대 지지선과 앵커사이 연결 전용철물 미사용에 의한 위험
- 바닥 매설 앵커의 결함에 의한 이탈에 의한 위험
- 슬라브 끝단에서의 삼각대 세우기(수직)와 Chain Block 고정시 추락 위험
- 삼각지지대 층간 운반에 의한 재해 위험

(2) 바닥

바다거꾸집의 가공과 조립 및 검사에서는 실태조사 결과, 재해사례에서의 분석 결과와 같이 지보공 조립에서의 이질 재료의 사용, 전용 연결 철물 미사용, 부동침하 방지조치 미흡, 지보공의 수직도 불량, 교차가새와 수평 연결재 미설치 등의 불량 조립 그리고 특히 동바리 조립에서의 고정방법은 상단에 못 한개를 쳐놓고 지보공을 끼워서 조립하고 있는 등 전반적으로 안전규정을 준수하지 않고 있었다.

제 5 장 거푸집공사의 작업단계별 안전대책

1. 재료의 반입과 적치

재료의 반입과 적치작업을 할 때에는 현장에서 작업 수행의 편리를 도모하기 위한 작업복으로서 상의 작업복의 소매는 손목에 밀착되는 구조이어야 하며 작업복의 옷자락은 하의 속으로 집어넣고, 하의 작업복 바지 자락은 안전화 속에 집어 넣거나 발목에 밀착할 수 있는 구조이어야 한다. 또한 안전모, 안전화, 안전장갑 그리고 안전대는 성능 검정규격에 합격한 제품으로 근로자의 신체에 잘 맞는 제품을 바르게 착용하여야 한다.

인력운반을 할 경우의 허용중량은 근로자 체중의 30~40%이하 이거나 18세 이상의 남자는 25kg, 여자는 15kg을 초과하지 않도록 하며, 인양작업에서의 인양물의 무게는 실측을 원칙으로 하되, 목측으로 측정한 때에는 가볍게 들어보아 근로자 개인의 능력에 충분한가를 판단하여 인양하며, 운반은 수평거리 운반을 원칙으로 시선은 진행 방향을 향하고 뒷걸음 운반을 해서는 아니된다. 그리고 어깨높이보다 높은 위치에서의 운반, 구르기 쉽거나 장척물 운반은 가능한 인력 운반을 피하여야 하며 적치되어 있는 하물을 운반할 때에는 중간이나 하부에서 뽑아내어서 운반하여서는 아니된다. 장척물의 운반시 단독으로 운반하는 경우에는 하물의 끝을 근로자의 신장보다 약간 높게하여 모서리, 곡선등에 충돌하지 않도록 주의하여야 하며, 공동운반인 경우에는 운반자 모두 동일한 어깨측에 메고 지휘자의 지시에 따라 작업하고, 하역할 때에는 튀어오름, 굴러내림 등의 돌발 사태에 주의하여야 한다. 중량물 운반시에는 운반 방법등을 협의 결정하고 공동 운반시에는 체력과 신장을 고려하여 현저한 차이가 있는 근로자는 제외하고 작업지휘

자의 지시에 따라 통일된 행동을 하여야 한다. 하역할 때에는 낮은 자세로서 한 쪽면을 바닥에 놓은 다음 다른면을 내려 놓아야 하며 조금하게 던져서 하역하여서는 아니된다.

장비를 사용한 반입과 적치작업에서는 물체를 인양하여 운반하는 경우 인양물의 이동경로에 대한 하부 근로자에 대한 안전을 확인하고 이동경로의 하부작업을 금지하여야 하며 운반 물품에 적합한 운반 장비를 사용하고 운전자와 신호자 사이 신호방법을 협의하여 작업별 규정된 신호방법에 따라야 한다. 인양용 와이어로우는 인양물의 중량에 적합한 크기 및 직경의 로우프를 선정하여 사용하며 너무 가는 것은 절단의 우려가 있고 굵은 것은 걸이작업이 곤란하며 인양시에는 불편한 점이 있어 안전하중을 고려하여 선정하여야 한다. 걸이용 와이어로우프의 안전하중(표-27)은 다음과 같다.

(표-27) 걸이용 와이어로우프 안전하중

單位 kg

직 경 (mm)	引 揚 角 度				
	0°	30°	60°	90°	120°
8	380	850	760	620	440
9	1,160	1,100	1,030	810	580
10	1,430	1,370	1,290	1,000	715
11.2	1,800	1,700	1,590	1,200	900
12.5	2,200	2,100	1,980	1,500	1,100
14	2,800	2,700	2,550	1,900	1,400
16	3,600	3,500	3,300	2,500	1,800
18	4,600	4,400	4,200	3,200	2,300
20	5,700	5,500	5,200	4,000	2,850
22.4	7,100	6,800	6,400	5,000	3,550
25	8,900	8,500	7,900	6,000	4,450
28	11,200	10,800	9,900	7,800	5,600
30	12,850	12,000	11,000	9,000	6,400

그리고 인양용 와이어로우프는 변형된 것, 지름의 감소가 공칭지름 7%를 초과한 것, 꼬인것, 한가닥의 소선의 수가 10%이상 절단된 것은 사용 하여서는 아니 된다.

체결방법으로는 인양물의 중량과 중심을 확인하고 중심위치를 가능한 낮게 잡아 2곳 이상 체결하며 장척물(철근, 파이프)의 인양에서는 포대나 상자를 이용하고, 체결각도는 60도 이내의 각도가 바람직하며 Hook는 인양물 바로위에 위치하게 하고 각형재일 때에는 모서리에 받침물을 한다. 그리고 와이어로우프의 미끄러짐을 방지한다.

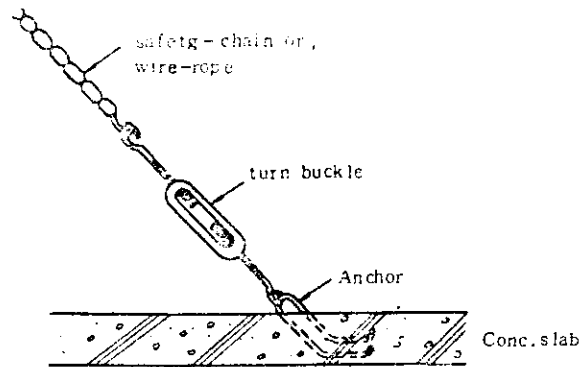
걸이(체결)작업이 완료되면 작업자는 안전한 장소로 대피하며 운전자와 걸이자 신호자 사이에 협의하여 규정한 신호자의 신호에 따라 인양하여 운반한다. 이때 돌발사태 발생시 정지신호에 따라 적당한 장소에서 일단 정지하여 걸이상태, 인양물의 무너짐, 흘림, 회전과 와이어로우프의 상태를 확인한 다음 인양하여야 하며, 인양물의 이동시에는 높이 2m 이상을 유지하여 이동경로 하부의 근로자, 장애물, 가공전선등의 유무를 확인하여 운행시키고, 보조 와이어로우프 사용시에는 인양물의 전도, 회전이 발생하지 않도록 주의하며, 이동중 인양물이 흔들리거나 장애물에 걸렸을 때에는 즉시 운전을 중지하여야 하며 필요한 장소에 인양물을 적치할 때에는 적치장소의 상부위치에서 일단 멈추고 적치장소의 안전여부를 판단한 다음 인양물을 내린다.

2. 조립작업

조립작업에서의 재해는 대부분 아파트 측벽 거푸집의 조립을 위한 해체, 인양 과정에서 발생하고 있으며, 바닥 거푸집 지보공 조립 불량에 의한 재해도 다수가 발생하고 있는 실정이다. 그 밖의 재해는 작업발판의 미설치 또는 부적절한함 설치에 기인하고 있으며 개인보호구 미착용, 방호시설 미설치등에 의한 재래형 단순 반복 재해로서 안전의식의 결여에 기인하고 있다. 그러나 아파트공사에서의 측벽 거푸집공사는 대형 패널 거푸집 공사로서 거푸집 외부비계 미설치공법으로서 거푸집공사를 성력화하기 위하여 일체식의 대형 거푸집을 가공조립하여 작업의 편의성을 도모하기 거푸집 외측에 가설 작업발판, 안전난간, 안전대, 낙하물 방지망을 설치하여 거푸집 자체에서 안전작업이 가능한 Gang Form의 일종이다. 그러나 측벽 거푸집 외부에서의 폼타이 볼트의 조립 및 해체 작업에서 많은 재해가 발생하고 있으며, 이는 작업발판, 표준안전난간을 미설치 하거나 부적절한 설치에 그 원인이 있다.

실태조사에서 보면 작업발판의 설치는 대부분 각재 90×90-2를 설치하여 사용하고 있으나 작업발판의 폭, 틈간격, 작업하중 등을 무시한 작업발판의 설치규정을 미준수하고 있어 이에 대한 규정의 준수가 요구되며, 안전난간의 설치시에는 단판 파이프나 앵글등을 이용 안전난간의 규격에 맞추어 설치하되 거푸집보다 90cm이상의 높이를 추가로 조립하여야 한다. 또한 대형거푸집의 인양작업시 발생하는 추락재해를 예방하기 위하여는 측벽 거푸집의 하중(일반적으로 2.5~3톤)을 정확히 산정하여 인양하중에 충분한 삼각지지대의 지지력을 산정하여 확인하여야 하며, 삼각지지대의 전도를 최소화하기 위하여 밀받침 철물을 조립하고, 단판 파이프 보다는 구조용 강관을 이용 제작하여야 한다. 또한 지지철선은

와이어로우프 9mm 또는 체인을 Turn Buckle을 이용하여 바닥의 주근에 접합된 앵커에 연결(그림-37)하여 사용하여야 한다.



(그림-37) 지지철선 연결방법

3. 콘크리트 타설작업

콘크리트 타설작업에서의 재해를 예방하기 위하여는 작업전에 엄격한 거푸집과 동바리 조립 상태를 면밀히 검사한 다음 하부에는 감시자만을 배치한 뒤 타설계획에 따라 콘크리트를 타설하여야 한다. 특히 콘크리트 타설작업에서의 발생하는 재해는 바닥 콘크리트 타설시 붕괴에 의한 추락, 충돌, 협착등의 재해가 발생하고 있어 거푸집 조립과 지보공 조립의 불량에 기인하고 있다. 콘크리트 타설작업에서의 하부 층에서 동시작업을 수행하는 근로자가 재해를 입는 경우도 있어 콘크리트 타설시에는 하부에 감시자만을 배치하고 상·하 동시작업은 절대로 금지되어야 한다. 그리고 지보공 조립시 안전규정의 준수가 시급한 실정으로서 깔목등에 의한 침하방지조치와 개구부 위에 설치하는 동바리는 견고한 받침대 조립이 요구되며 슬라이딩에 대한 방지조치와 동바리를 연결하여 조립할 때에는 동일한 재료로서, 맞댄이음이나, 장부이음하여야 하며, 강재와 강재의 접속부와 교차부는 전용철물을 사용하고 동바리로 사용하는 강관은 높이 2m마다 수평연결재를 2개 방향으로 결속하고 파이프 받침이 부착된 지보공을 3본이상 연결하여서는 아니된다. 또한 4개이상의 볼트 또는 전용철물을 사용하고 높이 3.5m 초과시에는 수평연결재를 2개 방향으로 결속하여야 한다. 콘크리트의 타설순서는 라멘조인 경우에는 기둥 → 보 → 슬라브 순으로 타설하고 벽식구조에서는 벽체 → 슬라브 순으로 타설 순서에 따라 타설하며 콘크리트 타설시 거푸집의 틈새로 새어나온 잔재는 즉시 청소한다.

4. 해체작업

거푸집 해체작업에서의 재해는 대부분 벽체 거푸집 해체작업에서 발생하는 재해로서 엘리베이터 피트 내부 거푸집의 해체작업에서 작업발판의 조립방법 불량과 과다적치에 기인하고 있어, 방호시설인 방망의 설치와 개인보호구인 안전대 부착시설의 설치 그리고 안전대의 사용만이 재해를 근절할 수 있다. 이는 엘리베이터 피트 내부에 강관비계 또는 강관틀 비계를 조립하여 작업발판을 설치하거나 보다 안전한 작업발판의 설치를 위하여 엘리베이터 옹벽에 슬리브를 매립하여 작업발판을 설치할 수도 있다. 상기의 작업발판의 설치를 위한 비계조립방법 및 슬리브 매립 방법은 다음과 같다.

가. 강관비계

- (1) 하단부에는 깔판(밀받침철물), 받침목 등을 사용하여 부동침하를 방지하고, 밀둥잡이를 설치하여야 한다.
- (2) 비계 기둥 간격은 띠장 방향에서는 1.5미터 내지 1.8미터, 장선 방향에서는 1.5미터 이하이어야 하며, 비계기둥의 최고부로 부터 아래 방향으로 31미터 넘는 비계 기둥은 2본의 강관으로 묶어 세워야 한다.
- (3) 띠장 간격은 1.5미터 이하로 설치하여야 하며, 지상에서의 첫번째 띠장은 높이 2미터 이하의 위치에 설치하여야 한다.
- (4) 장선간격은 1.5미터 이하로 설치하고, 비계 기둥과 띠장의 교차부에서는 비계 기둥에 결속하고, 그 중간부분에서는 띠장에 결속한다.
- (5) 비계 기둥간의 적재하중은 400kg을 초과하지 아니하도록 하여야 한다.
- (6) 벽이음(벽 연결)은 수직으로 5미터, 수평으로 5미터 이내마다 설치하여야 한다.

- (7) 기둥 간격 10미터 마다 45도 방향의 가새를 설치하여야 하며, 모든 비계 기둥은 가새에 결속하여야 한다.
- (8) 작업발판에는 표준안전난간을 설치하여야 한다.
- (9) 작업발판의 구조는 추락 및 낙하물 방지조치를 설치하여야 한다.

나. 강관틀 비계

- (1) 비계 기둥의 밑등에는 밑받침 철물을 사용하여야 하며 밑받침에 고정차가 있는 경우에는 조절형 밑받침 철물을 사용하여 항상 수평과 수직을 유지하여야 한다.
- (2) 전체 높이는 40미터를 초과하여서는 아니되며, 20미터를 초과하는 때에는 주틀의 높이를 2미터 이내로 하고 주틀간의 간격은 1.8미터 이하로 하여야 한다.
- (3) 주틀간에 교차가새를 설치하고 최상층 및 5층이내마다 수평 연결재를 설치하여야 한다.
- (4) 벽이음은 구조체와 수직 방향으로 6미터, 수평 방향으로 8미터이내 마다 긴결하여야 한다.
- (5) 띠장 방향으로 길이가 4미터 이하이고, 높이 10미터를 초과하는 때에는 높이 10미터 이내마다 띠장 방향으로 버팀기둥을 설치하여야 한다.
- (6) 그외의 다른 사항은 강관비계의 조립 방법에 따른다.

다. 슬리브 매립설치

작업발판을 조립하기 위하여 엘리베이터 옹벽에 슬리브를 매립하여 조립하는 경우에는 다음에 적합하여야 한다.

- (1) 콘크리트 옹벽 거푸집 조립시 파이프 슬리브를 $\phi 50\text{mm}$ 이상의 슬리브를

일정간격으로 조립하여야 한다.

- (2) 슬리브의 매립방향은 엘리베이터 옹벽의 단면방향을 원칙으로 한다.
- (3) 슬리브 매립 간격은 600mm이하이어야 한다.
- (4) 매립된 슬리브에 $\phi 48.6mm$ 의 단관파이프를 끼워 옹벽의 외벽에서 클램프를 이용 고정하여야 한다.
- (5) 단관 파이프위에 600mm이하 간격으로 9×9cm이상의 각재를 파이프와 연결하여야 한다.

라. 엘리베이터 내부 작업시에는 안전대 부착설비를 하여 반드시 안전대를 착용하여야 한다.

마. 작업발판

(1) 설치위치

작업발판의 설치위치는 엘리베이터 펫트 내부에 조립한 비계 또는 매립 슬리브에 설치한다.

(2) 작업발판의 재료

(가) 목재발판

- 1) 작업발판은 목재 또는 합판을 사용하여야 하며, 기타 재료를 사용할 경우에는 별도의 안전조치를 하여야 한다.
- 2) 제재목인 경우에 있어서는 장섬유질의 경사가 1 : 15이하 이어야 하며, 충분히 건조된 제재목(함수율 15내지 20)을 사용하여야 하며, 변형, 갈라짐, 부식 등이 있는 자재를 사용해서는 아니된다.
- 3) 재료의 강도상 결점 조사방법은 다음 사항에 따라 검사하여야 한다.
 - 가) 발판의 폭과 동일한 길이 이내에 있는 결점치수의 총합이 발판폭

의 4분의 1을 초과하지 않을 것.

나) 결점 개개의 크기가 발판의 중앙부에 있는 경우 발판폭의 5분의 1, 발판의 표면에 있을 때에는 발판 두께의 7분의 1을 초과하지 않을 것.

다) 발판이 갓면에 있을 때는 발판 두께의 2분의 1을 초과하지 않을 것.

라) 발판의 갈라짐은 발판 폭의 2분의 1을 초과해서는 아니되며, 철선 또는 띠철로 감아서 보강할 것.

4) 작업발판의 발판 폭은 40센티미터 이상, 두께는 3.5센티미터 이상, 길이는 3.6미터 이내이어야 한다.

5) 작업발판은 하중과 장선 간격에 따라 응력의 상태가 달라지므로 (표-28)에 위한 허용응력을 초과하지 않도록 설계하여야 한다.

(표-28) 작업발판으로서의 목재 허용응력

(kg/cm²)

목재종류 \ 허용응력도	압 축	인장또는휨	전 단
적송, 흑송, 회목	120	135	10.5
삼송, 전나무, 가문비나무	90	105	7.5

(나) 강제발판

1) 강관틀 비계용 작업발판에 사용되는 재료는 표-29에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 갖는 것으로서 현저한 손상, 변형, 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

(표-29) 강관틀비계용 작업발판 규격

구 분		규 격
바 닥 재		KSD3501에서 정한 SHP1 KSD3601에서 정한 XS42
수평재 및 보재		KSD3501에서 정한 SHP1
조임철물	단판형	KSD3503에서 정한 SS41
	상자형	KSD3501에서 정한 SHP1

2) 강관틀 비계용 작업발판은 바닥재, 수평재, 보재 및 조임철물로 구성 되어 있으며, 다음 구조에 적합한 것으로서, 성능검정시험에 합격을 필한 것을 사용하여야 한다.

가) 바닥재, 수평재 및 보재를 용접한 것 또는 휨가공 등에 의하여 일 체화된 바닥재 및 수평재에 보재를 용접한 것이어야 한다.

나) 2개이상의 바닥재가 있는 경우 바닥재 사이의 틈간격은 30mm이하 이어야 한다.

다) 조임철물 중심간의 긴방향 간격은 1850mm이하 이어야 한다.

라) 바닥재의 폭은 500mm이하 이어야 한다.

마) 강판재의 바닥판 두께는 1.1mm이상이어야 한다.

바) 조임철물은 수평재 또는 보재에 용접하거나 리벳등에 의해 접합 되어야 한다.

사) 조임철물의 판두께는 단판형인 경우에는 7.2mm 이상, 상자형인 경 우에는 3.0mm이상이어야 한다.

아) 조임철물은 이탈방지장치가 부착되어 있어야 한다.

바) 고소에서의 작업시 풍압을 고려하고, 악천후시의 작업금지와 해체 거꾸집의 투척을 금하여야 한다.

5. 감전재해

건설공사의 대형화에 따라 전기설비의 용량이 증가하였음에도 건설현장에서의 전기는 임시동력설비라 하여 전문기술자가 아닌 경험에 의해 공사하는 경우가 빈번하며, 공사진척에 따라 전기설비의 위치가 변경되거나 이설이 빈번하며 지하 설등은 습기에 노출되는 등 작업환경이 열악하고 전기에 대한 깊은 지식이 없이 정격용량을 무시한 사용에 의해 재해가 발생하고 있으며, 이는 접지의 불량 및 미접지 사용, 나대지 위에 노출한 배선불량 분전반의 현장내 제작에 따른 커버나 이프 스위치, ELB회로 구성 불량, 전원인출방법 불량등의 문제점이 발생하고 있는 실정이다.

감전 재해 예방하기 위하여 배선은 수전설비에서 일정지점까지는 가공선로를 이용하고 그 이후는 매설하며, 전기를 사용하기 이전에 인입전선의 손상 여부를 확인 점검하며 캡타이어 케이블 등의 정격인입전선을 사용하여야 한다. 그리고 분기 방법으로는 방수처리가 된 접속함이나 콘센트 또는 방수용 절연테이프를 사용한 충분한 절연테핑으로 분기하고, 가설전기의 전로는 반드시 누전차단기의 회로에 접속시켜야 하며, 고장난 전동구에 대한 비전문기술자의 임의수리 금지 및 불량전동구의 사용은 금지하여야 하며, 전동공구는 반드시 접지하여 사용하거나 이중절연된 공구를 사용하여야 한다.

제 6 장 결 론

본 연구는 철근콘크리트 공사에서 가장 위험한 공정인 거푸집공사 수행에 따른 근로자의 안전작업방법의 개발을 위하여 현행의 안전규정과 건축공사 표준시방서등을 분석과 실태 조사를 통하여 거푸집공사의 작업공정을 세분화하였으며, 재해사례의 분석을 통해 세분화한 작업공정에서의 재해원인을 도출하였다. 그 결과로서 세분화된 거푸집공사에서의 재해의 감소 및 예방을 위한 안전대책을 제시하기 위하여 안전규정, 실태조사 재해사례를 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 거푸집공사에 관련된 안전규정 및 시방서는 거푸집공사를 수행하는 근로자를 위한 안전대책이라기 보다 재료의 강도등 소정의 시공품질 구현을 위한 규정으로서 근로자의 안전을 위한 규정으로서는 미흡하다.
2. 재료의 반입과 적치작업에서는 가조립 상태에서 재료등을 적치함으로써 붕괴에 의한 추락, 협착, 충돌 등의 재해를 유발하고 있으며, 부적절한 장비의 사용 및 운전자와 신호자 사이의 신호방법의 오인과 부적절한 작업방법(결속, 체결, 인양, 적치)에 의한 재해가 빈발하고 있다.
3. 조립작업에서의 측벽과 슬라브 거푸집 조립작업에서 재해가 빈번히 발생하고 있으며 측벽거푸집 조립시 인양을 위한 체인블럭(Chain Block)의 삼각지지대 지지로우프와 앵커의 연결철물을 전용철물을 사용하지 않거나 삼각지지대 조립방법의 불량에 기인하고 있다.
4. 콘크리트 타설작업에서는 바닥 콘크리트 타설작업에서 동바리 조립에 관한 안전규정을 준수하지 않고 있으며, 특히 이질재료 조립, 전용연결철물 미사

용, 수평연결재의 미설치에 기인하고 있다.

5. 해체작업에서는 벽체 거푸집 해체작업에서 재해가 빈번하며, 특히 엘리베이터 내부 옹벽 거푸집 해체작업에서 엘리베이터 내부작업발판의 조립불량에서 기인하고 있다.
6. 거푸집 공사에서 발생하는 감전재해는 부정격 인입전선의 사용, 누전차단기 회로 미접속 및 미접지, 부적절한 분기방법, 불량 전동공구사용에 기인하고 있다.
7. 향후 공업화 거푸집에 관한 연구가 요구되며, 재해원인과 재해의 결과는 서로 상이한 경우가 많아 재해유형에 대한 안전대책 보다는 공정별 안전작업 대책의 연구가 지속적으로 요망된다.

참 고 문 헌

1. _____, “산업안전보건법”
2. 노동부, “’92산업재해분석”, 1993
3. 한국산업안전공단, “업무편람” 상·하
4. 한국산업안전공단, “건설공사 표준안전작업 기술자료(가설공사편)”, 1990
5. 한국산업안전공단, “건설공사 표준안전작업 기술자료(콘크리트공사편)”, 1990
6. 한국산업안전공단, “가설공사시의 일반적 안전수칙” 안전보건가이드, 1990. 5. 1
7. 한국산업안전공단, “건설현장 진단보고서”, 1993
8. 한국산업안전공단, “제4회 기술지도 개선사례 발표집”, 1993
9. 한국산업안전공단, “중대재해 조사보고서”, 1991~1993. 6
10. 한국산업안전공단, “전기안전 기술자료”
11. 국립노동과학연구소, “거푸집 및 거푸집 지보공 작업의 안전”, 1987
12. 선병택, “건축시공학”, 창지사
13. 장기인, “건축시공학”, 보성문화사
14. 대한건축학회, “건축공사 표준시방서”, 1989
15. 최순주, “비계작업대 설치 표준도 개발에 관한 연구”, 1991
16. 최순주, “추락재해 예방대책에 관한 연구”, 1992
17. 최재진, “건설용 가설기자재의 성능검정기준 개발에 관한 연구”, 1991
18. 전인식, “假設.거푸집工法”, 1987
19. 대한주택공사, “工事監督實務要領”, 1993
20. ILO, “Maximum Weights in Load Lifting and Carrying”, 1988

21. ILO, "Safety and Health in Building and Civil Engineering Work", 1985
22. 日本建築學會, "建築工事標準仕様書一同解説", 1982
23. 假設工業會, "足場組立解體工事の 作業指針", 1972
24. 建設業労働災害防止協會, "足場組立解體工事の 作業指針", 1972
25. 建設業労働災害防止協會, "墜落防止の きめ手", 1992

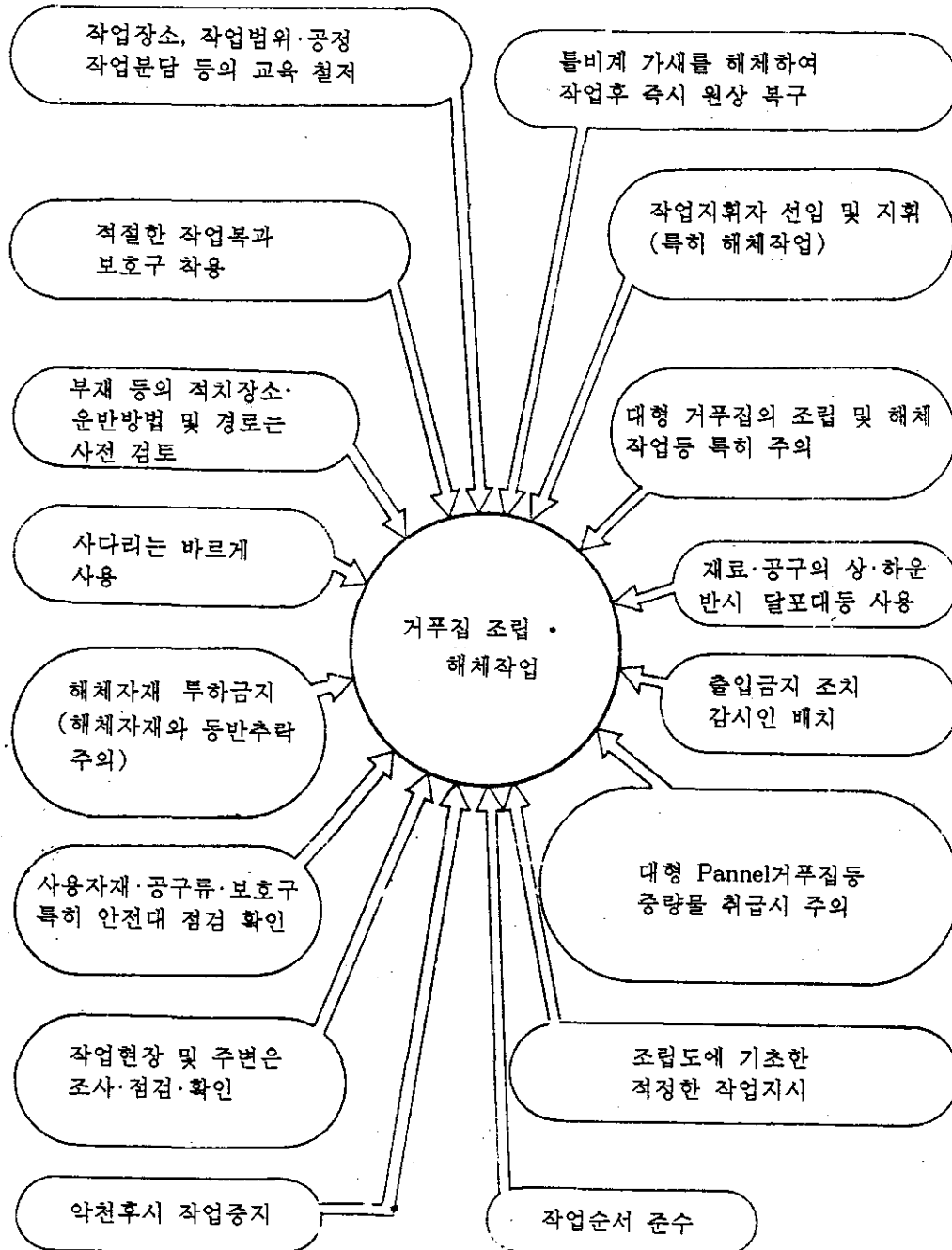
여 백

부 록

여 백

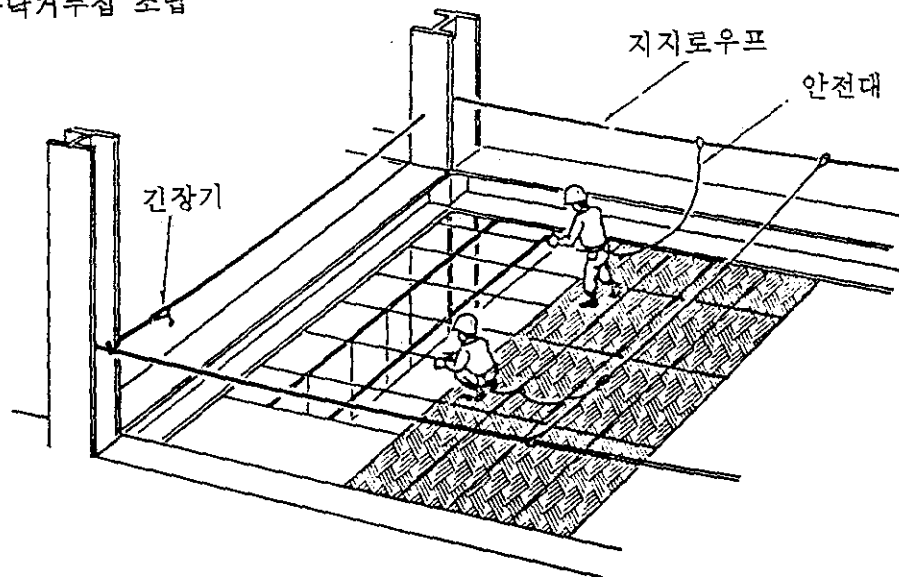
1. 거꾸집 조립·해체 작업

가. 유의사항

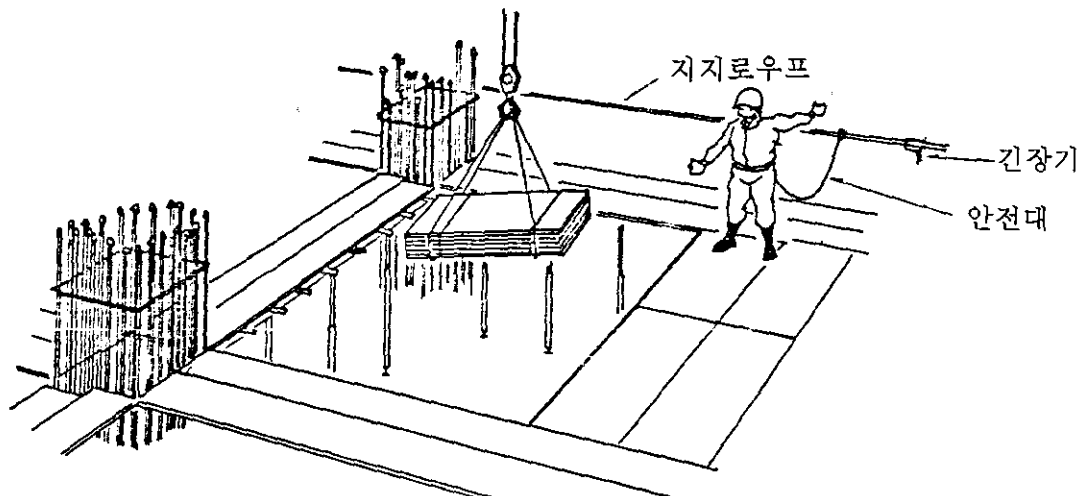


나. 거꾸집 조립작업

1) 바닥거꾸집 조립



- 지지로우프의 설치 상태 확인
- 바닥거꾸집의 조립은 승강축 부터 조립
- 안전대 사용

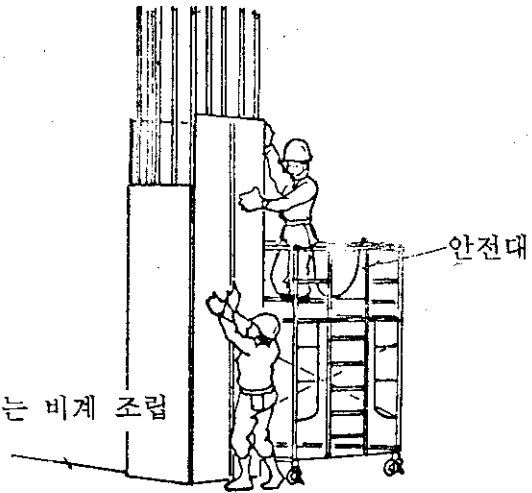


바닥 개구부에 안전난간 설치
곤란한 경우

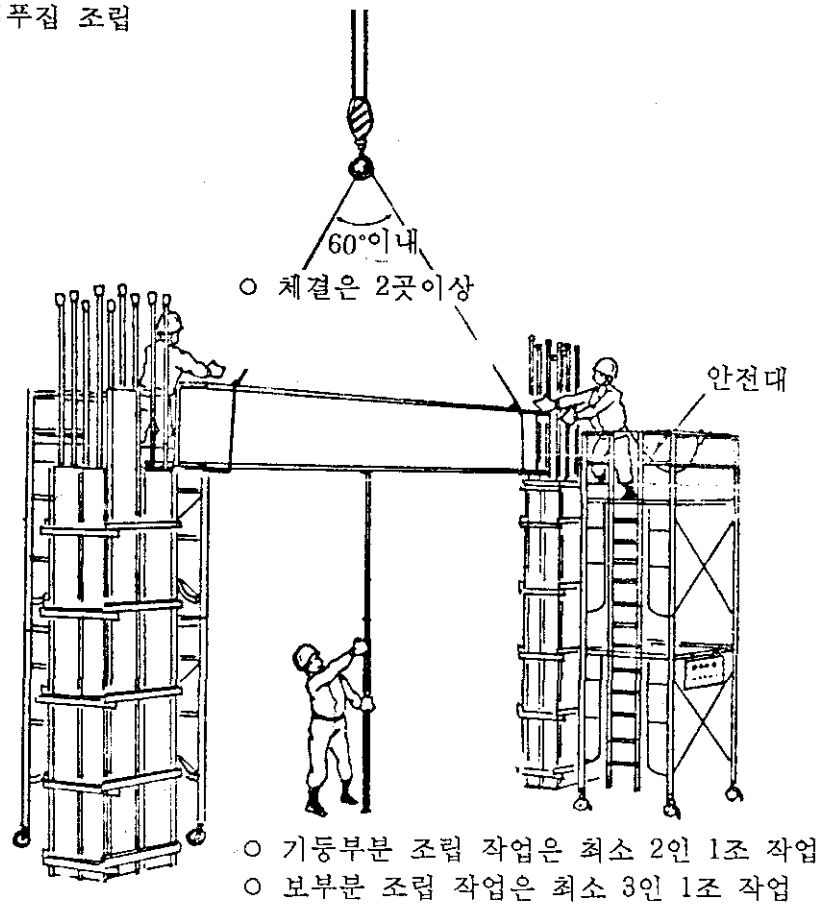
- 바닥 개구부를 통한 자재 운반
- 지지로우프 설치상태 확인
- 안전대 사용

2) 기둥 거푸집 조립

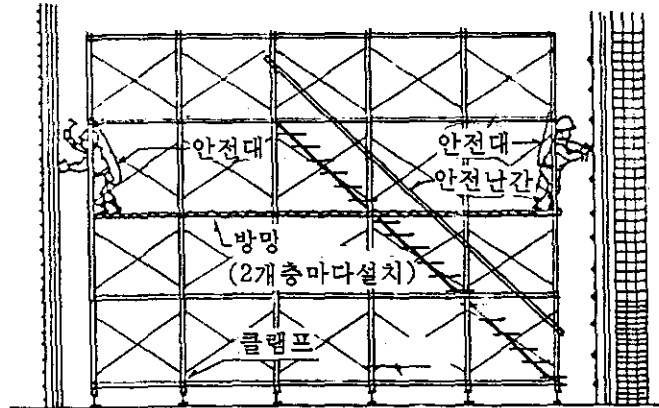
○ 특히 필요한 경우에는 비계 조립



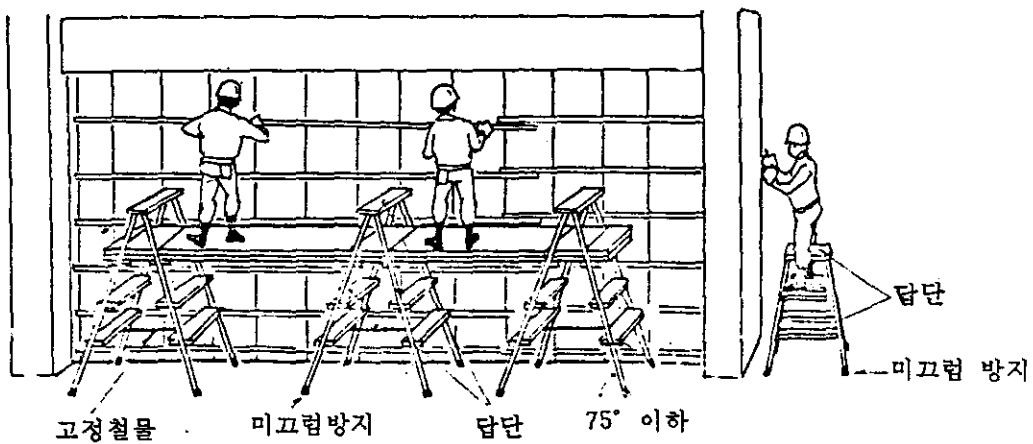
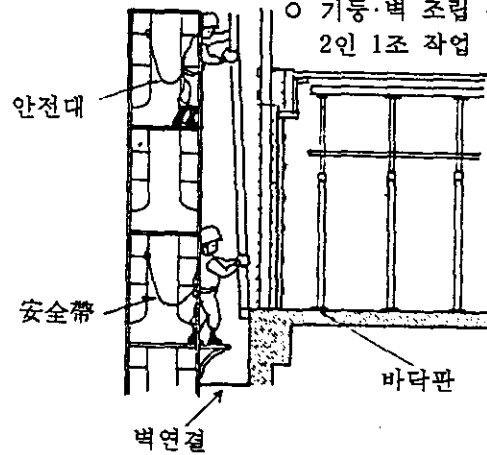
3) 보 거푸집 조립



3) 비계에서의 기둥·벽 거푸집 조립

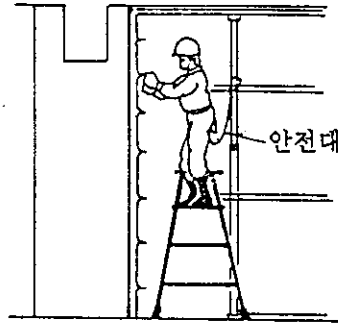


- 안전대 사용
- 기둥·벽 조립 작업은 2인 1조 작업



다. 거푸집 해체작업

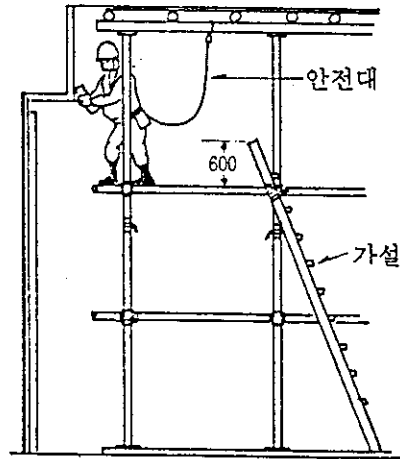
1) 기둥 거푸집 해체



○ 사다리 사용

- ① 담면이 없는 사다리 단독사용 금지
- ② 사다리의 최상부 담단작업 금지

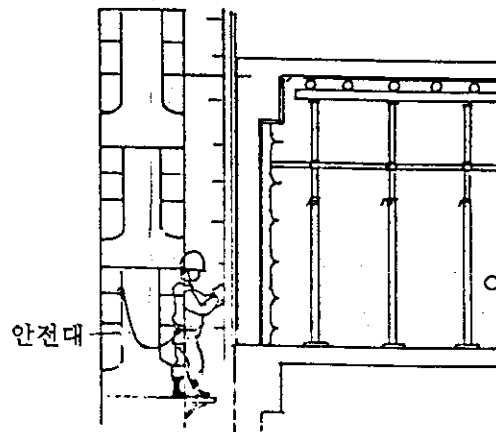
2) 보 거푸집 해체



○ 비계 외부로 노출되어 작업(보)

- ① 안전대 사용
- ② 승강설비 설치

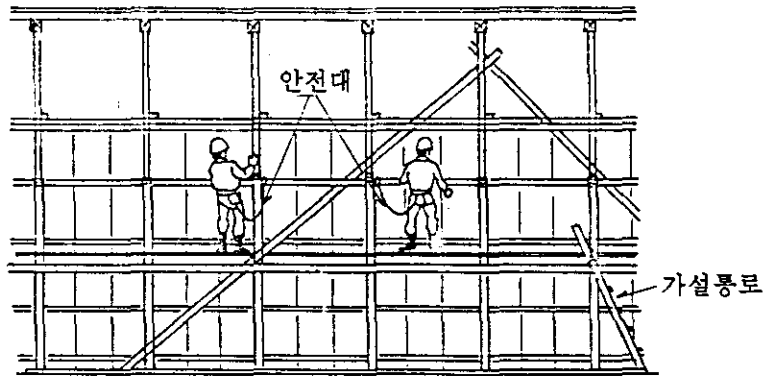
3) 외벽 거푸집 해체



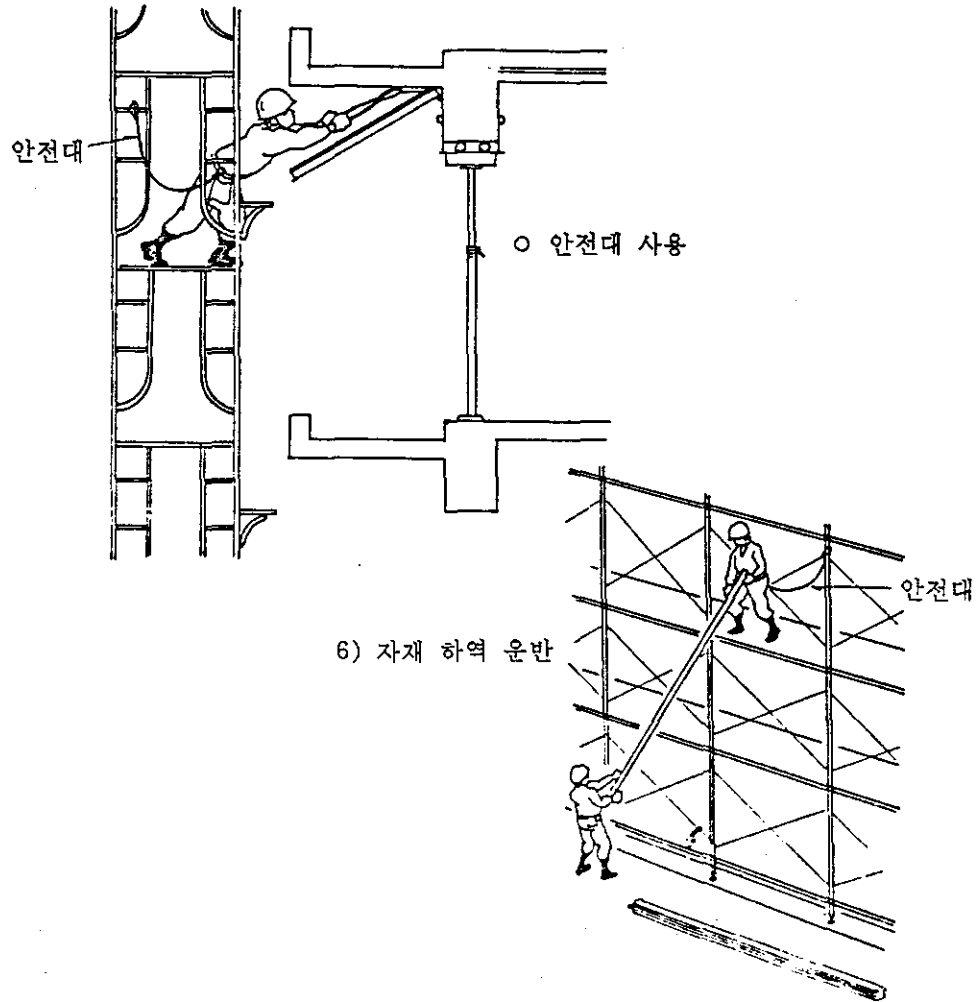
○ 비계 외부로 노출되어 작업(보, 벽)

- ① 안전대 사용

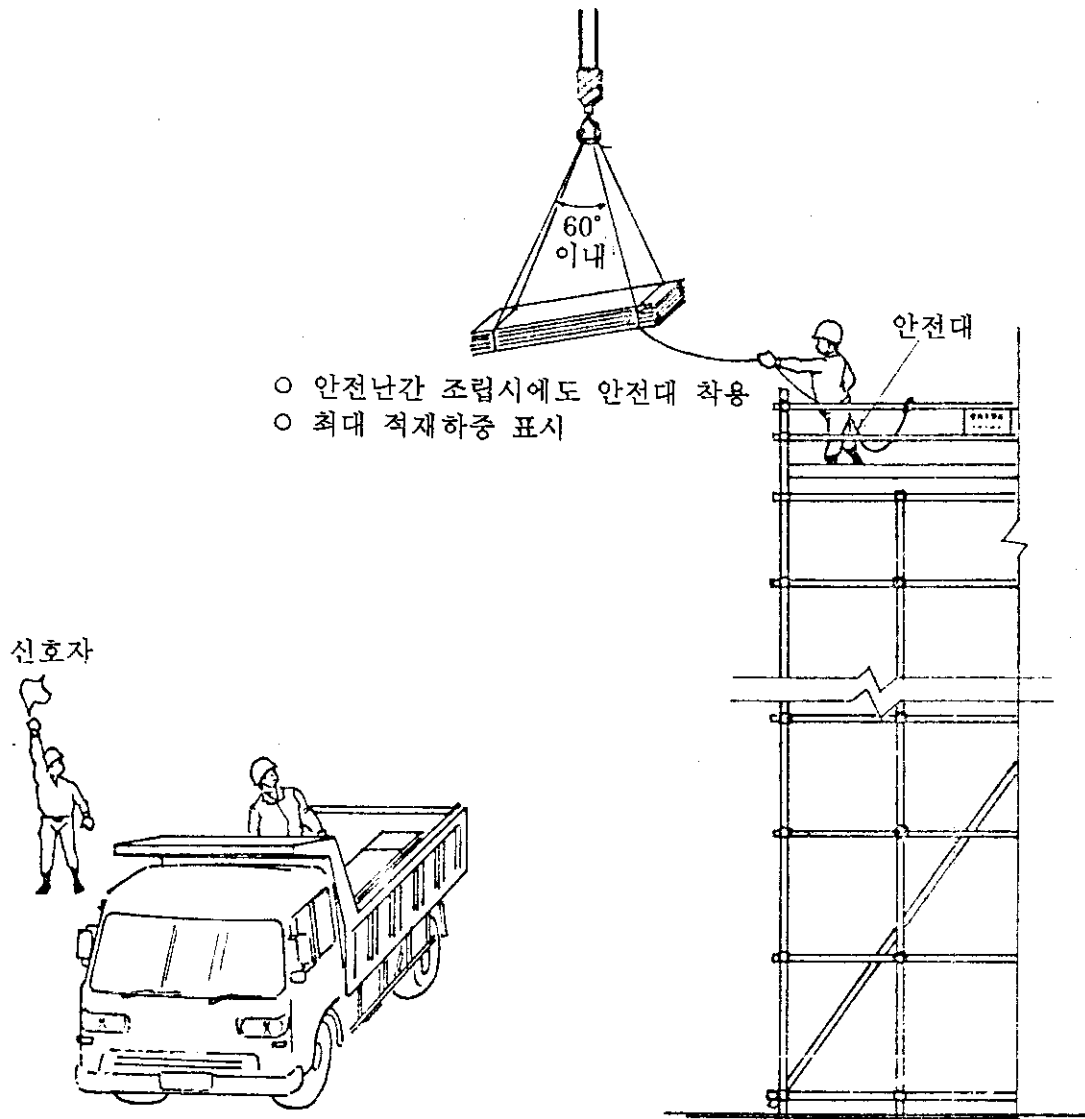
4) 내벽 거꾸집 해체



5) 발코니 거꾸집 해체

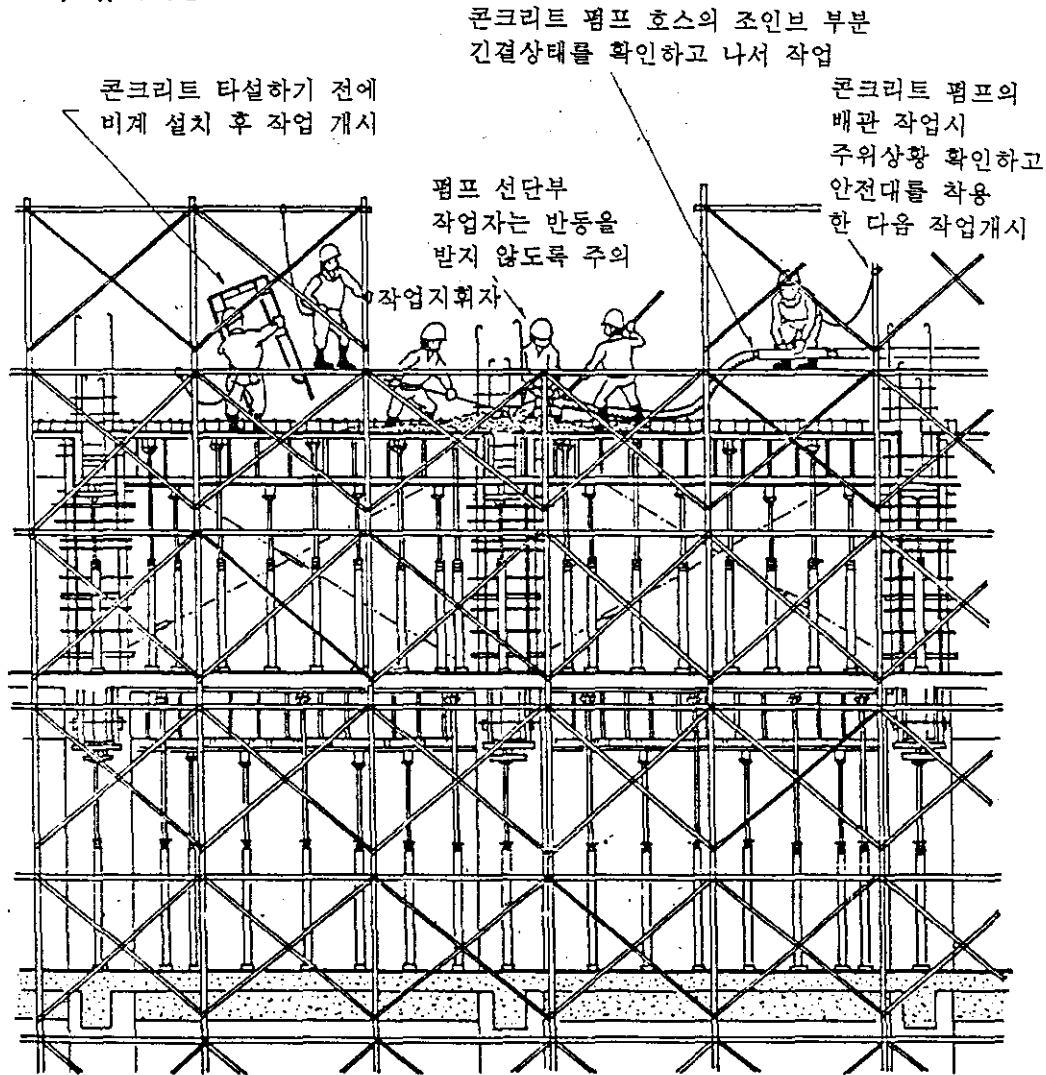


라. 거꾸집 재료의 운반작업



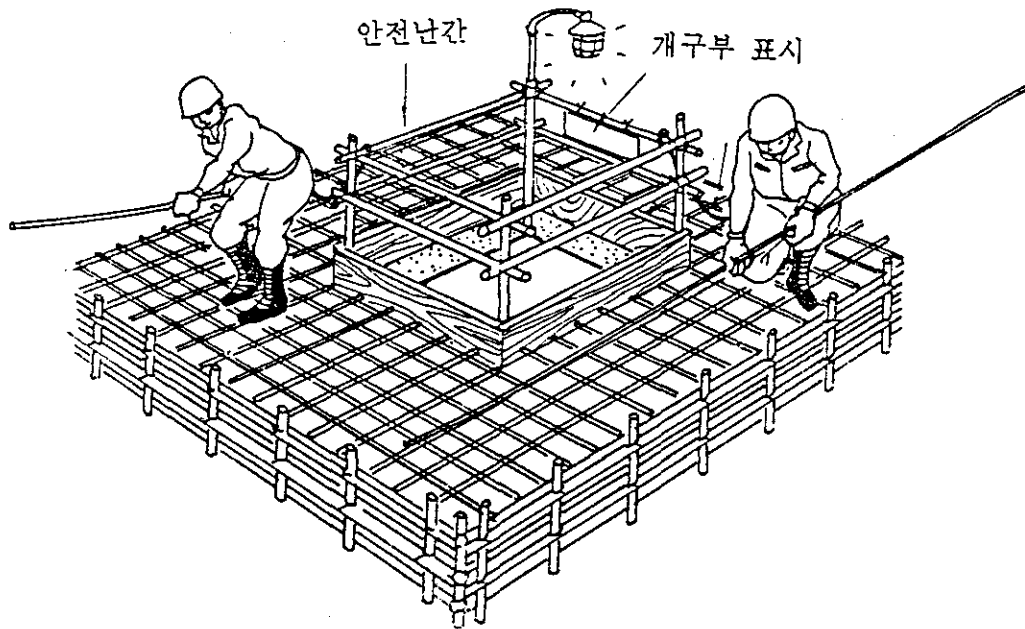
2. 콘크리트 타설 작업

가. 유의사항

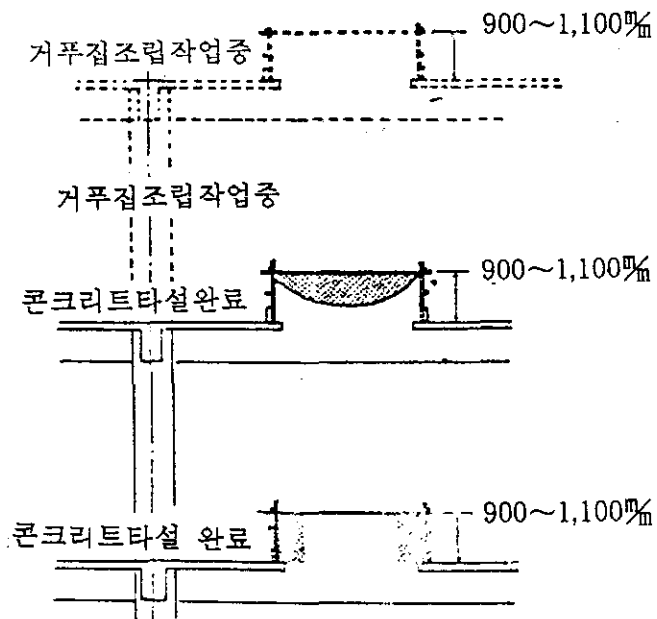


- 수송관 등의 조립·해체는 작업지휘자의 지시에 따른 것
- 타설장치 조작자와 호스 선단부 작업자와 신호방법 협의할 것
- 타설장치 조작자는 장비의 사양등에 관한 교육을 받은 것
- 콘크리트 펌프의 수직 배관 조인트 작업은 안전대 사용

나. 콘크리트 타설시 개구부



다. 개구부 안전(방망설치예)



거푸집공사의 안전작업에 관한 연구

(연구보고서 토건연 93-3-26)

발행일 : 1993. 12. 31

발행인 : 원 장 徐 相 學

연구자 : 선임연구원 최 순 주

발행처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

토목·건축연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

전 화 : (032)502-0032

(032)518-6484~6

<비매품>