건설분야-연구자료
연구원 2002-41-276

2002 연구보고서

6m 파이프써포트의 성능검정 기준 연구(Ⅱ)

A Study on the Standards of Function Inspection for 6m Pipe Support(Ⅱ)

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

提　出　文

韓國産業安全公團 理事長 貴下

본 報告書를 建設安全 硏究事業의 일환으로 遂行한『6m 파이프써포트 성능검정 기준 연구(Ⅱ)』의 最終 報告書로 提出합니다.

2002년　6월 30일

주관연구부서 : 산 업 안 전 보 건 연 구 원
안 전 공 학 연 구 실
연 구 책 임 자 : 책임연구원/공학박사 노 민 래
연 구 참 여 자 : 책임연구원/공학박사 최 순 주
선임연구원 김 대 영

요 약 문

1. **과 제 명** : 6m 파이프써포트 성능검정 기준 연구(Ⅱ)

2. **연구기간** : 2002년 1월 1일 ~ 2002년 6월 30일

3. 연 구 자

가. 연 구 책 임 자 : 책임연구원/공학박사 노 민 래
연 구 참 여 자 : 책임연구원/공학박사 최 순 주
선임연구원 김 대 영

4. 연구목적

건설현장에서 사용되고는 있으나 성능검정규격이 없는 6m 파이프써포트에 대하여 노동부로부터 이에 대한 구조·강도 등 성능검정규격을 연구하여 제출할 것을 요청받았으며, 규정【산업안전기준에 관한 규칙 제 6편(건설작업에 의한 위험예방) 제 1장(거푸집동바리 및 거푸집) 제 2절(조립 등) 제 363조(거푸집동바리 등의 안전조치) 제 8항 가호(파이프받침을 3본이상 이어서 사용하지 아니하도록 할 것)】에 따라 [4m(V_4)+ 보조지주]와 [6m단일본]과의 성능을 비

교하여 [6m단일본]의 성능이 우수할 경우에 [6m단일본] 파이프써포트의 성능검정규격을 제정하기 위한 2001년의 연구과제로서 [4m(V_4)+ 보조지주]와 [6m단일본]의 성능을 비교시험한 바 [6m단일본]이 우수하지 않았으므로, 2002년 연구과제로 새로운 파이프써포트 [6m단일본]을 개발하여 이에 대한 성능검정규격(안)을 제정하는 데에 그 목적이 있다.

5. 연구내용

- 파이프써포트 [6m단일본]의 개발
- 파이프써포트 [6m단일본]의 성능검정규격(안) 제정

6. 활용계획

파이프써포트 [6m단일본]의 성능검정규격 제정

7. 연구개요

본 연구는 건설현장에서 사용되고 있는 파이프써포트 [6m단일본]의 성능검정규격을 제정하기 위해 실시하는 비교시험연구로서, 새로운 6m 파이프써포트를 개발하여 파이프써포트 [6m단일본]에 대한 성능검정규격(안)을 제정하였다.

Abstract

A Study on the Standards of Function Inspection for 6m Pipe Support(Ⅱ)

This paper is a study on the standards of function inspection for 6m-pipe support.

A new 6m-pipe support is made in this study.

The factors of 6m-pipe support are as follows.

total length : 5,800mm

length of outside pipe : 4,200mm

outside pipe : material SPS 500, thickness 2.5±0.3mm

amplitude : 50mm

overlap length : 405mm

The others are same as V_4.

The compressive strength of 6m-pipe support are as follows.

plane test : mean 1,820kgf

minimum 1,470kgf

knife-edge test : minimum 650kgf

We drafted the standards of function inspection for 6m-pipe support of above elements.

목 차

요 약 문 ····· i

제 1장 서 론 ····· 1
1. 연구의 배경 및 목적 ····· 1
2. 연구의 범위 및 내용 ····· 1
가. 연구범위 ····· 1
나. 연구내용 ····· 2
3. 연구수행 방법 및 일정 ····· 2
가. 연구수행 방법 ····· 2
나. 연구수행 일정 ····· 3

제 2장 파이프써포트 시험 ····· 6
1. 개 요 ····· 6
2. 시험 방법 ····· 6
가. 시험 방법 ····· 6
나. 시편의 종류 ····· 10
3. 실험 결과 ····· 12

제 3장 실험결과 분석 ····· 17

제 4장 파이프써포트 건설현장 설치 ····· 20
제 5장 개발된 파이프써포트 제작 및 실험 ····· 21
제 6장 결 론 ····· 25
제 7장 성능검정 기준(안) ····· 26

참 고 문 헌 ····· 30

부 록 ····· 31
1. 시험체 시험편 강도시험 성적서 ····· 32
2. 파이프써포트 제작과정 ····· 56
3. 6m 파이프써포트의 적용한계 ····· 62

제 1장 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

건설현장에서 사용되고 있으나 성능검정규격이 없는 6m 파이프써포트에 대한 규격제정에 활용하고자 노동부로부터 이에 대한 구조·강도 등 성능검정규격을 연구하여 제출할 것을 요청받아서 새로운 [6m단일본]을 개발하여 이에 대한 성능검정규격(안)을 제정하는 데에 그 목적이 있다.

2. 연구의 범위 및 내용

가. 연구 범위

1) 파이프써포트 [6m단일본]의 개발(시험체의 제작은 현재 시중에서 유통되는 구입이 가능한 철판으로 제작사에서 제작이 가능한 것만을 대상으로 한다)

2) 파이프써포트 [6m단일본]의 성능검정규격(안)을 제정

나. 연구 내용

본 연구는 파이프써포트 [6m단일본]의 성능검정규격을 제정하기 위해 실시하는 비교시험연구로서 새로운 파이프써포트 [6m단일본]을 개발하여 이에 대한 성능검정규격(안)을 제정하는 것이다.

3. 연구수행 방법 및 일정

가. 연구수행 방법

1) 연구원 자체 연구계획 수립

2) 파이프써포트 제작

3) 파이프써포트 시험(평압시험 및 나이프에지시험)

4) 시험결과 비교(만족스런 결과가 나오지 않을 경우 2), 3)을 반복 수행) 및 개발된 [6m단일본] 파이프써포트 성능검정규격(안)을 제정

나. 연구수행 일정

- 2001년 일정

일정	연구 내용
2001. 6.	연구원 자체 연구계획 수립
2001. 7.	성능검정을 받은 31개사에 연구계획 고지 및 연구내용 설명회의
2001.7 ~2001. 8.	파이프써포트 제작사 실태조사 및 제작과정 견학
2001.8 ~2001. 9.	파이프써포트 제출
2001. 9.	파이프써포트 시험(평압시험 및 나이프에지시험) 및 시험편의 인장시험실시
2001. 10. ~2001.11.	시험결과 비교

- 2002년 일정

일정	연구 내용
2002. 1.	연구원 자체 연구계획 수립
2002. 수시.	파이프써포트 제작
2002.2. ~2002. 4.	파파이프써포트 시험(평압시험 및 나이프에지시험) : 2002. 2. 1~3주(50본), 3. 5주~4. 1주(54본, 14본)
2002. 5.	파이프써포트 현장설치 : 2002. 5. 3~4주(22본, S건설, 인천시 구월동, S프라자 신축공사 지하1층의 전기턱트·파이프덕트 현장)
2002. 6.	최종 파이프써포트 제작(성능검정 규격을 정하기 위한 시험용 70본) 및 시험(50본)
2002. 6.	최종 보고서 작성

제 2장 파이프 써포트 시험

1. 개요

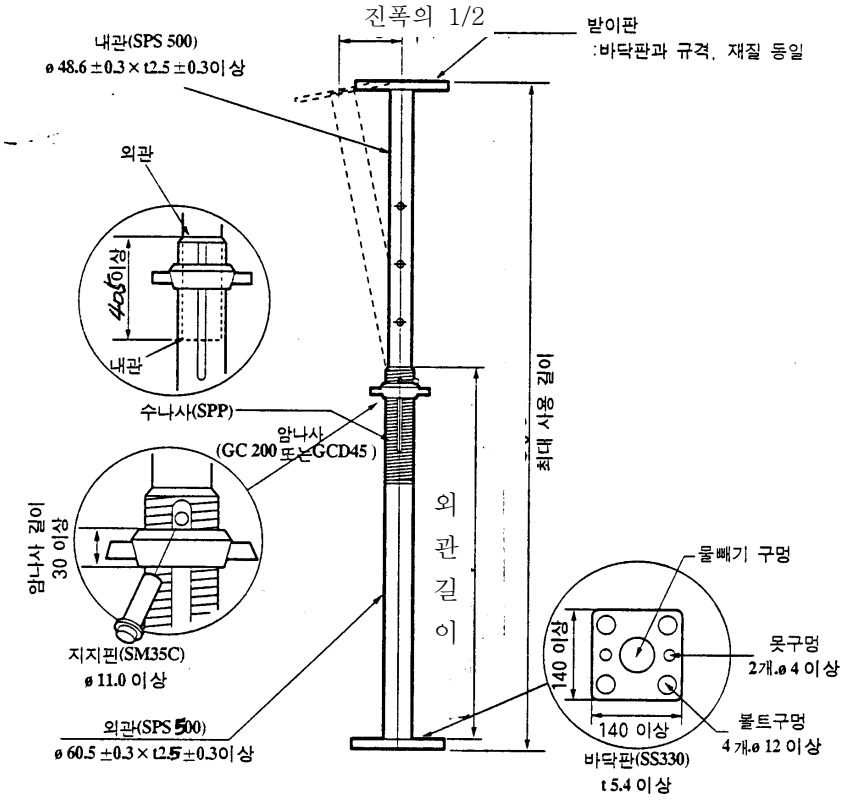
본 연구는 새로운 파이프써포트 [6m단일본]을 개발하기 위하여 4차에 걸친 9가지 시험체를 제작하여 시험을 실시하였다.

2. 시험 방법

가. 시험 방법

한국산업안전공단 안전검인증센터에서 만능시험기(UTM 20tonf, 마에가와)로 평압 및 나이프에지시험을 실시하였다. 시험에 관련된 사진은 사진 1~사진 8과 같고, 시험체의 제원은 그림 1과 같다.

<사진 1. 준비된 시험체>



표시된 모든 단위는 mm임

<그림 1. 시험체의 제원>

<사진 2. 시험계기판>

<사진 3. 평압시험 하단부 상세>

<사진 4. 나이프에지시험 하단부 상세>

<사진 5. 평압시험 전>

<사진 6. 평압시험 후>

<사진 7. 나이프에지시험 전>

<사진 8. 나이프에지시험 후>

나. 시편의 종류

본 시험에 사용된 시편의 기호를 표 1과 같이 구성하였다.

표 1. 시험체의 기호

제조 회사	시편의 종류	재하 방법
A B	S S^s S^E $S_{\square}$	N N_r P P_r

2: 2차 시험체 제작(50본), 3: 3차 시험체 제작(52본), 4: 4차 시험체 제작(40본), 5: 5차 시험체 제작(200본)

A: 제조 회사 갑, B: 제조 회사 을

S: 단일본, S^{s}: 외관(SPS500), S^{E}: 수출품 $S_{\square}$: 겹침길이(mm)

N: 나이프에지 시험, N_r: 나이프에지 도립시험

P: 평판재하 시험, P_r: 평판재하 도립시험

시험체의 표기 예

$3\ A\ S^{\square}{}_{\square}\ P_{r}$

- P_r: 도립설치(정상설치는 표기 없음)
- P: 평압시험(N: 나이프에지시험)
- □: 겹침길이(mm)
- $S^{\square}$: 수입품 E, 외관재질변경(SPS 500) S
- S: 단일본
- A: 제작사 갑(B: 을)
- 3: 시험체 제작 차수(2, 3, 4, 5차)

표 1에 의하여 실험할 시험체의 종류와 개수는 표 2로 나타내었다.

표 2. 시험체 종류와 개수

종류	시험체 명칭		시험체 수	
	평압/ 도립	나이프에지/ 도립	평압/도립	나이프에지/도립
①	$2BS_{185}P/\ P_r$	$2BS_{185}N/\ N_r$	2/ 2	3/ 3
②	$2BS_{310}P/\ P_r$	$2BS_{310}N/\ N_r$	2/ 2	3/ 3
③	$2BS^{E}_{310}P/\ P_r$	$2BS^{E}_{310}N/\ N_r$	2/ 2	3/ 3
④	$2BS_{230}P/\ P_r$	$2BS_{230}N/\ N_r$	2/ 2	3/ 3
⑤	$2AS^{E}_{430}P/\ P_r$	$2AS^{E}_{430}N/\ N_r$	2/ 2	3/ 3
⑥	$3AS^{s}_{405}(51.5)P/\ P_r$	$3AS^{s}_{405}(51.5)N/\ N_r$	2/ 2	3/ 3
⑥'	$4AS^{s}_{405}$(51.5, 코킹)$P/\ P_r$	$4AS^{s}_{405}$(51.5, 코킹)$N/\ N_r$	2/ 2	3/ 3
⑦	$3BS_{405}P/\ P_r$	$3BS_{405}N/\ N_r$	2/ 2	3/ 3
⑧	$3AS^{s}_{405}(50)P/\ P_r$	$3AS^{s}_{405}(50)N/\ N_r$	2/ 2	5/ 5
⑧'	$4AS^{s}_{405}$(50, 코킹)$P/\ P_r$	$4AS^{s}_{405}$(50, 코킹)$N/\ N_r$	2/ 2	3/ 3
⑨	$3AS^{s}_{280}(50)P/\ P_r$	$3AS^{s}_{280}(50)N/\ N_r$	2/ 2	5/ 5
계			44	74

3. 실험 결과

각 파이프써포트에 대한 검정규격의 만족여부를 알기 위하여 치수검사를 실시였으며, 강관의 재료시험을 위하여 협력사에서 제출한 시편(KS D 3566 일반구조용 탄소 강관)에 대하여 산업기술시험원에 의뢰 시험한 결과 표 3과 같이 검정규격을 만족하고 있다. 시험성적서는 부록에 나타내었다.

표 3. 파이프써포트 재료시험편의 시험 결과

시험편종류 \ 시험항목		인장강도 (kgf/㎟)		항복강도 (kgf/㎟)		연신율 (%)	
		측정값	규정값	측정값	규정값	측정값	규정값
외관(t_1=2.0mm) SPS400	을	50.0	40.8 이상	48.66	24.0 이상	28.66	23이상
	갑	51.0		47.0		29.0	
내관(t_2=2.2mm) SPS500	을	59.0	51.0 이상	50.0	36.2 이상	24.66	15이상
	갑	60.33		49.66		24.0	

2001년 수행한 파이프써포트의 강도시험결과는 표 4에 나타내었다.

표 4. 기존 파이프써포트의 실험결과

시험체 \ 시험종류	평압시험(tonf)	나이프에지시험(tonf)
연결본	1.15 ~ 1.28	0.19 ~ 0.32
단일본	0.95 ~ 1.215	0.35 ~ 0.38

2002년 수행한 파이프써포트의 강도시험결과는 표 5-1 ~ 표 5-4에 나타내었다.

표 5-1. 2차실험체 실험결과

강도 / 시험체명	평압시험(tonf)		나이프에지시험(tonf)	
	P	Pr	N	Nr
① $2BS_{185}$ 진폭 70 길이 5.8m	1.25/ 1.20	1.02/ 1.15	0.40/ 0.35/ 0.27	0.25/ 0.25/ 0.25
② $2BS_{310}$ 진폭 66 길이 5.8m	1.15/ 2.15	0.98/ 1.75	0.35/ 0.35/ 0.35	0.45/ 0.55/ 0.40
③ $2BS^{E}_{310}$ 진폭 46 t_1= 3.6, t_2= 3.1 (SPS400) 길이 5.8m	2.45/ 1.35	1.97/ 1.70	0.80/ 0.70/ 0.82	0.90/ 0.75/ 0.75
④ $2BS_{230}$ 진폭 70 길이 6m	1.15/ 1.04	1.01/ 1.15	0.30/ 0.50/ 0.38	0.38/ 0.63/ 0.45
⑤ $2AS^{E}_{430}$ 진폭 56 t_1= 3.2, t_2= 3.6 (SPS400) 길이 6m	2.17/ 2.70	2.25/ 3.0	0.90/ 0.95/ 0.90	1.0/ 0.75/ 0.80

표 5-2. 3차실험체 실험결과

강도 / 시험체명	평압시험(tonf)		나이프에지시험(tonf)	
	P	Pr	N	Nr
⑥ $3AS^{s}_{405}$(51.5) 진폭 30 $t_{1=}$ 2.2(SPS500) $t_{2=}$ 2.2(SPS500)	1.80/ 1.80	1.35/ 1.35	0.65/ 0.70/ 0.68	0.75/ 0.68/ 0.65
⑦ $3BS_{405}$ 진폭 30.3 $t_{1=}$2.0(SPS400) $t_{2=}$2.2(SPS500)	1.73/ 1.80	1.63/ 1.65	0.63/ 0.45/ 0.65	0.55/ 0.53/ 0.58
⑧ $3AS^{s}_{405}$(50) 진폭 30.7 $t_{1=}$2.2(SPS500) $t_{2=}$2.2(SPS500)	2.03/ 2.37	1.36/ 1.55	0.68/ 0.65/ 0.60/ 0.63/ 0.60	0.63/ 0.65/ 0.65/ 0.63/ 0.67

표 5-3. 4차실험체 실험결과

강도 / 시험체명	평압시험(tonf)		나이프에지시험(tonf)	
	P	Pr	N	Nr
⑥′ $4AS^{s}_{405}$(51.5, 코킹) 진폭 17.7	2.03/ 2.35	2.30/ 1.60	0.75/ 0.70/ 0.78	0.75/ 0.68/ 0.68
⑧′ $4AS^{s}_{405}$(50, 코킹) 진폭 17	2.63/ 2.06	2.67/ 2.08	0.53/ 0.68/ 0.60	0.70/ 0.64/ 0.48

표 5-4. 2차 추가실험체 실험결과

강도 / 시험체명	평압시험(tonf)		나이프에지시험(tonf)	
	P	Pr	N	Nr
⑨ $3AS^{s}_{280}$(50) 진폭 44.7 t_1=2.2(SPS500) t_2=2.2(SPS500)	1.72/ 1.74	1.77/ 1.57	0.63/ 0.53/ 0.57/ 0.68/ 0.57	0.57/ 0.65/ 0.68/ 0.45/ 0.40

- ( ) 안의 숫자는 연결나사부 내경지름
- 코킹: 진폭을 줄이기 위해서 외관의 상단에 코킹을 했음을 의미함
- 길이의 표시가 없는 것의 길이는 5.8m임
- 모든 파이프써포트의 외관길이는 4m, 연결나사부 길이는 0.2m

제 3장 실험 결과 분석

실험결과를 비교하면 표 6와 같다.

표 6. 파이프써포트 6m단일본의 실험 결과 비교

시험체 \ 시험종류		평압시험(tonf) 정상, 도립	나이프에지시험(tonf) 정상, 도립
①	$2BS_{185}$	1.25/ 1.20 , 1.02/ 1.15	0.40/ 0.35/ 0.27 , 0.25/ 0.25/ 0.25
②	$2BS_{310}$	1.15/ 2.15 , 0.98/ 1.75	0.35/ 0.35/ 0.35 , 0.45/ 0.55/ 0.40
③	$2BS^{E}_{310}$	2.45/ 1.35 , 1.97/ 1.70	0.80/ 0.70/ 0.82 , 0.90/ 0.75/ 0.75
④	$2BS_{230}$	1.15/ 1/04 , 1.01/ 1.15	0.30/ 0.50/ 0.38 , 0.38/ 0.63/ 0.45
⑤	$2AS^{E}_{430}$	2.17/ 2.70 , 2.25/ 3.0	0.90/ 0.95/ 0.90 , 1.0/ 0.75/ 0.80
⑥	$3AS^{s}_{405}$(51.5)	1.80/ 1.80 , 1.35/ 1.35	0.65/ 0.70/ 0.68 , 0.75/ 0.68/ 0.65
⑥′	$4AS^{s}_{405}$(51.5, 코킹)	2.03/ 2.35 , 2.30/ 1.60	0.75/ 0.70/ 0.78 , 0.75/ 0.68/ 0.68
⑦	$3BS_{405}$	1.73/ 1.80 , 1.63/ 1.65	0.63/ 0.45/ 0.65 , 0.55/ 0.53/ 0.58
⑧	$3AS^{s}_{405}$(50)	2.03/ 2.37 , 1.36/ 1.55	0.68/ 0.65/ 0.60/ 0.63/ 0.60 , 0.63/ 0.65/ 0.65/ 0.63/ 0.67
⑧′	$4AS^{s}_{405}$(50, 코킹)	2.63/ 2.06 , 2.67/ 2.08	0.53/ 0.68/ 0.60 , 0.70/ 0.64/ 0.48
⑨	$3AS^{s}_{280}$(50)	1.72/ 1.74 , 1.77/ 1.57	0.63/ 0.53/ 0.57/ 0.68/ 0.57 , 0.57/ 0.65/ 0.68/ 0.45/ 0.40

2차로 제작한 시험체(①, ②, ③, ④, ⑤) 50본의 실험 결과 두께, 재질이 V_4와 동일한 시험체(①, ②, ④)의 강도는 0.25~0.35tonf 정도이며, 외관의 재질이

약하고 진폭이 커서 전체길이에 걸쳐 좌굴이 생기는 현상을 보이며 강도가 작게 나타났다. 또한 두께, 재질을 V_4와 달리 두껍게 한 시험체(③, ⑤)의 강도는 0.75~0.9tonf정도이며 무게가 너무 무거워 한사람이 취급하기가 곤란하였다.

2차 시험결과를 토대로 외관의 좌굴길이를 줄이고 취급을 쉽게 하기 위해 외관을 내관의 재료와 같이 재질 SPS 500, 두께 2.2mm로 정하고 진폭을 줄이기 위해 겹침길이를 405mm로 정하여[280mm+핀구멍 1칸의 길이(125mm)] 3차 시험체(⑥, ⑦, ⑧, ⑨)를 52본 제작하였으며, 제작기간의 경과 등을 고려하여 3차 시험체 시험 전에 내외관 연결부에 넥킹을 하여 진폭을 줄인 4차 시험체(⑥′, ⑧′)를 40본 제작하였다.

5.8m(외관의 길이 4.2m) 파이프써포트 3, 4차 시험체(68본) 실험 결과는

가. 겹침길이 405mm, 외관 2.2mm, 내관 2.2mm, 재질 SPS 500(54본)의 강도는 0.6~0.7tonf 정도이고 좌굴길이가 짧아지는 경향을 보였고

나. 두께, 재질이 V_4와 동일한 시험체(14본)의 강도는 0.45~0.6tonf 정도이고 외관의 재질이 약해서 전체길이에 걸쳐 좌굴이 생기는 현상을 보였으며

다. 중량은 20kgf정도로 취급이 가능한 정도였다.

위의 결과를 토대로 하여 새로운 파이프써포트를 결정하기 위한 비교표는 다음 표 7에 나타내었다.

표 7. 6m 파이프써포트의 비교

파이프의 종류	중량(kgf)	원/본 (V_4 = 1)	특징			선정
			안정성	경제성	작업성	
기존 파이프써포트	17.8	1.29	××	××		
새 파이프써포트 - 외관 SPS 400 - 겹침길이 280 ⑦	18.4	1.33	×	△		
새 파이프써포트 - 외관 SPS 500(내관재질) - 겹침길이 280 ⑨	20.0	1.45	△	○	○	
새 파이프써포트 - 외관 SPS 500(내관재질) - 겹침길이 405 (125mm 연장) ⑧	20.3	1.48	○	○	○	●

표 6으로부터 파이프써포트의 안정성을 검토하고, 표 7로부터 경제성을 검토하였으며, 건설현장 설치로부터 작업성을 검토한 바 3차 시험체(⑧)인 겹침길이 405mm, 외관두께 2.5±0.3mm, 내관두께 2.5±0.3mm, 재질 SPS 500의 파이프써포트가 V_6로 적합할 것으로 판단된다.

결정된 파이프써포트의 제원은 다음과 같다.

외관길이 4.2m(나사부 포함), 최대사용길이 5.8m(바닥판에서 받이판까지), 겹침길이 405mm, 외관두께 2.5±0.3mm, 내관두께 2.5±0.3mm, 내·외관의 재질 SPS 500, 기타제원은 V_4와 동일하다.

제 4장 파이프써포트 건설현장 설치

결정된 파이프써포트의 시공성(작업성)을 판단하기 위하여 인천광역시 남동구 구월동 소재의 S건설(주) S프라자 신축공사 현장 지하 1층의 전기덕트 및 파이프덕트 시공에 22본(겹침길이 280mm-11본, 405mm-11본)을 설치하여 시공성을 검토하였다.

* 공사 개요
 - 지하 1층 주차장(1599.75m^2) 중
 - 파이프덕트실(3.9m×2.9m) 12본, 전기파이프덕트실(2.5m×2.9m) 9본 설치
 - 설치높이 4.75m, 실제 파이프써포트 설치 높이 4.45m
 - 벽체 두께 20cm, 슬래브 두께 15cm
 - 기존의 5m 파이프써포트의 길이 3.2m에서 5m까지
 - 설치된 6m 파이프써포트의 길이 4.2m에서 5.8m까지
 - 설치 일시: 5월 20일~21일(콘크리트 타설: 5월 26일, 해체 6월 25일)

* 형틀공의 의견 (변이○(52세), 김형○(39세))
 - 외관의 길이가 길어서 좁은곳에서 취급이 불편하다는 의견이 있었으나,

* 이 의견에 대한 검토의견은
 - 현장에서 주로 V_4를 사용하고 본 현장은 설치높이가 4.45m이어서 V_5로도 가능한데 V_5는 외관이 3.2m이므로 6m파이프써포트의 외관은 4.2m로 상대적으로 길었기 때문이며
 - 설치공간(3.7m×2.7m, 2.3m×2.7m)보다 파이프써포트의 길이(4.2m)가 길었기 때문에 취급하기가 불편했을 것으로 판단된다.

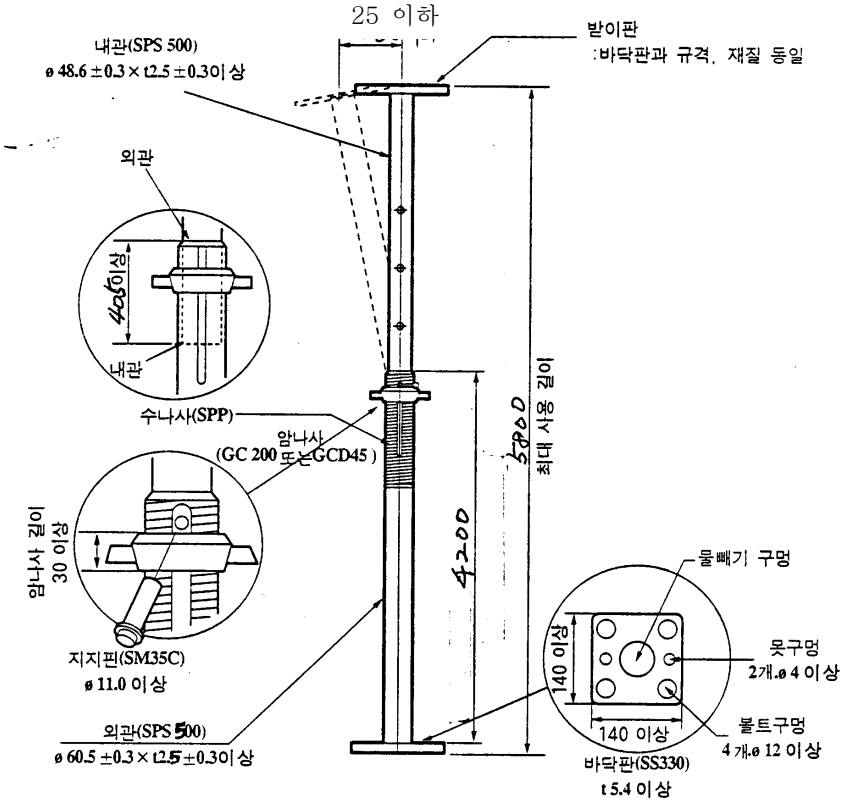
* 시공성
 - 근로자가 겹침길이 280mm, 405mm인 파이프써포트를 구별하지 못하였으며
 - 현장설치 결과 파이프써포트의 시공성은 모두 양호하였다.

제 5장 개발된 파이프써포트 제작 및 실험

개발된 파이프써포트의 제원은 다음과 같다.

외관길이 4.2m(나사부 포함), 최대사용길이 5.8m(바닥판 밑에서 받이판 상부까지), 겹침길이 405mm, 외관두께 2.5±0.3mm, 내관두께 2.5±0.3mm, 내·외관의 재질 SPS 500, 기타제원은 V_4와 동일하다.

위의 제원에 맞는 파이프써포트를 70본 제작하여 성능검정규격(안)을 제정하기 위한 실험용으로 사용하였다.



모든 단위는 mm임

<그림 1. 시험체의 제원>

개발된 파이프써포트의 진폭을 측정한 결과는 표 8과 같다.

표 8. 진폭 및 중량 측정 결과

6M SUPPORT 진폭 및 중량측정 LIST						
구분	진폭(mm)		중량(kgf)			비고
	수평	수직	외관	내관	TOTAL	
X1	36	39	14.57	5.74	20.31	
X2	50	28	14.55	5.73	20.28	
X3	38	37	14.58	5.75	20.33	
X4	25	28	14.57	5.74	20.31	
X5	44	38	14.56	5.74	20.30	
X6	28	28				
X7	12	30				
X8	29	35				
X9	50	40				
X10	43	43				
X11	47	36				
X12	40	22				
X13	52	47				
X14	50	37				
X15	24	29				
X16	34	41				
X17	38	39				
X18	43	42				
X19	45	38				
X20	38	32				
X21	45	40				
X22	43	40				
X23	41	43				
X24	26	41				
X25	35	35				
X26	40	40				
X27	38	35				
X28	41	33				
X29	46	38				
X30	40	44				
X31	40	45				
X32	52	44				
X33	25	42				
X34	50	44				
X35	53	41				
X36	45	44				
X37	45	37				
X38	45	50				
X39	35	28				
X40	46	48				
X41	35	42				
X42	45	35				
X43	44	37				
X44	50	39				
X45	50	30				
X46	50	40				
X47	40	37				
X48	34	40				
X49	43	43				
X50	42	39				
X	40.60	38.06	14.56	5.74	20.31	

진폭의 평균값은 42.74mm 최대값 53mm 최소값 28mm이었으며, 50본의 측정치 중에서 가장 큰값으로부터 10%(5본)를 제외한 45본중 가장 큰 진폭 50mm를 전체진폭으로 정한다.

개발된 파이프써포트의 강도를 측정한 결과는 표 9와 같다.

표 9. 강도 측정 결과

구분	강도(tonf)		비고
	평압시험	나이프에지시험	
X1	1.83	0.63	
X2	2.00	0.85	
X3	1.73	0.77	
X4	1.40	0.73	
X5	2.05	0.64	
X6	2.03	0.72	
X7	1.78	0.68	
X8	1.37	0.78	
X9	2.34	0.72	
X10	1.33	0.72	
X11	1.34	0.73	
X12	1.93	0.65	
X13	1.87	0.68	
X14	1.27	0.73	
X15	2.23	0.75	
X16	1.55	0.68	
X17	1.80	0.65	
X18	1.55	0.73	
X19	1.93	0.67	
X20	1.47	0.68	
X	1.74	0.71	

표 8에서 진폭은 50mm이하, 표 9와 표 6의 ⑥⑧시험체를 합한 강도는 평압시험에서 24본의 평균치 1.783tonf 최소치 1.270tonf, 나이프에지시험에서 28본의 평균치 0.692tonf 최소치 0.600tonf이었다.

평압시험에서 표준편차(0.32)를 벗어나는 2.1이상 1.46이하인 8본을 제외한 평균값은 1.82tonf이고 최소값은 1.47tonf이었다.

나이프에지시험에서 표준편차(0.05)를 벗어나는 0.74이상 0.64이하인 8본을 제외한

평균값은 0.694tonf이고 최소값은 0.650tonf이었다.

참고로 최대사용길이 5.8m와 최소사용길이 4.2m의 중간인 5.0m일 때의 강도를 측정해본 결과는 다음 표 10과 같다.

표 10. 5m일 때의 강도 측정 결과

5M SUPPORT 강도 측정 LIST			
구분	강도(tonf)		비고
	평압시험	나이프에지시험	
X1	2.82	1.14	
X2	3.40	1.20	
X3	3.35	1.14	
X4	3.20	1.15	
X5	2.85	1.10	
X	3.12	1.15	

표 10에서 강도는 평압시험에서 평균치 3.120tonf 최소치 2.820tonf, 나이프에지시험에서 평균치 1.150tonf 최소치 1.100tonf이었다.

제 6장 결론

본 연구는 건설현장에서 사용되고 있는 파이프써포트 [6m단일본]의 성능검정규격을 제정하기 위해 실시한 시험연구로서, 새로운 파이프써포트 [6m단일본]을 개발하여 이에 대한 성능검정규격(안)을 제정하기 위한 시험연구를 통하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 재료시험 결과는 현행의 위험기계·기구방호장치 성능검정규정 가설기자재 성능검정규격에 적합한 결과를 보였다.
2. 표 6으로부터 파이프써포트의 안정성을 검토하고, 표 7로부터 경제성을 검토하였으며, 건설현장 설치로부터 작업성을 검토한 바 3차 시험체(⑧)인 겹침길이 405mm, 외관두께 2.5±0.3mm, 내관두께 2.5±0.3mm, 내·외관 재질 SPS 500인 파이프써포트가 V_6로 적합한 것으로 판단된다.
3. 파이프써포트의 제원은 다음과 같이 결정한다.
   외관길이 4.2m(나사부 포함), 최대사용길이 5.8m(바닥판에서 받이판까지), 겹침길이 405mm, 외관두께 2.5±0.3mm, 내관두께 2.5±0.3mm, 내·외관의 재질 SPS 500, 기타제원은 V_4와 동일하다.
4. 표 8과 표 9에서 진폭은 50mm 이하, 강도는 평압시험에서 평균치 1.82tonf 최소치 1.47tonf, 나이프에지시험에서 0.650tonf으로 정한다.
5. 본 연구에서 개발한 파이프써포트의 적용한계는 최소설치간격(65.9cm)일 때 콘크리트의 타설두께는 27.7cm까지 가능하다.
6. 이 연구에서의 시험결과치는 신품일 때의 값이므로 사용중인 재사용품의 허용값은 시험에 의하여 정하여야 한다.
7. 이 연구에서 사용한 시험체는 유통을 예방하기 위하여 파이프써포트 외관의 중간을 절단하여 처리하였다.

제 7장 6m 파이프써포트 성능검정규격(안)

방호장치성능검정규정(통칙-강관틀비계용 부재)
고시번호 : 고시제2001-50호
고시일자 : 2001년 08월 14일

제15편 가설기자재 성능검정규격

제1장 통칙

제336조(적용범위) 이 편에서 정하는 규격은 추락 및 붕괴 등의 위험방호에 필요한 가설기자재에 대하여 적용한다. 다만 노동부 장관이 이 규격에서 정한 기준 이상의 성능이 있다고 인정하는 가설기자재에 대하여는 이 규격기준을 적용하지 아니할 수 있다.

제2장 파이프 써포트

제337조(재 료) ①거푸집 지보공용 지주로 사용하는 강관(이하 파이프 써포트라 한다)의 각부분에 사용하는 재료는 다음 표의 규격에 적합하거나 또는 그 이상의 기계적 성질을 가지고 있어야 한다.

구성부분		규격
외관		한국산업규격 D3566(일반구조용 탄소강관)에 정한 SPS 400의 규격. **다만, 6m 파이프써포트(이하 V_6이라 한다)는 SPS 500의 규격**
내관		한국산업규격 D3566(일반구조용 탄소강관)에 정한 SPS 500의 규격
조절나사	숫나사	한국산업규격 D3507(배관용 탄소강관)에 정한 SPP의 규격
	암나사	한국산업규격 D4301(회주철품)에 정한 GC 200 또는 한국산업규격 D4302(구상흑연주철품)에 정한 GCD 45
지지핀		한국산업규격 D3752(기계구조용 탄소강재)에 정한 SM 35C 의 규격
받이판 및 바닥판		한국산업규격 D3503(일반구조용 압연강재)에 정한 SS 330의 규격

②파이프 써포트의 각부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

제338조(구　조) 파이프 써포트는 외관, 내관, 조절나사, 지지핀, 받이판 및 바닥판으로 구성되며 각 부분의 구조는 다음 각 호의 규정에 적합하여야 한다.

1. 최대사용길이(파이프 써포트를 최대길이로 늘였을 때의 받이판의 상부에서 바닥판의 하부까지의 길이를 말한다. 이하 같다)가 4,000㎜ 이하일 것. **다만, V_6은 5,800mm 이하일 것**
2. 파이프 써포트를 최대길이로 했을 때의 내관과 지지부분 파이프(외관, 바닥 판 및 조절나사로 된 부분을 말한다. 이하 같다)가 겹치는 부분의 길이가 280㎜(최대사용 길이가 2,500㎜ 미만일 때는 150㎜) 이상일 것. **다만, V_6은 405mm 이상일 것**
3. 외관부분의 길이가 최대사용길이의 50%(그 수치가 1,600㎜를 넘을 때는 1,600㎜) 이상일 것. **다만, V_6은 4,200mm 이상일 것**
4. 외관의 바깥지름이 60.5±0.3㎜ 이상이어야 하며 두께가 2.3±0.3㎜ 이상일 것. **다만, V_6의 두께는 2.5±0.3mm 이상일 것**
5. 내관에 파이프 써포트의 길이를 조절하기 위한 핀구멍이 있고 내관의 바깥지름이 48.6±0.3㎜이상, 두께가 2.5±0.3㎜ 이상일 것
6. 조절나사의 암나사부의 길이가 30㎜ 이상일 것
7. 지지핀의 지름이 11.0㎜ 이상일 것
8. 받이판 및 바닥판의 두께가 5.4㎜ 이상일 것
9. 받이판 및 바닥판이 다음 그림에 표시한 수치이고 지름 12㎜ 이상의 볼트 구멍이 4개, 지름 4㎜ 이상의 못구멍이 2개 있을 것
10. 바닥판에는 물빼는 구멍이 있을 것

[그림 1]　파이프 써포트 바닥판 구조(치수단위:mm)

제339조(전체진폭) 파이프 써포트는 외관을 고정시키고 최대사용길이로 사용할 때의 받이판 상부의 중심진동폭의 최대치수가 최대사용길이의 55분의 1 이하의 수치이어야 한다. **다만, V_6의 전체진폭은 50mm이하이어야 한다.**

[그림 2]

제340조(강　도) ①파이프 써포트는 다음표의 시험에 의한 강도를 가지고 있어야

한다.

시험방법	강도
(나이프 에지에 의한 압축실험) 다음 그림과 같이 심금과 나이프에지 및 나이프에지 패드를 사용하여 시험하며 최대사용길이에서 나이프에지의 날방향과 지지핀이 직각이 되도록 시험기에 붙여 압축하중을 주어 하중의 최대치를 측정한다. (그림3)	하중값(단위 : ㎏)이 다음식에 의한 계산으로 얻은 수치(그 수치가 4,000을 초과할 때는 4,000)이상일 것. **다만, V_6은 L=580cm에서 650kgf이상일 것** $p = 1.82 \times 10^6 [146 - 0.15L]/L^2$ (이 식에서 L은 최대사용길이 (단위 : ㎝)에 14를 더한 수치를 나타낸다)
(평압에 의한 압축실험) 다음 그림과 같이 파이프 써포트의 최대사용길이(그 치수가 3,500㎜를 초과할 때는 3,500㎜, **다만, V_6은 5,800mm**)에서 그 받이판 및 바닥판의 중심이 시험기 가압판의 중심과 일치하도록 하여 압축하중을 가하여 하중의 최대치를 측정한다. (그림4)	평균치 : 4,000kgf이상 최소치 : 3,600kgf이상 **다만, V_6은 평균치 : 1,820kgf이상** **최소치 : 1,470kgf이상**

[그림 3]

[그림 4]

②제1항의 시험에 사용하는 심금과 나이프에지 및 나이프에지 패드는 각각 별표 4. 제1항 및 제2항의 규정에 적합하여야 한다.

*** 가설기자재 성능검정규격을 개정하기 전에 산업안전기준에 관한 규칙**[제6편 제1장 제2절 제363조 제8항 가호(파이프받침을 3본이상 이어서 사용하지 아니하도록 할 것)]**을** 제8항 가호(파이프받침을 3본이상 이어서 사용하지 아니

하도록 할 것. **다만, V_6은 이어서 사용할 수 없다**)로 **개정하여야 함.**

*** 이 성능검정규격의 개정시 재료의 공차는 KS에 정해져 있으므로 2.5±0.3mm 이상 등은 2.2mm이상으로 개정하는 것이 바람직함.**

참 고 문 헌

1) “산업안전기준에 관한 규칙”, 노동부, 1997.

2) “위험기계·기구방호장치 성능검정규정”, 노동부, 2000.

3) “6m 파이프써포트 성능검정 기준 연구(Ⅰ)”, 산업안전보건연구원, 2001.

부 록

1. 시험체 시험편 강도시험 성적서

2. 파이프써포트 제작과정

3. 6m 파이프써포트의 적용한계

1. 시험체 시험편 강도시험 성적서

1. 시험체 시험편 강도시험 성적서

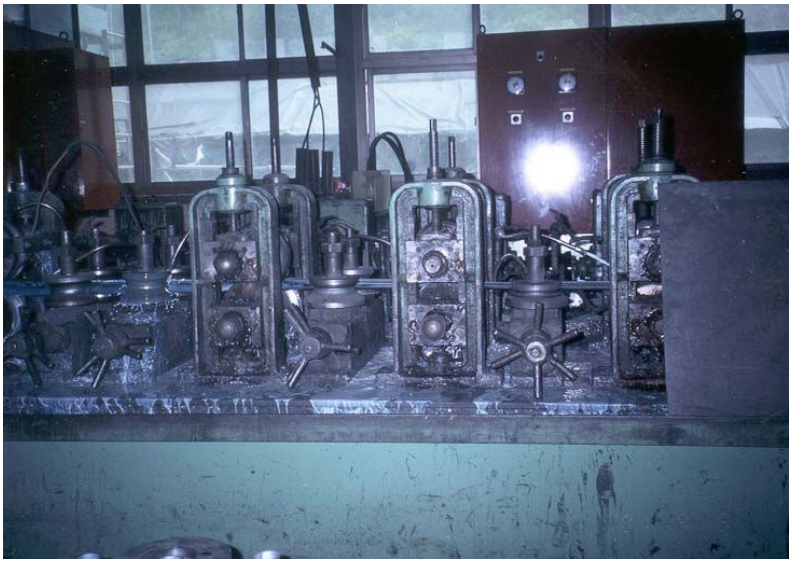
1. 시험체 시험편 강도시험 성적서

1. 시험체 시험편 강도시험 성적서

2. 파이프 써포트 제작과정

<사진 1. 제철공장에서 생산된 코일 강판>

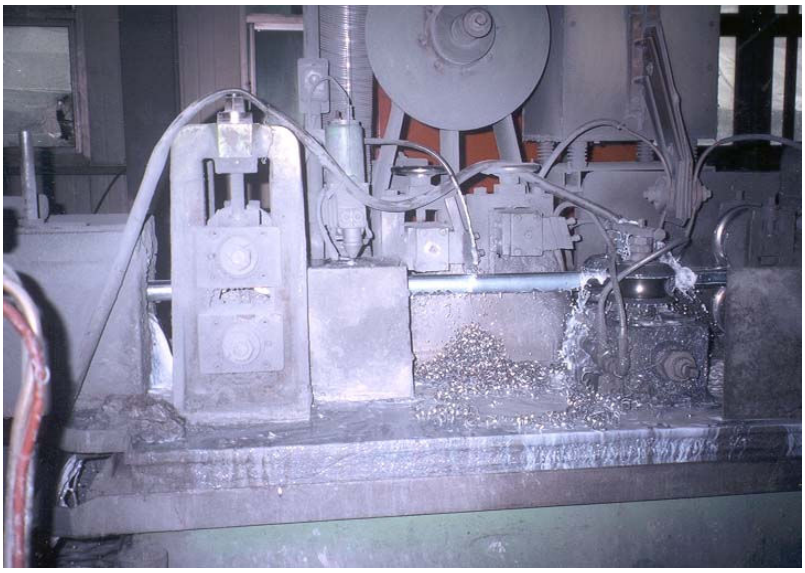
<사진 2. 코일강판 풀기>



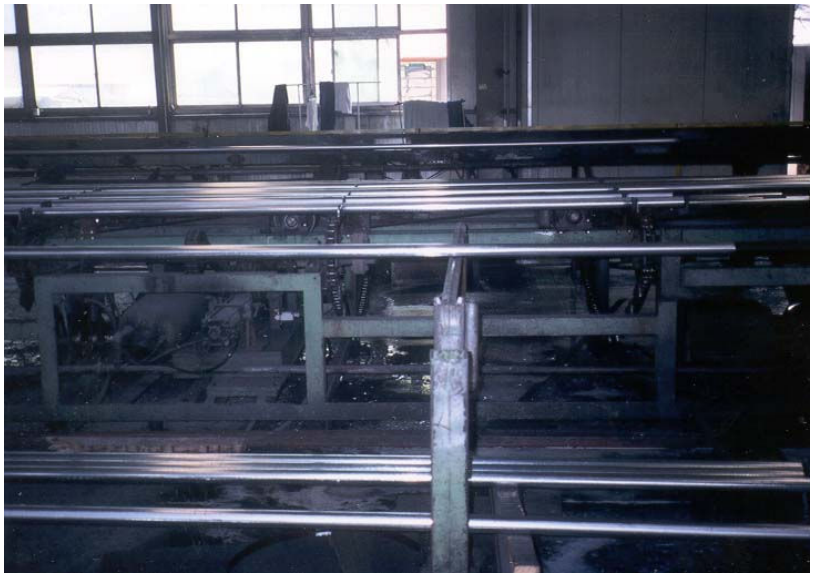
<사진 3. 조관작업>

<사진 4. 조관작업>

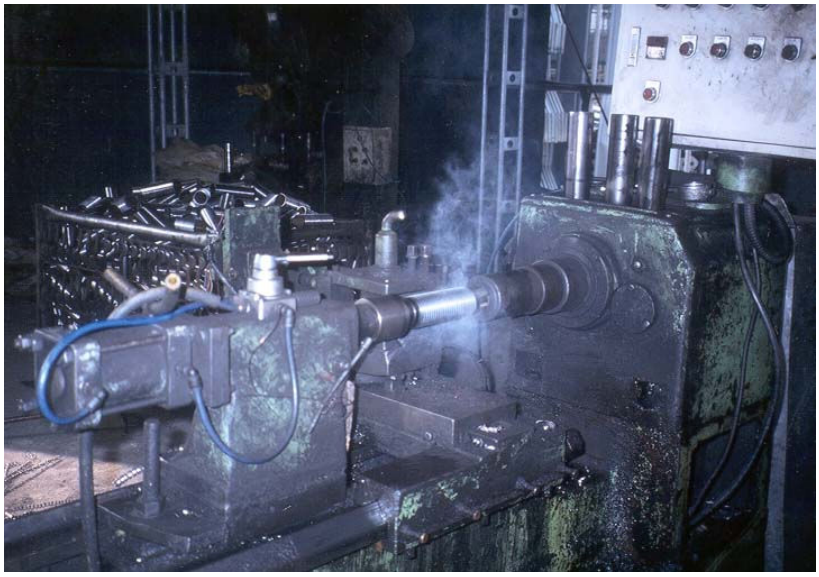
<사진 5. 조관 연결부 용접작업>



<사진 6. 조관 연결부 아연도금>



<사진 7. 조관 파이프 절단>



<사진 8. 나사부 제작>

<사진 9. 나사부 연결용접>

<사진 10. 받침판 용접>

<사진 11. 내・외관 조립>

<사진 12. 도장작업>

3. 6m 파이프써포트의 적용한계

슬래브 두께 t = 27.7 cm

1. 하중

고정하중	2,400 kgf/m^3 × 0.277 m	= 664.8 kgf/m^2
충격하중	50%	= 332.4 kgf/m^2
작업하중		= 150.0 kgf/m^2
계		1,147.2 kgf/m^2
		= 0.1147 kgf/cm^2

2. 파이프써포트 허용하중

N = 0.1147 kgf/cm^2 × a × b

설치간격을 a, b로 하고, a=b 라고 가정

작업가능 최소 설치간격(수평연결재 조립 고려)

작업자 신체폭	500mm(정상 600mm)
써포트 외경	60mm
수평연결재 외경	48.6mm
클램프 폭	50 mm
계	659 mm

N = 0.1147 kgf/cm^2 × 65.9 × 65.9 = 498.12 kgf

안전율을 1.3 적용

N = 498.12 kgf × 1.3 = 647.55 kgf ≒ 650 kgf

개발품의 허용하중 = 650 kgf

6m 파이프써포트의 성능검정 기준 연구(Ⅱ)

(건설분야-연구자료 연구원 2002-41-276)

발 행 일 : 2002. 6. 30
발 행 인 : 원 장 정 호 근
연 구 책 임 자 : 책임연구원 노 민 래
연 구 참 여 자 : 책임연구원 최 순 주
선임연구원 김 대 영
발 행 처 : 한국산업안전공단
산업안전보건연구원
안전공학연구실
주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4
전 화 : (032) 5100-601

인쇄 :

경과

1. 2001년 연구결과 - 외관의 길이보다 내관의 길이가 상대적으로 길어서 내관의 좌굴현상이 심하여 강도가 적게 나오는 경향이었음.

- 외관의 길이를 4m, 내관의 길이를 1.6m로 하기로 함(V_1~V_4의 내관의 길이는 1.5m임)
- 시험체 제작 - 50개
  * 5.8m - 외관의 길이 4m, 내관의 길이 1.6m인 시험체 30개
    (겹침길이 18.5cm, 두께, 재질 V_4와 동일 - 10개) ①
    (〃 31cm, 〃 - 10개) ②
    (〃 31cm, 외관 3.6mm, 내관 3.1mm, 재질 SPS400 - 10개) ③

  * 6.0m - 외관의 길이 4m, 내관의 길이 1.8m인 시험체 20개
    (겹침길이 23cm, 두께, 재질 V_4와 동일 - 10개) ④
    (〃 43cm, 외관 3.2mm, 내관 3.6mm, 재질 SPS400 - 10개) ⑤

- 1차 실험 실시(2월 1주 외관검사, 2월 3주 강도실험)

- 1차 실험 결과 분석
  * 두께, 재질 V_4와 동일한 시험체의 강도는 0.25~0.35톤 정도이며, 외관의 재질이 약하고 진폭이 커서 전체길이에 걸쳐 좌굴이 생기는 현상을 보이므로 강도가 작게 나타났다.
  * 두께, 재질 V_4와 달리 두껍게 한 시험체의 강도는 0.75~0.9톤 정도이고 무게가 너무 무거워 1사람이 취급하기가 곤란

- 제작사 방문(2월 5주)

2. 외관의 좌굴길이를 줄이고 취급을 쉽게 하기 위해 외관을 내관의 재료와 같이 재질 SS500, 두께 2.2mm로 정함
진폭을 줄이기 위해 겹침길이를 40.5cm로 정함[28cm+핀구멍 1칸의 길이(12.5cm)]

- 2차 시험체 52개 구매 요구(3월 2주)
  3차 시험체 40개 구매 요구(3월 4주),
  2, 3차 시험체 구매완료(3월 22일)

* 5.8m - 외관의 길이 4m, 내관의 길이 1.6m인 시험체 52개
  (겹침길이 40.5cm, 외관 2.2mm, 내관 2.2mm, 재질 SS500- 40개) ⑥
  (겹침길이 40.5cm, 두께, 재질 V_4와 동일 - 12개) ⑦

* 5.8m - 외관의 길이 4m, 내관의 길이 1.6m인 시험체 40개
  (겹침길이 40.5cm, 외관 2.2mm, 내관 2.2mm, 재질 SS500, 조절나사부 네킹 - 40개) ⑧
** 노동부 협의, ⑧에서 겹침길이 28cm로 절단 - 14개 추가실험 ⑩

- 2, 3차 시험체 외관검사(3월 5주)
- 2, 3차 시험체 강도실험(4월 1주) 54개

- 2, 3차 시험체 실험 결과 분석(5.8m - 외관의 길이 4m, 내관의 길이 1.6m)

* 겹침길이 405cm, 외관 2.2mm, 내관 2.2mm, 재질 SS500 -44개
  강도는 0.6~0.7톤 정도이고 좌굴길이가 짧아짐

* 두께, 재질 V_4와 동일한 시험체 - 10개
  강도는 0.45~0.6톤 정도이고 외관의 재질이 약해서 전체길이에 걸쳐 좌굴이 생기는 현상을 보임

* 무게는 취급이 곤란하지 않을 정도임

3. 결론

2, 3차 시험체인 겹침길이 405cm, 외관두께 2.2mm, 내관두께 2.2mm, 재질 SS500의 파이프써포트가 V_6로 적합할 것으로 판단됨

4. 향후 과제

* 결론의 시험체 150~200본을 제작
* 50~60본의 실험을 실시해서 강도를 결정하고 성능검정규격을 제정
* 나머지 시험체는 건설안전체험교육장 6곳에 나누어 전시

* 재료선택의 문제점

- 수출품의 재료로 두께를 좀 줄여서(2.5~3mm) 만들려고 하였으나 재질이 SS400이기 때문에 현행 내관의 재질 SS500에 미달하므로 제외
- 외관의 두께를 현행 2.3±0.3mm보다 크게 제작하려 하였으나 SS500으로 2.2mm보다 큰 재료가 없었음
- 외관과 내관의 관경을 크게 하려 하였으나 조관공장의 롤 하나를 교체하는데 비용 3,000만원 소요

파이프써포트 설치현장 현황

현장명 : 노빌리안 25차 신축공사
(새롬프라자 25차 신축공사)
회사명 : SR건설(주), 형틀공사 : (주)드림건설

공사개요
- 지하 2층, 지상 14층

건물구조
- SRC 지하 2층~ 지상 2층
- RC 지상 3층부터 끝까지

파이프써포트 설치 장소(22본)
(겹침길이 28cm-11본, 11본-40cm)
- 지하 1층 주차장(1599.75m2) 중
- 파이프덕트실(3.9×2.9m) 12본, 전기파이프덕트실(2.5×2.9m) 9본 설치
- 높이 4.75m, 실제 써포트 설치 높이 4.45m
- 벽체 두께 20cm, 슬래브 두께 15cm
- 설치 파이프써포트의 길이 : 4.2m에서 5.8m까지
- 기존 5m 써포트의 길이 3.2m에서 5m까지

설치 일시
- 5월 20일~21일

형틀공의 의견 (변이만(52세), 김형용(39세))
- 외관의 길이가 길어서 좁은곳에서 취급이 불편하다.

- 현장에서 주로 V4를 사용하기 때문에
- 설치공간(3.7×2.7m), 2.3×2.7m)이 써포트의 길이(4.2m)보다 작아서
- 본 현장은 설치높이가 4.45m이어서 V5로도 가능한데 V5는 외관이 3.2m이므로

노동부 협의 - 5월 22일 오후

파이프써포트 개발 시제품 제작

제작 수량 : 200본

연구원 실험용 : 70본

건설안전체험교육장 전시용 : 130본

- 산업안전교육원 건설안전체험교육장 : 30본
- 인천지도원 인천국제공항 건설안전체험교육장 : 20본
- 대구지도원 경북 건설안전체험교육장 : 20본
- 창원지도원 경남 건설안전체험교육장 : 20본
- 광주지역본부 호남 건설안전체험교육장 : 20본
- 대전지도원 충청 건설안전체험교육장 : 20본

* 전시하는 파이프써포트는 성능검정규격이 고시되면 교육용으로 활용한다.