

# 6m 파이프썬포트의 개발에 관한 실험적 연구

노민래 · 이근배 · 최순주 · 이기태 · 김대영

산업안전보건연구원

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설현장에서 발생하는 중대재해에서 한 건에 여러 명의 사상자를 내는 대표적인 재해는 콘크리트 타설공사중 발생하는 붕괴재해이다. 특히, 가설기자재 성능검정규격이 정해지지 않은 6m 파이프썬포트는 비검정품으로써 생산 및 사용이 금지되어 있는 가설재이지만, 체육관 · 상수도 배수지공사 · 건축물의 지하진입로 등에서 주로 사용되고 있으며, 이들을 사용한 콘크리트 타설작업에서 중대재해가 발생하는 경우가 많다.

2001년의 연구에서는 산업안전기준에 관한 규칙에 따라 보조지주를 연결하여 5.8m까지 사용할 수 있으므로 파이프썬포트 [4m(V4)+보조지주]와 시중에 유통되고 있는 비검정품 [6m단일본]과의 성능을 비교하는 실험연구를 수행한 결과 단일본의 성능이 연결본의 성능보다 우수하지 않다는 결론을 얻었다. 따라서, 본 연구의 목적은 새로운 파이프썬포트 [6m단일본]을 개발하는 것이다.

### 1.2 연구의 범위 및 내용

#### 가. 연구 범위

시험체의 제작은 우리나라에서 생산되는 구입이 가능한 강대로 파이프썬포트를 다양하게 제작하고 성능실험을 실시하여 새로운 파이프썬포트를 개발하는 기본자료로 활용

#### 나. 연구 내용

새로운 파이프썬포트를 개발하기 위한 실험 연구

### 1.3 연구수행 방법 및 일정

#### 가. 연구수행 방법

- 1) 새로운 파이프썬포트를 제작하여 파이프썬포트 시험(평압시험 및 나이프에지시험)을 실시
- 2) 만족한 결과가 나올 때까지 1)의 과정을 반복 수행
- 3) 새로운 6m파이프썬포트의 결정

## 2. 파이프 썬포트 시험

### 2.1. 시험 방법

**가. 시험 방법**

한국산업안전공단에서 UTM(20tonf, 마에가와)으로 평압시험 및 나이프에지시험을 실시하였다. 시험에 관련된 사진은 사진 1~사진 2와 같다.



<사진 1. 평압시험 전>



<사진 2. 나이프에지시험 전>

**나. 시편의 종류**

본 시험에 사용된 시험체의 기호는 표 1과 같고, 실험할 시험체의 종류와 개수는 표 2와 같다.

표 1. 시험체의 기호

제조 회사	시편의 종류	재하 방법
A, B	S, S', S'', S'''	N, Nr, P, Pr

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, Ss: 외관(SPS500), SE: 수출품, S□: 겹침길이(mm)

N: 나이프에지 시험, Nr: 나이프에지 도립시험

P: 평판재하 시험, Pr: 평판재하 도립시험

시험체의 표기 예

3 A S □ □ P r

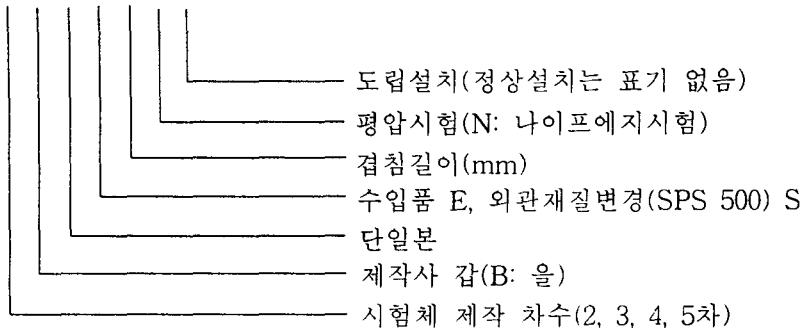


표 1에 의하여 실험할 시험체의 종류와 개수는 표 2로 나타내었다.

표 2. 시험체 종류와 개수

종류	시험체 명칭		시험체 수	
	평압/ 도립	나이프에지/ 도립	평압/도립	나이프에지/도립
①	2BS <sub>185</sub> P/ P <sub>r</sub>	2BS <sub>185</sub> N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	3/ 3
②	2BS <sub>310</sub> P/ P <sub>r</sub>	2BS <sub>310</sub> N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	3/ 3
③	2BS <sub>310</sub> P/ P <sub>r</sub>	2BS <sub>310</sub> N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	3/ 3
④	2BS <sub>230</sub> P/ P <sub>r</sub>	2BS <sub>230</sub> N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	3/ 3
⑤	2AS <sub>430</sub> P/ P <sub>r</sub>	2AS <sub>430</sub> N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	3/ 3
⑥	3AS <sub>405</sub> (51.5)P/ P <sub>r</sub>	3AS <sub>405</sub> (51.5)N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	3/ 3
⑥'	4AS <sub>405</sub> (51.5, 코킹)P/ P <sub>r</sub>	4AS <sub>405</sub> (51.5, 코킹)N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	3/ 3
⑦	3BS <sub>405</sub> P/ P <sub>r</sub>	3BS <sub>405</sub> N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	3/ 3
⑧	3AS <sub>405</sub> (50)P/ P <sub>r</sub>	3AS <sub>405</sub> (50)N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	5/ 5
⑧'	4AS <sub>405</sub> (50, 코킹)P/ P <sub>r</sub>	4AS <sub>405</sub> (50, 코킹)N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	3/ 3
⑨	3AS <sub>280</sub> (50)P/ P <sub>r</sub>	3AS <sub>280</sub> (50)N/ N <sub>r</sub>	2/ 2	5/ 5
계			44	74

### 2.3 실험 결과

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

표 3. 파이프써포트 재료시험편의 시험 결과

시험편 종류		시험항목	인장강도 (kgf/mm <sup>2</sup> )		항복강도 (kgf/mm <sup>2</sup> )		연신율 (%)	
			측정값	규정값	측정값	규정값	측정값	규정값
외관(t=2.0mm)	B사	50.	40.8	48.66	24.0	28.66	23이상	
	A사	51.		47.		29.		
내관(t=2.2mm)	B사	59.	51.0	50.	36.2	24.66	15이상	
	A사	60.33		49.66		24.		

파이프써포트의 시험결과는 표 4-1 ~ 표 4-5와 같다.

표 4-1. 2차실험체 실험결과

시험체명	강도	평압시험(tonf)		나이프에지시험(tonf)	
		P	Pr	N	Nr
① 2BS <sub>185</sub> 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 <sub>310</sub> 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 <sub>310</sub> <sup>b</sup> 진폭 46, t <sub>1</sub> = 3.6, t <sub>2</sub> = 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 <sub>230</sub> 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 <sub>430</sub> <sup>b</sup> 진폭 56, t <sub>1</sub> = 3.2, t <sub>2</sub> = 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 4-2. 3차실험체 실험결과

시험체명	강도	평압시험(tonf)		나이프에지시험(tonf)	
		P	Pr	N	Nr
⑥ 3AS <sub>405</sub> (51.5) 진폭 30, t <sub>1</sub> = 2.2(SPS500), t <sub>2</sub> = 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 <sub>405</sub> 진폭 30.3, t <sub>1</sub> =2.0(SPS400), t <sub>2</sub> =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 <sub>405</sub> (50) 진폭 30.7, t <sub>1</sub> =2.2(SPS500), t <sub>2</sub> =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 4-3. 4차실험체 실험결과

시험체명	강도	평압시험(tonf)		나이프에지시험(tonf)	
		P	Pr	N	Nr
⑨' 4AS <sub>405</sub> (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
⑩' 4AS <sub>405</sub> (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 4-4. 2차 추가실험체 실험결과

시험체명	강도	평압시험(tonf)		나이프에지시험(tonf)	
		P	Pr	N	Nr
⑪ 3AS <sub>280</sub> (50) 진폭 44.7, t <sub>1</sub> =2.2(SPS500), t <sub>2</sub> =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

### 3. 실험 결과 분석

실험결과를 비교하면 표 5와 같다.

표 5. 파이프썬포트 6m단일본의 실험 결과 비교

시험종류		평압시험(tonf) 정상, 도립	나이프에지시험(tonf) 정상, 도립
①	2BS <sub>185</sub>	1.25/ 1.20, 1.02/ 1.15	0.40/ 0.35/ 0.27, 0.25/ 0.25/ 0.25
②	2BS <sub>310</sub>	1.15/ 2.15, 0.98/ 1.75	0.35/ 0.35/ 0.35, 0.45/ 0.55/ 0.40
③	2BS <sup>k</sup> <sub>310</sub>	2.45/ 1.35, 1.97/ 1.70	0.80/ 0.70/ 0.82, 0.90/ 0.75/ 0.75
④	2BS <sub>230</sub>	1.15/ 1/04, 1.01/ 1.15	0.30/ 0.50/ 0.38, 0.38/ 0.63/ 0.45
⑤	2AS <sup>k</sup> <sub>430</sub>	2.17/ 2.70, 2.25/ 3.0	0.90/ 0.95/ 0.90, 1.0/ 0.75/ 0.80
⑥	3AS <sup>s</sup> <sub>405(51.5)</sub>	1.80/ 1.80, 1.35/ 1.35	0.65/ 0.70/ 0.68, 0.75/ 0.68/ 0.65
⑥'	4AS <sup>s</sup> <sub>405(51.5, 코킹)</sub>	2.03/ 2.35, 2.30/ 1.60	0.75/ 0.70/ 0.78, 0.75/ 0.68/ 0.68
⑦	3BS <sub>405</sub>	1.73/ 1.80, 1.63/ 1.65	0.63/ 0.45/ 0.65, 0.55/ 0.53/ 0.58
⑧	3AS <sup>s</sup> <sub>405(50)</sub>	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 <sup>s</sup> <sub>405(50, 코킹)</sub>	2.63/ 2.06, 2.67/ 2.08	0.53/ 0.68/ 0.60, 0.70/ 0.64/ 0.48
⑨	3AS <sup>s</sup> <sub>280(50)</sub>	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 V4와 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 V4와 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+편구멍 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) 파이프썬포트 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 V4와 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 파이프썬포트를 결정하기 위한 비교표는 다음 표 6에 나타내었다.

표 6. 6m 파이프썬포트의 비교

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

표 5로부터 파이프써포트의 안정성을 검토하고, 표 6으로부터 경제성을 검토한 바 3차 시험체(㉔)인 겹침길이 405mm, 외관두께  $2.5 \pm 0.3\text{mm}$ , 내관두께  $2.5 \pm 0.3\text{mm}$ , 재질 SPS 500의 파이프써포트가 V6으로 적합할 것으로 판단된다.

결정된 파이프써포트의 제원은 다음과 같다.

외관길이 4.2m(나사부 포함), 최대사용길이 5.8m(바닥판에서 받이판까지), 겹침길이 405mm, 외관두께  $2.5 \pm 0.3\text{mm}$ , 내관두께  $2.5 \pm 0.3\text{mm}$ , 내·외관의 재질 SPS 500, 기타 제원은 V4와 동일하다.

#### 4. 결 론

본 연구는 건설현장에서 사용되고 있는 파이프써포트 [6m단일본]의 개발을 하기 위해 실시한 실험연구로서, 새로운 파이프써포트 [6m단일본]을 개발하기 위한 실험연구를 통하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 재료시험 결과는 현행의 위험기계·기구방호장치 성능검정규정 가설기자재 성능검정규격에 적합한 결과를 보였다.
2. 6m 파이프써포트는 길이가 길어서 현장설치 시 거꾸로 설치할 수밖에 없으므로, 정상설치 할 때와 거꾸로 설치할 때의 강도가 비슷한 값을 갖도록 하기 위한 방법으로 겹침길이를 12.5cm 더 길게 함으로써 원하는 강도를 확보할 수 있었다.
3. 시공성을 고려하여 건설현장에서 기능공 1인이 설치할 수 있도록 내관의 길이는 1.6m가 적합한 것으로 판단되어 내관의 길이를 정하였다.
4. 표 5로부터 파이프써포트의 안정성을 검토하고, 표 6으로부터 경제성을 검토한 바 3차 시험체(㉔)인 겹침길이 405mm, 외관두께  $2.5 \pm 0.3\text{mm}$ , 내관두께  $2.5 \pm 0.3\text{mm}$ , 내·외관 재질 SPS 500인 파이프써포트가 V6으로 적합한 것으로 판단된다.
5. 외관길이 4.2m(나사부 포함), 최대사용길이 5.8m(바닥판에서 받이판까지), 겹침길이 405mm, 외관두께  $2.5 \pm 0.3\text{mm}$ , 내관두께  $2.5 \pm 0.3\text{mm}$ , 내·외관의 재질 SPS 500, 기타제원은 V4와 동일하다.
6. 정해진 제원으로 다시 시험체를 만들어서 현장설치를 통하여 시공성을 검토하고, 실험을 통하여 강도값, 진폭 등의 기준을 정하는 것이 바람직하다고 판단된다.

#### 참고문헌

- 1) “산업안전기준에 관한 규칙”, 노동부, 1997.
- 2) “위험기계·기구방호장치 성능검정규정”, 노동부, 2000.
- 3) “6m 파이프써포트의 내력에 관한 연구”, 한국산업안전학회 2002추계학술발표회, 2002.