

## 강제파이프서포트의 성능평가 및 영향요인에 대한 연구( I )

황정현<sup>1)</sup> · 신상태<sup>1)\*</sup> · 윤상문<sup>1)</sup> · 김경화<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 한국건설가설협회 부설 가설기자재시험연구소

(2003년 6월 2일 원고접수, 2004년 2월 5일 심사완료)

## A Study for Evaluation of Performance and Influence Factors for Steel Pipe Supports ( I )

Jung-Hyun Hwang<sup>1)</sup>, Sang-Tae Shin<sup>1)\*</sup>, Sang-Moon Yun<sup>1)</sup>, and Kyung-Hwa Kim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Construction Temporary Equipment Association of Korea, Yeosu ganam-myun, Korea

(Received June 2, 2003, Accepted February 5, 2004)

### ABSTRACT

Recently, interest on the performance of the construction temporary equipment have been greatly increased. Since the application of the "Performance Test Code" for the equipment in 1992 according to the Industrial Safety and Health Act, a basic study of Steel Pipe Supports have been carried out for the last 2 years based on the Performance Test Results.

The present code specification for the Steel Pipe Supports and research status are introduced. So far, total 849 specimen have been examined on their outer and inner pipe's length, thickness, their overlapping length, and their load carrying capacities. The test was conducted separately into two groups - used and new equipment, and it was found that the used ones revealed a decrease on their load carrying capacity, almost 10 % compared to the new ones.

Considering this fact, it is strongly recommended to ensure the quality of the equipment before use at the jobsite. First of all, based on this basic investigation, the statistical values on the Steel Pipe Supports are suggested and further analysis on the effect of each component is in progress. It is, however, expected that this report can be used as a basic information on the Steel Pipe Supports.

**Keywords :** steel pipe support, construction temporary equipment, performance test code

### 1. 서 론

假設工事(temporary work)에서 구조물의 축조를 위하여 임시적으로 설치하는 가설구조물은 그 구성요소인 가설기자재의 성능에 따라서 본 구조체의 품질과 안전에 커다란 영향을 준다. 가설기자재는 파이프서포트를 비롯하여 강관틀비계, 단관비계, 이동식비계, 연결철물, 받침철물, 수직보호망, 난간틀, 클램프 및 작업발판 등의 수십종으로 구분되어지며, 그 중에서 주요한 30종의 품목에 대해서는 성능검사를 통해서 안전성을 확인한 후 사용하도록 규정되어 있다. 가설기자재에서 사용량이 가장 많은 부재로서는 파이프서포트와 단관비계를 들 수 있다.

이중에서 파이프서포트는 콘크리트가 소정의 강도를 발휘할 때까지 콘크리트 거푸집을 지지하는 가설재료로 건설현장에서 가장 널리 사용되고 있는 구조용 가설재이다.

파이프서포트는 90년대 초까지만 해도 목재로 된 자재가 많이 쓰였는데, 멩에나 띠장(장선)받이로부터 하중을 전달받아 그 하중을 지반이나 하부층의 바닥판에 전달하는 부재로서 목재는 안전사고를 일으킬 요인이 너무 크다. 따라서 노동부에서는 산업안전보건법으로 정해 놓은 검정규정에서 강재를 쓰도록 하게 함으로써 현재 건설현장에는 모두 강제파이프서포트를 사용하고 있다. 강제파이프서포트는 목재에 비해 강도가 균일하고 높이 조절 등 조립해체가 쉬우므로 작업자의 편리성 및 안전성에 도움이 되고 재사용횟수가 많아 경제적으로도 가치가 있다.

콘크리트 공사에서 파이프서포트는 그 사용빈도와 적용부위의 중요도에 비추어볼 때, 작업의 안전성과 경제성에 미치는 영향이 지대하다 할 수 있다. 그러나, 파이프서포트의 경우 다른 가설기자재와 마찬가지로 신제품으로 사용되는 사례보다는 재사용 중고재를 반복적으로 사용하는 예가 대부분이어서 재사용 파이프서포트에 대한 성능을 고려하여 사용하여야 함에도 불구하고, 현재 국내에서는

\* Corresponding author

Tel : 031-881-3200 Fax : 031-881-3202

E-mail : sst222@dreamwiz.com

재사용에 따른 성능저하를 평가하거나 신제품 등에 대한 성능을 적용할 기준이 미흡한 것이 현실이다.

이에 본 연구에서는 검정기관인 한국건설기술협회 부설 가설기자재 시험연구소에서 2년에 걸쳐 수행하여 왔던 파이프서포트에 대한 성능시험 자료를 바탕으로 파이프서포트의 구조성능에 미치는 영향요소와 재사용에 따른 성능의 저하 요인을 각기 조사·분석하여, 파이프서포트를 사용하고 있는 임대업체와 제조업체 및 많은 건설현장에서 보다 안전하고 경제적인 시공과 관리가 될 수 있는 기초적 자료로 활용하고자 하였다.

## 2. 기존연구현황

### 2.1 파이프서포트의 규격 및 성능

현재 일반적으로 사용되고 있는 파이프서포트에 대한 규격과 성능에 대하여서는 「가설기자재 성능검정규격」과 「한국산업규격」에 그 규격과 성능을 명시해 두고 있다<sup>12)</sup>. 「가설기자재 성능검정규격」은 1991년 12월 제정된 이래 92년부터 약 10년간에 걸쳐 시행되어왔으며, 한국산업규격은 그간 시행되어 왔던 규격의 개정 필요성에 의해 1999년에 한국건설협회 부설연구소(가설기자재 시험연구소)에서 '건설공사용 가설재료준화 연구(Ⅱ)<sup>3)</sup>'를 통해 KS F 8001(강제파이프서포트)규격을 개정하였으며, 현재 시행중에 있다. KS 규격은 성능검정규격을 바탕으로 국내의 작업체의 실태 및 규격조사를 통해 국내의 현장요건을 고려한 개선사항 등을 반영하여 작성되었으므로 보다 포괄적인 값을 나타내고 있다고 할 수 있겠다.

두 가지 규격의 내용은 Table 1에서 나타내는 바와 같이 거의 유사하며, 각 규격의 구성은 외관(外觀)에 대한 규정과 성능(性能)에 대한 규정으로 구분되어 있다. 즉, 전반적인 파이프서포트의 형태와 성능에 관련된 규정으로서 파이프서포트를 구성하고 있는 부위를 외관, 내관, 조결나사, 지지핀, 바닥판으로 구분하여 각 부위별 재질과 규격에 대하여 명시하고 있다. 각 부위별 세부규격을 Table 1에 나타내었다.

### 2.2 파이프서포트의 연구현황

건설재해를 예방하기 위한 목적으로 가설재의 관리제도를 두고 있는 가장 대표적인 나라로 일본을 들 수 있다<sup>5)</sup>. 일본의 경우는 가설공업회가 자율적으로 가설재의 관리제도를 시행하고 있다. 일본의 가설기자재 공인기관인 가설공업회에서는 가설기자재의 강도열화를 위해 시간이 경과된 가설기자재들에 대해 구조 규격 및 인정기준에 규정된 성능시험을 실시해 비교한 결과 파이프서포트의 경우 8~

10%정도 강도감소가 있는 것으로 조사되었다<sup>6)</sup>. 국내의 경우는 이러한 구체적인 시험은 없었으며, 현재 가설재의 기초적인 시험들이 일부진행되어져 있는 상태이다.

미국의 경우는 파이프서포트에 대해 「측면으로 넘어지지 않도록 견고하고 요철 없는 평면위에 설치하여야 하고 똑바르게 세워 튼튼한 구조물에 연결 및 고정되어야 한다」라고 명시되어 있으며, 이를 공사도급계약에 명시하고 감독업무를 수행하도록 하고 있다<sup>7)</sup>.

국내에서는 1997년에 4m와 4.5m, 5.8m의 경우에 대하여 파이프 서포트에 대하여 내력실험을 수행하였으며, 1998년에는 24개의 시편에 대하여 6m의 파이프서포트의 내력측정실험을 수행한 결과가 나와 있다<sup>4)</sup>.

기존의 연구에 비추어 볼 때 파이프서포트는 외관과 내관이 지지핀의 형식으로 연결되어있으며, 또한 상하부에 받이판과 바닥판의 용접으로 되어 있어 내력변동요인이 되고 있다. 이러한 내력을 실험으로 규명하기 위해서는 포괄적이고 방대한 시험이 요구되고 있다.

Table 1 Comparison of KS code and performance test code

Item (unit : mm)	Standard	
	Performance test code	KS F 8001 code
Maximum usable length	4,000	4,000
Overlapping length	More than 280 (In case of the maximum usable length is under 2500, the overlapping length can be more than 150)	More than 280
Outer pipe	Length	More than 50 % of the maximum usable length(In case of the maximum usable length is more than 1600, the overlapping length can be more than 1500)
	Exterior diameter	More than 60.5±0.3
	Thickness	More than 2.3±0.3
Inner pipe	Exterior diameter	More than 48.6±0.3
	Thickness	More than 2.5±0.3
Length of internal thread	More than 30.0	More than 30.0
Diameter of supporting pin	More than 11.0	More than 12.0±0.4
Base plate	Thickness	More than 5.4
	Bolt hole	More than 12.0 in diameter(4EA)
	Nail hole	More than 4.0 in diameter(2EA)
Base plate shall have a hole to discharge water inside.		
Amplitude	The amplitude should be under 1/55 of usable length.	

아직까지, 국내파이프서포트의 내력평가에 대한 신뢰성 있는 결과가 없어 외국의 자료를 인용하고 있는 실정이다. 따라서 이번 연구에서는 외관조사 및 압축시험의 종류 및 재사용의 여부 등의 1차적인 자료 분석을 중심으로 기초적인 연구결과를 제시하여 정밀분석의 기초 자료로 활용하고자 하였다.

### 3. 연구방법 및 계획

#### 3.1 시험개요

본 연구에서는 파이프서포트의 국내실태의 조사와 내력 변동요인의 파악을 목적으로 하였으며, 실험용 시료로서 가설기자재 시험연구소에서 수행한 파이프서포트의 성능 시험 자료를 바탕으로 영향요인을 분석 평가하고자 하였다. 대상 시편으로서는 한국건설가설협회 부설 가설기자재 시험연구소에서 1999년 5월부터 2001년 6월까지 수행한 성능시험편으로서 약 900여개의 시편을 대상으로 하였다. 특히 구조성능에 미치는 영향의 판정은 시료 개개의 시험 시 파괴 및 형상에 대한 기록과 출력물을 통하여 비교·분석하였다.

#### 3.2 시험요인 및 인자

본 연구에서는 파이프서포트의 성능평가 및 실태조사를 위한 1차적인 연구로서 외관검사항목으로 내외관의 길이와 두께, 겹침길이, 최대사용길이 등을 측정하고 구조성능 시험으로서 압축시험 2개 항목을 선정하였다.

또한 본 연구에서 사용한 시편은 성능검정대상인 4m이하의 파이프서포트(V4이하)를 대상으로 하였으며, 제조 후 사용의 유무에 따라서 「신제품 그룹(N)」과 「재사용품 그룹(R)」으로 구분하였으며, 또한 구조성능의 합격여부를 파악하기 위한 압축시험과 관련하여 「평압성능 그룹(F)」과 「나이프에지성능 그룹(K)」으로 구분하여 시험하였다. 특히 신제품은 성능검정시험과 일반시험을 위하여 제출된 파이프서포트 시료 중에서 적용하였으며, 재사용품은 일반 시험을 위하여 제출된 파이프서포트 시료 중에서 적용하였다. 각 연구대상 그룹의 시료대상 개수와 그 약호는 Table 2와 같다.

Table 2 Division of specimen

	Flat base compressive test group (F)		Knife-edge compressive test group (K)		Subtotal (EA)
	NF	RF	NK	RK	
New product(N)	NF	123	NK	114	237
Used product(R)	RF	319	RK	293	612
Subtotal(EA)	442		407		849

압축재 역할을 하는 파이프서포트는 그 사용길이에 비해 부재의 단면이 작아 세장비가 크다. 따라서 파이프서포트의 압축성능을 평가하기 위해서는 사용길이와 지지조건에 따른 성능으로 구분되어 적용할 필요가 있다.

또한 파이프서포트의 성능은 단부의 구속조건에 따라 압축하중을 평가하는 방법과 나타나는 최대하중의 크기가 달라지게 된다. 본 연구에서도 성능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 「평압성능 그룹」과 「나이프에지성능 그룹」으로 구분하였다.

현재 각 규격에 명시된 압축성능 시험 역시 최대사용길이에서 「평압에 의한 압축시험」과 「나이프에지 누름에 의한 압축시험」으로 구분하여 평가하도록 하고 있다.

#### 3.3 시험방법

##### 3.3.1 내외관의 길이 및 두께의 측정방법

파이프서포트의 전체길이는 현재 검정을 승인 받을 수 있는 길이는 최대 4m이하로 규정되어 있으므로, 0.5%의 오차범위를 가지고 있는 5m용 줄자로 측정하였다. 우선 외관과 내관의 전체길이를 측정된 후에 내외관의 지름을 0.01 mm의 측정범위를 가진 버니어캘리퍼스로 측정된 후에 내외관의 두께를 Photo 1과 같이 각각 2회씩 측정하였다. 파이프서포트의 외관과 내관의 두께 측정을 통해 두께와 강도와의 관계를 파악할 수 있다. 본 시험에서 사용한 두께 측정장치는 측정범위 0.001 mm인 W사의 디지털초음파 두께측정기인 WT-520를 사용하여 측정하였다.

##### 3.3.2 겹침길이 및 이격거리의 측정

겹침길이란 외관과 내관이 이어지는 부분의 길이를 의미하는 것으로 지지편과 더불어 내관과 외관의 이음과 일체성에 미치는 영향이 크다.

또한 겹침길이는 규정상 최소 280 mm이상 겹치도록 되어 있으며, 검정규격에서는 최대사용 2500 mm이하일 경우에는 150 mm를 적용하게 되어 있다. 내외관의 겹침길이 및 이격거리는 그림과 같은 방법으로 겹침길이를 측정하도록 하였고, 이격거리는 관두께와 관경을 측정한 후 산출식에 의해 계산하였다.

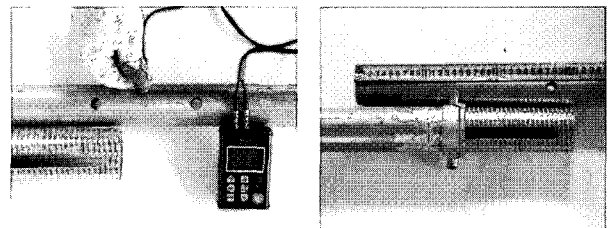


Photo 1 Measurement of thickness and overlapping length

### 3.3.3 평압에 의한 압축시험

평압에 의한 압축시험(이하, 평압시험이라 한다.)은 가압판에 별도의 지지조건을 만들지 않고, 가력기의 가압판과 파이프서포트의 바닥판을 평평한 상태로 하여 가압하는 시험으로서, 받이판과 바닥판의 평탄성, 지지핀, 나사부 등의 강성을 확인하기 위한 시험이다.

시험길이는 최대사용길이를 적용하는 것이 원칙이지만, 최대사용길이가 3500mm를 초과할 경우에는 시험길이를 3500mm에 맞추어 시험하도록 하였다. 평압시험에서 요구되는 압축성능은 평균 39200N이상이고, 최소 35300N이상 이 되었을 경우 성능만족제품으로 분류하였다.

### 3.3.4 나이프에지 누름에 의한 압축시험

나이프에지 누름에 의한 압축시험(이하, 나이프에지 시험)은 파이프서포트 상하 바닥판에 심금과 나이프에지를 이용하여 단부의 지지조건이 현지상태가 되도록 하여 가압하는 시험이다.

이 시험은 현장에서 파이프서포트의 상하의 지지상태에 여러 가지 케이스가 있기 때문에 가장 불리한 조건을 가정한 시험이다.

$$P = \frac{1.82 \times (146 - 0.15 \times L)}{L^2} \times 10^6 \text{ (kgf)}$$

여기서, L은 최대사용길이(cm)에 14를 더한 수치임.

시험길이는 최대사용길이를 적용하는 것이 원칙으로, 평압시험과 같이 시험길이의 최대한도를 두고 있지 않으며, 나이프에지 시험에서 요구되는 압축성능은 시험길이에 따라 상기의 값(P) 이상(최소값 규정)이 되도록 하고 있다. 또한 압축시험의 각각에 대한 시험장치도는 Fig. 1~2와 같다.

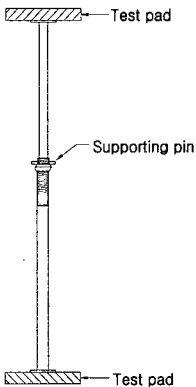


Fig. 1 Compressive test by the flat base condition

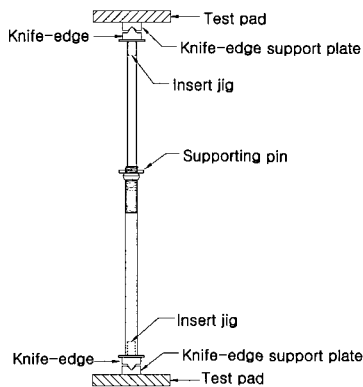


Fig. 2 Compressive test by the knife-edge condition

## 4. 실험결과 및 분석

### 4.1 대상 시료의 규격 분포

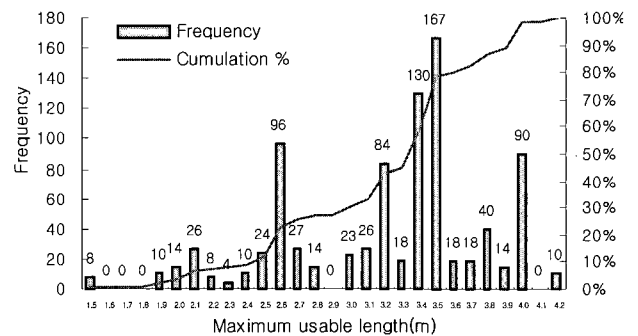
본 연구에서는 총 879개의 시료를 대상으로 결과를 분석하여 보았다. 그중에서 규격의 분포정도를 알아보기 위해 최대 사용길이, 외관 두께, 내관 두께, 내외관 사이의 겹침 길이, 압축강도 및 성능만족여부 등의 순서로 분석하였다.

#### 4.1.1 최대 사용길이

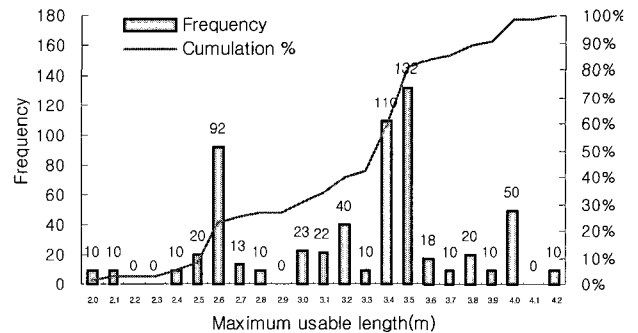
전체 제품의 사용길이별 분포도는 Fig. 3과 같으며, 최대 사용길이의 최소 1500mm에서 최대 4200mm의 범위 안에 있었으며, 평균은 3251mm 이었다.

Table 3 Maximum usable length of pipe support

	Quantity (EA)	Maximum usable length(mm)			3.0m~3.6m
		Maximum	Minimum	Average	
Total	849	4200	2000	3251.35	443 (EA) (50.4%)
New product	237	4000	2000	3264.41	111 (EA) (42.9%)
Used product	612	4200	2000	3246.30	332 (EA) (53.5%)



(a) Usable length distribution of total product (n=879)



(b) Usable length distribution of used product (n=620)

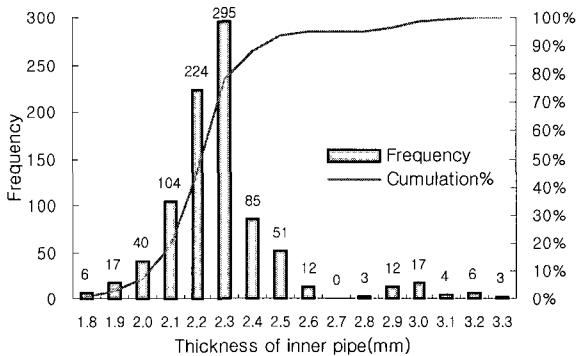
Fig. 3 Maximum usable length distribution of pipe support

#### 4.1.2 내관 두께

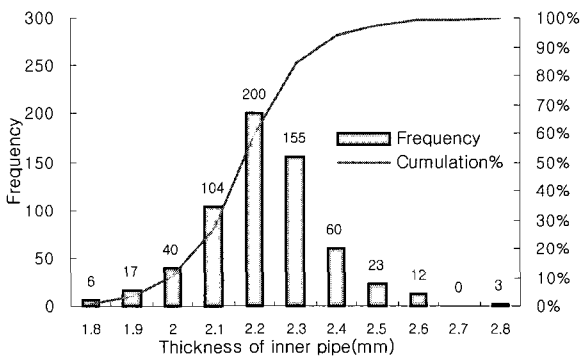
전체 제품을 대상으로 조사한 외관 두께의 분포는 Fig. 4와 같으며, 내관 두께의 평균은 2.240mm, 표준편차는 0.218mm(9.73%)로 나타났다. 파이프서포트의 두께에 있어서, 내관의 두께가 2.0mm미만인 시편은 244개(28.7%)로 나타났으며, 내관의 두께는 구조성능에 직접적인 영향을 미치는 요인으로서, 두께 2.2mm를 경계로 성능이 50%이하로 급격히 감소되는 것으로 나타났다. 따라서 파이프서포트의 생산 및 사용 시에는 두께에 대한 확인이 반드시 필요한 것으로 판단되었다.

Table 4 Thickness of inner pipe

	Quantity (EA)	Thickness of inner pipe(mm)				
		Max.	Min.	Average	Standard deviation	
Total	879	3.25	1.75	2.2395	0.2180	9.73 %
New product	259	3.25	2.17	2.3883	0.2808	11.76 %
Used product	620	2.74	1.75	2.1774	0.1464	6.72 %



(a) Thickness distribution of inner pipe in total product(n=879)



(b) Thickness distribution of inner pipe in used product(n=620)

Fig. 4 Thickness distribution of inner pipe

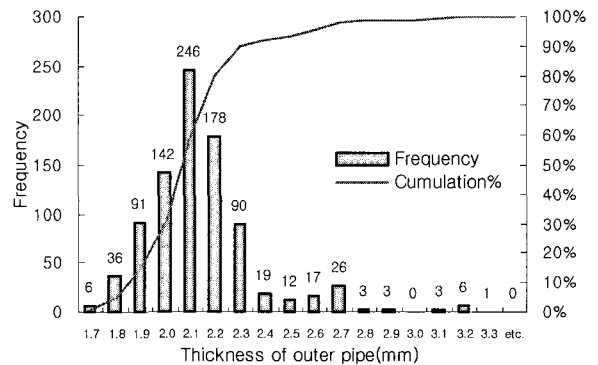
#### 4.1.3 외관 두께

파이프서포트의 외관은 성능검정규격에 따르면 그 길이가 최대사용길이의 50%(그 수치가 1600mm이상인 경우에는 1600mm)이상으로 사용하도록 되어 있다. 전체 제품을 대상으로 조사한 외관 두께의 분포는 Fig. 5와 같다. 외관 두께의 평균은 2.098mm, 표준편차는 0.226mm(10.79%)로 나타났다.

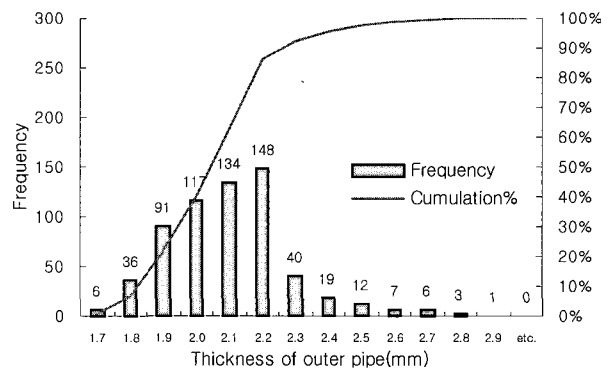
전체적으로 외관의 두께는 기본값을 만족하는 것으로 나타났으나, 불량품이 72개(8.4%)로 나타났으며, 비교적 재사용품에서 불량률이 일부 발생하는 것으로 나타났다.

Table 5 Thickness of outer pipe

	Quantity (EA)	Thickness of outer pipe (mm)				
		Max.	Min.	Average	Standard deviation	
Total	879	3.26	1.65	2.0977	0.2263	10.79 %
New product	259	3.26	1.94	2.1977	0.2797	12.73 %
Used product	620	2.83	1.65	2.0559	0.1847	8.98 %



(a) Thickness distribution of outer pipe in total product(n=879)



(b) Thickness distribution of outer pipe in used product(n=620)

Fig. 5 Thickness distribution of outer pipe

#### 4.1.4 겹침길이

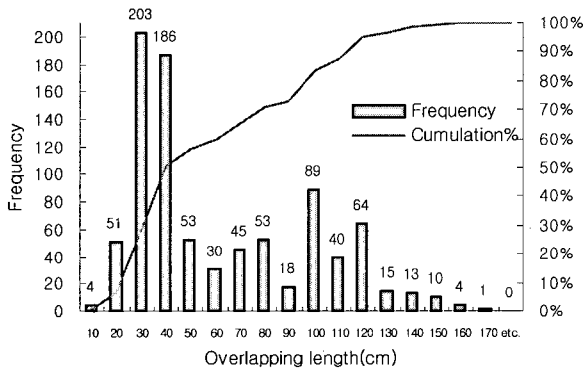
전체 제품을 대상으로 조사한 겹침길이의 분포는 Fig. 6과 같으며, 겹침길이는 최소 100mm에서 최대 1625mm까지로 분포되는 것으로 나타났으며, 대부분의 시료(79.4%)가 규격 기준(280mm이상, 단 사용길이 2500mm이하는 150mm이상)을 만족하는 것으로 나타났다.

내관의 두께와 같이 겹침길이 역시 구조성능에 직접적인 영향을 미치는 요인으로서, 기준값을 경계로 성능미달 요인이 급변하는 것을 알 수 있었다.

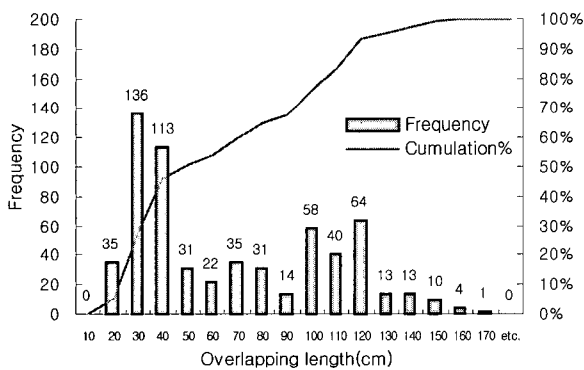
따라서, 생산에서부터 겹침길이를 확보하는 것이 중요하며, 현장에서의 사용 중에서도 겹침길이가 준수될 수 있도록 주의하여야 할 것으로 판단된다.

Table 6 Overlapping length of pipe support

	Quantity (EA)	Overlapping length (mm)			Quantity of pass
		Max.	Min.	Average	
Total	879	1625	100	567.403	443 (85.0%)
New product	259	1223	100	453.143	255 (98.5%)
Used product	620	1625	105	615.134	492 (79.4%)



(a) Distribution of overlapping length in total product(n=879)



(b) Distribution of overlapping length in used product(n=620)

Fig. 6 Distribution of overlapping length

## 4.2 대상 시료의 규격성능

### 4.2.1 시료개수

본 연구에서 사용된 파이프서포트의 시료수와 시험실시 기간은 Table 7과 같다. 분석에 사용된 879개의 파이프서포트 중에서 규격에서 정하고 있는 구조성능(평압시험 및 나이프에지시험)을 만족하는 시료는 총 471개(53.6%)이었으며, 구조성능에 미달되는 시료는 총 408개(46.4%)이었다.

### 4.2.2 겹침길이

가설기자재성능검정규격에서 제한하고 있는 최소겹침길이는 파이프서포트의 최대사용길이에 따라 사용길이 2500mm이상인 파이프서포트의 겹침길이는 280mm이상, 그 이외의 것은 150mm이상으로 되어 있다.

본 연구에서는 규격에서 정한 겹침길이를 만족하는 경우와 만족하지 않는 경우에 대하여 성능미달 여부를 조사하여, 겹침길이가 성능에 미치는 영향에 대하여 알아보려고 하였다. Table 8에서 나타나듯이 겹침길이 기준에 미달되면 성능이 미달되는 비율이 크게 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 최대하중 크기에 따라 영향을 받는 지지편과는 달리 겹침길이는 하중 크기의 영향을 받지 않고 평압시험과 나이프에지 시험에 비슷하게 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 7 Quantity of specimen and test results

	Testing method	Number of specimen	Pass	Fail	Testing period
New product	Flat base	139	125 (89.9%)	14 (10.1%)	1999. 5 ~ 2001. 6
	Knife-edge	120	95 (79.2%)	25 (20.8%)	
	Subtotal	259	220 (84.9%)	39 (15.1%)	
Used product	Flat base	320	111 (34.7%)	209 (65.3%)	1998. 7 ~ 2001. 6
	Knife-edge	300	140 (46.7%)	160 (53.3%)	
	Subtotal	620	251 (40.5%)	369 (59.5%)	
Total		879	471 (53.6%)	408 (46.4%)	

Table 8 Factors of performance and overlapping length

Maximum usable length (mm)		Flat base compressive test		Knife-edge compressive test		Subtotal (fail/total)
		No.	Fail(%)	No.	Fail(%)	
More than 2500 (Overlapping length: More than 280)	Pass	350	161 (46.0%)	323	100 (31.0%)	261 / 673 (38.8%)
	Fail	62	56 (90.3%)	60	50 (83.3%)	106 / 122 (86.9%)
Under 2500 (Overlapping length: More than 150)	Pass	42	6 (14.3%)	32	18 (56.3%)	24 / 74 (32.4%)
	Fail	5	0 (0%)	5	5 (100%)	5 / 10 (50.0%)

**Table 9** Relationship between thickness and performance

Item	Thickness (mm)									Total (EA)
	Under 1.9	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	More than 2.5		
Flat base compressive test	Pass (%)	1 (10.0)	5 (23.8)	9 (19.6)	31 (30.1)	105 (64.0)	32 (64.0)	23 (71.9)	30 (90.9)	236
	Fail (%)	9 (90.0)	16 (76.2)	37 (80.4)	72 (69.9)	59 (36.0)	18 (36.0)	9 (28.1)	3 (9.1)	223
	Total	10	21	46	103	164	50	32	33	459
Knife-edge compressive test	Pass (%)	2 (18.2)	7 (35.0)	18 (39.1)	45 (42.5)	90 (62.1)	29 (76.3)	23 (82.1)	21 (80.8)	235
	Fail (%)	9 (81.8)	13 (65.0)	28 (60.9)	61 (57.5)	55 (37.9)	9 (23.7)	5 (17.9)	5 (19.2)	185
	Total	11	20	6	106	145	38	28	26	420

**4.2.3 두께**

파이프서포트에 사용되는 내관과 외관의 두께는 강제 자체의 강도를 증가시키는 요인으로 가장 쉽게 생각될 수 있는 요인이다. 그 중에서도 외관에 비해 상대적으로 단면성능이 불리한 내관의 두께가 강도에 미치는 영향이 있을 것이라 판단할 수 있다. 시험사례를 분석한 결과 파이프서포트의 관두께는 구조성능에 직접적인 영향을 미치는 정도가 있다고 판단되었다. (Fig. 7)

또한 관두께보다는 겹침길이와 관경의 차이에 의한 비율, 즉 겹침길이와 내관의 길이와 외관과의 이격차에 의한 상관성이 아주 높은 것으로 나타났다. 이를 위해서는 보다 중점적인 연구가 필요할 것으로 판단되며 전체적으로 볼 때에는 일정 두께를 유지할 경우에 기준성능이 확보되며, 성능을 만족하는 비율이 증가하는 것을 알 수 있었다.

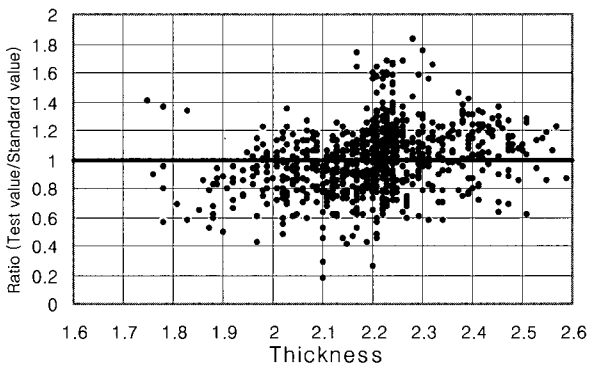
결과에 따르면 두께의 증가가 성능에 직접 비례하는 것은 아니지만 요구되는 성능을 확보하기 위해서는 최소한의 두께 2.2mm가 유지될 필요가 있다고 판단된다.

Table 9에서 나타나듯이, 평압과 나이프에지 모두 관(내관)의 두께가 2.2mm를 기준으로 성능을 만족하는 비율이 급증하는 것을 알 수 있다.

**4.3 재사용에 따른 성능저하**

**4.3.1 재사용가설재의 성능저하**

파이프서포트를 비롯한 가설기자재는 단기간 사용되나 자연에 노출되어 부식 등에 의하여 열화되기 쉬우므로, 내력이 사용회수와 기간 등에 의해 감소되며, 또한 현장에서 사용되는 조건에 따라 파이프서포트의 강도가 달라질 수



**Fig. 7** Performance ratio and pipe thickness of pipe support

있다. 예를 들면, 명예의 상태와 받이판 또는 받이판의 상태, 부재의 역립사용, 비규격제품의 사용 및 전용회수 등이 부재의 내력을 좌우할 수 있기 때문이다. 재사용에 따른 성능저하를 살펴보면, 전체적으로 재사용품의 사용으로 인한 성능저하가 나타나고 있으며, 외국의 예와 비슷한 양상으로 전반적으로 13% 정도의 성능저하를 나타내었다. 상기 결과만을 놓고 비교하는 것이 재사용에 따른 성능감소를 분명하게 의미한다고 판단할 수는 없다. 그 이유는, 재사용품에 대한 생산, 사용처, 사용회수 등의 이력이 반영되지 않은 상태에서 성능시험 결과만으로 판단하였기 때문이다. 그러므로, 이력에 대한 관리가 제품의 출하시점에서 이루어질 수 있도록 관리프로그램의 개발이 시급한 실정이다. 특히, 일부 업체들이 관리프로그램의 개발을 도모하고 있으나 관리비용문제와 인지도 미비 등으로 난관에 직면하고 있는 것으로 나타났다.

**4.3.2 평압하중 비교**

평압하중시험 결과를 재사용품과 신제품으로 구분하여 평균값을 적용하면, 신제품의 평균파괴하중은 48799.0N이었고 재사용품은 31791.6N이었다. (평압의 하중기준 최소 : 35300N이상, 평균 : 39200N이상) 평균의 개념으로 보면, 재사용품의 경우 성능이 미달하는 경우이었으며, 신제품에 대한 성능의 비율은 2/3정도이었다. 그러나 '성능미달제품군'과 '성능만족제품군'으로 나누어 비교하면, 재사용품의 성능 미달비율이 77%~91%이었다. 성능시험결과만으로 볼 때, 재사용품이 신제품에 비하여 최대 23% 정도까지 성능이 낮게 나타난 이유는 대부분이 재사용에 의한 내력저하에 기인하고 있으며, 그 외에는 생산된 원제품 자체의 문제에 기인한 것으로 구분되었다.

즉, 사용품의 성능이 저하되는 요인은 재사용에 따른 성능저하도 원인이 되겠지만, 최초 생산에서부터 규격이 미달될 수도 있기 때문에 성능저하의 한 원인으로 판단할 수 있었다. 전체적으로 국내의 경우에는 요구성능 39200N 대비하여 20% 정도의 강도가 손실될 수 있는 것으로 나타났다.

**4.3.3 나이프에지 하중 비교**

나이프에지 하중은 사용길이에 따라 달라지기 때문에 평압시험처럼 단순히 하중값을 비교하는 것이 의미가 없을 수 있다. 본 연구에서는 시험성능(시험치)에 대한 사용길이별 요구되는 성능(기준치)의 비율을 중심으로 다음과

**Table 10** Decrease on the load carrying capacity by flat base compressive test

	Item	Number of specimen	Average maximum compressive performance (N)		
			Total	Pass	Fail
Flat base compressive test	New product	139	48799.0	50861.6	30383.0
	Used product	320	31791.6	39353.1	27775.7
	Performance ratio of used product compared to new one		65.15 %	-	-

**Table 11** Decrease on the load carrying capacity by knife-edge compressive test

	Item	Number of specimen	Ratio about performance criteria		
			Total	Pass	Fail
Knife-edge compressive test	New product	120	1.114	1.169	0.907
	Used product	300	0.972	1.116	0.840
	Performance ratio of used product compared to new one		87.25%	-	-

같이 비교 평가하였다. 하중 크기가 낮은 나이프에지 시험의 경우 신제품과 재사용품의 성능차이가 평균에 비하여 크지 않은 것으로 나타났다. 전체적으로는 13% 정도의 성능저하를 보이고 있지만, '성능미달제품군'과 '성능만족제품군'으로 나누어 비교하면 성능만족제품군에서의 재사용품의 성능미달 비율이 10% 미만인 것으로 조사되었다.

## 5. 결 론

가설구조물중 파이프서포트에 대한 성능저하요인에 관한 기초적인 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 파이프 서포트의 두께에 있어서, 내관과 외관의 두께 구조 성능에 영향을 미치는 요인으로서, 두께 2.2mm를 경계로 성능미달 비율이 급격히 감소되므로 생산 및 사용 시에는 두께의 확보에 유의하여야 하는 것으로 나타났다.
- 2) 겹침길이는 구조 성능에 직접적인 영향을 미치는 요인으로서, 기준값을 경계로 성능미달요인이 감소하므로, 겹침길이를 확보를 위한 현장에서의 겹침길이 준수 등에 각별히 신경써야 할 것으로 판단된다.

## 요 약

최근 들어 가설기재의 성능에 대한 관심이 급속히 증가하고 있다. 1992년 산업안전보건법에 의해 가설기재 성능검정제도가 도입된 이후, 최근 2년간에 걸쳐 실시한 성능시험을 토대로 강재파이프서포트에 대한 기초적 연구를 진행하였다. 강재파이프서포트의 국내 규격과 현재 연구현황을 소개하였으며, 총 849개의 시편을 대상으로 외관과 내경의 길이 및 두께조사와 겹침길이 및 평압시험과 나이프에지시험 등의 압축강도시험을 실시하였다. 전체적으로 신제품과 재사용품으로 구분하여 시험을 하였으며, 재사용품의 성능감소를 파악할 수 있었다. 규격 또한 신제품에 비해 많은 부분 부족한 것으로 나타났다. 일반적으로 재사용품이 10% 정도의 성능감소를 파악할 수 있었으며, 이를 고려하여 볼 때 현장에서의 품질확인 및 감독이 반드시 필요할 것으로 판단되었다. 우선 기초적인 결과를 토대로 통계값을 제시하였고, 각 영향요소별 세부분석은 현재 연구진행중이다. 본 연구결과는 향후 파이프서포트에 대한 기본자료로 활용될 것으로 기대된다.

**핵심용어 :** 강재파이프서포트, 지주, 가설재, 가설기재, 성능검정

3) 재사용 파이프서포트에 대한 성능시험결과만으로 볼 때, 재사용품이 신제품에 비하여 최대 23%까지 성능이 낮게 나타났으므로 사용시에 충분한 고려가 필요할 것으로 판단된다.

4) 압축시험의 결과 압축성능이 높은 평압성능의 성능감소가 나이프에지 성능에 비교해 크게 나타났으며, 나이프에지의 경우 4.5 ~ 8.4 % 정도의 성능감소가 나타났다.

본 연구에 이어 파이프서포트의 부위별 파괴요인 및 형상에 대한 분석을 현재 진행중이다. 향후 본 연구자료를 토대로 파이프서포트의 전용회수 및 재사용이력에 따른 가설기재의 정확한 성능저하와 수명의 예측기법개발이 우선적으로 필요하며, 또한 이에 따른 성능향상기법에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구에 도움을 주신 한국건설가설협회의 제조업체, 임대업체 및 건설사 외의 모든 회원사 관계자 여러분께 감사드리며, 실험과 분석에 많은 도움을 주신 가설기재 시험연구소의 박상욱, 백승환, 최철영, 문성오, 김곤목님의 노고에 감사를 드립니다.

## 참고문헌

1. 한국건설가설협회, "강재파이프서포트", KS F 8001, 산업자원부기술표준원, 2001, pp.169~178.
2. 노동부, "파이프서포트", 노동부 고시 제 2000-16호 가설기재 성능검정규격, 2000, pp.1~3.
3. 한국건설가설협회, "건설공사용 가설재표준화연구(II)", 산업자원부기술표준원, 2000. 10, pp.131~176.
4. 한국산업안전공단, "파이프서포트의 내력에 관한 연구", 한국산업안전공단, 1999. 12, 23pp.
5. 假設工業會, "經年假設機材の管理に關する技術基準と解説", 假設工業會, 1995. 6, pp.196~197.
6. 假設工業會, "假設機材構造基準とその解説", 假設工業會, 1998. 6, pp.1~13.
7. M.K. Hurd, "Formwork for Concrete," American Concrete Institute, 1995. 5, pp.9-50~51.