

# 재사용 V4 강재 파이프 서포트의 성능향상 요인에 관한 실험적 연구

최명기\* · 박종근\*\*†

## A Experimental Study on Performance Improvement Factors of Used V4 Steel Pipe Support

Myeongki Choi\* · Jongkeun Park\*\*†

### †Corresponding Author

Jongkeun Park  
Tel : +82-42-670-9732  
E-mail : jkpark@hit.ac.kr

Received : March 17, 2020

Revised : April 23, 2020

Accepted : May 21, 2020

**Abstract** : It is considered that most of reusable pipe supports, which are used as formwork support posting at construction sites, do not meet the performance standard. Due to the use of reusable pipe supports that do not meet such performance standard the potential risk of collapse accident is increasing. Therefore, this study identifies the status of compliance with performance standard, and presents the requirements for improving quality control to prevent the collapse of pipe supports reused at the construction site. First, if the female thread of the product with no clearance and new support pin with the diameter of 12mm are replaced at the same time for use, it is considered that the performance will be improved. Second, as the quality performance during use can be improved in the case of larger thickness of inner diameter compared to the case of larger thickness of outer diameter, it is necessary to increase the inner pipe thickness greatly than the current thickness. Based on the results of this study, it is expected that the performance the reusable pipe support (V4) can be improved, if the diameter of the support pin is 12mm, the female thread has a small clearance, and the inner tube thickness is 2.3 ~ 2.7mm. In addition, it is considered that other performance improvement factors included in the study results could be used as important data for improving the performance of reusable pipe support.

Copyright©2020 by The Korean Society of Safety All right reserved.

**Key Words** : used steel pipe support, performance improvement, steel pipe support

## 1. 서론

가설구조물인 거푸집 동바리는 콘크리트 타설 시에 복합적 원인에 의해서 붕괴되는 경우가 많아 작업자의 안전은 물론 최종 구조물의 품질에도 많은 영향을 끼치므로 안전성을 갖추어야 한다<sup>1)</sup>.

거푸집 동바리 붕괴는 건설현장에서 거푸집 동바리가 가설공사라는 안전한 생각으로 경험에 의존하여 작업을 하고, 안전과 품질에 대한 인식부족, 동바리 시공방법에 대한 이해부족, 거푸집 동바리의 시공방법에 따른 기술 능력의 부족, 안전 성능의 부족 등에 기인하여 발생하였다<sup>2)</sup>.

건설현장에서 거푸집 동바리로 사용되고 있는 재사

용 강재 파이프 서포트의 경우에 안전 성능기준에 미치지 못하는 제품이 많은 것으로 사료된다<sup>3)</sup>. 이러한 안전 성능기준 이하의 재사용 강재 파이프 서포트 사용으로 인한 붕괴사고의 잠재적 위험성이 높은 실정이다.

강재 파이프 서포트의 규격별 크기는 최대사용길이와 허용하중에 따라 V1부터 V6까지 있다. 보통 현장에서 가장 많이 사용되는 V4는 최소사용길이가 2.6 m, 최대사용길이가 4 m 이내의 길이를 가진 제품이다.

따라서, 본 논문에서는 건설현장에서 재사용되는 강재 파이프 서포트에 의한 붕괴사고를 예방하기 위해 재사용 V4 강재 파이프 서포트의 안전 성능기준을 만족 시키는 요인을 파악하고, 성능향상 요인을 제안하고자 한다.

\*대한민국산업현장교수단 교수 (Korea Industrial Field Profess Group)

\*\*대전보건대학교 재난건설안전과 교수 (Department of Disaster Construction Safety, Daejeon Health Institute of Technology)

## 2. 선행연구 고찰

재사용 강재 파이프 서포트 성능시험에 관한 연구를 보면, 백신원은 사용이력에 따른 노후화된 재사용 강재 파이프 서포트와 신품 강재 파이프 서포트의 성능 변화(V2, V4)의 연구를 수행하였지만, 재사용기간에 따른 내하력 저하만을 연구하였고, 요인별 성능감소에 대한 연구는 수행되지 않았다<sup>1)</sup>. 황정현은 압축강도 시험을 신품 강재 파이프 서포트와 재사용 강재 파이프 서포트로 실시하여 재사용 강재 파이프 서포트의 성능 감소 요인을 연구하였다<sup>4)</sup>.

박종근과 최명기는 재사용 강재 파이프 서포트 성능에 크게 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 성능 기준에 미흡한 재사용 V2 강재 파이프 서포트에 대하여 건설현장에서 주로 설치되고 있는 H=3.2 m에서 연구를 수행하였다<sup>3)</sup>. 따라서, 본 연구에서는 재사용 V4 강재 파이프 서포트에 대하여 지지핀, 내외관 변형, 암나사 유격, 부식 등에 대한 요인별 시험으로 성능향상 요인을 제시하기 위한 연구를 수행하였다.

기존의 강재 파이프 서포트 안전 성능기준은 최대사용길이에서 평 눌림에 의한 압축시험을 실시하는 것이며, 이 시험의 압축강도가 40,000 N 이상을 충족해야 인증을 받을 수 있다.

## 3. 시험방법

재사용 V4 강재 파이프 서포트 성능 향상에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 Fig. 2와 같이 시험을 수행하였다. 재사용 V4 강재 파이프 서포트의 성능에 영향을 미치는 요인을 Table 1과 같이 구분하여 시험을 실시하였다. 고용노동부 고시인 방호장치 의무안전인증 고시에서는 강재 파이프 서포트가 안전인증을 받기 위해 구조적 만족사항(지지핀 지름, 내관, 외관, 암나사 부 등)을 요구하고 있다. 또한 박종근과 최명기가 재사용 강재 파이프 서포트 성능에 크게 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 성능 기준에 미흡한 재사용 V2 강재 파이프 서포트에 대한 기존연구를 참고하여 파괴에 영향을 미치는 요소 10개를 선정하였다<sup>5)</sup>.

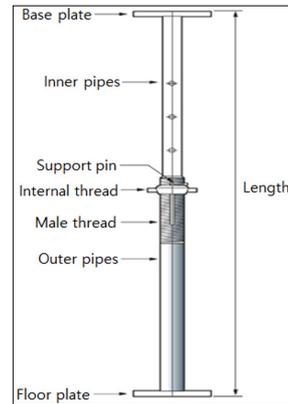
건설현장에서 사용했던 재사용 V4 강재 파이프 서포트에 대하여 20개의 시료를 수거하여 각 요소별로 2회씩 시험을 수행하였다. 건설현장에 설치되는 조건을 최대한 만족하기 위하여 재사용 파이프 서포트는 가설재 임대업체(10개사)에서 10개의 선정요소에 따라 무작위로 2개씩 샘플링을 수행하였다. 제조된 생산년도는 1997년부터 2001년, 2005년, 2006년, 2007년, 2008

Table 1. Factors affecting the performance

NO	Item	Contents
1	Internal thread	㉓ Relatively large clearance
2		㉔ Relatively small clearance
3	Support pin (mm)	㉓ Diameter = 12 mm
4		㉔ Diameter = 11 mm
5	Base and floor plate	㉓ Serious deformation
6		㉔ No deformation
7	Deformation of inner and outer pipes	㉓ Deformation (scratch or bending)
8		㉔ No deformation
9	Corrosion of inner and outer pipes	㉓ Corrosion occurs
10		㉔ No corrosion



Fig. 1. V4 Production year.



(a) Specificationst



(b) Test foreground



(c) Support pin destruction



(d) Internal thread destruction

Fig. 2. V4 Destruction test.

년, 2013년, 2014년, 2015년, 2016년까지 2개씩 다양하게 수거하였다. 그러나 개별제품별로 그동안 건설현장에서 사용되면서 받아왔던 사용하중이나 사용횟수 등

에 대한 자료는 없기 때문에 추후 동일한 사용횟수, 사용하중 등에 대한 조건에서 실험이 필요할 것으로 사료된다. Fig. 1은 재사용 V4 강재 파이프 서포트 바닥판과 받이판에 각인된 제조 생산년도와 제조회사 표시이다.

시험방법은 재사용 V4 강재 파이프 서포트에 대하여 길이 H=3.5 m에서 평압시험 방법으로 연구를 수행하였다. 고용노동부 고시인 방호장치 의무안전인증 고시에서는 강재 파이프 서포트에 대한 시험방법을 평압시험으로 하도록 규정하고 있다. 평압시험 방법은 강재 파이프 서포트의 최대사용길이에서 받이판과 바닥판의 중심이 시험기 가압판의 중심에 일치하도록 하여 압축하중을 가한 후 하중의 최대값을 측정하는 시험방법이다. 이때 하중의 재하 속도는 분당 8 mm 이하로 하도록 하고 있다.

#### 4. 결과 및 분석

##### 4.1 재사용 V4 강재 파이프 서포트(H=3.5 m)결과

재사용 V4 강재 파이프 서포트에 대하여 건설현장에서 주로 사용되고 있는 H=3.5 m에서 시험을 수행한 결과는 Table 2, Fig. 3과 같이 나타났다.

첫째, 가설기자재 임대업체인 A사에서 제공한 20개의 V4 강재 파이프 서포트를 대상으로 시험한 결과 Table 2와 같이 고용부 방호장치 안전인증고시에 따른 안전 성능기준에서 요구하는 40,000 N이상의 강재 파이프 서포트는 지름이 12 mm의 지지핀에서 2개만이

통과하여 성능 만족률은 10%대로 나타났다.

파괴형태는 암나사 이탈과 지지핀 좌굴이 동시에 발생(5건, 25%), 암나사 이탈(5건, 25%), 지지핀 변형(4건, 20%), 좌굴(6건, 30%)로 나타났다.

둘째, 각 성능 향상을 위한 시험결과는 다음과 같다. 고용노동부 방호장치 의무안전인증 고시에서 규정하고 있는 안전인증 압축하중 값인 40,000 N를 기준으로 할 때, 암나사 유격이 큰 경우는 79%로 나타났고, 암나사 유격이 작은 경우는 89%로서 성능이 더 우수하게 나타났다. 또한, 지지핀 지름이 11 mm인 경우에는 83%로 나타났고, 지지핀이 12 mm인 경우에는 111%로서 성능이 우수한 것으로 나타났다. 바닥판과 받이판 변형이 있는 경우에는 성능이 80% 나타났고, 변형이 없는 경우는 86%로서 성능의 차이는 나지 않았다.

반면에 내·외관 변형이 있는 경우는 64%로 나타났고, 내·외관 변형이 없는 경우에는 87%로서 성능이 상당히 우수한 것으로 나타났다. 내·외관 부식이 있는 경우는 성능이 76%로 나타났고, 부식이 없는 경우는 83%로서 성능의 차이는 나지 않았다. Table 2와 3의 기준비율은 재사용 V4 강재 파이프 서포트에 대한 압축하중 평균값과 안전인증 압축하중 값인 40,000 N의 비율을 의미한다. 또한 Fig. 3은 재사용 V4 강재 파이프 서포트에 영향을 미치는 요소별 실험값인 압축하중을 보여주고 있다. 여기서 성능값 1, 2회(N)는 재사용 V4 강재 파이프 서포트에 대한 각 실험체에 대한 압축하중을 의미한다.

셋째, 고용부 방호장치 안전인증고시에 따른 안전

Table 2. Results of used steel pipe support test

Contents		Performance value(N)			Reference ratio	Type of destruction	
		1st	2nd	Average		1	2
Internal thread	Relatively large clearance	38,020	25,200	31,610	79%	Internal thread failure and Support pin deformed	Internal thread failure
	Relatively small clearance	35,240	35,840	<b>35,540</b>	89%	Buckling	Internal thread failure
Support pin (mm)	Diameter = 11 mm	33,340	32,800	33,070	83%	Internal thread failure and Support pin deformed	Support pin deformed
	Diameter = 12 mm	<b>42,680</b>	<b>46,140</b>	<b>44,410</b>	<b>111%</b>	Buckling	Buckling
Base and Floor plate	Serious deformation	31,860	32,300	32,080	80%	Buckling	Internal thread failure and Support pin deformed
	No deformation	34,660	34,320	<b>34,490</b>	86%	Support pin deformed	Internal thread failure and Support pin deformed
Deformation of inner and outer pipes	Deformation (scratch or bending)	20,080	31,220	25,650	64%	Buckling	Buckling
	No deformation	30,100	33,720	<b>34,910</b>	87%	Internal thread failure and Support pin deformed	Support pin deformed
Corrosion of inner and outer pipes	Corrosion occurs	36,060	24,400	30,230	76%	Internal thread failure	Internal thread failure
	No corrosion	27,520	39,260	<b>33,390</b>	83%	Internal thread failure	Support pin deformed
Overall average value (N)		<b>32,956</b>	<b>29,352</b>	<b>31,154</b>	<b>78%</b>		

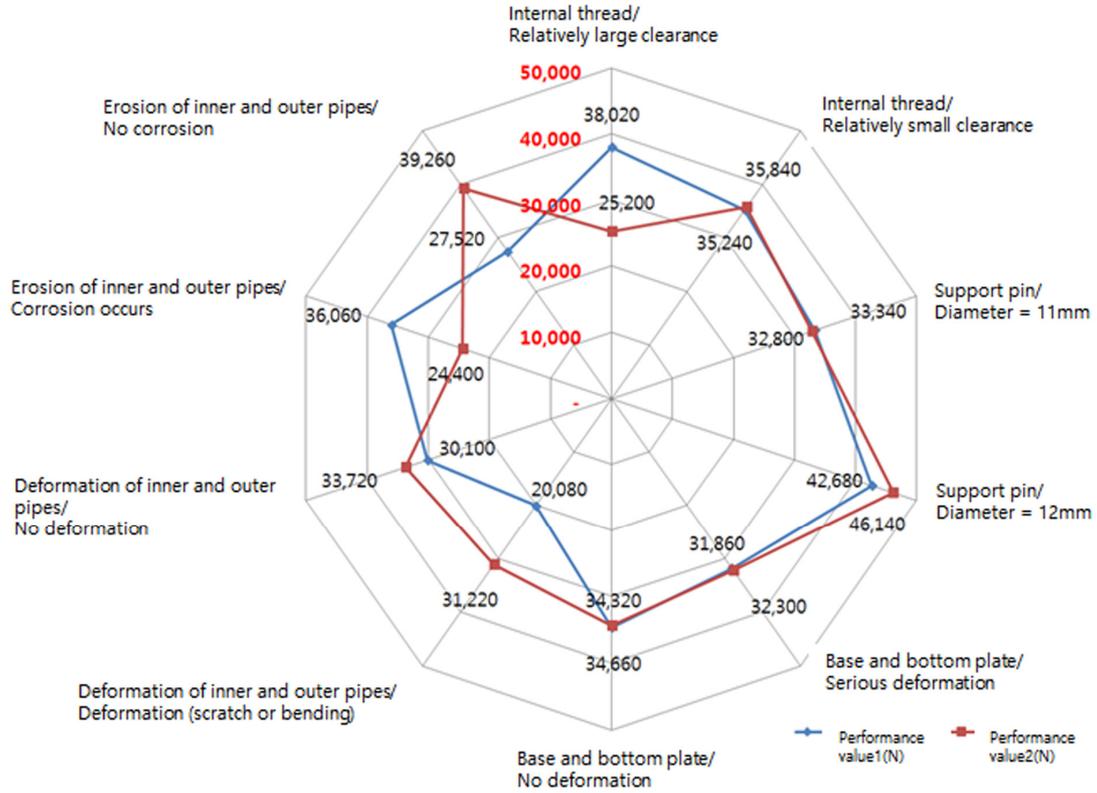


Fig. 3. Results of used steel pipe support test.

Table 3. Results of used steel pipe support test

Reference ratio (%)	50~60	61~70	71~80	81~90	91~100	100~110	111~120	Sum
Number	1	3	3	9	2	1	1	20
Rate(%)	5	15	15	45	10	5	5	100

성능기준 40,000 N 대비 평균값 성능비율은 Table 3과 같다. 기준의 60~69% 비율은 1건, 70~79% 비율은 2건, 80~89% 비율은 6건, 100% 이상은 1건으로 나타났다. 이 중 70~100% 범위 내의 9건은 성능에 영향을 미치는 요인을 개선한다면, 성능 요인을 100% 이상으로 충족할 수 있을 것으로 판단된다.

시험결과 대체적으로 각 성능 요인별로 우수한 제품은 변화의 폭이 크지 않았다. 따라서, 각 요인별 품질 관리에 철저를 기한다면 일정 수준 이상의 안전 성능 기준의 유지가 가능할 것으로 추정된다. 즉, 재사용 V4 강재 파이프 서포트의 안전 성능기준을 향상시키기 위해서는 지지핀 지름을 11 mm에서 12 mm이상으로 교체 사용하거나, 암나사를 유격이 작은 새 제품으로 교체하여 사용하면 향상될 것으로 판단된다.

#### 4.2 재사용 V4 강재 파이프 서포트의 성능 영향

H사에서 제공한 재사용 V4 강재 파이프 서포트에 대하여 3.5 m 높이에서 지지핀을 지름 11.9 mm으로 동

일하게 하여 시험한 결과는 Table 4와 같이 나타났다.

첫째, 내관 두께가 큰 경우(2.2~2.7 mm), 평압시험에 의한 압축하중 값은 50,930 N이었다. 안전인증 압축하중 값인 40,000 N를 기준으로 비교했을 때에는 127.3%의 성능을 보였다.

반면에 내관 두께가 작은 경우(2.1~2.3 mm)에는 41,237 N의 압축하중 값은 보였는데, 이때 안전인증 압축하중 값인 40,000 N를 기준으로 비교했을 때에는 103.1%의 성능만을 보였다. 시험결과, 내관 두께가 작은 경우보다는 내관 두께가 큰 경우가 더 우수한 성능 값을 보이는 것을 알 수 있었다.

둘째, 외관 구조측면에서 외관 두께가 1.9~2.0 mm 50,930 N으로 나타났으며, 외관 두께가 2.1~2.3 mm인 경우에는 41,237 N으로 나타났다. 외관 두께가 작은 경우가 외관 두께가 큰 경우보다 높게 나타났다.

셋째, 내관 두께가 큰 경우(2~2.7 mm)와 외관 두께가 작은 경우(1.9~2.0 mm)가 내관 두께가 작은 경우(2.1~2.3 mm)와 외관 두께가 큰 경우(2.1~2.3 mm)보다

Table 4. Results of pipe support test (H Company)

Types		Pipe support(V4), Good	Pipe support(V4), Not bad	
Length(mm)		3,500	3,500	
Diameter of the Support pin(mm)		∅11.9	∅11.9	
Overlap Length(mm)		800 ~ 810	800	
Length of Female screw(mm)		30 ~ 32	30 ~ 31	
Deformation of inner pipes(mm) (Outer diameter × Thickness)		∅48.6 × 2.2 ~ 2.7	∅48.6 × 2.1 ~ 2.3	
Deformation of outer pipes(mm) (Outer diameter × Thickness × Length)		∅60.5 × 1.9 ~ 2.0 × 1700	∅60.5 × 2.1 ~ 2.3 × 1700	
Sample picture				
Test results (Compressive load(N))	Sample	1st	52,175	43,251
		2nd	51,639	45,537
		3rd	48,975	34,923
	Average	50,930	41,237	

성능이 높게 나타났다. 외관의 두께는 내관의 두께보다 성능에 크게 영향을 미치지 못함을 알 수 있다.

내관 두께가 큰 경우가 작은 경우보다 성능이 높게 나타났고, 외관 두께가 1.9~2.0 mm 임에도 불구하고 안전인증 압축하중 40,000 N 이상 성능이 나오는 것으로 보아서는 외관 두께는 크게 성능에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

#### 4.3 재사용 V4 강재 파이프 서포트의 성능향상 요인

연구 결과에 의한 재사용 V4 강재 파이프 서포트의 성능향상 요인을 다음과 같이 제안한다.

첫째, 유격이 없는 신제품 암나사와 신제품 지지핀의 지름이 12mm를 동시에 교체하여 사용한다면 성능은 일정수준 향상될 것으로 사료된다.

또한, 유격이 작고 좌우 수평이 정확한 신제품 암나사로 교체하고, 지지핀 재질은 SM45C이상 사용을 하면 성능이 향상될 것으로 판단된다.

둘째, 외관두께보다는 내관 두께가 큰 경우에 사용중 품질성능이 향상되므로 내관 두께는 현재 규격보다 크게 상향시키는 방안이 필요하다.

셋째, 건설현장에서 재사용 V4 강재 파이프 서포트 자재 반입 시에 이러한 영향 요인들을 고려하여 자재검수 등 품질관리를 실시한다면 동바리 붕괴사고 예방에 기여할 것으로 사료된다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 재사용되는 강재 파이프 서포트(V4)의 안전 성능기준을 만족시키는 요인을 파악함으로써, 성능을 향상시키기 위한 요인을 제안하고자 하였다. 이에 따른 결론은 다음과 같다.

1) 재사용 V4 강재 파이프 서포트 지지핀 지름이 12 mm인 경우(2개)에만 고용노동부 방호장치 의무안전인증 고시에서 요구하는 안전인증 압축하중 값인 40,000 N 이상을 충족(2개, 10%)하였고, 나머지(18개, 90%)는 충족하지 못한 것으로 나타났다. 따라서 건설현장에서 사용되고 있는 재사용 V4 강재 파이프 서포트에 대한 철저한 자재검수와 성능시험을 통하여 안전인증 압축하중 값을 만족하는 자재만이 반입되도록 함으로써 동바리의 붕괴사고를 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

2) 내관 두께가 작은 경우보다 큰 경우가 더 우수한 성능으로 나타났고, 암나사 유격이 큰 경우보다는 유격이 작은 경우가 성능이 더 우수한 것으로 나타났다. 또한, 지지핀 지름이 11 mm인 경우보다는 지지핀이 12 mm인 경우에 111%로서 성능이 굉장히 우수하게 나타났다. 따라서, 임대업체는 제조업체로부터 제품을 구매할 때 이를 고려할 필요가 있고, 건설현장에서 자재검수 시 이러한 사항을 고려하여 자재검수를 할 필요가 있다.

3) 재사용 V4 강재 파이프 서포트에 대하여 미치는 성능영향요인은 내관 두께, 압나사 유격, 지지핀 지름, 내·외관 변형이 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이에 대한 경제성과 안전성을 고려한 적정 설계기준 값과 품질기준 제시가 필요할 것으로 사료된다.

4) 연구 수행을 위하여 수거된 재사용 V4 강재 파이프 서포트는 제조년도 이후 건설현장에서 사용되면서 받아왔던 사용하중이나 사용횟수 등에 대한 자료는 파악할 수가 없었다. 추후 동일한 사용횟수, 사용하중 등에 대한 조건에서 실험이 필요할 것으로 사료되고, 특히 재사용 가설재에 대한 사용이력 현황을 파악할 수 있는 시스템 구축 등을 통하여 불량 가설재가 건설현장에 반입되지 않도록 할 필요가 있다.

### References

- 1) S. Paik and J. Park, “A Study on the Strength Comparison of Steel Pipe Support using the Structural Analysis Program”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 23, No. 4, pp. 67-71, 2008.
- 2) Y. Lee, “A Study on Buckling Characteristics of Pipe Supports”, Incheon National University, p.1, 2014.
- 3) I. S. Choi and D. W. Seo, “Actual Status of Quality Control of Construction Materials: Focusing on Temporary Materials”, Audit Report, pp. 3-8, 2016.
- 4) J. H. Hwang, S. T. Shin, S. M. Yun and H. H. Kim, “A Study for Evaluation of Performance and Influence Factors for Steel Pipe Support( I )”, Journal of The Korea Concrete Institute, Vol. 16, No. 2, pp. 139-146, 2004.
- 5) M Choi and J. Park, “A Study on Quality Management Improvement of Used Pipe Support(V2)”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 34, No. 3, pp. 67-71, 2019.
- 6) B. H. Oh and B. J. Choi, “A Study on Improvement of Safety & Quality Management Standard Based on Compression Test of Steel Pipe Supports”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 33, No. 2, pp. 94-103, 2018.