

원통형 탈황설비 정비용 비계 연구개발

이광길* · 김우곤** · 엄석호*** · 강철민** · 강정기* · 오철석** · 서주식** · 김경재** · 박종인** ·
장몽룡** · 김무성* · 김대년* · 정수호*
*에스폼주식회사 · **한국남부발전주식회사 · ***삼목에스폼주식회사

Research & Development on the Scaffolding for Cylindrical Desulfurizers Facility Maintenance

Kwang-Gil Lee* · Woo-Gon Kim** · Seok-Ho Eum*** · Cheol-Min Kang** ·
Jeong-Ki Kang* · Cheol-Seok Oh** · Ju-Sik-Seo** · Kyeong-Jae Kim** · Jong-In Park** ·
Mong-Yong Jang** · Moo-Seong Kim* · Dae-Nyeon Kim* · Soo-Ho Jung*
*S-Form Co., Ltd. · **Korea Southern Power Co., Ltd. · ***Sammok S-Form Co., Ltd.

Abstract

The desulfurizers facility is cylindrical shape. To operate properly it needs nozzles cleaned, get rid of lime adhesion and sludge, repair the wear and corrosion of facility regularly. For this purpose, workers shall access the ceiling or vertical wall at high place. Ordinary scaffoldings such as steel pipe scaffolding or system scaffolding have been using so that workers can access them. With these ordinary scaffoldings, openings around cylindrical wall are inevitable which make workers can expose always to the risk of falling. The purpose of this study is to develop customized scaffolding to minimize the openings to prevent workers form falling during maintenance it. It consists of a hexagonal central tower and six trapezoidal outer towers. And the bracing among the towers have connected each other for self-standing and for maintaining the structure of towers. Span decks, the circumference footstools, steps, etc. are laid on each floor. The safety is reviewed by structural analysis and performance test. With this study, openings each floor of this scaffold are removed. The gap between the cylindrical wall and the edge of the work stage is approximately 100 mm. Therefore, we expect that workers can work safely and efficiently.

Keywords : Scaffold, Desulfurizers Facility, Desulfurizers, Absorber, Power Plant

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

배연탈황설비(Flue Gas Desulfurizer)는 배기가스 중에서 수용액 또는 슬러리 상의 흡수제와 흡착제를 이용하여 황산화물을 제거하는 설비이다. 습식 및 건식 탈황으로 구분되며 전 세계적으로 습식 탈황설비(Wet FGD)가 약 87%를 차지하고 있다. 황산화물은 산성비와 호흡기 및 피부질환의 원인이 되는 물질 중의 하나이다. 탈황설비는 황산화물이 함유된 연소가스를 취급하므로 노즐의

막힘, 설비의 부식, 마모 등이 심하여 주기적인 점검과 정비가 필요하다. 특히 계획예방 정비기간에 점검과 정비를 하려면 천장에 부착된 노즐이나 원통 벽 등에 접근해야 함으로 고소작업이 따른다. 이를 위하여 강관비계, 블록비계, 강관시스템 비계 등을 사용해 왔으나 이는 직선형태의 건축물 건설현장에 적합한 비계들이다. 이들을 원통형 탈황설비의 점검이나 정비 시 사용함으로써 원통형 벽과 직선형 비계 사이에 개구부가 많아 추락위험에 노출되고 있다는 지적을 받아왔다. 따라서 본 연구에서는 개구부를 줄일 수 있는 원통형 탈황설비 맞춤형 비계를 개발하고자 한다.

†Corresponding Author : Kwang-Gil Lee, Research institute, S-Form Co. Ltd. 13th floor, Cambridge building, 110, Teheranro Kangnamgu, Seoul, MP :***-****-**** E-mail: yesiwill@hanmail.net

Received: June 25, 2020; Revision Received: September 17, 2020; Accepted: September 17, 2020

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구 범위는 원통형 탈황설비 정비용 맞춤형 비계를 개발하는 것이다. 탈황비계는 타워와 브레이싱, 스펀덱, 트러스 등으로 구성한다. 탈황설비의 중앙에 중앙타워를 설치하고, 외곽에 6개의 외곽타워를 설치한다. 타워는 천정에 부착된 노즐에 접근할 수 있도록 단위비계를 6단으로 쌓아 임시가설물로 축조한다. 정비를 마친 후 해체하여 보관하였다가 차기 탈황설비 점검, 정비 시 재사용한다.

단위비계는 타워를 구성하는 단위 요소이다. 중앙타워에 사용하는 단위비계는 6각형으로 개발하고, 외곽타워에 사용하는 단위비계는 사다리꼴로 개발한다. 단위비계는 접이식으로 개발한다. 공장에서 비계를 조립한 후 접어서 공급하고, 현장에서 이를 펼쳐서 설치한다. 부재수를 줄여 부재취급에 따른 어려움과 설치 및 해체시간을 단축하기 위함이다.

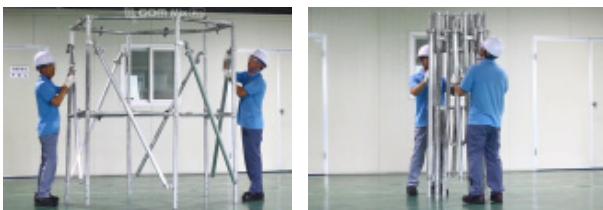
이들 타워의 자립과 구조체 형성을 위하여 각 타워 사이를 스펀덱, 브레이싱, 트러스 등으로 상호 연결한다. 단위비계, 스펀덱 등의 부재는 안전인증기준에 따라 성능을 시험하고, 전체 타워에 대해서는 구조해석을 하여 안전성을 입증한다. 안전인증대상 부재에 대한 안전인증 취득은 별도로 진행한다.

2. 본론

2.1 단위비계 개발

2.1.1 접이식 6각형비계

육각형 단위비계의 형상은 [Figure 1]과 같다. 수직재, 수평재, 가새재로 구성되며 힌지로 서로 연결되어 한 몸체로 되어 있다. 왼쪽은 비계를 펼친 상태이고 오른쪽은 접은 상태이다.



Unfolding Folding
[Figure 1] Hexagonal foldable unit scaffolding

<Table 1>은 접이식 6각형비계를 건설용 강관시스템

비계로 대체할 때의 부재수를 나타내고 있다. 접이식 6각형비계는 공장에서 조립하여 1 세트르 출고한다. 현장에서 펼쳐서 설치하고, 접어서 해체할 수 있다. 반면에 강관시스템비계는 각각의 부재로 공급한다. 현장에서 각각 조립하고 해체하여야 한다. 그만큼 많은 수의 부재를 현장에서 다루어야 한다.

<Table 1> Comparison of foldable hexagonal scaffold vs. system scaffold for construction

No	Name	Number of pieces	
		Foldable Hexagonal unit scaffold	System scaffold for construction
	Total	1	48
1	Vertical member	1	6
2	Horizontal member		12
3	Diagonal member		6
4	Joint pin		24

2.1.2 접이식 사다리꼴 비계

사다리꼴 단위비계의 형상은 [Figure 2]와 같다. 수직재, 수평재, 가새재로 구성되어 있다. 왼쪽은 펼친 상태이고 오른쪽은 접은 상태이다. 사다리꼴 비계는 마주보는 수직재가 서로 수평이 아닐 수 있기 때에 6각형비계와 달리 회전형 힌지를 사용하여야 한다. 4각형 형태로 만든 다음에 접을 수 있기 때문이다.



Unfolding Folding
[Figure 2] Trapezoidal foldable scaffolding

<Table 2>는 접이식 사다리꼴 비계를 건설용 강관시스템비계로 대체할 때의 부재수를 나타내고 있다.

접이식 사다리꼴비계는 공장에서 조립하여 1 세트르 출고한다. 현장에서 펼쳐서 설치하고, 접어서 해체할 수 있다. 반면에 강관시스템비계는 각각의 부재로 공급한다. 현장에서 각각 조립하고 해체하여야 한다. 그만큼 많은 수의

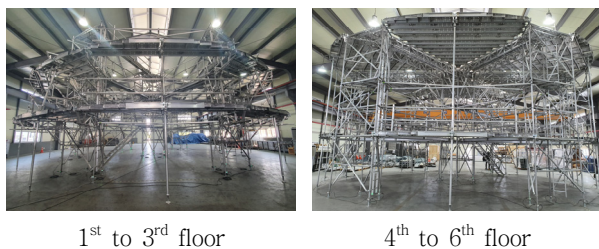
부재를 현장에서 다루어야 한다. 그만큼 현장의 의존도가 높아지는 것이다.

<Table 2> Comparison of foldable Trapezoidal scaffold vs. system scaffold for construction

No	Name	Number of pieces	
		Foldable trapezoidal unit scaffold	System scaffold for construction
	Total	1	32
1	Vertical member	1	4
2	Horizontal member		8
3	Diagonal member		4
4	Joint pin		16

2.2 타워설계

[Figure 3]은 공장에서 탈황비계를 가설치한 것이다. 좌측은 1~3단의 형상이며, 우측은 4~6단의 형상이다.



[Figure 3] Appearance of scaffolding

탈황비계는 총 6단이며, 각 단마다 중앙에 6각형 단위 비계와 외곽에 사다리꼴 단위비계를 설치하여 타워를 형성한다. 중앙타워와 외곽타워사이에는 대각지주 또는 수평지주, 스판덱 등을 서로 연결하여 타워간의 간격 유지 및 구조물로서의 자립상태를 유지한다. 그리고 각단에는 돌레발판 등을 설치하여 원통 벽이나 노즐에 접근할 수 있는 작업단을 만든다. 원통 벽 둘레에 원호형태의 돌레발판을 설치함으로써, 원통 벽과 직선형태의 비계로 인해 발생하는 개구부를 없애고, 원통 벽과 비계 사이의 간격도 100 mm로 줄인다.

2.3 부재개발 및 성능시험

방호장치안전인증고시(고용노동부고시 제2020-33호)에서 정하는 성능기준 및 시험방법에 따라 부재를 개발한다.

2.3.1 단위비계의 수직재

2.3.1.1 성능시험 기준

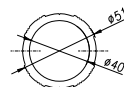
방호장치안전인증고시에서 정하는 수직재의 압축 성능 기준은 <Table 3>과 같다. 나이프에지, 받이판 및 심금을 사용하여 압축하중(P)을 가하고 최대하중을 측정한다. 이번에 개발한 수직재의 길이는 2,100 mm임으로 압축하중이 25 kN 이상이어야 한다.

<Table 3> Performance criteria for vertical member

Test method	Performance criteria	
	Length (mm)	성능 (kN)
	More than 1,200, Less 1,500	More than 55
	More than 1,500, Less 1,800	More than 40
	More than 1,800, Less 2,100	More than 30
	More than 2,100, Less 2,400	More than 25
	More than 2,400, Less 2,700	More than 20
	More than 2,700, Less 3,000	More than 17

2.3.1.2 형상 및 단면성능

수직재의 단면형상은 [Figure 4]의 왼쪽 그림과 같으며, 시료는 오른쪽 사진과 같다.



Section



Shape

[Figure 4] Vertical member

2.3.1.3 시험결과

[Figure 5]의 왼쪽 사진은 시험기에 수직재를 설치한 상태이며, 오른쪽 사진은 압축시험 후의 사진이다.



Before



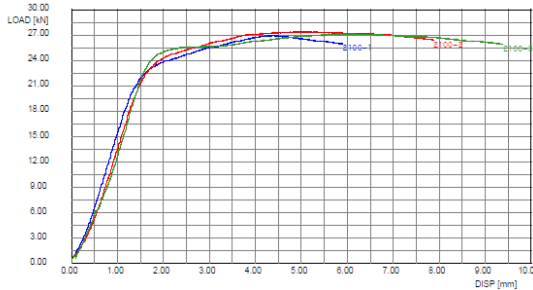
After

[Figure 5] Test for vertical member

시험결과는 <Table 4> 및 [Figure 6]과 같이 기준보다 높음을 확인하였다. [Figure 6]에서 x축은 변위(mm)를 나타내며 y축은 압축하중(kN)을 나타낸다.

<Table 4> Compression test result for vertical member

Length (mm)	Test result (N)			Performance criteria (N)	Remarks
	1 st	2 nd	3 rd		
2,100	26,900	27,400	27,100	25,000	Accepted



[Figure 6] Test result for vertical member

2.3.2 단위비계의 수평재

2.3.2.1 성능기준

수평재의 휨 하중 성능기준은 <Table 5>와 같다. 휨 하중 시험은 <Table 5> 및 [Figure 7]과 같이 수직, 수평, 가새재를 조립한 상태에서 마주보는 상부 2개의 수평재 중앙에 가력보로 압축하중을 가한다. 이때 최댓값(P)을 측정하고, 이 값의 1/2을 성능 값으로 한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.

<Table 5> Performance criteria for horizontal member

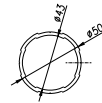
Test method	Performance criteria	
	Length(mm)	Compression (kN)
	More than 600	More than 10
	More than 600, Less 900	More than 8
	More than 900, Less 1,200	More than 6
	More than 1,200, Less 1,500	More than 5
	More than 1,500, Less 1,800	More than 4
	More than 1,800	More than 3



[Figure 7] Bending test for horizontal member

2.3.2.2 형상 및 단면성능

수직재의 단면형상은 [Figure 8]의 왼쪽 그림과 같다. 오른쪽은 시료 사진이다.



Section



Shape

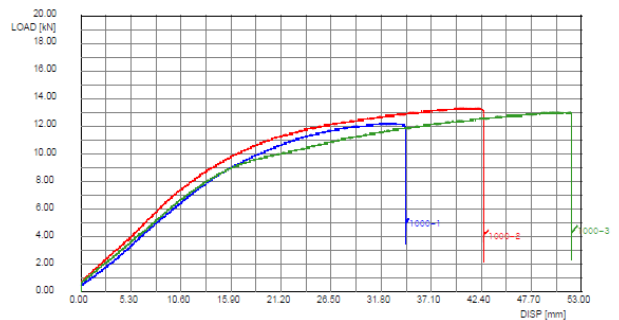
[Figure 8] Horizontal member

2.3.2.3 시험결과

시험 결과는 <Table 6> 및 [Figure 9]와 같다. 3회에 걸쳐 시험을 하였으며 각각 성능기준 6 kN 이상임을 확인하였다.

<Table 6> Bending test result for horizontal member

Length (mm)	Test result per test (kN)			Requirement (kN)	Remarks
	1 st	2 nd	3 rd		
1,000	6.1	6.7	6.5	6	Accepted



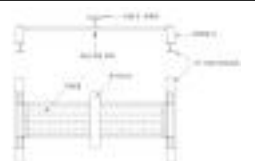
[Figure 9] Test result for horizontal member

2.3.3 작업대

2.3.3.1 시험 기준

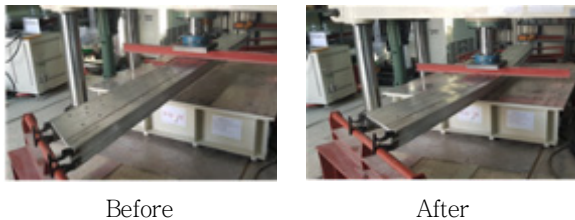
작업대는 휨 시험과 처짐 시험을 하며, 기준은 <Table 7>과 같다. <Table 7>의 왼쪽 그림과 같이 받침틀 A에 작업대를 설치하고 중앙부에 시험하중을 가한다. 시험하중은 바닥재의 나비(mm)×4 N으로 산출한다. 시험하중을 가하여 수직 처짐 량의 최댓값을 측정한다. 재하 속도는 분당 8 mm 이하로 한다.

<Table 7> Performance criteria for work bench

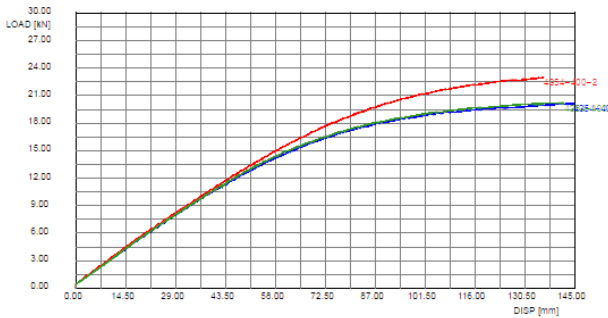
Test method	Performance criteria
	- Bending : Width(mm) × 11 N - Deflection: Less L/100mm (Max. 20mm)

2.3.3.2 작업대 휨 시험 및 처짐 시험

[Figure 10]은 작업대의 휨 시험 및 수직 처짐 량 시험을 하는 장면이다. 작업대의 중간을 가력보로 가압하여 시험한다. 왼쪽 그림은 시험 전 상태이며, 오른쪽은 시험 후의 상태이다.



[Figure 10] Work bench test



[Figure 11] Test result for work bench

2.3.3.3 시험결과

<Table 8>은 휨 시험 및 수직 처짐 량의 결과를 나타내고 있다. [Figure 11]은 굽힘 시험 결과를 그래프로 나타내고 있으며 기준치 이상임을 확인하였다.

<Table 8> Test result for work bench

Work bench type	Test force (kN)	Test	Deflection criteria	Test result (kN)			Remark
				1 st	2 nd	3 rd	
400 Work bench (T4354)	4.4	Bending	-	20.1	23.0	20.2	Accepted
	1.6	Deflection	Max. 20 mm	4.63	4.30	4.73	Accepted

3. 구조체의 안전성 검토

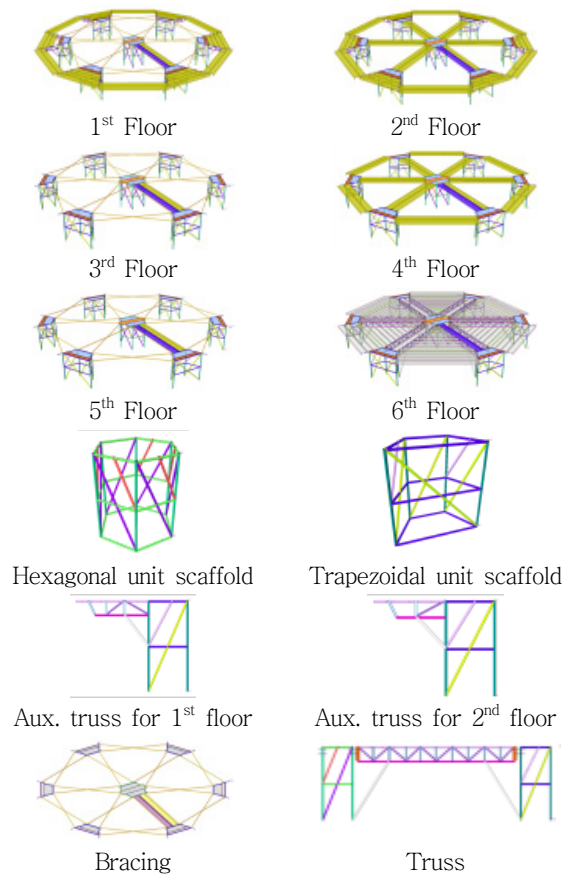
3.1 구조검토 개요

탈황설비 정비용 비계를 3차원 구조해석 모델링을 하여 설계하중에 대한 구조시스템의 안전성을 검토하였다. 구조검토는 가설공사표준시방서에 따라 허용응력설계법을 적용하였다. 구조 검토기준은 KDS 21 60 00 : 2019 비계 및 안전시설물 설계기준과 ADM CODE(Aluminum Design Manual 2005)를 적용하였다.

ADM 2005에 따라, 기본허용응력은 부재에 작용하는 하중효과의 특성별로 산정하고, 부재에 작용되는 응력 (fa, fb, fc)과 허용응력 (Fa, Fb, Fc)의 비 (fa/Fa, fb/Fb, fc/Fc)의 조합으로 구조부재의 안전성을 평가하였다.

3.2 모델링 개요

탈황비계의 설계도면, 설치도면, 작업하중 및 수평하중 (고정하중의 5%)을 반영하여 구조해석 및 구조체의 안전성을 검토하였다. 구조해석 모델링은 [Figure 12]와 같이 1단 ~ 6단, 단위비계, 보조트러스, 트러스, 대각 또는 수평 지주 등의 부재를 모두 포함하였다.

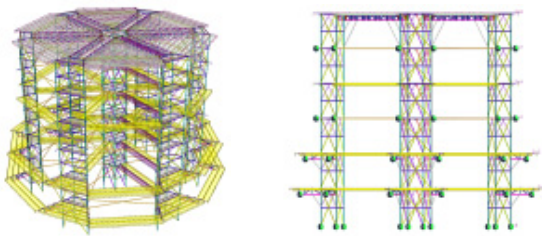


[Figure 12] Modeling for analysis

3.3 안전성 검토

3.3.1 구조해석 모델 및 절점 조건

구조해석 프로그램은 Midas Gen을 사용하였다. [Figure 13]의 좌측은 구조해석을 위한 구조물 전체의 모델링을 나타낸다. [Figure 13]의 우측은 절점조건을 나타낸다. 6각형 및 사다리꼴 단위비계의 하부 지점조건은 핀 지지 조건을 적용하였다. 내부 벽면에 지지되는 벽지지대 끝단은 Dx, Dy 방향으로 핀 지지 조건을 적용하였다.



[Figure 13] Modeling and nodal point condition

3.3.2 하중조건

3.3.2.1 고정하중(Dead Load)

고정하중은 구조해석을 위한 모델링 부재의 자중을 적용한다. 모델링에 발판 등 추가 하중도 자동으로 입력되도록 하여 해석한다.

3.3.2.2 수평하중(HL)

연직하중의 5%를 X, Y방향으로 적용하여 단위비계의 가새재와 횡방향에 대한 타워의 안전성을 검토한다. 수평하중은 해석 모형에 수평방향으로 고정하중의 5%를 자동으로 입력되도록 하였다.

3.3.2.3 작업하중(Live Load)

탈황비계 위에서 작업할 인원수, 장비, 기타 적재물 등을 고려하여 6단에 작용하는 작업하중을 1.25 kN/m²로 적용하였다. 1단 및 2단의 윈트리스 및 단위비계 상부에 각각 2.5 kN, 3단, 4단, 5단의 단위비계에는 각각 2.5 kN을 적용하였다.

3.3.3 안정성 검토결과

<Table 9>는 3.31절 및 3.3.2절을 바탕으로 해석 결과

를 정리한 것이다. 모든 부재가 안전 범위 내에 있음을 확인하였다.

<Table 9> Analysis results for safety

Part No.	Name	Description	Design ratio	Note
1	Unit scaffold(H) Verticals	P-51X5.0T (4.5/5.5T)	0.350	Accepted
2	Unit scaffold(H) Horizontal	P-50X2.5T	0.333	Accepted
2	Unit scaffold(H) 사재	P-50X2.5T	0.661	Accepted
4	Unit scaffold(H) V-Strut	P-51X3.5T	0.073	Accepted
1	Unit scaffold(T) Verticals	P-51X5.0T (4.5/5.5T)	0.219	Accepted
2	Unit scaffold(T) Horizontal	P-50X2.5T	0.606	Accepted
2	Unit scaffold(T) 사재	P-50X2.5T	0.988	Accepted max
4	Unit scaffold(T) V-Strut	P-51X3.5T	0.084	Accepted
10	Horizontal brace	P-51X2.5T	0.412	Accepted
4	Wall buffer	P-51X3.5T	0.050	Accepted
1	Truss for top horizontal member	P-51X5.0T (4.5/5.5T)	0.056	Accepted
1	Truss for bottom horizontal member	P-51X5.0T (4.5/5.5T)	0.054	Accepted
5	Truss for vertical member	B-50X50X4.5T	0.043	Accepted
6	Support for truss	B-100X50X6T	0.035	Accepted
7	Diagonal member for truss	B-40X40X3T	0.047	Accepted
8	Diagonal reinforcement member for truss	P-60.5X4.5T	0.176	Accepted
14	Work bench W240	C-240x54x2.5 x5.5	0.054	Accepted
15,16	Work bench W500	C-500x54x2.5 x5.5	0.094	Accepted
11,12	Work bench W550	C-550x54x2.5 x5.5	0.045	Accepted
17	Span deck W400	C-400x140x3.0 x5.5	0.157	Accepted

4. 결론 및 고찰

탈황설비 유지보수용 맞춤형 비계를 개발하였다. 탈황비계는 중앙의 6각형 타워와 외곽에 6개의 사다리꼴 타워로 구성되며, 주요 결과는 다음과 같다.

1) 접이식 6각형비계와 사다리꼴비계를 개발하였다. 공장에서 조립한 상태로 현장에 공급함으로써 부재수를

대폭 줄었다. 6각형비계와 사다리꼴비계는 각각 1개의 조립체인 반면, 이를 강관시스템비계로 대체할 경우, 현장에 투입되는 부재 수는 각각 48개, 32개에 이른다.

2) 접이식 6각형 또는 사다리꼴 단위비계는 공장에서 부재를 조립한 상태로 현장에 공급되기 때문에 신속하게 펴서 설치하거나 접어서 해체할 수 있다.

3) 원통형 설비의 특성상 직선형 강관시스템 비계를 설치하는 때에는 개구부가 많으나 6각형 비계, 사다리꼴 비계, 둘레발판을 적용함으로써 개구부를 제거하였다.

4) 접이식 6각형비계나 사다리꼴비계는 공구를 사용하지 아니하고 설치 또는 해체할 수 있다. 반면 기존의 강관비계나 강관시스템비계는 전동공구로 클램프를 조이거나, 망치로 핀을 타격하여 조립하거나 해체하여야 한다.

본 연구에서 개발한 탈황비계는 곡물, 유류, 물 저장조 등의 원통형 설비에 적용이 가능하다. 스펙의 길이와 타워수를 늘리거나 줄여 다양하게 활용할 수 있을 것으로 전망한다.

5. References

- [1] H. D. Yoo, K. S. Kang(2014), "Research of the reduction measures for fall accident death in small scale construction sites-On the basis of work plate and scaffolding-." *Journal of the Korea Safety Management & Science*, 16(3):55-62.
- [2] S. C. Jeong, R. N. Lee(2016), "A study on the accident prevention survey and improvement of the horse scaffolding in the construction site." *Journal of the Korea Safety Management & Science*, 18(2):37-46.
- [3] S. J. Choi, D. H. Choi, W. C. Shin(2013), "Survey on work platforms of the mobile scaffolding." *Journal of the Korea Safety Management & Science*, 15(2): 79-84.
- [4] K. D. Seo(2013), "Scaffolding safety study through fall disaster analysis." Master's thesis, Kyung Hee University.
- [5] H. S. Lee, I. H. Park, J. O. Kim, J. H. Lee(2012), Presenting the optimal concept model of system scaffolding and analyzing the technical and economic feasibility. Seoul: Journal of the Academic Presentation Conference of the Construction Management Association of Korea.
- [6] I. Y. Song(2008), Report on the analysis and prevention of cause of collapse and collapse in construction industry. Ulsan: Occupational Safety and Health Research Institute.
- [7] J. K. Park(2015), "The survey of the current situation for system scaffolding in the domestic construction site(II)." *Journal of the Korean Society of Safety*, 30(2):35-40.
- [8] J. K. Park, S. K. Jung(2010), "The survey of the current situation for system scaffolding in the domestic construction site." *Journal of the Korean Society of Safety*, 25(3):107.
- [9] J. K. Park(2009), Research report on the introduction of system scaffolding to prevent falls. N.P.: Occupational Safety and Health Research Institute.
- [10] Ministry of Employment and Labor(2020), Industrial safety and health standards Chapter 7, scaffolding, Articles: 54-58.

저자 소개



이 광 길

인하대학교 기계공학과 학사 취득. 충남대학교 기계공학과 박사 학위 취득. 현재 에스폼주식회사 기술연구소장(상무)으로 근무중
관심분야 : 가설기자재, 비계개발, 산업안전, 안전인증 등



엄 석 호

현재 삼목에스폼주식회사 대표이사로 근무중
관심분야 : 가설기자재 전문 기업 경영 및 거푸집, 동바리, 비계 등의 개발, 설계, 제작, 시공 분야 전반



강 정 기

현재 삼목에스폼주식회사 영업부문장(상무)으로 근무중
관심분야 : 가설기자재 시장분석 및 거푸집, 동바리, 비계 등의 개발, 설계, 제작, 시공 분야 등



서 주 식

경상대학교 재료공학 석사 취득
현재 한국남부발전(주) 하동발전본부 공무차장으로 근무 중
관심분야 : 발전설비 운영·정비관리, 안전·품질 관리 등



박 종 인

전남대학교 기계공학 학사 취득
현재 한국남부발전(주) 하동발전본부 제1발전소 보일러차장으로 근무 중
관심분야 : 발전설비 가설비계 안전관리, 발전설비 운영·정비관리 등



김 무 성

한국해양대학교 건축공학과 학사 취득, 현재 에스폼 주식회사 기술연구소 연구팀장으로 근무중
관심분야 : 가설기자재, 비계개발, 3D-Animation, 그래픽 디자인 등



정 수 호

한국교통대학교 건축공학과 학사 취득. 현재 에스폼주식회사 기술연구소 선임연구원으로 근무 중
관심분야 : 가설기자재, 비계개발, 거푸집 개발 등



김 우 곤

한양대학교 산업공학 석사 취득
현재 한국남부발전(주) 하동발전본부 본부장으로 근무 중
관심분야 : 발전산업 경영관리, 산업안전·보건 경영관리 등



강 철 민

한국해양대학교 기관학 학사, 경상대학교 기계설계학 석사 취득
현재 한국남부발전(주) 하동발전본부 제1발전소장으로 근무 중
관심분야 : 전력거래, 발전운영, 안전·품질관리 등



오 철 석

한국방송통신대 경영학 석사 취득
현재 한국남부발전(주) 하동발전본부 제1발전소 보일러부장으로 근무 중
관심분야 : 발전설비 운영·정비관리, 산업안전, 4차 산업혁명 등



김 경 재

서울대학교 공학전문대학원 석사 취득
현재 한국남부발전(주) 기술안전본부 발전처 근무 중
관심분야 : 발전설비 종합진단 정책개발, 탈황설비 정비시스템개선 등



장 몽 룡

현재 한국남부발전(주) 하동발전본부 제1발전소 보일러부 근무 중
관심분야 : 발전설비 가설비계 안전관리, 발전설비 운영·정비관리 등



김 대 년

인제대학교 토목공학과 학사 취득. 현재 에스폼주식회사 기술연구소 책임연구원으로 근무중
관심분야 : 가설기자재, 비계개발, 거푸집 개발 등