

## 조선해양용 비계의 국가표준(KS) 개발

송하철(국립목포대학교),  
권오윤(한국조선해양플랜트협회)

### 1. 서론

#### 1.1 조선해양 비계 국가표준(KS) 개발의 필요성

조선해양산업은 거대한 철 구조물을 생산하는 작업의 특성상 고소작업이 많고 작업장의 이동이 필연적인 바, 아래 표 1에서 볼 수 있듯이 조선소 야드 내에서 발생하는 안전사고 중 추락과 낙하하는 자재에 의한 산업재해가 높은 비중을 차지하고 있다. 최근 들어 조선해양산업 전반에 대해 HSE(Health, Safety, Environment)에 관한 더욱 엄격한 기준이 요구되고 있는 점을 감안하면, 비계 기자재의 성능은 물론 설치 공법에 대해 높은 수준의 안전성을 담보하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

표 1 2014년 산업재해 현황 분석  
(선박건조 및 수리업)

구분		총계	떨어짐	넘어짐	물체에 맞음
선박건조 및 수리업	계	1,713	313 18%	199 12%	185 11%
	1~49	769	186	107	107
	50~99	174	43	21	24
	100~299	228	42	26	20
	300~499	17	5	0	2
	500~999	6	1	1	1
1,000이상	519	36	44	31	

더불어 조선소 야드에서의 고소작업을 안전하고 능률적으로 진행하기 위해 대부분의 조선소와 협력업체에서는 비계를 설치하여 사용하고 있는데, 비계의 설치·해체작업은 근로자의 안전에 큰 영향을 미치기 때문에 정해진 안전 규정을 만족하여야 하며 비계 설치 공정이 전체 생산 공정에 미치는 영향이 지대하므로 가능하면 편리하고 효율적으로 가설하여 생산 일정에 차질을 주지 않아야 한다.

현재 국내에서는 각 조선소 별로 다양한 유형의 비계 가설 기자재와 설치 공법들을 사용하고 있으나, 비계와 관련된 국내의 규정이나 표준은 대부분 건설용 비계 규정에 기반을 두고 있어 조선해양 산업의 특성을 반영하지 못하고 있고, 그 내용 또한 영국 표준(BS, British Standard)이나 유럽 표준

(EN, European Standards)과 같은 인지도 높은 해외 표준에 비해 체계적이지 못한 실정이다.

최근 국내 조선소들은 해양플랜트 공사를 중심으로 BS EN과 같은 국제 표준이나 이와 동등한 수준의 비계 설치 표준 적용을 요구받고 있는 바, 우리나라는 국제 규격과 동등한 수준의 국가표준(KS)이 없어 매 프로젝트별로 주문주에 대응해야 하는 실정이다. 만약 국산 제품을 사용하지 못하고 해외 표준에 따라 인증된 제품을 수입할 경우 해양프로젝트 기준으로 프로젝트 당 약 1,000억원 이상의 기자재비를 투입해야 하는 등 외화 유출은 물론 조선소의 가격경쟁력에 큰 파급을 주게 된다. 실제로 삼성중공업(2013)과 대우조선해양(2014)은 INPEX社의 해양플랜트 프로젝트 등을 수행할 때 BS 표준에 부합된 비계기자재 사용을 요구받은 바, 목포대학교에서 국내 기자재에 대한 인증 시험을 수행하고 이를 바탕으로 임시 사용인증을 받아 약 2,200억원 상당의 수입 대체를 한 바 있다. 이러한 외국 주문주의 요구는 심해질 것으로 예상되는 바, 임시적인 대응에 그치지 않고 조선해양산업 기술력 1위국의 지위에 걸맞도록 조선해양용 비계의 국가표준(KS) 개발이 시급히 요구되고 있다.

#### 1.2 국가표준(KS) 개발 추진 배경

표 2 국가표준 개발 추진 일정

사업 일정 (2016. 01. 01 ~ 2017. 06. 30)		
단계	추진일정	내용
Stage 1	2016. 01 ~ 2016. 10	· 표준개발 방향 설정 · 각 업체 방문을 통한 현장 상황 및 개선 사항 파악 · 비계 및 기자재 규격 마련을 위한 이론적 체계 수립 · 재료 및 부재의 성능평가 기준 정립
Stage 2	2016. 11 ~ 2017. 02	· 비계 및 기자재 규격 마련을 위한 이론적 체계 완성 · 비계의 설치 절차에 대한 규격화 및 체계 완성
Stage 3	2017. 03 ~ 2017. 06	· 재료, 제품 기준 및 부재의 성능평가 국자표준화 추진 · 비계의 설치 절차에 대한 국가 표준화 추진

상기한 필요성을 바탕으로 한국조선해양플랜트협회는 제74차 조선소장회의(15.6월)에서 조선해양용 비계 국가표준개발을 추진키로 확정하였다.

목포대학교를 주관 연구기관(연구책임자 송하철 교수)으로 하고 협회와 주요 회원사가 참여하는 컨소시엄을 구성하여 표 2와 같은 일정으로 조선해양산업의 특성을 반영한 비계 설치 기준 및 기자재 성능의 국가표준개발을 진행 중에 있다.

본 특집에서는 국가표준 개발 활동 현황 및 주요 이슈들에 대해 소개하여, 향후 개발될 국가 표준의 체계에 대해 설명하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 국내외 조선해양 비계 표준 현황

#### 2.1.1 표준의 분류

조선해양 분야 기술표준은 적용이 자발적이며 시장 주도로 개발되는 표준(standard)과 적용이 의무적이며 법과 연계되는 기술규제(technical regulation)로 분류할 수 있는데, 산재되어 있는 설비 및 설치법, 제품이나 작업 방법 등의 표준을 합리적으로 설정하여 활용하는 조직적 행위를 표준화라 한다.

표준은 그 성격에 따라 정부 규제 기관에 의해 제정되며 법적 강제력을 갖는 규제적 표준(regulatory standards)과 강제력을 갖지 않는 권고 차원의 임의 표준(voluntary standards)으로 분류된다. 적용범위의 수준에 따라서는 국제 표준과 국내 표준으로 구분되며 개발 주체에 따라서는 업계 표준(industry standards), 단체 표준(cooperation group standards), 사내(社內) 표준(company standards) 등으로 분류되기도 한다.

#### 2.1.2 국내 조선해양 비계 표준 현황

우리나라의 국가 표준인 KS(Korea Industrial Standard)는 한국의 산업 전 분야의 제품 및 시험 등에 대하여 규정하는데 산업 표준화법에 따라 산업표준심의회를 거쳐 국가기술표준 원장이 고시한다. KS는 표 3과 같이 기본 부문(A)부터 정보 부문(X)까지 21개 부분으로 구성된다.

이 중 국내 조선해양 분야에 적용되는 국가표준(KS V)은 총 927개의 표준이 있는데 그중 비계 관련한 표준은 없으며 현재까지는 KS F인 건설용 비계 표준을 원용하고 있는 실정

이다. KS 건설 부문에서는 총 855개의 표준이 있는데 그 중 우리 조선소가 원용하고 있는 비계 관련 표준은 그림 1과 같이 총 14개이다.

표 3 KS 부문별 21가지 구성

A - 기본	B - 기계	C - 전기	D - 금속
E - 광산	F - 건설	G - 일용품	H - 식료품
I - 환경	J - 생물	K - 섬유	L - 요업
M - 화학	P - 의료	Q - 품질경영	R - 수송기계
S - 서비스	T - 물류	V - 조선	W - 항공우주
X - 정보			

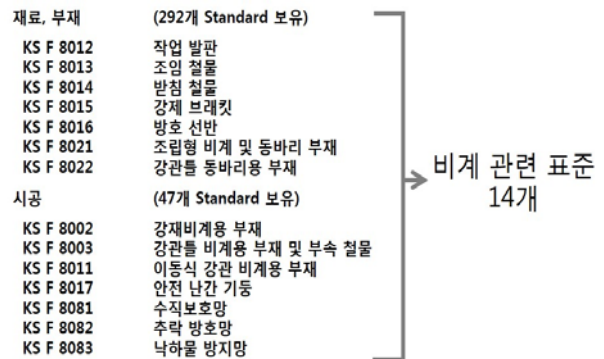


그림 1 KS 건설 분야 비계 표준

이와 같이 국내 국가표준에는 조선해양 분야 비계 표준이 없는 실정이며, 그간의 기준은 건설 부문 표준을 바탕으로 하여 KOSHA Guide, 고용노동부 고시 방호장치 의무안전인증 고시 등을 따르고 있다.

KOSHA Guide는 Korea Occupational Safety & Health Agency의 약자로 한국산업안전보건공단의 기준이다. KOSHA의 주요 기능은 산업안전보건 진단 및 기술 재정 지원, 산업안전보건 교육 및 자료의 개발·보급, 산업재해 예방기술의 연구개발 및 보급, 산업안전보건에 대한 국제협력, 산업안전보건에 관한 정부위탁업무 수행 등이 있는데, 이는 근본적으로 근로자가 안전하고 건강하게 일할 수 있도록 사업주의 재해예방 노력을 규정하는 지침이라고 할 수 있다.

KOSHA Guide는 부문별로 시료 채취 및 분석부터 리스크 관리 지침까지 15개 부분으로 구성되어 있는데, 이 중 조선해양산업에서 사용되는 비계와 관련이 있는 부분은 조선항만하역지침과 건설안전지침이다.

표 4 KOSHA Guide 부문별 구성

A-시료채취 및 분석 지침	K - 화학공업지침
B - 조선항만하역지침	M - 기계일반 지침
C - 건설안전지침	O - 점검 정비유지관리 지침
D - 안전설계지침	P - 공정안전지침
E - 전기계장일반지침	T - 산업독성지침
F - 화재보호지침	W - 작업환경관리지침
G - 안전보건일반지침	X - 리스크관리지침
H - 건강진단 및 관리 지침	

조선항만하역지침의 Guide는 산업안전보건법규에 의거하여 조선소에서 산업재해를 예방하기 위한 지침이지만 조선해양산업의 특성을 고려한 비계관련 상세 Guide라 할 수는 없다. 건설안전지침의 Guide는 총 94개로 구성되어 있고 이 중에서 비계 관련 유사 Guide는 아래와 같이 8개로 구성되어 있다.

표 5 KOSHA Guide 건설안전지침

C-8-2011	작업비계 설치 및 사용안전 지침
C-20-2011	비계 안전설계 지침
C-25-2011	재사용용 가설기자재 성능기준에 관한 지침
C-28-2011	이동식 비계 구조기준 및 사용 지침
C-30-2011	강관비계 설치 및 사용안전 지침
C-31-2011	추락 방호망 설치 지침
C-32-2011	시스템 비계 안전작업 지침
C-58-2011	사다리 안전보건 작업 지침

### 2.1.3 국외 조선해양 비계 표준 현황

조선해양플랜트용 국외 비계 표준은 BS EN(영국 유럽 표준), JIS(일본 표준), ANSI(미국 표준), AS/NZS(호주/뉴질랜드 표준) 등이 있다.

이중 국내 조선해양플랜트 프로젝트 비계 관련 계약은 선주와 주문주들의 인지도와 선호도 면에서 영국/유럽의 비계 표준(BS EN)이 선호되고 있다.

영국표준협회는 1901년 전문가 단체로서 '기술표준위원회'로 발족하였으며, 그 후 1931년 현재의 명칭으로 변경되었는데 영국표준협회는 ISO(국제표준화기구, Int. Organization for Standardization)의 창설 멤버이기도 하다. 현재는 전 산업분야에 대한 BS 규격을 작성, 보급하는 기관으로서 영국 정부에서 인정하고 있다. 유럽연합은 BS의 비계 기준을 유럽연합

(EN)의 기준으로 사용하고 있으며, 이에 따라 유럽 28개국에서 BS EN CODE를 국제 인증에 준하여 사용한다.

이러한 영국/유럽 표준(BS EN) 역시 건설 산업을 근간으로 한 표준이어서 국내 조선해양산업의 작업 특성과 부합되지 않는 부분이 많을 뿐 아니라 고용노동부, 한국가설협회에서 규정하고 있는 각종 고시 및 시험 방법 등과 상이하여 주문주가 요구하더라도 현업에 적용하는데 많은 애로사항이 발생하는 문제점들이 있다.

### 2.2 국내외 기술 동향

국내 조선해양산업에서 주문주들이 해외 규격에 따른 비계 설치를 요구하는 경우, 조선소들은 자체적으로 대응하는 것이 통상적이었고 비계의 국내규격화나 표준화에 대한 연구는 미진한 실정이었다.

2013년 이후 삼성중공업은 INPEX社의 해양구조물 프로젝트를 추진하면서, 목포대학교와 공동으로 BS에서 요구하는 비계 기자재에 대하여 33가지 유형의 최종강도시험을 수행하였으며 시험 평가된 비계 기자재에 대해 최종강도해석을 수행하여 시험 결과와의 비교 평가를 완료하였다.

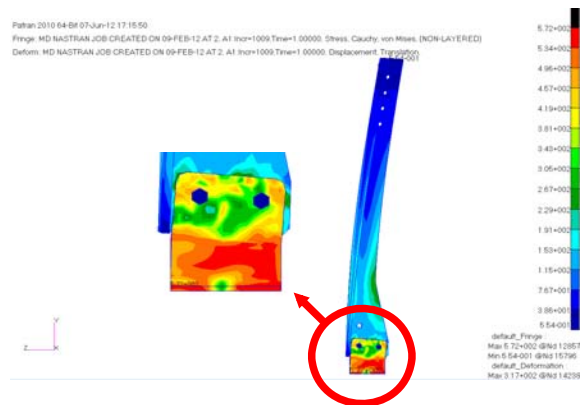


그림 2 비계 기자재의 최종강도 해석

대우조선해양(2014)은 비계 기자재의 구조적 안정성을 입증하기 위해 신규 기자재에 대한 최종강도시험을 비롯하여 치공구 제작 연도 및 상태별로 16가지 종류의 비계 기자재에 대해 최종강도시험을 수행하였다.

삼성중공업과 대우조선해양은 이러한 시험평가와 해석결과를 토대로 국내 기자재가 BS EN에서 요구하는 성능기준에 부합됨을 증명하여 영국표준협회(BS)의 사용 승인을 받아 INPEX社 프로젝트에 국산 기자재를 투입할 수 있었다. 양사는 이를 통해 1,000억 이상의 원가절감과 1,200억 상당의 외화 유출 방지 효과를 얻었다.

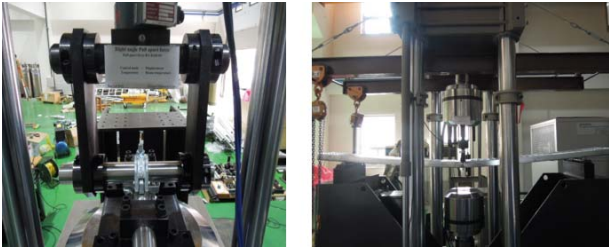


그림 3 비계 기자재의 최종강도시험

### 2.3 조선해양용 비계의 국가표준개발 현황

조선해양용 비계 국가표준개발은 한국조선해양플랜트협회의 주도로 시작되었으며, 목포대학교를 중심으로 다양한 조선소와 기관이 참여하고 있다. 주요 기관의 구성과 역할은 그림 4와 같다.



그림 4 비계 국가표준개발 컨소시엄

국가표준개발(KS)의 방향은 국내의 비계 관련 표준 및 제 규정, 국외 표준, 조선소 및 KOSHA의 비계 시공 지침 등을 참고하여 현행 국내 법규를 위배되지 않으면서 BS EN과 같은 지명도 높은 해외 표준과 대등한 수준으로 평가받을 수 있도록 추진되고 있다.

조선해양용 비계의 국가표준 개발을 위하여 국내외 비계의 기술동향은 물론 대부분의 국내외 표준의 체계와 구성 등의 분석을 선행하였으며, 이를 토대로 국가표준개발의 범위를 설

치 시공 표준과 제품 표준으로 구분하여 정하였다. 아울러 조선소 작업의 특성을 고려하여 표준화되는 조선해양용 비계 유형을 정하였는데, 조선소 현업에서 사용 중인 강관비계(Tube & fitting type), 브라켓 비계(Bracket type), 걸침비계(Hanging type) 등 3가지 유형을 포괄하는 것으로 하였다.

표준화 작업의 진행 현황은 그림 5와 같으며, 현재 3가지 비계 유형별 설치 시공 기준의 초안이 도출되었고 각각의 유형에서 사용되는 비계 기자재의 성능 기준에 대한 표준 초안이 완성 단계에 있다.



그림 5 국가표준개발 추진 현황

개발 중인 국가표준의 기본 체계는 KS 표준의 서식 작성 방법에 대해 규정한 KS A 0001를 기반으로 KS F와 BS의 표준 체계를 참조하여 표 6과 같이 결정하였다.

표 6 조선해양용 국가표준(KS)의 체계

조선해양용 비계 설치시공 표준의 목차 및 주요 내용		
목차	주요 내용	
1. 적용 범위	3. 용어와 정의	• 표준 내에서 사용된 특정 용어에 대한 정의를 체계화 함.
2. 인용 규격		
3. 용어와 정의	4. 요구사항	• 비계 사용상의 정량적 요구사항 Ex) 비계에 적용하는 하중조건, 기자재 제품에 대한 일반 사항 등
4. 요구 사항		
5. 표기 및 검사		
6. 규정 부속서		
		• 비계 설치기준 Ex) 설치 간격, 작업공간의 폭, 높이, 간격 등

개발되고 있는 국가표준의 세부 내용을 살펴보면, 먼저 설치 시공 기준의 경우 그림 6과 같이 용어 정의와 아울러 비계

설치 시 만족하여야 하는 작업하중, 규격, 요구조건, 표기 및 검사 등으로 구성되어 있다.

제품 표준은 의무안전인증고시, KS F는 물론 BS EN의 규정 사례 분석을 토대로 연구되고 있다.

표준화되는 기자재의 범위는 비계 시공에 주로 사용되는 강관 조인트, 통로용 작업발판, 조임철물, 받침철물, 조립식 안전난간, 강관, 피스, 브라켓 등으로 하였으며, 그림 7과 같이 주요 성능 확인을 위한 시험 평가 방법과 성능 요구치를 규정하게 된다.

4 요구사항		
4.2. 계기설치기준	4.2. 계기설치기준	4.2. 계기설치기준
4.2.1. 안전사상	4.2.2. 안전사상	4.2.3. 노거용 비계
4.2.1.1. 작업하중에 내산 요구사항	4.2.2.1. 안전사상	4.2.3.1. 일반사상
4.2.1.2. 작업공간	4.2.2.2. 보행기능 설치	4.2.3.2. 일반사상 설치
4.2.1.2.1. 작업공간 면	4.2.2.3. 보행의 안전	4.2.3.3. 보행의 제한
4.2.1.2.2. 작업공간 높이	4.2.2.4. 작업이 실시	4.2.3.4. 피스 크기
4.2.1.2.3. 작업공간이 높기	4.2.2.5. 가제어 설치	
4.2.1.3. 작업발판의 설치		4.2.4. 일반 비계
4.2.1.3.1. 작업발판의 고정		4.2.4.1. 일반 비계
4.2.1.3.2. 작업발판의 높이		4.2.4.2. 일반 비계
4.2.1.3.3. 작업발판이 설치되는		4.2.4.3. 일반 비계
4.2.1.3.4. 작업발판의 설치조건		4.2.4.4. 일반 비계
4.2.1.4. 안전난간의 설치		4.2.4.5. 안전난간
4.2.1.4.1. 안전난간		
4.2.1.4.2. 안전난간		
4.2.1.4.3. 안전난간		
4.2.1.4.4. 안전난간		
4.2.1.5. 차단의 설치		
4.2.1.6. 고정물		

그림 6 조선해양용 비계 국가표준 - 설치 시공 분야

4. 요구사항		
4.1. 지지	4.1. 지지	4.1. 지지
4.1.1. 일반사상	4.1.2. 일반사상	4.1.3. 노거용 비계
4.1.1.1. 작업발판	4.1.2.1. 안전난간	4.1.3.1. 일반사상
4.1.1.2. 안전난간	4.1.2.2. 보행기능	4.1.3.2. 일반사상
4.1.1.3. 지지	4.1.2.3. 보행의 안전	4.1.3.3. 일반사상
4.1.1.4. 안전난간	4.1.2.4. 작업이 실시	4.1.3.4. 일반사상
4.1.1.5. 차단의 설치	4.1.2.5. 가제어 설치	
4.1.1.6. 고정물		
<b>명칭</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 각 차례에 대한 요구사항은 각 제품의 규정을 인용하는 경우</li> <li>· 차례에 대한 요구사항은 부라켓이 표시된 규격을 누출에 대한 규격으로 작성</li> </ul>		

그림 7 조선해양용 비계 국가표준 - 제품 표준 분야

### 2.4 향후 추진 계획

최종적으로 도출된 조선해양용 국가표준의 초안은 2016년 11월로 예정된 대한조선학회 추계학술대회에서 발표될 예정이며, 조선소와 기자재업체는 물론 다양한 기관의 의견 수렴과정을 거쳐 연말부터 국가표준화에 필요한 행정절차를 진행할 예정이다.

## 3. 결론

조선해양용 비계에 대한 한국 고유의 국가표준 개발은 날

로 강화되어가고 있는 HSE 규제 환경에 적극적으로 대처하고, 조선해양 설계 및 생산기술력 세계 1위의 위상을 조선소 지원 기자재 등으로 확대시킨다는 차원에서 많은 의미를 갖는다고 하겠다.

또한 유명 해외 표준과 동등한 수준의 비계 표준을 자체적으로 확보함에 따라 조선소의 영업 활동에도 도움이 되는 것은 물론이고, 비계 기자재 국산화를 통한 조선소 원가절감에 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

마지막으로 국내 비계 기자재업체의 수요 창출을 통해 매출 증대는 물론, 표준에 부합된 지속적인 기자재 성능 개선으로 해외시장 개척에 필요한 기술력 확보의 기회를 제공할 것으로 여겨진다.

조선해양용 비계의 국가표준개발에 대한 한국 조선해양업계 및 기관의 많은 관심과 성원을 기대한다.



#### 송 하 철

- 1967년생
- 2001년 박사
- 현 재 : 목포대학교 조선해양공학과
- 관심분야 : 구조공학, 생산건조공학
- 연 락 처 : 061-450-2767
- E - mail : hcsong@mokpo.ac.kr



#### 권 오 윤

- 1960년생
- 1993년 연세대학교 경제학 석사
- 현 재 : 한국조선해양플랜트협회
- 관심분야 : 조선해양기술지원
- 연 락 처 : 02-2112-8057
- E - mail : oykwon@koshipa.or.kr