

# 아파트공사에서의 개구부 방호시설에 관한 연구

崔 淳 周

한국산업안전공단 산업안전연구원 선임연구원

## 목 차

### 제 1 장 서론

1. 연구배경 및 목적
2. 연구범위 및 방법

### 제 2 장 개구부

1. 용어의 정의
2. 개구부 종류와 작업
3. 각국의 방호시설물 관련 규정 비교

### 제 3 장 재해분석

1. 개구부 추락재해
2. 재해사례
3. 재해원인 분석

### 제 4 장 방호시설물 실태조사

1. 덮개
2. 표준안전난간
3. 방호울
4. 엘리베이터 내부 작업발판
5. 문제점 및 개선방향

### 제 5 장 개구부 방호시설 설치기준

1. 덮개
2. 표준안전난간, 방호울
3. 엘리베이터 내부 작업발판

### 제 6 장 결론

참고문헌

## 제 1 장 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

#### 가. 연구배경

건설재해 감소를 위한 정부의 다양한 정책과 건설현장에서의 자구책에도 불구하고, 1992년 노동부에서 발간된 1991년 산업재해분석과 한국산업안전공단(이하 “안전공단”)에서 조사된 건설재해발생 형태별 분류(표-1)에 의하면 전체 건설 중대재해 813건과 안전공단에서 조사한 315건중 추락재해 발생률이 각각 46.6%, 53.3%를 점유하고 있다.

이와 같이 건설재해 유형중 발생빈도가 높은 추락재해를 유발시키는 기인물로서는 안전공단에서 조사한 168건중 60건의 추락재해 기인물은 개구부로 조사되었다(그림-1). 따라서, 개구부 유형별 방호시설의 설치기준에 관한 연구가 요청되고 있는 실정이다.

#### 나. 연구목적

개구부를 기인물로 하는 추락재해는 개구부의

방호시설인 덮개, 표준안전난간, 방호울, 엘리베이터 핏트 내부 작업발판 등의 방호시설을 미설치하거나, 부적합한 설치에 기인하고 있어 본 연구에서는 개구부를 기인물로 하는 추락재해의 발생원인중 불안정한 상태인 물적요인을 제거하여 건설재해를 예방하기 위하여 개구부 방호시설물 설치기준의 기초자료 제시와 건설현장에서 활용 가능한 설치모델을 제시하여 개구부 추락재해를 예방, 본 연구의 궁극적 목적인 건설재해의 예방 및 감소에 기여하고자 한다.

## 2. 연구방법 및 범위

본 연구의 목적에 부합하는 개구부 방호시설의

설치기준 및 설치모델 개발을 위한 연구방법과 범위는 다음과 같다.

### 가. 연구방법

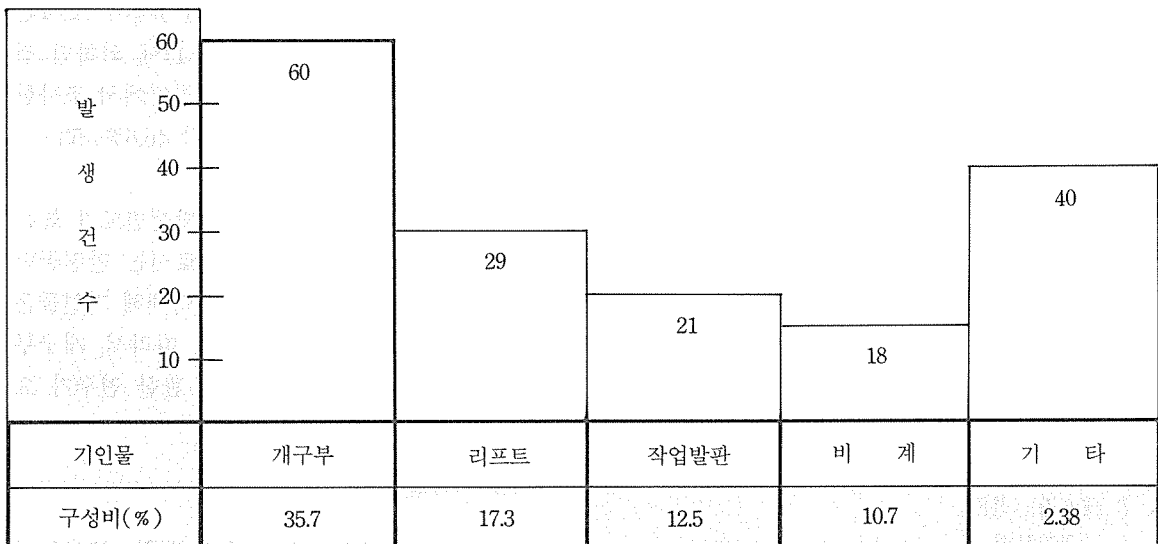
개구부 추락재해를 예방하기 위하여 문헌을 통해 개구부 방호시설의 종류와 방호시설관련 규정을 조사하고, 아파트공사의 시공상에 출현하는 개구부의 종류를 파악하여 유형별로 분류하였으며, 개구부 재해사례를 분석하여 재해발생의 원인 도출 및 건설현장에서의 방호시설의 설치실태를 조사 분석하여 설치에 따른 문제점을 도출하여, 도출된 재해원인과 설치상의 문제점을 파악 분석하여 개구부 방호시설의 설치기준과 모델을 제시하였다.

(표 -1) 건설재해 발생형태별 분류

(구성비 : %)

구분	총계	추락	낙하비레	붕괴도괴	감전	전도	화재폭발	기타	
발생	건수	813	379	106	68	69	11	12	168
	구성비	100	46.6	13	8.4	8.5	1.4	1.5	20.7
공단조사	건수	315	168	34	35	32	7	3	36
	구성비	100	53.3	10.8	11.1	10.2	2.2	1.0	11.4

(그림-1) 추락재해 기인물 분포



## 나. 연구범위

아파트공사의 시공과정에서 도출되는 개구부 추락재해를 예방하기 위하여 덮개, 표준안전난간 및 방호울과 엘리베이터 내부 작업발판의 설치 기준 및 모델 개발을 본 연구의 범위로 설정하였다.

## 제 2 장 개구부

### 1. 용어의 정의

개구부에 대한 용어의 의미는 건축공사 기간중 각종 설비의 배관 파이프 등의 설치 및 공사 수행을 위하여 자재 반입 등을 목적으로 뚫어 놓은 장소와 베란다, 발코니, 지붕의 끝단으로 구조물의 외벽중 일부가 뚫리어 있는 부분 그리고 채광, 환기, 통풍, 출입 등에 필요한 창이나 출입구 부분의 총칭으로 본 연구에서는 정의하였다.

### 2. 개구부의 종류와 작업

아파트공사에서의 개구부 종류와 유형을 분류하면, 벽면의 일부분이 개방되어 있는 엘리베이터 샤프트(Elevator Shaft), 더스트 슈트(Dust Chute)등을 수직개구부, 건축물의 층과 층을 구분하는 바닥의 일부분이 개방되어 있는 에어덕트(Air Duct), 자재반입 및 반출구 등을 수평개구부, 그리고 건축구조물의 외벽이 개방되어 있는 발코니, 베란다, 지붕 등을 단부개구부로 분류하였으며, 개구부 내부와 주변에서의 근로자 작업은 통행으로부터 전문직종에 따라 다양한 작업(표-2)이 수행되고 있다.

### 3. 각국의 방호시설물 관련 규정 비교

한국, 일본, 미국에서의 개구부 방호시설물

관련규정은 각각 산업안전보건법, 노동안전위생법, ANSI A 10.18-1977에서 규정하고 있으며, ANSI 규정은 미해군 시설단자료를 근거로 하고 있다. 상기 규정에서의 방호시설물의 종류(표-3)를 비교하면, 한국에서는 방책, 울, 손잡이, 표준안전난간, 덮개이며 일본에서는 방호울, 표준안전난간, 덮개이며 미국에서는 난간, 폭목, 덮개로 되어 있다. 또한 본 연구의 범위에서 설정한 엘리베이터 핏트 내부 작업발판은 엘리베이터 핏트 내부에 설치하는 가설구조물로서 성격상의 차이가 있어 개구부 방호시설물로 취급하지 않고 있다.

이들 시설물을 비교하여 보면, 한국의 방책과 울은 일본의 방호울과 유사하며 손잡이, 표준안전난간은 일본의 표준안전난간, 미국의 난간과 유사한 것으로 사료된다. 그리고 미국에서는 폭목을 독립된 방호시설물로 취급하고 있으나, 일본에서는 방호울과 표준안전난간 구조의 구성품으로 취급하고 있다. 방호시설물에 대한 재질, 재료의 허용응력, 단면규격, 허용하중에 대하여 각각 강재와 목재에 대하여 규정하고 있으나,

(표-2) 개구부 유형별 위치, 종류, 작업

유형	위치	종류	작업
수직	내벽	E/V pit Dust Chute	근로자통행 정리정돈 자재운반
		계단 창호 출입문	
수평	바닥	E/V pit Dust Chute	자재적치 거푸집조립 및 해체 건설작업 미장작업 도장작업
		Pipe Shaft Air Duct 자재반입구	
단부	외벽	베란다 발코니 지붕	

한국에서는 방호시설물의 명칭만을 제시하고 있으나, 재질, 허용응력, 단면규격, 허용하중 등에 대한 규정이 없어 본 연구의 목적에서 제시한 바와 같이 이들에 대한 규정의 추가 보완이 요구되고 있다.

표준안전난간의 구조치수(표-4)는 상부난간대와 중간대의 설치 높이를 한국과 일본에서는 작업바닥면으로 부터 각각 90cm와 45cm로 규정하고 있으며, 미국에서는 난간을 계단에 설치하는 경우와 작업바닥면에 설치하는 경우를 구분하여 각각 76.86~107cm, 38.43~53.5cm로 규정하고 있다. 그리고 난간기둥의 간격은 한국에서는 없고, 일본에서는 재질에 구분없이 2m이하, 미국에서는 재질과 설치장소에 따라 1.83~2.44m로 규정되어 있다.

폭목의 구조에 대한 규정은 한국에서는 없고, 일본과 미국에서는 각각 10cm이상, 14cm이상으로 폭목의 높이를 규정하고 있으며, 작업발판으

로 부터의 각각 1cm이하, 6mm이하의 틈간격을 허용하고 있으며, 폭목의 두께 규정은 일본에서는 1.8cm이상으로 규정하고 있다. 그리고, 방호울의 구조치수는 일본에서는 표준안전난간 구조와 동일하며, 미국에서는 난간으로 같음하고 있다. 그리고 덮개의 구조치수에 대한 규정은 없고 다만, 스토퍼의 설치 규정이 있다.

### 제 3 장 개구부 재해분석

#### 1. 개구부 추락재해

개구부 추락재해 발생의 직접 원인은 근로자는 안전수칙의 위반에 있으며, 사업주는 안전방호시설의 미설치와 안전관리 조직 및 안전교육을 등한시한 결과라 할 수 있으나, 개구부 추락재해의 대부분이 가장 기본적 방호조치인 방호시설을 설치함으로써 재해예방이 가능한 단순하고 반복적 재해라는 데 문제점이 있다.

#### 2. 재해사례

안전공단에서 조사한 추락에 의한 중대재해 사례 168건중 60건이 개구부 재해이며, 30건에 대해 분석하였다.

##### 가. 협력업체의 재해율

협력업체와 원청회사간의 재해건수는 각각 14건과 16건이 발생하였다.

##### 나. 공사별 재해현황

30건의 개구부 추락재해는 아파트공사 13건, 사무소 6건, 토목구조물 공사가 2건으로 조사되어 대부분의 재해가 건축구조물의 아파트 공사에서 다량 발생하고 있어, 주택 200만호 건설의 정부시책에 따른 발주물량의 과다에 기인하고 있는 것으로 사료된다.

(표-3) 각 국의 방호시설물

한 국	일 본	미 국
방 책 울 손 잡 이 표준안전난간	방 호 울  표준안전난간	난 간 폭 목 계 단 난 간
덮 개	덮 개	덮 개

(표-4) 난간구조치수 비교

명 칭	한 국	일 본	미 국
상부난간대높이	90cm	90~95cm이상	107cm(42in)
중간대높이	45cm	45cm이하	53.5cm(21in)
난간기둥간격	-	2m이하	* 1.83~2.44m (6ft~8ft)
폭목높이	-	10cm이상	12.7cm(5.5in)
폭목의 틈간격	-	1cm이하	6mm(1/4in)
폭목의 두께	-	1.8cm이상	-

### 다. 직종별 재해자

재해자의 직종(표-7)은 직종 구분없이 목공, 잡부, 조적공 순으로 발생하고 있다. 수직개구부에서는 도장과 잡부가, 수평개구부에서는 목공 및 철근과 배관직종에서 단부개구부에서는 목공과 잡부 그리고 조적 직종이 주요 재해직종이었다.

### 라. 방호시설 설치

개구부를 기인물로 하는 방호시설의 설치 상태(표-8)는 적절하게 설치가 되어 있으나 근로자의 부주의와 무리한 동작 등에 의한 재해 3건이 있었으며, 부적합 설치에 기인한 경우가 9건, 미설치 18건이었다. 그리고 방망의 설치 및 안전대를 사용한 경우는 한 건도 없었다.

## 3. 재해원인 분석

### 가. 협력업체 재해율

원청회사와 협력업체의 재해율이 동일한 것을 보면, 적합한 방호시설을 설치하여 근로자의 불

안전한 행동을 근절함으로써 재해예방 효과가 보다 크게 나타날 것으로 사료된다.

### 나. 공사별 재해

건축공사와 토목공사에서의 재해율이 93.3%와 6.7%를 보이고 있는데 이는 건축공사의 경우 냉난방 배관설비, 급배수설비, 배연설비 등으로 인한 건축공사에서의 개구부 종류가 다양하기 때문에 사료된다.

### 다. 직종별 재해

직종에 따른 재해는 직종에 구분없이 발생하고 있으나, 목공직종의 근로자가 타직종에 비하여 위험작업이 많은 것으로 사료되며 목공직종의 안전작업표준이 시급히 요청되며, 직종별 안전작업표준과 안전교육의 필요성이 대두되었다.

(표-5) 협력업체 재해율

구 분	총 계	원청회사	협력업체
건 수	30	16	14
구성비	100	53.3	46.7

(표-6) 공사별 재해현황

구 분	총 계	건 축 공 사					토목공사 공 동 구
		아파트	사무소	오피스텔	상 가	기 타	
건 수	30	13	6	3	2	4	2
구성비	100	43.3	20	10	6.7	13.3	6.7

(표-7) 개구부별 재해자 직종

구 분	목공	잡부	조적	배관	도장	미장	철근	기타	계
수직개구부	1	2	-	1	2	1	-	-	7
수평개구부	7	1	1	2	-	-	2	1	14
단부개구부	3	2	2	-	-	1	-	1	9
계	11	5	3	3	2	2	2	2	30

(표-8) 방호시설 설치 및 안전대사용 유무

설치 및 사용 구 분	설 치		미설치	안전대 미사용
	적합	부적합		
건 수	3	9	18	30
구 성 비	10	30	60	100

라. 방호시설의 설치상태

수직, 수평, 단부개구부에 설치하는 방호시설 설치상태에서의 재해원인을 분석하면 다음과 같다.

(1) 수직개구부

수직개구부 방호시설인 표준안전난간의 미설치와 부적절한 설치가 재해 원인이며, 도장직종의 경우 표준안전난간 설치를 적절하게 하였다 하더라도 층 상부작업시 말비계를 이용 작업하는 경우에는 상부난간대의 높이가 중간대 역할이 되므로 상부난간대로 부터 45cm높이에 1단의 난간대를 추가 조립후 작업하여야 한다.

(2) 수평, 단부개구부

소형 수평개구부 방호시설인 덮개는 미설치하거나 폐자재등을 이용 고정하지 않고 개구부 위에 덮어 놓는 등의 부적절한 설치 및 안전표식의 미부착 그리고 조명상태의 불량 등에 재해원인이 있으며, 덮개를 설치할 때에는 스토퍼를 덮개에 부착하고, 야광 안전표식을 부착하여야 한다.

방호울은 덮개 설치가 곤란한 자재반입구등의 중대형 개구부에 설치하는 방호시설물로서 방호울 관련 재해는 미설치와 적절한 설치가 되어 있는 경우에는 근로자가 안전통로를 이용하지 않는 등의 불안정한 행동에 원인이 있으며 특히, 자재반입등의 중량물 취급작업시 안전대 착용이 요망되고 있다.

엘리베이터 피트 내부에 설치하는 작업발판은 대부분의 건설현장에서 부적절한 설치를 하므로써, 설치방법의 개선이 요구되며 작업발판 분

괴시 2차적 방호효과를 위하여 방망의 설치와 안전대 착용이 요망된다.

## 제 4 장 실태조사

건설현장에서의 개구부 재해예방을 위한 추락방지 시설의 설치실태를 조사하기 위하여 분당, 중동동의 신도시 아파트 시공현장을 중심으로 덮개, 표준안전난간, 방호울, 작업발판의 설치실태를 조사하였다.

### 1. 덮개

시공현장에서의 덮개는 설치하고 있으나, 방치한 현장이 많았으며 덮개의 재질은 목재와 강재를 사용하고 있으며, 폐자재(해체거푸집, 심한 경우 단열재)의 이용이 가장 많았고, 철근D10을 사용하여 격자모양으로 조립설치한 경우도 있었다. 모든 현장에서 고정상태가 불량하였으며, 안전표식의 확인이 어렵고 조명상태가 불량하였다.

### 2. 표준안전난간

표준안전난간은 건설현장에서 구조물 내벽의 수직개구부와 외벽의 단부개구부에 설치하고 있으며, 각재와 합판의 목재와 강관파이프와 기성제품인 강재를 사용 설치하고 있다. 고정상태는 철선을 이용하였고, 합판의 경우에는 고정하지 않는 현장이 많았다.

그리고 표준안전난간 구조 부재중 난간대를 60~110cm 높이에 1단만 설치한 현장과 폭목과 안전대 부착시설을 전혀 설치하지 않고 있으며 유지관리 상태가 불량하였다.

그리고 단부 개구부에는 주로 조립식 기성제품 난간대를 설치하거나 비닐테이프를 이용 경계 표시만 하는 건설현장이 다수이었다.

### 3. 방호울

방호울의 설치는 아파트 공사에서는 거의 없고 도심지 빌딩 건축공사에서 대지면적의 협소등의 이유로 구조물 내부의 자재 반입구 주변에 설치하며, 각재와 강관파이프 또는 조립식 기성제품인 강재를 사용 설치하고 있으며, 상부난간대 높이를 80~100cm로서 설치하며 폭목은 전혀 설치하지 않고, 폭목 대신 그물망으로 둘러친 현상이 있었으며, 안전대 부착설비 및 작업종료 시 추락을 방지하기 위한 방망이 설치된 현장은 전무하였다.

### 4. 엘리베이터 내부 작업 발판

엘리베이터 핏트 내부에 설치하는 작업발판은 지지용 파이프 씨포트를 옹벽사이에 걸어 그 위에 각재를 놓고 합판 등으로 설치하는 경우, 거푸집 조립전에 옹벽의 주근에 철근을 결속한 다음 콘크리트 타설후 결속 철근에 파이프 씨포트, 강관파이프, 각재를 결속한 후 합판 등으로 설치하는 경우, Euro Form 고정용 flat tie에 각재를 걸어 합판으로 설치하는 경우, 강관비계, 강관틀비계를 조립하여 작업발판을 조립 설치하고 있으며, 방망과 안전대 부착시설은 전무하였다.

### 5. 문제점 및 개선방향

#### 가. 덮개

덮개는 스토퍼 없이 설치함으로써 본래 설치한 위치에서 이동하게 되며, 폐자재를 사용함으로써 정리정돈 작업에서 폐자재 오인으로 재해가 발생하고 있으므로 덮개의 상부판에 발광성 페인트 등을 이용 안전표식의 표기하고 조명의 확보 및 스토퍼를 개구부의 2면이상에 밀착하여 설치하여야 한다.

#### 나. 표준안전난간 및 방호울

난간대를 1단만 설치함으로써 작업자세에서의 추락위험이 있으며, 폭목을 설치하지 않으므로써 비래·낙하재해가 항상 잠재하고 있는 실정으로서 상부난간대, 중간대, 폭목, 난간기둥의 구조를 갖추어 설치하고 안전대 부착시설 및 방망을 설치하여 2차적인 대응이 요구된다.

#### 다. 작업발판

작업발판의 설치의 파이프씨포트를 옹벽사이에 2단 걸어 설치하거나 Flat Tie에 파이프씨포트 구멍을 끼워 설치시 초기에는 마찰력에 의해 지지되지만 시간이 경과하면 마찰력이 상실되며, 콘크리트 타설전 매립한 옹벽 철근에 파이프씨포트 구멍을 끼워 설치하는 경우 매립철근에 의해 거푸집 손상은 물론 해체작업에 어려움과 철근의 매립길이에 따른 부착강도의 불확실성 및 돌출철근에 힘이 발생하여 붕괴에 우려가 있다. 또한 강관비계 또는 강관틀비계를 조립하는 경우 붕괴의 위험은 감소되지만, 비계파이프의 길이와 강관틀비계의 높이가 일정하여 필요한 장소에 작업발판의 설치가 곤란한 문제가 있다.

따라서 엘리베이터 옹벽 거푸집 조립시 필요한 위치에 Sleeve를 매립후 강관파이프를 연결 외부에서 클램프를 사용 고정 조립으로 개선되어야 한다. 그리고 안전대 부착시설 및 방망을 설치하여 2차적 대응이 요구된다.

## 제5장 방호시설의 설치 제안

(표-9) 개구부 유형별 방호시설물

시설물 유형	덮개	표 준 안전난간	방호울	E/V pit내부 작업발판
수 직		○		
수 평	○	○	○	○
단 부		○		

개구부 유형에 따른 방호시설물(표-9)과 각국의 규정 및 재해사례 그리고 실태조사를 통한 방호시설물 설치기준(안)은 다음과 같다.

### 1. 덮개

구 분	설 치 기 준
설치장소	소형 바닥개구부
사용재료	강재·목재
재료용력	강재(2400kg/cm <sup>2</sup> ) 목재( 140kg/cm <sup>2</sup> )
구 조	상부판, 스토퍼
치 수	상부판(여유길이 : 10cm이상) 스토퍼(9×9cm이상, 2면이상)
하 중	120kg이상 지지
안전표식	형광물질 사용
주의사항	임의 해체금지 작업종료시 원상 복구

### 2. 표준안전난간 및 방호울

표준안전난간과 방호울은 설치 방법상의 차이가 없어 동일하게 처리하였다.

구 분	설 치 기 준
설치장소	수직 및 단부개구부, 중대형 수평개구부
사용재료	강재, 목재, 기타
재료용력	재료에 따른 허용용력
구 조	상부난간대, 중간대, 난간기둥, 폭목
구조치수	상부난간대 90cm 이상 중 간 대 45cm 이하 난간기둥간격 200cm 이하 폭 목 10cm 이상 폭목틈간격 1cm 이하
허용하중	상부난간대 120kg 난간기둥결합부 100kg
조립방지	탈락, 미끄러짐, 회전방지 이음재 사용시 이음부분 이탈 방지 난간기둥은 바닥면에 수직

주의사항	임의해체 금지
	작업종료시 원상복구
	하중지지점 이용
	자재적치 금지
	승강금지

### 3. 엘리베이터 내부 작업발판

작업발판 설치기준은 비계조립과 슬리브 매립방법으로 선정하여 기준(안)을 제시하면 다음과 같다.

구 분	설 치 기 준
비계조립	가설공사 표준안전작업지침 참조 (노동부 고시 제84-37호) 성능검정시험 합격품 사용 강관비계 강관틀비계 작업발판
슬리브매립	옹벽, 거푸집 조립시 슬리브 매립 -Φ50이상 매립방향 -단면방향 매립간격 -600mm이하 강관파이프 조립 -클램프 사용 외부 조임

## 제6장 결 론

각국의 개구부 방호시설 관련 규정 비교 분석한 결과 산업안전보건법에서 명시하고 있는 개구부 방호시설물에 대한 설치기준의 제시가 결여되어 설치기준의 제정이 시급히 요청되며, 일본과 미국의 방호시설물 관련규정과 재해사례, 현장실태조사를 근거하여 개구부 유형별 설치 가능한 시설물에 대한 설치기준(안)을 제시하였으며, 건설현장에서 즉시 활용할 수 있는 설



치모델을 제시하였다. 그러나 설치기준의 명문화에 우선하여 실증적인 실험요구가 요청된다.

#### 참고문헌

1. 산업안전보건법
2. 노동부 “’91 산업재해분석” 1992
3. 한국산업안전공단, “중대재해조사보고서” 1992
4. 한국산업안전공단, “건설공사표준안전작업 기술자료(추락재해방지편)” 1991
5. 일본, 노동안전위생법
6. 建設業 労働災害防止協會, “建設の安全” 1988. 5~1992. 6
7. 建設業 労働災害防止協會, “ビル建築工事の安全” 1985
8. 建設業 労働災害防止協會, “改訂 建設工事の安全” 1992
9. ANSI A 10.18, “American National Standard Safety Requirements for Temporary Floor and Wall Openings, Flat Roofs, Stairs, Railings, and Toeboards for Construction” 1977

