

# 고층건축공사의 안전대책 (I)

朴 武 一

건설안전기술사

(사)한국건설안전기술협회 교수

90년대에 들어와서 국내 건설업계는 많은 고층건물을 건설하게 되었고, 이에 따라 많은 재해가 발생되고 있다. 따라서 고층건축공사에 있어 재해발생위험 요인을 살펴보고 이의 예방대책을 제시하여 재해예방에 기여하고자 한다. 본 원고는 '89년도 (사)한국건설안전기술협회에서 실시한 연구자료를 참고로 하였다. - 필자 註 -

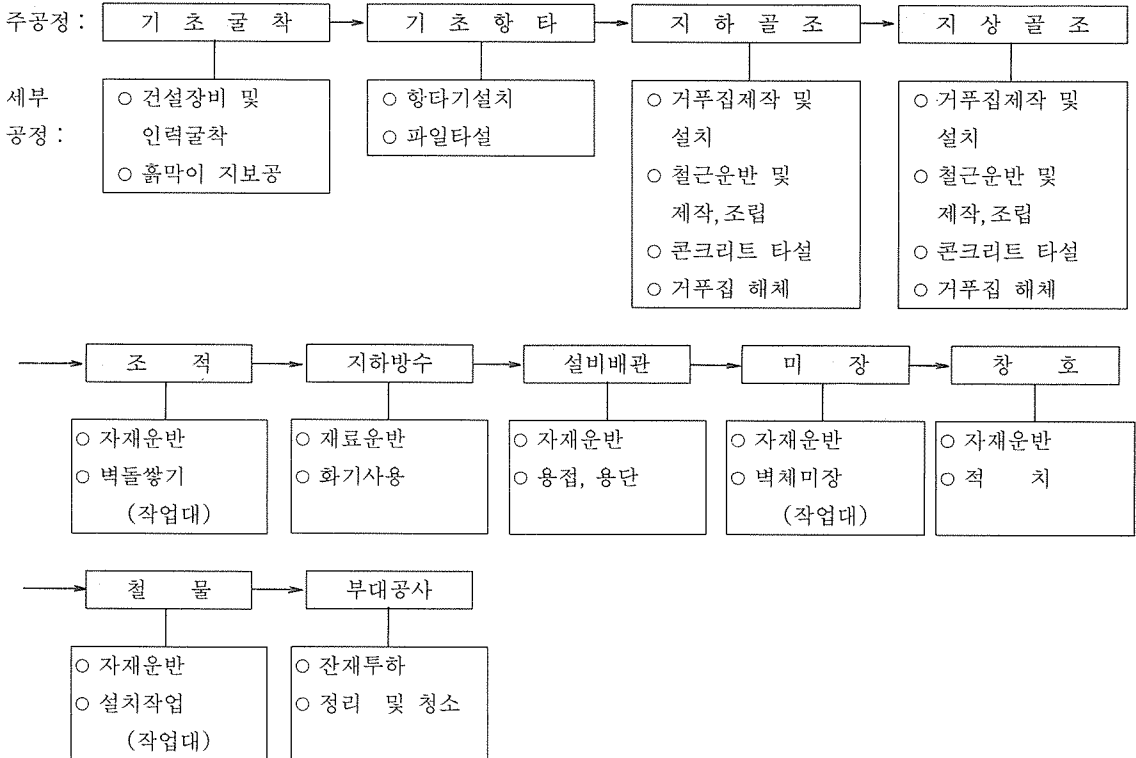
## 목 차

1. 고층건축공사의 공정별 위험요소
2. 초고층 건축공사의 안전대책 사례(일본)
3. 고층화에 대비한 일본의 제7차  
( '88~'93)재해방지계획
4. 안전대책
  - 4-1 가설비계
  - 4-2 거푸집 및 거푸집지보공
  - 4-3 운반작업
  - 4-4 자재취급 및 처리
  - 4-5 건설용 위험기계기구

## 1. 고층건축공사의 공정별 위험요소

### (1) 고층아파트 건설공사 공정표

고층아파트 건설공사의 주요 공정과  
주요공정별 세부공정은 다음과 같다.



이에 따라서 공정은 15층의 경우 평균 16개월이 소요되고 있다. 따라서 적정공기 설정시 이 기간이 충분히 고려되어야겠다.

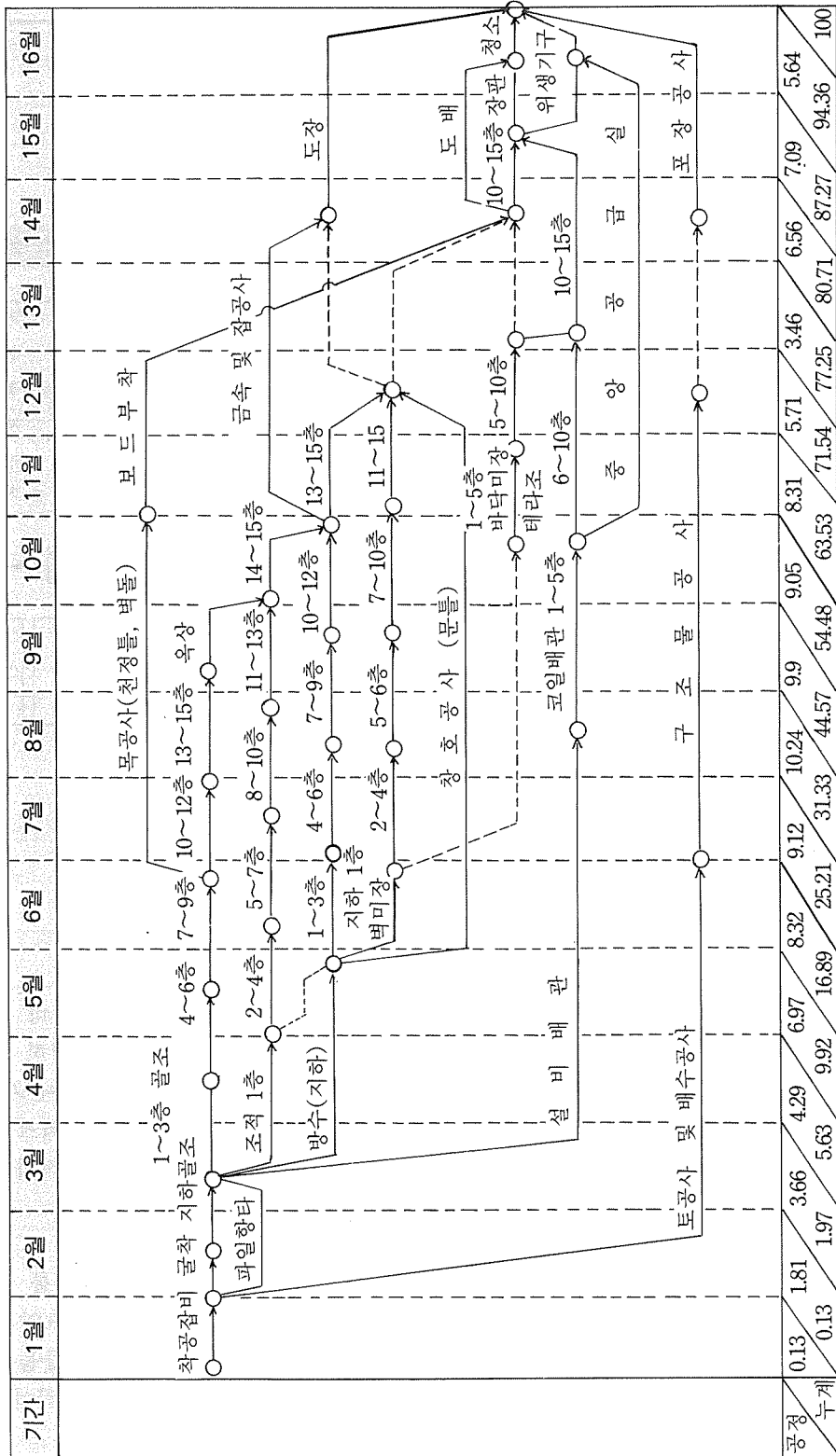
한편 고층 건축공사는 공기단축등의 이유로 병행시공이 불가피한 바 예상되는 문제는 상하관계에 있는 공사가 동시에 실시되므로 작업위험도가 증가되고 양중설비가 증대하며 상층에서의 용수등으로 작업방해가 일어나고 시공속도가 다른 공사의 병행작업은 공정을 조정하지 않으면 중간층에서 대기시간이 발생하고 현장내의 작업동선 연장으로 혼란이 생기기 쉽다. 또한 위험공정에 대한 관리도

동시에 이루어져야 하는 바 고층화 될수록 공정관리의 합리화가 절실히 요구된다. 그러므로 각종요인을 공정계획에 가미하여 치밀한 공정을 세우는 경우 네트워크 수법이 합리적이며 이는 전산화가 필수적이다.

### (2) 위험 요소의 분석

89년도 조사된 재해자료를 작업종류, 직종, 기인물, 발생형태, 장소, 요양기간, 상해종류, 직접원인 및 관리적 원인들을 서로 비교분석하여 재해발생 건수가 5건이상까지 발췌한 위험순위는 다음과 같다.

(2) 고층아파트공사공정표(예시)



1) 작업 종류, 기인물 대 직종

직종	작업종류										계
	목공	미장공	설비공	조적공	방수공	철근공	비계공	잡부	콘크리트	기인물	
거푸집	77	6	6	6	-	7	-	9	-	-	111
재료	56	16	13	9	-	13	8	21	6	-	142
운반	17	14	9	14	-	9	6	27	-	-	96
가설물	35	13	8	9	-	7	5	9	-	-	86
배관	9	-	17	-	-	-	-	-	-	-	26
리프트	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5
방수	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	6
기계	11	-	10	-	-	-	-	-	-	-	21
콘크리트	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	11
틀기계	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
미장	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	15
비계	7	-	-	-	-	5	-	-	-	-	12
계	110	35	32	20	6	16	11	36	11	-	114
	114	34	31	18	0	20	13	30	6	-	

2) 작업 종류, 직종 대 발생형태

직종	발생형태								계
	낙하	추락	전도	협착	동작	충돌	화재	기인물	
거푸집	43	22	13	12	19	9	-	-	118
목공	37	23	14	13	13	8	-	-	108
운반	24	13	25	9	13	10	-	-	94
미장	8	-	8	6	10	-	-	-	94
배관	-	-	6	6	-	-	6	-	18
설비	6	-	7	-	7	-	-	5	25
방수	-	-	-	-	-	-	-	-	-
조적	8	-	5	7	-	-	-	-	13
콘크리트	-	5	-	-	-	-	-	-	12
방수	-	-	-	-	-	-	-	-	-
철근	-	-	-	-	-	-	-	-	-
철근	5	-	7	-	-	-	-	-	12
미장	5	-	-	-	-	-	-	-	5
비계	5	-	-	-	-	-	-	-	5
비계	5	-	-	-	-	-	-	-	5
잡부	12	7	9	7	-	-	-	-	35
계	77	40	67	34	32	19	6	-	81
	81	30	50	26	30	8	5	-	

※ 낙하 : 낙하, 비래  
 ※ 동작 : 무리한 동작

위표에서 위험순위는

- 1위 : 목공의 거푸집 작업 및 재료취급 작업
- 2위 : 가설물 설치 및 운반작업
- 3위 : 거푸집 작업 또는 자재운반 및 가설물 설치 보조작업

4위 : 재료 운반 및 가설물에서 미장공의 관련작업

5위 : 재료취급 또 가설물 설비, 조적, 비계공들의 관련작업

6위 : 콘크리트 작업

7위 : 방수작업 등으로 나타나고 있다.

3) 기인물, 장소 대 발생형태

장소	발생형태							계
	낙하	추락	전도	협착	동작	충돌	기인물	
1~3층	18	20	14	-	10	7	-	69
재료	45	21	31	13	18	13	-	141
4~6층	13	11	-	-	6	-	-	30
가설물	29	4	17	-	12	8	-	90
7~9층	11	-	6	-	6	-	-	23
리프트	2	4	1	3	2	-	-	12
10~12층	-	5	-	-	-	-	-	5
기계	7	-	-	8	7	7	-	29
육상	5	-	-	-	-	-	-	5
틀기계	-	-	-	13	-	-	-	13
육외	16	-	-	-	9	7	-	32
전기	2	-	-	-	-	-	-	2
지하	8	-	-	-	-	-	-	8
리어카	1	-	2	-	1	2	-	6
계	71	36	20	31	40	14	30	86
	86	49	51	31	40	30	-	

※ 낙하 : 낙하, 비래  
 ※ 동작 : 무리한 동작

발생형태에 따른 위험순위는

- 1위 낙하, 비래 : 목공과 잡부의 거푸집 작업 및 자재운반
- 2위 전도 : 잡부의 자재운반 및 목공의 거푸집 작업
- 3위 추락 : 목공의 거푸집 작업 및 자재운반
- 4위 협착 : 목공의 거푸집
- 5위 무리한 동작 : 목공 및 잡부의 거푸집 작업과 자재운반
- 6위 충돌 : 거푸집 작업 및 자재운반으로 나타나고 있다.

## 특별기고

### 4) 요양기간, 연령 대 발생형태

요양기간 (일)	발생형태							계
	연령	낙하	추락	전도	협착	동작	충돌	
사망	1	3	-	-	-	-	-	4
20대	12	8	11	9	5	6	51	
10~19	19	2	8	3	4	5	41	
30대	32	16	15	12	15	14	104	
20~29	37	21	13	18	25	14	128	
40대	25	19	13	10	18	4	89	
30~59	26	15	31	18	11	8	109	
50대	8	8	11	7	3	6	43	
60~89	2	6	-	-	1	2	11	
60대	8	1	3	1	-	-	13	
90이상	2	4	1	-	-	-	7	
계	87	49	45	36	37	29	-	
	85	52	53	39	41	30		

- 발생형태별 요양기간은 낙하·비래 및 추락에서 중대재해가 많이 발생되고 다음 전도, 무리한 동작, 협착, 충돌 순으로 되어있고
- 연령별로는 30~40대에서 낙하, 비래, 추락, 무리한 동작, 전도, 협착순으로 되어 있으며
- 사망은 추락, 낙하, 비래 순으로 나타나고 있다.

### 기인물별 범위 순위

- 재료의 낙하, 재료 취급중 전도, 추락, 충돌 및 무리한 동작
  - 가설물에서의 낙하, 추락, 전도 및 무리한 동작
  - 리프트에서의 추락, 협착 및 낙하
  - 기계·기구에 의한 작업시 협착, 낙하, 무리한 동작 및 충돌
  - 리어카 운반 중 전도, 충돌, 낙하 및 무리한 동작
- 등으로 나타나고 있다.
- 위층별(층별)로는
- 1~3층의 저층에서 추락, 낙하, 전도, 무리한 동작 및 충돌

2위 : 옥외에서 낙하, 비래, 무리한 동작 및 충돌

3위 : 4~6층에서 낙하, 추락 및 무리한 동작

4위 : 7~9층에서 낙하, 비래, 전도 및 무리한 동작

6위 : 10~12층에서 추락

7위 : 옥상에서 낙하, 비래로 나타나고 있다.

### 5) 요양기간, 상해종류 대 작업종류

요양기간 (일)	작업종류 상해종류	거푸집	운반	배관	방수	콘크리트	미장	비계	계
		사망	2	-	-	-	1	1	
골절	54	45	14	5	8	4	2	132	
10~19	17	15	5	1	1	1	1	41	
자상	3	2	-	-	-	-	-	5	
20~29	46	41	15	2	15	7	7	133	
좌상	36	29	8	3	7	8	7	98	
30~59	43	31	11	3	6	10	5	109	
절상	6	2	1	-	-	2	-	11	
60~89	3	6	1	2	-	-	-	12	
찰과상	7	7	2	-	1	2	2	21	
90이상	1	4	1	1	-	-	-	7	
창상	1	1	-	-	-	-	-	2	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
화상	1	3	8	1	-	1	1	15	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
염좌	5	7	-	-	6	2	1	21	
계	112	97	33	9	23	19	13	-	
	113	98	33	9	22	19	13		

### 작업종류별 요양기간은

- 거푸집작업에서 사망등 중대재해가 발생하여 상해종류는 골절 및 좌상에 의거 발생됨
  - 운반작업에서 중대재해가 골절 및 좌상에 의거 발생
  - 배관작업은 자상 및 좌상이 주종
  - 콘크리트작업에서 골절 및 좌상이 발생
  - 미장작업에서 좌상, 골절
  - 비계작업에서 좌상 등이 발생
- 따라서 상해종류는 골절, 좌상, 찰과상, 염좌, 화상순으로 일어나고 있다.

6) 직접원인 대 발생형태 및 관리적원인

직접원인 관리적 원인	발생형태								계
	무리한 행동	안전한 상태방치	취급 부주의	물자체 결함	수식 위반	방호장치 결함	위험한 장소입근	작업방법 불량	
기술적	39	22	2	17	5	2	6	16	109
낙하	19	26	4	7	4	1	1	17	79
교육적	59	12	7	9	10		3	12	112
추락	19	12	2	6	6		4	3	52
작업관리	22	40	6	8	5	2	5	12	100
전도	24	16		7	3			3	53
협착	12	5	4	4	5	3	1	6	40
동작	32	3	1	3				2	41
충돌	8	7		5	1		2	7	30
화재	1			6					7
계	120	74	15	34	20	4	14	40	
	115	69	17	32	19	4	8	38	

위험도는

- 1위 : 무리한 행동이 교육적 원인에 의한 것
- 2위 : 무리한 행동이 기술적 원인에 의한 것
- 3위 : 불안정한 상태방치로 인한 작업관리상의

(3) 위험요소의 판단

분석결과를 종합한 위험요소는 다음과 같다.

위험순위	작업종류	기인물	위 치	발생형태	상태부위
1위	거푸집 작업	재료	1~3층	낙하·비래	골절
2위	자재운반	가설물	옥외	추락	좌상
3위	가설물설치, 해체	기계	4~6층	전도	찰과상
4위	미장작업	톱기계	7~9층	무리한 동작	염좌
5위	콘크리트타설	리프트	지하	협착	화상
6위	방수작업	리어카	10~12층	충돌	절상
7위	설비·조적	전기	옥상		자상
8위	철근조립				

위 표에서 나타난 작업종류 및 기인물들이 안전기준의 보완 또는 집중관리해야 할 대상으로 판단된다.

한편 재해발생 위치에서 고층화 된다하여 고

원인에 의한 것

4위 : 불안정한 상태방치로 인한 기술적 원인에 의한 것

5위 : 무리한 행동이 작업관리상의 원인에 의한 것

6위 : 물자체결함이 기술적 원인에 의한 것

7위 : 작업방법 불량에 의한 기술적 원인에 의한 것의 순서이고

직접원인별 발생 형태는

1위 : 무리한 행동에 의한 무리한 동작

2위 : 불안정한 상태 방치에 의한 낙하

3위 : 무리한 행동에 의한 전도

4위 : 무리한 행동에 의한 낙하

5위 : 무리한 행동에 의한 추락

6위 : 작업방법 불량에 의한 낙하

7위 : 불안정한 상태 방치에 의한 전도

8위 : 불안정한 상태 방치에 의한 추락

9위 : 무리한 행동에 의한 협착

10위 : 무리한 행동에 의한 충돌

이를 종합한 위험작업 내용은 다음과 같다.

층에서 재해가 발생하는 것보다 고층화 되더라도 재해는 저층 또는 지상에서 일어나고 있음을 알 수 있다. 따라서 이에 대한 대책을 제시하고자 한다.

1) 안전기준의 중점 개선사항

공사공종	위험작업내용
지하 및 지상골조	지반굴착 및 흙막이공 비계설치 및 해체 거푸집 설치 철근조립 콘크리트 타설 거푸집 해체
자재운반 및 적치	콘크리트 말뚝 운반 거푸집 자재운반 철근 운반 철재 운반 폐자재 반출(투하)
설비 및 배관	설비 설치(작업대) 용접 및 용단작업 자재취급
조적, 미장, 타일 도장, 방수, 목공사 철물	재료운반 및 취급 작업대 및 비계설치, 해체
가설기계 및 기구	리프트 설치 및 운전 리어카 취급 기계, 기구의 운반 및 취급 크레인 및 건설기계 취급, 장비 등근툽기계

2) 관리적 중점개선 사항

순위	기능직종	직접원인	관리적원인
1	목공	(불안전한 행동)	교육적 원인
2	설비, 배관공	무리한 동작 불안전한 상태방치	(기능부족, 지식부족, 훈련부족, 의식미흡)
3	미장공	취급부주의 수칙위반	작업관리상의 원인 (작업지도감독 부재)
4	조적공	(불안전한 상태)	배치의 부적합, 정리
5	철근공	작업방법 불량 물자체 결함	정돈 미실시, 금지 작업실시)
6	비계공	방호장치 결함	기술적 원인
7	콘크리트공		(미설치 및 안전장치 불량, 작업방법불량)
8	방수공		
9	잡 부		

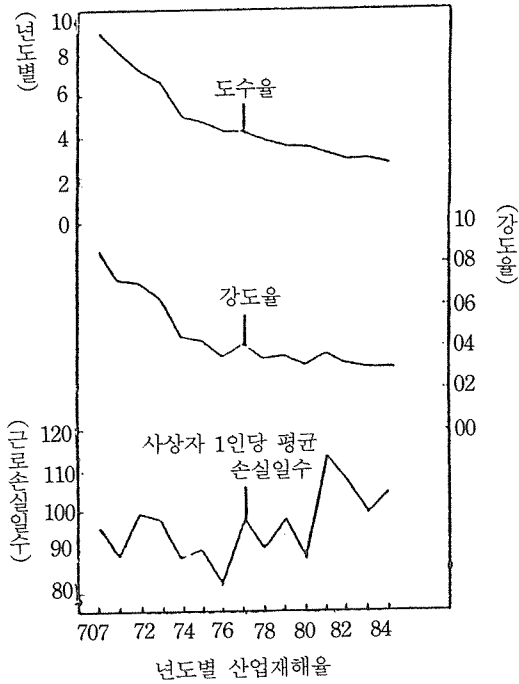
기능직종별 재해발생의 직접원인과 관리적원인을 비교 분석하며 불안전행동에서도 교육적 원인이 압도적이고 다음 작업관리상의 원인과 기술상의 원인도 내재되어 있음을 알 수 있다. 따라서 앞에서 제시한 위험공종 및 작업내용에 따른 안전기준의 개선과 직접 및 관리적 원인에 해당되는 사항도 포함할 대책을 세우고 현장에서 실시 불가능한 안전교육, 작업지도 감독, 안전작업표준의 활성화를 위한 조치도 절실히 요망되고 있다.

2. 초고층 건축공사의 안전 대책사례 (일본)

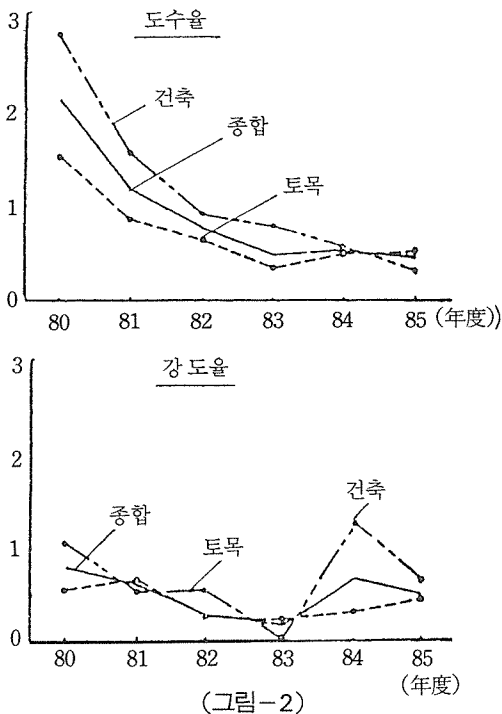
(1) 건설산업재해 발생실태

일본에 있어서 초고층 건축공사는 매년 증가 추세에 있고 이에 따른 건설산업재해의 발생추세에 있어 재해 건수는 감소되고 있으나 재해장도율은 증가되고 있다. 즉 고층화에 따라 재해건수는 감소되나 중대재해는 증가된다는 결론이 나오고 있다.

년도별 재해율은 다음 그림1과 같다.



(그림-1)



(그림-2)

위 도수율 3.0 수준까지 감소되고 있고 강도율은 '83년도 0.3이하에서 0.2이상으로 조금 증가되고 있는 추세를 보이고 있다. 이 중에서 건축공사의 경우 도수율은 감소되고 있으나 강도율은 증가되고 있음을 알 수 있다(그림-2참조)

한편 공중별 재해발생 실태는 가설공사, 철골공사, 골조공사 순으로 발생되고 있으며 가설공사는 가설작업, 비계조립 및 해체, 철골공사는 철골조립 볼팅, 파쇄공사는 가설조립, 해체 등이 주요 작업내용으로 되어 있다.

### (2) 고층건물의 건설 실태

고층건물의 높이별 분류는 높이 45m(15층)까지는 고층, 높이 45m이상 100m이하 (33층)까지를 초고층으로 분류하고 있고, '89년 현재 일본에 있어서의 초고층 건물은 전체 47개소가 있으며 최대높이 1005m가 계획 및 설계중에 있고 향후 계속 증가될 전망을 보이고 있다.

### (3) 초고층 건축건설 공사의 문제점

초고층화 되므로 인해 대두되고 있는 문제점은

- 1) 초고층화, 대규모화는 작업량이 증대된다.
- 2) 작업공정과 공정이 복잡해진다.
- 3) 고층화 될수록 작업 능률이 감소된다.
- 4) 안전조직, 안전설비가 복잡해진다.
- 5) 공기가 늘어난다.

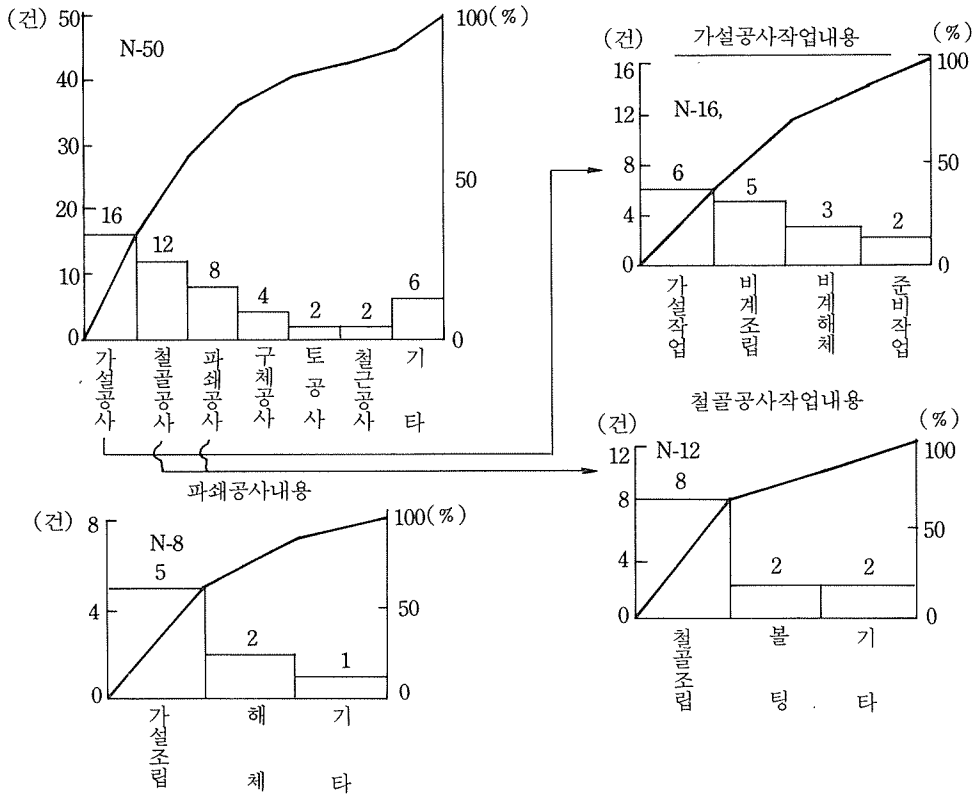
따라서 다음과 같은 대책의 강구가 요망된다.

- 1) 설계 단계에서 안전구조 및 설비에 관한 대책 수립
- 2) 공정계획 수립시 중첩, 연속 및 반복 방식 도입:고려
- 3) 골조, 스라브, 벽체, 내화 및 도장 등의 공정이 동시 수행에 따르는 안전조치 확립
- 4) 복잡 및 방대한 작업에 대한 안전관리 조직 및 안전교육 대책

### (4) 안전대책

안전대책은 안전공법과 관리적 대책을 수립 실천하고 있는 바 그 내용은 기술상(공법)의





(그림-3)

대책으로

1) 스라브(바닥)을 작업대로 활용

- ① 기둥, 빔등의 골조 작업과 동시에 스라브(바닥) 작업과 연계하여 작업 추진하여
- ② 스라브(바닥)을 작업대로 활용하면
- ③ 작업원에게 공포증을 제거시켜 주고
- ④ 재료 및 설비등의 이동성이 양호하여 작업성이 좋아지고
- ⑤ 낙하물 방지와 동시에
- ⑥ 후속작업이 조기에 착수된다.

2) 바닥판의 프리페브화

- ① 구조체 공사 초기부터 바닥판을 조립 즉시 작업대로 활용이 가능
- ② 상하 동시 작업에서 낙하·비래물 등의 방호역할

③ 가설 조립이 단순하고 용이하며 반복작업으로 안전관리가 용이

- ④ 후속작업이 신속히 추진될 수 있고
- ⑤ 시공중 낙하·비래, 강풍, 강우 등에 유리

3) 설계상의 안전성 도입

- ① 사전 안전성 평가를 실시하여 위험을 충분히 파악 및 제거
- ② 공사비 및 안전관리비등 적정공사비 적산 및 적용

4) 시공법의 개발

- ① 부재의 양중방법의 개선
- ② 부재의 집합 방법의 개선
- ③ 공정의 과학화 관리
- ④ 부재 중량의 절감
- ⑤ 풍압에 대한 지지력 증대 방안을 강

구하며  
관리적 대책으로

- 1) 무리없는 공정계획 수립과 관리  
초고층의 경우 건물 단면에 대한 풍압은 일반고층보다 3~10배 증가되며 강풍등으로 작업중단 기간이 길어진다.
- 2) 상하 동시작업의 조정 및 연계 관리  
고층의 경우 상하 동시 작업이 불가피하므로 이에 조정 및 연계 등이 철저히 관리되어야 한다.
- 3) 안전교육 및 안전점검의 철저한 실시  
고층일수록 위험도가 높으므로 작업에 대한 안전교육 및 위험장소를 제거하기 위한 안전점검이 철저히 시행되어야 한다.
- 4) 일일 안전관리제도 실시 및 작업원 안전의식 고취를 철저히 실시한다.  
위험도가 높을수록 체계적인 안전관리제도를 적용, 관리를 실시하고 작업원에 대한 안전의식 고취가 요망되기 때문이다.  
위의 대책을 적용하여 시공한 결과
- 1) 재해가 감소되었음은 물론 작업이 능률적으로 추진되고
- 2) 공사 소요시간이 6%로 감소되는 효과를 얻었다.

### 3. 고층화에 대비한 일본의 제7차 ('88~'93) 재해방지 계획(발취)

#### (1) 산업재해 발생추세

일본의 전체 산업재해 발생의 실태는 산업안전보건법이 제정된 74년도에 비하여 86년 현재 산재보험 수급자수는 55% 감소, 사망자수는 60% 대폭 감소 되었으나 근년에 와서 산업재해의 감소경향이 둔화되고 있다. 건설업의 산업재해도 감소경향을 보이고 있지만 타업종에 비하여 사망재해는 전체의 40%, 4일이상 휴업 재해는 전체의 30%를 차지하고 있어 높은 비율을 나타내고 있다.

특히 대규모 고층건설공사에서는 산업재해 발생건수는 감소되고 있으나 중대재해는 늘어난 추세를 보이고 있는 바 이는 기계화, 고층화 시공에 따라 거푸집 지보공, 작업대, 토사붕괴, 추락재해 등에 의한 사망재해등 중대재해가 많이 발생되기 때문으로 판단되고 있다. 뿐만 아니라 건설용 기계, 동력크레인 및 목재가공용 기계등에 의한 재해발생은 증가되고 있는 경향을 나타내고 있다.

#### (2) 계획 방향

일본의 7차 산업재해방지 계획은 위와 같은 추세 판단에 따라 건설업종에서는 다음과 같이 계획을 수립하고 있다.

#### 건설업 재해방지 계획 공통사항

- 1) 시공방법, 공기등 발주조건의 적정화 촉진
- 2) 시공계획 단계에서의 공법, 사용기계설비, 작업방법에 대하여 안전보건관련 사전평가의 철저
- 3) 공사현장에서의 총괄안전보건관리의 철저
- 4) 본사, 지점등과 현장이 일체가 된 안전보건활동 추진 체제의 정비
- 5) 전문공사업에 대한 안전보건 활동의 촉진
- 6) 이동식크레인, 크레인, 차량계건설기계등의 정기차체검사 및 점검정비의 이행과 아울러 적정사용의 확보
- 7) 면허취득자, 작업책임자의 배치 및 직장(職長), 시공기술자, 유자격등에 대한 안전보건교육의 철저
- 8) 마이크로 버스, 트럭으로 인한 교통재해의 방지
- 9) 소규모 건설공사를 시공하는 업자들이 지역별 발주계열별등으로 참여하는 안전보건활동의 촉진

#### 건설공사 관계사항

- 1) 발판의 설치에 의한 안전작업바닥평면의 확보

- 2) 발판, 거푸집지보공동 가설설비의 강도 및 적정한 구조요건의 확보
- 3) 가설구조물, 건축물등의 조립등 작업시의 안전확보
- 4) 신품이 아닌 건설기재의 적정한 관리의 철저
- 5) 우레탄폼등을 사용하는 단열공사에 있어서 화기관리의 철저
- 6) 건축물의 신축 및 해체, 개수공사에 있어서 석면등의 취급작업에 대한 안전보건 작업교범(教範)의 작성
- 7) 콘크리트의 끝작업, 통풍이 불충분한 장

소에서의 도장작업에 있어서 환기 및 호흡용 보호구 사용의 철저

- 8) 저진동공구의 사용 및 방음보호구 사용의 철저

이상과 같이 우리나라의 건설업재해가 가지고 있는 문제들이 일본에서도 아직 완벽하게 해결되지 못하고 있는 것으로 판단된다. 따라서 금번 조사에서 파악된 재해발생의 주원인인 가설물 설치 거푸집설치 및 해체, 자재운반, 기계설비사용상의 문제들을 해결하는 것이 건설업 재해예방의 지름길이 될 것이다. ㉞

주) 4. 안전대책은 다음호에 게재한다.

