


제 1 주제

건축공사의 재해원인과 그 대책

서울大學校 建築學科 教授

工學博士 金文漢

목 차



1. 序 論	3
2. 災害 發生의 mechanism	4
3. 災害 原因 分類	5
4. 災害原因 分析 方法	8
5. 防止對策	9
6. 事例研究	16
7. 結 論	20

建築工事 災害의 原因과 그 防止對策

서울大學校 建築學科 教授 工博 金文漢

1. 序 論

그동안 우리나라는 수차에 걸친 경제개발 계획으로 고도성장을 거듭함으로써 산업구조와 생산기술이 고도화, 기계화, 전문화 되어가고 있다. 특히, 건설산업에 있어서는 국내외에서 기술적 발전이 급진됨으로써 건축공사가 대형화, 고층화 되고 새로운 공법등이 개발 도입되었다.

그러나 이러한 발전뒤에는 기계적, 전기적, 시설적 잠재 위험요인은 오히려 증가되고, 그에 대한 통제력이 미비하여 건축공사의 재해유형은 날로 복잡, 다양해지고 수적으로도 놀랄만큼 증가하고 있는 실정이다. 이러한 재해원인을 분석해보면 발생과 원인 사이에는 반드시 필연적 인과관계가 있기 때문에 과학적인 예방대책 강구가 가능하다.

건축공사 대부분이 개개의 부지에서의 단품수주 생산이므로 생산의 장소가 일정치 않고, 작업환경은 공사 진척에 따라 변화하는등 일반 제조업과 비교해서 안전관리는 극히 곤란하다.

재해의 발생에는 반드시 그 원인이 있고, 그리고 무엇인가의 징조가 있을 것이다. 기술수준이 낮고, 설비의 不備로 불가항력적인 것으로 생각되었던 것도, 그 원인과 징조를 빨리 찾아 낼수 있다면, 사고를 미연에 방지할 수 있고 사고에 의한 피해를 최소화 시킬 수 있을 것이다.

이를 위해서는 재해를 조사하여 “ 왜 재해가 발생하였는가 ” 그원

인을 규명하고 같은 재해가 두번 다시 일어나지 않도록 재해의 원인을 자세히 분석 검토하여 적절한 대책을 세워야 할것이다.

2. 災害 發生의 mechanism

건축공사 현장에서 재해의 발생원인은 여러가지 요소가 복합되어 있어, 그 원인을 정확히 파악하는데는 어려움이 있다. 그러므로 원인의 실체를 파악하는데는 그 원인의 본질적인 요소의 조합된 구조를 요약 정리하여 이들의 구성요소가 몇개인가를 분석할 필요가 있다. 그림 1은 재해발생의 mechanism의 기본적인 모델이다.

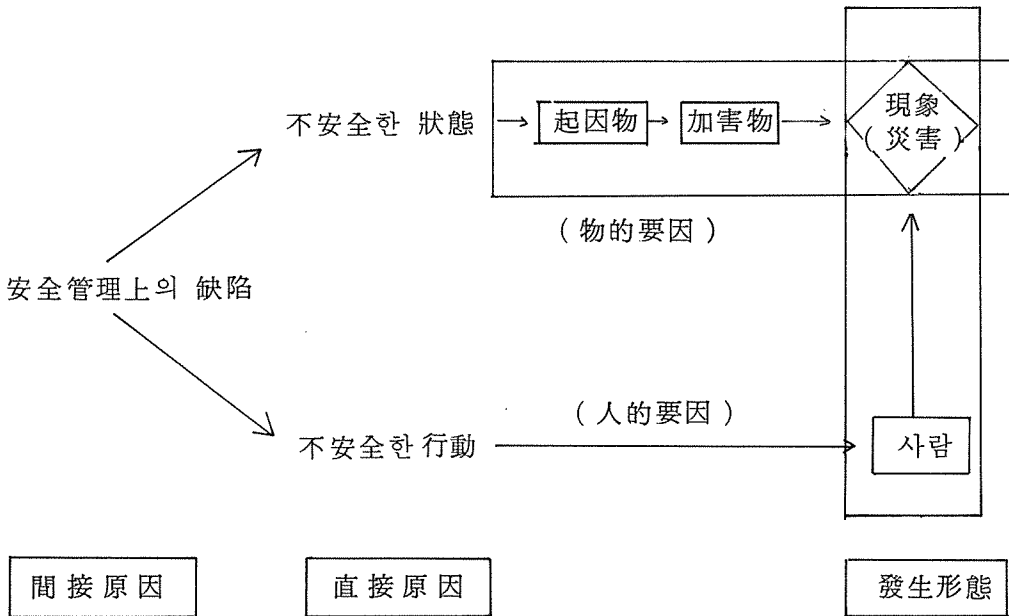


그림 1. 재해발생의 기본모델

이 그림에서 재해는 물적요인이 사람에게 접촉한 현상인가 또는 사람이 유해환경에 노출된 현상인가를 표시하는 물체와 사람과 접촉현상의 상호 관계를 표시하고 있다.

物體와 사람의 조합된 접촉현상을 “발생형태”라 하고 物的요인은 “不安全的 狀態”로 나타내고, 불안정한 상태에 있는 物體를 “起因物”이라 한다.

“不安全的 狀態”란 事故를 일으킬 수 있는 상태, 또는 事故의 原因이 될수있는 상태를 가르킨다. 물체중에서 직접 사람에게 접촉하여 危害를가한 물체를 “加害物”이라 하여 起因物→加害物→現象 순으로 나타나, 이 起因物과 加害物이 동일한 경우도 있고 다른 경우도 있다.

“不安全的 行動”이란 災害의 원인이 되는 불안정한 행동을 말한다. 이 불안정한 행동은 몰라서 하는 행동, 또는 알고서도 고의로 하는 경우도 있다. 행동하는 사람은 被害者 本人의 경우와 제3자인 경우도 있다. 物體의 不安全的 상태와 사람의 不安全的 행동이 복합하여 災害가 일어나게된 工事場内の 管理上 결함을 “安全管理上の 缺陷”으로 표시한다.

그외 신체의 결함, 지식 및 기능의 부족, 직종 및 작업의 종류, 경험 및 연령 등과 같은 사항을 포착하면 재해발생요인을 상세하게 표시할 수 있다. 産業災害의 88%가 不安全的 행동으로, 10%는 불안정한 상태에서, 나머지 2%는 不可抗力으로 일어난다고 한다.

3. 災害原因分類

災害의 原因에는 安全管理上の 결함에 의한 間接原因과 不안전狀態 및 不안전한 行動에 의한 直接原因의 두가지로 크게 분류할 수 있다.

3.1 間接原因

- (1) 技術的 原因
- (2) 教育的 原因
- (3) 作業 管理上 原因

3.2 直接原因

- (1) 不안전한 狀態
 - 1) 물체 자체의 결함
 - 2) 안전방어장치의 결함
 - 3) 복장, 보호구의 결함
 - 4) 작업환경의 결함
 - 5) 생산공정의 결함
 - 6) 물체의 배치 및 작업장소의 결함
 - 7) 경계표시 설비의 결함
 - 8) 기 타
- (2) 不안전한 行動
 - 1) 위험장소 접근
 - 2) 안전장치의 기능제거
 - 3) 복장, 보호구의 잘못된 사용
 - 4) 기계, 기기의 잘못된 사용

- 5) 운전중인 기계장치의 손질
- 6) 불안정한 속도 조절
- 7) 위험물 취급 부주의
- 8) 불안정한 상태 방치
- 9) 불안정한 자세 동작
- 10) 감독 및 연락 불충분

(3) 起因物

- 1) 동력기계
- 2) 운반기계
- 3) 기타장치
- 4) 가설, 건축물
- 5) 물질재료
- 6) 적재물
- 7) 환 경
- 8) 기 타

(4) 發生形態

- 1) 추 락
- 2) 전 도
- 3) 충 들
- 4) 붕 괴 · 도 괴
- 5) 협 착
- 6) 감 전

- 7) 폭 발
- 8) 과 열
- 9) 화 재
- 10) 무리한 동작
- 11) 이상온도 접촉
- 12) 유해물 접촉
- 13) 기 타

4. 災害原因 分析方法

재해원인 분석 방법에는 크게 개별적 원인분석과 통계적 원인분석이 있다. 개별적 원인분석은 각 개별 災害를 한건씩 災害要因을 세부적으로 포착 하는것이고, 통계적 原因分析은 災害發生 원인들을 수집, 統計的 方法으로 상호관계 또는 분포상태 등을 주로 하여 거시적으로 災害原因을 포착하는 방법이다.

4.1 個別的 原因分析

個別的 原因分析은 그때 그때 발생하는 특수한 災害나 중대한 災害의 原因分析에 적합하고, 또 災害發生 건수가 적은 사업장에 적당한 원인 分析方法이다.

각각의 災害가 일어나는 要因은 복잡하게 얽혀 있어 調査에 시간이 소요된만큼의 效果가 있는것이 아니다. 따라서 調査는 자체에서 신속하고, 대책의 방향은 調査項目中에서 중요한 요소를 뽑아내어 重點的으로 깊이 分析하는 것이 좋다. 여기서 특별히 주의를 요하는

사항은 동일한 災害로 보이는 것이라도 조작한 기계, 조작한 장면등을 비교해 보면 災害發生形態가 다르다는 것이다. 그러므로 이러한 것을 규명하려면 일정한 調査項目 範圍를 넘어서 그 災害가 가진 특유의 調査項目이 필요하게 된다. 즉 個別 災害分析方法은 공통조사항목 외에도 그災害에 맞는 調査項目에 의하여 개개 災害에 대한 原因分析을 해야 한다.

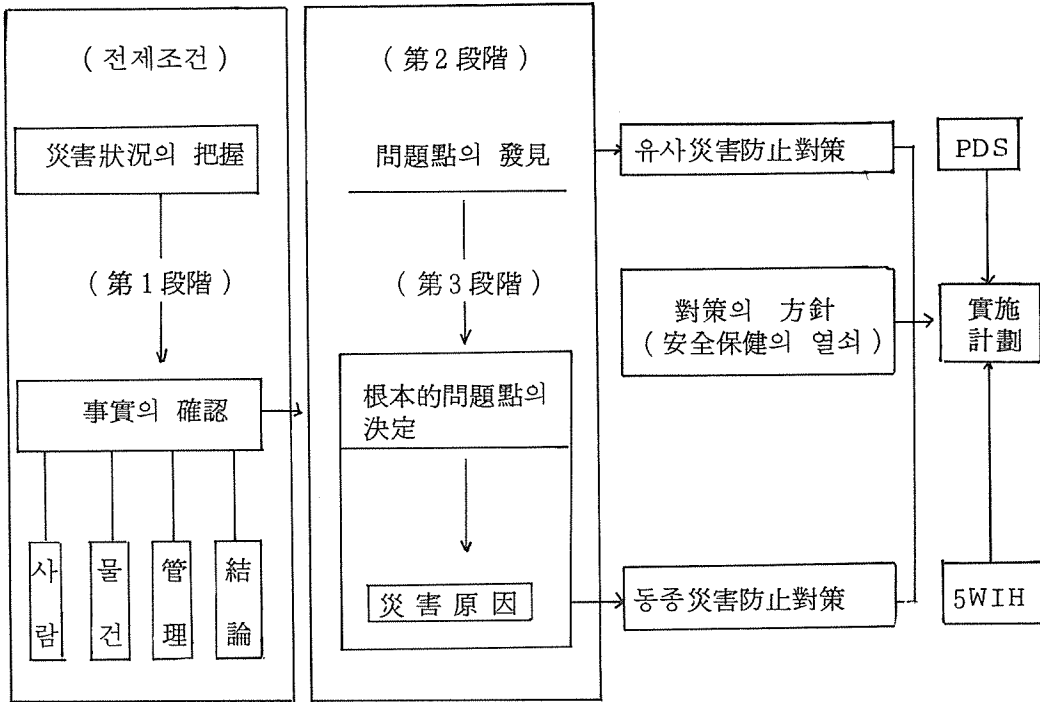
4.2 統計的 原因分析

個別的 災害原因分析의 결과를 모으면 발생빈도가 높은 原因을 알 수있게 되고, 그 原因要素를 多角的으로 규명하는 방법은 통계적인 방법에 의하여 가능하다.

災害는 그 發生狀況이 달라짐에 따라 發生樣詳이 달라지지만 공중기기, 작업내용등 등이 동일하다 해도 이들을 모아서 分析하면 공통된 양상을 가지고 있다는 것을 알게 된다. 이점에 착안점을 두어 과거 災害事例에서 각종 원인들을 모아서 이를 통계적인 方法으로 分析 및 檢討하여 공통된 양상의 災害를 찾아내려는 것이 이 分析 方法의 目標이다.

5. 防止對策

災害·事故가 발생했을때, 그 원인을 조사해서 이것에 대한 對策을 강구하고 동종 동경향의 災害의 再發防止를 도모해야 하는 것은 아주 重要的인 일이다. 이에 災害狀況의 原因을 조사하고 그에 대한 대책을 강구하려면 다음과 같은 순서에 입각해야 한다. (그림 2 참조)



(그림 2) 재해사례의 연구

- 1) 災害狀況을 정확히 把握한다.
- 2) 사실을 確認한다.
- 3) 기준과 비교해서 問題點을 發見한다.
- 4) 문제점 가운데서 災害의 중심이 된 根本的인 문제점을 결정한다.
- 5) 災害原因을 決定한다.
- 6) 災害를 해결하기 위한 對策을 세운다.

(1) 災害狀況의 把握

災害狀況의 把握은 다음 項目에 대하여 실시한다.

- 1) 災害發生 日時, 場所
- 2) 公衆, 규모
- 3) 上해의 部위
- 4) 物적 피해상황
- 5) 피해 근로자의 신상
- 6) 사고발생형태 (노동부 예규 제 56 조)
- 7) 기인물
- 8) 가해물
- 9) 조직도
- 10) 재해현장그림

(2) 사실의 확인

작업의 개시에서 재해의 발생까지의 경과 가운데 재해와 관계가 있는 사실 및 재해요인으로 알려진 사실을 비교하여 객관적으로 밝혀둔다.

사실의 확인은 사람, 물건, 관리에 관한 것과 재해발생 경과의 4가지로 구분하여 고찰한다. (그림 3 참조)

- 1) 사람에 관련된 것
 - ① 작업명과 그내용
 - ② 단독·공동 작업인가
 - ③ 공동작업자의 특성과 역할
- 2) 물건에 관계된 것
 - ① 복장, 보호구
 - ② 기상, 환경

- ③ 물질 - 재료, 적치물
- ④ 설비 · 기계 · 안전장치
 - 동력기계
 - 운반기계
 - 기타장치
 - 가설, 건축구조물

3) 관리에 관한 것

- ① 안전보건규정, 작업표준의 유무와 그내용
- ② 동종재해 또는 유사재해의 유무와 대책
- ③ 관리, 감독상황

4) 재해발생까지의 경과

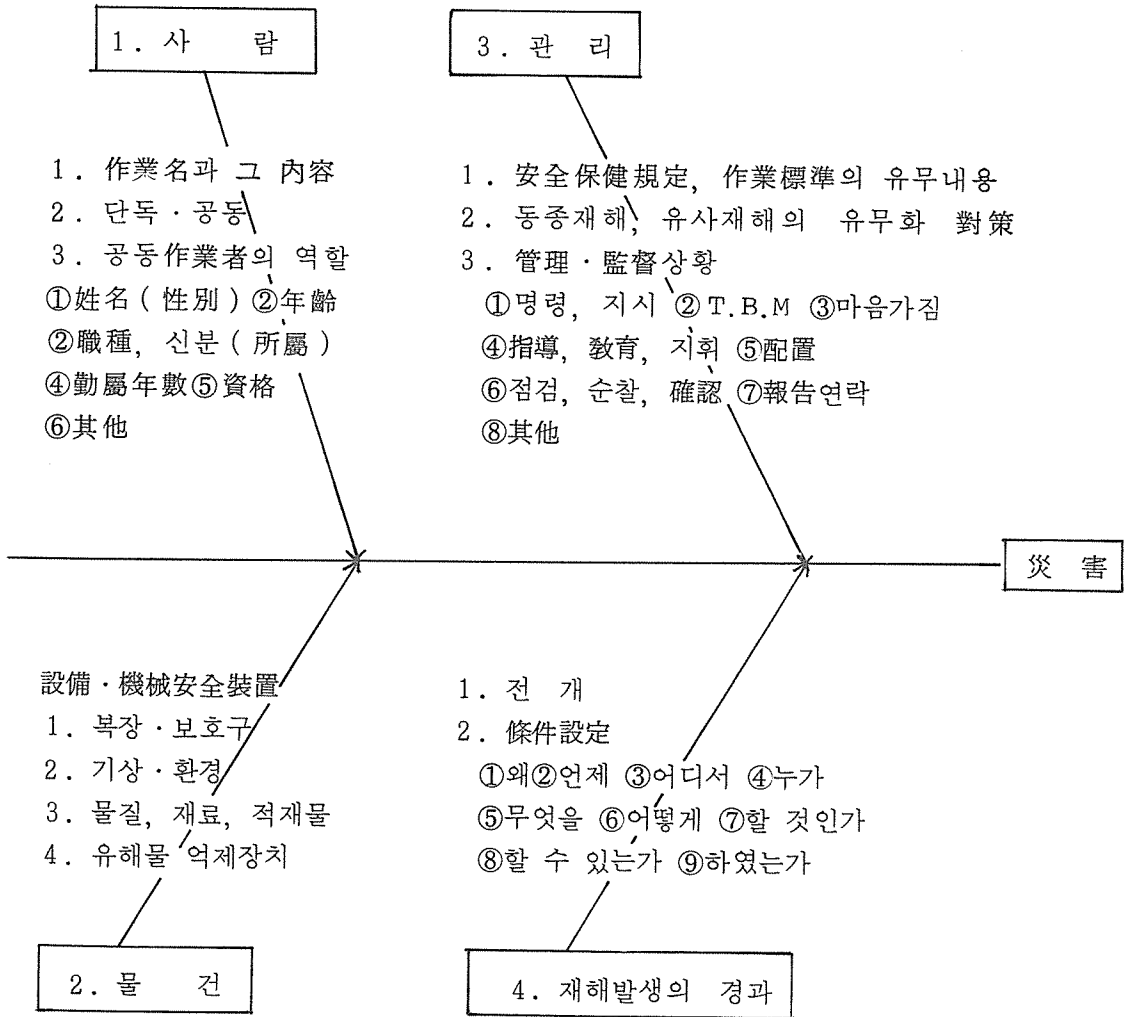
- ① 전 개
- ② 조건설정

(3) 문제점의 발견

1) 파악된 사실로부터 판단해서, 기준에서 벗어난 사실을 문제점으로서 적출하고, 무엇을 기준으로 하여 문제점으로 하였는가 그 이유를 분명히 한다.

특히 관계법규, 사내규정 등과의 관계를 검토한다. 이 경우 기록된 사실에 관한 표현이 불충분하면 보충설명을 하지 않으면 문제점이 되는가 여부를 판정하기 어려울 때가 있으므로 유의한다.

2) 문제점이 된 사실에 대하여는 인적 · 물적 양면 또는 그배경이 되는 관리면에서 분석 검토하고 이들의 문제점이 재해에 관련되는 영향의 범위 및 정도를 평가하여 장래에 대한 영향까지도 예



(그림 3) 사실의 확인순서

측하여야 한다.

3) 공동작업 또는 혼재작업의 경우는 문제점과 관련되는 사람

및 그 소속을 분명히 한다.

4) 재해의 기준은 법규, 사내규정, 계획, 작업명령, 작업표준, 설치기준, 직장의 습관, 작업의 상식 등을 말한다.

5) 문제점은 관리·감독자 또는 작업자의 권한, 책임 및 직무에서 볼 때 기준대로 하였는가 또한 그 능력 적성으로 보아 하여야 할 일을 기준대로 할 수 있는가에 따라 평가하고, 판단하여 결정한다.

(4) 근본적 문제점의 결정

1) 문제점마다 그 재해원인이 인적이거나 물적이거나, 또는 관리적인가를 구분하여 결정한다. 관리적으로는 작업관리 또는 재해예방대책 중에서 관리적 책임이 있는 경우를 말한다.

2) 파악된 문제점 가운데 어느 것이 재해의 중심적 요인이 되었는가를 검토하여 이것을 근본적 문제점으로 결정한다.

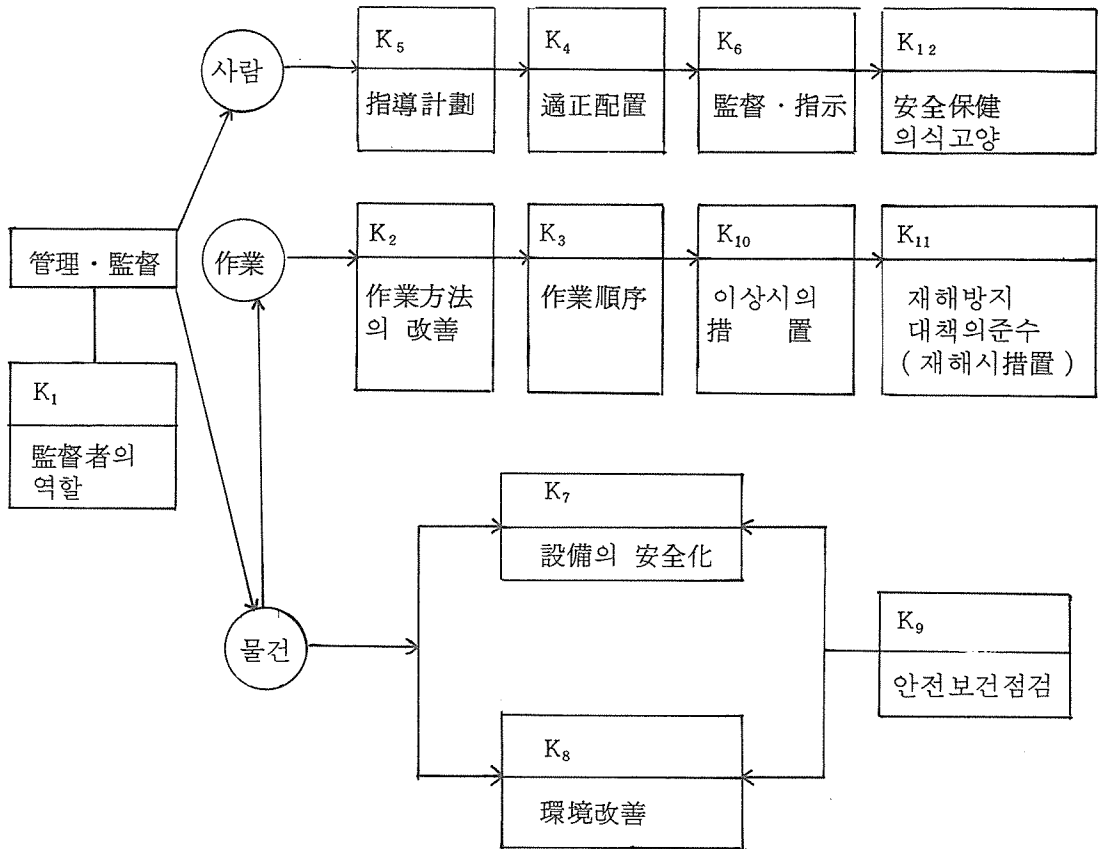
3) 특히 법규, 사내규정에 위반하는 사실은 문제점이 크므로 재해와의 인과관계를 고려해서 근본적인 문제점으로 한다.

4) 문제점은 다음 그림 4 와 같은 12 개의 “안전보건의 열쇠” 중 어느 열쇠에 해당하는가가 분명하게 되면 다음 단계에서 대책의 방침을 세우는데 용이하다. 문제점이 발생한 배경에 따라 해당하는 열쇠의 종류가 복수로 된다.

(5) 재해원인을 결정한다.

1) 근본적 문제점으로 된 사실을 요약하여 재해원인을 결정한다.

2) 재해 현상적으로 고찰해서 재해원인이 부적당하다고 생각되는 때에는 근본적 문제점의 수가 부족하다는 것을 나타낸다.



(그림 4) 안전보건의 열쇠

(6) 대책을 수립한다.

1) 동종재해의 예방대책을 세운다.

근본적 문제점 및 재해원인에 의거 예방대책을 수립한다. 사고의 사실이나 문제점중에서 사전에 손을 쓰면 사고나 재해를 예방할 수 있다고 보는 사람, 물건 및 관리의 측면에서 몇개의 대책을 세워

이들을 조정하여 실시한다.

對策은 필요성, 구체성 및 실시가능성이 있는 것이어야 하며, 최선의 방법이 요망된다.

앞으로 災害要因을 어떠한 방법으로 발견하고 그것을 제거할 것인가 또 새로운 災害要因의 발생을 예방하기 위해서는 어떻게 할 것인가를 검토하여야 한다.

對策의 중점, 실시순위 외에 필요에 따라서 필수조건 또는 희망조건을 기술한다.

對策의 중점적인 내용 및 실시순위를 결정하는것이 중요하다.

2) 對策의 실시계획을 세운다.

對策의 실시계획은 누가 (누구에게), 언제까지, 어디서, 무엇을, 어떻게 할 것인가를 분명히 한다.

“누가”는 자신이 하는가, 다른사람에게 의뢰하는가, 용원을 요청하는가, 부하나 상사에게 상담하는가, 누구에게 의견을 상신하는가를 결정한다.

“언제까지”는 구체적으로 결정한다. 필요에 따라서 확인의 방법을 구체적으로 결정해 놓아야 한다.

3) 類似災害의 豫防對策을 세운다.

모든 문제점에서 類似災害 防止를 위한 對策 또는 배려할 사항을 상기(1) 災害狀況의 파악에 준하여 결정한다.

6. 事例研究

事例) 크레인으로 거푸집解體作業中 墜落災害

(1) 概 要

- 1) 工事의 種類 : 고층아파트 신축공사
- 2) 工事 內 容 : 신축아파트 강관거푸집 지보공 해체 작업
- 3) 災 害 者 : 사망 1명 (거푸집목공)

(2) 災害發生 現況

B社 아파트 신축현장에서 災害當日 형틀목공인 被害者는 12層에서 콘크리트 골조작업을 위해 사용되는 터널폼 (Tunnel Form : 강관 거푸집 지보공) 을 타워 크레인으로 解體시키는 작업을 수행하고 있었다.

解體作業을 계속중이던 被害者는 탈형준비를 완료한뒤 위 슬라브에 있는 크레인 信號者에게 터널폼을 解體하도록 알렸고, 타워크레인 운전자는 신호수의 信號를 받아 터널폼을 解體시키기 시작했다.

터널폼이 서서히 밖으로 빠져나가자 災害者는 들고 있던 터널폼 타이볼트 (Tie Bolt: 2개의 강관거푸집 지보공을 조립하기 위한것) 를 폼 내부에 함께 얹어 지상에 내리기 위해 움직이는 터널폼 속으로 뛰어 들었고 순간 터널폼의 支持帶에 걸려 12層 난간밖으로 밀쳐 내어져 地上 바닥으로 墜落 死亡하였다.

(3) 災害發生 原因

1) 12層에서 작업하는 노무자에게 당시 墜落의 위험이 있음에도 安全帶를 着用하지 않고 작업을 시켰으며,

2) P.C工法 (Precast Concrete) 을 도입하여 形成된 콘크리트를 조립하고 또한 강관거푸집 지보공을 사용하여 건축을 함으로써 重裝備를 다량 사용함에도 불구하고 이들에 대한 安全作業守則 특히

크레인 표준신호방법을 적용 및 시행하지 않았다.

3) 豫算編成上 安全管理에 필요한 안전망이나 비계를 설치할 예산은 P.C工法으로 인해 불필요하다는 전제하에 전혀 計上되지 아니하였으며 특히 墜落防止 措置로서 유일하게 사용되며 있는 강관지 지대(Pipe Support)를 아파트 골조공사후 P.C틀을 붙인 곳외의 작업발판 끝등 2 m이상에서 작업이 이루어지는 곳에는 반드시 設置를 하여야 하나 일부만 설치하여 두고 설치한 후에도 때때로 작업을 위하여 撤去후 재설치 하지않고 있었다.

4) 建設業으로서 常勤 勞務者가 300人이상의 현장에서는 專擔 安全管理者를 두어 安全管理業務를 專擔하도록 하여야하나 안전관리자가 공사과장으로 겸직 근무하고 있어 안전관리자로서의 직무인 建設物, 設備, 作業場所, 또는 作業方法의 위험에 따른 應急措置 또는 적절한 防止裝置 결여로서 災害가 다발하고 있었으며,

5) 14개의 事業體를 下都給業體로 두고 있으나 사업주 간의 安全管理協議體 未構成은 물론 下都給業體에 대한 教育支援등이 전혀 없었다.

(4) 對 策

1) 2 m 이상의 고소작업시 墜落防止施設을 하기가 곤란할 때에는 반드시 安全帶를 着用하고 필요시 작업에 지장을 주지 않는 안전블록(Safety Block)을 사용하여 착용토록 한다.

2) 아파트 현관앞등 작업시 추락위험지구에 설치되는 支持帶는 가로, 세로, 각각 2개이상 견고히 설치하되 세로로 설치되는 그間隔이 75 cm 이상이 되지 않도록 하고 작업이 完了되기까지는 절대로 除

去하지 않는다.

3) 크레인등 重裝備運轉을 위한 標準信號方法을 노동부에서 制定 告示한 「크레인등 표준신호방법」을 참고하여 전종업원에게 주지 시키는 물론 크레인 운전석 옆에는 반드시 신호방법을 附着하여 크레인 운전자의 교체 또는 신호자의 교체시 신호의 혼란으로 인하여 災害가 발생되지 않도록 한다.

4) 14 개의 下請業體와 B建設이 고용한 근무자가 동일한 현장에서 작업을 할 때에 생기는 産業災害를 豫防하기 위한 업무를 總括 管理하기 위하여 B建設의 安全保健管理責任者를 안전보건총괄책임자로 선임하고 14 개의 受給業體와 安全保健에 관한 協議體의 構成 및 運營, 작업장의 巡廻點檢등 안전·보건관리, 수주업체가 행하는 근무자의 안전 또는 보건교육에 대한 指導와 支援을 하도록 한다.

5) 安全管理者는 專任으로 採用하여 작업장의 작업前, 작업中, 작업後 등 적어도 1일 3회이상 巡廻點檢을 하여 危險要因을 사전에 점검토록하고 豫防措置를 하게함은 물론 災害의 정확한 原因調査 및 再發防止對策에 관한 事項을 담당하게 함으로써 同種災害가 반복되지 않도록 하게하고 근로자에게 안전한 작업방법 및 지급된 보호구의 착용지도등 災害防止에 관한 업무를 담당하게하고 安全保健管理責任者는 안전관리자에게 필요한 권한을 위임하며 또한 신분을 보장함으로써 근로자들이 안전관리자의 지시를 철저히 이행토록 뒷받침하여야 한다.

7. 結 論

최근 건축공사는 점차 大型化, 高層化, 複雜化 趨勢에 있고, 기계설비나 시공기술의 高度化에 대응하기 위해 安全管理은 공사관리중 큰 比重을 차지하고 있다. 勞動災害防止는 인명존중의 입장에서도 중요하다. 이는 再論할 필요도 없다. 한번 災害가 일어나면 직접적 간접적 손실이 클 뿐만 아니라, 기업에서는 사회적 信用의 墜落등 기업 경영에 미치는 영향이 크다.

災害의 發生에는 반드시 그 原因이 있다. 이와같은 원인에는 직접 원인과 간접원인이 있다. 직접원인은 불안정한 狀態 및 불안정한 行動에 의해서 생기고 간접원인은 기술적原因, 교육적原因, 관리적原因으로 나누인다. 원인을 찾아낼 수 있다면 사고를 미연에 방지할 수 있고 사고에 대한 피해를 最少化 시킬 수 있을 것이다. 건축공사의 安全管理 對策은 과거의 災害事例를 糾明하고 원인을 分析하여 시공 계획시에 災害의 豫防措置를 강구하므로서 대부분의 災害를 豫防할 수 있을 것이다. 이와 같은 見地에서 災害의 원인을 分析하고 그防止對策을 수립하기 위해서는 다음과 같은 접근방법에 의하는 것이 좋다.

1) 사고의 해결에 필요한 情報를 정확히 파악하고 2) 사인에 입각하여 判斷하고, 기준과의 차이에서 문제점을 發見하여 3) 문제점 가운데 災害의 중심이된 근본적인 문제점을 決定해서, 災害의 原因을 糾明해서, 4) 사고를 해결하기 위한 對策을 세우도록 한다.