



연구논문

工業化 建築 定着에 의한 建設災害 減少方案에 대한 研究

—아파트 建築을 中心으로—

건설안전기술사
건축시공기술사 朴宰永
한일개발(주) 상무

目 次

| |
|------------------------------------|
| I. 要 約 |
| II. 序 論 |
| III. 建設災害 現況 |
| 3.1 연령별 재해발생 현황 |
| 3.2 입사 근속기간별 재해발생 현황 |
| 3.3 발생형태별 재해발생 현황 |
| 3.4 요양기간별 재해발생 현황 |
| IV. 工業化 建築의 概念 |
| 4.1 공업화 건축의 기본 개념 |
| 4.2 공업화 건축의 특징 |
| 4.3 국내 공업화 건축 정착의 문제점 |
| 4.4 국내 공업화 건축의 전망 |
| 4.5 공업화 건축과 재래식 공법과의 비교 |
| V. 工業化(P.C工事)施工事例에 따른 災害分析 |
| 5.1 공업화 건축과 재래식 공법에 의한 재해의 비교분석 |
| 5.2 공업화 시공에 따른 재해 분석 |
| VI. 結 論 |
| ※ 參考文獻 |

I. 要 約

現代는 규모면이나 量的인 면에서 각종 産業 施設의 팽창을 가져 왔으며, 住宅建設을 위한 신도시개발 착수 후 심각한 資材難, 人力難 등으로 建設業界가 어려움을 겪고 있으며 특히 건물이 大型化, 高層化됨에 따라 重大 安全事故의 급증으로 기능인력의 건설현장 이탈現象이 심화되어 建設業 뿐만 아니라 社會적인 문제로 까지 대두되었다.

이에 따라서 建設災害防止의 必要性和 보다 合理的이고 효과적인 建設재해 防止策의 필요성이 고조되었다.

本 研究에서는 근본적인 概念으로써 建設災害의 發生課程을 段階別로 分析하고 그 問題點을 抽出하여, 근원적인 對策方案으로 建設의 공업화 생산 및 시공방안을 제시하였다.

이러한 目的으로 研究를 수행한 결과, 建設 重大재해의 주요 발생요인은

- 1) 建設현장의 작업여건이 열악하므로 경험 있는 우수한 機能人力의 現場忌避現象 심화
- 2) 인력수급 부족현상을 극복하기 위하여 근

속연수 6개월미만의 미숙련공의 투입으로 重大災害 多發

3) 기능 인력의 老齡化로 인한 安全事故 多發

4) 재래식 공법에 의한 시공법에 의존하므로 고소의 거푸집 설치, 해체, 외부비계 설치 및 해체작업에서 重大 墜落事故 多發

5) 작업일수가 적어 장기적으로 한 장소에서 안정된 작업을 하지 않고 공정에 따라 수시로 현장을 이동하며 작업을 하므로 직장에 대한 소속감이나 안전작업 방법의 결여로 재해사고 다발

6) 임시가설물 위에서 작업을 하므로 안전교육이나 복리후생시설마비로 안전 작업수행이 어렵다.

등으로 要約되었으며 이에 대한 근원적인 해결 方案으로, 工業化 建設 工法을 提示하였다. 건설을 공업화할 경우 다음과 같은 효과가 예상되었다.

공업화 建設工法의 豫想效果

1) 건설업의 주요공정에 공장생산 작업으로 轉換시키므로 現場作業人力 감소효과 발생으로 추락 등 重大災害를 근원적으로 豫防할 수 있다.

2) 工場作業은 現場作業에 비하여 근무조건이 매우 向上되므로 근로자가 장기적, 계속적으로 근무할 수 있어 引力確保 및 技術向上을 기할 수 있으며, 安定된 作業을 할 수 있으므로 재해를 감소할 수 있다.

3) 계절에 관계없이, 공장에서 繼續 生産을 할 수 있으므로 건설업의 問題點인 계절적 실업을 防止할 수 있다.

4) 工期의 短縮 및 原價를 節減할 수 있다.

5) 品質 向上을 기대할 수 있다.

II. 序 論

건설업은 社會施設의 擴充과 海外建設에 힘

입어 국가 경제발전에 지대한 貢獻을 하고 눈부신 發展을 거듭하여 왔으며, 외화 부족시 이를 충족시키고 국내의 높은 失業率을 감소시키는 데도 큰 役割을 하여 근로자에 대한 雇用機會 擴大의 場이 되었다.

현재 국내 건설업의 공사 규모가 大型化, 高層化, 複雜化함에 따라 機械와 人力의 혼재 작업은 날로 증가추세에 있고, 施工能率 및 品質 向上을 위한 신공법, 신기술도입 적용공사가 점점 增加하고 있으므로 建設業의 發展은 계속적으로 국가 경제발전의 주도적 役割의 한몫을 할 것이다.

그러나 건설업의 발전에 걸맞지 않게 건설업의 災害實態는 발생빈도 면에서 제조업 다음으로 2위라고 하지만 製造業은 다양한 異種業種들의 집단인 반면 建設業은 單一業種으로서 이러한 發生頻度를 나타내고 있으며, 重傷 및 死亡災害 發生은 단연 先頭라는 부끄러운 記錄을 나타내고 있다. 이와 같은 災害記錄의 이면에는 屋外作業이라는 建設業의 특수성에 기인하는 바도 없지는 않지만 무엇보다도 지적하지 않을 수 없는 것은 지금까지 建設業을 經營해 온 經營主의 經營意識과 建設技術人의 安全意識에 가장 큰 문제점이 있는 것으로 思慮된다.

과거 건설업의 經營 形態는 재해예방 측면에서 볼 때 인간적인 측면의 재해 예방 계획은 전무한 상태였으며 재해예방을 위한 사전투입 비용보다는 사후관리, 보상차원이 기업이윤에 도움이 된다는 人間輕視 풍조가 만연되어 있었음을 부인할 수 없을 것이다. 또한 우리 건설 기술인들도 시간, 품질, 비용감소 등에 우선 배려를 하고 安全은 2차적인 부분으로 관리해 온 것이다.

최근 政府의 200萬戶 주택건설에 따른 新都市 開發事業으로 20層 이상의 초고층 아파트가 한꺼번에 發注, 施工됨에 따라 건설재료는 물론 전문기술, 기능인력의 수급 불균형을 초래하여 미숙련 기능공이나 노령 근로자들이 건설현장에 대량으로 투입되었고 계약의 편부성으로 인한

무리한 공정진행으로 重大災害가 많이 發生하게 되었다. 1990년도 산업 재해 보상 보험법 적용 사업장 129,687개소에 종사하는 근로자 7,542,752 명중에서 4일이상 療養을 요하는 災患者가 132,893명, 사망자가 2,236명이 發生하였으며, 經濟的 總 損失額은 26,967억원에 이르렀다. 1991년도에는 적용 사업장이 146,284개소 늘어났으며, 종사하는 근로자는 7,922,704명으로 늘어났다. 이중 4일이상 요양을 요하는 재해자는 128,169 명으로 줄어들었으나 사망자는 2,299명으로 늘어났다. 91년도의 경제적 총 손실액은 35,076억 원에 달하여 심각한 수준에 와 있다.

건설업에서 산업 재해로 인한 사상자수는 전체산업의 사상자 128,169명 중 42,302명으로 전체산업의 33.3%를 차지하고 있으며, 그 중 사망자수는 전산업에의 사망 재해자 2,299명중 건설업의 사망재해자수는 801명으로 35%를 차지하고 있다.

建設業의 産業災害가 全體産業에 비할 때 33.3%라고 하나, 同 災患者는 산재보험 적용 사업장의 근로자로서 4일 이상의 요양을 전제로 하고 있기 때문에 경미한 부상 등을 합한다면 건설업의 특성으로 볼 때 그 比率는 더욱 높아질 것이다.

더우기 국내의 현시대적, 사회적 요구에 따라 대규모 소요 주택을 비교적 짧은 공정내에 완성해야 하는 상황에서 폭주하는 건설물량에 따라 인력동원 등 새로운 문제가 발생하여, 재래식 공법으로는 이들 난관을 타개할 수가 없게 되었다.

었다.

안전하고 쾌적한 작업환경을 충족시키기 위하여서는 열악한 건설현장의 작업환경을 근본적으로 해결하기 위한 공업화 정착이 필수적이라 하겠다.

이 공법 도입으로 건설업의 주요 옥외공정을 공장 생산화하여 추락 등 중대재해의 근원적 예방이 가능하고, 공장내의 개선된 작업환경에서 계절에 관계없이 지속적인 작업이 가능하며, 공기단축과 품질향상은 물론 원가절감으로 경제적 시공이 가능하다.

따라서 본 연구에서는 국내 2개 주요 공업화 건축회사에서 시공한 재해사례를 기초로 하여 공업화 건축의 정착에 건설재해 감소방안을 도출하는데 그 목적을 두고 있다.

III. 建設災害 現況

본 建設災害現況은 全體産業과 建設業과의 재해율 및 재해자수의 비교 그리고 건설업의 연령별 事故率, 발생형태별 災害原因, 근무년수에 따른 사고율 등 각 원인이 될 수 있는 항목을 제시하고 재해의 심각성을 파악하여 근원적 안전확보의 방향을 도출하고자 한다.

전체산업과 건설업과의 재해율 및 재해자수의 비교가 각각 표 3-1과 표 3-2에 나타나 있다.

3.1 연령별 재해 발생현황

젊은 건설기능 인력은 작업환경이 열악한 건

<표 3-1> 전체산업과 건설업과의 재해율 비교

| 구분 | 년도 | '81 | '82 | '83 | '84 | '85 | '86 | '87 | '88 | '89 | '90 | '91 |
|------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 전체산업 | 재해자수 | 117,938 | 137,816 | 156,927 | 157,800 | 141,809 | 142,088 | 142,596 | 142,329 | 134,127 | 132,893 | 128,169 |
| | 사망자수 | 1,295 | 1,230 | 1,450 | 1,667 | 1,718 | 1,660 | 1,761 | 1,927 | 1,724 | 2,236 | 2,299 |
| | 천 인 율 | 34.12 | 39.77 | 39.83 | 35.99 | 31.55 | 29.92 | 26.62 | 24.83 | 20.64 | 17.61 | 16.2 |
| 건설업 | 재해자수 | 20,229 | 27,286 | 36,726 | 38,086 | 33,691 | 33,865 | 33,646 | 31,076 | 30,845 | 37,102 | 42,302 |
| | 사망자수 | 304 | 327 | 425 | 440 | 505 | 460 | 463 | 484 | 461 | 673 | 801 |
| | 천 인 율 | 33.72 | 53.51 | 47.47 | 37.12 | 31.41 | 28.09 | 22.73 | 20.64 | 14.18 | 15.38 | 16.1 |

<표 3-2>

전체산업과 건설업과의 재해지수 비교

| 산업년도 | '81 | '82 | '83 | '84 | '85 | '86 | '87 | '88 | '89 | '90 | '91 |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 전 체 산 업 | 117,938 (100) | 137,816 (100) | 156,972 (100) | 157,800 (100) | 141,809 (100) | 142,088 (100) | 142,596 (100) | 142,329 (100) | 134,127 (100) | 132,893 (100) | 128,169 (100) |
| 광 업 | 10,706 (9.1) | 10,827 (7.9) | 10,594 (6.7) | 9,570 (6.1) | 10,546 (7.4) | 10,648 (7.5) | 10,060 (7.1) | 9,647 (6.8) | 8,796 (6.6) | 7,684 (5.7) | 6,457 (5.03) |
| 제 조 업 | 70,810 (60.0) | 81,713 (59.3) | 9,043 (58.0) | 91,467 (58.0) | 80,171 (56.6) | 79,811 (56.2) | 80,795 (56.6) | 83,795 (58.9) | 75,820 (56.5) | 68,869 (51.8) | 60,243 (47.3) |
| 건 설 업 | 20,229 (17.1) | 27,286 (19.3) | 36,726 (23.4) | 38,086 (24.1) | 33,691 (23.8) | 33,865 (23.8) | 33,646 (23.6) | 31,076 (21.8) | 30,845 (23.0) | 37,102 (28.0) | 42,302 (33.3) |
| 전 기, 가 스 수 도 업 | 552 (5.2) | 558 (0.4) | 676 (0.4) | 309 (0.2) | 246 (0.2) | 285 (0.2) | 275 (0.2) | 232 (0.2) | 240 (0.2) | 236 (0.2) | 173 (0.13) |
| 운 수, 보 관 통 신 업 | 14,274 (12.1) | 15,871 (11.5) | 15,786 (10.1) | 15,141 (9.6) | 13,371 (9.4) | 12,812 (9.0) | 12,660 (8.9) | 11,897 (8.3) | 12,066 (9.0) | 12,170 (9.2) | 11,295 (8.81) |
| 기 타 산 업 | 1,367 (1.2) | 1,561 (1.1) | 2,147 (1.4) | 3,227 (2.0) | 3,784 (2.7) | 4,667 (3.3) | 5,160 (3.6) | 5,655 (4.0) | 6,360 (4.7) | 6,832 (5.1) | 7,699 (6.0) |

설업 취업을 기피하여 건설 근로자의 노령화를 가속화시키고 있으며, 그에 따른 재해가 표 3-3에 나타난 바와 같이 82년 8.2%에서 90년 21.9%로 매우 급속히 증가되고 있는 추세이다.

3.2 입사 근속 기간별 재해발생 현황

표 3-4에서 알 수 있듯이 89년도 건설업 재해자를 입사 근속기간에 따라 구분해 보면 6개월 미만자(인력수급 부족현상 심화로 미숙련공 투입) 28,669명으로 92.9%에 이르며 5년 이상인자는 310명으로 1% 정도에 불과하다. 이는 건설 근로자의 인력 관리가 지대한 영향을 미치고 있음을 제기해 주는 사실로서 신입 근로자에 대한 안전교육 및 건강진단은 물론 적성검사 등을 통하여 근로자의 특성을 파악하고 이에 알맞는 직무를 부여하여 재해감소를 꾀하여야 한다.

3.3 발생 형태별 재해발생 현황

표 3-5과 표 3-6에 나타났듯이 건설재해의 발생형태를 살펴보면 낙하, 비래, 추락, 협착, 전도, 무리한 동작 등에 의한 재해자수 및 사망자

수가 각각 77.6%, 72.4%를 차지하여 추락 및 낙하, 비래재해방지를 위한 추락방지용 방지망이나 낙하물 방지망 등의 설치를 강화하기 위하여 안전시설의 의무화를 설계도면이나 시방서에 명시하고, 근로자의 무리한 동작에 의한 재해를 방지하기 위한 작업시에는 반드시 개인 보호구를 착용토록 하고 현장내에 안전표시판, 안전난간, 울 등을 설치하여야 한다.

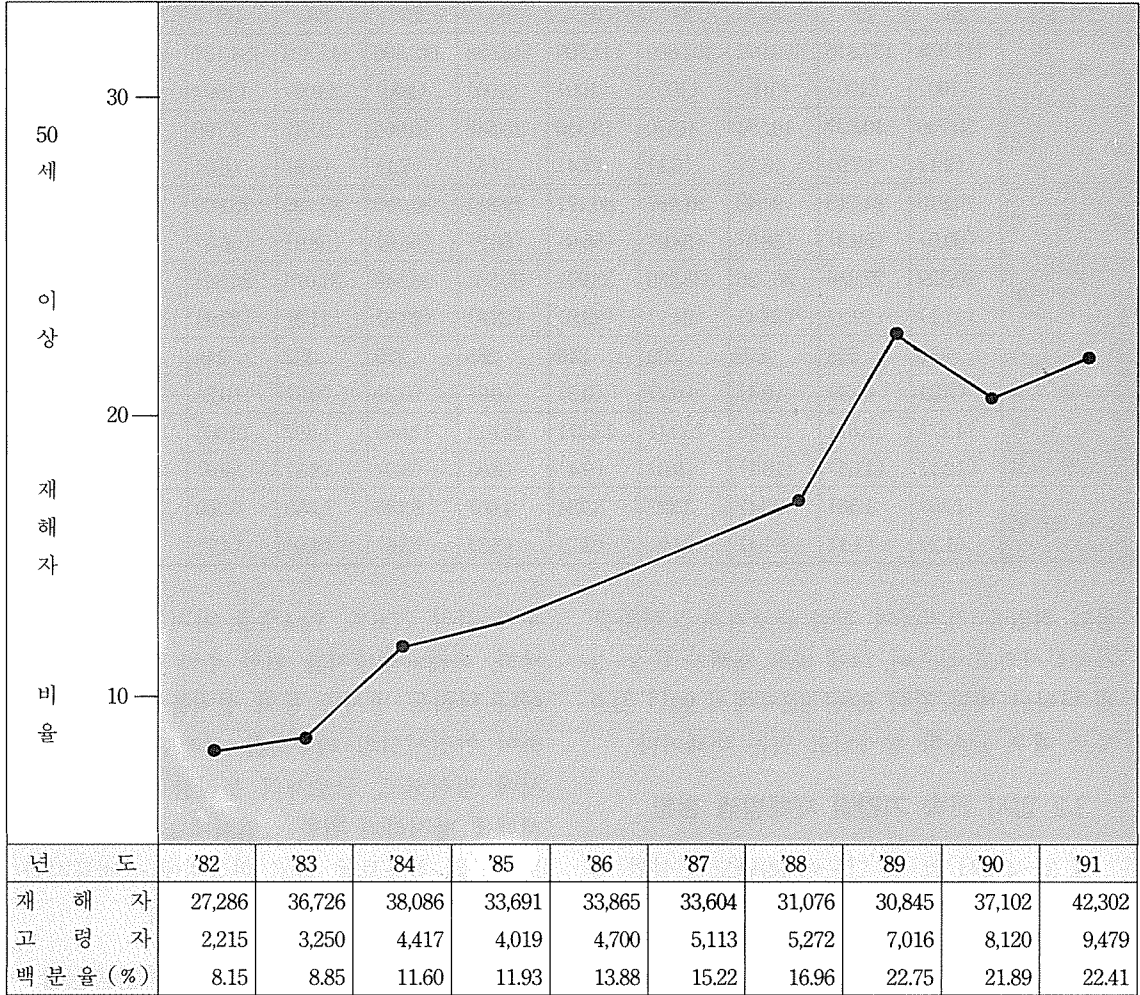
3.4 요양기간(재해정도)별 재해발생현황

건설업은 작업환경에서 사용하는 기계, 차량, 기구 등의 장비가 대부분 대형이고 작업이 높은 곳에서 이루어지므로 잠재적인 재해 발생 요소가 작업현장 도처에 산재해 있다.

따라서, 재해의 발생빈도가 높을 뿐만 아니라 재해가 발생하면 중상 또는 사망하는 등 재해 강도가 높은 중대재해의 성격을 갖는다. 표 3-7에서 알 수 있듯이 요양기간이 2주 이상시는 재해가 94%에 달할만큼 건설재해는 타산업에 비해 재해의 강도율이 높은 실정이다.

<표 3-3>

건설근로자 중 노령 근로자의 재해비율 증가표



<표 3-4>

입사 근속 기간별 재해율

| 입사근속기간 | 89년 | | 90년 | | 91년 | |
|-------------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | 재해자수 | 발생비율 | 재해자수 | 발생비율 | 재해자수 | 발생비율 |
| 6 개 월 미 만 | 28,669 | 92.9 | 34,435 | 92.8 | 39,149 | 92.6 |
| 6 개 월 - 1 년 | 1,075 | 3.5 | 1,421 | 3.8 | 1,655 | 3.9 |
| 1 년 - 2 년 | 360 | 1.2 | 518 | 1.6 | 772 | 1.8 |
| 2 년 - 3 년 | 195 | 0.6 | 192 | 0.5 | 220 | 0.5 |
| 3 년 - 4 년 | 116 | 0.4 | 106 | 0.3 | 108 | 0.3 |
| 4 년 - 5 년 | 120 | 0.4 | 72 | 0.2 | 61 | 0.1 |
| 5 년 - 10 년 | 205 | 0.7 | 196 | 0.5 | 202 | 0.5 |
| 10 년 이 상 | 105 | 0.3 | 99 | 0.3 | 135 | 0.3 |
| 계 | 30,845 | 100 | 37,102 | 100 | 42,302 | 100 |

<표 3-5>

발생형태(사고형태)별 재해자 수 현황

| 발생 형태 | 89년 | | 90년 | | 91년 | |
|---------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | 재해자 수 | 발생비율 | 재해자 수 | 발생비율 | 재해자 수 | 발생비율 |
| 총 계 | 30,845 | (%) | 37,102 | (%) | 42,302 | (%) |
| 추락 | 5,466 | 17.7 | 6,678 | 18.0 | 8,153 | 19.3 |
| 전도 | 4,000 | 13.0 | 5,640 | 15.2 | 6,690 | 15.8 |
| 충돌 | 1,908 | 6.2 | 2,593 | 7.0 | 2,747 | 6.5 |
| 낙하, 비레 | 5,666 | 18.4 | 5,942 | 16.0 | 6,293 | 14.9 |
| 붕괴, 도괴 | 904 | 2.9 | 851 | 2.3 | 864 | 2.0 |
| 협착 | 5,028 | 16.3 | 5,299 | 14.3 | 3,955 | 9.4 |
| 감진 | 315 | 1.0 | 640 | 1.7 | 346 | 0.8 |
| 폭발 | 167 | 0.5 | 134 | 0.4 | 116 | 0.3 |
| 파열 | 323 | 1.0 | 347 | 0.9 | 223 | 0.5 |
| 화재 | 687 | 0.3 | 116 | 0.3 | 164 | 0.4 |
| 무리한 동작 | 3,753 | 12.2 | 3,851 | 10.4 | 7,104 | 16.8 |
| 이상온도 접촉 | 1,221 | 0.7 | 295 | 0.8 | 173 | 0.4 |
| 유해물질 접촉 | 2,427 | 1.4 | 397 | 1.1 | 462 | 1.1 |
| 기타 | 2,578 | 8.4 | 4,319 | 11.6 | 5,012 | 11.8 |

<표 3-6>

발생형태(사고형태)별 사망자 수 현황

| 발생 형태 | 89년 | | 90년 | | 91년 | |
|--------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 사망자 수 | 발생비율 | 사망자 수 | 발생비율 | 사망자 수 | 발생비율 |
| 총 계 | 461 | (%) | 673 | (%) | 801 | (%) |
| 추락 | 141 | 30.6 | 180 | 26.8 | 295 | 36.8 |
| 전도 | 31 | 6.7 | 42 | 6.2 | 74 | 9.3 |
| 낙하, 비레 | 44 | 9.5 | 71 | 10.6 | 85 | 10.6 |
| 협착 | 49 | 10.6 | 63 | 9.4 | 49 | 6.1 |
| 무리한 동작 | 69 | 15 | 81 | 12.0 | 62 | 7.7 |
| 기타 | 127 | 27.6 | 236 | 35.0 | 236 | 29.5 |

<표 3-7>

요양 기간별 재해발생 현황

| 요양 기간 | 89년 | | 90년 | | 91년 | |
|-----------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | 재해자 수 | 발생비율 | 재해자 수 | 발생비율 | 재해자 수 | 발생비율 |
| 총 계 | 30,845 | (%) | 37,102 | (%) | 42,302 | (%) |
| 사망 | 461 | 1.5 | 595 | 1.6 | 801 | 2 |
| 3개월 이상 | 2,912 | 9.5 | 17,821 | 48.0 | 17,962 | 42.2 |
| 3개월 - 14일 | 26,097 | 84.5 | 17,906 | 48.3 | 22,825 | 54 |
| 13일 - 8일 | 664 | 2.2 | 430 | 1.2 | 435 | 1 |
| 7일 - 4일 | 771 | 2.3 | 350 | 0.9 | 279 | 0.6 |

V. 工業化 建築의 概念

4.1 工業化 建築의 基本개념

효율적인 건축공업화를 위해서는 각국의 사회현상 및 경제, 기술수준등의 여러측면이 고려되어야 하나 그 중 중요한 원칙은

첫째 : 근로자가 대량으로 소요되는 비생산성 부분(비계 및 거푸집 공사)을 최소화할 것.

둘째 : 부재의 생산 및 조립시의 근로자 사용을 최소화할 것.

세째 : 필요한 근로자의 전체 생산성을 향상시킬 것.

네째 : 재료의 추가 소비의 원인이 되는 중량화를 제한하는 것으로 집약할 수 있다. 따라서 조립식 건축의 추진은 결국 건축물의 모듈 설계와 프로젝트의 초기단계부터 최소의 부분품을 갖도록 하며, 한가지 부품을 최대한으로 반복해 사용할 수 있도록 하는 것과 판넬 생산시 현장에서의 마감 작업을 최소로 줄이기 위해 외벽의 목공작업, 칸막이 벽의 내부, 내외부벽의 코팅, 배전, 공기 및 도수관 등을 미리 계획하여 생산하는 것으로 귀결될 수 있다. 이와 같은 조립식 공업화에서 상세 설계 및 재산에 의한 부품은 다음의 생산과 조립과정을 거쳐 건설하게 된다.

(1) 생산

- 몰드(MOULD)의 준비
- 철근, 목공부품, 기타 삽입 부품의 매설
- 콘크리트의 타설, 미장, 양생
- 탈형, 제품검사 및 표시, 저장 및 재고관리

(2) 조립

- 부품의 수송 및 현장에서의 저장관리
- 판넬의 정위치 설치(오차범위 한계내)
- 설계상 요구되는 강도 및 안전도에 준한 부재 부품의 접합시공

이와 같은 공업화 기술에 의한 조립공법의 개발은 다음의 사항들을 충족시킬 수 있어야만 한다.

- (1) 공기단축 및 유지비의 감소
- (2) 재료의 사용량 감소 및 가설재의 생략
- (3) 건물의 자중 감소
- (4) 성력화 및 비숙련공으로 대체
- (5) 기계화 시공 및 품질관리의 용이
- (6) 기후의 영향을 받지 않는 공법

4.2 工業化 建築의 특징

공업화 건축의 특징을 장·단점별로 구분해 보면 다음과 같다.

<장 점>

- 공사의 경제성
재래식 공법에 비해 공기의 단축, 현장의 인건비 및 제경비 절감, 자금회전이 빠르다.
- 현장 관리상의 용이함
현장에서의 자재관리가 용이하고 반입 자재의 손실이 적다
- 품질관리상의 용이함
작업에 대한 검사 및 확인 작업이 용이하므로 문제점 발견시 선조치가 가능하고 오차가 적으며 복잡한 시공도 양질의 제품 생산이 가능하다.
- 시공상의 용이함
조립현장에서는 가설자재가 거의 필요하지 않아 현장 환경이 깨끗하다. 공정이 비교적 간단하고 정확하여 자재손실 방지와 효율적인 지원 분배가 가능하다.

<단 점>

- 설계상의 제약
부재의 크기 및 중량에 제약을 받게 되고, 건물이 획일화 고정화되어 주거생활의 변화에 대응하기 어렵다.
- 고정자본 및 재고
초기투자 및 양질의 제품생산을 위한 추가 비용 그리고 재고에 대한 경영 측면에서의 수요 및 상황분석이 요구된다.
- 이중운반
원자재의 공장반입과 제품의 현장 운반에

필요한 운송기기의 투자 및 소요경비, 운반 과정상 파손의 문제, 운송소요 시간과 체중에 대비한 재고분이 필요하고 수송거리가 공사비에 미치는 영향 분석이 필요하다.

- 조립기술상의 문제

조립기술자의 숙련도를 달성하기 위해 갖은 이직에 대한 대책과 교육이 필수적이다.

4.3 국내 공업화 건축 정착의 문제점

공업화 건축이 국내에 정착하기 위해서는 아래와 같은 주요 문제점이 해결과제로 남아 있다. 즉,

(1) 부재, 부품 및 설비 등의 성능, 규격화 및 표준화가 정립되어 있지 않다. 이로 인해 부품화가 가져오는 생산 구성재의 단순화와 호환성 및 재료의 절감과 경제성을 달성하지 못하고 있다.

(2) 평면상에서 일정한 모듈체계가 정립되어 있지 않아 구조체의 치수 맞춤방법에 일관성이 없다. 내부 구성재나 마감재의 일정 규격을 설정하기 곤란하다.

(3) 소형판넬로 생산되는 부품간의 접합, 조립시 작업이 번거롭고 조립기술 수준이 낮아서 성능, 열화가 생기기 쉽고 조립작업이 많아지므로 전반적으로 비용이 상승한다. 따라서 국내의 경우 대형판넬에 의한 생산조립 방식을 택하고 있다.

4.4 국내 공업화 건축의 전망

우리나라 공업화 건축의 장래를 생각하면 공업화의 필수조건과 실시 여건이 계속 구비되어 있는 것으로 판단된다.

즉, 선진국에서 공업화의 계기가 되었던 극심한 주택 부족율과 기능공의 수요부족을 타개하기 위한 노동력 절감공법, 기계공업의 발전으로 인한 기계화 시공의 가능성이 높아진 것 등, 필수요건과 실시여건이 성숙되었다고 볼 수 있다.

특히 그동안 조립식 주택이 소형 저렴 주택

위주로 건설되고 누수 및 결로와 같은 기술상의 문제점으로 인해 소비자의 인식이 좋지 않았으나 최근 우수 주택 건설업체들이 외국의 우수기술을 바탕으로 큰 평형의 고층 아파트를 건설함으로써 과거와는 다른 인식변화를 보여 주고 있다.

또한 정부에서는 주택 200만호의 건설물량을 단기간에 소화하여야 하는 문제점을 주택의 공업화에 의한 방법으로 해결하고자 하고 있으며, 결국 주택가격을 낮추고 공기를 단축시킬 수 있는 방법은 앞으로 주택건설의 공업화외에는 없다는 시각이다.

따라서 정부적인 차원에서 공업화 주택을 정책적으로 유도한다면 조립식 공법에 의한 건설이 크게 확산될 전망이다.

4.5 공업화 건축과 재래식 공법과의 비교

현재 사용하고 있는 변식구조의 재래식 공법과 대형판넬 공법을 고층 아파트를 중심으로 순공사비에 대해 각 공사별로 비교해 보면 다음과 같다.

(1) 철근 콘크리트 공사 : P.C판의 제작, 운반, 설치비가 포함되어 있다. 또한 창호공사비도 제작시의 비용에 포함되어 있으므로 재래식 공법에 비해 높게 표시되어 있다. 전기설비의 인입공사에 따른 인건비도 포함된다.

(2) 마감, 조적, 가설공사 : 재래식 공법에 비해 P.C 공사는 벽체가 모두 마감된 상태로 생산되므로 인건비 비율이 낮고, 조적 공사에서는 비계가 필요없다는 점 등을 고려하면 앞으로 인건비 상승에 따른 재래식 공법과의 차이가 더욱 크리라 생각된다.

(3) 공기단축의 효과 : P.C는 구조체공사의 대부분과 마감 공사의 일부가 공장생산되므로 인해 현장 시행공종과 병행시공이 가능하고 기후변화에 영향이 적은 특징으로 인해 고층 아파트의 경우 약 15%의 공기 단축이 되므로 시공업체의 자금회전이 빠르게 되어 더욱 경제적이다.

(4) P.C판 제작공사: 공장에서 조차도 아직 효율적인 노동력 이용을 못하고 있으므로 공장 생산 설비 및 시스템의 자동화에 대한 연구가 필요하다.

V. 工業化(P.C工事)施工 事例에 따른 災害分析

5.1 工業化 건축과 재래식 공법에 의한 규모별 재해의 비교, 분석

국내 O사와 H에서 시공한 것에 의하면 표 5-

1와 표5-2에 나타난 바와 같이 재래식 R. C조 아파트 공법의 경우는 40세대당 재해자가 1명 발생하는데 비하여 P.C조립 아파트의 경우는 98세대당 1명의 재해자가 발생하여 재해율이 약 두배 반 정도 적게 나타났다.

1990년 1월부터 1991년 11월까지(23개월) 산업안전공단 서울지도원에서 조사한 바에 의하면 서울지역에서 62건의 중대재해가 발생하였으나 工業化(P.C)시공 현장에서의 중대재해가 발생하지 않는 것으로 조사되었다.

5.2 工業化 시공에 따른 재해분석

<표 5-1>

R.C조 아파트의 재해발생 현황

| 공사명 | 공사금액 (억원) | 공사기간 (월) | 연면적 (평) | 세대수 | 출역인원 (명/평) | 재해자수 (세대수/ 재해자수) | 사망 자수 | 비고 |
|-----------|--------------|-------------|------------|-------|------------------|------------------------|------------|-------------------|
| 쌍문 O차 APT | 247 | 12 | 12,000 | 414 | 102,014 (8.5) | 8 (52) | 1 | R.C (15층 28평형) |
| 쌍문 O차 APT | 177 | 20 | 20,000 | 582 | 122,387 (6.1) | 13 (45) | 0 | R.C (15층 34평형) |
| 쌍문 O차 APT | 125 | 20 | 13,878 | 408 | 110,162 (7.9) | 10 (41) | 0 | R.C (15층 34평형) |
| 부산개금 APT | 68 | 18 | 5,885 | 180 | 51,788 (8.8) | 6 (30) | 1 | R.C (15층 32평형) |
| 부산삼방 APT | 279 | 18 | 27,835 | 834 | 205,680 (7.4) | 24 (35) | 3 | R.C (15층 33평형) |
| 소 계 | 896 | | 79,598 | 2,418 | 592,031 (7.4) | 61 (40) | 5 (483) | |

<표 5-2>

P.C조립 아파트의 재해 발생 현황

| 공사명 | 공사금액 (억원) | 공사기간 (월) | 연면적 (평) | 세대수 | 출역인원 (명/평) | 재해자수 (세대수/명) | 사망 자수 | 비고 |
|-----------|--------------|-------------|------------|-------|-------------------|-----------------|----------|----------|
| 쌍문 O차 APT | 78 | 12 | 8,250 | 660 | 60,591 (7.3) | 7 (94) | 0 | 15층-13평형 |
| 분당 OO APT | 96 | 12 | 10,116 | 714 | 74,251 (7.3) | 7 (102) | 0 | 25층 |
| 소 계 | 174 | | 18,366 | 1,374 | 134,842 (7.34) | 7 (98) | 0 | |

<표 5-3>

“A”회사의 공업화 건축 시공 현황

(주) ○○ : 경기도 성남시 분당구 삼평동 ○○○번지

| 공 사 명 | 공사금액 (억원) | 공사기간 ()개월 년 월- 년 월 | 연면적 (평) | 세대수 | 출역인원 명/평 | 비 고 |
|-------------|--------------|------------------------|------------|-----|-------------|-----|
| 평택 A 주공 APT | 94 | '91. 9-'92. 10(13개월) | 10,584 | 684 | | |
| 안성 B 주공 APT | 66 | '91. 9-'92. 9 (12개월) | 7,339 | 516 | | |
| 제천 C 주공 APT | 43 | '90. 6-'92. 10(16개월) | 5,696 | 360 | | 완공 |
| 안산 D 주공 APT | 96 | '90. 11-'92. 4(17개월) | 11,645 | 770 | | |
| 안산 E 주공 APT | 79 | '90. 11-'92. 4(16개월) | 11,018 | 670 | | |

<표 5-4>

“B”회사의 공업화 건축 시공 현황

(주) ○○○○

| 공 사 명 | 공사금액 (억원) | 공사기간 ()개월 년 월- 년 월 | 연면적 (평) | 세대수 | 출역인원 명/평 | 비 고 |
|---------------|--------------|------------------------|------------|-----|-------------|-----|
| 수원 A APT 현장 | 188 | '90. 11-'92. 3(16개월) | 25,500 | 870 | 185,900 | 마 감 |
| 인천 B APT 현장 | 103 | '90. 8-'91. 11(15개월) | 14,170 | 410 | 39,183 | 완 공 |
| 인천 C APT 1,2차 | | ○○ 기업(주)에서 시공 | | | | 완 공 |

<표 5-5>

공업화 시공의 발생 형태별 재해현황

| 시공회사 공사명 재해발생형태 | 시 공 회 사 “A” | | | | | 시 공 회 사 “B” | | 누 계 재해지수 비율(%) |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| | 평택O주공 APT | 안성O주공 APT | 제천O주공 APT | 안산O주공 APT | 안산O주공 APT | 수원O APT | 인천O APT | |
| | 재해지수 비율(%) | 재해지수 비율(%) | 재해지수 비율(%) | 재해지수 비율(%) | 재해지수 비율(%) | 재해지수 비율(%) | 재해지수 비율(%) | |
| 소 계 | 1/100 | 1/100 | 6/100 | 14/100 | 8/100 | 6/100 | 24/100 | 60/100 |
| 추 락 | | 1/100 | | 3/22 | 2/25 | 1/16.6 | 7/29 | 14/23.3 |
| 전 도 | 1/100 | | 1/16.6 | 3/22 | 4/50 | 1/16.6 | 4/16.6 | 14/23.3 |
| 층 돌 | | | 1/16.6 | 2/14 | 1/12.5 | 1/16.6 | 2/8.3 | 7/11.7 |
| 낙 하, 비 례 | | | | | | | 6/25 | 6/10 |
| 붕 괴, 도 괴 | | | | | | | | |
| 협 착 | | | 1/16.6 | 2/14 | | 2/33.2 | 2/8.3 | 7/11.7 |
| 감 전 | | | | | | | | |
| 폭 발 | | | | | | | | |
| 과 열 | | | | | | | | |
| 화 재 | | | 2/33 | 2/14 | | 1/16.2 | | 5/8.3 |
| 무 리 한 동 작 | | | 1/16.6 | 2/14 | 1/12.5 | | 2/8.3 | 6/10 |
| 이상온도접촉 | | | | | | | | |
| 유 해 물 접 촉 | | | | | | | | |
| 기 타 | | | | | | | 1/4.3 | 1/1.7 |

5.2.1 발생형태, 재해정도 및 근속기간과 재해자수와의 관계
 공업화 시공에서의 발생형태별 재해자수는 <표 5-5>에서 알 수 있듯이 추락 및 전도로 인한 재해가 총 재해의 46.6%로 재래식 공법의 경우와 마찬가지로 상당한 부분을 차지하고 있다.

이 주요원인은 목공의 거푸집 작업 및 재료취급작업과 가설물의 설치 및 운반작업에 기인한 것으로 밝혀졌다.

<표 5-6>의 재해정도별 재해현황에서 살펴

보면 2주이상 되는 재해가 100%에 달한 것으로 보아 재해의 강도율이 타산업에 비해 매우 높음을 알 수 있다.

입사후 근속기간별 재해현황 <표 5-7 참조>을 살펴보면 5년 이상인 자가 1.7%에 불과한 반면 6개월 미만자가 76.7%에 이르고 있다. 이는 인력수급 부족의 심화로 인해 미숙련공의 무분별한 투입에 의한 것으로 판단된다.

5.2.2 공사금액, 공사규모 및 공사기간에 재해자수와의 관계

<표 5-6> 공업화 시공의 요양 기간별 재해현황

| 시공회사 공사명 재해율 발생형태 | 시 공 회 사 "A" | | | | | 시 공 회 사 "B" | | 누 계 |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| | 평택O주공 APT | 안성O주공 APT | 제천O주공 APT | 안산O주공 APT | 안산O주공 APT | 수원O APT | 인천O APT | |
| | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | |
| 소 계 | 1/100 | 1/100 | 6/100 | 14/100 | 8/100 | 6/100 | 24/100 | 60/100 |
| 사 망 | | | | | | | 1/4.2 | 1/1.7 |
| 3 개 월 이 상 | | | | | | 2/33.3 | 3/12.5 | 5/8.3 |
| 3개월 - 14일 | 1/100 | 1/100 | 6/100 | 14/100 | 8/100 | 4/66.7 | 20/83.3 | 54/90 |
| 13일 - 8일 | | | | | | | | |
| 7일 - 4일 | | | | | | | | |

<표 5-7> 공업화 시공의 입사후 근속기간별 재해현황

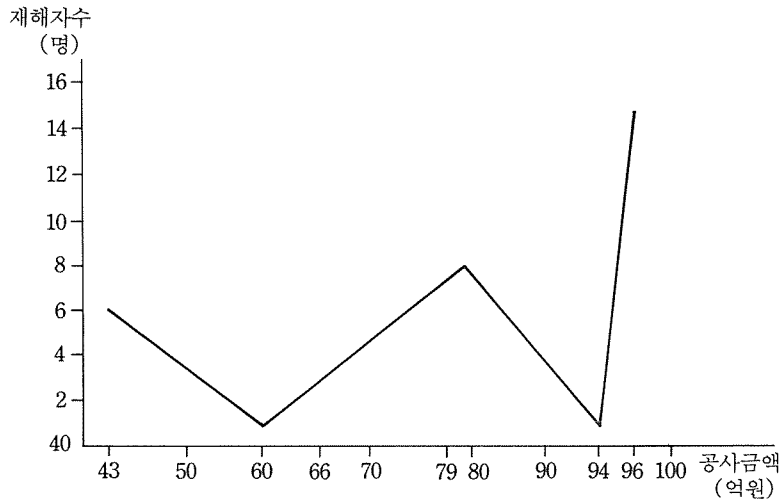
| 시공회사 공사명 재해율 발생형태 | 시 공 회 사 "A" | | | | | 시 공 회 사 "B" | | 누 계 |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| | 평택O주공 APT | 안성O주공 APT | 제천O주공 APT | 안산O주공 APT | 안산O주공 APT | 수원O APT | 인천O APT | |
| | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | 재해자수 비율(%) | |
| 소 계 | 1/100 | 1/100 | 6/100 | 14/100 | 8/100 | 6/100 | 24/100 | 60/100 |
| 6 개 월 미 만 | 1/100 | 1/100 | 4/67 | 10/71 | 5/62.5 | 6/100 | 19/79.2 | 46/76.6 |
| 6개월 - 1년 | | | 2/33 | 4/29 | 3/37.5 | | 3/12.4 | 12/20 |
| 1년 - 2년 | | | | | | | 1/4.2 | 1/1.7 |
| 2년 - 3년 | | | | | | | | |
| 3년 - 4년 | | | | | | | | |
| 4년 - 5년 | | | | | | | | |
| 5년 - 6년 | | | | | | | 1/4.2 | 1/1.7 |
| 10년 이상 | | | | | | | | |

공사금액별 재해자수의 관계(그림 5-1)에서 일정한 금액 증가율(약 50%, 80%, 100% 증가)에 따른 재해자수는 공사금액 43억 공사의 6명을 기준으로 볼 때, 16% 감소되거나 13% 증가되어 큰 폭의 공사금액 증가에 비해 재해자수 증감폭은 그 차이가 크지 않음을 알 수 있다.

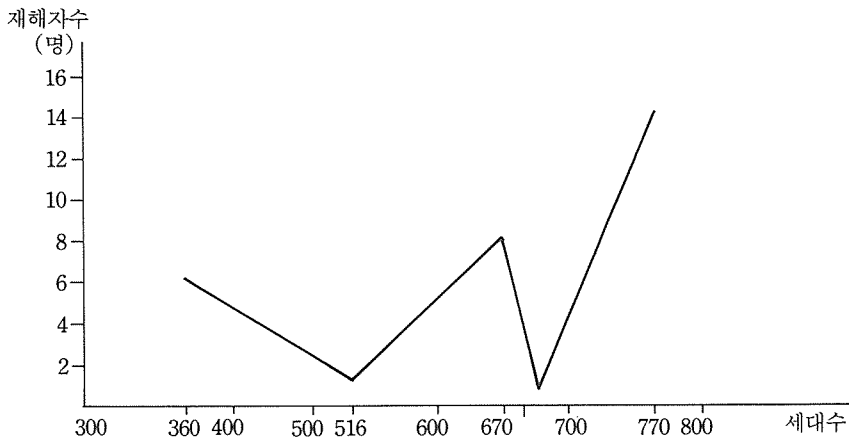
그림 5-2의 세대수 규모별 재해자수 관계에서는 360세대 규모를 기준으로 볼 때 40%, 90%, 100% 증가에 따른 재해자수는 16% 감소되거나 13% 증가되어 세대수 규모의 일정수준 증가는

금액 증가폭과 유사한 증가를 이루며 재해자수 증감폭은 큰 차이가 없으나 684세대의 경우와 770세대의 경우는 재해자수 발생에 큰 차이를 나타냈다. 각 공종별 작업량 증가와 공기와의 상관관계에 기인되는 것으로 보인다.

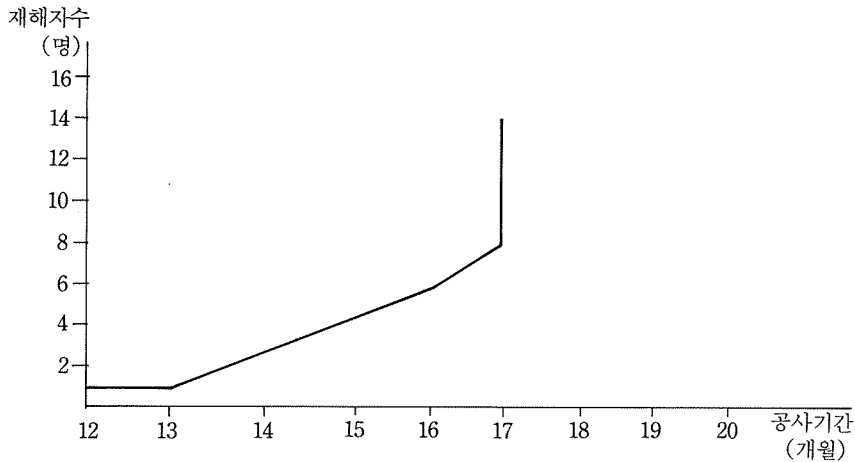
그림 5-3의 공사기간 측면에서는 12개월 기간 기준으로 볼 때 1개월, 3개월, 4개월, 5개월로 증가되고 있음에 비추어, 재해자수는 상기와 같은 16% 감소 또는 13% 증가되어 증감폭의 차이가 크지 않음을 알 수 있다.



〈그림 5-1〉 재해자수와 공사금액과의 관계도(A회사의 경우)



〈그림 5-2〉 재해자수와 공사규모(세대수)와의 관계도(A회사의 경우)



〈그림 5-3〉 재해지수와 공사기간과의 관계도(A회사의 경우)

VI. 結 論

공업화 건축에 따른 재해를 분석한 결과 공업화 건축 신기술 및 신공법 도입시에는 안전성 평가가 충분히 선행된 후 적용되어야 할 것이며, 이에 따라 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 공업화 건축 정착을 위한 신공법, 신기술 등이 사전에 충분한 안전성 평가가 이루어지지 않은 상태에서 적용되므로써 건설 재해의 잠재적 요인으로 작용하고 있다. 따라서 이에 따른 안전기술의 새로운 연구개발도 반드시 병행되어야 한다.

(2) 공사기간의 단축을 위한 공업화 건축이 재해감소에 큰 영향을 미치지 못한 것은 구조적 문제라기보다는 가설문제 등 비교적 관리가 용이한 부분의 안전유지상의 불충분한 계획과 시설상에 문제점이 있다고 추정되어 재해방지 설비의 부분 공업화가 필요하다.

(3) 공사금액 증가에 대해 재해지수 증가율은 거의 비례하므로 공업화 건축 시행전 계획에 있어 위험방지 설비 확보에 큰 비중을 두도록 하여야 한다.

(4) 공사 세대규모 증가는 공사량 증가의 직접 원인이 되므로 재해감소를 위하여는 공업화 비

율에 있어서 큰 폭의 확대 방안 기술개발이 필요하다.

본 연구의 정확한 예측과 진단을 위한 모델 설정을 위해 근거있는 자료 즉 공업화 건축시마다, 사고상황을 상세히 기록 유지하도록 하는 제도적 장치 마련과 정확한 자료 분석을 바탕으로 상기 연구의 정략적 모델의 일반화가 앞으로의 연구과제라 하겠다.

※ 參考文獻

- 「산업재해분석」, 노동부 90. 91
- 「산업안전보건법 해설」, 박필수 저
- 「건설공사안전시공 핸드북」, 권오석, 이재원, 우광국
- 「건설공사 안전해석론」, 손기상 박사 저
- 「고층공사 건설 안전대책」 노동부(한국건설안전기술협회)
- 「뉴세라믹 팔크를 이용한 공업화 주택연구」, 대한건축학회
- 「조립식 주택공법 지도서(건설연구소자료)」, 건설부 국립건설연구소
- 한국건설기술 연구원 연구속보 (1985) ⑧