



콘크리트구조물의 해체

解體工事의 安全管理 및 公害對策

Supervision and Antipollution Measure for Safe Demolition Works



金 泰 勳*

1. 序 言

都心에서 構造物을 建設할 경우, 老朽化된 構造物을 解體 除去하고, 새로운 工事に 임하는 것이 一般化 되었다. 解體工事は 특별한 工事が 아니고, 建設工事中 한 工程의 役割을 하며 모든 建設의 基礎建設의 時代에 접어 들었다.

또, 우리나라의 급속한 經濟 成長과 더불어 建設 工事量이 增大하고, 필연적으로 解體量이 增大하는 것과, 住民의 環境 保全에 대한 權利意識이 높아지고, 解體 工事中 發生하는 騒音 振動 粉塵 등에 대해서 從前과 같이, 住民들의 讓步를 강요하는 것이 어렵게 되었다.

따라서, 解體 業界에서는 解體工法을 無騒音 無振動으로 하기 위하여 많은 無公害 解體 工法 技術 開發이 必要하였다.

筆者는 數年前부터 構造物 解體 工法에 關해서 關心을 가지고 先進國을 數次 往來하면서 國內 技

術導入 및 技術開發에 參與하여 國內 解體技術 開發에 조그만 貢獻을 하여왔다.

현재, 解體 工法은 눈부시게 進步되어 우리나라도 거의 世界的인 水準으로 解體 工法이 向上되었다. 그러나, 금번 解體 工事의 安全管理 및 公害對策에 대하여 論하는 것은 解體 工事に 직접 參與하고 있는 實務者로서, 災害 및 事故 豫防과 公害對策을 整립하므로서 解體 業界 發展에 조금이나마 貢獻하고자, 부족한 것이 많지만 關聯 文獻과 經驗을 토대로 論하고자 한다.

2. 解體工事의 安全管理

2.1 概 要

建設業의 勞動 災害는, '84年度부터 '89年度까지 每年 減少 傾向을 보인다. 그러나 '92年度를 頂點으로 建設 景氣 活況과 더불어 다소 增加 推移를 보이고 그後 每年 減少되어 있으나, 他産業에 比較하면 현저히 높은 發生率이다. 死亡災害에서 全

* (주)成都建設産業 상무

産業의 建設業 勞動災害는, 約 30%前後로 가장 많은 分布를 나타내고 있다.

安全管理은, 일하는 사람의 生命, 健康을 지켜주는 社會的 責任인 同時에 企業 經營上 막대한 意義를 가지고 있는 것을 記憶하여야 한다.

社會的 信用의 失墜, 勞動力 確保의 困難, 人的 物的 損失, 勞災 保險料의 增額, 法定 외 補償等 社會 및 企業에 미치는 影響은 幾何學的인 것이다.

勞動災害 防止는 事前計劃하고, 事前에 實行하는 즉 事前管理를 하지 않으면 안된다.

따라서, 事前에 計劃 → 實施 → 檢討(plan, do, see)의 反復으로 所定の 成果를 얻기 위해서는, 세심한 安全管理 體制가 무엇보다 시급한 要件이다.

2.2 解體現場의 安全管理

解體 現場에서는, 다른 事業者의 作業員이 한데 섞여서 作業하고 있다. 따라서 각각의 事業者에 대한 選任과 設置를 義務的으로 定해 安全管理者, 衛生管理者, 安全衛生 委員會와는 別途로 作業場 全體를 管理하는 綜合管理組織이 필요하다.

따라서, 元都給 및 關係 都給人의 作業員이 同一한 場所에서 作業하므로써 생기는 災害 및 障害를 防止하기 위하여 一定 規模 以上의 作業場에서는, 元都給은 統括 安全 衛生 責任者를 選任하여 綜合 安全管理을 推進하는 것이 좋다. 이 경우 관계 都給人은 安全 衛生 責任者를 選任하여 連絡 및 重要한 業務를 實施하게 해야 된다.

또, 作業場에서는 作業間의 連絡 調整을 피하고 作業場 全體의 災害 및 障害防止를 推進하기 위하여 元都給人 및 關係 都給人 모두가 參加하는 安全 衛生 協議會 組織의 設置가 必要하다.

2.3 作業設備 및 環境條件의 安全화와 維持

勞動 災害가 「불안정한 狀態」와 「불안정한 行動」에서 생기는 것을 생각하면 어찌면 當然한 일이다.

最近, 解體現場에는 最新 裝備, 設備가 속속 導入되면서, 그에 대한 安全 教育이 충분히 되지 못하는 어려운 점이 많고, 특히 作業內容, 作業設備가 자주 바뀌어 가는 現場 特性上 다음 몇가지 對策을 가지고 設備, 環境의 安全화를 도모할 必要가 있다.

1) 作業環境의 整備

建設 現場의 安全은 整理 整頓에서 시작하여 整理 整頓으로 끝난다고도 한다. 通路와 作業場을 구분할 수 없는 作業場에서 事故 災害가 발생하지 않는 것이 오히려 異常하다. 더욱이 作業環境 整備의 좋고 나쁨은 거기서 일하는 作業員의 士氣에 큰 影響을 준다.

혼잡한 作業場에서의 作業이 規則的이며 能率的으로 實施 될리는 없는 것이다. 整理 整頓은 때때로 날자를 定하여 實施하는 것은 意味가 없으며, 全 作業員이 이것을 習慣으로 몸에 익히고, 日常作業 過程에서 실천해야 한다.

특히, 解體工事 現場에서 發生되는 騒音에 의한 障害는, 慢性的 聽力 障害의 生理的 變調나 精神的 疲勞等 勞動 衛生上 問題가 있을 뿐만 아니라 事故 發生의 主要因도 된다. 즉 騒音에 의해서 連絡信號를 漏落하던가 機械의 異常음을 깨닫지 못하고 事故를 일으키는 일이 많다.

한편, 騒音은 公害의 하나로서 社會的 問題가 되는 바와 같이 騒音 發生 原因의 改善, 隔離 혹은 工法 자체의 變更 등에 의한 騒音 防止 對策의 노력이 必要하다.

또한, 행동 障害가 되는 環境條件으로 道路, 運搬로, 계단, 사다리, 비계 등의 作業 設備를 양호한 狀態로 維持管理하는 것이 행동 障害를 막는 길이며, 이와 같은 것들이 災害를 防止할 수 있는 作業環境의 整備라고 할 수 있다.

2) 安全 點檢

災害의 發生 原因을 살펴보면 設備, 安全裝置, 作業環境 등의 原因에서 發生되는 것이 過半數 以上이다. 소위 物的要因에 있지만 이들의 缺陷이 事前에 발견되어 필요한 改善 措置가 취해진다면 대부분은 未然에 防止된다고 해도 過言은 아니다.

① 安全點檢制度的 確立

安全 點檢의 種類는 一般的으로 作業하기 前에 點檢, 定期點檢이 있으나, 이 밖에 必要에 따라서 실시되는 수시 點檢, 임시 點檢 그리고 安全 巡廻도 큰 意味에서 安全 點檢의 하나라고 할 수 있다.

安全 點檢을 실시함에 있어서 우선 重要的 것은 이것을 制度化하여 安全管理 計劃 속에서 具體的으로 實施하는 것이다.

② 安全點檢 實施上의 留意點

- a. 점검 項目에 빠뜨리는 일이 없도록 미리 點檢 表를 作成할 것.
- b. 점검자는 복장, 태도 등에 대해서 模範的인 것.

- c. 안이한 타협은 피하고 솔직한 意見을 記述할 것.
- d. 불안정한 狀態, 行動은 사소한 일이라도 빠드리지 말 것.
- e. 缺陷을 지적하는 데만 그치지 말고, 좋은 點을 칭찬하는 것을 잊지 말 것.

3) 安全 點檢表

解體 現場에서 安全 點檢表를 표 1에 나타내었고, 最近 注目되고 있는 發破解體 工事의 安全 點檢表를 표 2에 나타내었다.

표 1 安全한 解體工事を 위한 點檢表(I)

구분	점검 항목	良	否	기	사
일 반	1. 안전모	• 전원 착용, 끈을 확실히 매는가			
	2. 안전대	• 전원 착용, 높은 곳의 작업시 사용			
	3. 작업복장	• 나체 작업, 안전화 착용여부			
	4. 정리 정돈	• 동로 확보, 불필요한 물건제거 및 청소 상태			
	5. 흡연	• 지정된 장소의 흡연 금지			
	6. 대기소	• 정리 정돈, 화기 점검			
작 업	1. 상 하 작업	• 하부에서 출입금지, 감시인 배치			
	2. 전 도 작업	• 지휘사의 지명, 감시인 배치			
	3. 도르레 작업	• 안전 확인, 용구의 점검			
	4. 발 판 작업	• 3점이상 지지 또는 결속, 용구의 점검			
	5. 투 하 작업	• 하부에의 출입 금지, 감시인 배치			
	6. 가스 절단 작업	• 안전 확인, 보호 안경사용, 소화기 배치			
	7. 비 계 작업	• 수평 응력 유지, 전도위험 여부			
기 계 기 구	1. 이동식 크레인	• 지명자의 신호 규정, 운반경로 및 출입 금지			
	2. 트렉터 셔벨	• 운전자의 표시, 필요할 때는 유도원			
	3. 콤팩트 세서	• 취급자의 표시, 미산, 낙하장소를 피함			
	4. 용접 기구	• 불탈 케이지, 정규 호스, 밴드 확인			
	5. 가스 불 배	• 충분한 상태 구분, 전도 방지			
	6. 도르레 굴 구	• 부적격한 와이어, 사륜의 금지			
차 량	1. 속도 제한	• 장내속도 제한의 권장			
	2. 유도	• 유도원의 위치 및 방법			
	3. 작 하	• 부적격 화물의 반출 금지			
방 화	1. 소화기, 용수	• 설치 장소의 확인, 용수의 유무			
	2. 이동 소화기	• 용접 절단, 발파등 필요시의 이동 설치			
	3. 경유, 불 배	• 보관 상황			
가 설 비 계 양 성 감 진 방 지 귀 막 이 散 水	가설 비계 양성	• 연결의 점검, 불필요한 물건의 제거			
	감진 방지	• 배선의 노출, 바닥 배선			
	귀막이	• 강한 소음을 방경우			
	散水	• 작업장 밖에 영향이 없는가.			

표 2 安全한 解體工事を 위한 點檢表(II)

구분	점검 항목	良	否	기	사
발 파 준 운 반 비 작업 전	화약류 반입 반출 장부	• 화약류 및 화공품에 이상 여부 • 반입 수량은 확인 • 장부 기록 • 잔류 폭약 관리(반납) • 화약류 관리 경비원 배치 • 화약류와 뇌관 분리 운반 • 표지 부착 • 경계 요원 배치 • 발파 설계에 의한 천공 확인 • 발파 종사자 식별			
	발 파 작업	• 발파 장소 명시 • 장야 작업중 관계자외 출입 금지 • 발파 장소 주위 경계요원 배치 • 장야량은 적절인가 (지형선, 공깊이, 약량등) • 전역은 충분한가 • 결선 여부 • 도통 시험 (저항치)			
	방 호	• 방호 조치 (필요에 따라 2,3차)			
	경 계	• 경계 요원 배치 • 작업원 대피 • 무선기 및 방송설비 가동			
발 파 후 후 속 작업	발 파	• 발파기 이상 유무 • 경계, 피난 확인후 발파			
	후 속 작업	• 잔류 화약류 유무 확인 • 주변 피해 사항 여부 확인 • 주변 피해 사항 여부 확인 • 비산물, 분진 처리 • 각종 규제법 검토 여부			

2.4 解體工事的 災害對策

都市地에서 解體 工事は 住民들의 日常生活 中에서 公사가 推進된다. 따라서, 解體 作業의 安全과 함께 工事 現場의 周邊 住民의 危險 防止와 公衆 災害 防止를 考慮해서 解體 工事計劃을 세워야

표 3 解體現場에서 計劃한 災害 事前對策

災害 防止 對策	
實施項目	實施內容(方法)
1. 事前 調査	1) 해체 구조물에 관해서, 설계도서와 구조물의 조사 및 건축물의 내용을 상세히 檢討한다. 2) 적절한 해체공법을 豫測한다. 3) 입지 조건, 해체물 주변의 건물 및 公衆 災해에 대한 문제점을 調査한다. 4) 주변 규제 공사와 함께 발생될 소음, 진동, 분진 등을 豫測한다.
2. 道路 사용, 豫용 計劃	1) 도로를 점용해서 공사를 시공할 때는 있을수 있는 사고를 豫측하여 防止 계획을 作成한다. 2) 실태조사 및 관계 기관의 資料를 이용한다. ① 도로 현황 ② 소화전등 ③ 교통량: 계절별, 시간대별, 방향별, 보행자등 3) 보안 대책 ① 작업별로 보안 대책을 수립할 수 있는 狀況 ② 保安 要員의 役割과 職務 ③ 維持管理 책임자의 役割과 職務 ④ 작업 指揮 體系 4) 關係 機關과 밀접한 連絡을 취하고 충분한 指導를 받는 것을 基本으로 計劃을 세운다.
3. 許可, 申請等	허가 조건을 만족시킬 計劃을 수립한다.
4. 計劃傳達의 徹底	1) 계획한 안전 대책은 當社 직원, 작업을 실시하는 협력 회사 책임자, 작업 원별로 그 役割에 對應해서 작업전에 教育을 하고 傳達시키는 것을 徹底 하게 한다. 2) 教育은 記錄을 남긴다.
5. 解體中의 監督	1) 직원은 그날의 작업전에 다음일을 確認하고, 準備의 부족함이 없는지를 확인하고 작업을 開始한다. ① 보안 요원의 配置 狀況 ② 높은 곳에 작업대의 狀況과 保安對策 ③ 轉到위험 장소확인 및 對策樹立 2) 安全上의 부족한 것을 發見했을 때는 즉시 작업을 中斷하고 保安 對策을 실시한다.
6. 保安對策의 基本事項	1) 보행자의 安全確保 ① 보행자 도로는 구분해서 標示한다. ② 장비의 이동 및 잔재를 처리 차량에 대해서는 誘導員이 적합한 誘導를 한다. ③ 작업장 入口 附近에는 차량 출입구의 標示 및 入口 前 50~200m 까지 豫告 標示板 等を 設置한다.
7. 廢棄物 處理 및 其他	關係機關의 指示, 指導를 우선해서 實施한다.

한다.

解體 計劃은 周邊과 住民의 狀況에 따른 解體 工法の 選擇, 解體의 安全性, 隣近에 落下 防止의 措置 等を 檢討하여 工期를 工程計劃에 考慮하지 않으면 안된다.

그러나, 工期등의 理由로 工事を 우선하고, 工事의 安全 施工이나 住民의 危險防止 등의 配慮가 不足하여 飛散物의 落下, 크레인의 轉到에 의한 家屋의 破損事故等 作業者의 事故나 住民에 괴로움을 주는 事故를 일으킬 수 있다. 이런 事故는 現場에서의 조그만 配慮에 따라 事故를 未然에 防止할 수 있는 것이다.

解體 工事에서 災害 및 事故를 類型別로 살펴보면, 架設 울타리와 비계에 의한 危害, 낙하물에 대한 危害, 추락에 의한 危害, 비산 낙하 危害, 발파 작업, 화재 사고, 地下 매설물 事故, 기계에 의한 災害, 危險物 關係等 여러 가지 類型으로 分類할 수 있다.

이것들은, 勞動法, 勞動安全 衛生 規則, 기타 關係 法規 및 指針 等に 상세히 알려져 있다. 여기서는, 解體工事的 災害防止를 現場에서 計劃한 事前對策을 표 3에 나타내었다.

2.5 解體工事的 安全對策

解體 工事에서는 적용되는 各種 工法들이 있다. 그중에서 取扱이 어려운 工法 및 人命에 대한 危險度가 큰 것에 대해서 또, 最近에 가장 많이 적용되는 工法의 概要와 注意 事項을 論한다.

1) 鋼球(steel ball) 工法

① 概要

鋼球(steel ball) 1~3t 程度를 크레인의 先端에 매달아 鋼球를 수직 또는 수평으로 구조물에 부딪치게 하여, 그 衝擊力으로 구조물을 破壞하고, 노출된 철근을 가스 절단 하면서 구조물을 解體 하는 工法이다.

② 注意事項

a. 鋼球의 크기는 해체 대상물의 構造와 形象 등을 고려하여 적당한 것을 選定한다.

- b. 鋼球의 중량, 작업 반경등은 붐(boom), 프레임(frame) 및 차량에 무리가 없는 것을 선정하고, 충분한 衝擊力을 가할 수 있는 機種을 選定한다.
- c. 취급 조작을 잘못하면 자체의 轉到, 현수로프의 切斷, 鋼球가 튕겨나와 극히 危險하므로, 숙련자를 選定한다.
- d. 현수 와이어로프는 마모, 단선 및 腐食等이 없는 것을 사용한다.
- e. 작업중 주변 상하수도관, 가스관, 고압 電線等 지하 매설물 등에 注意한다.

2) 轉到工法

① 概要

解體하고자 하는 부재 및 구조물의 일부를 브레카 및 압쇄 장비를 이용하여 파쇄 또는 절단한후 轉到 모멘트를 이용하여 와이어의 引張力로 轉到시키는 解體 工法이다.

② 注意事項

- a. 計算 및 順序를 잘못하여 豫定보다 빨리 轉到되거나 轉到 方向이 잘못되면 매우 危險하므로 충분한 檢討가 필요하고, 構造計算 및 숙련자의 指示를 받는 것이 필요하다.

- b. 轉到部材의 事前 취약화 종료후 신속히 轉到 作業으로 옮기고, 轉到 作業時는 일정한 信號를 통하여 작업의 진행 정도를 確認한다.
- c. 轉到에 사용되는 와이어 로프는 마모, 단선, 부식등이 없는지 확인하고 끌어 당길 와이어 로프는 2本 이상으로 한다.
- d. 轉到時의 衝擊과 振動을 막기 위한 緩衝措置를 하고, 분진 발생을 막기 위해 轉到體와 緩衝材에 충분한 물을 뿌린다.
- e. 轉到 作業은 작업 실시한 날 중으로 終了시키도록 할 것. 깎아낸 상태로 放置해서는 안된다.
- f. 重量物을 轉到시킬 경우는 住民들에게 전도 時間과 작업 內容을 충분히 弘報한다.

3) 워터 제트(Water-Jet)工法

① 概要

워터 제트에 의한 파쇄 原理는, 초고압, 초고속으로 물을 噴射하여 衝擊 에너지를 이용하여 콘크리트를 破碎하는 것이다. 콘크리트 破碎에 필요한 噴射壓力은 콘크리트 強度의 10~15倍(압력 3,000~4,500 kg/cm² 以上)이다.

超高速 噴射水가 固體에 衝突할 경우, 水擊 作

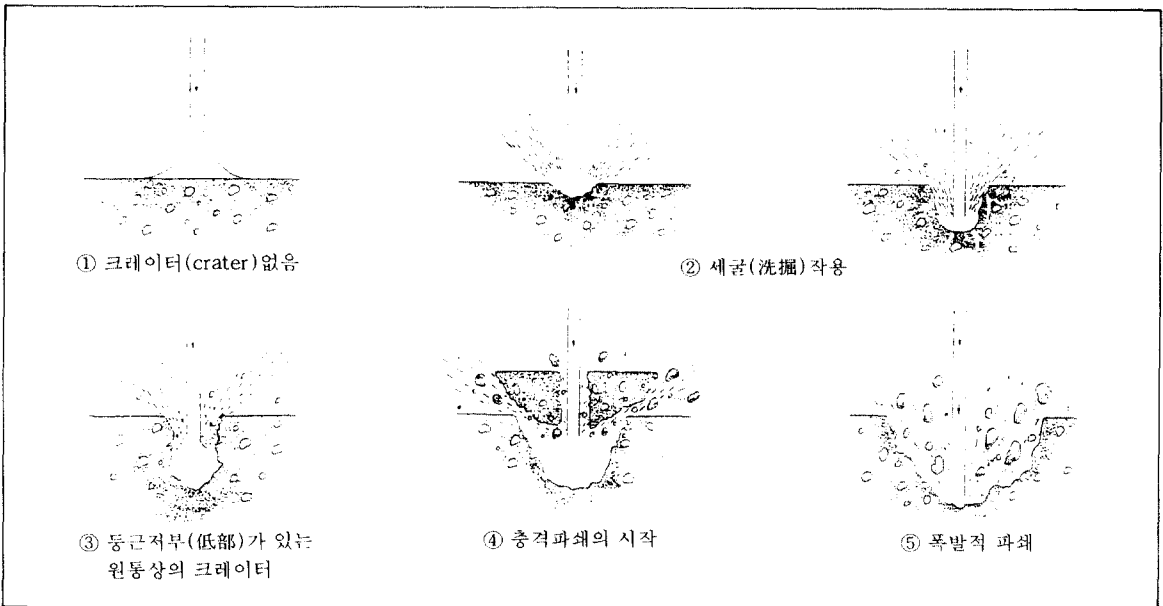


그림 1 워터제트에 의한 研究 狀況

用을 일으켜 衝擊力이 發生한다.

콘크리트는 이 衝擊力에 의해 噴射點을 중심으로 隔離하는 것같이 튀겨 날리며 破碎되는 工法이다.(그림 1)

② 注意事項

- a. 워터 제트 壓力이 크기 때문에 제트水를 사람에게 직접 부딪히지 않도록 注意할 것.
- b. 상온의 물은 壓力 7,000 kg/cm²에서 結氷하기 때문에 그이상으로 사용하는 경우 凍結防止劑를 이용해야 한다.
- c. 작업시 裝置에서 發生되는 騒音, 排水處理計劃을 確立한다.
- d. 절단부위에 따라 해체 속도 및 效率이 左右하므로 精確한 절단 및 破碎 계획이 필요하다.

4) 다이아몬드 와이어 쏘(Diamond Wire Saw) 工法

① 概要

다이아몬드를 절삭날로 하는 本工法은, 강인한 다이아몬드 지립이 사용한 비트로 그림 2와 같이 일정한 間隔으로 배치한 다이아몬드 와이어 쏘를 절단 대상물에 걸어 연결한 다음, 球動裝置에 의해 고속 회전시켜 切斷하는 工法으로 최초 大理石 및 花崗岩을 채석하기 위해 개발된 기술을 구조물의 해체 및 개축 공사에 사용한 공법이다.

국내 적용 事例로 代表的인 것은 광진교, 유진상가 등이 처음 적용되었다.

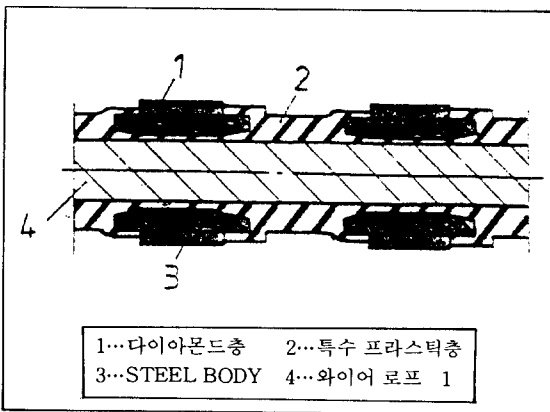


그림 2 Diamond Wire Saw의 構造

② 注意事項

- a. 고속 회전으로 절단 작업중 와이어가 끊어지거나 壽命이 다할 경우, 와이어 交替가 곤란하다.
- b. 절단 대상물의 절단 면적을 고려하여 와이어 길이 및 切斷 位置 등을 決定하여야 한다.
- c. 절단면에 高溫이 發生하므로, 냉각수 供給을 적절히 실시하여야 한다.
- d. 와이어가 고속 회전되므로 절단될 경우 周邊에 피해가 發生되므로 충분한 安全措置가 요구된다.

5) 發破解體 工法

① 概要

火藥類의 큰 爆發 에너지를 이용하여 구조물을 해체하는 工法으로서 經濟的이고, 公害節減, 工期短縮 등의 長點이 있어 각광을 받고 있는 工法이다.

구조물을 穿孔하고 구멍에 裝置한 火藥類의 폭발력에 의해 構造體가 破壞되는 것으로서, 火藥類의 改良과 發破 技術의 發達로 周邊 影響 評價를 거쳐 都心地에서도 실시되는 工法으로 國內에서 代表的인 事例은 남산외인 아파트 및 라이프 빌딩 등에서 適用되었다.

② 注意事項

- a. 발파 구조물의 周邊 事項에 따라 주변 環境 影響 評價를 事前에 實施한다.
- b. 實驗 發破를 통하여 정량적인 計測管理를 實施한다.
- c. 火藥類 管理 保安 責任者를 選任하여 制限 法規 關聯 事項을 충분히 檢討하여야 한다.
- d. 火藥類의 取扱은 관련 法規 規定을 충분히 숙지하고 작업자는 그 規定에 의해 火藥類取扱을 實施한다.
- e. 火藥類의 運搬 및 殘留藥 處理에 세심한 注意가 필요하고 搬入 搬出時 장부의 記錄을 철저히 한다.
- f. 작업자는 資格證을 소지한 숙련된 사람으로 해서 實施한다.
- g. 주변 公共施設物 즉 地下 매설물 등의 公衆 災害 파악에 세심한 노력이 必要하다.

3. 解體工事의 公害對策

3.1 概 要

最近, 인간의 生活水準 윤택화 및 文化水準의 向上과 더불어 각종 산업 설비 및 건설 공사 등에 의한 環境 公害의 인식 感應도가 예민하여 지고 있다. 加速化 되고 있는 건설 공사, 規模의 大型·多樣化 추세로 인하여, 施工 裝備 역시 중형화 다양화되고, 振動·騒音等 環境 公害의 發生原은 복잡, 多樣하게 發達되고 있어 원활한 공사 遂行을 하기 위해서는 前章에서 언급한 安全管理의 向上과 더불어 公害 發生의 防止 및 減少 方案의 講究策이 절실하다.

특히, 解體 工事は 대체로 施工 期間이 짧고, 解體機械 적용 부분이 광범위하며 移動이 많기 때문에 騒音·振動·粉塵等 環境 公害의 發生抑制 및 防止가 難解하지만, 대부분 都心地 內에서 실시되고 있기 때문에, 源泉의인 公害 對應策 없는 施工은 불가능한 現實이다.

騒音·振動·粉塵等 公害는, 距離·日氣外 여러 因子의 影響에 의해 增幅 또는 減衰되기 때문에 解體 工事を 시행함에 있어서 環境 保全法에서 規定하는 規制 基準을 考慮한 施工 目標值을 設定하고, 計測管理 및 發生因子를 活用한 低公害 施工 方案의 摸索이 必要하다.

3.2 解體工事의 騒音

1) 騒音發生의 特性

騒音은 바람직하지 않은 音으로 主觀的, 心理的 要因으로 左右되는 感覺이며 騒音이 커짐에 따라 人體는 頭痛, 초조함, 내분비의 변조, 동맥경화 및 血壓 上昇等 生理的 影響을 받게 되는데 사람의 個人的인 차이가 많아서 일정한 騒音레벨로 표시하기는 어렵다.

解體 工事中 發生하는 騒音은 解體機械의 選定 및 工法의 적용 方法 等에 따라 多種 多樣하며 公사의 特性上 音源의 周圍가 개방되어 있는 경우가 많고 不連續의이기 때문에 騒音度 및 주파수 特性 등을 정확히 把握하여 騒音 防止에 效果의인 措置

를 강구할 必要가 있다.

解體 工事의 騒音源에는 브레이커, 블도저, 크레인, 에어 콤프레서, 碎石施設 等を 들 수 있으며, 이들의 발생 騒音度는 그림 3과 같고 騒音 주파수 特性 및 所要 感音量은 각각 그림 4와 그림 5에 나타내었다.

解體 施工 作業中 騒音度가 가장 큰 解體 作業은 公압식 핸드 브레이커와 보조 機械로 이용되는 가변식 공기 압축기를 사용하는 경우이며, 유압식 대형 브레이커 시공에서 發生되는 騒音度는 公압식 핸드 브레이커에 비해 約 10dB(A)程度 작게 나타난다.

2) 解體工事 騒音의 發生 形態

騒音은, 일반적으로 그 時間 特性에 따라 正常音, 變動音, 간헐音, 衝擊音, 분리 衝擊音, 準頂上 衝擊音等 6種類로 分類할 수 있으며 解體 工事 使用장비의 主要 騒音을 上記한 分類 方式에 의해 區分하면 표 5와 같다. 표 4는 解體工事 實際의 작

기계명	소음레벨(dB(A))				대 책 안
	70	80	90	100	
블도저 (D85A)	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●		·엔지 베기 머플러의 설치메기
크레인 (25t)	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●			
강구	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●			·타격방향에 주의한다. ·낙하물 밑에 깔개를 간다.
공기압식 핸드브레이커 (30kg)	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●			·방음커버 설치 ·방음웬스 설치
유압브레이커 (500kg)	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●			
절단기	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●			·블레이드에 방음커버를 부착한다.
에어콤프레서 (PA-60)	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●	●●●●●● ●●●●●● ●●●●●● ●●●●●●			·사입서형의 에어 콤프레서를 사용한다.

●●●●●● 측정거리 5m ●●●●●● 측정거리 10m ■■■■■■■■ 측정거리 30m

그림 3 各種 解體機器의 발생 騒音度

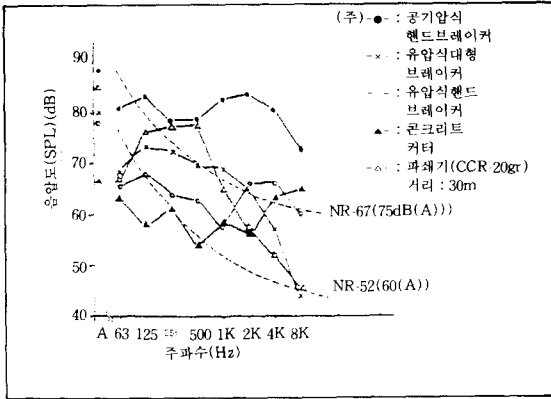


그림 4 각종 解體 機器의 騒音 周波數 特性

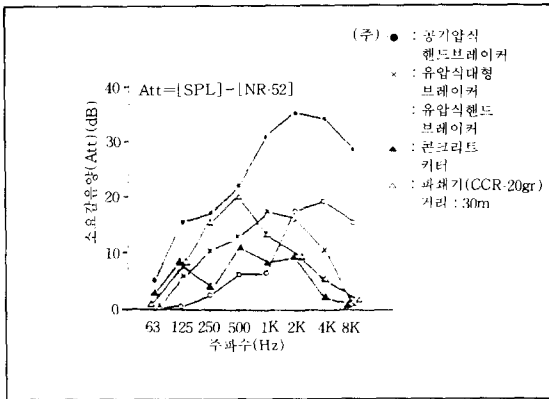


그림 5 所要 感音量

업 騒音을 考慮하여 分類한 것이며 공기압이나 발동 발전기 등은 작업 기계에 負荷 變動이 있을 경우 變動 騒音이라 볼수 있으며 콘크리트 블레이커도 打撃 騒音에 초점을 맞추면 준정상 충격 騒音이라 볼 수 있다.

표 4 主要 建設機械의 作業 騒音의 分類

騒音의 分類	主要建設機械의 作業 騒音
정 상	Reverse Circulation Drill 굴삭기, 콘크리트 커터, 공기압축기, 발동 발전기
변 동	불도저, 트랙터쇼벨, 유압 쇼벨, Road-Roller, Earth-Drill 굴삭기
간 헐	콘크리트-블레이커, 리벳팅 기계
충 격	발 파
분리충격	디젤 파일 햄머, 포장면 파쇄기, Steel Ball Rammer
준정상충격	진동파일 드라이버, 천공기

3) 騒音의 規制 基準

國內 騒音度의 規制 基準은 騒音 振動 關係法 規에 規定되어 있으며 建設工事의 騒音 基準은 對象 地域別 騒音度의 표 5와 같고 日常生活 騒音 規制 基準은 표 6과 같다.

표 5 建設 騒音 規制 基準

대상지역	시간별	조 석	주 간	심 야
		(05:00~08:00, 18:00~22:00)	(08:00~18:00)	(22:00~05:00)
주거지역, 녹지지역, 준도시지역 중 취락지구 및 운동휴양지구, 자연환경보전지역, 학교, 병원 공공도서관의 부지 경계선으로부터 50m 이내지역		65 이하	70 이하	55 이하
상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준도시지역 중 취락지구 외의 지구, 미고시 지역		70 이하	75 이하	55 이하

(비 고)

1. 대상지역의 구분은 국토이용관리법에 의하며 도시지역은 도시계획법에 의한다.
2. 공사장 소음의 규제기준은 주간의 경우 소음발생시간(작업시간)이 1일 2시간 미만 일 때는 +10dB, 2시간이상 4시간이하일 때는 + 5dB를 보정한다.

표 6 生活 騒音의 規制 基準

(단위 : dB(A))

대상지역	대상소음	시간별	조 석	주간	심 야
			(05:00~08:00, 18:00~22:00)	(08:00~18:00)	(22:00~05:00)
주거지역, 녹지지역, 준 도시 지역중 취락지구 및 운동휴양 지구, 자연환경 보전지역, 학교 병원 공 도서관의 부지 경계선 으로부터 50m이내 지역	확성기에 옥외설치		70 이하	80 이하	60 이하
	의한 소음 옥내에서 옥외로 방사되는 경우		50 이하	55 이하	45 이하
	공장·사업장 또는 건축설비에서 발생하는 소음		50 이하	55 이하	45 이하
상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준도시 지역 중 취락지구 외의 지구, 미 고시지역	확성기에 옥외설치		70 이하	80 이하	60 이하
	의한 소음 옥내에서 옥외로 방사되는 경우		60 이하	65 이하	55 이하
	공장·사업장 또는 건축설비에서 발생하는 소음		60 이하	65 이하	55 이하
	공사장의 소음		70 이하	75 이하	55 이하

(비 고)

1. 대상지역의 구분은 국토이용관리법에 의하며, 도시지역은 도시계획법에 의한다.
2. 공사장 소음의 규제기준은 주간의 경우 소음발생시간(작업시간)이 1일 2시간 미만일 때에는 +10dB, 2시간 이상 4시간이하일 때에는 + 5dB를 보정한다.
3. 확성기 사용기준: 옥외에 설치한 확성기의 사용은 1회 2분 이내로 하며, 15분이상 간격을 두어야 한다.

3.3 解體工事의 振動

1) 振動發生의 經路

解體 工事에서 發生되는 振動 公害는 解體 裝備의 稼動에 따라 地盤 혹은 空氣를 媒體로 波되며 振動 發生源 周邊의 건물, 精密 機械類, 人體 등을 振動시켜 發生하며 그 經路의 概要는 그림 6과 같다.

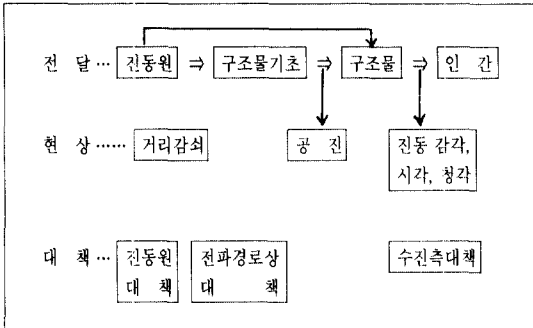


그림 6 振動問題의 發生經路

2) 振動의 特性

① 地表에 있어서, 振動의 크기는 일반적으로 地震의 震度 階級이라 하는 微震에서 強震의 範圍에 있다.

② 振動의 波距離는 예외적인 것을 除外하면 振

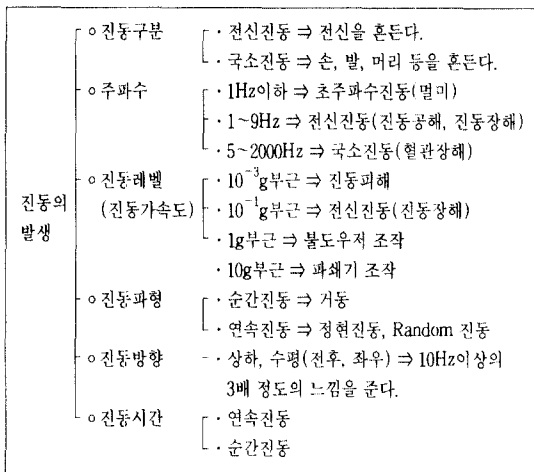


그림 7 振動의 發生에 따른 區分

動源에서부터 100m(보통 10~20m)程度이다.

③ 일반적으로 鉛直 振動이 水平 振動보다 크다.

④ 振動數의 範圍는 일반적으로 1~90Hz이다.

振動의 發生源의 分類는 그림 7와 같이 振動 레벨의 時間적 변동 特性, 周波數, 振動時間 등에 의해 나눌수 있으며 이 가운데 振動의 數值가 크고 멀리까지 被害를 주는 것은 간헐적인 振動源에 의한 것이 많다.

3) 振動의 影響

振動을 基準值 以上 받을 경우 人體는 순환계, 자율 신경계, 내분비계, 소화계等 生理的 影響을 미치고 구조물에는 龜裂, 부착물의 떨어짐, 轉到, 파손 등의 影響이 미치게 된다.

人體에 미치는 影響에 관한 ISO의 振動 基準(ISO/DIS 2631)에 규정하는 生理的 影響은 그림 8과 같고 구조물에 대한 振動의 許容限度는 표 7에 나타낸다.

표 7 建物에 대한 振動 許容限度

a. 變위로 규정하는 것		
(1) R.Westwater		
건물의 강도	최대진폭	허용진폭
보통의 강도	0.202mm	0.067mm(최대진폭의 1/3)
특히 강한 건물	0.406mm	0.135mm
(2) A.G.Reid		
살비나 기초구조		0.406mm
소량의 피해는 대단한 것이 아닌것		0.406mm
주택 및 건물		0.203mm
교회, 오래된 기념관		0.127mm
b. 진동속도로 규정하는 것		
(1) E.Banik		
전혀 손상없음		5mm/sec
경미한 손상		10mm/sec
상당한 손상		50mm/sec
매우 큰 손상		100mm/sec
(2) F.J.Crandell		
피해의 위험범위		> 84 mm/sec
피해발생		> 119mm/sec
c. 가속도로 규정하는 것		
(1) J.R.Thonen and Windes		
피해가 일어나기 시작한 때		> 1.02 g
안전범위		< 0.102g

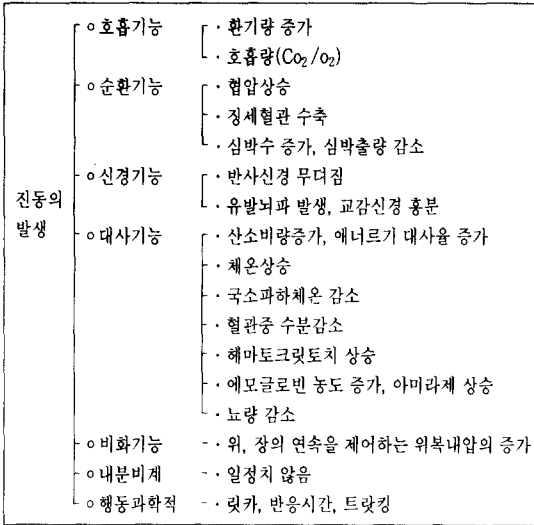


그림 8 振動의 生理的 影響

4) 國內 振動의 規制 基準

國內 건설 공사시 發生하는 振動의 規制 基準은 騒音 振動 關係法規에 生活 振動 規制基準 표 8과 같이 成文化되어 있으며 發破 振動值 規制는 勞動部 告示 표 9와 같이 規定되어 서울시 地下鐵等 都心地 發破工事 現場에 適用되고 있다.

표 8 建設, 生活振動의 規制基準

(단위 : dB(A))

	시간별	주간 (06:00~22:00)	야간 (22:00~06:00)
대상지역			
주거지역, 녹지지역, 준도시지역 중 취락지구 및 운동휴양 지구, 자연 환경보전지역, 학교 병원 공공도서관의 부지경 계선으로부터 50m내 지역		65 이하	60 이하
상업지역, 공업지역, 농림지역, 준농림지역 및 준도시지역 중 취락지구 외의 지구, 미고시지역		70 이하	65 이하

(비고)

- 대상지역의 구분은 국토이용관리법에 의하며, 도시지역은 도시계획법에 의한다.
- 본 규제기준은 주간에 한해 진동발생시간이 1일 4시간 이하일 때에는 +5dB를 보정한 값으로 한다.

표 9 서울 地下鐵 建設時 適用되었던 基準值

건축물의 종류	허용진동치(cm/sec)
유적이나 고적 등의 문화재	0.2
결함이 있는 건물, 빌딩이나 균열이 있는 주택	0.5
균열이 있고 결함이 없는 빌딩	1.0
희벽이 없는 공업용콘크리트 구조물	1.0 ~ 4.0

3.4 解體工事의 騒音 振動 防止對策

1) 騒音防止 對策

解體 工事의 騒音은 工場 騒音과 달리 音源의 周圍가 開放되어 있고, 發生期間이 짧으며 不連續的 移動的이다. 또한, 工事 騒音에 대한 規制는 工場 騒音等に 적용되는 規制基準보다 緩和되어 있다. 특히, 規制值 以下の 騒音 發生에도 隣近 住民의 民願 제기가 심각한 問題로 대두되어, 工事 進行에 支障을 초래하는 경우가 더욱더 늘어나고 있어 騒音防止 對策의 摸索이 매우 重要하다.

표 10은 方法에 따른 解體 騒音의 防止對策 및 세부 項目을 提示한다.

표 10 解體騒音 防止 對策

구분	방지대책	세부항목	비고
공사현장 방음책	1) 저소음 공법의 선정	무소음 공법	
	2) 양생제의 설치	씨이트, 울타리등	
	3) 주변 거주민과 협의	사전양해, 보상	
기구의 방음책	1) 소음기, 방음커버 설치	방진고무, 스프링, 댐핑제 부착	
	2) 저소음 기구로 설계	동력원 교체	
유형별 방음책	1) 소음원의 대책	적정 기계선정, 차음 박스	
	2) 전파 경로상의 대책	방음 하우스, 방음벽, 방음패널	

① 工事に 있어서의 騒音 防止對策

解體 工事時 發生되는 騒音의 音源에는 콘크리트 브레이커, 블도저, 크레인 및 공기압축기, 쇄석 시설, 發破等이 있으며 豫定된 工期의 遵守 및 施工中 發生하는 民願에 의한 분쟁을 事前 制御하기 위해서는 事前의 충분한 準備와 여유있는 工期와 確保가 필요하고 低騒音 工法의 開發 및 適用, 養生材의 設置, 周邊 居住者와의 事前諒解 및 補償 對應策 等を 통하여 현실적 防止對策을 공사에 適用해야 한다.

② 器機의 防音 對策

消音器, 防音커버의 設置는 空氣音이나 2次 固體音(케이싱에서 외부에 투과하는 음)에 대해서 각기 吸音, 遮音 器具를 채용하는 것이며, 1次 固體音(板振動에 의한 음)은 방진고무, 스프링 등의 插入 및 댐핑제의 接着 等を 통한 固體傳達 振動의 減衰 對策이 필요하다. 특히, 엔진을 動力源으로 사용하는 既存 解體機械를, 發生音이 적은 해

체 기계로 對應 및 轉換 方案을 모색한다.

③ 類型別 騒音의 防止對策

類型別 騒音防止 對策은, 各種 解體器機에 의한 騒音도, 周波數 特性 등을 精密 分析하여 規制 基準 및 目標値에 충족되는 騒音 레벨을 維持 管理 하는 것이 필요하다. 騒音源의 對策으로는 低騒音 工法 및 低騒音 解體 機械類를 選擇하여 施工하며, 防音덮개 및 遮音 박스 등을 이용한 騒音發生 低減對策을 樹立한다.

波 經路上의 對策으로는 정치식 解體 機械에 防音 하우스, 防音壁 등에 의한 遮斷 效果를 이용하며 開口部에 防音패널 등을 設置하여 騒音이 外部로 波되지 않도록 遮斷 隔離을 誘導한다.

2) 振動 防止對策

① 防振 計劃

防振 對策을 도모하기 위해서는 解體 工事前 現地 調査를 통해서 情報을 收集하고 施工前 調査를 실시하여 建設 機械에서 발생하는 振動 特性을 檢討하고 또, 受振 側에서의 규모, 내용 및 공사 현장의 周邊狀況 등을 調査한다.

工事 現場의 주변상황 調査는 주변 保安 物件의 密集度, 生活時間 및 특별한 주의를 요하는 학교, 병원, 도서관, 보육원 등의 公共施設物 現況에 대한 現場調査·分析을 實施한다. 특히 육안으로 확인되지 않는 가스, 전기, 전화, 上水道等 지하 매설물의 存在 有無 및 位置等은 정밀히 調査 記錄되어야 하며 해체 시공에 따른 地盤침하 및 地中應力 變化에 영향을 미칠 수 있는 地盤條件 및 주변 地質 現況, 지하수 등의 影響을 고려해야 한다.

防止對策의 기본적 考察 方法은 振動源 對策, 波防止 對策 및 受振側 對策 등으로 나눌 수 있고, 이 중 波防止 對策에 대한 施工의 精량화는 확립되어 있지 않은 實情이다. 振動源의 對策으로서는 彈性支持法이 振動 公害에 대한 주요한 對策 方法으로 建設機械의 機具, 容量, 設置狀態 등에 따라 決定되어 지는 것도 있지만, 問題는 過去 防振 未對策 機械에 대하여 기계의 性能을 低下시키지 않고 防振 對策이 실시될 수 있도록 하는 點이다.

受振側 對策은, 특수한 경우로 限定이 되며 대부분 振動源 對策에 의한 防振對策 및 計劃이 일반적으로 實施되고 있다.

② 振動源 對策 方法

a. 低振動型 건설 機械로의 改善

振動 公害의 防止對策 原則은, 振動이 발생하는 解體機械를 가능한 사용 抑制하는 것이지만, 일반적인 機械 特性上 作業 狀態에서 振動을 수반하게 되며 振動 抑制 및 低減을 위한 다음과 같은 改善 方法이 考慮된다.

- 回轉機械의 경우는 機械 回轉數에 의한 고유 振動數와 회전축의 휨에 의한 고유 振動數를 일치시키지 않도록 한다.

- 왕복운동 機械의 경우는 慣性力을 多段 실린더의 것으로 交換 또는, 別途로 特殊한 加振裝置를 만들어 상쇄시키는 방법 등이 있다.

- 편심 모멘트에 의하여 起振力을 크게 하는 경우는 角速度를 크게하면 진폭이 작게 되기 때문에 유리하다.(예 : 고주파형 진동과일 드라이버)

b. 地盤과 接한 機械本體의 改善

解體工事に 수반하여 발생하는 振動은, 강제적으로 발생된 힘을 作業에 이용하는 경우가 많다. 起振力을 발생시키는 解體機械는 地盤과 共振을 피하여 기계 자신의 振幅을 低減시켜 地盤에 振動波를 억제시키는 低減方案의 모색이 必要하다.

③ 防振 對策

解體工事に 의한 振動 公害는 騒音을 수반하며 그 대표적인 것으로는 鋼球(steel ball)에 의한 打擊, 대형 부재의 轉到 등에 의한 충격적인 振動 등을 들 수 있으며 이와 같은 振動 公害에 대해서는 다음과 같은 防振 對策이 必要하다.

- a. 地盤과 밀접한 지중보, 基礎에 직접적인 衝擊을 가하지 않으며 振動이 傳達되지 않도록 구조물, 地盤 등에 적절한 防振 system을 構築한다.

- b. 大型 部材를 轉到하는 경우, 轉到하는 면이 緩衝作用으로 誘導될 수 있도록 하며 衝擊 振動의 波를 低減시킨다.

3.5 其他公害 防止對策

1) 粉塵 防止對策

콘크리트 解體 作業에서 발생하는 粉塵은 解體 工法, 作業條件에 따라 크게 變化하지만 公害問

題, 衛生管理 하지 않으면 作業 環境上에서 중요한 有害要因으로 본다.

解體 工事中에서 粉塵防止 對策의 基本的인 생각은,

① 粉塵이 적은 工法을 採用한다.

② 粉塵 발생하는 工法을 채용할 경우는, 粉塵이 외부에 飛散하지 않게 粉塵 防止의 措置를 한다.

그리고, 解體 工事中에서 발생하는 粉塵의 防止 對策案은 크게 3가지로 分類할 수 있으며 分類에 따른 細部 項目은 다음과 같다.

방지대책	세부항목
발생원의 밀폐화	방지 덮개, 방진 하우스, 방진망
살수 습윤	물살수기, 스프링클러
집진기	백필터, 전기 집진기, 선정 집진기

2) 粉塵을 多量으로 발생시키는 解體器機 및 工法의 對策

① 콘크리트 브레카 및 천공기의 境遇

브레카 先端의 비트부에 撒水 裝置를 부착해서 습식화하고 穿孔機의 경우는 吸塵機가 부착되어 있는 裝備使用 및 粉塵發生 作業장의 周邊에 별도의 吸塵機 및 撒水 對策을 세운다.

② 스틸볼의 경우

스틸볼로 打擊하는 部材에 직접 散水한다. 과외한 콘크리트 부스러기가 堆積하는 곳에도 散水하고 공사장 周邊에 防止幕을 設置하여 粉塵의 飛散을 막는다.

③ 轉到의 경우

轉到시키는 부재의 規模를 최대한 縮小시키고, 轉到 부재와 轉到되는 面과의 衝擊을 줄이기 위해 쿠션材 사용과 事前事後 충분한 散水를 實施한다. 또, 轉到할 때의 風壓으로 粉塵이 발생되므로 충분한 保養措置가 要求된다.

④ 發破解體의 境遇

破碎 對象 部材에 適正裝藥을 하고, 破碎片이 飛散하는 것을 防止한다. 破碎 部位에 명석, 시트 및 철망 웬스 등의 養生部材를 충분히 하고 飛散의 發生을 防止할 수 있는 遮斷壁을 2~3重으로

措置할 必要가 있다.

또 물을 최대한 散水하고, 비닐 물주머니를 破碎와 同時에 散水되는 方法 등이 措置 되어야 한다.

3) 飛散物·落下物의 防止對策

解體 工事中, 構造物內에 있는 有害物質을 事前에 處理하고 실시하지 않으면, 工事中 特性上, 飛散物과 落下物에 의한 人命 및 隣近 構造物의 被害 可能性이 매우 높은 工事中 하나이다.

또한, 外國에서는 해체 公事中 危害物質을 事前에 철저히 除去 하지만, 解體中에도 設計 變更 등으로 豫測하지 못한 有害物質이 발견되면 그 즉시 解體工事中을 中止 시키고, 有害物質 專門 除去 業者에 의해 除去된 後, 解體 工事中은 계속된다.

이러한 制度的인 問題와 法規 關係 등은 政府 차원에서 구체적이고 세심한 배려가 要求되며 各 工程別로 細分化된 專門 工程의 必要性이 要求된다.

飛散物, 落下物은 그 被害 規模가 粉塵에 비해 방대하기 때문에 발생시 중대한 災害를 초래하므로 作業 方法의 改善 및 防止幕을 철저히 設置할 必要가 있다.

4. 結 言

建設 産業의 現場에 있어서 環境은, 도시의 過密化, 빌딩의 高層化, 지하 構造物의 深度化 등, 점점 規模가 커지는 가운데, 解體 工事中도 並用되기 때문에 점점 어려운 解體 施工이 많아지고 있다.

또, 公衆災害를 지역 住民이 人的 物的 被害를 받는 것으로 定義하면, 解體工事中 現場에서 環境條件은 公衆과의 接點이 密接化되고 있기 때문에 보다 安全하고 세심한 安全管理을 根據로 解體를 하지 않으면 안된다.

따라서, 解體現場과 公衆 災害와의 接點의 形態에 관해서는 크게 區別하면 두가지로 나눌 수 있다.

① 解體工事中 事故가 第一次인 原因으로 公衆에 被害를 주는 境遇

② 騒音, 振動, 粉塵, 飛散物 등으로 지역 住民에 精神的, 慢性的인 被害로 解體 公害를 주는 境遇

遇

基本的으로는 解體工事 事故가 되는 原因을 추적하여 그 原因을 하나하나를 解決해 나가면 불행한 災害 防止는 可能하게 된다.

이 경우, 解體工事 事故에 관해서는 발생한 現狀만을 把握하지 말고, 設備·裝備·環境 等の 安全 確保上 異常한 狀態와 不合理 및 人的 차고 等に 의한 事態에서 事故에 이르기前的 단계를 把握하고, 그것을 철저히 改善 추구해 나가고 安全을 確保하는데 노력하여야 한다.

끝으로, 解體工事 作業者 및 住民에게 被害를 주는 事故와 災害를 防止하기 위해서 몇가지 整理해 보면, 첫번째, 設計者 및 解體 計劃者 等이 만에 하나를 생각해서 危險 豫測을 하고, 그 事前對策을 수립하고 확실히 實行하는 것이 重要하지만, 제일선의 技能者가 施工程度를 計劃者의 의도하는 대로 實施하는지가 걱정되는 경우가 있다. 現場條件에 따라서는 반드시 意圖하는대로 施工되지 않는 것도 있을 수 있다.

특히, 가설 等の 強度 計算을 필요로 하는 것은 施工程度도 考慮하고 세심한 計劃을 해야 한다고 생각한다.

두 번째, 특히 解體側의 設計 計劃者는 三現主義(現場, 現物, 現實)에 철저히 設計, 計劃을 해야 한다.

책상 위에서만의 圖面과 숫자만으로 計劃되는 경우가 있어 實際의 시공에서 變更의 여지가 발생하는 것에 注意해야 한다.

세 번째, 각종 最新 解體裝備 및 計測器 等の 導入으로 技術進展이 눈에 띄지만, 그 보수 관리는

물론 裝備가 고장날 것은 감안하면 그때의 措置를 수립할 필요가 있다.

특히, 그것을 措置할 수 있는 특정인 만이 알고 있는 것이 아니고 周邊者들이 同參하는 것이 重要하다.

産業災害는, 있어서 안된다는 信念을 가지고 解體業界가 일체화되어 노력을 경주하고, 끝으로 安全管理 및 解體公害를 근절하는데 노력하여 解體業界 自體의 이미지를 向上시키는데 專念하여야 한다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. 成都 建設産業 株式會社 「建築物 解體 技術」 1992, 5
2. 成都 建設産業 株式會社 「建設工事 公害對策」 1991. 12
3. 大韓 專門 建設 協會 「建設 安全管理 實務」 1995, 2
4. 大韓 專門 建設 協會 「'94年度 下半年 重大災害 事例集」 1995, 2
5. 島建設(株) 「建築工事に 있어서 勞務와 安全 핸드북」
6. 解體 工法 研究會 「解體 工法과 積算」 1989, 1
7. 大宮 武男外 1名 「建築工事に 따른 騒音, 振動의 實態와 評價에 관한 考察」 建設 機械化 1974, 11
8. 建設業 勞動災害 防止協會 「解體工事 安全施工 指針」 1976, 7
9. 정일록 「on the reduce Vibration and Noise」 大韓 火藥 學會集 1995, 6
10. 양형식 「Blast Vibration Monitoring and Control」 1994, 1