

構造物 解体發破의 現況과 實例

On the Status of Structure Demolition by Blasting

新 膝 孝 志

* K.C. Shinto

1. 序 言

近年의 일본에 있어서 구조물의 解体에 관하여 매우 관심이 높아져 가고 있으나 이것은 경제나 생활환경의 변화에 의한 것이 크고 今後에도 解体공사는 확대될 것이다. 그러나 歐美의 그것과는 달라서 일본의 建築物은 確固한 耐震設計가 되어 있어 매우 破碎하기 힘든 구조로 되어있다.

또한 밀집된 都市部에 있어서는 周邊環境에 주는 影響程度를 極力 低減시키는 방법이 從來부터 연구개발되어 특히 油壓機械에 의한 破碎工法이 顯著하게 발전되어 왔다.

이러한 상황중에서 화약류를 사용한 解体공법은 또한 實施例가 적고 周邊住民등이 危險感覺을 갖는 일도 많으므로 허가를 얻음에는 많은 준비와 시간을 요한다. 實際問題로서 발파 및 側壞時에 발생하는 騒音, 振動, 비철물, 粉塵 등에 대한 完전한 防止方法은 아직 충분히 確立되어 있지 않다.

또한 본래 經濟的으로도 工期的으로 장점을

갖는 發破工法은 現在 일본에서 많이 解體되고 있는 것 같은 6層以下의 규모의 건물에서는 強健한 耐震構造이기 때문에 많은 發破個所가 필요하게 되어 火藥量이 增大되는 것과 周邊으로의 過剩하게되는 安全對策을 행할 필요가 있는 일도 있어서 그다지 顯著한 有利性은 나타나지 않는 것이 實狀이다. 그러나 今後 解体될 建築物 중에서도 특히 대형의 건물이고 그 地下部分이거나, 큰 敷地를 갖는 工場內의 구조물이거나 특수구조물에서는 역시 발파공법이 안전성과 경제성의 면에서도 有效하다고 생각된다.

그래서 今後의 參考事例로서 일본에 있어서의 解体의 현상과 著者が 행한 實施例를 紹介한다.

2. 建築物의 解体 理由

일본에 있어서의 건축물의 解体는 주로 건물의 機能의 低下, 構造耐力의 저하 및 社會的 要因의 3가지의 理由에 의해 행하여지고 있다.

(1) 機能의 低下란 空調設備의 古식화 容량 부족 또는 Computer를 비롯한 大型事務機器의 도입에 의해 更新이 부득이하게 될 경우나 토지의 高騰에 의해 建築面積을 增大하는 등의 경제성을 追及 할 경우, 다가 건축물의 기능향상이나 design을 변경할 경우 등이 고려된다.

(2) 構造耐力의 低下에서는 1981년에 耐震설계가 고쳐지게 되어 新基準으로 시공되었으나 이것에 의해 그 이전의 건물중에서 地震에 대한 내력이 부족한 것을 解体할 필요가 생겼다.

또한 지반침하에 의한 균열의 발생이나 철근의 부식, Concrete의 균열발생 등의 구조상의 노화에 의한 이유 또는 화염 등에 의한 보수, 보강이 곤란한 경우 등이 생각된다.

(3) 사회적 要因은 도시 再開發에 隨伴하는 區劃 整理에 따른 解体나 도로나 鐵道 등의 建設공사 를 위한 지장이 되는 建물을 解体할 場合 등이 생각된다.

3. 일본에 있어서 構造物 발파의 適用性

(1) 上部 一般構造物의 解体發破

建물의 上部, 鐵道나 도로의 高架橋등에 있어서 일반적으로 R C C 鐵筋 concrete)造에서 是 대형의 油壓 breaker나 壓碎機에 의하여 解体할 場合가 많다. 단 이들 기계적 공법을 보조할 의미에서 소량의 火藥類나 靜的 破碎 劑가 사용되는 일도 있다. 또한 시가지에 있어서 저소음, 저진동을 필요로할 場合나 구조 물을 부분적으로 殘存시킬 必要가 있는 場合에서는 Diamond wire saw나 water jet가 사용된다.

從來 發破工法에 의해 解体할 場合의 許可基準이 법규상 명확히 되어있지 않았기 때문에

주변의 보안물건이 存在할 場合에는 거의가 許可되지 않았으나 1991년에 通算性的 委託에 의해 (社)全國火藥類 保安協會가 發破解体 工事 保安技術指針을 策定했으므로 今後에는 案件이 적합하면 상부 一般構造物의 發破工事도 실시할 수 있게 될 것이다.

(2) 地下構造物의 解体發破

構造物의 基礎部나 지중 beam 등의 RC 조는 역시 일반적으로 유압 breaker에 의하여 解体할 場合가 많다. 그러나 해체와 掘鑿이 並行하여 행하여지는 場合가 많으므로 崩壞防止를 위한 Strut 나 中間支柱가 있어서 대형의 중기를 投入할 수 없기 때문에 보조적인 發破工法이 有效하다고 생각된다. 단 都市部에 있어서 是 광범위하게 특수거리를 확보할 수 없으므로 비산할 우려가 없는 방법을 행할 必要가 있고 또한 불특정 다수의 통행인이나 근접한 건물이나 지하철 등에 대하여 발파소음이나 진동을 허용치 내로 제어하는 기술이 必要하다.

(3) 특수 구조물의 解体發破

일반구조물 이외의 것으로 Dam이나 擁壁, Tunnel, 煙筒, plant 등이 있고 현재 SRC(鐵骨 鐵筋 Concrete)造는 극히 드물게 밖에 解体되고 있지 않으므로 RC와 S(鐵骨)造로 대별할 수 있다.

RC造에서는 大形의 油壓 breaker나 壓碎機에 의하여 解体할 場合가 많으나 構造上의 특이성 즉 長大 span 이든지, 解体 途中의 안정성이 念慮될 場合에는 遠隔操作을 할 수 있는 발파공법이 유효하다.

S造에서는 gas 熔斷한 各部機를 대형의 楊重機로 昇降하는 방법이 從來부터 일반적이었으나 작금의 숙련된 작업량의 인원부족이나 고

속 작업에 隨伴하는 火災의 발생 등의 안전상의 이유로 발파에 의한 轉倒 또는 倒壞工法이 採用될 경우도 있다. 또한 이 경우 發破後는 전부 지상에서 후처리를 할 수 있으므로 경제적으로도 유리하다.

이상 구조별로 발파공법의 적용성에 대하여 簡略히 기술하였으나 일본의 구조물은 특히 強固하게 만들어져 있기 때문에 발파하는것에 의해 낙하 또는 轉倒시켜 박살나게 崩壞시키는 것이 곤란하다.

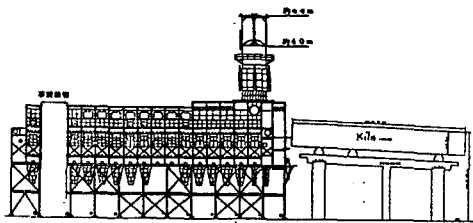
따라서 후처리에는 機械力 등에 의한 2차적인 破碎가 필요한 것 또한 周邊환경의 保全이라는 觀點에서 發破에 의해 발생하는 영향 정도를 許容值內로 制御하는 것이 緊要하다.

4. 發破解体의 實施例

4-1 . Pellet工場 附帶設備 解体工事

(1) 工事概要

이 工事は 新日本製鐵(株) 廣田製鐵所 舊 Pallet공장 解体工事に 隨伴하여 工期의 短縮과 解体費用의 低減 및 高所作業에 있어서의 災害防止를 目的으로 발파에 의한 倒壞工法이 採用되어 Pellet공장중 Travelling grate(總重量 約 2,500 ton)와 Rotary Kiln(總重量 約 5,300 ton)의



Travelling grate 및 Rotary kiln 設備概略圖
그림. 1

2개의 설비에 대하여 실시된 것이다.

(2) 발파방법

Travelling grate 설비는 기둥(H형 鋼)의 前脚을 지상부근에서 爆破切斷하여 轉倒시키는 방법을 사용하였다. 前脚에 V cord(成形爆藥)을 사용하여 Flange, Web 및 Brace의 Gusset Plate를 爆破절단하였다. 後脚은 Base Plate의 Anchor bolt를 發破直前에 Gas 熔斷하였다. 發破時의 周邊으로의 대책으로서 騒音低減을 위하여 모래주머니와 gum belt를 사용하여 V cord의 둘레를 덮고 倒壞時 振動에 대해서는 mound 흠쌓기를 행하여 低減을 圖謀하였다.

Rotary kiln 설비는 架台 基礎에 의하여 傾고 한쪽편에 約 20도를 傾斜시키는 것에 의해 kiln 本体를 지상에 落下시켰다. 이 kiln 本体는 이것을 支持하는 roller와 30도의 角度로 安定되어 安혀있고 架台 基礎의 前脚이 지상이 닿았을 시의 慣性力으로 낙하시키도록 계획되었으나 架台 基礎의 發破後의 安定도 確保할 필요가 있고 精確한 작업이 요구되었다. 또한 架台기둥의 斷面이 크고 鐵筋量도 많았으므로 발파설계는 過去의 經驗과 技術을 충분히 활용하여 결정하였다. 飛散物의 防止는 防爆 Sheet와 金網을 사용하여 직접 養生을 행하고 豫상된 許容範圍內로 抑制되어 Mound 흠쌓기에 의해 낙하시의 震動도 抵減되었다.

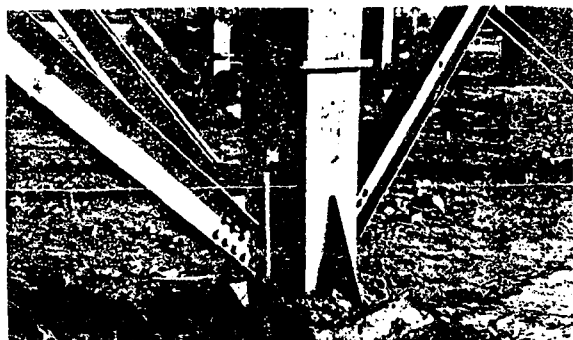


그림 2. 成形爆藥裝置 狀況

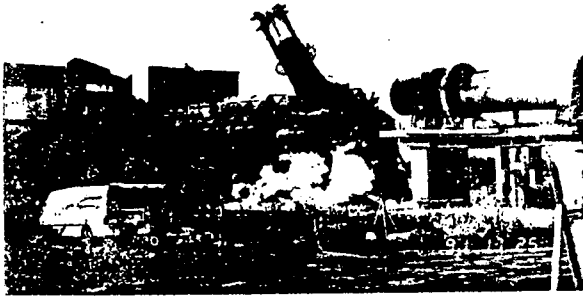


그림 3 Travelling grate 設備發破倒壞狀況

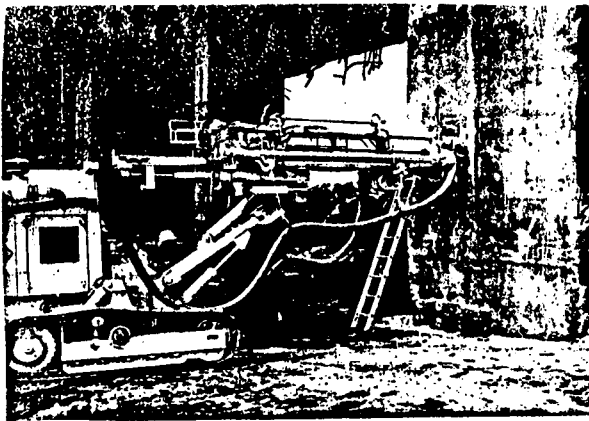


그림 4 Rotary kiln 架台 기둥 部鑿孔狀況



그림 5 Rotary kiln 設備發破狀況

(3) 使用火藥類數量

Travelling grate 倒壞發破

火藥類名稱	種 類	數 量
成形爆藥(V cord)	V-20, 25	73 個
電氣雷管	地震採鑛用	73 個
리벨用空砲		400 個

但 V cord 73個=爆藥換算約 27kg

Rotary kiln(耐力壁部)事前發破

火藥類名稱	種 類	數 量
爆藥	3號桐dynamite	13.2 kg
電氣雷管	瞬發, DS	66 個
리벨用空砲		10 個

Rotary kiln(기둥部)轉倒發破

火藥類名稱	種 類	數 量
爆藥(3號桐D/M)	3號桐 dynamite	57.6 kg
電氣雷管	瞬發, DS, MS	518 個
리벨用空砲		90 個

4-2. RC造 集合住宅發破 倒壞實驗工事

(1) 工事概要

(社)全國火藥類 保安協會가 通産省의 委託을 받아 都市構造物 解体用 發破對策委員會를 조직 하여 도시부에서의 發破에 대한 保安기술의 策定을 行할 目的으로 RC造 集合주택을 一舉에 爆破할 field 실험을 行하였다. 이 건물은 長崎縣 西彼杵君 高島町에 所在하는 舊 炭住 아파트로서 높이 17m, 길이 38m, 폭9m 壁붙임 Rahmen 式 鐵筋 concrete 造(6層 36戶)였다.

각층 및 各段當의 爆藥量을 아래에 표시한다. 더구나 폭약은 3號桐 dynamite를 사용하고 第2種 導爆線 및 制御용 特殊導爆線을 併用하였다.



그림 6 集合住宅發破前狀況

(2) 發破方法

이 건물은 壁이 많고 또한 階段室의 剛性이 높았으므로 주로 1층부터 3층의 벽을 사전에 Cut하여 倒壞時의 抵抗을 排除하였다. 건물본체를 경사 수평방향으로 비트는것 같이 段發計劃을 행하고 發破個所는 주로 기둥부와 보조적으로 긴쪽방향의 besm부를 파쇄하도록 leg drill을 사용하여 1182의發破空을 鑿孔하였다. 또한 起爆은 전부 약 1200個의 DS 段發審管을 사용하여 전체 약 2秒의 秒時養를 설정하였다.

(3) 飛散防止 養生方法

발파에 의한 飛散物을 방지하기 위하여 防爆 sheet와 낡은 다다미를 사용하여 發破個所의 直接 양생을 行하고 다시 間接 養生으로서 金鋼을 사용하여 건물의 외부 全体를 덮었다.

4-3. Pretension RC造 Dome 발파 解体工事

(1) 工事概要

築波 國際科學技術 展覽會의 開會後 남겨진 모든 Pavilion은 解体되게 되었다. 이들중 國聯 平和館으로서 사용되었던 이 건물은 直徑 41m, 높이 23.7m의 半球 shell形의 Pre-Stress · Pre-cas 大 RC造이고 건축 當初부터 移設 再利用할 목적으로 설계 시공되었다. 이 때문에 緯線 및 經線方向으로 最大約 200 ton의 장력이 걸린 PS 텐돈은 안본드 狀態 그대로였다.

통상의 解体工法에서는 이 張力이 開放 되었

표 1. 各段當 使用爆藥量

EC段各層數	DS#2	DS#3	DS#5	DS#6	DS#7	DS#8	DS#9	DS#10	計
	0秒	0.25	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.05秒	
RF	—	0.30	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.30	3.60
6F	0.60	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	6.20
5F	0.70	1.65	1.70	2.10	1.55	2.25	1.25	0.65	11.85
4F	0.60	3.35	2.40	3.65	2.55	3.65	2.00	0.30	18.50
3F	1.35	3.75	5.25	6.15	5.25	6.55	4.50	2.50	35.30
2F	1.60	4.15	5.75	6.55	5.75	6.55	4.35	2.40	37.10
1F	1.85	5.90	5.65	7.95	5.65	7.85	4.15	2.25	41.25
合計	6.70	19.8	22.35	28.00	22.35	28.45	17.45	8.70	153.80

을 때 anchor 金具 등이 飛散하여 危險하다고 판단되었기 때문에 일본에서는 처음으로 一舉 爆破解体工法이 採用되게 되었다. 爆破의 설계 및 技術指導는 이 種類의 發破實績약 4000件을 갖고 있는 미국의 CD 공사에 의해 행하여져 공기의 단축과 비용 삭감이 도모되었다. 결과적으로는 不幸히도 부분적으로 불발이 발생하여 2次의 點火를 행하게 되었으나 초기의 목적을 달성하고 또한 우리 일본의 건축 및 發破技術者에게 多大한 經驗과 advice를 남기게되었다.

(2) 發破方法

準備作業으로서 倒壞가 완전히 행해지도록 concrete panel의 벽을 유압 breaker로 사전 처리를 행하고 發破孔의 位置에 해당하는 기둥간의 틈에는 grout 處理가 실시되었다.

작업은 모두 高所作業車로 행하여지고 폭파의 裝填前에 비산방지 養生이 裝置되었다. 防護材料는 金鋼과 疲탄이 사용되었다.

사용한 폭약은 Emulsion系 含水爆藥이 약 300kg, 전기뇌관이 약 1200개였다. 발파회로는 2系列의 直列回路를 동시점화 할 수 있는 發破器를 사용하여 行했으나 전술한 바와같이 不發이 發生했기 때문에 남은 電氣雷管을 直竝列回路에 接續하여 고치고 다시 점화하여 완폭시켰다.

이 경험은 著者 등에게 이후의 대량의 電氣雷管을 사용하는 폭파작업에 큰 교훈을 주었다

5. 맺는 말

일본에서의 구조물발파의 현황과 실시예를 3예만 간략히 소개하였다. 아직 몇가지의 實施例가 있으나 다른 機會에 소개하기로 한다. 문두에서도 기술한 바와같이 구조물 특히 building

등의 건축물의 解体공사는 經濟나 생활환경의 변화에 의해 今後 增加할 것이라고 생각되나 火藥類를 사용한 解体工法이 얼마나 이용될것인가에 대해서는 아직 해결하여 할 일이 있고 今後의 과제로서 많이 노력해 가지 않으면 안된다고 생각된다.

최근 행해진 例로서는 滋賀縣 大津市에 所在하는 未完成 building의 발파해체공사가 있었다. 이것은 영국의 발파해체 전문회사에 의한 설계와 기술의 지도로 무사히 행해졌으나 도피후 상태를 보았을 때 일본의 耐震構造 建築物이 強固하다는 것을 새삼스레 痛感하였다.

또한 경제우선의 기술에서 안전우선이 그것에 있어 변하는 시대에 있어서 화약류의 사용이 어떤 모양으로 유리성을 발휘할 수 있는가를 모색하고있는 現狀中에서 우리들은 실제의 발파에 종사하고 있는 자의 경험과 기술이 조금이라고 많이 社會에 貢獻할 수 있는 것을 願하고 있는 것을 기대하고 있다.

최선으로 구조물발파의 유의사항은 如伽의 발파에 의해 발생하는 영향정도 즉 진동, 소음, 비산물, 粉塵을 제어하는가 하는 것과 前後 工程의 手段에 따른 발파방법을 고려하여 종합적으로 Balance가 좋은 解体계획을 생각한다는 것일 것이다.