

여의도(구) 라이프빌딩 發破解體 施工사례 발표

On the demolition executed of ex-life building in yoido

강 기 호¹⁾ 지 호 영²⁾ 장 호 진³⁾

k. h. kang H. Y. Ji H. J. Chang

目 次

- 1. 공 사 개 요
- 2. 주 변 환 경
- 3. 해체공법의 선정
- 4. 발 파 제 원
 - 가) 사용화약류의 종류 및 수량
 - 나) 각 SECTION별 발파순서 및 지연시차
 - 다) 발파 SECTION별 장약량
- 5. 공종별 작업방법
 - 가) PREPARATION(준비)
 - 나) 내장재 철거
 - 다) 사전 취약화작업(PREWEAKENING)
 - 라) 천공작업(DRILLING)
 - 마) 장약 및 기폭 SYSTEM
 - 바) 방호공사(PROTECTION)
- 6. 결 론

머릿말(서론)

본 사업대상 건물은 1984년 준공된 건물로서 인근에 국내 최고층인 63층 대한생명빌딩이 위치하고 있고, 주거용 APT 및 사무실 빌딩이 밀집되어 있으며, 건물전면에는 여의도 순환도로와 그 측면으로 셋강을 따라 올림픽대교가 통과하고 있는 지역으로 순환도로는 원효대교 진입로와 연결되며 올림픽대로 상류IC가 위치한 관계로 교통 요충지의 역할을 하는 지역이다.

본 LIFE빌딩 해체사업은 현지 심각한 주

차난으로 건물운영에 곤란을 겪고 있는 63층 대한생명 빌딩의 주차난 해소와 쾌적한 사무환경 마련을 위하여 LIFE빌딩 위치에 주차시설을 증축하기 위한 사업의 일환으로 LIFE빌딩의 건물에 대한 재건축이 요구되어 사업을 수행하게 되었다.

1. 공사개요

- 가. 공사명칭 : (구)라이프빌딩 발파해체 공사
- 나. 시 공 사 : 대림엔지니어링(주)
- 다. 공사기간 : '94. 7. 28~'94. 11. 27
(순공사일수 40일)
- 라. 구조형식 : 철근콘크리트 모멘트 연선 골조에 전단벽을 추가한 이중골조방식
- 마. 건물규모 : 지상 17층 지하 3층 연건평 약 11,000평

2. 주변환경

주요 보안물건으로는 발파해체 대상건물을 기준으로 북동측으로 약10m(지하부 약 3m)거리에 대한생명 63빌딩 별관이 위치하고, 북서측 약40m(지하주차장 진입부 약 10m 지점(지하부 약 4.5m)에 신축건물인 LIFE COMBI빌딩이 위치하고 있으며, 전면에는 여의도 순환도로와 올림픽대로 상류IC(출입로)가 위치하여 휴일에도 통행

※ 1) 이 사(대림엔지니어링)
 2) 기술사(대림엔지니어링)
 3) 대 리(대림엔지니어링)

이 많은 지역이다.

따라서, 고층빌딩이 인접되어 있는 관계로 방호공사와 더불어 붕괴공법선정및 교통통제등에 대한 세심한 주의를 하여야 하는 등 과거에 수행하여온 발파해체 공사와는 그 규모나위험성 면에서 더 많은 검토가 요구되었던 공사였다.

3. 해체공법의 선정

주변 구조물에 대한 충격진동과 폭발압이 영향을 최소화하고 적합한 붕괴 Pattern이 이루어 지도록 ¹⁾telescoping 공법과

²⁾progressive Collapse (점진붕괴공법)공법을 혼합적용하였으며, 지반과 접하고 있는 지히층의 부재에 대하여는 발파를 배제하여 발파진동의 전파경로를 차단하고, 지하3층의 발파를 배제하여 건물 붕괴시 충격 진동에 대한 충격완충작용이 이루어지도록 하였다.

1) Telescoping

본 공법은 구조물의 지지점을 시차를 두어 발파하므로써 구조물이 한쪽 방향으로 약간 기울는 형상을 띄며 붕괴되는 공법을 말한다 붕괴가 일어나는 시점을 기준으로 발파시차의 영향으로 구조물에 Tilting

이 일어날 수 있으며 이때 Tilting이 일어나는 경우에는 Hinge를 기점으로 Pivoting이 발생한다. 따라서 본 공법은 Pre-stressed 공법이 적용된 구조물에 대하여는 적용이 불가능하다.

2) Progressive Collapse

횡방향 길이가 긴 건물의 경우 구조물을 횡방향의 여러 Section으로 나누어 시차를 두어 발파하므로써 일정한 방향으로 점진적으로 붕괴가 이루어지도록 하는 공법이다.

4. 발파제원

가. 사용화약류의 종류및 수량

-GELATINE DYNAMITE ST80.

φ32mm(HIMITE 8000): 335.1kg

-DETONATING CORD 40g/m 2,660m (106.4kg)

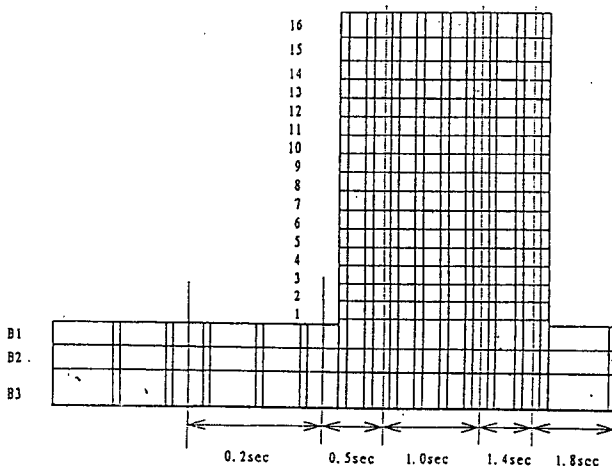
-DETONATOR

NON ELECTRIC DETONATOR (NONEL).

GT/T(#2 #5 #10 #14 #18):2400EA CONNECTOR : 325EA

STARTER 200m : 1EA

나. 각 Section별 발파순서 및 지발시차



다. 발파 SECTION별 장약량

(단위 kg)

	# 2		# 5		# 10		# 14		# 18		계	
	G/D	D/C	G/D	D/C	G/D	G/D	G/D	G/C	G/D	D/C	G/D	D/C
계	70.5		74.0		103.5	69.1	58.6	37.3	15.0		321.6	106.4

※ 주 : 도폭선의 폭약량은 제조원료량임.

5. 공종별 작업방법

가. PREPARATION (준비)

1) 인·허가사항

신고 및 허가사항	신청일시	관련법규
- 건물철거신고	착공 7일전	(건축법 제27조) 시행규칙 제 24조
- 유해위험방지계획서 (지상 높이30m 이상)	착공30일전	산업안전보건법 제48조 시행규칙 제 120조
- 화약류사용허가	사용개시 7일전	총포·도검화약류 단속법 제 18조
- 폭약사용신고	사용개시 7일전	소음진동 규제법 제27조 시행규칙 제35조
- 특정공사 사전신고	공사개시 7일전	소음진동 규제법 제25조 시행규칙 제33조
- 분진발생 비산먼지발생사업신고	사업개시 10일전까지	대기환경보전법 제28조

2) 주변 건물주와의 협의

대상 건물이 해체된후 그 위치에 지상 40층의 고층건물을 짓는다는 사실이 주변 입주자 및 건물주들에게 알려져 이들과 발주자와의 마찰이 심화되어 이를 수습해 가는 과정에서 불필요한 공사중단 및 공기의 지연을 초래하게 되었다. 따라서 향후 구조물 해체공사시 사전에 주변 건물주와의 충분한 협의가 이루어져 공사외적인 요인으로 인한 공기지연및 비효율적인 공사운영이 되지 않도록 하여야 겠다.

3) 세부공정 분할

본 공사는 발파해체와 관계한 일부 공

정을 분리 발주하여 이로인한 많은 문제점이 야기되었다. 발주자측은 대상건물내에 있는 내장재 철거(환수)작업을 발파해체작업과 분리하여 발주하므로써 작업이 중복되어 공사능률이 저하되고 안전상 많은 위험을 초래하였다.

또한, 폐기물 처리가 발파해체작업과 분리 발주됨에 따라 해체공사 수행과정에서 발생하는 목재류 및 유리섬유,석면등의 특정 폐기물에 대한 처리를 완벽하게 하지 못한 관계로 발파해체작업시 이들이 비산되어 환경단체및 언론기관으로부터 고발성 비난을 받게 된다.

따라서 발파해체 공사를 수행함에 있어서

서는 관련된 모든 공사를 일괄 발주하여 좀더 치밀한 계획하에 책임시공이 이루어져야겠다.

4) 공영설비에 대한 철수

해체공사와 관련하여 공영설비(전기, 수도)의 공급은 해체공사중 현장기술자가 사전에 판단하여적절한 시기에 단전, 단수 하도록 한다.

본 공사의 경우 입주자들의 이주와 함께 단전, 단수를하여 공사 수행과정에 필요한 전기, 수도등의 공급이 원활하지 못하여 어려움을 겪었다.

전기는 내장재철거및 Preweakening작업 시 누전등의 위험이 따르므로 사전에 단전하는 것이 바람직하다.

공급수에 대하여는 천공작업이나 Preweakening작업시 분진발생을 억제하기 위한 살수작업과 준비작업 완료후 내부청소를 원활히 할 수 있도록 적절한 시기에 단수를 실시하는 것이 바람직하다.

나. 내장재 철거

내장재의 사전 철거 작업은 재활용품의 환수 및 해체시 발생하는 각종 폐기물을 분리수거 하여야함은 물론 건물 붕괴 거동에 많은 영향을 주게되므로 해체공사시 중요한 공종의 하나이다. 건축물 해체시 발생하는 폐기물의 경우 그 종류가 매우 다양하며 인체에 유해한 플라스틱류, 유리섬유, 석면등이 포함되어 있어 이들을 분리하여 별도 처리하여야 한다.

그러나 본 공사는 계약관계에서 폐기물 처리작업은 당사의 WORK SCOPE에서 제외되었던 관계로 철물류를 제외한 모든 폐기물을 미발파층인 지하3층에 직접시켜 놓고 발파한 결과 폭풍압에 의한 비산이 발생되었다.

따라서 발파해체공사시 폐기물처리에 관

한 계약관계를 명확하게 해야함은 물론 건축물 해체시 폐기물의 처리는 사회적인 문제가 되고 있으므로 장외 반출할 때에는 적절한 방법을 택하여 발파작업전 처리하여야 하며 환경보존법, 폐기물처리법등 법적 규제 사항을 면밀히 파악하여 대처할 필요가있다 한편, 내장재 철거 작업시 발생된 설비기계 및 금속류는 발주자가 古材로서 판매 처리하였으나 이들중 상당량은 회수되어 그대로 재이용 또는 재생이용이 가능할 것으로 판단되므로 이들에 대한 적절한 처리방안을 강구하면 자원의 낭비요소를 제거함과 동시에 처리비용의 정감효과를 얻을 수 있다고 기대된다.

다. 사전취약화 작업(PREWEAKENING)

사전취약화작업은(Preweakening)은 구조물의 붕괴를 용이하게 하고, 계획된 방향과 장소로 정확한 붕괴및 전도를 유도하기 위하여 비내력및 일부 내력벽, 계단부등을 파쇄하는 작업으로, 이론적으로는 구조물이 가지고 있는 안정율을 최소화하여 1.0에 가까울 정도로 취약화 시키는 것이 바람직하다고 할수 있으나, 현실적으로 안전문제나 사전 준비작업의 복잡성으로 인해 완벽한 취약화 작업은 곤란하다.

따라서 취약화 작업은 구조물에 대한 정확한 지식과 정보를 갖고 있는 구조기술자의 지휘하에 실시되어야 한다.

1) SLAB CUTTING

건물 붕괴시 지하층의 Girder Slab가 응력을 잡아당길 위험이 있으므로 이에대한 취약화작업을 다음과 같이 실시하였다.

Girder와 Girder사이의 Slab폭 20cm정도로 Breaker(B/H 0.12m²)를 이용하여 사전 파쇄하고 노출된 철근을 산소절단기를 이용하여 Cutting 하였으며, Girder부에 수

2) 비내력벽 제거

건물 내부에 있는 모든 비내력벽은 Core 부에 위치하고 있었으며 발파층의 비내력벽은 장비(Breaker B/H 0.12)와 인력에 의해 파쇄하였다.

Preweakening 작업범위는 각각의 대상요소에 따라 상이하나 Core 부의 경우 Preweakening 높이를 Girder의 높이와 동일하게 수행하였다.

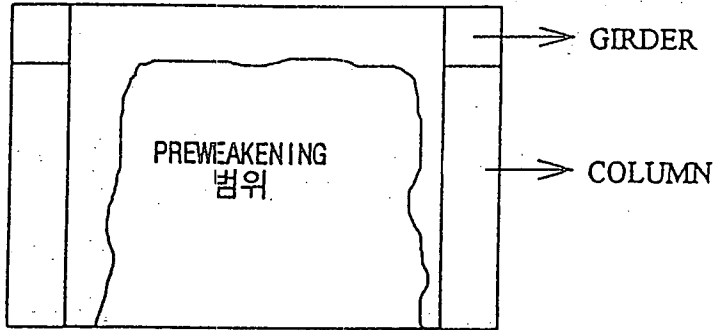


그림2 Preweaking 작업도

3) 계단부 PREWEAKENING

계단부의 사전취약화 작업은 계단폭의 1/2를 Hand Breaker를 사용하여 Con'c를 Chpping하여 철근을 노출시켰으며, 건물

붕괴 방향과 직교하는 계단실 전면 벽체에 대하여는 건물붕괴시 전단응력이 크게 발생할 것으로 예상되어 Con'c를 파쇄하고 노출된 철근을 절단하였다.

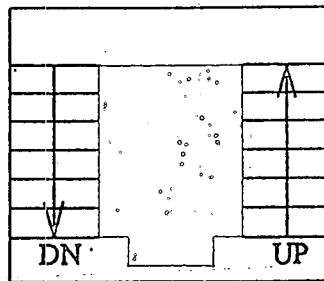


그림3 계단부 PREWEAKENING

4) ELEVATOR GUIDE RAIL 절단

Elevator Shaft 내부에는 36개의 Steel Guide rail이 설치되어 있으며 이들은 건

물의 붕괴거동을 방해할 수 있으므로 Main Blasting층마다 산소절단기를 사용하여 사전에 절단시켜 놓았다.

5) Core부 내력부

본 대상 건물은 철근콘크리트 모멘트 연성골조에 전단벽을 추가한 이중 골조방식으로 Core부 벽체가 건물의 구조적 안정에 중여한 역할을 하게 되므로 Preweakening작업시 신중을 기하여야한다

- 가) 하부층에서의 취약화 작업으로 인한 건물의 구조적 안정성.
- 나) Core 4면의 벽체에 대한 대칭형 작업으로 응력 집중현상의 방지
- 다) 지나친 취약화작업으로 장비작업시 발생 할수 있는 Slab붕괴에 대한 안정성 검토

(1) Slotting

Preweakening 작업을 수행함에 있어서 실시하는 Chipping 작업의 일종이다. Cutting과 같은 작업은 주로Column이나 Slab등을 작업목적에 따라 부재를 취약화시키는 반면에 Slotting작업은 건물이 붕괴되는 방향과 공법의 특이성에 따라 길이가 긴벽체에 대하여 시공하게 된다.

Telescoping 공법을 적용한 본 대상건물에서는 건물의 구조적 안정문제로 Core부 벽체철거가 곤란한 Elevator 전면 및 배면 벽체에 대하여 Slotting 작업을 실시하여 건물붕괴시 벽체가 격일 수 있도록 하였다. Slotting작업은 Hand Breaker를 사용하여 벽체높이의 1/2 위치에 약 20cm의 폭으로 실시하였으며 Re-Bar는 절단하지 않았다.

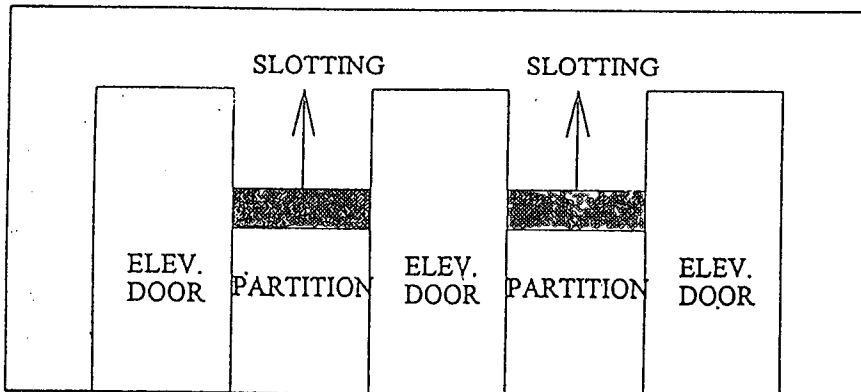


그림4 ELEV 전면 벽체에 대한 Slotting 작업

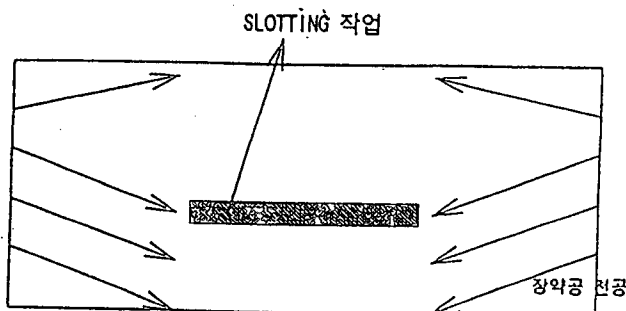


그림5 ELEV 배면 벽체에 대한 Slotting 작업

(2) Corner Cutting

건물 붕괴시 정확한 붕괴거동을 유도하기 위하여 지발시차로 인한 붕괴 회전(Tilting)방향을 방해할 수 있는 Core부 내 력벽체의 모서리 부분에 대하여 Cutting 작업이 필요하였다.

따라서 상부 미발파층(7,9,13,15층) Core

Corner부 및 일부계단 Corner부에 대하여 Cutting작업을 실시 하므로써 건물붕괴시 회전을 유도할 수 있었으며 건물붕괴시 2차적으로 각층간의 벽체의 파쇄가 이루어지도록 하였다. 작업방법은 Hond Breaker를 사용하여 그림과 같이 실시한 후 Re-Bar는 절단하지 않았다.

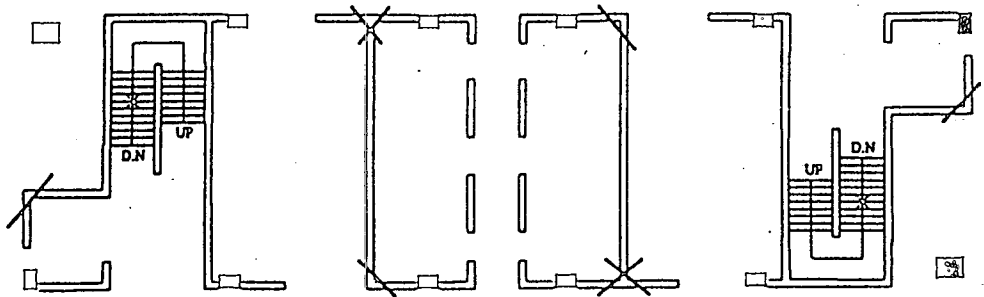


그림6 Corner부에 대한 Cutting

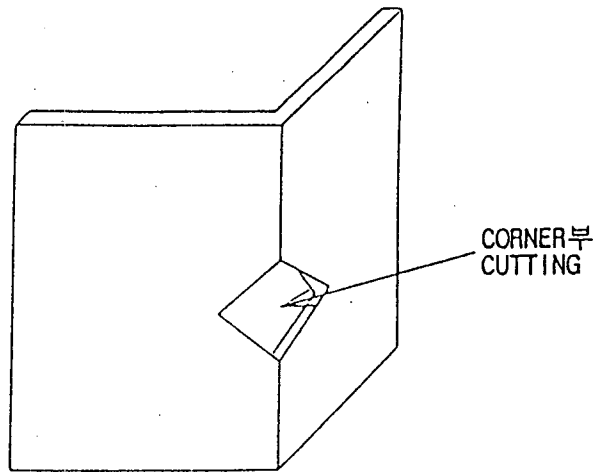


그림7 Corner 시공 에

(3) Column Chipping

대상건물이 붕괴되는 과정에서 건물이 잘 꺾일 수 있도록 하기 위하여 Main Blasting층(4,6,10층)의 외곽부(Perimeyer)

Column하단부에 1열의 Re-Bar 가 노출될 깊이까지 높이 20cm정도의 Chipping을 실시하고 노출된 Re-Bar를 산소 절단기를 사용하여 절단하였다.

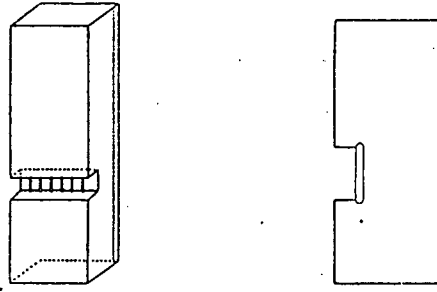


그림8 Column Chipping 및 철근절단

라. 천공작업(Drilling)

천공작업은 Leg Drill과 유압 Drill (KOMANDO 100)을 사용하여 부재의 크기에 따라 턴공수를 달리 하였으며 대표적인 Pattern 은 그림과 같다. Column 천공의 경우 상부 1~2EL은 상향천공(30°)하고 하부의 공은 하향 (30~45°)천공을 하였다.

천공직경은 Column의 경우 $\phi 38\text{mm}$ 의 一字형 Bit를 사용하였으며 1층의 Height가 높은 기둥은 조립식 틀비계를 설치하여 이동하며 실시하였다. Core부 벽체 천공의 경우 벽체의 두께가 200mm정도로써 도폭선 장약을 하여 효과적인 발파가 될 수 있도록 기존의 Bit를 연마하여 $\phi 28\text{mm}$ 로 제작하여 사용하였다.

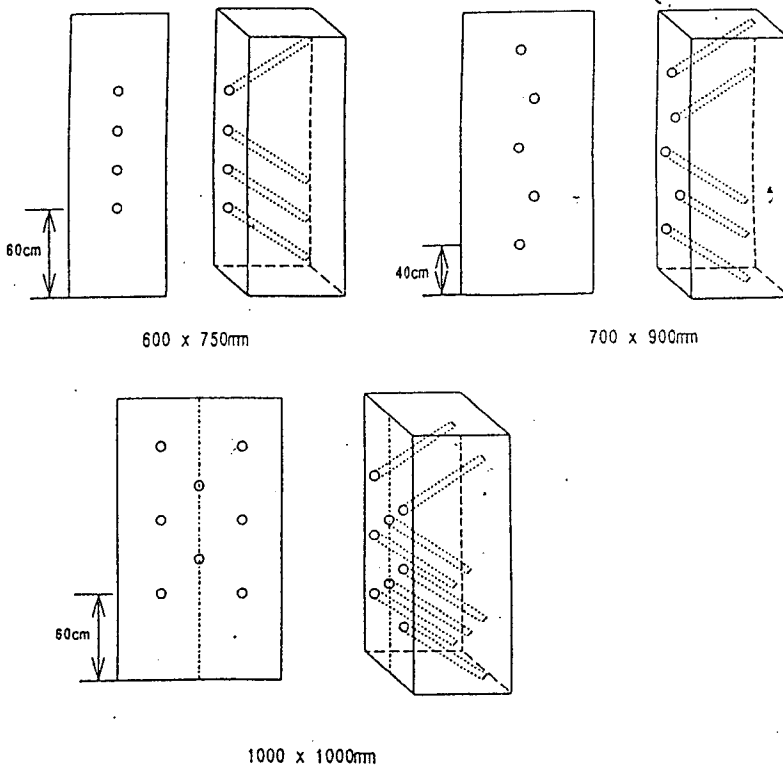


그림9 천공도

마. 장약 및 기폭 SYSTEM

1) 장약

지하 2층의 일부 부재에서 시험발파를 실시하여 각 부재의 강도 및 형태에 따라 적정 화약류 및 장약량을 결정하였다. Column에는 Gelatine Dynamite ST80 (HIMITE 8,000)을 각 Hole당 100~400g을 장약하고 Sand Tamping을 실시하였다

Core 벽체는 두께가 200mm 정도로서 부재의 특성에 따라 1~3줄 장약하고 공구 부분만 진흙 메지를 하였다.

2) 기폭 System

기폭 System은 NONEL GT/T너관을 사용하여 Section별 공내에서 지발시차를 주었으며 Connectors는 UBO를 사용하여 결선작업을 용이하도록 하였다.

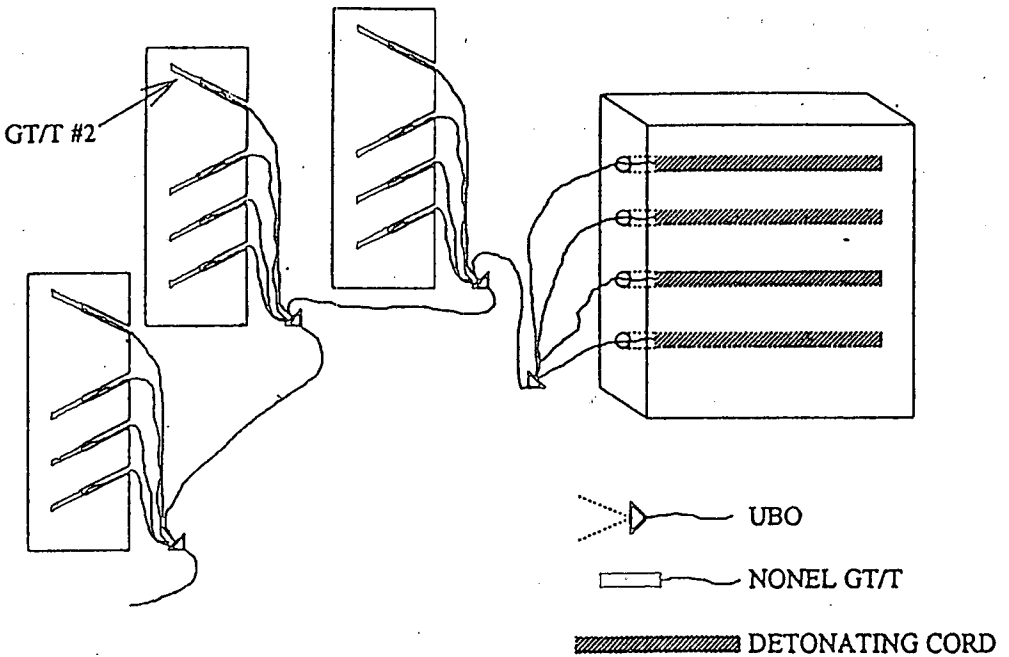


그림10 결 선 도

3) 지발시차의 결정

건물규모 및 형태, 붕괴 Mechanism등을 고려하여 지하층의 경우 5 Section으로 지상층의 경우 2 Section으로 분할 하였으며 Section별 300~500MS의 지발시차를 두어 총 1.8초의 지발시간을 두었다.

1) 1차 방호 (Protection)

발파대상 부재를 직접 시공하는 것으로 순간적인 폭발력에 의해 발생하는 파편과 폭발압을 1차로 막아주는 중요한 역할을 하는 방호 공사로써 Column의 1차 Protection은 골합석(T6mm)을 사용하여 Column을 둘러싸고철선으로 결속하였다.

바. 방호공사(PROTECTION)