

旧高島炭鉱6階建て鉄筋コンクリート造集合住宅の発破解体（第2報）

（倒壊計画，前処理工事，倒壊状況）

笠井芳夫*，齊藤照光**，関洋一***，石橋稔治****
富田幸助*****

廃鉱となった三菱石炭鉱業株高島炭鉱6階建て36戸RC造アパートを実験発破解体した。このプロジェクトは本格的なRC構造物の発破解体事例としては日本初のものである。全国火薬類保安協会に委員会を設け、事前調査を行って解体計画書を作った。予備実験を行った後、1988年10月12日に発破を実施し、計画通り安全に倒壊させることができた。

本報告書では、日本においては一般的である耐震設計されているRC造アパートの倒壊の検討方法，倒壊のための事前処理工事，発破のための防護養生方法，さらに発破後のアパートの倒壊状況について述べる。

1. はじめに

モデル建築物として選定された鉄筋コンクリート造の6階建て集合住宅を発破に依り一挙に倒壊させて発破解体工法確立のための資料を得ると共に、騒音、地盤振動、防護養生、飛散物等に関する環境公害情報を得て工事施行上の保安基準策定の資料を得る事を目的とした。

発破倒壊実験¹⁾は要素技術実験の結果解析にもとづき、確立倒壊工法に基づいて倒壊前処理工事、発破

設計に基づくさく孔及び装薬を行う。倒壊はベランダ側を南とした時に西方向への転倒倒壊を図り、また若干北寄りにねじれを生じる方向とする。ねじれは秒時差爆破を設定することにより発生させる。

本実験の発破計画立案に際してさまざまな条件を満たした上で、実験の意義をあわせ考慮する必要があった。即ち「日本の耐震建築物に対し、どの様な発破をすると、どの様な壊れ方をするか」という事を実証する側面を持った計画が要求された。また、発破計画は日本国内では前例のない未経験の分野であり、ある意味では試行錯誤の域を出ない事項も計画の一部に見られた。

2. 倒壊の検討

鉄筋コンクリート構造物²⁾の発破倒壊実験を行うに当って供試体となる構造物の倒壊方法を定める必要がある。これに伴って構造物が倒壊し易い様に壁の縁切りや撤去を爆破前の処理として行い、爆破前処理の状況を考慮して構造上の解析を行った。供試体構造物の壁処理前と壁処理後のそれぞれの状況に対して保有水平耐力を算出して発破倒壊実験のデータとした。

以下に保有水平耐力計算の概要を示す。

- (1) 電算プログラムを使用した。荷重増分法³⁾を使用し、想定する外力分布としてはAi分布の近似分布を採用した。
- (2) 荷重増分は1ステップで一つの塑性ヒンジが発生する様に自動設定し、次の条件のどれか一つに達するまで計算を繰り返した。

1993年9月17日受理

* 日本大学教授

〒275 千葉県習志野市泉町1-2-1

TEL 0474-74-2510

FAX 0474-74-2499

** 社団法人 全国火薬類保安協会

〒102 東京都千代田区九段北1-12-4

徳海屋ビル

TEL 03-3264-8451

FAX 03-3264-8753

*** 清水建設株式会社 技術開発本部

〒105-07 東京都港区芝浦1-2-3

TEL 03-5441-0123

FAX 03-5441-1902

**** 鹿島建設株式会社 建築工務部

〒107 東京都港区北青山2-5-8

TEL 03-3405-1157

FAX 03-3475-6387

***** 株式会社間組 建築本部

〒107 東京都港区元赤坂1-2-7

TEL 03-3404-3311

FAX 03-3470-1444

Table 1 Before Preparatory work

sto-ry	Story Weight (ton)	Total Weight (ton)	Ai	x direction		Y direction	
				(ton)	ci	(ton)	ci
6	271.0	271.0	1.813	125.3	0.462	153.5	0.567
5	287.2	558.2	1.496	212.6	0.381	260.4	0.467
4	284.6	842.8	1.329	285.1	0.338	349.5	0.415
3	288.8	1131.6	1.206	347.4	0.307	426.4	0.377
2	293.8	1425.4	1.104	400.4	0.281	492.1	0.345
1	341.2	1766.6	1.000	449.6	0.255	553.4	0.313

Table 2 After Preparatory work

sto-ry	Story Weight (ton)	Total Weight (ton)	Ai	x direction		Y direction	
				(ton)	ci	(ton)	ci
6	271.0	271.0	1.813	122.5	0.452	62.7	0.232
5	287.2	558.2	1.496	207.5	0.372	106.7	0.191
4	284.6	842.8	1.329	278.0	0.330	143.1	0.170
3	288.8	1131.6	1.206	338.7	0.299	174.4	0.154
2	293.8	1425.4	1.104	390.1	0.274	200.9	0.141
1	341.2	1766.6	1.000	437.7	0.248	225.4	0.128

- a. 指定層変形角に達した時 ($\delta/h \geq 1/50$)
- b. 指定水平方向変位に達した時 ($\delta \geq 100\text{cm}$)
- c. 構造物が不安定になった時
- (3) 外力分布の初期値としてベースシャー係数を0.1とした。
- (4) 壁処理後に耐震壁とみなせないものは剛性を無視した。
- (5) 鉛直荷重としては固定荷重のみを考慮した。
- (6) 解析時の外力の方向としては、桁方向 (X方向) 及びスパン方向 (Y方向) 供に、右側から左側への加力及び左側から右側への加力の両方とした。

解析結果をTable 1, Table 2, に示す。保有水平力は建物を倒す方向での解析値を示す。

3. 前処理工事

供試体の発破解体に先立ち、建物を計画通りに倒壊させる為には事前の工事が必要である。今回の前処理工事としては次の2工事が主なものである。

- (1) アパート住宅各戸の屋内諸設備や建具の撤去作業 (天井, 押し入れ, 流し台など)
- (2) RC壁の撤去または縁切り工事 (梁下, 床上及び

柱ぎわの縁切りなど。)

工事の範囲とその内容を以下に示す。

- 1) 屋内諸設備や建具の撤去は全階に渡って行った。
- 2) RC壁の撤去または縁切りについては次の通りである。
 - a. 建物を平面的に3分割する様に鉄筋を残してスリット処理した。(Photo. 1)
 - b. 壁や床はハンマーブレイカーで処理した。
 - c. 1階から3階についてはRC壁の全周にスリットを入れた (Photo. 2, 3)
 - d. 4階から6階についてはRC壁の一部分にスリットを入れた (Photo. 2, 3)
- 3) 東側(㉠通り)の壁は1, 3, 5階床上位置を約10cmの幅で縁切りした。さらに2, 4, 6階において㉠通りから㉡通り側へワイヤーを張って爆破による飛散物が保安物件である老人ホーム方向に飛散するのを防止しつつ南西方向に引倒すように計画した。その為に㉠通りの柱にはVカット爆破を実施した。

[補足: ㉡通り, ㉠通りの位置については, 本報

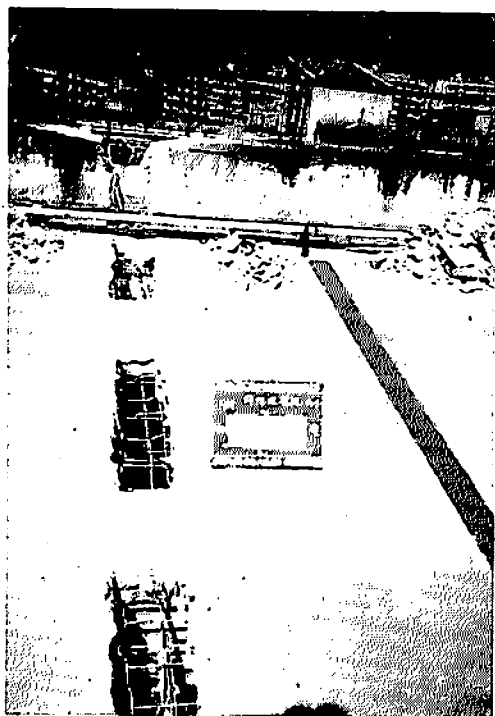


Photo. 1

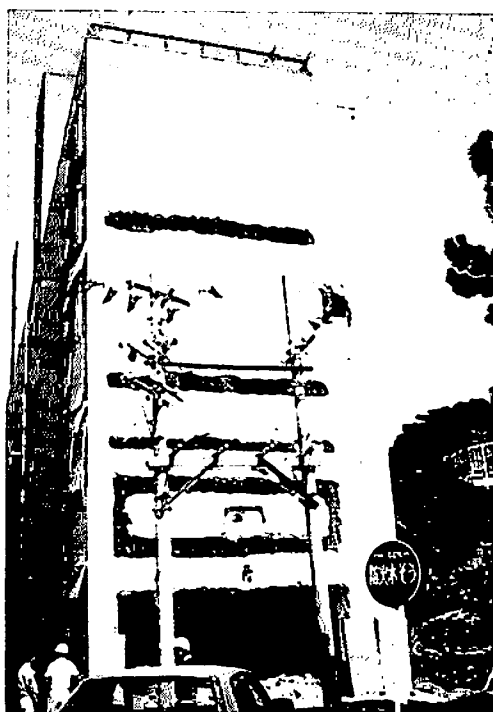


Photo. 2

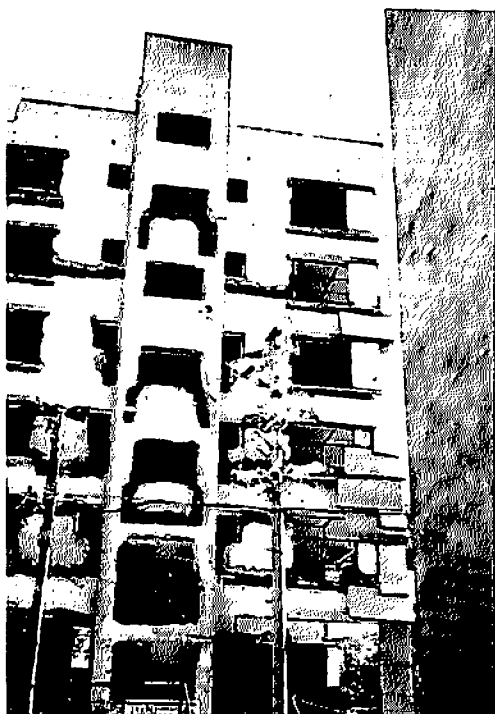


Photo. 3



Photo. 4

告の“その3”を参照して下さい。]

4) 塔屋は屋上階床上位置を約20cm幅で縁切りした

(Photo. 4)。前処理工事の状況をPhoto. 1, 2, 3, 4に示す。

4. 防護養生

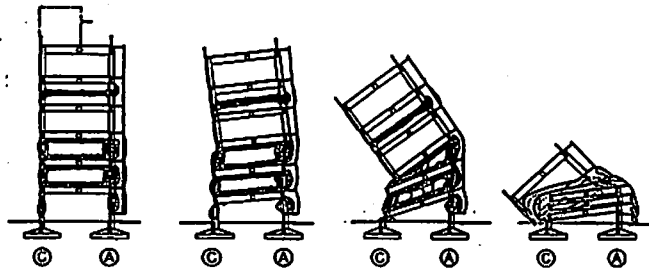
今回の実験では実験参加者や報道関係者及び多数の見学者が参集する事が予想された。地形的条件によって十分な安全距離をとって見学場所を設ける事が難しかった。従って、飛散防護養生を強化した。さらに見学場所の防護も行った。防護養生としては外周面養生と室内養生とがある。以下にその内容を示す。

(1) 外周面の防護養生は次のように行った。

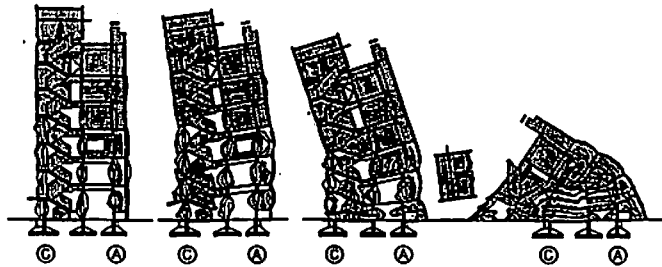
- 1) 南面は各戸ごとのベランダに畳を縦に6枚並べて固定した。
- 2) 南面、北面装菜箇所の外側の壁を畳で防護した。梁の装菜箇所外側の壁も畳で防護した (Photo. 5)
- 3) 北面の階段柱と隣接する梁の横孔箇所は、防護シートで覆った。
- 4) 防護シートで覆った場所以外の建物は四周全



Photo. 5



① rigid frame



④ rigid frame

Fig. 1 Estimation Drawing of Blasting Demolition Behavior

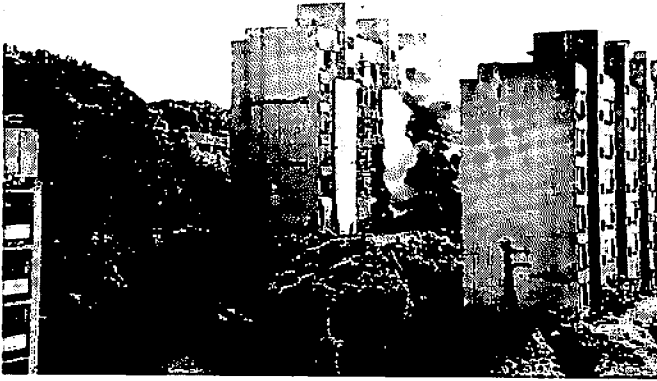


Photo. 6

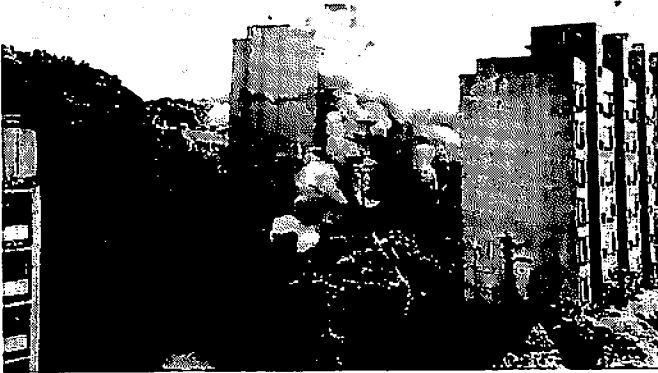


Photo. 7

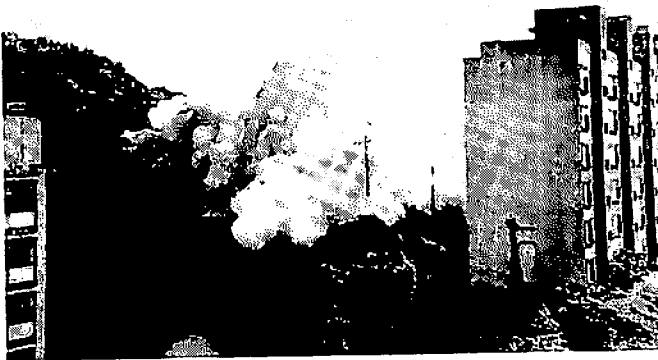


Photo. 8



Photo. 9

面（1F～6F）を金網（ $\phi 3.2\text{mm} \times 30 \times 30$ ）で覆って二次防護した。

5) 東面、西面の装葉箇所は外側より畳で防護した。

(2) 室内側の防護養生は次のように行った。

1) 梁の装葉箇所の上には畳をのせた。

2) 階段スラブの装葉箇所の上にも畳をのせた。

防護養生の状況をPhoto. 5に示す。

5. 倒壊及び破壊状況

実験後の建物の倒壊状況及び破壊状況を計画時点の各要点ごとに検討して以下に示す。

(1) 転倒方向

転倒方向は計画通りの南西方向であった。倒壊に伴う水平移動距離についての具体的予想は無かったが、移動距離は少かった。

(2) 1階から3階の柱の発破

1～3階の柱は全て計画通りに完全爆砕された。これによって建物の落下運動を引起こす事を実証できた。

(3) 4階から6階の柱の発破

階段及び壁柱を4階で完全爆砕すること、及び5

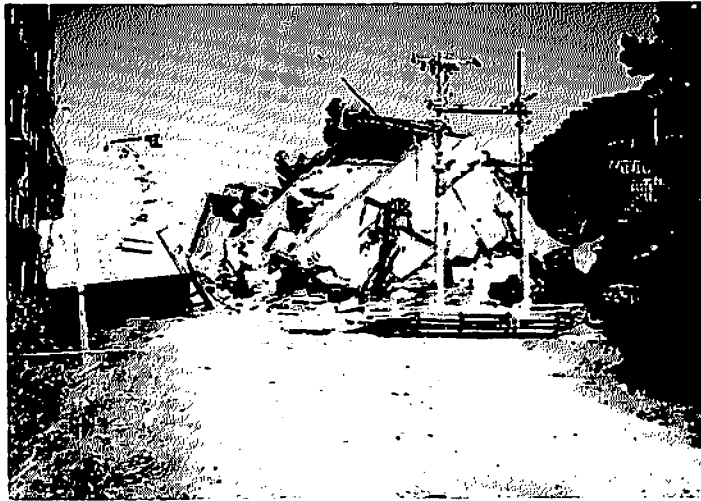


Photo. 10

階柱の爆破切断は計画通りできた。C通りの落下衝撃による二次的破壊を促進させた点は効果があった。

(4) 7通りの柱発破

7通りの柱発破による東側（老人ホーム側）への飛石はほとんど見られず、飛石防止の目的は達成できた。

(5) ワイヤリング

7通り構面は西側への動きやずり落ちも無く計画

した方向に倒壊できた。これはワイヤリングの効果があったと考えられる。

(6) 長辺方向梁の発破

2～3階の梁スラブは全体的に水平移動が無く、その場に落下していると推定する。4～R階の梁スラブは全体として箱型形状を保ちつつ倒壊したものと推定する。梁両端発破により全体が平行四辺形状に変形して大きく水平移動する様子は観測されな

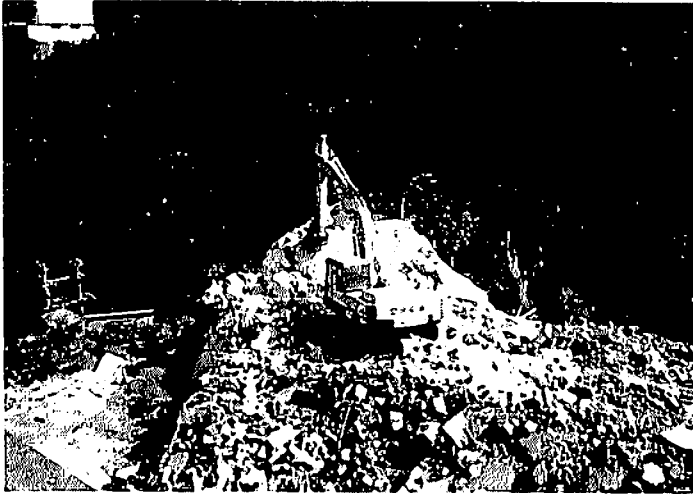


Photo. 11



Photo. 12

った。

(7) 短辺方向の発破

階段部両側の梁の一部爆破は、剛性の高い階段室の破壊に効果があった。

(8) 建物の平面的三分割

平面的に三分割した事によって剛性低下を生じさせ、建物の西側への水平移動を助長することができた。さらに、分割位置では建物の折れ曲がりが見られ、二次的破壊の促進にも効果があった。

(9) 段発秒時

建物を計画予定方向に破壊させた事に最も大きな役割を果たしたのは段発秒時である。本実験の段発順序は基本的に正しかったと考える。

(10) ベントハウス前処理

ベントハウスは4～6階部分が着地した時の衝撃力によって本体構造体から離脱して転がり落ちた。転落後の二次的破壊が殆どなく原型を保持していた。今後は前処理に工夫を要す。

発破倒壊挙動の推定図をFig 1に示す。

①通りは妻壁架溝面の倒壊挙動の推定図であり、1～3階の柱が完全に爆砕された事によりC通りの落下衝撃による二次的破壊を促進させている。④通りは階段室を含む架溝面の倒壊挙動の推定図であり、二次的破壊効果が上層階まで達していない。ベントハウスはスリットを入れた部分から離脱倒壊したが原型を保ったままであった。

発破から倒壊までの連続写真を、Photo. 6～9に示す。

倒壊及び倒壊状況(西面側)をPhoto. 10に示す。

発破完了後の倒壊した建物は油圧圧砕機により二次破壊され、アパートの後地に敷かれている(Photo. 10, 12)

6. ま と め

耐震設計された6階建のRC構造物を初期の計画通り発破倒壊できた。倒壊方向の計画や前処理工事の範囲及び防護養生方法のそれぞれが初期の目的を達成した。今後は今回の実験の経験を生かして発破解体工法

に改良を加えて、さらに発展させる予定である。

文 献

- 1) 財団法人全国火薬類保安協会「RC集合住宅発破倒壊実験報告書」1989. 3. 31
- 2) 本一連の報告(その3: 発破解体計画, 装薬設計, 振動, 騒音, 飛散物)
- 3) 骨組構造解析法要覧, 日本鋼構造協会 盛岡昌夫・中村恒善共編 培風館 P60, 102

Blasting demolition of six-story reinforced concrete apartment building at defunct Takashima coal mine (II)

(Demolition plan, pre-work measures, collapse conditions)

by Yoshio KASAI*, Terumitsu SAITO**, Yoichi SEKI***
Kousuke TOMITA****, and Jozi ISHIBASHI*****

The experiential demolition of a six-story reinforced concrete apartment building of 36 apartments was carried out by blasting at the defunct Takashima coal mine of Mitsubishi Coal Mines Co., Ltd. This is the first example of the blasting demolition of a full-size RC structure in Japan's history. A committee was established within the All-Japan Association for Security of Explosives, and a demolition plan was prepared after carrying out a preparatory investigation. After preliminary experiments, blasting took place on October 12, 1988 and the demolition work was safely accomplished as planned.

In this report, we describe how demolition of the RC apartment building was planned in consideration of its typically seismic design, give details of the preparatory work prior to demolition and the protective work, and present the condition of the apartment building after collapse.

(*Department of Architecture and Architectural Engineering, College of Industrial Technology, Nihon University, 1-2-1 Izumicho, Narashino, Chiba 275

**All-Japan Association for security of Explosives, Tokumiya Bldg. 1-12-4 Kudankita, Chiyoda-ku, Tokyo 102

***Building Technology Development Department, Shimizu Corporation, 1-2-3 Shibaura, Minato-ku, Tokyo 105-07

****Technology Department, Architectural Division, Hazama-Gumi, Ltd. 2-5-8 Aoyama, Minato-ku, Tokyo, 107

*****Technology Section, Architectural Engineering Department, Kajima Corporation, 1-2-7 Motoakasaka, Minato-ku, Tokyo, 107)