

(建物の立地, 概要および要素技術実験)

山本雅昭****, 中村重幸*****

本報文は同名報文のその1であり、建物の立地、概要および要素技術実験の結果について述べた。

—255—

Old people's home



Takashima High School

Apartment building No. 40

Takashima Town Office

Fig. 1 Map of Takashima Island

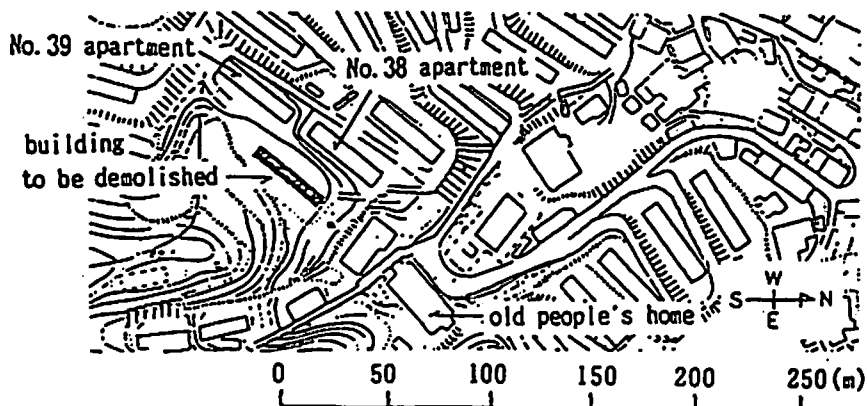


Fig. 2 Layout of surroundings of No.40 building

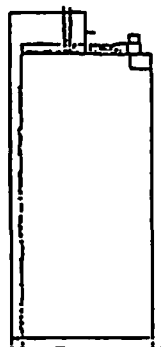


Fig. 3 West elevation

造ラーメン構造に比べて壁量が多く、スパン方向で約 $17\text{cm}/\text{m}^2$ （壁厚 12cm ）、桁方向で約 $12\text{cm}/\text{m}^2$ （壁厚 15cm ）になっている。

特に、3ヶ所に配置されている壁柱C4を含む階段室は、建物全体の強度を確保する上で重要な壁である（Fig. 6 参照）。

(2) 各階の床は1階を除き鉄筋コンクリート造となっている。1階の床は土台、大引、根太等木軸組でGL+850の仕上げレベルとなっており、階高も3550mmと一般階（2670mm）に比べ高い。

(3) 使用材料としては、同年次建築になる38号棟の



Fig. 4 North elevation

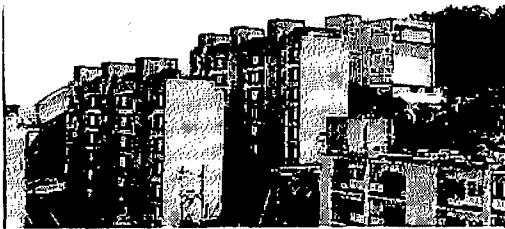


Fig. 5 External photograph

1階入口壁のコンクリート強度をシュミットハンマーにより測定したところ、 $F_c=296\sim385\text{kgf/cm}^2$ であり、おそらく同程度の強度を有すると推定される。

また、鉄筋は丸鋼 (SR24) が使用されていた。同一部材の主筋に2種類の径の鉄筋が使用されているなど、経済性を考慮した設計となっている。

3. 要素技術実験

3.1 実験の概要

発破倒壊実験に先立ち、倒壊実験の工法決定のため

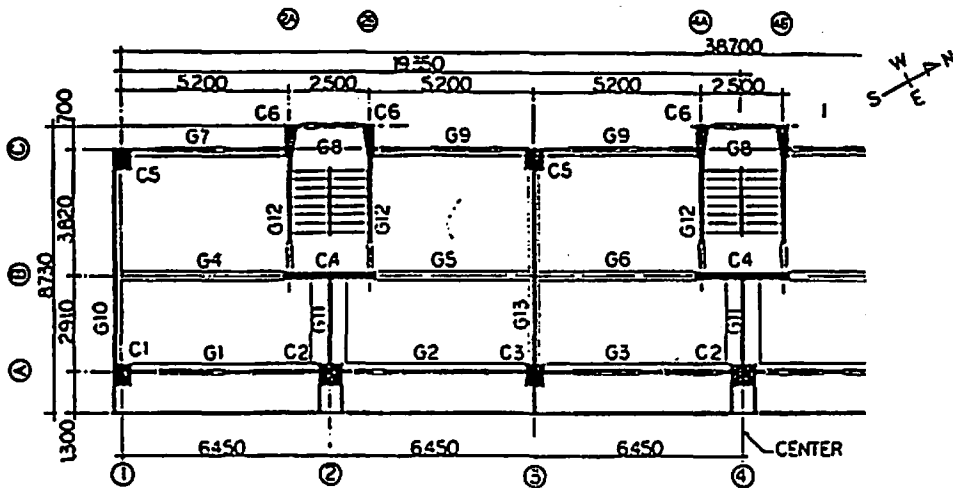


Fig. 6 Plan of typical floor

の諸データを得るため、供試体集合住宅の構造主体をなす柱、階段柱、梁および壁に対して倒壊工法に基づく発破設計により発破を行い、破砕された部材の範囲、飛散物の状況および発破により発生する振動騒音を計測し解析した。

柱、壁柱の発破においては、火薬類の種類を変えた

場合の破砕効果の比較実験を行った。また、成型爆薬による壁の縁切り効果の実験、および階段柱等に対するさく孔方法を変えた場合の比較実験を行った。

3.2 発破方法

供試体集合住宅の構造主体をなす供試体について、発破は10箇所について実施した。装薬量算定式は次の

Table 1 Specimens and explosives used

Experiment No.	Type of specimen	Amount of explosives			Type of explosives	Blasting pattern drawing No.
		No. of drill holes	Charge (g)	Total charge (g)		
1	Column	4	150	600	Dynamite	Fig. 7(a)
2	Column	4	300	1200	Dynamite (2 holes) Emulsion (2 holes)	Fig. 7(b)
3	Wall	4	150	600	Dynamite	Fig. 8(a)
4	Wall	6	50	300	COBLAC	Fig. 8(b)
5	Wall	4	150	600	Dynamite	Fig. 8(c)
6	Column for stairs	2	50 × 2	200	Dynamite	Fig. 9(a)
7	Column for stairs	4	50	200	Dynamite	Fig. 9(b)
8	Beam	1	50 × 2	100	Dynamite	Fig. 10
9	Beam	4	50	200	Dynamite	Fig. 10
10	Wall	40mm (W) × 800mm (t)		1716	Shaped charge	Fig. 11

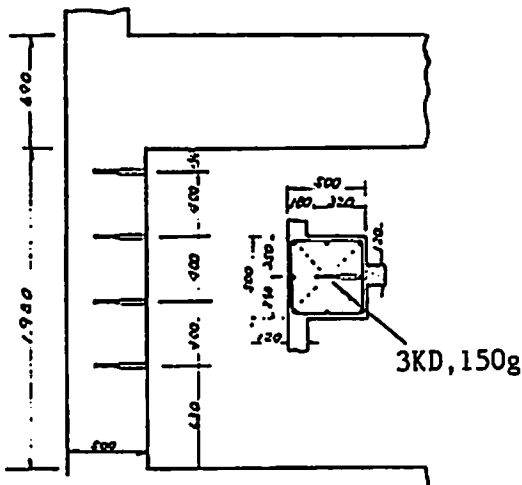


Fig. 7(a) Experiment No.1

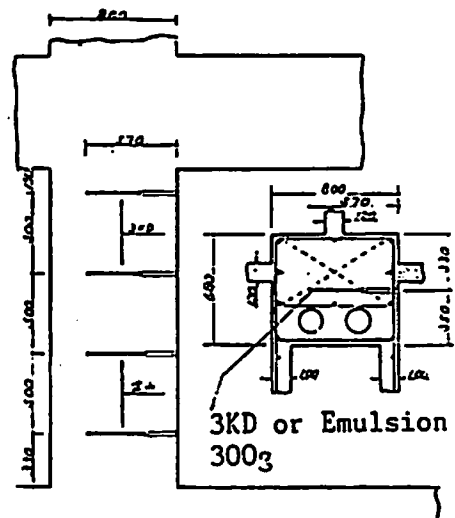


Fig. 7(b) Experiment No.2

式によった。

$$L = C \cdot A$$

L : 装薬量 kg
 C : 発破係数 kg/㎡
 A : 柱等の断面積 ㎡

発破係数 C は、基礎実験に用いた鉄筋コンクリート柱の鉄筋量比率が約 0.95%¹⁾ であるのに対し、供試体建物の一般柱についてはその比率が 0.91~1.10% であることから、若干過装薬気味となることは予想された

が、発破倒壊実験においては一挙完全倒壊を前提に計画を行う必要があるため $C = 0.6 \text{ kg/㎡}$ を基本とした。実験に使用した供試体および使用火薬類の概要を Table. 1 に示す。また、それぞれの実験の穿孔、装薬パターンを Fig. 7~11 に示す。

実験に使用した火薬類は、3 号桐ダイナマイト (図中 3 KD と示す) 含水爆薬、第 2 種導爆線、成型爆薬およびコブラック® である。

これら火薬類の組成と特徴を次に示す。

3 号桐ダイナマイト

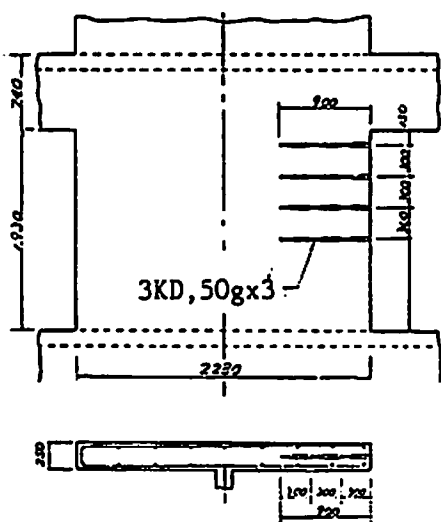


Fig. 8(a) Experiment No.3

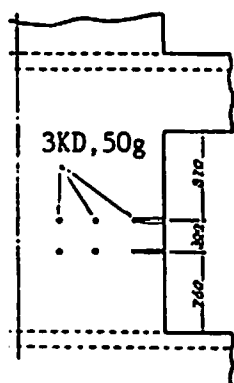


Fig. 8(b) Experiment No.4

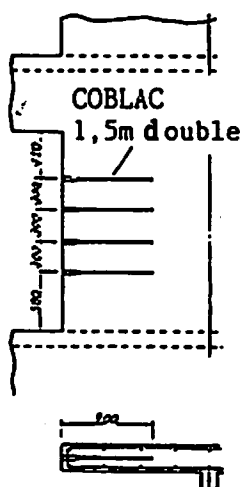


Fig. 8(c) Experiment No.5

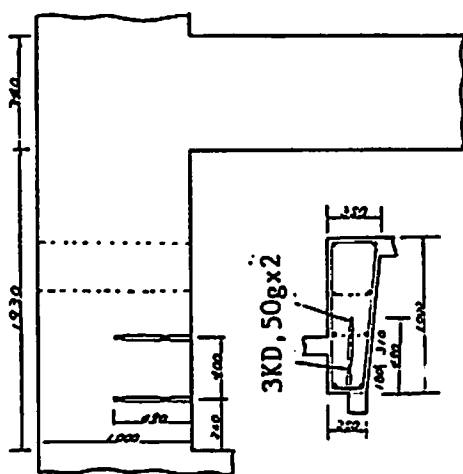


Fig. 9(a) Experiment No.6

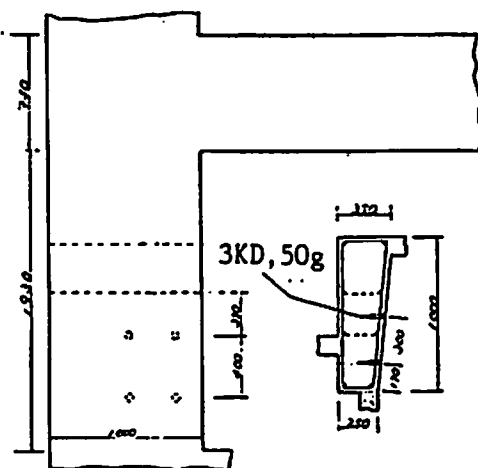


Fig. 9(b) Experiment No.7

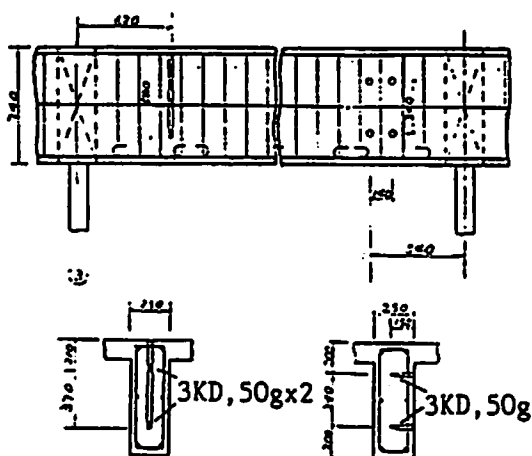


Fig. 10 Experiment Nos.8 and 9

化学組成	ニトロゲル	18~24%
	硝酸アンモニウム	65~75%

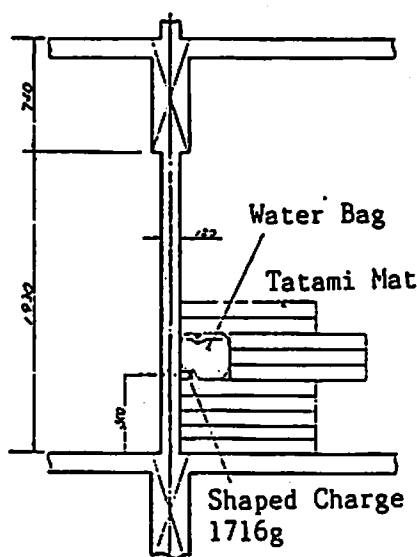


Fig. 11 Experiment No.10

ニトロ化合物	0～7%	
可燃物他	3～11%	
仮比重	1.30～1.35	
爆速	5500～6300 m/s	
含水爆薬		
化学組成	硝酸アンモニウム等	70～90%
	水	5～15%
	油他	5～15%
仮比重	1.10～1.20	
爆速	4800～5800 m/s	
第2種導爆線		
芯薬	PETN	10 g/m
爆速	6000～6500 m/s	
成型爆薬		
成分	Comp. B	
コブラック [®]		
成分	PETN	100 g/m
爆速	6000 m/s	

火薬類の起爆には6号DS段発電気雷管を使用した。実験番号1は建物構造体の標準的な柱である。実験番号2は柱内部に6インチストレート管が煙道として1階から屋上まで貫通しており、変則的な柱の1例である。同一の柱の上部と下部に3号桐ダイナマイトと含水爆薬を装填して、火薬の種類による破砕効果の検討もあわせて実験した。

実験番号3～5は壁であり、壁厚250mm、長さ2880mmであって強固なボックス状階段室を構成して建物強度の維持に寄与している。従って、この壁柱は完全爆

砕を目標とした。

実験は発破設計および使用火薬類を変えて行った。

実験番号6、7は階段柱であり、階段室の構造強度を維持する上で重要な柱であり、完全爆砕を目標として発破設計を変えてその破砕効果の比較実験を行った。

実験番号8、9は梁であり、梁と柱等の縁切り破砕効果を比較するため、スラブ上よりの下向きさく孔と梁両面さく孔に分けて行った。

実験番号10は壁に対する成型爆薬によるスリット破壊効果について実験した。

成型爆薬は床上510mmの位置で固定した。(Fig.11参照)。

3.3 振動、騒音測定方法

測定項目は、振動は振動速度 (Geo-Space社製 HS-1型) をそれぞれ3成分 (水平成分2、垂直成分1) 測定、騒音は普通騒音 (RION社製NA-61型、A特性) と低周波騒音 (RION社製NA-17型、LSL特性) を測定した。

測定地点は、供試体集合住宅近傍の2測定地点の各実験毎の爆原からの距離は3～20.5mである。

4. 結果および考察

4.1 破砕結果および考察

各実験の破砕結果をPhoto. 1～8に示す。

各実験の破砕状況および考察は以下のとおりである。

(1) 実験番号1 (柱)

Photo. 1に示したように発破により柱型だけでなく壁の一部も破砕され、外壁面に約1000×1400mmの穴があいた。破砕効果は十分にあったものと考えられる。

さく孔を柱幅の中央としたため、ボーリングの際、縦筋にあたる場合があり、ジェットランスにより溶断することがあったので、縦方向にちどりさく孔配置も必要と考えられる。

(2) 実験番号2 (柱)

6インチの煙道の影響が大きく響き、破砕効果は減殺された。

Photo. 2に示したように柱型自体の破砕状況では柱断面の約1/4が残存した。これは柱に埋込まれた煙道および柱と直交する戸境壁ならびに背面桁行壁の影響があったと考えられた。そのため、さく孔深さを増す必要があると考えられる。また、上下端300mm残った点については、最下段装薬孔を施行可能な範囲で極力下げて4孔を5孔にするほか、上下は千鳥型に1孔ずつ装薬孔を増やす必要がある。さらにダストシュートの壁は平面的にコの字型としてボックス柱的な働きをする可能性があり、今回の実験程度の破砕ではまだ相当の耐力を有しているものと考えられ、3方向の壁は事前処理する必要がある。

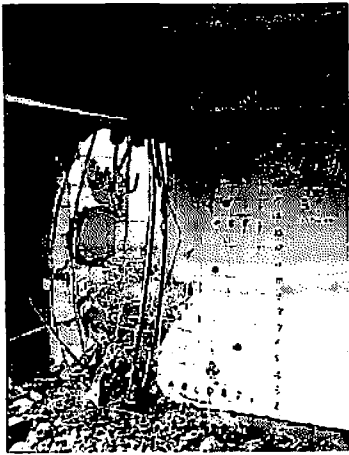


Photo. 1 Experiment No.1



Photo. 3 Experiment No.3



Photo. 2 Experiment No.2



Photo. 4 Experiment No.4

(3) 実験番号3, 4, 5 (壁柱)

Photo. 3, 5に示したように双方共に設計意図どおり壁柱は完全に破砕されたが、比較して実験番号5の方が平均的に破砕効果があり、また飛石も少ない傾向が見られた。

実験番号3では約4 m離れたベランダ手摺に固縛されていた飛散物防護用古畳2～3枚が、飛散物と共に

手摺を倒して約13 m飛散した。実験番号3, 5の破砕量を比較すると双方とも殆ど差は無かった。

実験番号4の場合は、さく孔を上下に増やせば壁柱全体の破砕は可能であろうと考えられたが、工事の作業性からは側面長手さく孔が推奨される (Photo. 4)

(4) 実験番号6, 7 (階段柱)

実験の結果、双方共弱装束のため不完全破砕となっ



Photo. 5 Experiment No.5

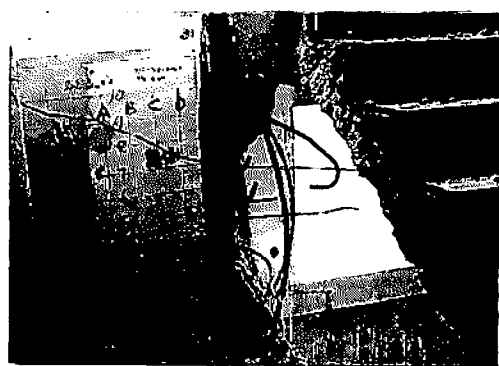


Photo. 6 Experiment No.7

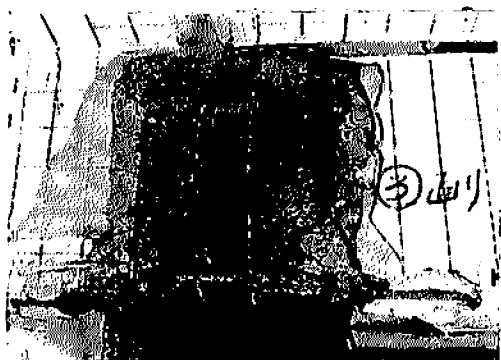


Photo. 7 Experiment No.8

た。Photo. 6 に示したように破砕は自由面側（柱幅 250mm）が上下に若干破砕残部を生じたもののほぼ完全に破壊された。便所外壁の抵抗が大きく破壊は不十分であった。両実験を比較すると実験番号 6 の方が破砕効果が大きかった。

個々にみると、実験番号 6 では孔尻付近は上下の残存部が多く、また実験番号 7 ではさく孔間のこわれ方が悪く、孔間隔に対する装薬量に不足があったと考えられた。

そのため次の改善点が考えられた。

- ① 長手さく孔による施工を採用するが、配筋に当たらないよう作業方法を改善し、また、階段下の壁は事前撤去する。
- ② 便所外壁は、スリットによる事前処理とする。
- ③ 中間梁の破砕も兼ねたさく孔、装薬で梁との交差点部も破壊する。実験番号 6、7 のコンクリートの破砕量を比較すると、実験番号 6 が 0.13m^3 、実験 7 が 0.09m^3 であり、わずかながら実験番号 6 の方が破砕量が多かった。

(5) 実験番号 8、9（梁）

実験番号 8 の破砕状況を Photo. 7 に示すが、スラブは半径 150mm 程度の穴があき、放射状にクラックが発生したにとどまった。

また、スターラップ腹筋は、50～100mm 外側にはらんでいて切断はされなかった。

実験番号 9 は、破砕状況を見ると梁スラブ下は完全に破砕され、上下方向への破壊力によってスラブの破砕も比較的大きかった。

スターラップは穿孔時に 2 本片側を切断されていたので、発破の結果反対側のスターラップは伸びて切断されていた。コンクリート破砕量は両実験共概ね同程度の破砕状況であった。

以上の実験結果から、実際の作業に当たっては次の点を改善することとした。

- ① 破砕効果と作業性から、下向き穿孔による発破で



Photo. 8 Experiment No.10

梁の切断は可能と判断する。

- ② 上面のスラブによる抱束で破砕効果が悪くなるのを防止するため、デッキチャージの上部装薬を 100g にする。

(6) 実験番号 10（壁）

成型爆薬による壁に対するスリット破砕効果を実験した結果、破砕効果は極めて大きく、線状破砕というよりも面的に破壊され、壁の発破箇所の下の方床面も大きく破損した。破砕状況を Photo. 8 に示すが、9φの壁筋は多少破断していたが、殆ど抜けたり曲がっている状態であった。倒壊実験には採用しないことにする。

4.2 飛散物発生状況および考察

飛散物の状況は全ての実験において、室内側の飛散物防護については措置されないうまま発破が行なわれたため、当然室内への飛石は相当なものであったが、実験番号 1 においては発破箇所の外壁側に吊した古畳および防護シートによって、建物外方向への飛散物の飛び出しは完全に抑止できた。

実験番号 3 の場合は飛散物防護養生はされなかったが、発破に際し、モルタル破砕片数個が飛石として約 30m 飛び出し道路上で発見された。これは階段窓等の開口部より飛び出したものと考えられる。

これ以外の実験においての飛石等飛散物は建物外で発見出来なかった。

防護養生については、建物の外壁に接する発破箇所例えば柱、階段柱等については、発破に際して発生する飛石等飛散物の防護効果を調査するため、発破箇所の建物外側に古畳を吊り下げ、その上を防護シートで覆った。これらの防護効果は十分であり、古畳活用による養生方法は有効であると考えられる。

4.3 振動、騒音測定結果および考察

各実験発破の Z 成分の振動の測定結果を Fig. 12 に示す。解体発破により発生する建物を伝播してくる振動は通常の岩掘削発破より小さかった。また、今回の実験から得られたデータに基づいて、倒壊実験の際に

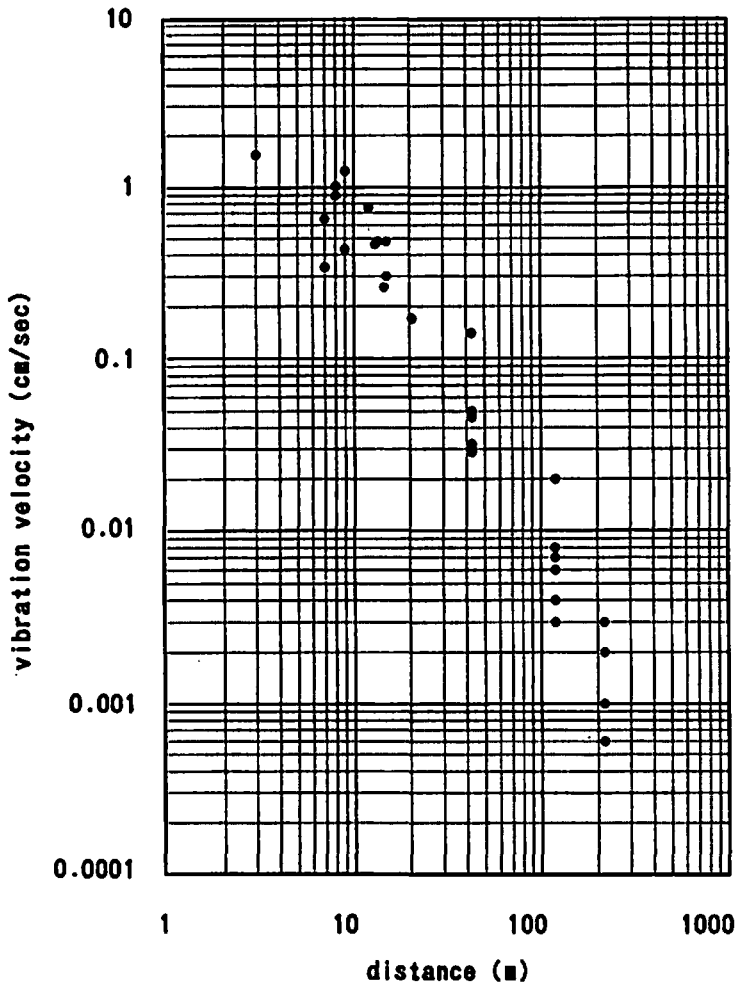


Fig. 12 Relation between vibration velocity and distance

発生する振動は次の推定式のようにであった。

$$V = 133 R^{-2.0} L^{0.75}$$

V : 振動速度 cm/s

R : 距離 m

L : 段当たり薬量 kg

例えば、1段当たり最大装薬量20kgの場合は、50m地点で発破振動予測値は0.5cm/s、100m地点では0.13cm/sであり、振動に対する影響尺度としては若干苦情がでる程度と考えられる。

普通騒音は、50m地点97～107dBであり、倒壊実験の薬量予測から見ると更に10dB程度増加すると考えられる。

しかしながら、発破騒音は瞬間的なものであり、構造物に対する被害や住民に対する生理的被害の発生する範囲ではないと考えられる。

5. まとめ

今回の要素技術実験は、柱、壁、梁、壁等の発破倒壊の要素となる破砕効果を実地の建物によって確認、調査し倒壊工法決定の資料が得られた。また、発破による振動、騒音および飛散物の飛散状況を計測することによって、倒壊実験時におけるそれらの予測を行い、防護、退避要領等のための資料が得られた。

破砕状況は、全般的に過装薬気味と考えられたが建物の完全倒壊の目的からは装薬量算定式は変更しないこととした。従って、ある程度の過装薬を考えた飛石および粉塵に対する対策養生が重要課題であると考えられる。

倒壊実験の薬量計画による振動、騒音の予測を行った。例えば、50m地点で振動は0.5Kine、騒音は120dB程度が予測される。

振動はほぼ問題なく、騒音についても瞬間的なもの

であり、被害の発生する範囲ではないと考えられる。

飛散物については、階段窓等に開口部よりの飛石防護について考える必要がある。

文 献

1) 都市構造物解体用発破対策委員会、基礎実験報告書昭和62年度

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

(Experimental blasting of reinforced concrete components)

by Koichi KUROKAWA*, Tadao YOSHIDA**, Terumitsu SAITO***
Masaaki YAMAMOTO**** and Shigeyuki NAKAMURA*****

In anticipation of increased demand for effective blasting demolition of urban structures, the Ministry of International Trade and Industry determined that there was a need to establish technological safety standards for the use of explosives, and entrusted this task to the All Japan Association for Security of Explosives in fiscal year 1987. The Committee for Blasting Measures for Demolition of Urban Structures was established by the association, and in 1988, the blasting demolition of a six-story reinforced concrete apartment building was carried out.

As preliminary experiments prior to actual demolition work, certain columns, walls, and beams comprising the structural body of the apartment building were blasted. The fragmentation effect, vibration, noise, fly rock, etc., resulting from the blast were measured using instruments.

This report constitutes the first of three reports with the same title, and it describes the siting of the building, gives a summary of the building, and presents the results of these preliminary experiments.

(*NOF Corporation, 61—1 Kitakomatsudani, Taketoyo-cho, Chita-gun, Aichi 470-23, Japan

**Hosei University, 3—7—2 Kajino-cho, Koganei-shi, Tokyo 184

***All Japan Association for Security of Explosives, 1—12—4 Kudankita, Chiyoda-ku, Tokyo 102

****Asahi Chemical Industry Co., Ltd., 1—1—1, Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 100

*****Nihon Carlit Co., Ltd., 1625 Bukko-cho, Hodogaya-ku, Yokohama, Kanagawa 240)