

(VI-30) 制御爆破による鉄筋コンクリート構造物解体の研究

鹿島建設(株) 広野 進、原田 実
森川 博司、石田 雅利

1. はじめに

近年、都市再開発、構造物リフォームに伴って土木構造物、地下構造物及び原子力発電施設のような大規模の鉄筋コンクリート構造物を安全でかつ速やかに解体撤去ができる工法の開発が望まれている。

本報文では、この制御爆破工法によって合理的な破壊が行えるための解析手法の開発を行うに当たりその基礎的な検証を行うためコンクリート試験体を爆破し、解析シミュレーション結果との対比を行った内容についての概要について紹介する。

2. 爆破解析

爆破解析は、図-1に示すように爆発圧力の評価を行うとともに、新しい解析コードを用いてシミュレーション解析し、鉄筋コンクリート試験体の爆破実験から得られたひずみの測定結果及び破砕状況の観測結果とを比較して破壊領域の評価を行うものである。

そのため、鉄筋コンクリート試験体については配筋条件、爆破条件等を変化させ、その爆破圧力の評価、破壊領域について検討したものである。

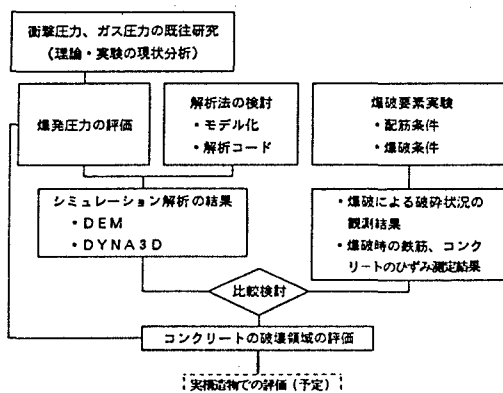


図-1 研究手順

3. 試験体爆破実験

(1) 実験方法

制御爆破の実験で用いた試験体は、既存の鉄筋コンクリート構造物の配筋状態を模擬した円柱(直径 500mm、高さ 1,000 mm)とした。爆破実験では、あらかじめ試験体の中央部に設けた装薬孔に 3~50 g のアーバナイト爆薬を装薬ホルダーに装填し、爆破した。

爆破による鉄筋コンクリートのひずみは、図-2に示す試験体のコンクリート(試験体内部、表面)、鉄筋(主筋、帯筋)等にひずみゲージを取り付け測定した。また、爆破時の破壊挙動は高速ビデオカメラを用いて 500コマ/s で撮影した。

なお、試験体と装薬量の仕様は表-1に示す通りである。

(2) 実験結果

写真-1に試験体の爆破による破砕状況の例を示す。

無筋コンクリートでは装薬量 5 g (0.026 kg/m^3) でコン

表-1 試験体と装薬量の仕様

Type No.	配筋条件	装薬量 (g)
0	無筋コンクリート	3, 5, 7.5
I	シングル配筋 主筋径: $\phi 16$ 、帯筋径: $\phi 10$ 鉄筋間隔: 100mm 装薬量: 17.2g	5, 12.5, 25, 50
II	ダブル配筋 主筋径: $\phi 16$ 、帯筋径: $\phi 10$ 鉄筋間隔: 100mm 装薬量: 25.1g	5, 12.5, 25
III	ダブル配筋 主筋径: $\phi 20$ 、帯筋径: $\phi 16$ 鉄筋間隔: 250mm 装薬量: 48.2g	5, 12.5,

鉄筋の種類
主筋 D16
帯筋 D10
計測計の位置
A 加速度計
S1 主筋ひずみゲージ
S2 帯筋ひずみゲージ

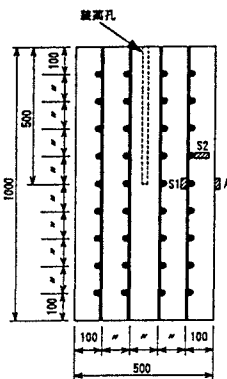
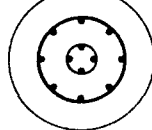


図-2 試験体形状



(装薬125g) (25g) (50g)

写真-1 破壊状況

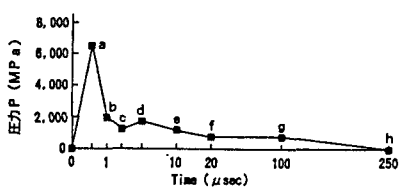
クリート破砕塊が小さくなり、飛散した。鉄筋コンクリートのシングル配筋 (Type I) では装薬量 12.5 g (0.064 kg/m^3) でコンクリート表面にひびわれが発生し、25 g で鉄筋の外側のコンクリートが破壊・剥落し、50 g で鉄筋が切断してコンクリートの大部分が飛散した。また、鉄筋コンクリートのダブル配筋 (Type II) では装薬量 12.5 g、25 g とともにシングル配筋と同様な破砕状況であった。

一方、Type III では、装薬量 12.5 g で Type I、II と比べてみると破壊は大きく、鉄筋の外側のコンクリートが一部剥落した。この理由としては、主に鉄筋の間隔に大きく関係しているものと推察された。

4. シミュレーション解析

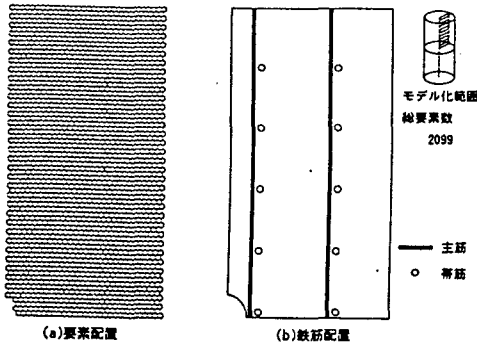
シミュレーション解析を行うに当たり衝撃圧力の解析を行い、爆発圧力を簡略化すると図-3 に示す通りである。また、解析コードは個別要素法 DEM 及び有限要素法 (DYNA3D) を用い、その解析モデルとしては試験体上部の $1/2$ を軸対称とし DEM では図-4 に示す通りである。

解析結果 (DEM) の例 (ダブル配筋試験体 (Type II) 12.5 g) は、図-5 に示す通りで装薬孔周辺はひびわれが多く発生しているが、その多くは鉄筋の拘束により、ひびわれの進行が抑えられており、鉄筋に沿ったひびわれだけが表面まで達している。これは爆破実験の観察結果とも一致している。また、実験時に計測したコンクリート及び鉄筋のひずみの結果とシミュレーション結果を対比した結果、主ひずみ (引張ひずみ) で 3 % を超えた領域が破壊状況と一致することとなった。



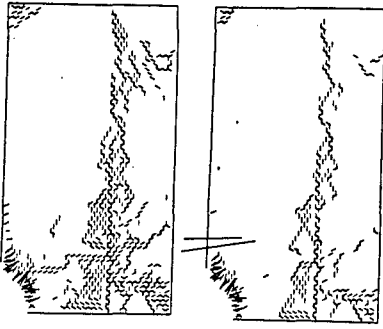
	a	b	c	d	e	f	g	h
Time (μsec)	0.4	1	2	3.6	10	20	100	250
P (MPa)	6,566	1,666	1,058	1,352	804	80	80	0

図-3 簡略化した圧力波形



(DEMの解析モデル)

図-4 解析モデル



(a) $\epsilon \geq 1\%$ (b) $\epsilon \geq 3\%$

(DEMの破壊領域の評価)

図-5 破壊領域の評価

5. むすび

本研究は制御爆破を用いてRC構造物を合理的に解体するための工法、爆破解析手法の開発を目的としたものである。

今回、鉄筋コンクリート試験体を用いた爆破実験を行うとともに解析コードの選定と破壊シミュレーションを行った結果、ひずみ測定結果及び破壊性状ともにほぼ解析による予測が可能となった。今後、本爆破解析手法を用いて実構造物への適用を行い確認するとともに、より適切な爆破設計を行うための検討を進めたい。

最後に、本研究は日本油脂 (株) 武豊工場・研究開発部との共同研究であり、特に、試験体の爆破実験について絶大なご協力を頂いた。また、研究全体については横浜国立大学工学部教授小川輝繁博士のご指導を受けた。ここに関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 制御爆破による鉄筋コンクリート構造物解体の研究：原田、広野、中村、石田、土木学会第49回年次学術講演会 (平成6年9月)