

VI-86 R C 構造物の発破解体における倒壊現象の数値解析手法について

佐藤工業(株) 正員 歌川紀之 伊東 守 吉田 望

1. はじめに

近年、副都心・核都市の建設など地域や都市の再開発事業が多く見られ、開発に伴う既存ビルの解体作業も増加している。一方、地震や台風などの大災害の復旧時には全壊半壊構造物の早期解体撤去が望まれる。

そのような解体のニーズに対して、工期短縮や費用低減につながる、火薬により構造物を破砕する『発破解体工法』¹⁾が注目されつつある。しかし、日本の都市部では火薬の取り扱いなどの法的な規制があり発破解体は実施されていない。法規制の問題以外にも、密集しているため、飛石、振動や粉塵などの環境的な問題や、耐震設計のため、鉄筋量が多いという構造的な問題がある。そこで、都市部での発破解体を実施するためには、このような問題の解決が必要である。ここでは、発破解体工法の基礎的な課題である、R C 構造物(特に建築物)の発破倒壊メカニズムの解明を目的に研究を進めている。

2. 発破倒壊メカニズムの解明

笠井ら²⁾によると発破倒壊は以下のように分類される。

- (a) 片側倒壊：片側に倒壊させる。
- (b) 内側倒壊：内側にたたみ込むように倒壊させる。
- (c) 外側倒壊：外側に広げるように倒壊させる。
- (d) ジグザグ倒壊：層毎に倒壊方向を交互に変え、ジグザグにたたみ込むように倒壊させる。
- (e) 定位置倒壊：下部を破壊して上部構造がいずれの方向にも偏ることなくそのままの位置で崩れるように倒壊させる。

(a)～(d)の手法は各構造部材を秒時差をつけて爆破撤去する手法で、破砕状態が良く、周囲に及ぼす影響は小さい。(e)の手法は落下慣性力に頼る手法で、十分に落下高さを取らなければ、破砕状態が悪くなる。

発破解体の事前検討フローを図-1に示す。このような検討では上記の倒壊型を踏まえ、削孔位置・装薬量などの発破法、発破する部材(発破位置)、発破順序・発破秒時差(段発)、事前はつりなどの補助工法、環境対策工法を決定する。工法検討を合理的に行うためには、発破倒壊現象を十分に把握しなければならない。発破倒壊現象をコントロールする因子として、発破位置、段発に着目し、これら因子が倒壊現象と最終倒壊性状に与える影響を検討(発破倒壊メカニズムの把握)する目的で、数値解析手法を開発する。

3. 発破倒壊現象の数値解析手法

R C 構造物の発破解体工法における倒壊現象を数値解析するためには、爆破・衝撃波の伝播・破壊・落下などの現象や発破位置・発破順序・発破秒時差、補助工法などの発破解体工法の数値モデル化が必要となる。有限要素法や個別要素法による、発破解体の現象や工法の数値モデル化の可能性を調査した(表-1)。調査の結果、連続体が非連続体となる現象すなわち、部材の落下・衝突・破壊・散乱現象が再現できる、個別

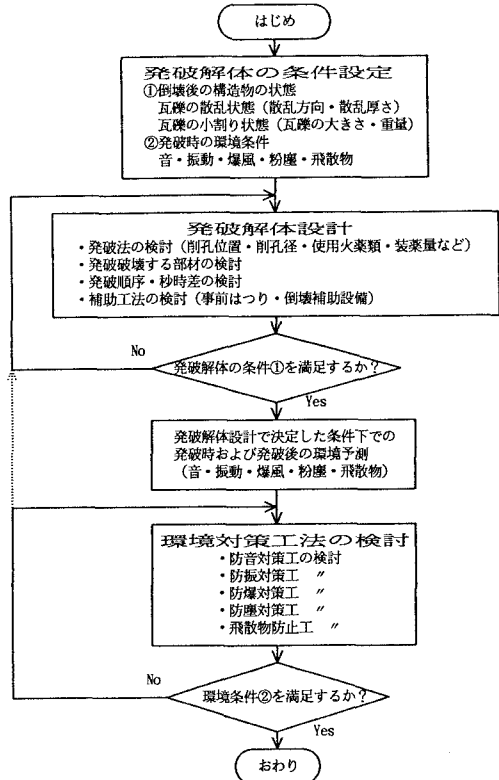


図-1 発破解体の事前検討フロー

要素法を選定した。解析コードは目黒・伯野の文献³⁾を参考に作成した。

4. 個別要素法による倒壊現象の数値解析

個別要素法により、発破解体工法における倒壊現象の一つである、部材の落下・衝突現象の数値解析を実施した。鉛直方向から45度の傾きを持つ、二次元の長方形部材を自由落下させ、地盤と衝突して部材が破壊する現象を解析した。解析モデルを図-2に示す。図中、円形は剛体要素、直線は剛体間を結ぶバネを示す。解析結果の一例として、図-3に部材の落下・衝突・破壊時の剛体要素の位置を示す。この結果から、適当な定数を設定することにより、RC部材の落下・衝突現象をシミュレートできることが確かめられた。

5. まとめ

RC構造物の発破解体工法における倒壊現象の数値解析手法として、個別要素法を選び、部材の落下・衝突現象の解析を実施した。今後、今回の解析では考慮していない、発破現象やRC部材の数値モデル化や三次元化の検討を行い、発破倒壊現象全般の数値解析手法を確立する、さらに数値解析とともにモデル実験を行い、RC構造物の発破倒壊メカニズムの解明を進める予定である。

表-1 発破倒壊現象の数値モデル化

(落下状態)

	分類	有限要素法		個別要素法
		一次元部材	二次元部材	
発破倒壊現象	発破	△	△	△
	衝撃波の伝播	○	○	○
	破壊	発生	○	○
		進行過程	△	○
		破断	×	○
	落下	×	×	○
	衝突	—	×	○
	散乱	—	×	○
	爆風	—	△	△
	三次元	○	○	△
発破解体工法	発破位置	○	○	○
	発破順序	○	○	○
	秒時差	○	○	○
	補助工法	事前はつり	○	○
		ワイヤリング	△	○
	発破法	崩孔位置	—	○
		崩孔径	—	○
		薬量	—	△
		火薬の種類	—	△

○：数値モデル化が可能である。△：数値モデル化が可能であるが、難しい。

×：数値モデル化は不可能である。

(衝突状態)

(破壊状態)

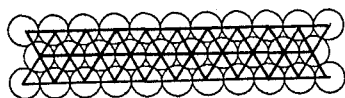


図-2 解析モデル

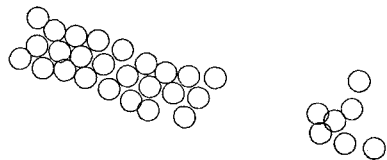
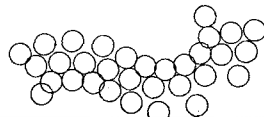
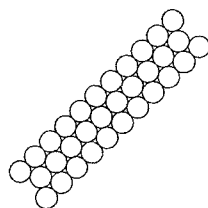


図-3 落下・衝突現象の数値解析

参考文献

- 1) 木村；海外における建物の解体の現状，工業火薬，Vol. 48, No. 3, 1987.
- 2) 笠井，柴田；コンクリート構造物のとりこわしにおける倒壊型について，日本建築学会関東支部第41回学術研究発表会，1970.
- 3) 目黒，伯野；粒状体シミュレーションによるコンクリート構造の破壊解析，東京大学地震研究所彙報，Vol. 63, pp. 409-468, 1988.