

骨組構造の爆破解体解析および解体実験システムの開発

Blast Demolition Analysis of Framed Structures and Development of Demolition Experimental System

非 江口 正史 (筑波大院) 正 磯部 大吾郎 (筑波大)

Masashi EGUCHI, Graduate School, Univ. of Tsukuba, Tennodai 1-1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki

Daigoro ISOBE, University of Tsukuba, Tennodai 1-1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki

1. 緒言

高層ビルの解体工法の一つとしてアメリカなどで行われている爆破解体は、通常の解体工法と比べ、高所での重機を用いた危険な作業を必要とせず、また工期が短く済むといったメリットがあり、優れた解体工法として注目されている。他方、爆破解体作業には、周辺構造物に被害を与えないよう細心の注意を持ってあたることが必要であり、未だに一部の業者がもつ高度なノウハウに依存する傾向がある。この工法が広く一般の業者に普及するためには、事前にその崩壊挙動を検討可能なシミュレーション技術が必要となる。しかし、このような部材の破断や接触を伴う強非線形・不連続現象に有効な数値解析手法は未だ確立されていない。

そこで本研究では ASI-Gauss 法^[1]を爆破解体解析に適用し、その有効性を検証した。本解法は ASI 法^[2]を改良したものであり、骨組構造の衝突崩壊解析に対する有効性が確認されている。解法の詳細については他文献^[1]に譲り、本稿では 5 層および 10 層骨組構造に対して爆破解体解析を実施し、爆破箇所の相違が崩壊挙動に与える影響を調べた結果について報告するとともに、電磁デバイスを用いた解体実験システムについて述べる。

2. 骨組構造の爆破解体解析

本研究では、2 つの解析モデルに対してそれぞれ 2 種類の爆破解体を想定し、合計 4 つの解析を行った。柱およびはりを用いる部材としては、JIS G3136 圧延鋼材 SN400 H 型鋼を想定した。また、減衰については考慮していない。

はり部材については、爆破する箇所を強制破断することにより爆破を表現した。また柱部材については、爆破された部

材がピン支持の状態下方の部材に積み上がる状態を表現するため、爆破箇所には曲げ剛性を持たない軸要素を挿入した。

5 層 5 スパン骨組構造の爆破解体解析

図 1 に示すような 5 層 5 スパンの骨組構造モデルについて 2 種類の爆破解体解析を行った。用いた部材のパラメータには、全て公称寸法 300mm × 300mm のものを用いた。

このような横長の建物の爆破解体では、一般的には全体を中央に向かって崩壊させ、周囲に部材が飛散しないようにする解体過程が採られる。そこで Case1 では、まず中央 4 本の柱の周辺を爆破し、その後放射状に順次爆破していくことにより、外側を中央に落とし込む過程を想定した。また、Case2 においてはそのうち右から 2 番目の柱において爆破が失敗した場合を想定した。爆破間隔は一律に 0.5 秒とした。図 1 および図 2 に爆破箇所 (図中 印) 順番 (図中数字) および解析結果を示す。

上記 2 つの Case について、爆破箇所と崩壊モードとの関係を調べた。図より、Case1 においては想定通りに中央に向かって崩れ落ちる様子が確認できる。これに対し Case2 においては、爆破が失敗した柱において重量バランスが崩れ、大きく右側に倒れる様子が確認できる。これらの結果より、爆破箇所が崩壊パターンに大きく影響を与えていることが確認できる。

周辺の環境に与える影響を考えると、Case1 では全ての部材がほぼ建造物の存在していた範囲内に落下しているため、解体の成功例であると言える。これに対し Case2 においては、部材が建物の元々の存在範囲を超えて飛散しており、また右側の崩壊過程も不安定なため、いわゆる解体失敗の一例であると言える。

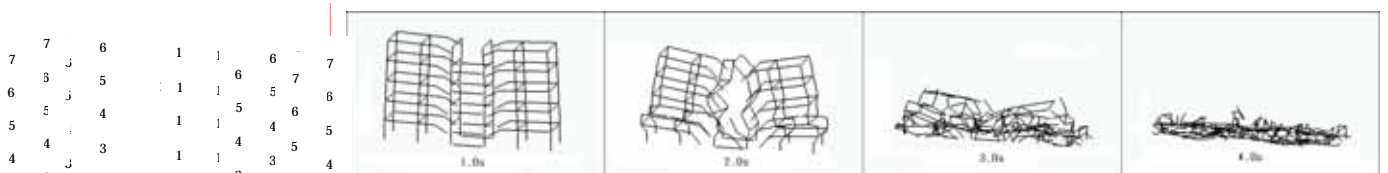


図-1 爆破箇所および解析結果 (Case 1)



図-2 爆破箇所および解析結果 (Case 2)

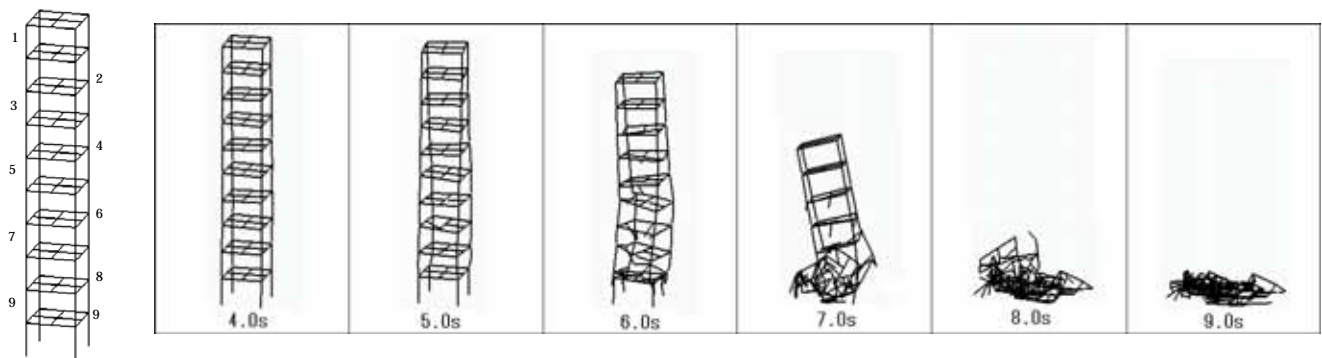


図-3 爆破箇所および解析結果 (Case 3)

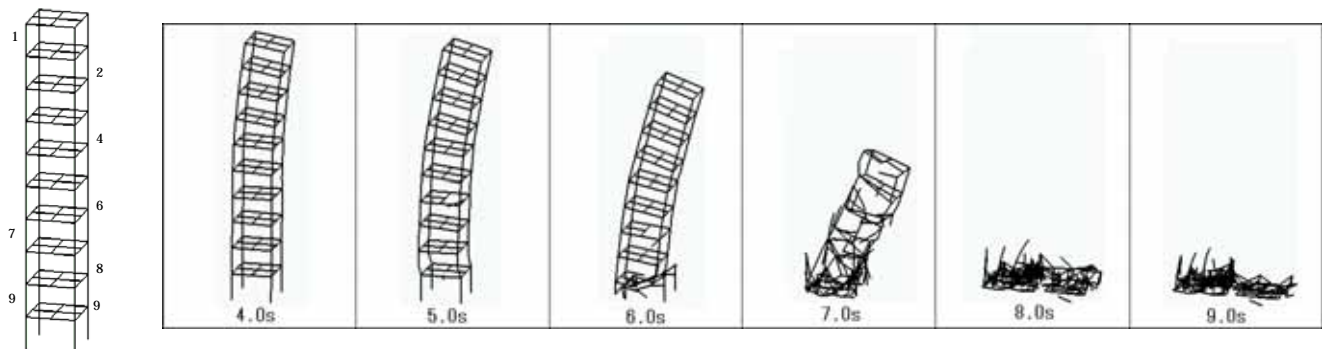


図-4 爆破箇所および解析結果 (Case 4)

10層1スパン骨組構造の爆破解体解析

次に、図3に示すような10層1スパンの骨組構造モデルについて、2種類の爆破解体解析を行った。このモデルでは、はりの間に十字の小ばりの要素を加えた。部材のパラメータには、それぞれ公称寸法で1～5階の柱は300×300、6～10階の柱および全ての階の大ばりで250×250、小ばりには200×200（いずれも単位はmm）のものを用いた。

このような縦長の構造物に対しては、柱の根本を交互に爆破し、重力を最大限に利用し鉛直に崩壊させる解体過程が採られる。そこでCase3では、10階の柱の根本から交互に下の階を爆破していく過程を想定した。Case4では、そのうち8階と6階において爆破が失敗した場合を想定している。爆破間隔は一律に0.5秒である。図3および4に 同様に爆破箇所、解析結果を示す。

図より、Case3においてはほぼ鉛直に構造物が崩壊しており、遠方まで飛散した部材がないことが分かる。これに対し、Case4においては爆破失敗の影響で上層部が右に大きく傾き、建造物の元々の存在範囲より6m程度右側に落下していることが分かる。

3. 爆破解体実験システム

前章で実施した解析により、爆破解体現象の定性的な評価は可能であるが、定量的な評価を行うまでには至らない。定量的な評価の実現には、解析対象モデルに対応した解体実験システムが必要となる。

そこで本研究では、図5に示すような電磁デバイスを用いた解体実験システムを試作した。アルミパイプの両端に電磁石を取り付けて柱およびはり部材を製作し、その電磁石に電流を流し金属製の接合部と結合することにより骨組構造を組み立てる。次に、コントローラのスイッチにより任意の電磁石に流れる電流を切り、磁界を消去して結合を外すことで爆破を表現する。実験結果については講演会で報告する。

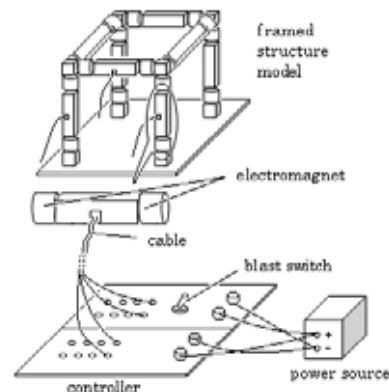


図-5 実験概念図および装置外観

4. 結言

本稿では、ASI-Gauss法を用いた骨組構造の爆破解体解析結果について報告した。解析結果より、本解析アルゴリズムの有効性を確認した。また、本来爆破する予定であった箇所において爆破が失敗した場合などには、崩壊モードが大きく変化し、周辺に多大な影響を及ぼす可能性があることを確認した。さらに、電磁デバイスを用いた解体実験システムを試作した。今後は実験システムの改良を行い、解析と合わせて定量的な評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 磯部大吾郎, チョウ ミヨウ リン: 飛行機の衝突に伴う骨組鋼構造の崩壊解析, 日本建築学会構造系論文集, 第579号, (2004), pp.39-46.
- 2) Y. Toi and D. Isobe: Adaptively Shifted Integration Technique for Finite Element Collapse Analysis of Framed Structures, Int. J. Numer. Methods Eng., Vol. 36, 1993, pp.2323-2339.