

骨組構造の爆破解体解析・実験システムの開発

正会員 ○江口 正史\*  
同 磯部 大吾郎\*\*

爆破解体 解体実験 骨組構造  
ASI-Gauss 法 有限要素法

1. 緒言

建物をダイナマイト等の発破で崩壊させる爆破解体工法は、重機を必要としないため、経済性や安全性などの面で従来の工法に比べ優れている[1]。しかし、解体の際に飛散した部材が周辺建築物に被害を与える危険性があるため、建物の崩壊過程を事前に十分に検討する必要がある。またこの工法は、独自の知識と経験を持つ一部の業者のみが行っているのが現状であり、これを広く普及させるためには、発破箇所や間隔等の計画を基にシミュレートできる手法が必要となる。そこで、部材破断や部材間接触などの非線形現象を考慮した解析において実績のある ASI-Gauss 法[2]を用い、骨組構造の爆破解体解析システムが開発された[3]。本稿では、その解析結果を定量的に評価するため開発した、電磁石を用いた爆破解体実験システムについて述べると共に、6 層骨組構造に対して行った爆破解体実験および解析の結果について述べる。

2. 爆破解体実験システムの概要

開発した実験システムの概要を図 1 に示す。部材にはアルミニウムの角材を用い、その両端に KANETEC 社製電磁ホルダを取り付けた。部材は、柱：断面 40 mm×40 mm×2 mm，スパン長 240 mm，はり：30 mm×30 mm×2 mm，スパン長 300 mm の箱型角材である。部材両端の電磁ホルダに電流を流し、鉄製コネクタを吸着させ、それ

を介して他の部材と連結する。はり部材に用いた電磁ホルダの中央部にはばね機構が付いており、磁界が消去された際に機械的に接合部を押し、離脱を容易にしている。モジュラケーブルを部材中央のジャックに接続し、そのもう一端を磁界切替えスイッチを介して電源に接続する。モジュラケーブル先端のピンは、部材落下途中に他の線材と干渉しないよう、つめを切ってジャックから外れ易くした。

発破タイミングの同じ部材は同一の回路基板に接続し、電磁ホルダごとに存在する磁界切替えスイッチにより、その箇所の発破の有無を設定する。基板は発破間隔コントローラに接続されており、設定した発破間隔で PC から送られた信号によりコントローラ上のリレーが切り替えられ、発破箇所の電磁ホルダへの電流を遮断し、磁界を消去する。以上のプロセスにより部材と鉄製コネクタとの接合を解除し、発破を模擬する。

本実験システムでは爆薬の代わりに電磁石を用いるため、安全かつ再利用可能であり、また、部材と接合部の組合せにより、様々なモデルの骨組構造における爆破解体が模擬可能である。

3. 6 層骨組構造の爆破解体実験および解析

前述した実験システムを用いて、6 層骨組構造の爆破解体実験を行った。通常、このような縦長の構造物は、周

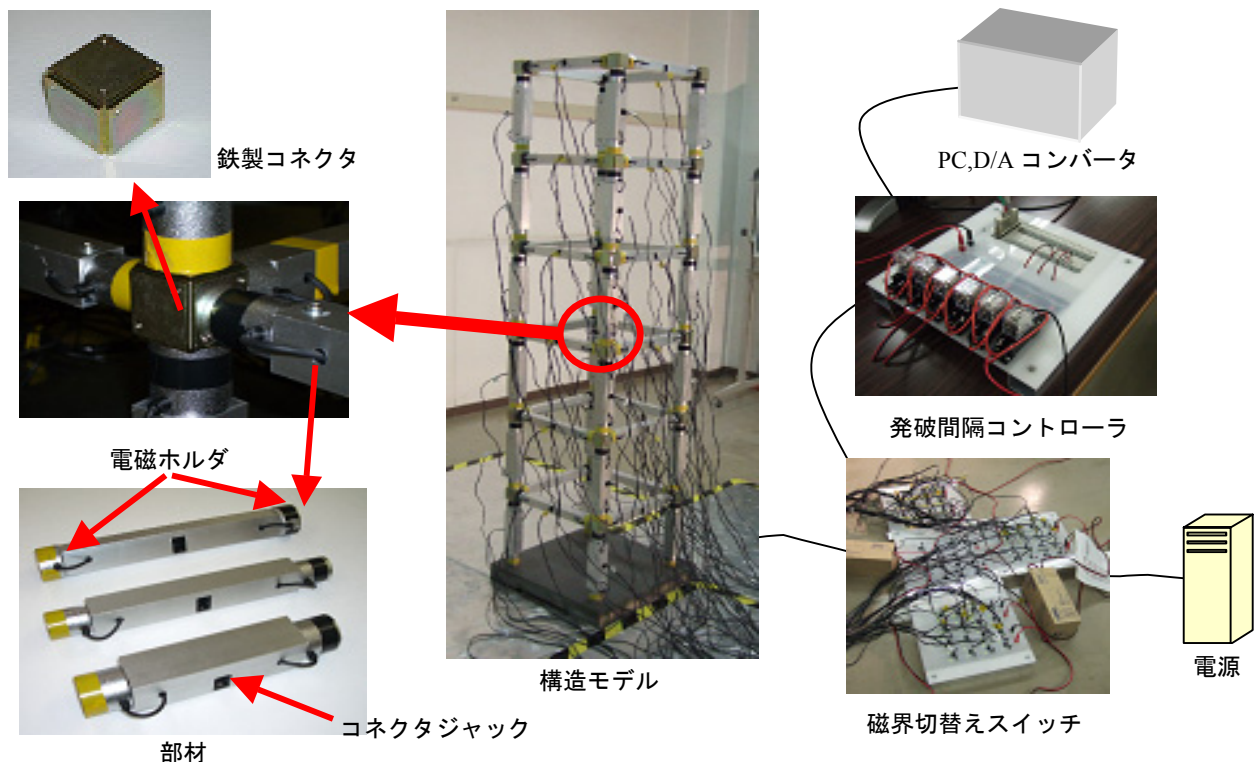


図-1 爆破解体実験システムの概要

囲の環境に影響を与えないよう鉛直に崩壊させる必要がある。そのため本実験では、上層部から2層ずつ交互に発破し、いわゆる「く」の字型に崩壊させる過程を想定し磁界の消去箇所を設定した。発破間隔は0.2 sとした。発破箇所とその順序を図2、実験結果を図3に示す。各フレーム間の時間差は0.2 sである。

さらに、実験と同様のモデルに対し、ASI-Gauss法による爆破解体解析を行った。断面定数としては前述の角材のものを、事前に行った部材に対する予備実験の結果や、電磁ホルダと鉄製ブロックの大きさ等を考慮し、以下のようにパラメータを設定した。柱：スパン長 280 mm, 破断臨界曲率  $3.1 \times 10^{-4}$  rad/mm, 破断臨界ひずみ  $3.0 \times 10^{-4}$ , はり：スパン長 340 mm, 破断臨界曲率  $2.4 \times 10^{-4}$  rad/mm, 破断臨界ひずみ  $2.7 \times 10^{-4}$ , ヤング率 70 GPa, ポアソン比 0.345。解析において時間増分を 0.01 ms とし、また、構造減衰は無視し、数値減衰を考慮した。解析結果を図4に示す。

実験結果と解析結果の比較により、倒壊する部材単位では多少の差異が見られるものの、崩壊過程の時刻歴は全体的に良好な一致を示すことが確認された。また、事前に想定した通りの崩壊挙動を見せた。崩壊モードの再現性は高く、本実験システムが実用的であることを確認

した。

#### 4. 結言

本稿では、電磁石を用いた爆破解体実験システムについて報告した。解析結果との比較により、実験システムおよび解析アルゴリズムの両者の有効性を確認した。今後はより大規模なモデルについて実験を行い、爆破解体現象の定量的な把握を実現していく予定である。

#### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、独立行政法人日本学術振興会の科学研究費補助金基盤研究 A1 (課題番号: 16206055) から援助を得た。ここに謝意を表す。

#### 参考文献

- [1] G.T. Williams: Explosive demolition of tall buildings in inner city areas, Municipal Engineer, Vol. 7, No. 4, pp.163-173.
- [2] 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.
- [3] 江口正史, 磯部大吾郎: ASI-Gauss法を用いた骨組構造の爆破解体解析, 日本建築学会学術講演梗概集, 2005, B-1, pp331-332.

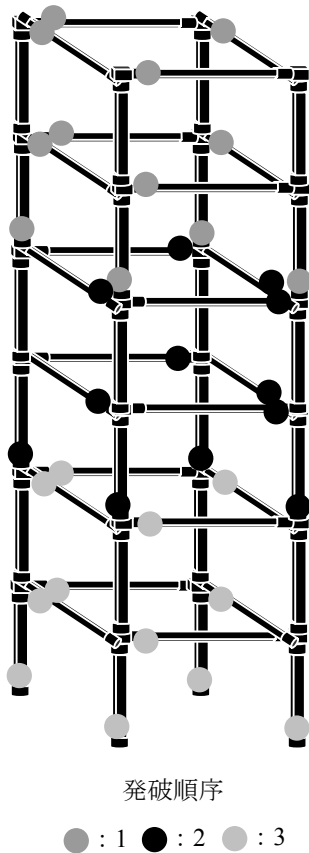


図-2 発破箇所および発破順序

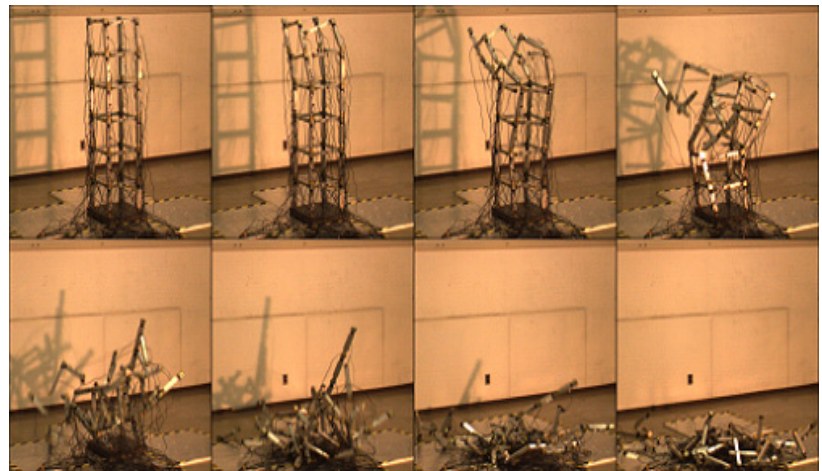


図-3 6層骨組構造の爆破解体実験

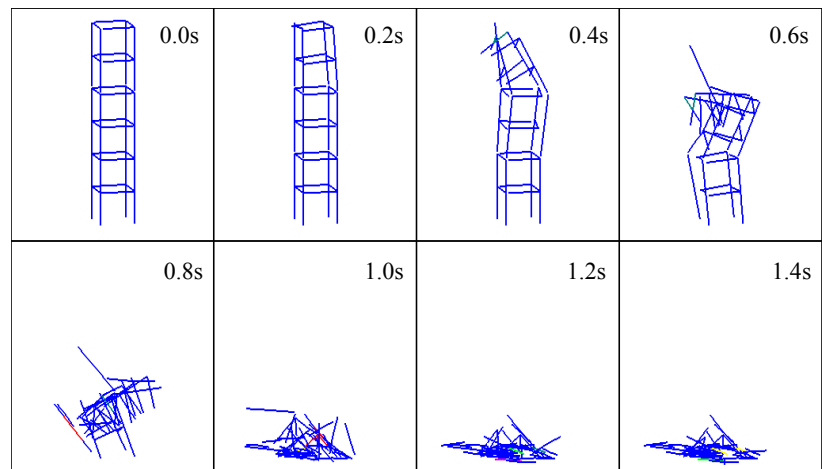


図-4 解析結果

\* 筑波大学大学院生

\*\*筑波大学大学院助教授 博 (工)

\* Graduate student, University of Tsukuba

\*\* Dep. of Eng. Mech. and Energy, University of Tsukuba, Dr. Eng.