

## ASI-Gauss 法を用いた骨組構造の爆破解体解析

正会員 ○江口 正史\*  
同 磯部 大吾郎\*\*爆破解体 骨組構造 ASI-Gauss 法  
ASI 法 有限要素法

## 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必要があり、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ことが考えられる。しかし、このような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が確立されていないのが現状である。そこで本研究では、爆破解体をより一般的な工法とすることを目的とし、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。爆破は、部材断面を強制破断させることで表現する。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、爆破箇所と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。

## 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計4つの解体パターンを想定し、その崩壊過程の相違を調べた。柱およびはりに用いる部材は、JIS G3136 建築構造用圧延鋼材

SN400H 型鋼を想定した。また、柱部材の接触および減衰は考慮していない。

## (1) 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 スパン骨組構造に対し、2種類の解体パターンを設定した。部材のパラメータとしては、全ての部材について公称寸法 300 mm × 300 mm のものを用いた。

図 2 と図 3 に Case 1, Case 2 の爆破箇所(図

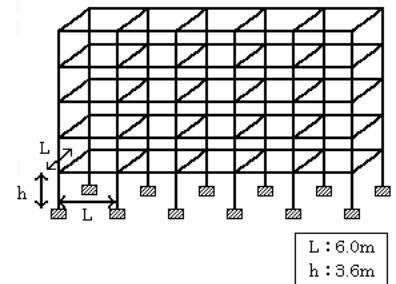


図-1 5 層骨組構造モデル

中●印)と順番(図中数字), および解析結果を示す。Case 1 ではまず中央 4 本の柱の周辺を爆破し、その後放射状に外側の柱上部を順に爆破した。Case 2 では、そのうち右から 2 番目の柱の周辺で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 s である。

図より、Case 1 では中央の部材が真下に落ち、外側の部材がはりの重さで内側に引かれて落下しているのが観察できる。崩壊形態はほぼ左右対称である。一方、Case 2 では、爆破が失敗したために重量配分が偏り、爆破失敗箇所を有する柱が外側に曲がり、最終的にその上層部が外側に落下した。周辺に与える影響を考慮すると、Case 1 は全ての部材が低い位置まで落下し、安定した状態で積み

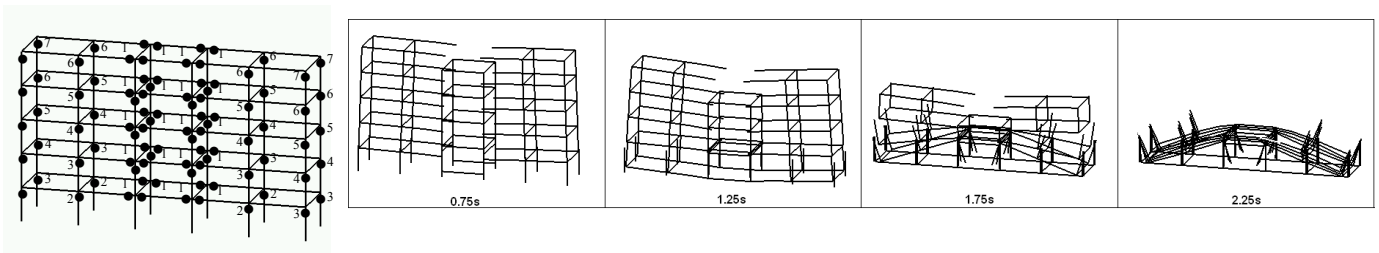


図-2 爆破箇所および解析結果 (Case 1)

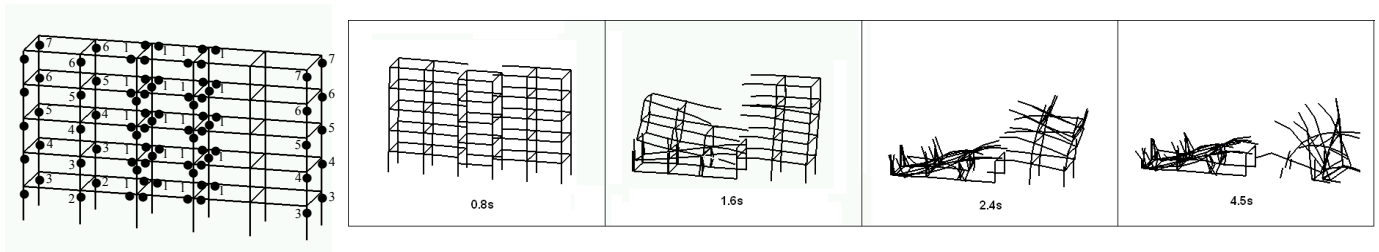


図-3 爆破箇所および解析結果 (Case 2)

重なっており、遠方に飛散した部材もないことから成功例であると言える。一方、Case 2 では構造物が元々存在していた範囲よりも外側に部材が落下しており、崩壊過程も不安定なことから、失敗例であると言える。

**(2) 10 層骨組構造の爆破解体解析**

次に、図 4 に示すようにはりの内側に床を想定して十文字の要素を配置した 10 層骨組構造モデルを作成し、2 種類の解体パターンを与えた。1 階から 5 階までの柱には公称寸法 300 mm × 300 mm、5 階より上層の柱と全てのはりには 250 mm × 250 mm、床を表現した部材には 200 mm × 200 mm の部材を用いた。Case 3 では、9 階左側 2 本の柱の根元を爆破した後、順に 1 階下反対側の柱を爆破した。Case 4 では、そのうち 2 箇所でも爆破が失敗した場合を想定した。また、前の解析と同様に爆破間隔は 0.5 s とした。図 5 および図 6 に、それぞれの場合の爆破箇所および解析結果を示す。

図より、Case 3 では比較的鉛直に部材が落下しているが、5 階付近で崩壊が止まり、最終的に上層が傾いた状態で積み重なっている様子が観察できる。これは、本研究で行った解析においては、接触した要素の再解放を考慮していないため、積み重なった部材の滑落現象を有効に表現できていないためである。しかし、遠くに飛散した部材がないという観点からは、爆破解体の成功例である

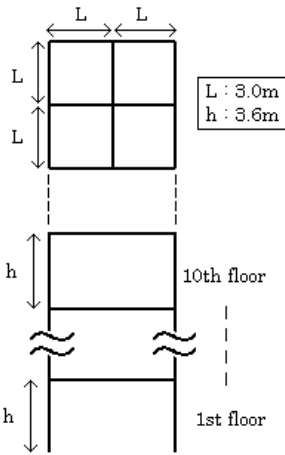


図-4 10 層骨組構造モデル

と言える。一方、Case 4 では、2 階層で爆破が失敗した影響で上層部が大きく右に折れ曲がり、落下している。これは、中層左側の柱に時計回りに大きな曲げモーメントが発生したためであると考えられる。また、下層においても不安定な状態で部材が積み重なっていることが確認できる。上層部が骨組構造の存在していた範囲の右側に倒れていることから、これは解体失敗の一例であると言える。

**3. 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、周辺環境にも多大な影響を及ぼす可能性があることが確認できた。このように解体過程を模擬的にシミュレートすることが可能となったものの、その一方で実際の現象と比較した定量的評価までには至っていない。そこで今後は、このような問題の定量的評価を可能とするため、爆薬などの危険物を使わずに構造物の解体過程を模擬できる、爆破解体実験システムの製作を行う予定である。

**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) から一部援助を得た。ここに謝意を表す。

**参考文献**

- 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.
- 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.

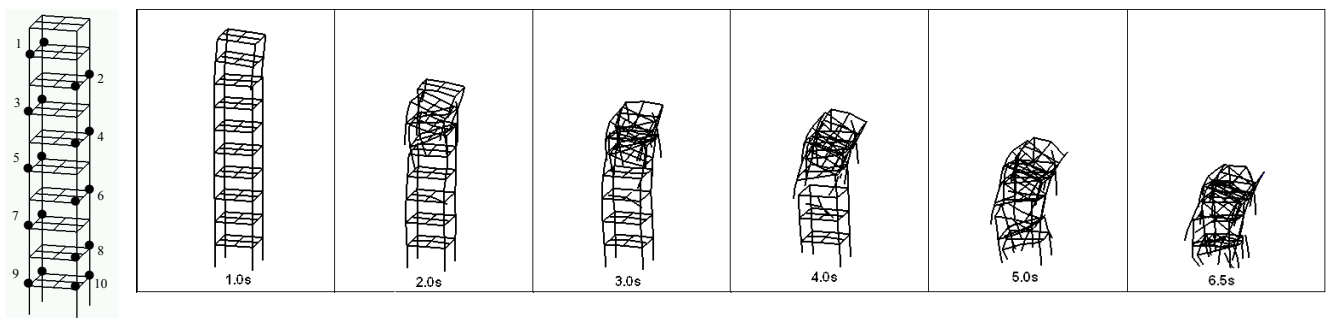


図-5 爆破箇所および解析結果 (Case 3)

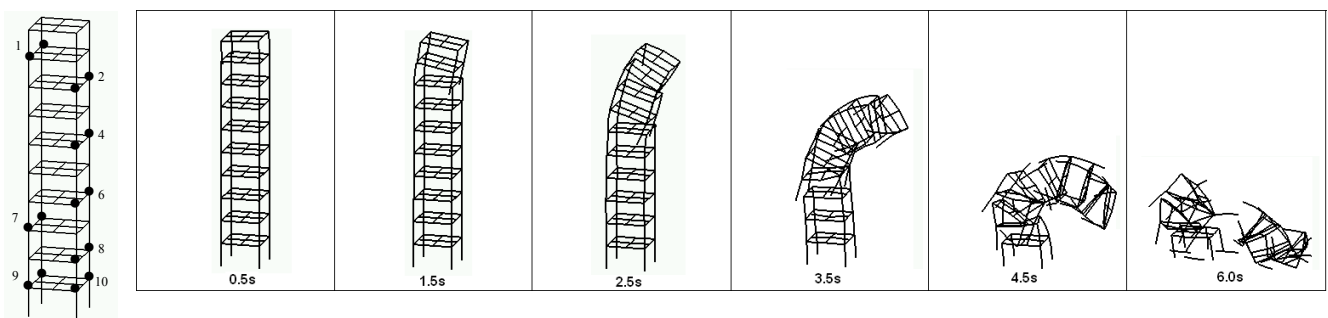


図-6 爆破箇所および解析結果 (Case 4)

\* 筑波大学大学院生  
\*\*筑波大学大学院助教授 工博

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