

I - PS5

RC制御発破解体時の倒壊挙動の予測

(株)間組技術研究所 正会員 〇坂田英一 新日本製鉄株式会社 正会員 小林茂雄
 (株)間組技術研究所 正会員 西村 毅 日本化薬株式会社 橋爪 清
 (株)間組技術研究所 正会員 世一英俊 第一復建コンサルタント 松尾聖子
 山口大学工学部 正会員 中川浩二

1. はじめに

一般に構造物の解体時には、外的作用に起因した構造系の変化により部分あるいは全体の崩壊メカニズムが得られ、その後に部材の移動・破壊がみられる。これら過渡的な現象の推移を事前に予測することは、倒壊計画時に必要であり¹⁾、昨今その将来性が周辺に対する環境影響や省力化の観点から有望視されている、発破解体工法の適用においては、装薬位置およびその起爆順序の決定などに寄与する可能性が高い²⁾。

我々は、既に弾塑性骨組解析による鉄骨建物の発破倒壊設計を実施し、実構造物への適用を確認した³⁾。今回は、複合材料である鉄筋コンクリート(RC)を対象とした解析モデルの開発に基づいた、倒壊挙動シミュレーションを紹介すると同時に、実施工への適用事例(別報告⁴⁾)との対比結果についても述べる。

2. 不連続変形法⁵⁾

不連続変形法(Discontinuous Deformation Analysis; DDA)は、多数のブロックが互いに重なり合わない条件下で、個々のブロックの運動や変形を求める力学的解析手法である。ブロック内が定応力、定ひずみであると仮定すると、個々のブロックの未知数は以下の6個の変位変数で表される。

$$[D_i] = \{u_0, v_0, r_0, \varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy}\}$$

ここに、 (u_0, v_0) はブロック内の点 (x_0, y_0) の剛体変位を、 r_0 は (x_0, y_0) を中心とする回転角を表す。また、 $(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy})$ は、ブロックの垂直ひずみとせん断ひずみを表す。図-1に示したように、ブロック間の接触は、ブロックの頂点が他のブロックの辺に貫入した場合、辺に垂直な法線方向バネと辺に平行なせん断バネが導入され、貫入量が一定値以下になるまで繰り返し連立方程式が解かれる。なお、連立平衡方程式は、外力や応力によるポテンシャルエネルギーを最小化することにより導かれる。

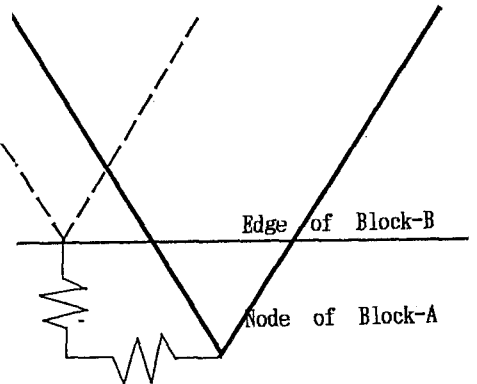


図-1 ブロックの接触

3. RC部材のモデル化

RC構造物の力学的挙動は、FEMなどの解析手法により克明に解明されつつある。ここでは、異方性複合材料からなる連続体を、有限個の1) 弾性ブロックと2) 隣接ブロック内の2点間に定義されたbar要素によりモデル化した。

特徴として、ブロックの剛性低下を考慮しないためモデル分割に予め注意を払った点と、bar要素の降伏及び座屈現象を図-2に模式的に示した材料モデルにより考慮した点が挙げられる。

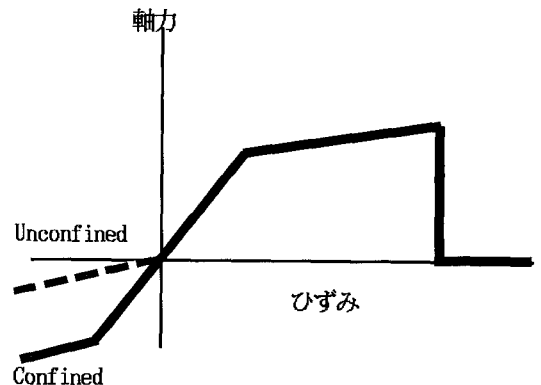


図-2 Bar要素材料モデル

4. 実構造物への適用と予測精度

本解析技術を製鉄所内に残存した鉄筋コンクリート造壁付ラーメン構造3階建の制御発破倒壊設計に適用した。ここで、効果的な段階発破の秒時差を検討するため、装薬想定箇所を段階毎に除去し、構造幾何形状及び空間座標位置に加え、ブロック及びbar要素の初期速度、内部応力を次段階に継承した。

シミュレーションにより予測された、鉛直方向への倒壊状況を図-3に示した。全体崩壊に要する時間は3.10秒、崩壊高さは4.5m。倒壊状況を撮影したビデオを分析した結果、設定した段階発破計画によりほぼ予想通りの結果が得られていることが判明した。

5. まとめ

①不連続変形法により、発破解体時のRC部材の破壊原理、すなわち1) 応力状態の変化（鉄筋の降伏）、2) 部材の回転・移動（鉄筋の抜け出し）、3) 着地による部材の2次破壊（部材支持条件の変化+衝撃力）などの表現が可能である。

②本手法の高度化・システム化により、立地制約条件に即した省力化を意図した倒壊計画の提案が行えるものと思われる。

③軸力を受ける柱破砕時の、主筋のモデル化に実験データをフィードバックすれば、より正確な秒時の検討が可能であろう。

参考文献

- 1) コンクリート構造物発破解体工事保安技術指針, (社)全国火災保安協会
- 2) 世一英俊ほか:構造物解体時のシミュレーション技術—その現状と動向について—, 資源と環境, Vol.1 No.3, 1992
- 3) 小林茂雄ほか:発破による鉄骨建屋の倒壊工法に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.415/VI-12, 1990
- 4) 小林茂雄, ほか:鉄筋コンクリート構造物の発破解体について, 土木学会第48回年次学術講演会, VI, 1993
- 5) G.H. Shi "Block system modeling by Discontinuous Analysis", Univ. of California, Berkeley, Dept. of Civil Eng. August, 1989

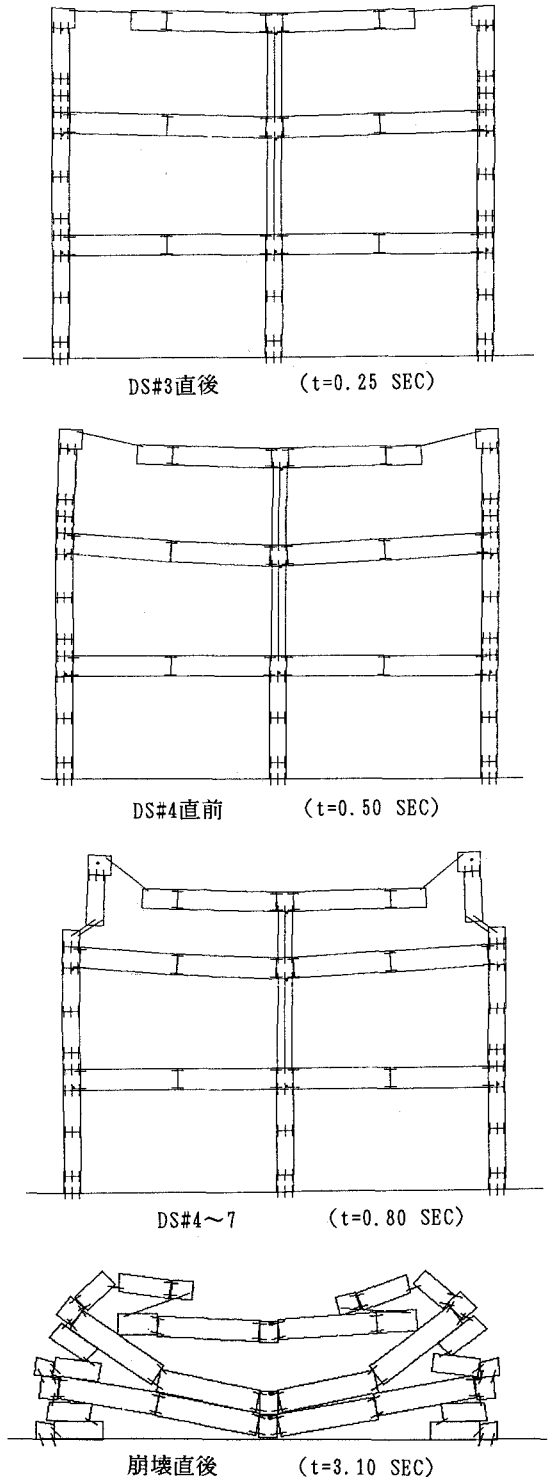


図-3 シミュレーションによる倒壊状況