

PSI-22 個別要素法を用いた地盤-構造物連成系の非線形破壊解析

○東京大学大学院 学生会員 目黒 公郎
東京大学地震研究所 正会員 伯野 元彦

1. はじめに

従来の地盤-構造物連成系の解析手法は、有限要素法(FEM, BEM)グループと Lumped Mass System グループに大きく分類することができる。しかし、要素の間隙物質の効果を取り入れ、多相媒質まで解析対象を拡張した改良個別要素法(Modified Distinct Element Method, MDEM)¹⁾を用いれば、個別要素法による解析も可能であると考えられる。そこで本研究では、地盤-構造物連成系の新たな解析手法として、個別要素法を用いた非線形破壊解析を試みる。MDEMは、破壊発生までの解析に加えて、大変形問題や破壊の進行過程までの一連の解析が可能である。媒質を独立した小要素の集合体と考えるので、材料の不均一性も要素のばらつきという形で考慮できる。また、滑り面の形成やダイレンシー効果等の解析対象物の非線形性が自然と表現される特徴を持つ。更に、巨視的な観点からの破壊モードの解析に加え、個々の要素間の微視的破壊のメカニズムまで追跡することができる等の点で優れている。

2. 解析モデルと解析法

Fig.1 に示すモデルを用いて、上部構造に水平荷重を作用させた場合について、地盤-構造物連成系の非線形破壊解析を行った。図中の太線で示された部分が上部構造で、2層のラーメン構造をしている。モデルは等径円要素の六角形配置から成り、要素数は上部構造要素1486個、地盤要素9794個、領域壁要素636個、総要素数11916個である。

3. 解析結果

Fig.2 と Fig.3 に解析結果を示す。

Fig.2 は、解析初期における要素間の法線方向圧縮力分布を示したものである。荷重載荷による応力波が、フーチング部分から地盤に伝播して行く様子が分かる。

Fig.3 は、地盤-構造物連成系の進行性破壊の様子を示したものである。stage1

で上部構造の右フーチング右端付近に、引張りを原因とする地盤破壊がまず発生する。stage2では、引張り破壊の進行に加え、せん断変形を原因とする地盤破壊が、右フーチング左端付近から発生し進行して行く。stage3では、破壊は上部構造にまで及び、その発生箇所は応力集中が起こると考えられる脚下部や隅角部に集中する。これらの現象は、実際の地震被害においてよく見られるものである。Fig.3(d)は、stage3における変位分布図であるが、右フーチング付近の地盤で浮き上がり現象が見られる。

4. おわりに

MDEMを用いて、個別要素法による地盤-構造物連成系の非線形破壊解析を試みた。その結果、荷重載荷による応力波が地盤内に伝播して行き、引張りやせん断変形を原因とする地盤破壊が発生した。上部構造では、応力集中の発生する脚下部や隅角部に破壊が発生した。これらの現象は、実際の地震被害と調和的なものであり、個別要素法による地盤-構造物連成系の非線形破壊解析の可能性が認められた。

☆☆参考文献☆☆

1) K. MEGURO, K. IWASHITA and M. HAKUNO, "Fracture Tests of Masonry Concrete Elements by Granular Assembly Simulation", Proceedings of 9WCEE, (1988), Vol. VI, pp181-186.

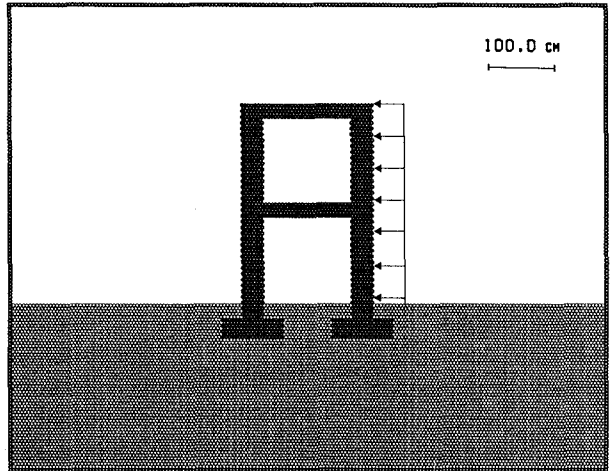


Fig.1 解析モデル

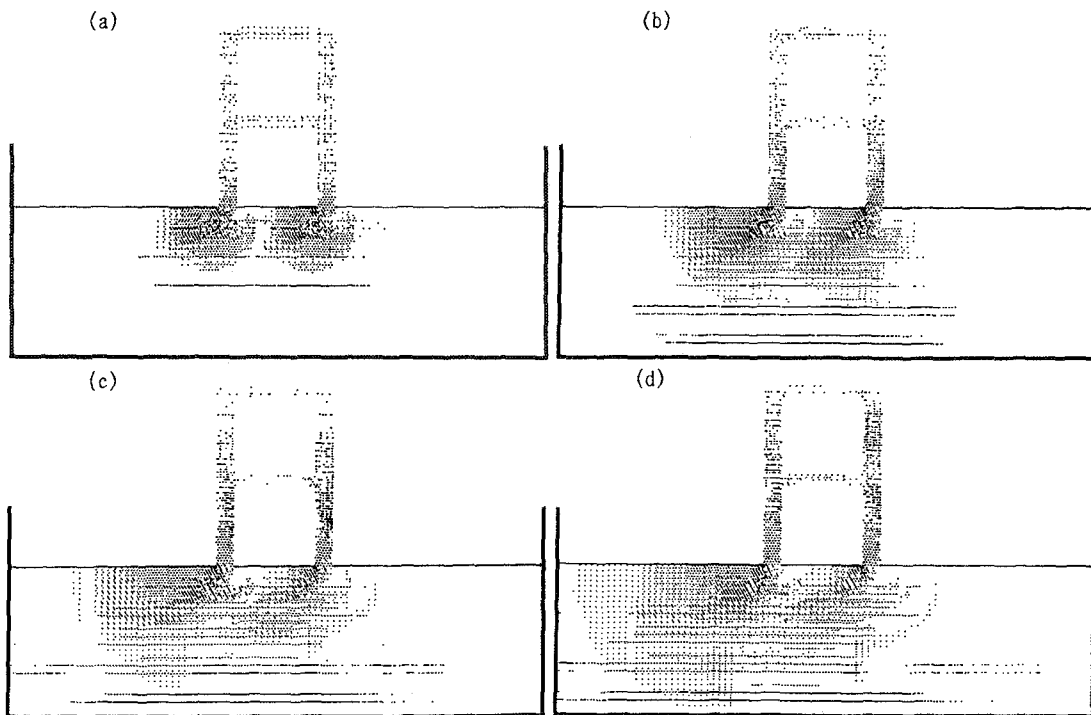


Fig. 2 垂直応力波伝播の様子（1/100 s 毎）

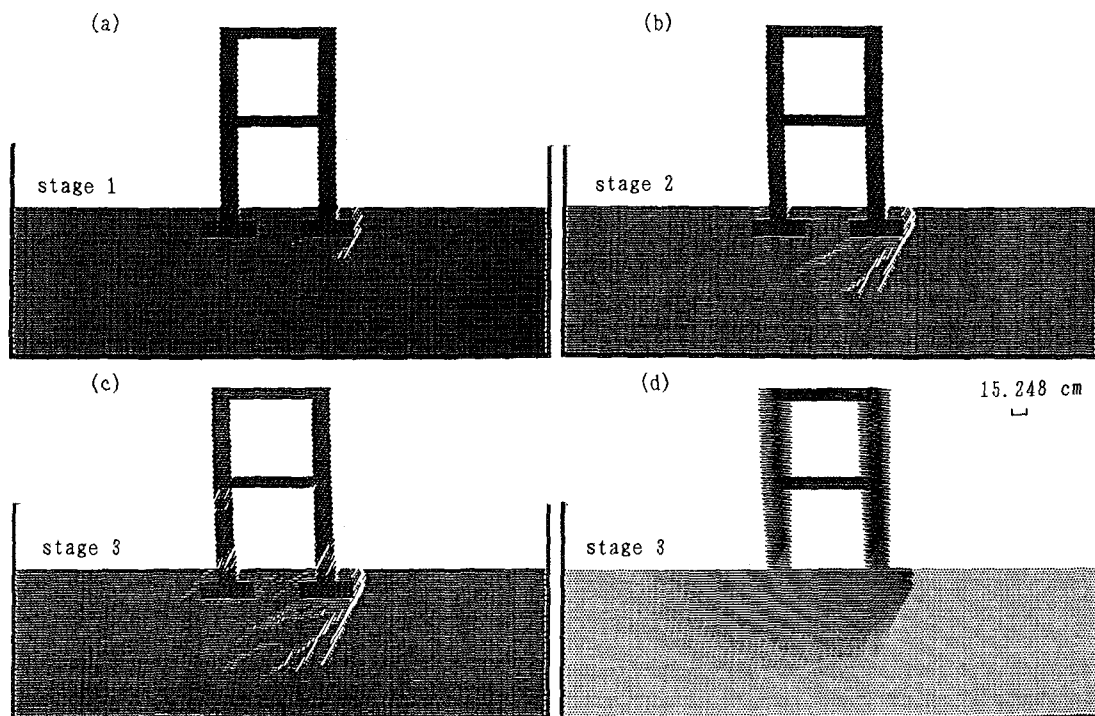


Fig. 3 破壊の進行過程

(a)～(c)は、破壊箇所分布図
(d)は、stage3における変位分布図