

I-375 3次元拡張個別要素法による構造物崩壊シミュレーション

東洋大・土木・○伯野元彦、建設省・森範行

1. はじめに 2次元拡張個別要素法(Extended Distinct Element Method, EDEM)によって、崖の崩壊、土石流、液化化等^{1) -3)}多くの土質工学的諸問題並びに、構造物の破壊⁴⁾がシミュレーション解析された。3次元解析としては、崖の崩壊⁵⁾に関して研究されているが、これも、粒子の回転が考慮されていない。我々は、粒子の回転も考慮した(6自由度)、間隙バネも考えた3次元拡張個別要素法を開発し、壁及びフレーム構造の動的破壊解析に応用したので報告する。

2. 3次元拡張個別要素法(Extended Distinct Element Method, EDEM)個別要素に関する運動方程式は次式のような変位ならびに回転に関する方程式が成り立つ。

$$m_i \cdot \ddot{u} + C_i \cdot \dot{u} + F_i = 0 \dots (1)$$

$$I_i \cdot \ddot{\phi} + D_i \cdot \dot{\phi} + M_i = 0 \dots (2)$$

ここに、 m_i : i 要素の質量、 I_i : i 要素の慣性モーメント、 u : 変位ベクトル、 ϕ : 回転角ベクトル、 C_i 、 D_i : 減衰係数。 u と ϕ は(1)(2)式を時刻に関して数値積分することによって求められる。各要素に作用する力は、法線・接線方向にそれぞれ配置した要素バネと間隙バネの歪から求められるが間隙バネが破壊した後は、要素バネによる反力のみが作用することになる。本研究では要素は球とした。

3. シミュレーション結果

図に1スパンの高架橋が水平正弦振動を受けた時の崩壊シミュレーションを示す。間隙バネが描いていない個所は破壊が生じたところである。

4. 参考文献

- 1) 岩下和義・伯野元彦 : Modified Distinct Element Simulation of Dynamic Cliff Collapse, ST/EE, 7, 1, 133_s-142_s, 土学論、1990.
- 2) 伯野元彦・内田吉彦 : Application of the Distinct Element Method to the Numerical Analysis of Debris Flows, ST/EE, 8, 2, 75_s-85_s, 土学論、1991.
- 3) 伯野元彦・垂水祐二 : A Granular Assembly Simulation for Seismic Liquefaction of Sand, ST/EE, 5, 2, 333_s-342_s, 土学論、1988.
- 4) 目黒公郎・伯野元彦 : Fracture Analyses of Concrete Structures by the Modified Distinct Element Method, ST/EE, 6, 2, 283_s-294_s, 土学論、1989.
- 5) 岩下和義・伯野元彦 : 3次元粒状体シミュレーションによる地盤破壊の解析、第5回自然災害発表会概要、22-23, 1986.

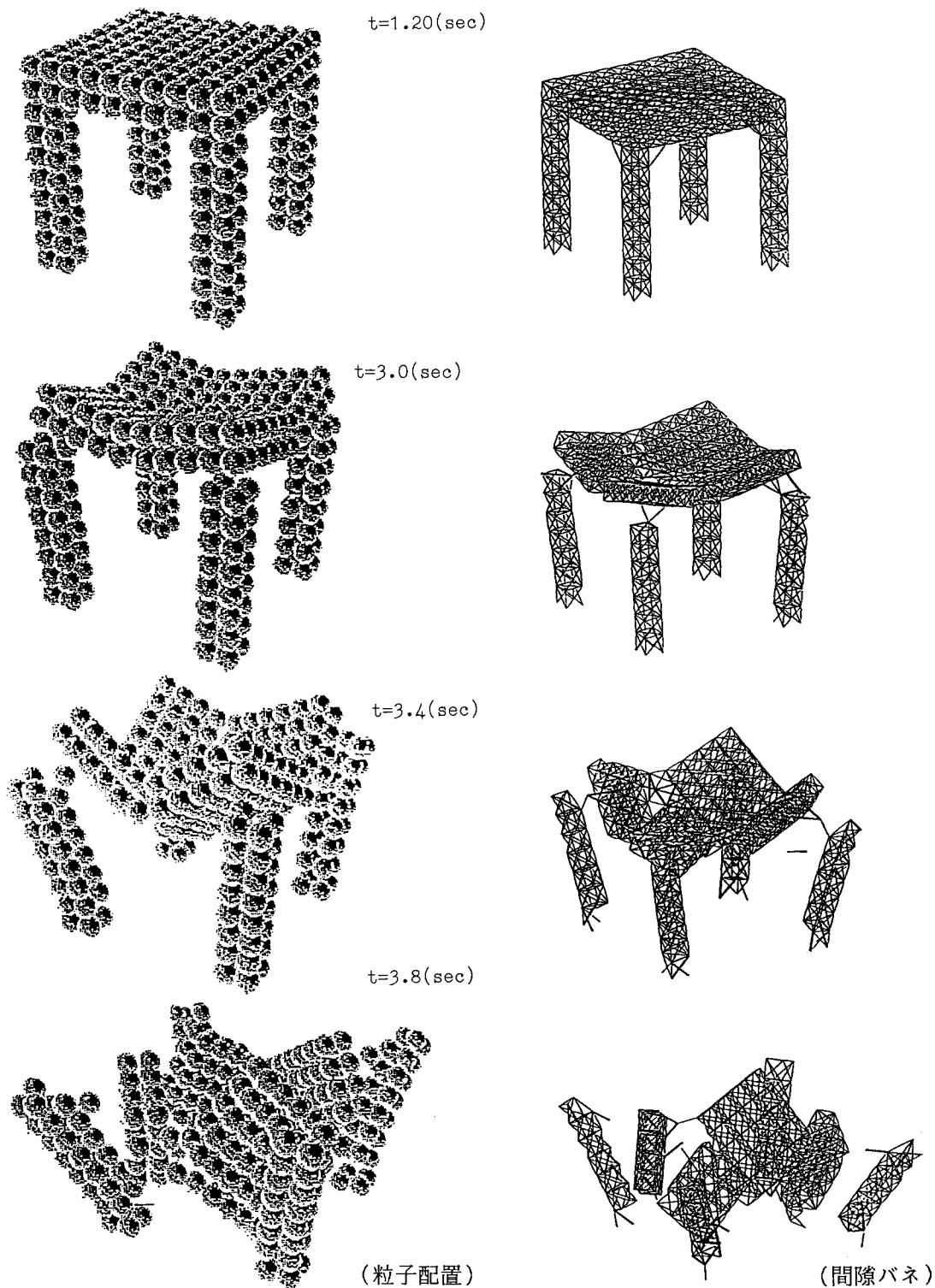


図-1 高架橋の崩壊シミュレーション