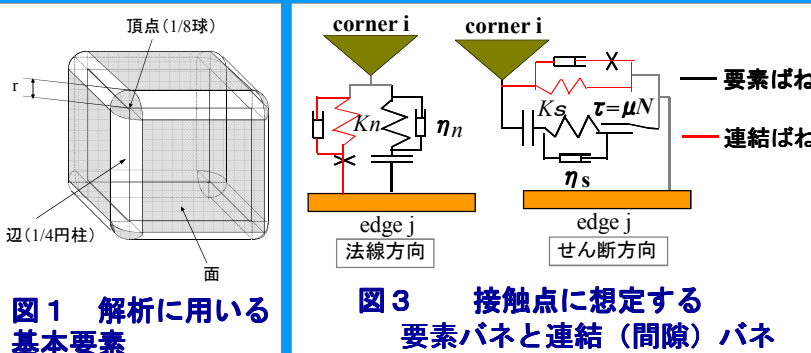


1. はじめに

兵庫県南部地震による直後の死者は5500人を超え、その9割近くが窒息死や圧死であったことが報告されている。またその約1割が家具類の転倒や高所からの落下の影響を直接・間接的に受けたと言われ、けが人を含めればその数はずっと多くなる。建物の耐震性能の向上や地震の規模別発生頻度を考えると、家具の転倒や落下による死傷者の問題は、今後の地震防災を考える上でますます重要になってくる。そこで目黒研究室では、効果的な転倒防止対策の提案と一般市民に対する教育ツールとして、3次元拡張個別要素法(3D-EDEM)を用いた地震時の家具の動的挙動のコンピュータシミュレーションを行っている。

2. 3次元拡張個別要素法の特徴



矩形要素を用いたモデル

- 角の影響による不自然な挙動
- 複雑な接触判定

要素の頂点と辺に適当な半径(r)の1/8球と1/4円柱を用いる(図1)

接触パターンは4つに分類できる(図2)
(頂点と頂点, 頂点と辺, 頂点と面, 辺と辺)

接触判定と接触力算定の簡便化

鋭い角を有した理想矩形要素を用いた場合の頂点のひっかかりなどの問題も同時に解決

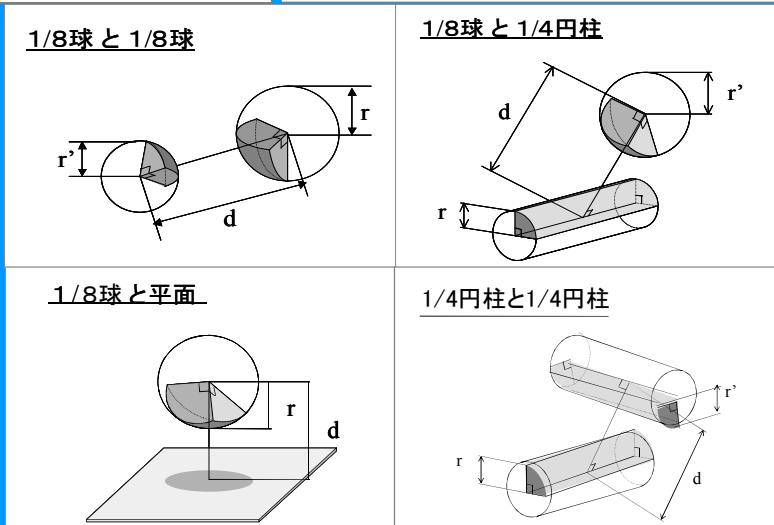


図2 要素間の接触パターン

連続体から非連続体に至る挙動のモデル化(図3)

連結(間隙)バネの導入→要素と要素をつなぐ役割

徐々に破壊

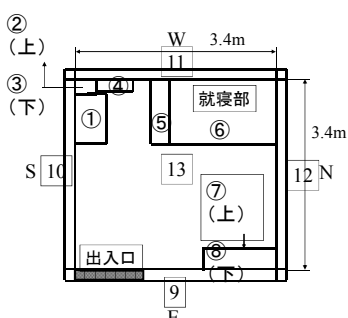
塑性化

さらに破壊

一気に破壊することもある

非連続体として挙動

3. モデルルームシミュレーション



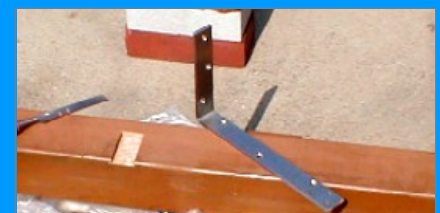
モデルルームの平面図



モデルルームの3次元配置

引き抜き抵抗試験の結果

供試体名: ナラ
木ねじサイズ: 3.5(直径) × 20(長さ)(mm)
ねじ込み深さ: 15(mm)
引き抜き抵抗: 219.3(kg)



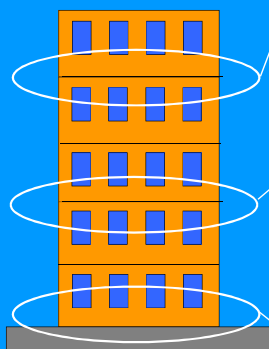
連結する金物の例

要素の諸元

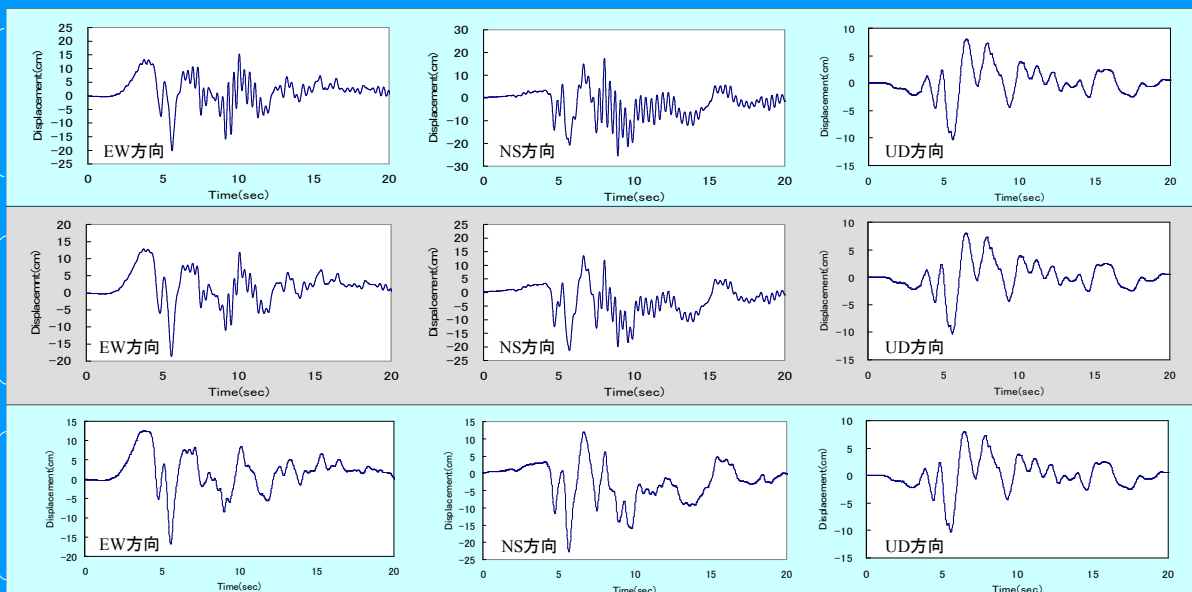
家具②と壁11, 家具⑦と壁9がL字金物でつながれている

家具	①机	②③本棚	④サイドテーブル	⑤本棚	⑥ベッド	⑦たんす	⑧たんす	9 11 壁(柱)
プロポーション(cm)	100 × 60 × 70	30 × 50 × 95	20 × 70 × 60	130 × 35 × 110	130 × 200 × 50	45 × 140 × 130	45 × 140 × 50	20 × 380 × 250
質量(kg)	50	80	7	280	350	286	110	931
密度(10^{-3} kg/cm ³)	0.12	0.56	0.07	0.56	0.27	0.35	0.35	0.49
摩擦係数	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

RC5階建て



床の絶対変位応答



シミュレーション結果

描画に際しては、室内を見えやすくするために手前と右側の壁を取り払っているが、解析上は他の壁と同様の扱いとなっている。

5階



6.0sec.



8.0sec.



10.0sec.

3階



6.0sec.



8.0sec.



10.0sec.

1階



6.0sec.



8.0sec.



10.0sec.

本研究では、3次元拡張個別要素法(3D-EDEM)を用いた地震時の家具の動的挙動シミュレータを構築し、鉄筋コンクリート(RC)5階建てビルの各フロアごとの家具の挙動解析に適用した。本シミュレータの解析結果はアニメーションとして表現されるが、このようなシミュレーション環境は、効果的な家具の転倒防止装置の開発や対策法の立案に、そして一般の人々に対しては、防災教育ツールとして利用できるものである。

今後は、より手軽に本シミュレータを利用してもらえるように、建物の構造タイプや階数、部屋内の家具の配置などを簡単にモデル化できるインターフェースを用意するとともに、様々な地震動を入力して解析可能な環境を整備していく予定である。