



10階建て鉄筋コンクリート造建物と室内家具の地震応答解析

研究・開発機関 : [防災科学技術研究所 地震減災実験研究部門](#)
 利用施設 : 防災科学技術研究所
 防災情報イノベーションプラットフォームデータ解析基盤
 計算規模 : 500万自由度、40並列
 利用ソフトウェア : 数値震動台(プラットフォームとしてADVENTUREClusterを利用)

Before

- 従来の質点系や骨組による構造物モデルでは、階や部材のマクロな挙動は予測できますが、個々の部材の詳細な損傷状況は予測できませんでした。
- 建物の地震による揺れ方は階により異なりますが、この揺れの違いによる各階の室内の被害状況の違いを構造解析と連動させて予測するシミュレーション技術は確立されていませんでした。

After

- 建物材料の応力ひずみの関係をマイクロにモデル化して、その要素を組み立てて構築した詳細な解析モデルをシミュレーションすることで、個々の部材から構造物全体までの挙動を予測できるようになりました。
- 詳細な構造シミュレーションと室内家具の挙動シミュレーションを統合化することで、建物まるごとの被害再現が可能となりました。

背景と目的

防災科学技術研究所では、実大三次元震動破壊実験施設(愛称:E-ディフェンス)の実験データ等を活用して、構造物の地震被害を精緻に予測する数値シミュレーションシステム(数値震動台)を開発しています。数値震動台による被害再現に基づいて、耐震性能や機能維持性能、復旧等に要する損失等を評価することにより、防災・減災対策の意思決定を支援することを目指しています。

上記の評価を正確に行うためには、構造物全体の応答だけでなく、個々の構造部材から天井や外装材等の非構造部材、室内の家具・什器までの応答や損傷の詳細な予測が必要になります。本研究では、建物まるごとの被害再現を目指して、E-ディフェンスで実施された10階建て鉄筋コンクリート(RC)造実験の試験体を対象として各階に家具を配置した地震応答解析を実施しました。

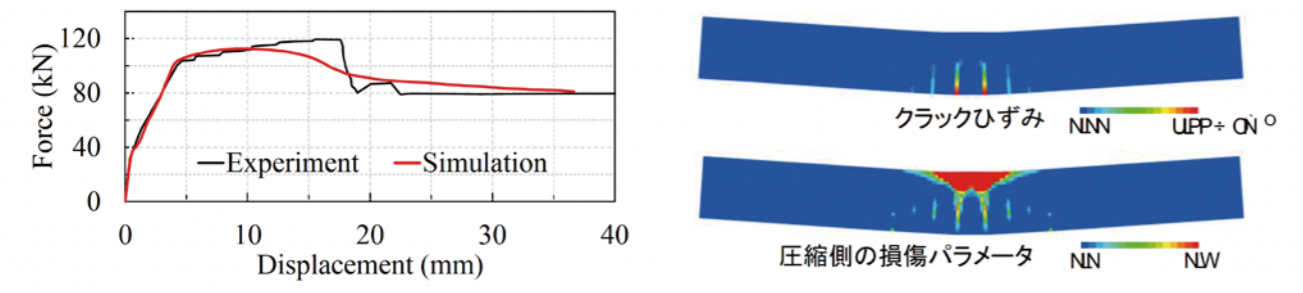


図1 RC梁の再現解析結果(左図:鉛直変位と反力の関係; 右図:鉛直変位30mmでのコンター図)

利用成果

RC造建物の地震時の損傷挙動を再現するためにコンクリートの弾塑性損傷構成則を開発しました。図1左図に示すように、この構成則によるシミュレーション結果はRC梁部材の曲げ破壊実験を良好に再現しており、図1右図に示すように下端側のクラックの進展と上端側の圧壊の状況を確認することができます。

開発したコンクリート構成則を用いて、10階建てRC建物のJMA神戸波(阪神淡路大震災の南北方向の地震波)での加振でのE-ディフェンス実験の再現解析を実施しました。図2左図に示すように、層間変形角層せん断力関係は、原点付近での剛性にやや違いは見られるものの概ね良好に実験結果を再現できています。図2右図に示すように大きな変形時のクラックの発生状況を確認することができます。

10階建てRC造建物内の各階に配置した室内家具の地震応答解析のために図3に示す統合化手法を開発しました。本手法により、図4に示すような各階で異なる家具の転倒状況をシミュレートし可視化することができました。

今後、様々な組織にて活用できるように進めていきたいと考えています。

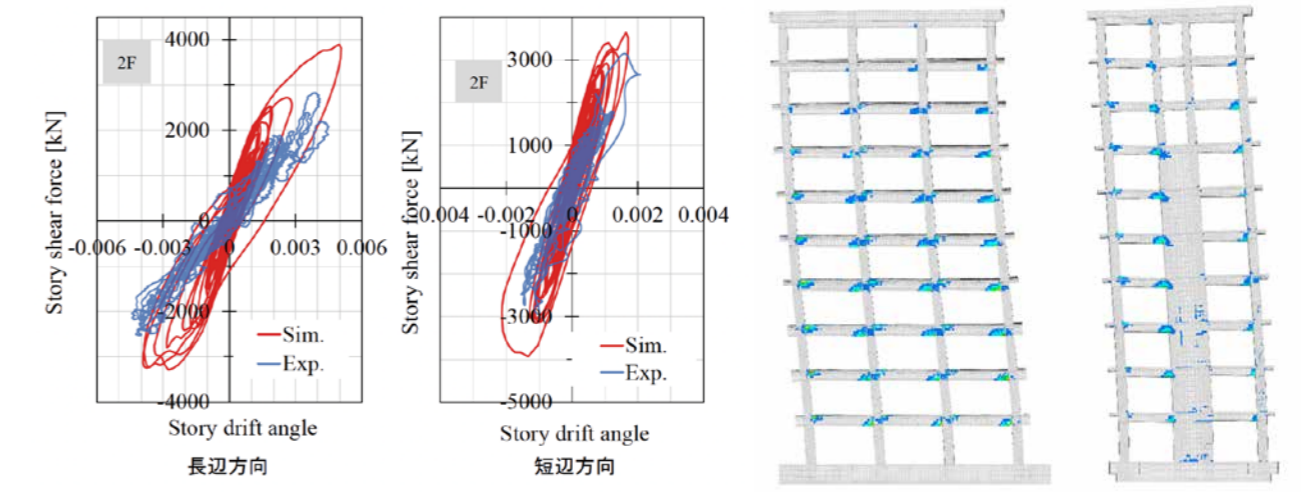


図2 10階建てRC造建物の再現解析結果(左:層間変形角層せん断力関係;右:クラックひずみのコンター)

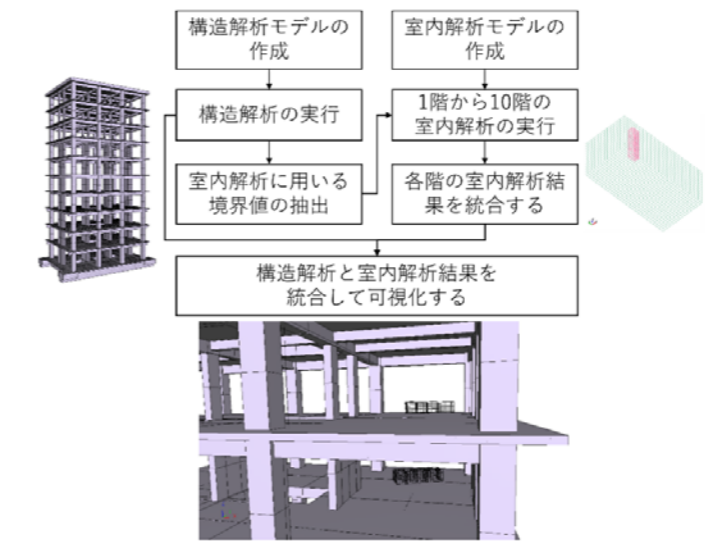


図3 構造解析と室内解析の統合化

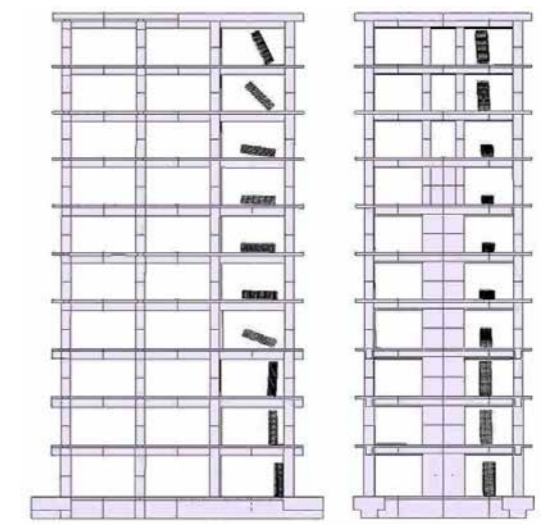


図4 家具の転倒状況

出典: 山下拓三, 藤原淳, 宮村倫司, ポアソン効果を考慮した引張クラックモデルの開発とRC構造物の大規模有限要素解析への適用, 日本計算工学会論文集, 2022, pp.20220006, (2022)