



都市モデルを利用した 地震時建物被害予測 —非構造部材(天井・ドア枠)の被害予測—

研究・開発機関 : 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、理化学研究所R-CCS
 利用施設 : 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科保有のスパコン
 計算規模 : 兵庫県神戸市中央区に存在する鋼構造建物1,892棟をモデル化
 利用ソフトウェア : IES、都市モデル内の建物地震応答解析

Before

- 都市における地震被害予測は、過去の地震データから得た脆弱性カーブ(損傷度曲線)を利用した経験的な予測手法がとられていました。
- 都市モデルを利用した地震応答解析により、建物自体の応答評価はできていましたが、非構造部材の損傷については予測できていませんでした。

After

- スーパーコンピュータを利用することにより、大規模な都市に存在する建物を1棟1棟モデル化し地震応答解析することができました。
- 単に、建物の地震応答を知ることができるにとどまらず、人の安全を脅かす恐れのある非構造部材(天井・ドア枠)の被害予測をすることができました。

背景と目的

現在、日本では、建築構造物のうち柱や梁、耐力壁といった構造部材に関する研究及びその技術は発展してきています。しかし、天井やドア枠等の非構造部材の耐震性にはあまり注目されてこなかった。平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震における大空間施設での天井落下被害を契機に、平成26年4月に特定天井に対する天井落下防止対策が義務化されましたが、大空間施設以外の建物は義務化対象外であり、今でも多くの建物で対策が取られていません。

天井に関する既往研究では震動台実験やシミュレーション技術による天井脱落のメカニズムを解明する研究は存在しますが、都市レベルの天井被害を予測する研究は今までにされていません。これまで、都市全体の建物被害予測では過去の地震データから得た脆弱性カーブ(損傷度曲線)を利用するような経験則的手法が用いられていましたが、それは地盤や地震波が考慮されない被害予測にすぎませんでした。

建物を質点系モデルに置換し時刻歴地震応答解析による地震時シミュレーションを行い、その応答解析結果と仮定した閾値との大小関係から天井被害予測を試みました。この地震応答解析には、東京大学と理化学研究所が開発したIES(Integrated Earthquake Simulator)を利用し、経験則では表現できない非構造部材、特に今回は南海地震が発生した場合の兵庫県神戸市中央区に存在する鋼構造建物における、天井とドア枠の被害予測分布を解析しました。(損傷判定の閾値については、出典の文献を参照のこと)

利用成果

神戸市中央区の1,892棟の鋼構造建物の最大層間変形角を算出し、解析結果をもとにドア枠の損傷判定を実施しました。図1に、ドア枠の損傷分布図を示します。南海トラフ巨大地震(陸側ケース)が起きた際のドア枠が損傷した鋼構造建物数を算出した結果、ドアが開閉できなくなるほどの被害を受ける鋼構造建物は1,892棟中0棟でした。また、開閉が困難となる鋼構造建物数は1,892棟中319棟となり、神戸市中央区にある鋼構造建物の16.9%を占めました。

図2に、神戸市中央区の計測震度と天井被害判定建物モデルの分布を示します。計測震度は南北200m、東西250m間隔で計測された値をプロットしています。計測震度は沿岸部に近いほど高くなる傾向にありますが、天井被害判定を受けた建物モデルは計測震度の低い地区に分布していることが確認できます。神戸市中央区内で最も計測震度が高い地区はポートアイランドであることが確認できますが、そこに位置する建物には天井被害判定閾値を超えた建物はありませんでした。このことから計測震度が必ずしも天井被害判定に影響を与えるわけではないことが示されました。

このように、都市モデルとして構築された建物情報を利用し、建物の地震応答のみならずその応答結果から非構造部材、特に今回は天井とドア枠の被害を予測することに成功しました。

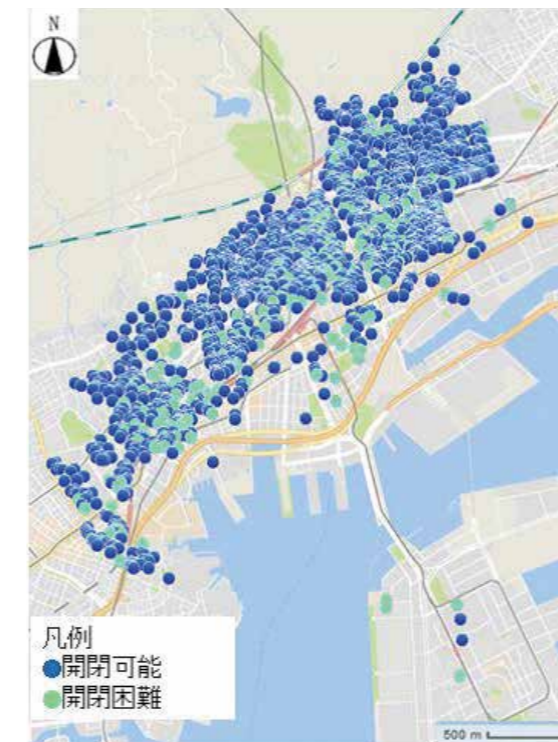


図1 ドア枠損傷判定建物分布図

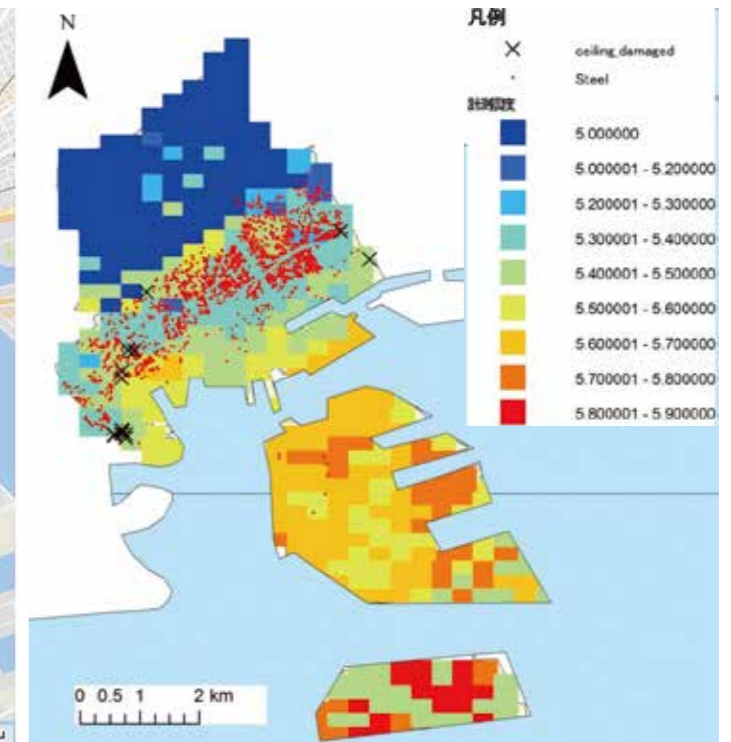


図2 計測震度と天井被害判定建物分布図

出典：前田華伊、大谷英之、永野康行：建築物の時刻歴応答解析による地震時における鋼製ドアの損傷予測、平成30年度日本建築学会近畿支部研究報告集、58号 構造系、pp.185-188、2018.6
 増田幸枝、大谷英之、永野康行：都市における地震時建物応答シミュレーションに基づく天井被害予測—神戸市中央区における鋼構造建物を対象として—、平成30年度日本建築学会近畿支部研究報告集、58号 構造系、pp.193-196、2018.6