

1) 構造研究グループ

1) - 1 2016年熊本地震における倒壊建物分布の解明のための地盤・建物の地震応答解析【安全・安心】

Seismic Response Analysis of Ground and Buildings for Investigate of Collapse Building Distribution in the 2016 Kumamoto Earthquake

(研究開発期間 平成31～令和2年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

大村早紀
OHMURA Saki

新井 洋
ARAI Hiroshi

The 2016 Kumamoto Earthquake caused sever damages of buildings. The purpose of this research is to investigate collapse building distribution in Mashiki town, where a lot of houses collapsed. Seismic response analysis of ground including deep layers is conducted. The analyzing program is self-made and can consider time history nonlinear behavior of ground.

[研究開発の目的及び経過]

2016年熊本地震では、益城町で震度7の強震記録が観測されるとともに、木造住宅を主とする甚大な建物倒壊被害が発生した。益城町における建物被害調査¹⁾により、益城町の中でも、エリアによって倒壊率が0～80%程度と大きな差が見られ、倒壊建物分布のコントラストが顕著となっている。本研究課題では、益城町での倒壊建物分布にコントラストが見られた要因の解明を目的とし、益城町の地盤特性、特に深部地盤の非線形性を考慮した地盤・建物の地震応答解析を行う。

[研究開発の内容]

2016年熊本地震による、益城町中心部の倒壊建物分布の解明のため、現地の地盤特性を踏まえた地震応答解析による検討を行う。

A) KiK-net観測点での観測地震動の再現解析

益城町のKiK-netの地震観測点(KMMH16)で実施したボーリング調査による地盤のサンプルから、深部地盤の軟岩の材料試験を行い、動的変形特性などの地盤特性を把握する。また、地盤の層ごとに異なる物性・非線形性を設定可能な、地盤の地震応答解析プログラムを構築する。そして、KMMH16における地中での観測地震動に対し、地表から深部地盤までを含めた地盤振動解析により、地表での観測地震動の追跡を行う。

B) 建物倒壊率の異なる4地点での地震動のシミュレーション解析

建物倒壊率が異なる地点B～Fの5地点(図1参照)に対し、ボーリング調査・微動アレイ観測により得られた各地点の表層地盤の地盤特性と、KMMH16の深部地盤の地盤特性および地中での観測地震動を用いて、地表における地震動のシミュレーション解析を行う。そして、

各地点について得られた地震動特性を比較し、倒壊率の差異について考察を行う。

C) B)の地震動を用いた建物の地震応答解析

2階建て木造住宅を想定したせん断2質点系モデルを作成し、A), B)による計6地点の地震動を入力とした建物の地震応答解析を行う。建物モデルについては、益城町における住宅の建築年などを考慮し、剛性・耐力をパラメータとして設定する。各地点の地震動に対する最大応答変形などの比較・検討から、益城町における倒壊被害分布の要因について考察する。

[研究開発の結果]

A) KiK-net観測点での観測地震動の再現解析

解析に必要な深部地盤の動的変形特性などの地盤特性を把握するため、過去に益城町のKiK-netの地震観測点(KMMH16)で実施したボーリング調査による地盤のサンプルから、軟岩の材料試験を実施した。試験内容は、粒度試験や圧縮強度試験、繰返し三軸試験などである。特に、深部地盤から採取した岩石に対する繰返し三軸試験は実施例が少なく、得られた動的変形特性は本研究課題において必要な情報であるとともに、研究分野全体としても貴重なデータである。

次に、地盤の地震応答解析手法として、①重複反射理論に基づく等価線形解析プログラム、②多質点系の逐次非線形応答解析プログラムの2つを自作した。①のプログラムについては、既往の地盤条件と地震応答解析のデータを用い、正しく計算可能であることを確認した。本研究課題の解析では、非線形性により地盤のせん断ひずみが比較的大きくなるため、②のプログラムを用いて検討を行った。本研究課題では、PS検層により得られたS波速度構造などから初期せん断剛性を設定し、材

料試験により得られた動的変形特性を各層のせん断バネの履歴特性として反映させ、地盤の非線形挙動を追跡した(図2参照)。

熊本地震本震の KiK-net 益城における地盤の地震応答解析結果を図3に示す。なお、本報告での結果は精査中のものであることに注意されたい。加速度応答スペクトルを比較すると、観測記録に対して周期 0.5 秒程度で過小、1 秒程度以上で大きめの評価となっている。現状では観測記録に対して良好な結果は得られていないものの、非線形特性の地盤条件や減衰定数の設定などに改善の余地があることがわかっている。引き続き、条件設定や解析プログラムの改良とともに、解析結果の改善を試みる。

B), C)の検討についても解析の準備は進めているが、A)の結果を改良した上で再検討する予定である。

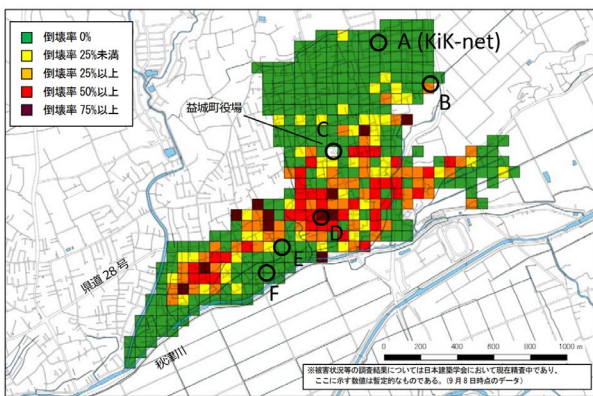


図1 益城町の KiK-net とボーリング調査位置 1)に加筆

【謝辞】

KiK-net 益城の地震観測記録は、防災科学技術研究所の強震観測網によるデータを用いました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 建築研究資料 No.173 「平成 28 年(2016 年)熊本地震建築物被害調査報告(速報)」

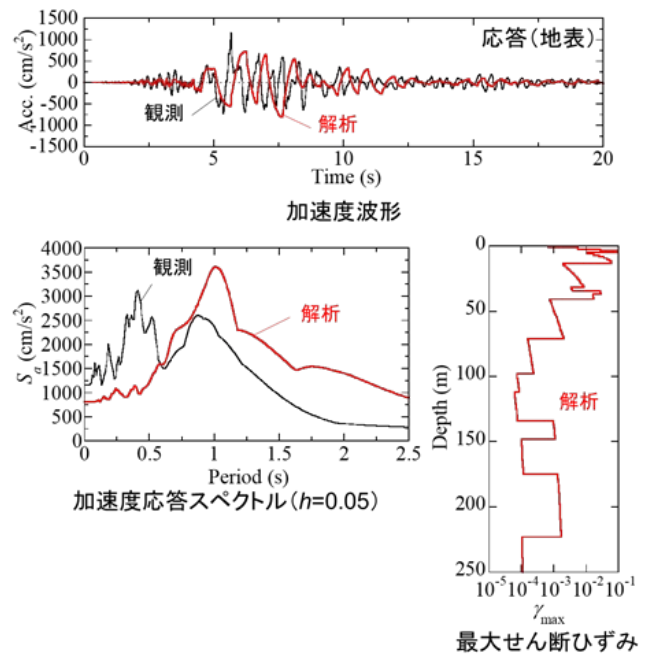


図3 KiK-net 益城における地盤の地震応答解析結果
(※結果は精査中)

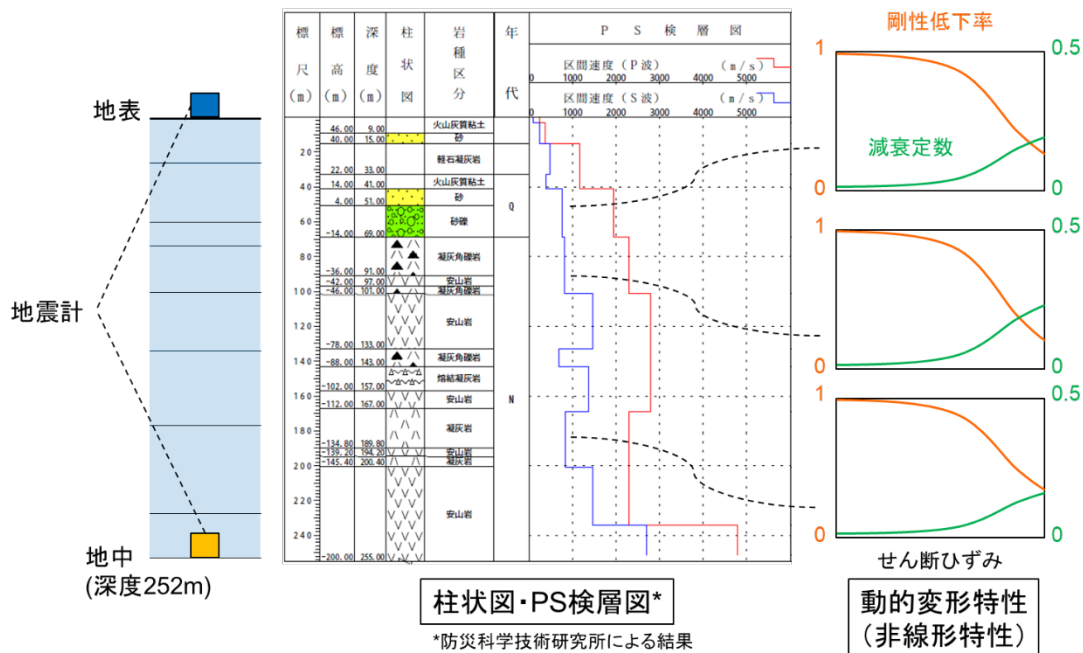


図2 解析に用いる KiK-net 益城の地盤情報 (イメージ図)