

京都大学工学部
 京都大学防災研究所
 東京工業大学大学院総合理工学研究科
 宮城県大崎市役所
 (株) aLab
 京都大学防災研究所

学生員 ○稲谷 昌之
 正会員 後藤 浩之
 正会員 盛川 仁
 非会員 岩崎 政浩
 非会員 荒木 正之
 正会員 澤田 純男

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震では、極めて広い範囲で大きな揺れを記録した。本研究で対象とする宮城県大崎市古川地区は地震動による家屋被害、液状化被害が特に集中して発生した地域である。

古川地区の被害状況を図 1 に示す。図 1 を見ると、古川地区内においても特に被害の集中している地域とそうでない地域があることがわかる。古川地区には強震観測点が 1km 程離れて 2 点(K-NET・気象庁)設置されているが、特に気象庁観測点付近の地域に被害が集中していた。本震記録を比較すると気象庁記録の方が周期 1.0-1.5 秒のレベルが高いことが報告されており、地盤震動特性の違いも被害状況の違いに影響した可能性が考えられる。

一方で、これら 2 点の観測点のみでは古川地区全体の地盤震動特性の違いを把握することは出来ない。そこで、古川地区の地盤震動特性を評価するために高密度地震観測網を設置して強震観測を行った。

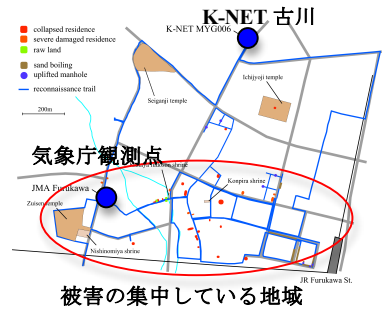


図 1 古川地区の被害状況

2. 高密度地震観測網の設置

古川地区の地盤震動特性を評価するため、古川地区に高密度強震観測網を設置した。低コストの観測を実現するため、IT 強震計 (ITK-002) を採用している。記録されたデータはインターネット回線を利用して常時サーバーに送信される。このため、大崎市役所を介して電源と常時接続回線を利用できるボランティアを募集した。2011 年 9 月に設置作業を始めて以降、順次観測点数は増加し、現時点で観測点は南北およそ 3km、東西およそ 2km の範囲に 23 点ある。これにより、地震計設置密度は 0.25km²/台となり横浜市高密度強震計ネットワークの 3km²/台に比べて一桁密な観測網を実現した。地震計設置点を図 3 に示す。観測網は被害の多かった地域と K-NET 及び気象庁観測点を含むように構成されており、観測点間の距離はばらつきがあるものの概ね 250m 程度である。

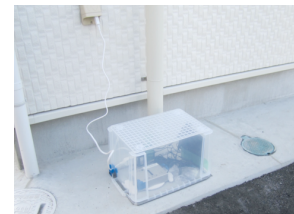


図 2 観測点での設置状況

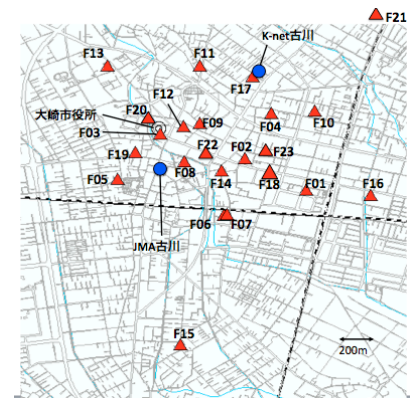


図 3 地震計設置点

3. 地盤モデルの推定

強震観測網を含む範囲にある既存のボーリングデータから地盤モデルを作成した。各ボーリングデータから支持基盤の深さを読み取りスプラインで補間することで基盤深さ分布を求め、K-NET 古川のボーリングデータを参考にして各層厚、S 波速度、密度を決定した。図4にボーリングデータから求めた支持基盤深さ分布を示す。作成した地盤モデルから一次元水平成層構造を仮定してスペクトル比を計算し、観測されたスペクトル比の平均値と適合するように各層の層厚、S 波速度、密度をパラメーターとして遺伝的アルゴリズムを用いて地盤モデルを更新した。図5に得られたモデルの基盤深さ分布を、図6に図5のモデルから計算したスペクトル比と観測スペクトル比の比較をそれぞれ示す。モデルを更新する前と比較して被害の多かった地域の基盤深さが深くなる傾向が見て取れる。また、モデルから求めたスペクトル比は観測されたスペクトル比をよく表していることが分かる。

得られた最適モデルを用いて、2012年1月1日の鳥島沖を震源とする地震の速度時刻歴波形を再現した。一部の観測点の時刻歴波形の比較を図8に示すが、初動の再現性は良いものの後続派のフェーズの特徴は精度良く表せてはいないことがわかる。波形の再現には直下の構造を単純な一次元水平成層構造と仮定したが、これでは古川地区の地盤震動特性を説明できないことが示唆される。

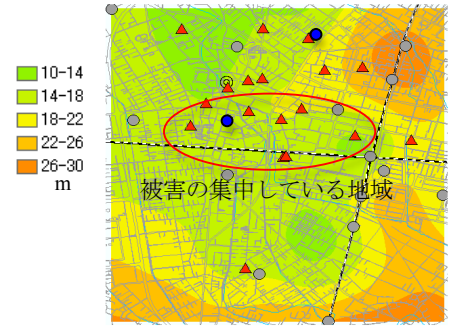


図4 ボーリングデータから求めた基盤深さ分布

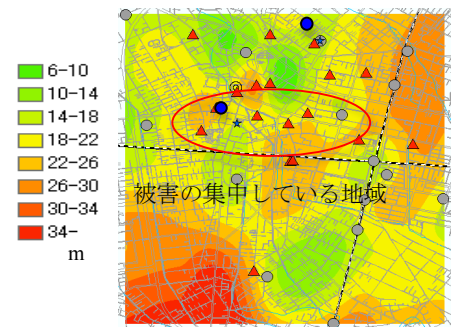


図5 更新したモデルの基盤深さ分布

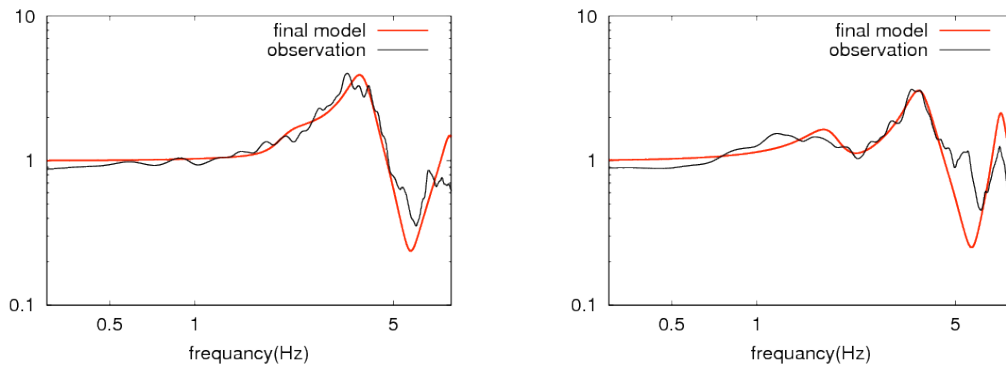


図6 モデルから計算したスペクトル比と観測値の比較

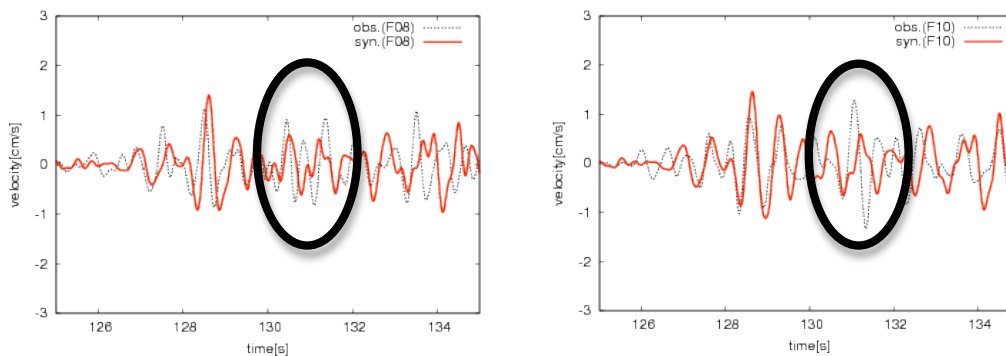


図7 1月1日の地震の時刻歴波形の再現（東西成分）