

神戸地盤の地震応答特性と構造物被害分布との対応性について

熊本大学大学院 学生員○中島 直紀 熊本大学 正会員 秋吉 卓
八代高専 正会員 淵田 邦彦 熊本大学 非会員 平尾 和啓

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震において、神戸地盤におけるエネルギーの局所的集中については、神戸気象台が出した震度7のいわゆる“震災の帯”として見られたが、その現象はこれまで、地盤の不整形な堆積による地震波(加速度波)の乱反射によって説明されることが多かった。本研究では、さらに埋設管路に影響が大き

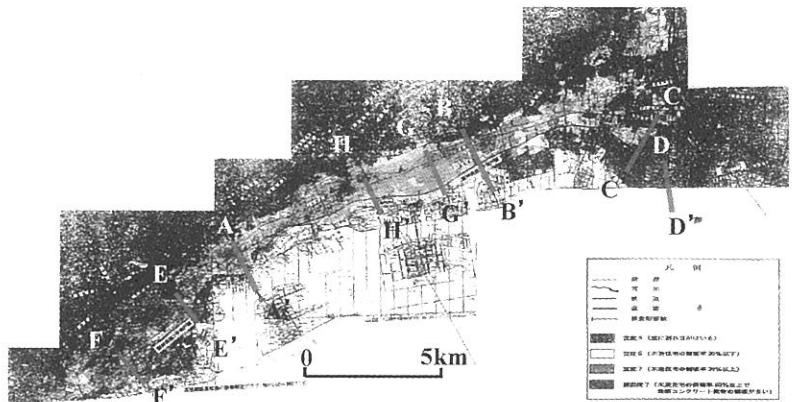


Fig. 1 神戸付近地図 3)

いとされる地盤ひずみ、特に沿岸部の埋立地域における液状化による大ひずみ分布と埋設管路の被害分布とを比較し、地盤応答とその影響を受けやすい構造物被害との対応性についても検討する。解析上では、2次元有効応力解析プログラムを用いて地表面付近の加速度応答(計測震度)および地盤ひずみの分布を求め、平面にコンター表示する。これらの結果と実被害分布とを図式的に比較し、両者の相関度や数値的にその妥当性を検討していく。

2. 解析手法の概要

不整形・軟弱な表層地盤モデルの地震応答解析には、非線形有効応力解析プログラム「NUW2」を用いる¹⁾。表層地盤モデルは、阪神・淡路大震災報告書²⁾を参考にして、平面図をFig.1に示すが、断面A-A'からF-F'までの8断面を解析対象として、それぞれを土-水2相系の有効応力有限要素モデルで定式化している(Fig.2)。地盤はN値>50となる深さに剛基盤面を設定し(おおよそ30~40m深さ)、側方には吸収境界を導入して波動の出入を保障している⁴⁾。入力は、地盤モデルの水平基盤面から鉛直に同一波を同位相で行ったが、特に液状化による地盤の非線形伝達特性の変化を見るため、地震波としてFig.3に示す、1995年兵庫県南部地震(ポートアイランドGL-32m、加速度波形NS・UD成分)の記録波形を用いて、その最大加速度振幅 A_{max} を4種類(0.1、1.0、5.4、10.0m/s²)に変化させている。

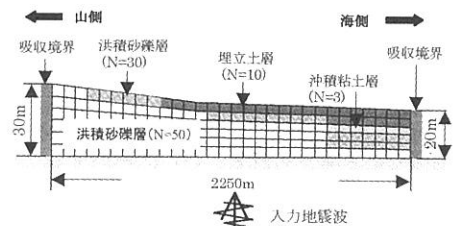


Fig. 2 モデル地盤 (A-A'断面)

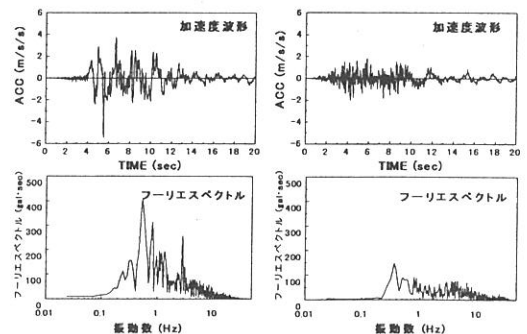


Fig. 3 入力地震波

Key words : 震災の帯、水道管被害率、計測震度、地盤ひずみ、液状化

連絡先 : 〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1, TEL : 096-342-3538 fax : 096-342-3507

3. 解析結果と考察

入力強度の異なる地震波に対して、例えば断面 A-A'、B-B' および C-C' の地表面での応答結果では、 $A_{max}=0.1m/s^2$ では、どの断面もほぼ最大加速度の分布が平坦で、入力約 2 倍であることから線形的特性があるが、入力強度が増すにつれてピーク地点が海側の軟弱地盤から山側の硬い地盤を含む地域に移動し、JR 三宮駅付近で顕在化していくことが分かった (図省略)。以上の 8 断面での地表面加速度分布を求め、コンター表示すると Fig.4 (入力加速度 $A_{max}=5.4m/s^2$) のようになる。このように一般には沿岸部埋立地域に向かって急激に応答加速度が低下し、山側で非常に大きな応答加速度が発生していることが分かる。さらに、応答加速度分布を用いて計測震度を求め、コンター表示したものが Fig.5 であるが、両者の対応性を調べるためこれを Fig.1 の気象庁発表の旧震度階分布と比較し、両者の比 (Fig.1/Fig.4) を取り平滑化すると、Fig.6 のような結果が得られる。震災の帯に近いところから山側にかけての硬い地盤では、応答の計測震度のほうが大きめに出る傾向にが、大まかには両者の食い違いは 2 割程度内といえよう。また、同様にして解析で得られた地盤ひずみをコンター表示し、これと配水管路被害率分布地図⁵⁾ とを比較すると、良い対応を示すことが分かったが、それらの結果は講演時に述べる。

4. まとめ

本研究は、地表面近辺の地震エネルギーの集中が起こる現象を、不整形堆積地盤の乱反射だけでなく液化化現象をも考慮した総合的な現象として神戸地盤を解析し、かつ実被害例との対応で結果を検証した。得られた結果を要約すると次のようになる。

- (1) 洪積砂礫層に沖積砂礫層が載った地盤、すなわち比較的線形的に加速度を増幅しやすい構造では、地表面に加速度の集中が生じやすい。
- (2) 沿岸部に行くにつれて地盤の非線形化が著しくなり、それだけ加速度応答は低下していく。このことが (1) の加速度分布のピークを顕在化することになる。
- (3) 解析による計測震度と地盤ひずみの分布は、震災の帯や配水管被害率分布などの実被害分布と良く対応する。

5. 参考文献

- 1) Akiyoshi, T. Fang, H.L. Fuchida, K. & Matsumoto, H., A Nonlinear seismic response analysis method for saturated soil-structure system with absorbing boundary, Int.J.Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol.20, No.5, pp.307-329, 1996.
- 2) (社)地盤工学会・阪神大震災調査委員会：阪神・淡路大震災調査報告書 (解説編)、pp.222-224, 平成 8 年 3 月。
- 3) (社)土木学会 関西支部：大震災に学ぶ・阪神・淡路大震災調査研究委員会報告書・第 2 巻、pp.5-6、平成 10 年 6 月。
- 4) Akiyoshi, T. Fuchida, K. & Fang, H.L., An absorbing boundary conditions for dynamic analysis of fluid-saturated porous media, Int.J.Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol.13, No.6, pp.387-397, 1993.
- 5) 松本文浩：「GIS による地震時配水管路被害危険度予測および地域水供給機能特性に関する研究」、神戸大学 平成 8 年度卒業論文、平成 9 年 2 月。

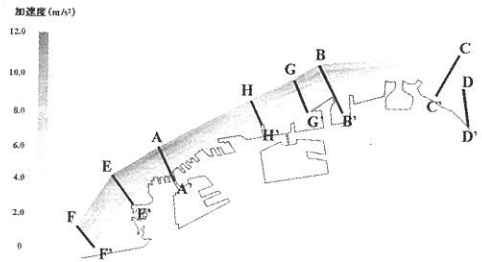


Fig. 4 応答加速度分布

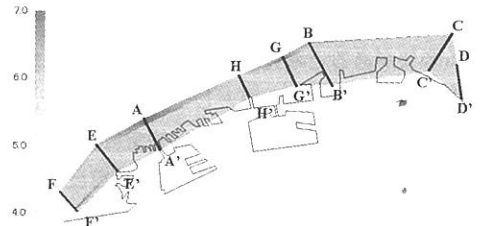


Fig. 5 応答解析計測震度階分布

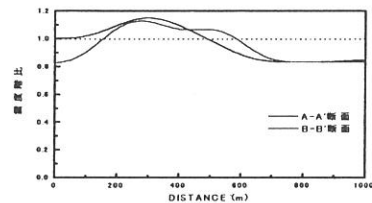


Fig. 6 気象庁震度階と応答解析計測震度階との比較