

神戸地盤の地震応答特性について

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 正会員 松本英敏 熊本大学 学生員 丸野寛之

1. はじめに 神戸地盤のいくつかの断面については、これまで、地盤の不整形な堆積のため地震動が表層地盤内で乱反射することや、沿岸部の埋立地域では、液状化によって地盤の剛性が急低下し、表層地盤の動特性の低周波域化をもたらすことなどから、地表面ではエネルギーの局所的集中が顕在化することを明らかにしてきた¹⁾。本研究では、2次元的に計算するための地盤断面を増やして、地表面における加速度応答(計測震度)とひずみ分布に展開し、それぞれを震災の帯や上水道管被害率と比較しその妥当性を検討する。

2. 地盤の地震応答解析手法の概要

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²⁾。

(1)表層地盤モデル：解析の対象とする表層地盤モデルは、阪神・淡路大震災報告書の南北地層地盤断面図³⁾を参考にして、平面図をFig.1⁴⁾に示し、A-A'から F-F'までの8断面を解析対象としたが、そのうち神戸市中央区三宮付近のA-A'断面の有限要素モデル化したものをFig.2に示している。

(2)入力地震波：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成分)を用いるが、液状化による伝達特性の変化を見るため、加速度振幅のみ異なる3種類の地震波を各地盤(断面)モデルの下方の基盤から鉛直上方に入射させた。

3. 解析結果と考察 Fig.3は、基盤入力地震波の最大加速度振幅 A_{max} を 0.1、1.0 および 5.4m/s^2 とするときの、A-A'、B-B'および C-C'断面における地表面の水平加速度応答の最大値分布を示したものである。 $A_{max}=0.1\text{m/s}^2$ では、どの断面もほぼ最大化速度の分布が平坦で入力約2倍であることから線形的であるが、入力強度が増すにつれピーク地点が山側に移動し、顕在化していき、最大加速度が 10.0m/s^2 を越える地域もありうることを示されている。実際の地震でも JR 三宮駅をまたいだ南北の地域で、震度7に相当する被害が生じている。一方、C-C'断面においては、局所的に加速度が集中することもなく、入力の $A_{max}=5.4\text{m/s}^2$ に対しても、応答加速度は大きくなり、ほぼ一定値分布を示している。

8断面での地表面加速度を計測震度に直し、これらをコンター表示すると、Fig.4のようになる。計測震

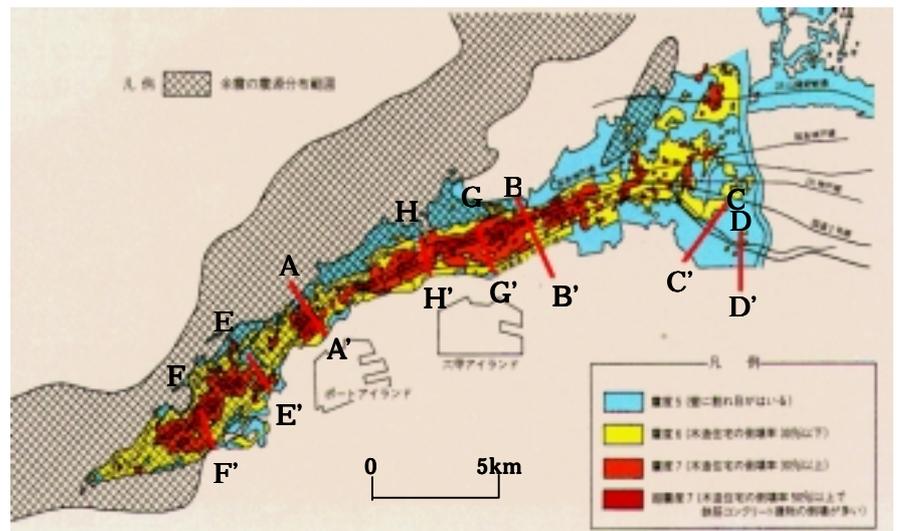


Fig.1 神戸付近地図³⁾

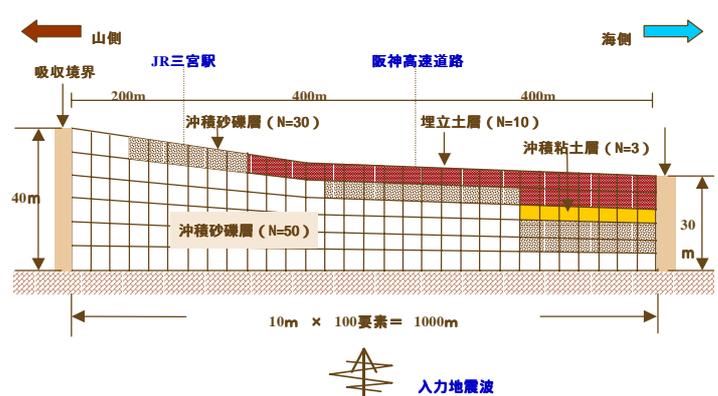


Fig.2 地盤断面モデル (A-A'断面)

キーワード：局所影響、エネルギー集中、加速度、土のひずみ、神戸地震

連絡先：〒860-8555 熊本市黒髪二丁目39-1 Tel 096-342-3538 Fax 096-342-3507

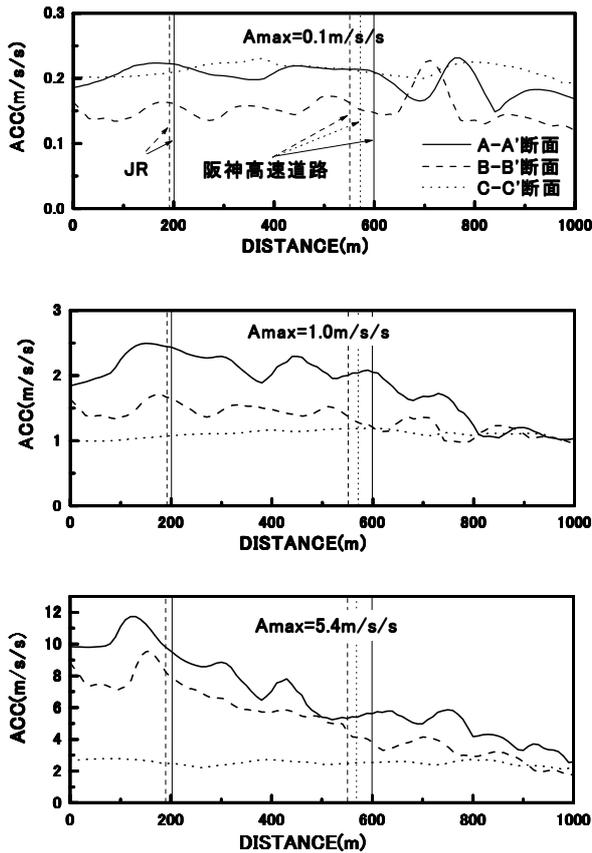


Fig.3 地表面最大水平応答加速度

度分布は、Fig.1 の気象庁発表の旧震度階（7が追加されたが）と比較してみると、計測震度の震度階区分での表現の Fig.4 とおおむね対応している。そこで、両者の対応度を見るため、旧気象庁震度階 (Fig.1) と応答解析による計測震度階 (Fig.4) との比をとったものを、Fig.5 で A-A' および B-B' 断面について示した。大まかには両者の食い違いは3割程度内といえようが、震災の帯に近いところから山側にかけての固い地盤では、応答の計測震度階の方が大きめに出る傾向にある。

一方、地表面付近のひずみの分布を描いたのが Fig.6 であるが、これを Fig.7 の上水道管被害率⁵⁾ が地盤ひずみと相関が高いとして、両者を比較してみた。沿岸部での高被害率と地盤ひずみの集中などはかなりよい対応を示している。

参考文献 1)秋吉・他3名：不整形地盤の...、第26回地震工学研究発表会講演論文集、pp.513-516、2001.8、2)T.Akiyoshi, et al, A nonlinear seismic response analysis method ..., Int.J.Nume. Anal. Meth. in Geomech., Vol.20, No.5, pp.307-329, 1996、3)(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、2000.3、4)田村重四郎：「阪神・淡路大震災の特徴」、土木施工、pp.4-8、1995.8、5)(社)土木学会関西支部：大震災に学ぶー阪神・淡路大震災調査研究委員会報告書、第II巻、図3.4.8、p.113、1998.6.

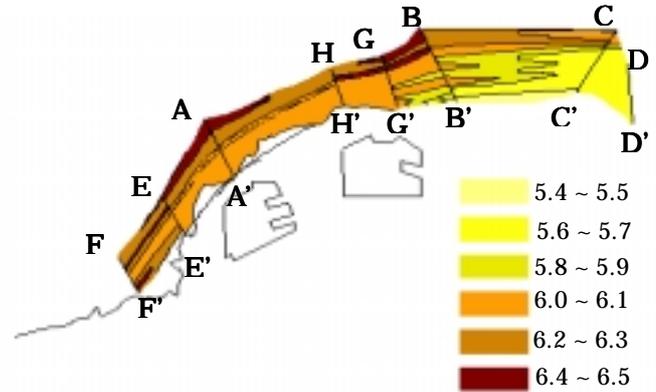


Fig.4 計測震度解析の分布

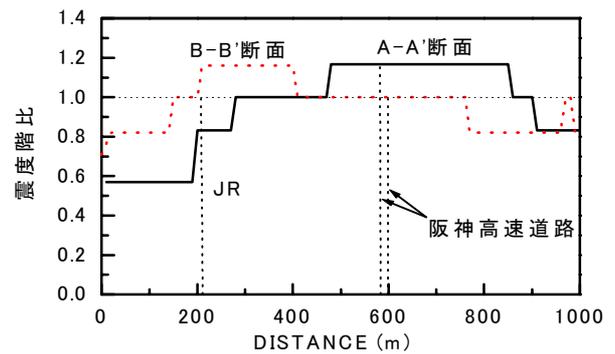


Fig.5 旧気象庁震度階と応答解析計測震度階との比

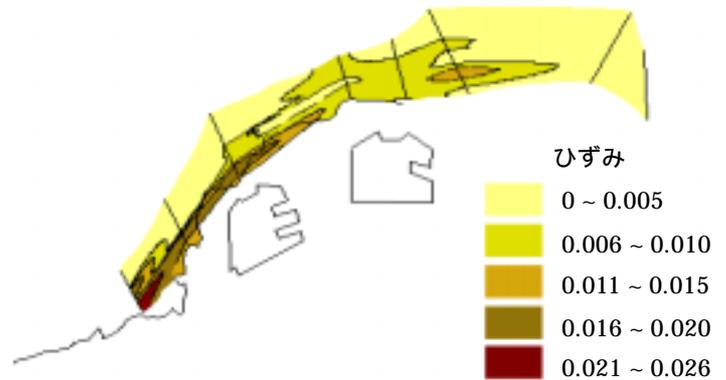


Fig.6 せん断ひずみ分布

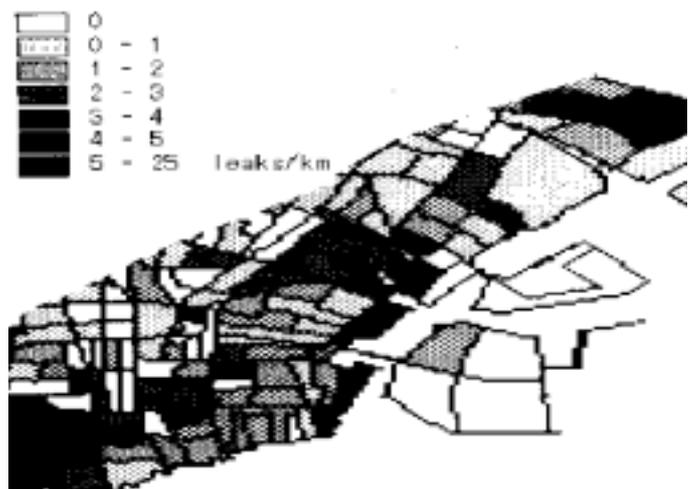


Fig.7 上水道配水管の町丁目別被害率⁵⁾
(1km当りの被害箇所数)