

I-40 2000年鳥取県西部地震における境港市の地震応答とアンケート震度分布の関係

愛媛大学大学院 学正会員 ○阿部 雅弘
愛媛大学工学部 フェロー 森 伸一郎

1.はじめに 2000年10月6日に発生した鳥取県西部地震では、境港市において多くの家屋が重大な被害をうけるとともに、多くの埋立地で重度の液状化被害が生じた¹⁾。森らは、地震発生後、現地にて被害調査を行うとともにアンケート震度調査を実施し、家屋の被害分布や液状化地点の分布が、アンケート震度分布と調和した結果を得ている²⁾。本研究では、境港市の12地点において、次元重複反射理論による地震応答解析を行い、得られた結果をアンケート震度分布と比較検討した。

2.解析対象地盤 解析対象地点は、地震後に強震記録と地盤資料の公開された港湾地震観測地点³⁾、広範囲において液状化が発生した竹内工業団地内の地点⁴⁾、漁港等を含む境港市内の各所⁵⁾であり合計12地点(液状化地点5、非液状化地点7)である。図-1に解析対象地点の分布を示す。なお、図中の数字はアンケート震度分布²⁾によるものである。気象庁によると、東本町で計測震度6.0を記録している。例として、図-2に2地点のボーリング柱状図を示す。地震波を入力する基盤層は、概ね深さ50～70mに位置する。標準観入試験N値よりせん断波速度 V_s を推定し、剛性を与えた。なお、動的変形特性 $G/G_0 \sim \gamma$ 、 $h-\gamma$ 曲線は今津・福武の式⁶⁾を用いた。大きなひずみでは外挿となるが、今回の解析では1%を越えていないためそのまま使用した。

3.解析方法と入力地震動 周波数領域での等価線形解析プログラムSHAKE⁷⁾による解析に用いた入力地震動は、防災科学研究所の基盤強震観測網(KiK-net)⁸⁾により美保関(SMNH10)の地表で観測された加速度波形のEW成分である。水平2成分のうち卓越したEW成分を使用した。図-3にその時刻歴を示す。最大加速度の30%を主要動とすると、約3.5秒と短い。後続の表面波の卓越が20秒程度続くのが特徴的である。図-4にフーリエスペクトルを示す。0.6Hz付近、2～3Hzに卓越が見られる波形である。これを基盤に入射波として入力し、地表での最大相対変位、入力に対する地表面の伝達関数について検討した。

4.解析結果および考察 図-5に、基盤に対する地表面の最大相対変位(以下、相対変位と略す)とアンケートによる等価計測震度の関係を示す。両者には正の相関があり、震度の大きいところは相対変位が大きいことがわかる。また、液状化地点は非液状化地点より相対変位が大きい。等価線形解析のため液状化現象は考慮されておらず、これは、軟弱な層が厚いことを反映しているものと考えられる。

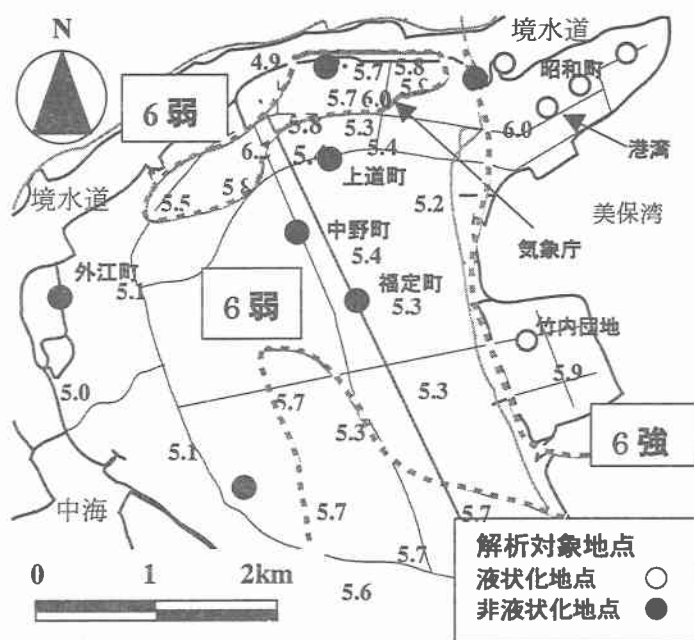
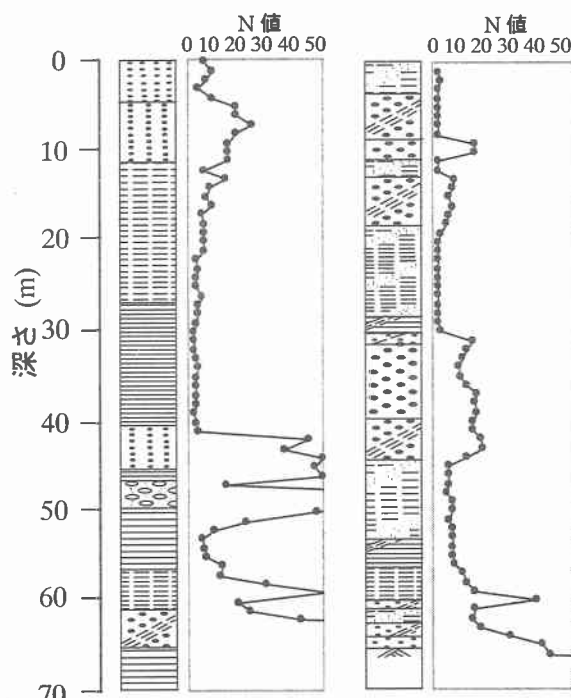


図-1 境港市の解析対象地点²⁾



(a) 港湾地震観測地点³⁾ (b) 竹内団地西部⁴⁾

図-2 ボーリング柱状図

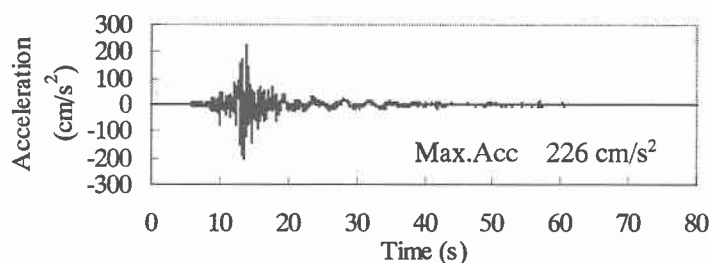


図-3 美保関における加速度時刻歴(地表 EW 成分)

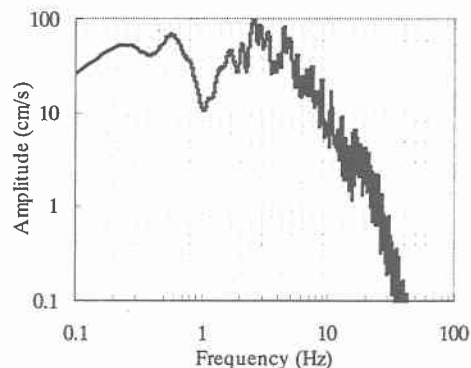


図-4 美保関におけるフーリエスペクトル

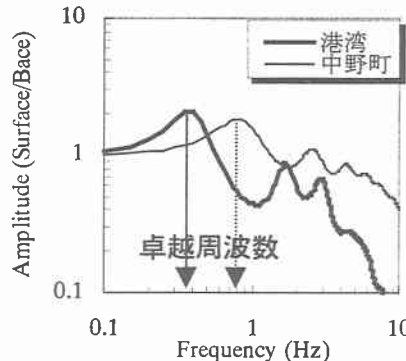


図-6 伝達関数と卓越周波数の読み取り例

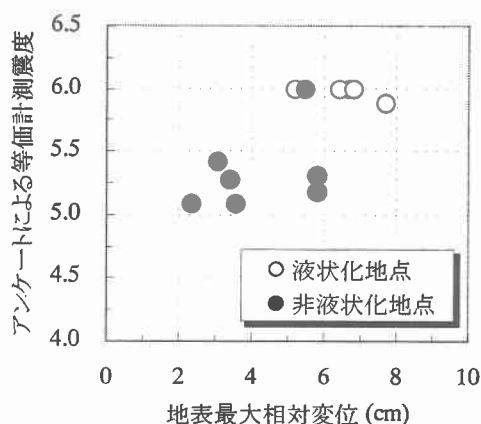


図-5 地表最大相対変位とアンケートによる等価計測震度の関係

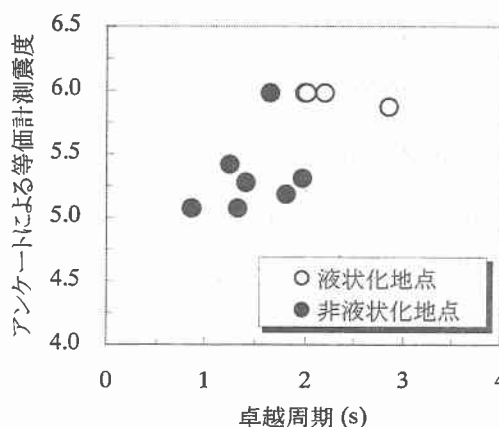


図-7 地震時の1次卓越周期とアンケートによる等価計測震度の関係

次に、地震時の地盤の伝達関数から卓越周期を求め、検討した。図-6に液状化地点として港湾観測地点、非液状化地点として中野町の伝達関数を示す。液状化地点では、ピークが低周波数側にあり、高周波数成分が落ち込む非線形性の特徴が現れている。伝達関数から卓越周波数を読みとり、周期に変換した。図-7に卓越周期とアンケートによる等価計測震度の関係を示す。両者は比例関係にあり、震度が大きくなるに従い、長周期化している。また、液状化地点は非液状化地点より長周期化の傾向が顕著であり、軟弱地盤において、より非線形化が進むことを裏付けていることが言えよう。

5.結論 境港市において応答解析を行った結果、アンケート震度と相対変位は正の相関を示した。液状化地点と非液状化地点では、相対変位、計測震度、卓越周期のいずれも明確な差が現れた。今後、さらに多くの地点での検討が必要である。

謝辞：文献 5)の入手にあたっては、荒谷建設コンサルタント技術部長の山下祐一博士にお世話になりました。最後に記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 森伸一郎：X.液状化被害(その3)、平成12年鳥取県西部地震災害緊急調査団報告、地盤工学会、pp.78-82、2000.12.
- 2) 森伸一郎、圓井洋介、盛川仁：2000年鳥取県西部地震における境港および米子のアンケート震度、第36回地盤工学研究発表会、投稿中
- 3) 港湾地域強震観測：ホームページ、<http://www.phri.go.jp/jishin/index.html>
- 4) (株)ジオトップ：平成12年(2000年)鳥取県西部地震-節杭を用いた建物の調査報告書、80p、2000.12.
- 5) 中国地方基礎地盤研究会：山陰臨海平野地盤図'95、1995.11
- 6) 今津雅紀、堀武毅芳：砂礫材料の動的変形特性、第21回土質工学研究発表会、pp.509-512、1986
- 7) Schnabel, P.B., Lysmer, J. and Seed, H.B.: SHAKE - A computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites -, University of California Berkeley, Report NO.EERC 72-12, pp.1-54, 1972.
- 8) 防災科学研究所基盤強震観測網(KiK-net)：ホームページ、<http://www.kik.bosai.go.jp/kik>