

強震時の間隙水圧上昇に伴う谷埋め盛土住宅地盤の不安定化機構（その1）

松波孝治・郷隆之・釜井俊孝・中村正夫

1. はじめに

都市圏の拡大に伴い大規模に開発された、谷埋め盛土住宅地盤で代表される飽和-不飽和型不整形地盤は、強震時に大きく変形する。強震動が作用すると、浸透水によって飽和した盛土（地下水水位以深）は、繰返しせん断応力とダイレイタンスーに起因する残留間隙水圧の発生により不安定化し、液状化に至る可能性が十分考えられる。しかし、地震時における盛土住宅地盤内の間隙水圧の挙動と地盤不安定化との関係は不明瞭な点が多い。そこで、有感地震が多発する和歌山市内の典型的な谷埋め盛土住宅地盤で地震動（地表、広帯域速度型3成分強震計）、間隙水圧（地中、GL-2.9m）地下水水位（井戸、GL-2.9m）の同時連続観測を実施した。2004年9月に発生した紀伊半島南東沖の一連の地震活動の中で、主な6つの地震時に観測記録を得た。本研究では、これらの観測記録から、地震動の地動速度レベルと間隙水圧応答の関係を定量的に求め、さらにこれまでに報告されている観測データも併用して、地震時における地盤の不安定化機構について検討する。

2. 地震時の記録

本震時に誘発された間隙水圧の最大値は、水頭にして17.6cmである。最大地動速度は、Rd成分で1.06cm/s、Tr成分で1.11cm/s、UD成分で0.45cm/sである。また、いずれの地震時においても、ダイレイタンスーが発生していないため、残留間隙水圧による上昇（ビルドアップ）は見られず（線形弾性範囲）、また、地震動が減衰するに従い間隙水圧も地震前の値に収束している。

3. 解析と結果

3.1 波形とスペクトル

観測された6つの地震の速度記録（Rd、Tr、UD成分）及び間隙水圧記録をフーリエ変換した。Rd成分に関しては時刻歴波形（図-1）スペクトル形状共に間隙水圧記録との一致がよい。これは間隙弾性体理論により予測されるように、非排水条件下では間隙水圧が地動速度に応答していることを示している。これ故、以下の解析ではRd成分を用いる。

3.2 間隙水圧応答率とその周波数特性

地動速度に対する間隙水圧の応答を、周波数帯毎に調べた。まず、観測された規模の異なる6つの地震それぞれの地動速度記録及び間隙水圧記録を帯域フィルターを通して各周波数帯の波形トレースをつくった。帯域フィルターの中心周波数fcは、1/8、1/4、1/2、1、2、4Hzである。次に、各地震毎に各周波数帯の最大地動速度と最大間隙水圧を求めた。そして、6つの地震時の最大地動速度値に対する最大間隙水圧応答値の関係を周波数帯毎に調べた。その結果、両者の関係はいずれの周波数帯でも良好な線形性を示した。それ

故、この傾きを地動速度に対する間隙水圧応答率と定義し最小二乗法により近似した。図-2に地動速度に対する間隙水圧応答率と周波数との関係を示す。地動速度に対する間隙水圧応答率は、周波数に依らずほぼ一定の値（0.125-4Hz領域で1.37kPa/cm/s）を示している。これは、間隙水圧応答率を地動速度と間隙水圧の原記録を用いて評価できることを示している。図-3に原記録による間隙水圧応答率（Pcomp at OIK）を示す。同図には、これまでに報告されているデータ（Pshear、Pcomp）もプロットされている。ここでは、これらの地動速度に対する間隙水圧応答の関係から、地震時における地盤の不安定化機構が議論される。

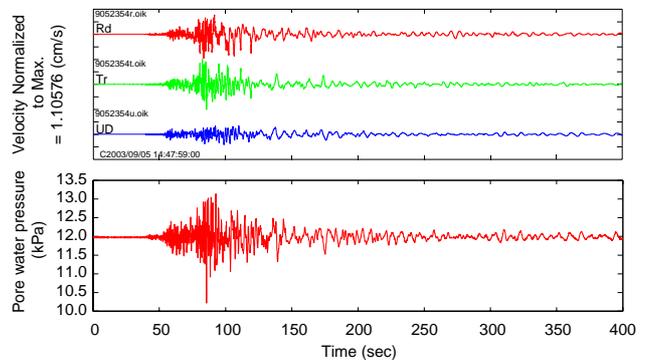


図-1 本震時の地動速度（3成分）と間隙水圧の記録波形

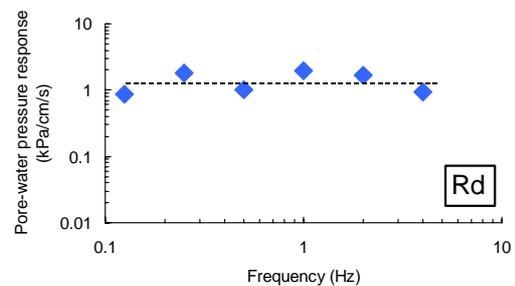


図-2 地動速度に対する間隙水圧応答率と周波数の関係

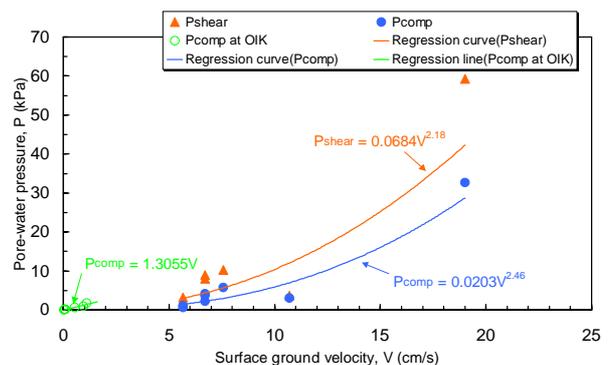


図-3 Pcomp及びPshear成分と地動速度の関係