

上下動を考慮した液状化地盤における地中埋設管の挙動に関する実験

金沢大学大学院 正会員 宮島 昌克
 金沢大学工学部 正会員 北浦 勝
 金沢大学大学院 学生員 崔 恩地
 金沢大学工学部 ○近藤 宏樹

1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震は、ポートアイランドや六甲アイランドのような埋立地において大規模な液状化を発生させ、地中埋設管に大きな被害をもたらした。今回のような直下型地震においては、地震動の上下動成分が、その水平動成分に比べて無視できないくらいに大きい。また、液状化地盤中では、水平動成分（せん断波）はほとんど伝播されなくなるが、上下動成分（疎密波）はそのまま伝播されるため、地中埋設管の被害と深く関与するものと思われる。そこで本研究では、水平・上下同時2軸振動台を用いて実験を行い、上下動成分が地中埋設管の挙動に与える影響について定性的に検討した。

2. 実験概要

2.1 実験に用いた材料および実験装置

Fig.1に実験装置の概要を示す。水平1方向、上下方向に加振できる振動台上に鋼製の砂箱を設置し、その中にボーリング法により層厚410mmのゆる詰め飽和砂地盤を作成した。実験に用いた砂は手取川砂（平均粒径0.86mm、均等係数4.42）である。地中埋設管模型として、サンウレタン丸棒ゴム（弾性係数810kgf/cm²、単位体積重量1.14gf/cm³）を使用し、構造物との接合部を想定するために一端を固定した。また、ひずみゲージを管の中央および固定端から125mmの部分のそれぞれ上面と下面に接着した（Fig.2参照）。管模型の埋設深さは地表面から60mmであり、水圧計は管模型の下面位置に設置した。

2.2 実験方法

加振方向は水平方向のみ、水平・上下両方向の2ケースであり、入力加速度は水平動200galとし、上下動は100gal、150gal、200galの3ケースで実験を行った。入力波は5Hzの正弦波であり、加振時間は水平動、上下動ともに20秒間である。計測項目は、入力加速度、応答加速度、過剰間隙水圧および管模型のひずみである。

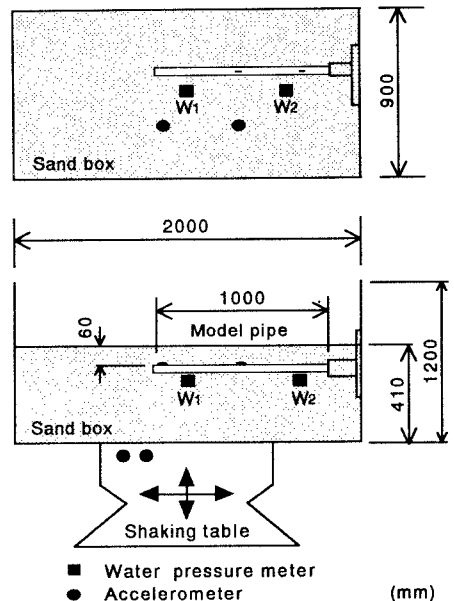


Fig.1 General view of experimental apparatus.

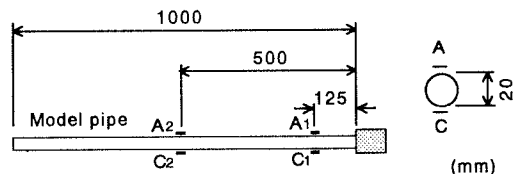


Fig.2 Model pipe and strain gauges.

3. 実験結果

Fig.3に水平動200gal および水平動200gal・上下動200galにおける過剰間隙水圧、管模型の固定端部（A₁, C₁）および中央部（A₂, C₂）のひずみの時刻歴を示す。ひずみの時刻歴において、正値は引張、負値は圧縮を示し、また、その全振幅を動ひずみ（Vibration strain）、中立軸の初期状態からの変位量を静ひ

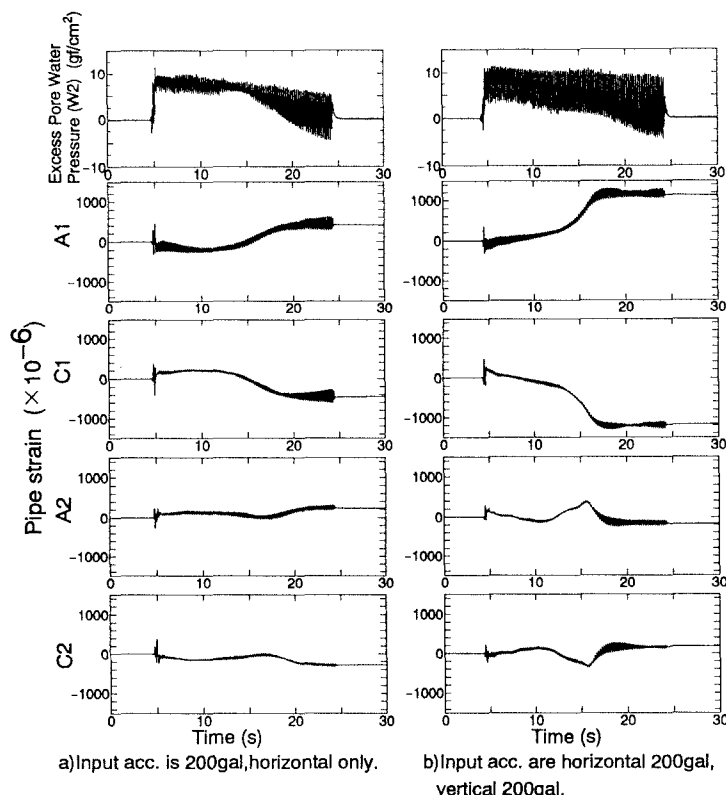


Fig.3 Time histories of excess pore water pressure and pipe strains.

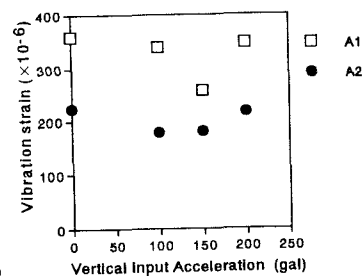


Fig.4 Relationship between vertical input acceleration and vibration strain.

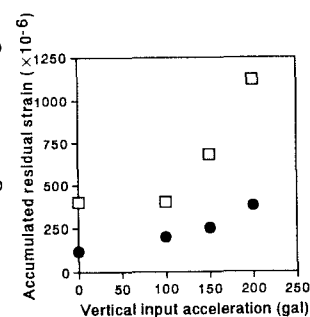


Fig.5 Relationship between vertical input acceleration and accumulated residual strain.

ずみ (Accumulated residual strain) とする。動ひずみをみると、両者ともに液状化発生時と水圧消散時にそのピークがあることがわかる。また、固定端部 (A_1, C_1) では液状化中でも比較的大きい。静ひずみをみると、固定端部 (A_1, C_1) において両者とも加振してから約 10 秒後に急激に増加しているが、その最大値は水平動加振のみでは約 400μ であるのに対し、水平・上下両動加振では 1000μ を越えており、約 3 倍になっている。Fig.4, Fig.5 は、それぞれ上下動入力加速度と動ひずみの平均値、静ひずみの最大値の関係を示したものである。Fig.4 より、上下動の大きさに関わらず、動ひずみはほぼ一定である。Fig.5 では、上下動加速度の増加に伴い、静ひずみが増加している。これらから、上下動によって液状化が促進し、管が浮上しやすくなるが、その振動による管の動的挙動への影響はほとんどないと考えられる。

4. おわりに

以上、液状化地盤中を伝播する上下動成分が地中埋設管の挙動に与える影響について実験を行ったが、本実験の範囲内では、上下動成分が直接管の動的挙動に影響しているとはいえない。今後さらに検討を進めていく必要がある。

参考文献

- 1) M.Miyajima: Studies on Seismic Response of Buried Pipelines Induced by Soil Liquefaction, 1990.