

液状化地盤内における水道配水用ポリエチレン管路挙動に関する研究

配水用ポリエチレンパイプシステム協会 正会員 ○大室 秀樹
配水用ポリエチレンパイプシステム協会 正会員 塩浜 裕一
神戸学院大学 フェロー会員 中山 学
(株)大林組 正会員 伊藤 浩二
(株)大林組 正会員 江尻 譲嗣

1. はじめに

水道配水用ポリエチレン管（以下、HPPE 管と略。）は、柔軟で伸びが大きい材料特性に加えて、管と継手が一体となる電気融着（Electro Fusion）接合により優れた耐震性能を発揮した結果、近年発生した大規模地震においても地震動による被害は地盤条件に関わらず報告されていない¹⁾。
一方、HPPE 管は見掛けの比重が小さく（≒1），液状化が生じた際に理論上は多く普及している金属管と比較して浮上し易いと予想されるが、実際にどのような挙動を示すかは十分な知見を有していない。この為、液状化発生時の管路挙動（浮上，構造物際での変形の影響，等）を把握することを目的に（株）大林組が保有する振動台及びせん断土槽を用いた振動台実験を行ったので，以下にその概要を報告する。

2. 実験方法

せん断土槽（内寸：L2,500mm×W1,500mm×H1,944mm）を振動台上に設置し，土槽内に表 1 に示す特性を有する硅砂を相対密度 60%目標として地盤を作製し，その中に 3 本の試験体を設置した。試験体は，図 1 に示すように①HPPE 管呼び径 50 片側固定，②HPPE 管呼び径 200 片側固定 及び③HPPE 管呼び径 200 両端自由という現実より厳しい条件とした。設置状況を写真 1 に示す。次に，表 2 に示す条件で管軸方向に加振した。尚，地下水位は，もっとも液状化し易い条件として地表面と同じ高さとした。
加振時及び加振後の管路挙動や液状化発生の有無を確認する為に，a)管体発生ひずみ（片側固定の場合），b)管体変位（浮上または沈下量），c)地盤加速度 及び d)間隙水圧 を測定した。

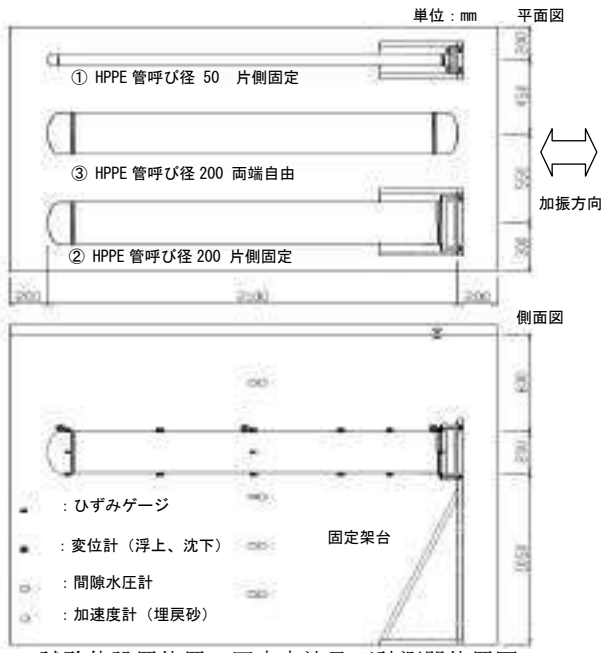


図 1 試験体設置位置，固定方法及び計測器位置図

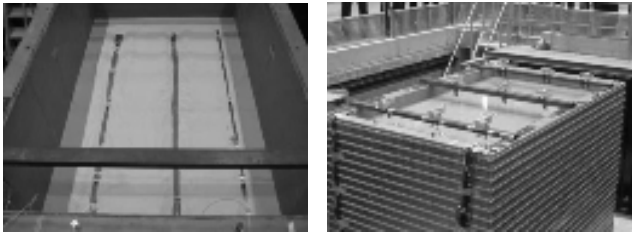


写真 1 せん断土槽外観及び計測器設置状況

表 1 地盤条件

試 料	硅砂 7 号
相対密度 D_r	60% (目標値)
土粒子密度 ρ_s	2.648t/m ³
飽和密度 ρ_{sat}	1.871t/m ³

表 2 加振条件

波 形	正弦波
振動数	4Hz
波 数	60 波 ²⁾ (主要：50 波，前後： $\pi/4$ - 5 波)
加速度	300cm/s ²

キーワード 液状化，水道配水用，ポリエチレン

連絡先 〒101-0036 東京都千代田区神田北乗物町 7 番地 配水用ポリエチレンパイプシステム協会 TEL 03-5298-8855

3. 実験結果及び考察

各試験体のひずみ及び変位の経時変化を図 2～5 に示す。尚，試験体ごとに設置した加速度計及び間隙水圧計による計測結果より加振途中に加速度の低減や間隙水圧の上昇・消散が見られ，液状化の再現が確認できた。

3.1 呼び径 50 片側固定（試験体①）

加振途中に固定端根元付近の管頂又は管底に発生した最大ひずみは 662μ (0.066%) であった (図 2 参照)。

3.2 呼び径 200 片側固定（試験体②）

加振途中に固定端根元付近の管頂又は管底に発生した最大ひずみは 647μ (0.065%) であった (図 3 参照)。

3.3 呼び径 200 両端自由（試験体③）

加振時における最大浮上量は左：2.4mm，右 4.0mm であった (図 4 参照)。

更に，加振後の試験体は沈降する傾向にあり，加振終了から 2 分経過した時点で初期位置に戻ることが確認できた (図 5 参照)。

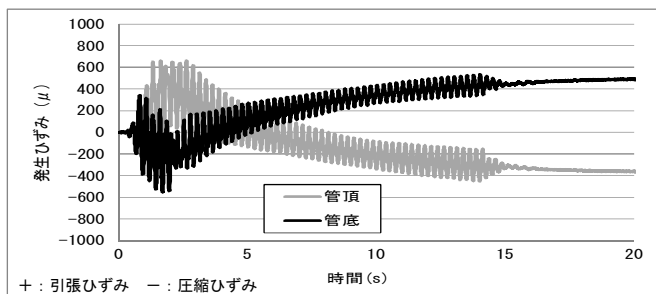


図 2 呼び径 50 片側固定 ひずみ測定結果

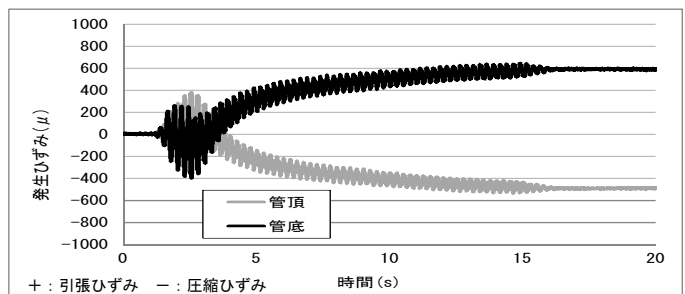


図 3 呼び径 200 片側固定 ひずみ測定結果

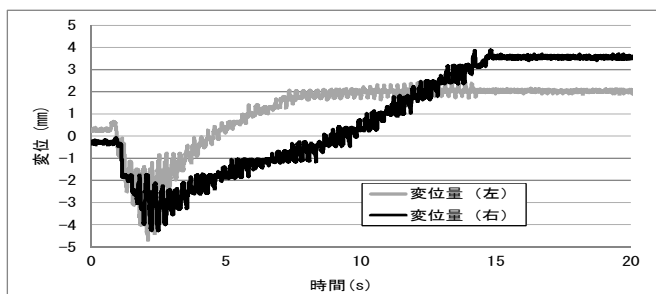


図 4 呼び径 200 両端自由 変位量測定結果
(加振開始～20s)

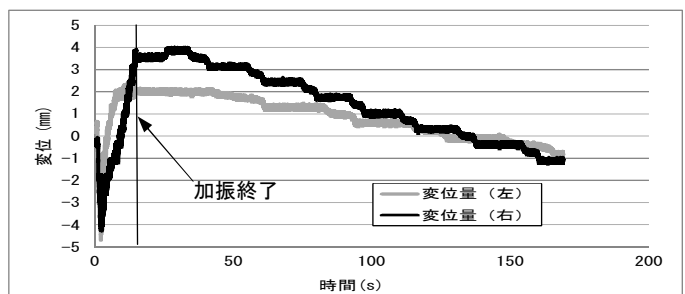


図 5 呼び径 200 両端自由 変位量測定結果
(加振開始～170s)

4. まとめ

今回の実験から，以下のことが確認できた。

- 1) 完全液状化を模擬した地盤条件下においても，呼び径 200 両端自由の浮上量は最大 4mm 程度であった。
また，加振後は地盤の沈降に伴い，最終的には初期値よりも沈下する結果となった (図 5 参照)。
- 2) 片側を拘束した管路における固定端に生じるひずみは，HPPE 管の地震動に対する許容ひずみ (=3%) と比較して極めて小さい値であり，地盤の液状化によって管体に生じる浮力を起因とする損傷の可能性は非常に小さいと推測される。

今後は，実験と並行して実施中の有効応力解析（二次元，三次元）との相関性を検証していく。また，構築した解析モデルにより実地盤や実際の地震動を加味した管路挙動解析を行い，HPPE 管の安全性について更に検証していく予定である。

参考文献

- 1) 厚生労働省 水道施設の耐震化の推進 最近の主な地震と水道の被害状況
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/taishin/>
- 2) 「2011 年東北地方太平洋沖地震における東京湾岸の液状化に関する等価繰返し回数」
国土技術政策総合研究所（第 47 回地盤工学研究発表会 平成 24 年 7 月）