

地震時における給水用高密度ポリエチレン管の耐震性評価

○西川 源太郎 (京都大学)
塩浜 裕一 (積水化学工業株式会社)
鈴木 剛史 (積水化学工業株式会社)
清野 純史 (京都大学)

1. はじめに

東日本大震災給水装置被害状況報告書によると地震動の影響で給水装置引き込み部に 2,500 件以上の被害が確認されており、当該部分の耐震性向上が重要課題と指摘されている。また、給水装置引き込み部に関しては耐震設計法が確立されておらず、それぞれの給水管の耐震性評価も定まっていないことから今後の研究の進展が望まれるとされている¹⁾。

給水装置引き込み部の耐震性評価に関しては、配水管の管軸方向に地震動が作用する場合の評価（配水管に発生する滑りが給水分岐部に及ぼす影響）と、給水管の管軸方向に地震動が作用する場合の評価がある。本稿では、まず配水管に発生する滑りに着目し、給水装置引き込み部に給水用高密度ポリエチレン管（以降、給水青ポリ管）を使用した耐震性評価を行ったので報告する。

2. 実験概要

(1) 想定する地盤変位

想定する地盤変位は、図-1 に示すモデルにおいて地盤変位 I とする。地盤変位 I に関しては、地震時に配水管と地盤との境界で滑りが発生することで給水管および給水分岐部に応力集中することが明らかとなっている²⁾。これまでの研究では、配水管が水道配水用ポリエチレン管の場合、管自身の伸縮で地盤に追従するため、分岐部への影響が小さいことが報告されている³⁾。本稿でも、その挙動を踏まえた評価とする。

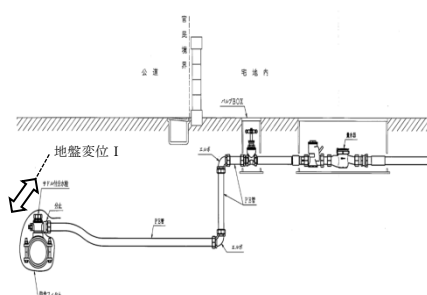


図-1 モデル配管と地盤変位

(2) 実験装置

実験は、写真-1 に示す鋼製土槽内（2.0m×1.35m×0.9m）に青ポリ管φ200を埋設し、サドル付分水栓を設置・穿孔した後、給水青ポリ管用金属継手（以降、金属継手）を用いて給水青ポリ管φ20を配管する。管路には、水圧 0.5MPa を負荷した状態で、軸方向に油圧ジャッキで管と地盤との相対変位が 100mm に達するまで強制変位させる。また、载荷中の荷重および変位を管端部に設置したロードセル、変位計で測定する（写真-2）。

給水青ポリ管は、サドル付分水栓で分岐した後直線的に約 1.5m 配管し、土槽外に突き出させる（写真-3）。载荷中の管路変形を把握するため、軸方向の管側部にはひずみゲージを設置する。また、実験で使用した埋戻し土は青ポリ管の埋戻しで標準的に使用される川砂を用い、浅層埋設の最小土被り 60cm となるように埋め戻す。締固めは、RI 測定器を用いて締固度 90%以上となるように管理を行った。

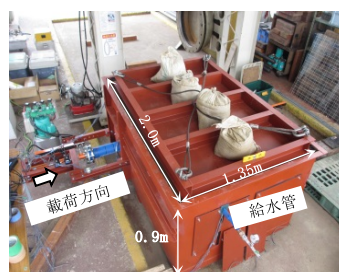


写真-1 土槽全景

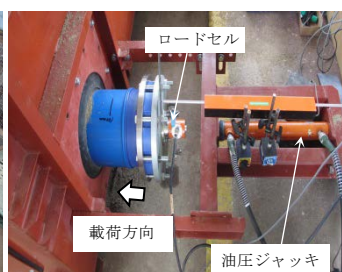


写真-2 载荷位置詳細



写真-3 配管状況

地震時における給水用高密度ポリエチレン管の耐震性評価

3. 実験結果

給水管に発生した軸ひずみを図-2、図-3に示す。ひずみゲージは図-4に示す①～⑤の位置に、給水管の流れ方向に対して右側（R側）と左側（L側）の管側それぞれ面に設置した。結果は、金属継手根元から20mmの位置に設置したひずみ①-Lで最大ひずみが生じ、ひずみ③以降はほとんどひずみが発生していないことがわかる。これは、写真-4の変形状態からも確認でき、サドル取り出しから700mm程度からひずみはほとんど発生していない。

レベル2地震動を想定した場合、青ポリ管の滑り開始変位 δ_{cr} は20mmであり、滑りが生じる場合の最大変位量は、配水管 $\phi 200$ の場合で δ_{cr} に滑り量12.5mm加えた32.5mmとなる結果を得ている³⁾。今回の実験では、より滑り量の大きい管材を想定した100mmの変位量においても金属継手および給水青ポリ管からの漏水は無く、通水機能を継続できることを確認した。

表-1は、上記それぞれの変位量における最大発生ひずみ（ひずみ①の値）を示す。いずれの数値も青ポリ管の降伏ひずみ約8%に対して小さく、給水管の変形性能で配水管の管軸方向地盤変位を吸収できることがわかった。

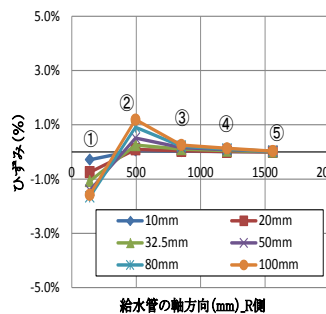


図-2 軸ひずみ（R側）

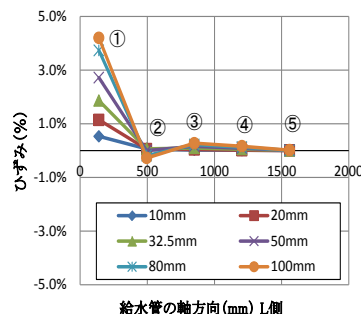


図-3 軸ひずみ（L側）

表-1 最大ひずみ

変位量	最大引張ひずみ ①-L	最大圧縮ひずみ ①-R
20mm	1.1%	-0.8%
32.5mm	1.9%	-1.0%
100mm	4.2%	-1.6%

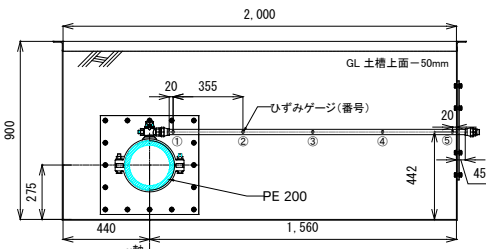


図-4 給水管とひずみ位置

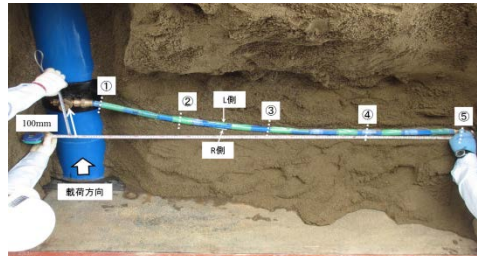


写真-4 100mm 変位時（堀上時）

4. まとめ

配水管の軸方向地盤変位が青ポリ給水管に与える影響を評価した結果、給水管の柔軟性で地盤変位（管と地盤との滑り）に追従し、可撓管がなくとも耐震性を確保できることがわかった。

参考文献

- (公財)給水工事技術振興財団：東日本大震災給水装置被害状況調査報告書，2016.
- 小池武：埋設パイプラインの地震時ひずみ評価，土木学会論文報告集 No.331，pp13-pp24，1983.
- 西川源太郎他：水道配水用ポリエチレン管の地震動に対する耐震性評価に関する研究，土木学会論文集 Vol.72 No. 4，I_424-I_433，2016.