

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

京都大学大学院 正会員 ○西川 源太郎
 積水化学工業株式会社 正会員 塩浜 裕一
 積水化学工業株式会社 正会員 鈴木 剛史
 大沼水道技術研究所 正会員 大沼 博幹
 京都大学大学院 正会員 清野 純史

1. まえがき

埋設管路の耐震性評価は管と地盤との滑りの有無で異なり、これまでの研究では水道配水用ポリエチレン管（以降、青ポリ管）を対象に地震時における管と地盤との境界に発生する滑りに着目した耐震性評価を行い、75%以下の小口径管であれば滑りが発生せず異形管部や給水分岐部などにも大きな応力集中が発生しないことを確認してきた¹⁾²⁾。

一方、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 2,000 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³⁾。

そこで、給水装置引き込み部に小口径管である給水用高密度ポリエチレン管（以降、給水青ポリ管）を使用した場合の耐震性評価に取り組んだものである。

2. 実験概要

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φ100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。

給水青ポリ管は、サドル分岐以降直線的に土槽外に突き出させるように配管し、载荷中の管路変形を軸方向に設置したひずみゲージで測定する（写真-2）。

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。

3. 実験結果

(1) せん断応力-変位量の関係

载荷中に測定した荷重を管表面積で除したせん断応力と変位量の関係を図-1に示す。図中にはこれまでに実験した裸管および青ポリ管にサドル付分水栓のみを設置した実験結果についても比較のため併記する。図より、給水管取り付けの有無によるせん断応力の違いは、100mm変位時においても1kN/m²程度の上昇とほとんど差が無いことがわかった。これは、給水青ポリ管が载荷に伴い変形することで、せん断抵抗にならなかったためと考える。本結果から、これまで提案してきた青ポリ管の限界せん断応力 τ_{cr} は給水管取り付けの有無によって大きな差は無いことがわかった。



写真-1 土槽全景

写真-2 配管状況

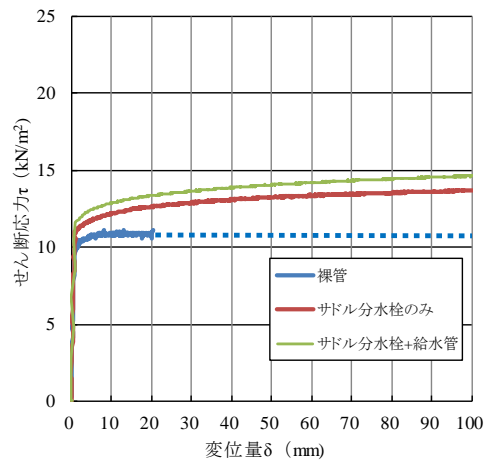


図-1 せん断応力τ-変位量δ

キーワード 給水用高密度ポリエチレン管、管と地盤との滑り、限界せん断応力

連絡先 〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂 E-mail : nishikawa.gentaro.78v@st.kyoto-u.ac.jp

(2) 給水管に発生したひずみ

次に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-2に示す①~⑥の位置に, 荷重方向に対して手前側(L側)と奥側(R側)の管側面に設置した. 結果は, 金属継手根元から20mmの位置に設置したひずみ①-R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. これはサドル取り出しから約700mmの範囲に変形が集中した写真-3からも確認できる. また, 滑りが発生する管材を想定した100mmの相対変位時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, 通水機能を継続した.

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, 滑りが生じる場合の最大相対変位(口径200mm)は δ_{cr} に滑り量12.5mm加えた32.5mmとなる結果を得ている²⁾. 表-1ではこれら地震時に想定される変位に加えて, 滑りが発生する管材を想定した100mm変位時の発生ひずみを示す. 表より, 地震時に想定される最大ひずみは滑りが生じる場合でも1.6%であり, 許容ひずみ3%以下となった. また, 100mm変位させた時点においても, 最大ひずみは4.6%であり地盤変状に対する許容ひずみ6%以下となる結果を得た.

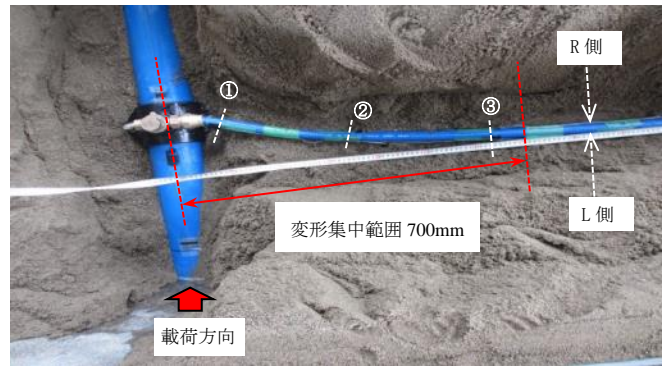


写真-3 実験後 (100mm 変位後)

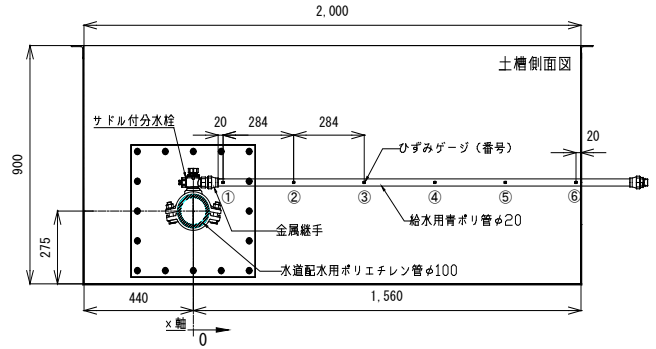


図-4 土槽側面図及びゲージ設置位置

表-1 給水管の最大ひずみ

変位量 δ	最大ひずみ (発生位置)
$\delta_{cr}=20\text{mm}$	0.8% (①-R側)
$\delta=32.5\text{mm}$	1.6% (①-R側)
$\delta=100\text{mm}$	4.6% (①-R側)

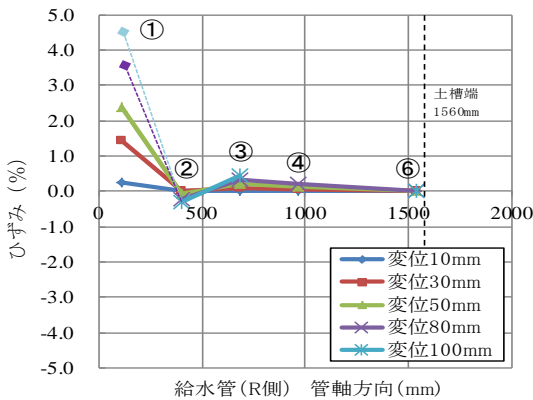


図-2 給水管の軸ひずみ (R側)

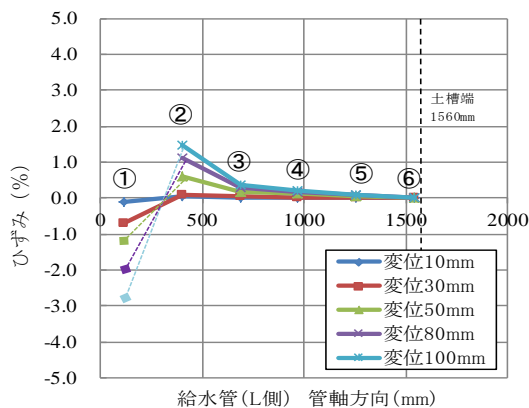


図-3 給水管の軸ひずみ (L側)

4. まとめ

- (1) 地震時に給水青ポリ管に生じる最大ひずみは, 滑りの発生を考慮した場合でも1.6%であり, 許容ひずみ3%以下となることが確認できた.
- (2) さらに滑りが発生する管材を想定した100mm変位時においても, 給水青ポリ管に発生するひずみは4.6%であり, 地盤変状に対する許容ひずみ6%以下となった.
- (3) また, 給水管取り付けの有無が青ポリ管の限界せん断応力 τ_{cr} に与える影響は, 軽微であった.

5. 参考文献

- (1) 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.
- (2) 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.
- (3) (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.