

土槽実験による給水装置引込み部の耐震性評価

セキスイ管材テクニクス株式会社 正会員 ○元持 和哉
 積水化学工業株式会社 正会員 西川 源太郎
 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

1. 研究の目的と経緯

給水装置引き込み部には水道メータ近傍の止水栓まで止水機構がないため、この部位に地震被害を受けると配水管を断水して修繕しなければならず、配水管と同様の耐震性能が求められる。しかし、給水装置引き込み部には耐震設計法が定められておらず、レベル2地震動に求められる耐震性能も定められていない²⁾。

配水管に発生するすべりが給水装置引き込み部の耐震性に大きく影響することから、これまで土層実験により耐震性の評価が進められてきた³⁾。金属製配水管の場合、軟弱地盤では最大で30cmのすべりが発生する可能性があることが指摘されている⁴⁾。これまでの30cmのすべりに対応する土層実験では金属製サドル付分水栓と給水用高密度ポリエチレン管（建築設備用ポリエチレンパイプシステム研究会規格品、以降給水青ポリ管）の複合構造の配管でも、漏水は発生しないが、金属製サドル付分水栓の想定外の回転や給水青ポリ管の塑性化が確認され、対応が課題となっていた³⁾。

そこで、レベル2地震動に対しても給水装置引き込み部が塑性化しないことを必要な耐震性能と定め、金属製サドル付分水栓に回転機構を付加し、更に金属継手を改良して耐震性評価に取り組んだものである。また、内陸直下型の地震動（速度応答スペクトル100kine）を想定し3往復の等価繰り返し载荷により評価することとした⁵⁾。

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）に金属配水管を埋設し、サドル付分水栓を規定トルクで取付け・穿孔した後、給水青ポリ管の呼び径20を用いて配管する。ここで給水管口径は曲げ変形を考慮し管路剛性の小さい20mmとする。また、配管構造は給水管に厳しい条件を想定しクランク配管とする。なお、土被りは道路内の浅層埋設を考慮し60cm、宅地内は一般的な30cmとする。そのほか、配水管からクランク配管までの距離は道路内の埋設延長が少なくなる

ように1.2mとする。また、実験で使用した埋め戻し土は川砂を用い、RI測定器を用いて締固度90%以上となるよう管理した。

配管には水圧0.5MPaを負荷した状態とし、油圧ジャッキで配水管軸方向に±30cm（往復60cm）を3往復実施し強制変位させる。また、载荷中の荷重及び変位を管端部に設置したロードセル、変位計で計測する。給水青ポリ管に発生するひずみは、サドル分水栓の金属継手近傍10mmの位置および、それ以降は100mm、200mmの間隔で離して軸方向に7点、給水管両端部に合計14点設置し測定した。

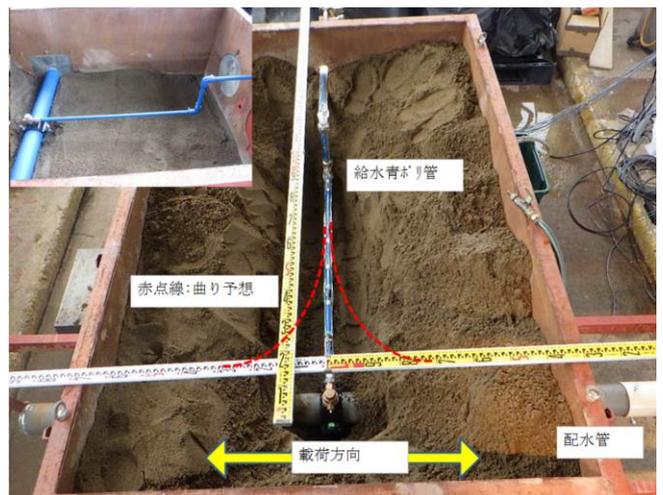


写真-1 土槽全景と給水管配管状況と曲がり予測（クランク配管）

3. 給水青ポリ管の許容ひずみ

これまで高密度ポリエチレン管の許容ひずみは管軸方向の伸縮に対しては3.0%、地盤変状に対する許容ひずみは6.0%と定められてきた⁴⁾。しかし、地震時の給水青ポリ管には曲げ変形が作用するため繰り返し曲げひずみで耐震性を評価する必要がある。

そこで、写真-2に示すような繰り返し曲げ変形試験で性能を評価したものである。結果は6.0%ひずみを与えた場合も320回の繰り返しまで水圧低下などの異常を生じないことが確認できたため、曲げ変形に対する許容ひずみを6.0%として耐震性を評価することとした。

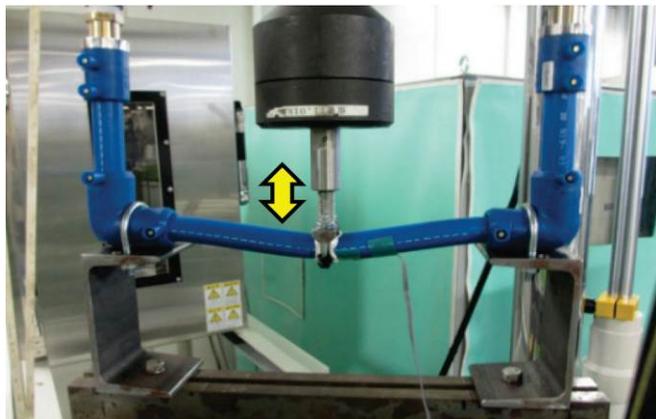


写真-2 繰り返し曲げ試験

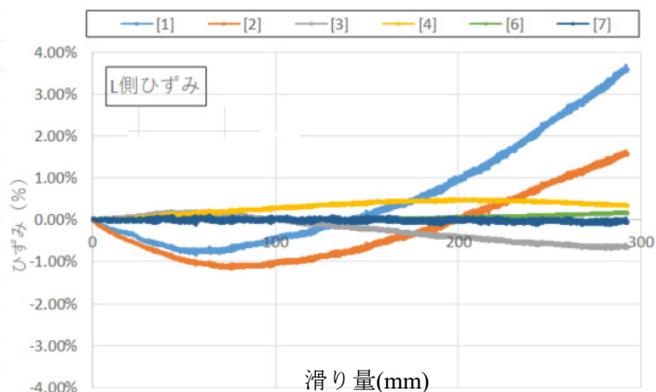


図-2 L側各点ひずみと滑り量の関係 (1回目)

4. 実験結果

(1) 回転機構を有するサドル付分水栓の耐震性

片側 40° 回転する機構を有するサドル付分水栓と埋設給水用高密度ポリエチレン管金属継手を用いて評価を行う。なお、給水装置分岐部の構造はできるだけシンプルなことが望ましいことから、本実験は回転機構だけを有するサドル付分水栓とひずみ集中に配慮した金属継手の組み合わせ構造で評価を行うものである。

図-1、図-2に300mm滑りまでの各箇所のひずみ値を示す。L側の最大ひずみは3.7% (ひずみゲージ[1]) であり、許容ひずみ6%以下となっている。また、滑り量と各ひずみの関係について、载荷直後からひずみ[1] [2]に力が加わっており、L側ひずみが60mmを越えた付近からひずみが反転している。これはサドル部が地盤反力で回転し始めたためと考えられる。 40° の回転機構を有するサドル付分水栓の場合、回転角が大きいためひずみの上昇がなだらかになったと推察される。実験後の供試体を掘削して確認したところ、サドル付分水栓の回転部で回転限界の 40° 、継手と給水管の接合部で 5° の合計 45° 屈曲することで給水青ポリ管がなだらかに地盤に追従していることが確認された (写真-3)。

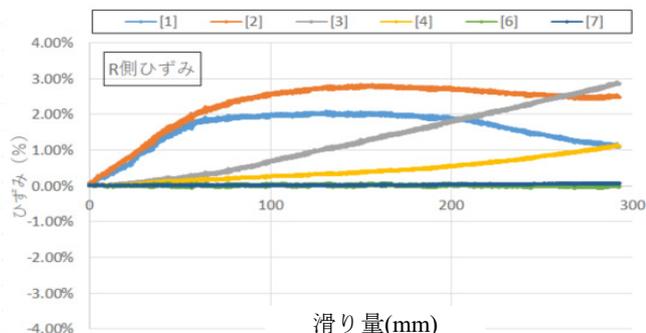


図-1 R側各点ひずみと滑り量の関係 (1回目)

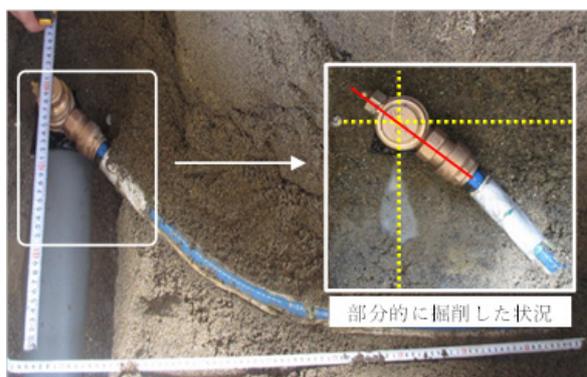


写真-3 回転式サドル (全体的に掘削した状況)

5. まとめ

これらの結果より、金属製配水管に想定される最大の滑り 300mm に対しても、回転機構、ひずみ集中に配慮の金属継手、給水青ポリ管の複合構造によって、接合部へのひずみ集中が緩和でき、曲げ変形に対する許容ひずみ 6%以下に納めることができた。

6. 参考文献

- 1)公益財団法人 給水工事技術振興財団：熊本地震給水装置被害状況調査報告書，pp.67-68, 2018.
- 2) 社団法人 日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説 I 総論，pp.27-31, pp.41-44, pp.265.2009.
- 3)西川源太郎他：給水用ポリエチレン管を用いた給水装置引込み部の耐震性評価，土木学会論文集A1, Vol. 74, No. 4, pp. I_1002-I_1009, 2018.
- 4) 配水用ポリエチレンパイプシステム協会：水道配水用ポリエチレン管の耐震設計の手引き 本編 耐震設計事例集，pp.35-49, pp.114-116, 2018.
- 5) 一般社団法人 日本ガス協会：高圧ガス導管耐震設計指針，pp.35-46, pp.296-301, 2013.

キーワード 回転機構を有するサドル付分水栓，埋設給水用高密度ポリエチレン管，曲げ許容ひずみ
連絡先 〒520-3081 滋賀県栗東市野尻 75 セキスイ管材テクニクス株式会社 TEL077-553-7855