

管軸方向加振試験による流体輸送用ポリエチレン管路の耐震性能に関する研究

神戸大学大学院工学研究科
神戸大学大学院工学研究科
山形大学大学院有機材料システム研究科

正会員 ○大室 秀樹
正会員 鎌田 泰子
正会員 栗山 卓

1. はじめに

水道配水用途向けに普及が進んでいる PE100 樹脂を原料としたポリエチレン管（以下、PE 管と略.）は、柔軟で伸びが大きい材料特性に加えて、管と継手が組織的に一体となる電気融着（Electro Fusion）接合により一体構造管路としての特性を有している。この PE 管は近年発生した大規模地震においても地盤条件に関わらず地震動による被害は報告されていない。

日本国内の水道配水用途向け PE 管は、口径毎に一種類の管厚のみが規格化されており、筆者らはこれらを供試管とした耐震性評価を実施してきた^{2),3)}。一方、水道用途以外では国際規格に準じて水圧や埋設条件等の使用条件に合わせて寸法体系の異なる PE 管が規格化されており、特に水道配水用途向けと比較して厚さの薄い仕様のあるものがあるが、これらの耐震性能については定量的に把握できていない。

本研究では、これら寸法仕様の異なる PE 管に関して、地震動による耐震限界性能を把握する為、実管を用いた管軸方向加振試験による材料評価を行った。

2. 試験方法

供試管として表1及び表2に示すPE管を用いた。表1では外径と厚さの比率 ($D/t=11$) 及び有効長 L と外径 D の比率 (L/D) を一定とした条件にて、外径の違いによる比較を行った。また、表2では外径及び有効長を一定とした条件にて、厚さの違いによる比較を行った。供試管を $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ で2時間以上状態処理後、図1に示す油圧型疲労試験機により、周波数 1Hz、有効長に対して両振幅（引張、圧縮）のひずみ $\Delta\varepsilon$ 、 ± 3.0 、 4.5 、 6.0 、 8.0 及び 10.0% 繰返し伸縮を与え、管が破断するまでの加振回数を求めた。

表1 PE管寸法<外径の違いによる比較> 単位:mm

外径 D	厚さ t	SDR11	有効長 L
63	5.8		87
90	8.2		125
125	11.4		173
180	16.4		250

備考：SDR (Standard Dimension Ratio) = 外径 D / 厚さ t = 11

表2 PE管寸法<厚さの違いによる比較> 単位:mm

外径 D	厚さ t			有効長 L
	SDR11	SDR13.6	SDR17	
180	16.4	13.3	10.7	250

3. 実験結果及び考察

図2に外径 63mm から 180mm、外径/厚さ=11 (SDR11) の供試管による繰返しひずみ振幅 $\Delta\varepsilon$ と加振破断回数 N_f との関係を示した結果を示す。全ての外径で両者は直線関係で近似できることが確認できたが、外径の違いによる加振破断回数の明確な差異は見られなかった。

キーワード 耐震性能, ポリエチレン, レベル2地震動

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科 TEL 078-803-6047

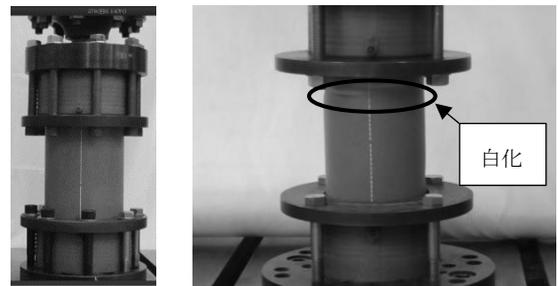
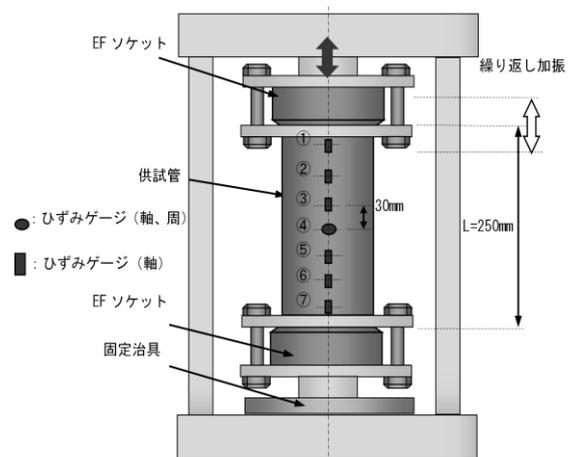


図1 管軸方向加振試験概要 (外径 180mm の場合)

また、図3に外径180mmで厚さの異なる供試管を用いた試験結果を示す。全ての厚さで両者は直線関係で近似できることが確認できたが、厚さが薄くなる（外径/厚さの比率（SDR）が大きくなる）に従い、破断回数は少なくなることが判った。

一般社団法人日本水道協会「水道施設耐震工法指針・解説2009年版」に準じた耐震計算によると、レベル2地震動によるPE管に発生する管体ひずみは、地盤の不均一度係数 η を2（極めて不均一）とした厳しい条件で常時荷重（内圧、輪荷重、温度変化、等）によるひずみを加えても、約1.6%となる（SDR11での計算結果）。また、本指針ではPE管のレベル2地震動に対する許容ひずみは3%と記載されている。

他方で、一般社団法人日本ガス協会が発行する「高圧ガス導管耐震設計指針」では、最大速度20kine以上の観測速度波形の計78波から算出した個々の地震毎の等価繰返し回数は、海溝型で最大で11.2回（平均5.6回）、内陸型で最大5.4回（平均2.9回）とされている。

許容ひずみに相当する $\pm 3.0\%$ の繰返し伸縮を与えた条件では、最も破断回数の少ないものは外径150mm、厚さ10.7mm（SDR17）の供試管で287回であったが、最大等価繰返し回数に対しては25倍程度の余裕度を有していることが判った。

4. まとめ

寸法体系の異なる供試管を用いて管軸方向加振試験を行った結果、以下のことが確認できた。

- 1) 外径と厚さの比率が一定の場合には、加振破断回数に明確な差異は見られなかった。但し、厚さが薄いほど破断回数は少なくなる傾向となった。
- 2) PE管のレベル2地震動に対する許容ひずみ $\pm 3\%$ 及び過去に発生した地震の観測速度波形から求めた等価繰返し回数に対して、PE管の加振破断回数は十分余裕のある値であった。

金属管や樹脂管等の公的規格の中には実管から切り出した試験片を用いた各種物性試験法が規定されているが、PE管の耐震限界性能を見極める上で、より実態に近い実管を用いた評価は有効と考えられる。今後、耐震性能を評価する指標として今回実施した試験方法による試験基準を提案していきたい。

参考・引用文献

- 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) 水道配水用ポリエチレン管の耐震性評価検討委員会：水道配水用ポリエチレン管の耐震設計の手引き、P48,P69
- 3) 塩浜裕一，大室秀樹，栗山卓，江尻讓嗣，副島紀代：管軸方向加振試験による水道配水用ポリエチレン管の耐震性評価，平成30年度土木学会全国大会，I-334

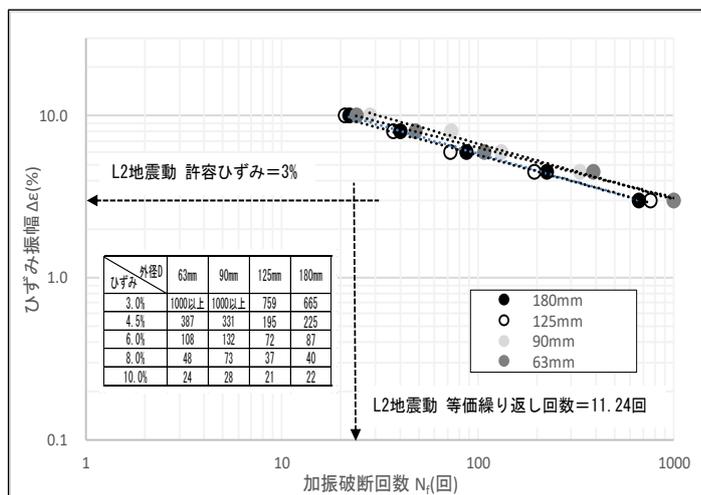


図2 管軸方向加振試験結果（外径63～180mm）

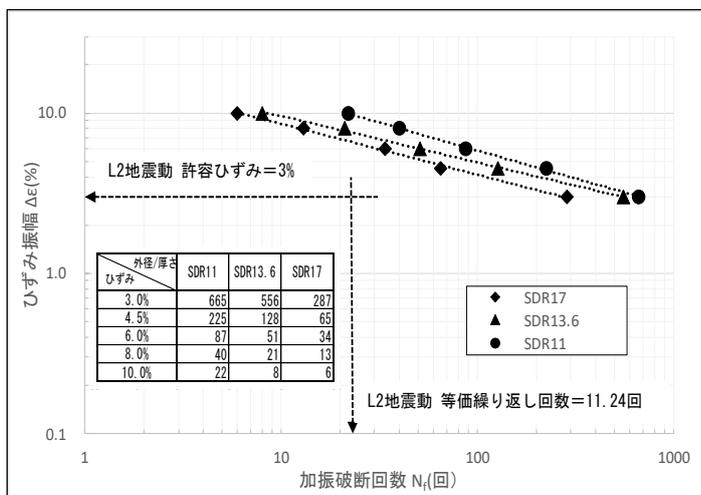


図3 管軸方向加振試験結果（SDR11, 13.6, 17）