

水道配水用ポリエチレン管 経年管堀上調査（Ⅱ）

— 経年管のクリープ特性と管表面の微視的観察 —

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| ○ 塩浜 裕一（配水用ポリエチレンパイプシステム協会） | 中島博文（熊本市上下水道局） |
| 坂田 憲盟（熊本市上下水道局） | 三村 靖彦（熊本市上下水道局） |
| 松岡 雄次（熊本市上下水道局） | 栗山 卓（山形大学） |
| 池田 満雄（配水用ポリエチレンパイプシステム協会） | 大室 秀樹（配水用ポリエチレンパイプシステム協会） |

1. はじめに

熊本市上下水道局と配水用ポリエチレンパイプシステム協会は共同で、1997年2月に熊本市内に試験的に布設した水道配水用ポリエチレン管（以下、HPPE管という。）の堀上調査を行った。堀上げた経年管のクリープ特性変化及び管表面の微視的な化学変化について、新管との比較評価を行ったので報告する。

2. 評価概要

2.1 評価目的

1) クリープ特性

管の寿命に大きな影響をあたえる限界状態の一つであるクリープ現象を、新管と経年管の場合で比較評価し、クリープの進行レベル等を把握する。

2) 管表面の微視的観察

HPPE管の材料である高密度ポリエチレンは化学的に非常に安定な材料であり、通常の埋設状態において、化学的变化は極めて小さく、管の寿命には影響を及ぼさないとされている。今回改めて経年管表面の分子量分布や酸化の状態を測定し、影響の有無を検証する。

2.2 評価試料

- ① 埋設場所：熊本市南区海路口町（有明海に面した干拓地）
- ② 管呼び径：φ150（1996年11月生産品）
- ③ 使用状況：埋設深さ（土被り）1m 静水圧（最大値）0.6MPa

3. 評価方法および結果

3.1 クリープ特性

1) 管外径寸法の変化

① 評価方法

管の外径寸法（同一位置）を圧力解放後1時間から150日にわたって測定し、クリープ現象による管の変形量を算出し初期値（生産時）と比較した。

② 評価結果

図1に撤去後の時間と外径寸法推移を示した。開削し通水した状態で測定した外径寸法は初期より1.7mmほど大きい。管を撤去し圧力を解放すると管は時間と共に縮径し400時間経過後、変化量は0.8mm以下となり、弾性的に変形が回復することが確認できた。歪み量0.5%以下

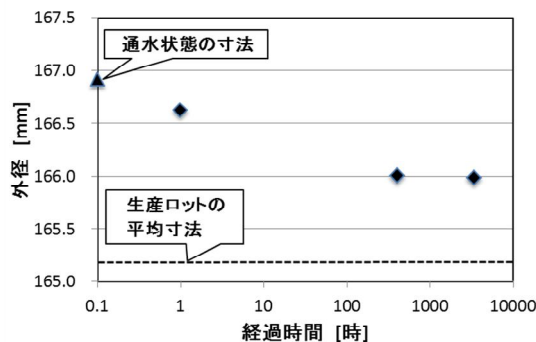


図1. 管の外形寸法の推移

2) 内圧クリープ性能

① 評価方法

80℃環境下において、管（継手接合部を含む）に内圧を負荷し、破壊に至るまでの時間を測定した。その結果と材料特性（初期値）として外部機関で評価した長期静水圧強度の結果（クリープ線図）と比較した。

② 評価結果

図2に応力と破壊に至った時間をプロットし新管で測定したクリープ線図を合わせて示す。経年管の破壊時間は、新管の破壊線上にあり、新管と同等のクリープ特性を有することが確認された。

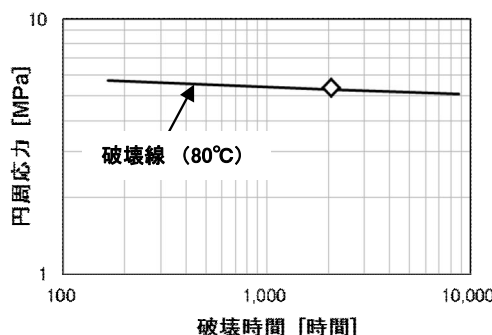


図2. 内圧クリープによる破壊時間

水道配水用ポリエチレン管 経年管堀上調査（Ⅱ）

— 経年管のクリープ特性と管表面の微視的観察 —

3.2 管表面の微視的観察

1) 管表面の分子量分布

① 評価方法

経年管の内外表面から試料をサンプリングし、ゲル浸透クロマトグラフィー (GPC) で分子量分布を測定した。比較対象 (ブランク) として、生産直後の管 (新管) についても同様の評価を行った。

② 評価結果

経年管および新管の管外面の分子量分布測定結果を図3に示す。全領域にわたり分子量分布に差がなく、高分子の主鎖切断による分子量の低下を示す結果はみられなかった。

また管内面の分子量分布についても、新管との差異はないことが確認された。

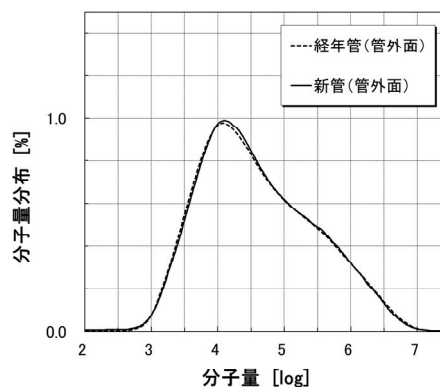


図3. 管外面の分子量分布

2) 管表面の酸化状態

① 評価方法

管の内外面から試験片を切り出し、フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR) を用いて管表面の吸収スペクトルを測定し、表面に存在する分子の構造や官能基に関する情報から、酸化物等の有無を評価した。試験片は SAICAS (微量切削法) を用いてできるだけ浅い位置で段差を付け、表層以外にも異なった深さを測定できる形状に作製した。

② 評価結果

図4に新管の IR スペクトルを示す。高密度ポリエチレンに典型的な波数にピークが観られた。一方、図5に示す経年管のスペクトルには、新管のピークにはなかった C=O 結合や Si-O 結合を示すピークも得られた。C=O 結合は酸化物によるものと推定される。また Si-O は土壌中のケイ素が付着したものと考えられる。

さらに表層から深さ 17 μm におけるスペクトルを測定した (図6) その結果、表層で観られた C=O 結合等の吸収スペクトルはなく、新管と同様な典型的なピークが観測された。このことから、酸化は管の表層 (管肉厚の 0.1% 以下) にのみ発生していると推測される。

また管内面の評価結果においても、同様の現象が確認された。

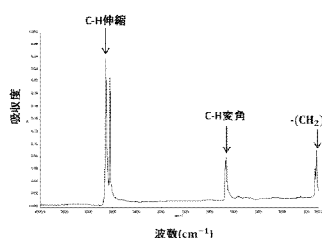


図4. 新管の IR スペクトル (表層面)

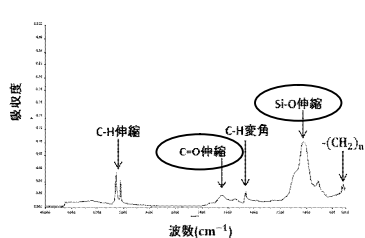


図5. 経年管の IR スペクトル (表層面)

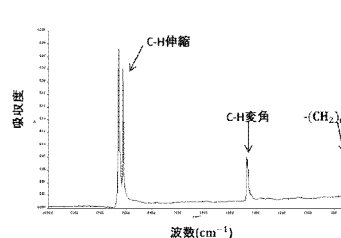


図6. 経年管の IR スペクトル (深さ 17 μm)

4. まとめ

本調査により、布設から 19 年経った HPPE 管の長期性能に関し以下のことが確認できた。

- 1) 今回の埋設環境下では、管の寿命に大きく影響するクリープ現象はほとんど発生しておらず、新管と同レベルの長期耐久性を有していた。
- 2) 経年による高分子の分子構造による変化は確認されなかった。また化学的变化として管表面が酸化することが確認されたが、その厚みは 17 μm あり、強度に影響を与えるレベルではなく、電気融着接合で実施するスクレープ作業 (約 0.2mm の切削) で十分除去できるものであった。

今後も埋設条件 (布設期間、環境条件等) の異なった経年管の採取、評価を継続し、HPPE 管の寿命に関する実証を行う所存である。