

Q 水道配水用ポリエチレン管の 経年劣化の有無 について教えてください

Answer

1. はじめに

一般に高分子材料は、紫外線や熱などの影響による分子鎖の切断を伴う化学劣化が耐久性の問題となることがあります。水道配水用ポリエチレン管（以下HPPE管）に用いられるポリエチレン材料は、埋設下において常温～40℃の連続使用では管の紫外線や熱による酸化劣化はほとんど発生せず、少なくとも耐用年数の100年程度では、化学劣化による脆化破損は起こらないことが判っています。一方、HPPE管の長期耐久性を確保するためには、クリープ現象による内圧強度の経年変化を考慮した設計を行う必要があります。

2. HPPE管の長期耐久性

熱可塑性プラスチック管材の長期水圧強度は、JIS K 6797 (ISO 9080) に基づいて得られた試験データと解析法によって求められ、その結果を用いて、JIS K 6798 (ISO 12162) に従い、使用温度、使用年数及び使用環境等に応じた管厚が決められます。JIS K 6797での評価では、実際に使用するより高い内圧（応力）を負荷し、破損に至る時間を測定します。応力水準を増やすことにより、破損時間を変え、その結果を両対数グラフにクリープ線（97.5%予測下方信頼限界）として示します。また使用温度より高い温度で試験を行うことによりクリープを促進し、試験時間より長い水圧強度を求めることができます。クリープによる破損形態には延性と脆性があり、クリープ線の傾きが異なります。HPPE管や継手に用いる全てのポリエチレン材料は、使用温度20℃を基準に、60℃、80℃の評価を1年以上実施しています。その結果80℃におけるクリープ破損形態が延性であることから、20℃においても100年までは延性による破損しか生じないと判断され、20℃のクリープ線を

100年まで外挿し、100年後の応力が10.0MPa以上であることを推定しています。HPPE管は、使用条件（温度20℃、期間100年及び最大圧力1.0MPa）を基に、JIS K 6798に示されるポリエチレンの設計係数1.25以上に対し、2.0程度を用いて安全側に管厚を設計しています。

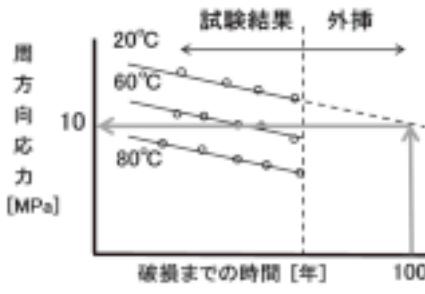


図1 内圧クリープ曲線

3. HPPE管の耐候性

HPPE管は埋設管として用いられますが、管の運搬、保管時に屋外に長期放置された場合を想定した耐候性が求められます。日本水道協会規格JWWA K 144及びその対応国際規格であるISO 4427で性能が規定されています。試験法としては、太陽光の照射が高い地域で1年間屋外暴露された日射量に相当するエネルギーを照射した試験体を用いて、短期特性（引張性能）、長期特性（内圧クリープ性能）を評価し、新管の規定値を満足することが基準となっています。

4. 経年管の掘上調査

配水用ポリエチレンパイプシステム協会では、布設後20年以上経過した経年管の調査を行っています。対象となる管路には腐食土壌や海岸近傍の塩害を受けやすい地域なども含まれています。掘り上げた管内外面の表面分析をフーリエ変換赤外分光光度計で実施した結果では、酸化層はほとんど検出されず、また存在が認められた場合でも厚さ0.02mm以下（管厚の0.12%）であり、管体強度には影響のない範囲であることを確認しています。また掘上管の内圧クリープ試験の結果も新管と同等の性能を有する結果となっています。

【参考資料】

- JIS K 6797 外挿方法による管体形状にした熱可塑性プラスチック材料の長期静圧強度の求め方
- JIS K 6798圧力管及びその継手に使用する熱可塑性プラスチック材料の分類、呼び方及び設計係数

（出典：水道技術ジャーナル2025年10月）