

水道配水用ポリエチレン管の耐震設計について教えてください

Answer

1. 地震被害について

水道配水用ポリエチレン管（以下、HPPE管）は、柔軟で伸びが大きい材料特性に加えて、EF接合により一体構造管路を構築することが可能です。1996年の販売開始以降、2004年新潟県中越地震、2007年新潟県中越沖地震、2011年東北地方太平洋沖地震や2016年熊本地震など、多くの地震を経験してきましたが、地震動による被害が1件もなく、その高い耐震性が確認されております。

2. 耐震設計について

HPPE管の耐震設計手法としては、日本水道協会発行の「水道施設耐震工法指針・解説（2009年版）」に示されています。本指針には埋設管路の耐震計算として地盤の応答特性を反映させた応答変位法を用いた計算例が掲載されています。

管体発生ひずみの計算では、地震動に対しては管と地盤のすべりを考慮する場合がありますが、理論上は直線管路において地盤と管との間にすべりが生じない条件が最も厳しくなります。さらに地盤の不均一性（不整形性）が高い地盤や地盤条件の変化域に管路被害が集中することから、計算で得られる基準地盤ひずみに不均一度係数 $\eta = 2$ を乗じた値を用いることで照査しています。

この考え方に基づいて口径150mmのHPPE管を図のような指針に例示されている地盤条件で土被り0.6m及び1.2mで埋設した場合の管体発生ひずみを求めました。レベル2地震動により生じる地盤ひずみは、土被り0.6m、1.2mともに1.00%となり、「地盤ひずみ＝管体発生ひずみ」としています。これに自動車荷重（T-25）、温度変化、不同沈下

及び内圧によって発生する常時荷重による軸ひずみを加えた結果、表に示した1.62%及び1.54%が設計上のひずみとなります。HPPE管の地震動に対する許容ひずみは3%であり、計算上は許容値の半分程度と十分安全であると言えます。

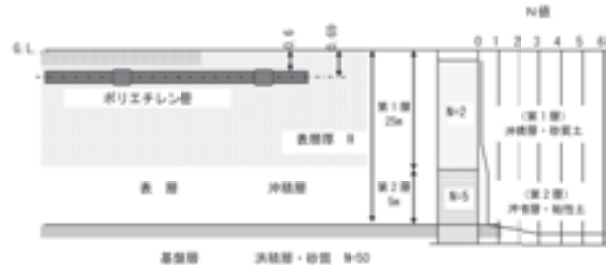


図 地盤モデル

表 耐震計算結果（レベル2地震動 $\eta = 2$ ）

ひずみ	土被り0.6m	土被り1.2m
地震動による軸ひずみ	1.00%	1.00%
常時荷重による軸ひずみ	0.62%	0.54%
管体発生ひずみ	1.62%	1.54%
HPPE管の許容ひずみ	3.0%	

備考：管体発生ひずみは、地震動及び常時荷重による軸ひずみを加えた値を示します。

なお、ガス導管の分野では、日本ガス協会の「高圧ガス導管耐震設計指針」と「中低圧ガス導管耐震設計指針」が発行されていますが、この指針ではポリエチレン管や溶接鋼管について異形管部や分岐部を含めた総合的な耐震性評価が確立しています。

そこで配水用ポリエチレンパイプシステム協会では、「水道配水用ポリエチレン管の耐震性評価検討委員会」を立ち上げ、これまでの研究成果と日本ガス協会の設計指針などを参考に、HPPE管の直管部のみならず曲管やT字管などの異形管や、給水分岐部及び付属設備（仕切弁）を含めた管路全体の耐震性の評価を行っており、これらの安全性についても検証しました。詳細は「水道配水用ポリエチレン管の耐震設計の手引き」にまとめておりますのでご一読いただけると幸いです。