

結束型多条電線保護管「角型TACレックスPO型」の耐震性評価

株式会社建設技術研究所 正会員 藤田 玲
 大阪産業大学土木工学科 フェロー会員 中野 雅弘
 東拓工業株式会社 正会員 龍田 佳招
 同上 正会員 山下 和也

1. はじめに

水道管等の埋設管路は、兵庫県南部地震により大きな被害を受けた。この経験を踏まえ、「水道施設耐震工法指針・解説」((社)日本水道協会)および「下水道施設の耐震対策指針と解説」((社)日本下水道協会)が改訂された。その中で埋設管路の耐震基準が大きく見直され、地震動レベル2設計地震外力に、地震波動の他、側方流動、傾斜地盤変状、不等沈下および地割れといった被害事例を基にした外力が加えられることとなった。このような背景のもと、電線の地下埋設保護管である「角型TACレックス」はこれまで耐震性に対して定性的な評価をしていたが、地震動レベル2地震外力に対する定量的評価を行う必要が生じた。本解析は、この波付可撓管である「角型TACレックス」の免震性について解析を行い、「角型TACレックス」の耐震安全性の評価を行ったものである。

2. 解析手法

「水道施設耐震工法指針・解説」に示される埋設管路耐震設計法に基づいて解析を行い、「角型TACレックス」の耐震安全性を評価する。具体的には非線形を考慮した弾性床土上の梁理論に基づき管路をモデル化し、応答変位法により想定した地震外力を埋設管路に与え、その応答値を算出した。埋設管路の特性には管路の強度・変形特性、接合部の伸縮特性および地盤反力特性があるが、本解析ではそれらについて非線形モデルを適用した。評価基準値は、管体強度試験による管体降伏時の応力とした。

3. 「角型TACレックス」の管体特性および地震外力の想定

「角型TACレックス」は、高密度ポリエチレン製の波付可撓電線管で、電線埋設用の多条保護管として用いられている。この敷設形態には数パターンあるが、本解析では最も代表的な9条での敷設について耐震解析を行った。断面図および管形状の概要図を図1, 2に示す。耐震解析に用いる管体特性は、実験により求めた値をモデル化しており、図3~7に使用した管体特性モデルをしめす。

4. 解析結果

地震動レベル2における解析結果のうち、図8に管軸方向側方流動、図9に不等沈下、図10に地割れの解析結果を示す。なお、図中の「安全度指数」とは最大応答値を評価基準値で除したものである。

図8, 10によると、軸方向変位がそれぞれ最大45cm、10cmと大きい

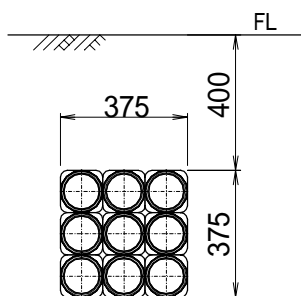


図-1 埋設管路断面図

地震外力		耐震設計の目標値
1. 地震波動 (L1, L2)		地盤ひずみ L1 0.03~0.07% L2 0.06~0.35% L1, L2で計算式が異なる
1)側方流動 管軸方向		地盤引張りひずみ : 1.5% (1.0~1.5%) (護岸近傍: 2%) 地盤圧縮ひずみ : 1.5% (1.0~1.5%)
	管軸直角方向	W=30m, D=15cmの二等辺 三角形分布 (せん断的地盤ひずみ: 2%)
2. 地盤変状	2)不等沈下	液状化地盤 : 50cm 軟弱地盤 : 30cm
	3)地割れ	地割れ幅 : 20cm
	4)傾斜地盤における地盤変状 液状化地盤	$D=k \cdot H$ (m) D: 地盤の水平変位量(m) H: 液状化層厚総和(m) : 液状化層の傾き k: 係数
	非液状化地盤 地表面勾配が10%以上	地盤のひずみ : 1.7% (1.0~1.7%)

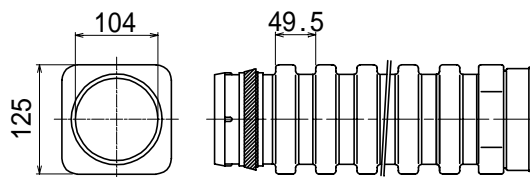


図-2 管形状概要図

Keyword : 耐震性評価、地中電力管、高密度ポリエチレン

連絡先 : 〒130-8430 東京都中央区日本橋本町 4-9-11 Tel 03-3668-0451 Fax 03-5695-0249

軸応力は評価基準値の約30%、55%程度であり管体の伸縮特性により応力値が低く押さえられていることがわかる。図9によると、管軸方向と同様に直角方向変位としては50cmと大きいが、曲げ応力度は評価基準値の10%と管体の可撓性により応力値が低く押さえられていることがわかる。

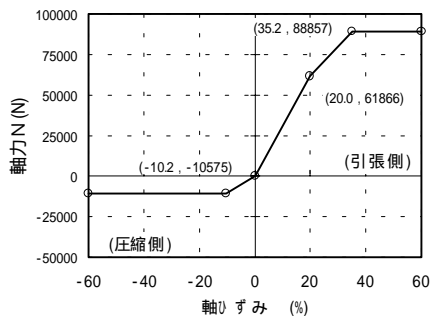


図 - 3 管軸方向非線形特性

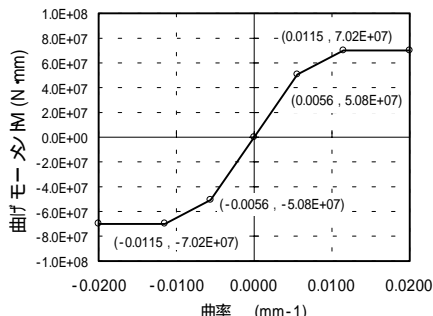


図 - 4 管軸直角方向非線形特性

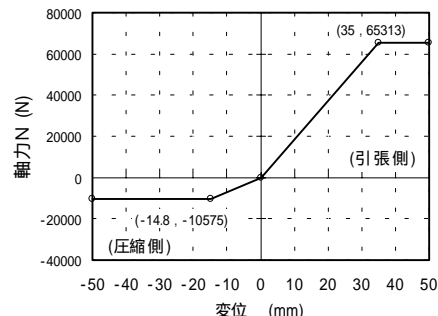


図 - 5 接合部伸縮特性

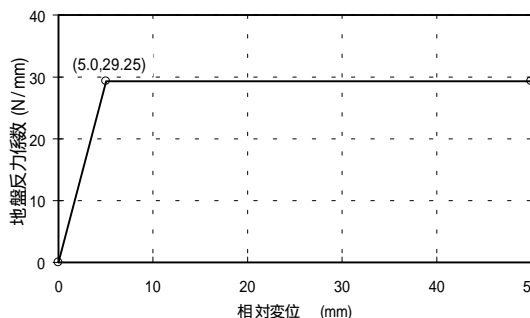


図 - 6 管軸方向地盤反力特性

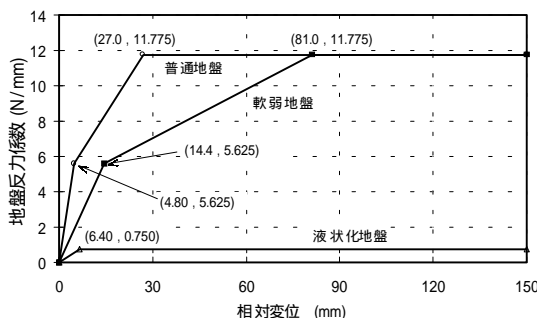


図 - 7 管軸直角方向地盤反力特性

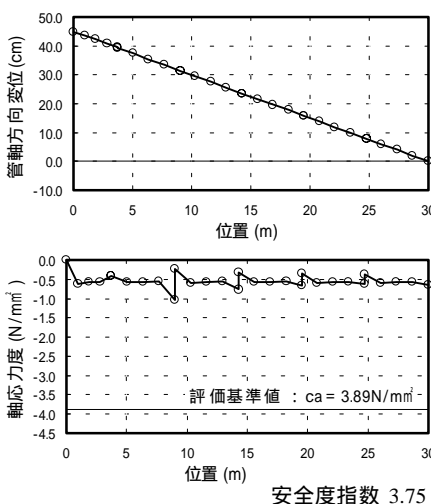


図 - 8 地震動レベル2 側方流動
管軸方向 地盤ひずみ 1.5%

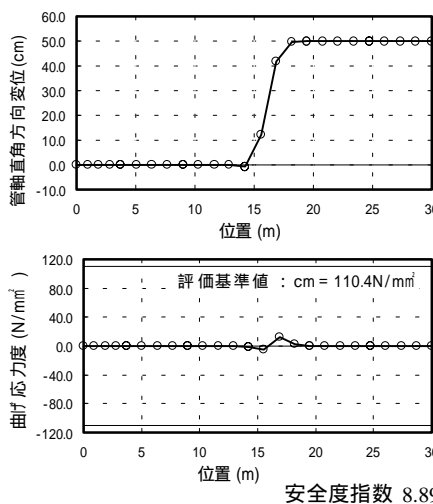


図 - 9 地震動レベル2 地盤沈下
液化化地盤

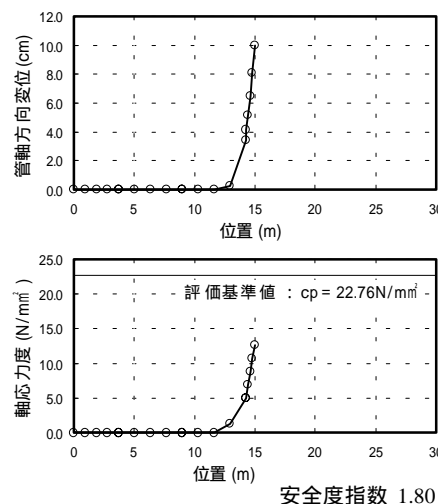


図 - 10 地震動レベル2 地割れ
地割れ幅 20cm

5. まとめ

「角型TACレックス」の耐震解析の結果より、次の事項が明らかになった。

- 管本体の波付可撓形状の伸縮性により管軸方向にかかる地震外力に対し、免震的な性質を有することが明らかとなった。これにより地割れ等に対しても十分な安全性を有することが確認できた。
- また、管本体の可撓性により不等沈下等の管軸直角方向の大きな外力に対しても、高い安全性を発揮することが確認できた。
- 以上により想定した地震外力（地震動レベル2）に対して安全性を有するということが確認できた。

<参考文献> 「地中管路の耐震性評価に関する研究委員会」報告書（(財)土木研究センター）「通信用中口管路施設の耐震設計法の検討」（又木・出口・中野・鈴木・友永、1996年3月、構造工学論文集、Vol.42A