

文化財地区の消火用水道管路ネットワークの地震応答解析

神戸大学大学院工学研究科

神戸大学大学院工学研究科

神戸大学大学院工学研究科

学生員

フェロー

正会員

○山崎 修一

高田 至郎

楢田 泰子

1. はじめに

文化財の地震時の安全性を向上させるには、建造物の耐震性だけでなく、地震火災を阻止するための消火施設の耐震性も確保する必要がある。本稿では、小規模ながらも複雑なネットワークを形成する消火用水道管路網を対象として、地震波動による管路の応答分析を行った。

2. 解析モデルおよび解析条件

文化財地区の消火用水道管路網は、一般の配水管路よりも規模が小さい。しかし、消火対象が特定されており、埋設場所が限定されているためにシステム上複雑になる。本稿では、実際の消火用水道管路網の一部を例にして、地震応答特性について分析した。管路の地震応答解析には、弾性床土のはりの擬似静的地震応答解析プログラム ERAUL¹⁾を用いた。図1はある文化財地区の消火用水道管路網を示している。解析には、図1の配管図における、点線で囲んだ一部の管路を抽出し(図2)、図2における太線で示した管路を対象にした。この管路の敷設場所は高低差のある場所であり、3次元モデルとして設定した。主管は管種がポリエチレン管、口径はφ=150mmである。図2に示すように主管には4箇所の枝管への分岐がある。枝管1, 2, 3の管種は鋼管であり、口径は枝管1, 3がφ=100mm、枝管2がφ=80mmである。枝管4の管種は主管と同様のポリエチレン管であり、口径はφ=150mmである。地盤ばね係数は、表1のように与えた。表2に管路の材料特性を示す。入力地震波形については、水道施設耐震工法指針²⁾に基づいて、設計地震動レベル2に対応するように算定し、波長は60m、振幅は4.06cmと設定した。波の入射角は30°ずつ方向を変えて180°まで、計7ケースの水平波動を設定した。また、枝管の端部は消火施設に接続されているため、地盤変位と同様に震動するとした。

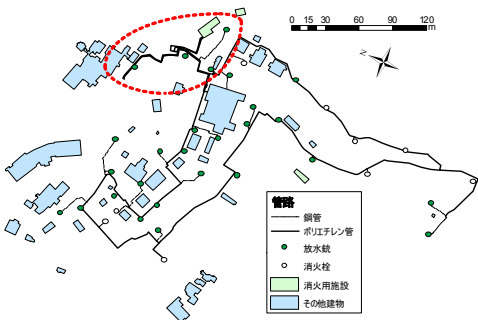


図1 消火施設と配管図

表1 地盤ばね特性²⁾

管軸方向地盤ばね係数(N/cm ³)	30
管軸直角方向地盤ばね係数(N/cm ³)	60

表2 管体材料特性^{1), 3), 4)}

	口径(mm)	管厚(mm)	弾性係数(kN/cm ²)	ポアソン比	標準管長(m)	許容引張り応力(kN/cm ²)
主管(ポリエチレン管)	150	16.4	100	0.40	5	6
	100	4	21000	0.28	4	108
枝管(鋼管)	80	4	21000	0.28	4	108

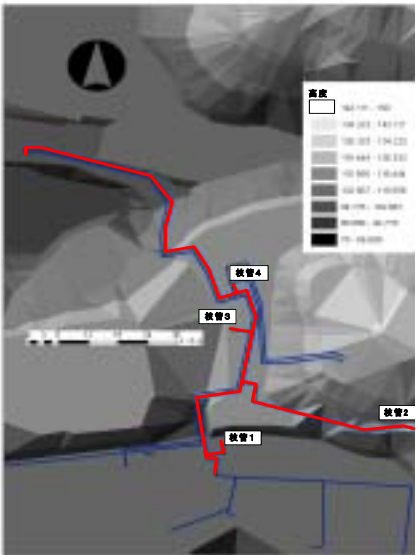


図2 解析モデル

キーワード 消火用水道管，地震応答，文化財地区

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学 TEL 078-803-6047

3. 解析結果と分析

入射角度を変化させた7ケースの波動をそれぞれ入力して管路の地震応答解析を行った。7ケースの解析の結果の中で、各管路節点で最大の断面応力が発生した値を最大応力として、その分布を図3、図4に示した。また、図中の数値は、顕著な応力を示した点の値を示している。正の値は引張り応力、負の値は圧縮応力を示す。

主管ではT字部周辺、曲部、勾配の変化する地点で大きな応力が発生している。枝管1、3の周辺のような曲部とT字部が集中し、傾斜地も隣接している場所では、管路の挙動が拘束されることによって、大きな応力が発生していると考えられる。また、軸応力はすべてにおいて弾性域内であったが、枝管1のT字部、枝管4のT字部では、許容曲げ応力を超える値が発生する結果となった。また、直管部はほとんど応力が発生していない。

枝管については、消火施設と連結されている端部、T字管部、曲部、勾配の変化する箇所などで大きな応力値が発生している。枝管1、2のような、上記の要因を複数有している管路では、管路の挙動拘束により、大きな応力が発生する傾向がある。とくに、枝管1、3の端部、枝管1、2の曲部では、鋼管の許容曲げ応力を超える応力値が発生している。

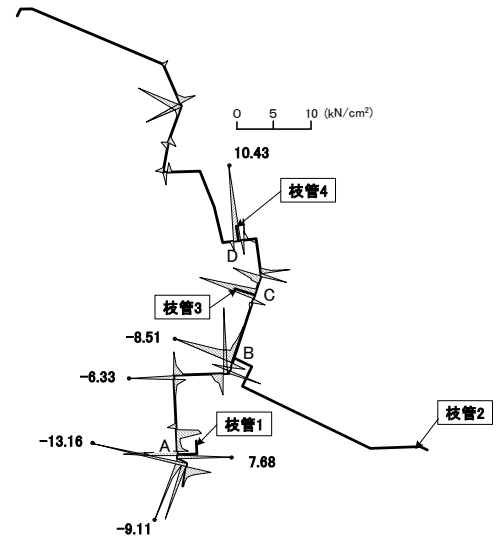


図3 最大応力分布(主管)

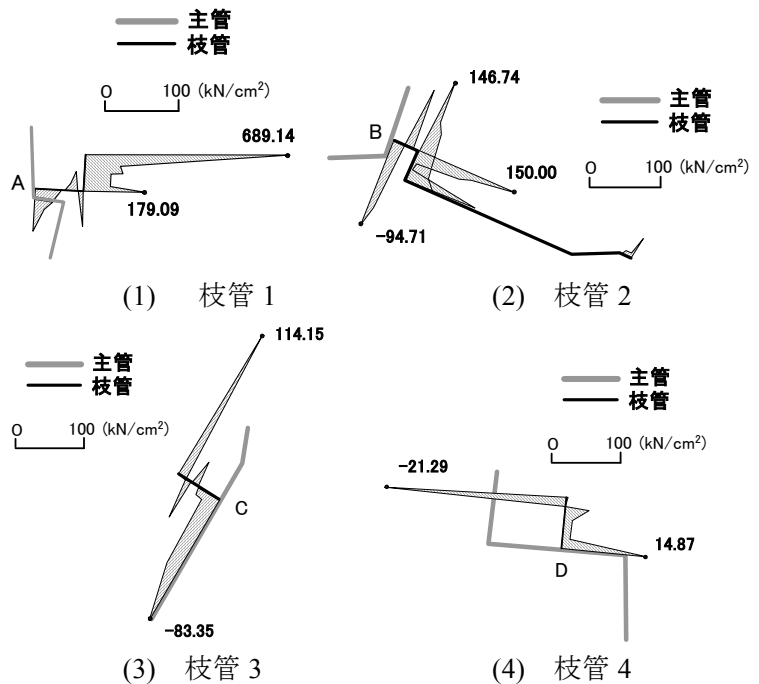


図4 最大応力分布(枝管)

4. まとめ

- ・複雑な管路系の地震応答解析を行った。
本解析のケースでは、T字部周辺、曲部、勾配の変化する箇所などで大きな応力が発生し、それらが集中する箇所特に大きな応力が発生することが分かった。
- ・本解析では地震波動について検討したが、地震時における地盤沈下についても検討する必要がある。また、本消火システムの近傍では活断層が確認されており、その影響を検討することも今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 高田至郎：ライフライン地震工学，共立出版株式会社，pp.48-62, p.101，1991.
- 2) 日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説，p.9, pp.17-18, pp.71-73，1997.
- 3) 日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説，p.165，1979.
- 4) 株式会社クボタ，株式会社栗本鐵工所，日本鑄鉄管株式会社，日本プラスチック工業株式会社，日立金属株式会社：POLITEC PE パイプ技術説明資料，p.27，2000.