

実験及び数値解析を踏まえた更生管の耐震性能評価に関する研究

清野純史*

1. 研究の目的

本研究の目的は、既設埋設管路を現場硬化型更生材料で更生した更生管の耐震性能について、耐震性能試験および数値解析から得られた結果を基に、その有用性について検討を行うことである。

ここでは、従来の更生工法に耐震性の向上を図るための手法として、従来のような既設管と更生管がほぼ一体となった管路ではなく、既設管と更生管の間に摩擦を軽減させるプライナーを配置（図1）する。これは既設管の強度に期待しない自立管を既設管内に形成する空気反転による管更生工法である。

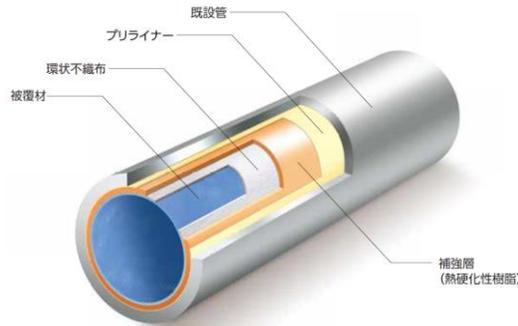


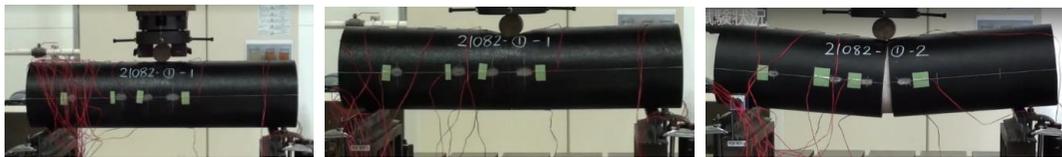
図1 既設管と更生管の構成

耐震性の評価手法として、まずプライナーがある場合と無い場合の2通りの既設管と更生管の曲げ試験を実施し、既設管と更生管に生じるひずみを計測した。そして、有限要素解析を用いて曲げ試験の再現解析を行い、解析手法の妥当性を検証した。その後、水道指針に従ったレベル2地震による地盤変位を入力して更生管の挙動解析を行い、プライナーの有用性の評価を行った。

2. 研究の方法

(1) 実験

図2(a)に示すように、管路中央に円柱を載せ、万能試験機を用いて円柱を押し実験である。更生管にプライナーがある場合と無い場合の2通りの実験を行った。なお、供試体既設管は管長500mmの管路2本が中央で接している。



(a)

(b)

(c)

図2 実験のセットアップとプライナーの有無による管路挙動

プライナーが無い供試体(図2(b))では既設管と更生管は一体となって挙動しており、既設管は中央で開かなかった。一方、プライナーが有る供試体(図2(c))では既設管と更生管の間の摩擦が小さいため相対変位が生じ、既設管は中央で開いていることでプライナーが有効に働いていることがわかる。

(2) 再現解析

非線形有限要素解析により曲げ試験の再現解析を行った。既設管と更生管はシェル要素でモデル化し、載荷円柱はソリッド要素、支点は可動支承によりモデル化した。既設管と更生管は弾塑性体とし、試験で得られた応力-ひずみ関係を元に材料非線形をモデル化した。既設管と更生管の間にはジョイント要素を設定し、プライナーの有無による違いをジョイント要素の接線方向剛性の違いによって表現した。本解析では、図4に示す非線形特性を使用したことで K_1 、 K_2 はたわみ係数、 q は土荷重による鉛直土圧(N/mm²)、 p は活荷重による鉛直土圧(N/mm²)、 D は更生管外径(mm)である。荷重-変位関係を実験と解析で比較したものを図3に示す。プライナー無・有のいずれも、実験が最大荷重に達するまでは良く一致している。

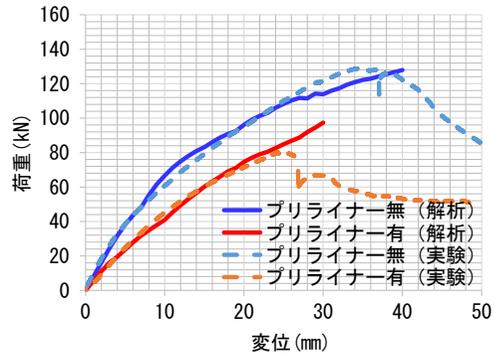


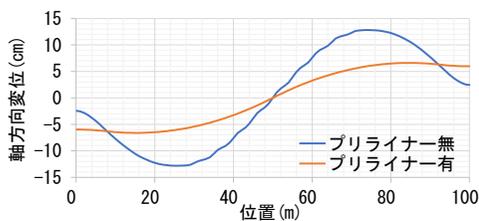
図3 荷重変位関係の再現

(3) 更生管のロングモデルによる耐震性評価(5m管×20本)

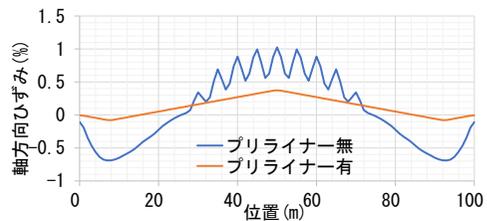
本解析の既設管は老朽化した鋳鉄管を想定しており、掘り起こした鋳鉄管により物性値を決定している。モデルは既設管と更生管をシェル要素でモデル化し、地盤ばねを介して既設管に地盤変位を与えた。また、継手はばねでモデル化し、プライナーの有無による更生管の応答を比較することで、プライナーの有用性を検証した。

3. 得られた成果

地盤変位はレベル2地震動を仮定し、区間中央で引張ひずみが最大となるような地盤変位を管軸方向に作用させ、その際の更生管の軸方向変位と軸方向ひずみを求めた。解析結果は図4の通りである。プライナー無の場合と比較して、プライナー有の場合は更生管の軸方向変位と軸方向ひずみが減少していることが確認でき、プライナーによって更生管の耐震性が向上することを確認することができた。



(a) 更生管の軸方向変位



(b) 更生管の軸方向ひずみ

図4 更生管の有効性評価

4. 謝辞

本研究は(株)オールより委託されたものである。研究遂行にあたりお世話になったオール関係者各位、また解析を行なっていただいた京都大学工学研究科・古川愛子准教授および京都大学大学院生の種子島佑希君に深甚なる感謝の意を表する次第である。