

液状化を念頭においた大変位吸収鋼管の適用 Application of steel pipe for large displacement in liquefaction

長谷川 延広*、若林 孝**、田本 敏之**、大内 慶子**、小泉 勝*

Nobuhiro Hasegawa, Takashi Wakabayashi, Toshiyuki Tamoto, Keiko Oouchi and Masaru Koizumi

1. はじめに

大変位吸収鋼管は、地盤変状対策として開発した特殊鋼管であり、設計値以上（想定外）の地盤変位が生じて、蛇腹形状を施した波形部が変形することで、変位を吸収することが可能である。従来の用途としては、パイプラインと構造物の取り合い部における相対変位を吸収する目的で設置するが、本稿では液状化による管路の流動浮上が懸念される箇所への大変位吸収鋼管の適用について報告する。



図 1 大変位吸収鋼管
Fig.1 Steel pipe for large displacement

2. 検討概要

香川県三木町に位置する新川サイホン（PC 管、 $\phi 1200$ 、延長 1,364m）は、全線にわたり鋼管 $\phi 1100$ による PIP 工法により更新する計画であった。しかしながら、既設管の一部区間では、著しい不陸が見られた。これは、過去の地震等によって生じた液状化の流動浮上の影響によるものと想定され、今後も不陸区間（50m）では、地震時に液状化による流動浮上で管路に損傷が生じる可能性があるため、その対策として、不陸区間において「大変位吸収鋼管」の適用を検討した。

ただし、この不陸区間については、配管線形上、空気溜まりを作らないために、新設管の口径を $\phi 800\text{mm}$ にまで縮径し、図 2 に示すとおり配管が直線となるような線形とした。

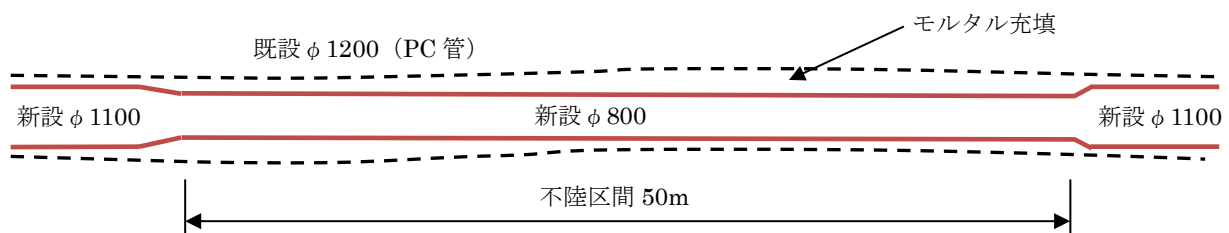


図 2 不陸区間の配管線形

Fig.2 Pipe layout in unevenness zone

図 3 に検討モデルを示すが、液状化した地盤では、管路を浮上させようとする「揚圧力」が、非液状化層では、管路の浮上を阻止しようとする「抵抗力」が発生するとされている。このため、その変位を吸収する目的で不陸区間の両端に大変位吸収鋼管（2山タイプ）を設置することとした。また、FEM 解析では、管路はシェル要素、地盤はバネ要素でモデル化を行う。不陸区間における陽圧力および抵抗力は水道施設耐震工法指針・解説（2018）に基づき算出し、管路の変形状態および発生応力度の解析を行った。

* JFE エンジニアリング株式会社 JFE Engineering Corporation

**日化エンジニアリング株式会社 Nikka Engineering Corporation

Keyword : 大変位吸収鋼管, 液状化, 地震対策

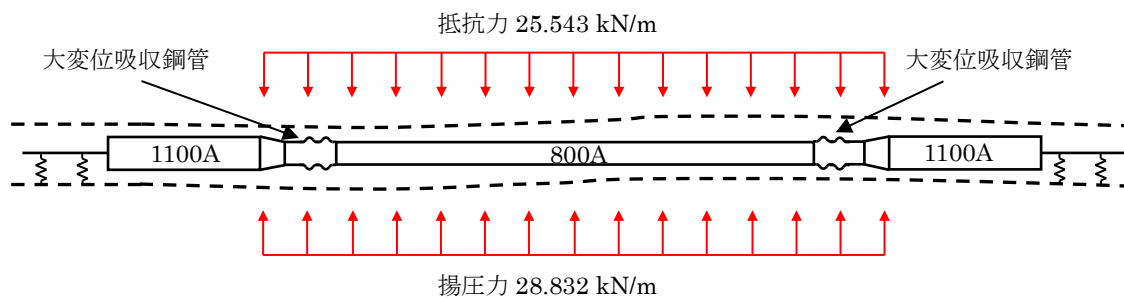


図 3 検討モデル

Fig.3 Study model

3. 検討結果

図 4 は波形部の変形前および変形後を示した変形図であり、流動浮上による管路の変位をすべて大変位吸収鋼管（波形部）のみで吸収していることが分かる。また、図 5 は全体変形図および管路に発生する最大応力度の分布図である。全体的な変形では、流動浮上を受けた管路は大変位吸収鋼管の波形部が曲げの基点となり上方に変形するが、直管部の最大応力度は 228N/mm^2 であり、降伏点以下 (240N/mm^2) であった。さらに、波形部の屈曲角度も約 4° であり許容曲げ角度 (16°) 以下であることを確認した。なお、この場合の鞘管にあたる既設の PC 管は液状化を生じると各継手で脱管し、新設管の変形に追従すると想定される。



図 4 大変位吸収鋼管の変形

Fig.4 Deformation of steel pipe for large displacement

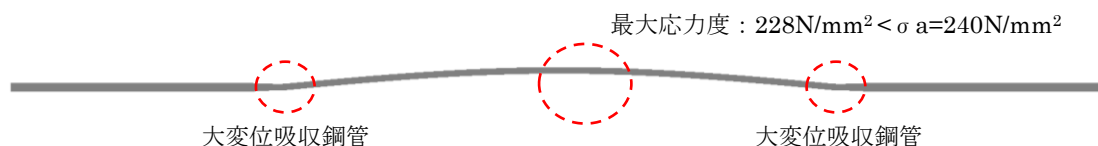


図 5 全体変形図および最大応力度

Fig.5 Deformation and maximum stress of pipeline

4. まとめ

本稿では、初の試みとして軟弱地盤における管路の液状化対策として「大変位吸収鋼管」の適用検討を行った。この結果から、管路の変形は大変位吸収鋼管のみで吸収できること、管体に発生する最大応力度は降伏点以下であることが確認できた。今回の検討では、不陸区間を縮径したため、既設管と大変位吸収鋼管との隙間 (150mm) を確保できたが、通常の PIP 工法では 1 口径ダウン (隙間量 50mm) 程度のため、布設に十分な隙間を確保できない。今後は、通常の PIP 工法のような隙間量の小さい箇所でも適用できる大変位吸収鋼管の開発も検討するとともに、本施工結果の現地での経過観察も継続したい。