

I-641 地盤沈下を受ける埋設コルゲート管路の挙動に関する研究

神戸大学大学院 学生員 新見達彦

神戸大学工学部 正会員 高田至郎

関西ボタ合成管技術部 正会員 片桐 信

1. 概説 塩化ビニール(PVC)製のコルゲート管は、近年主に電力や通信用のケーブル保護管としての需要を伸ばしつつある。しかし、こうした管路が地盤沈下を受けた際の挙動については不明な点も多く、適切な設計指針も未だ確立していない現状にある。これまでに著者らは、埋設コルゲート管の挙動解析方法としてハイブリッド解析法¹⁾²⁾を提案してきた。この解析法の概要は以下の通りである。

(1)まず、有限要素法によってコルゲート管の等価剛性を定める。

(2)次に、対象管路を(1)で求めた等価剛性を持つはりに置き換え、はり理論により管路の挙動を求める。

(3)最後に、(2)で求めた断面力及び地盤抵抗力を外力として有限要素法のモデルに載荷し、詳細な変形や応力・ひずみ分布を求める。

本報告では、マンホール等の強固な構造物に固定された埋設コルゲート管の挙動を沈下土槽を用いた実験により観測し、さらに実験を提案したハイブリッド解析法を用いてシミュレートすることにより、この解析法の適用性を検討している。

2. 沈下挙動観測実験 沈下土槽の概要を図-1に示す。

底板は2本のフレームに取り付けられた4組のロッドとナットによって1m×1.5m×2.5mの土槽内に吊り下げられており、これらのナットを緩めることで、底板が下げられ地盤沈下が発生する。モデル管路はマンホールを想定したコンクリート壁に固定している。また土槽の側壁は、土との摩擦を防ぐために樹脂性のシートで覆ってある。

本実験では表-1及び図-2に示す、呼び径 $\phi=100$ mm, 200mmのコルゲート管をモデル管路として用いた。管外表面の軸方向ひずみは、図-1▼印の位置で測定している。また、管の鉛直変位量の長手方向分布は、管内に水準計を挿入して測定し、その水準計の長手方向の位置はワイヤー式変位計によって定めている。

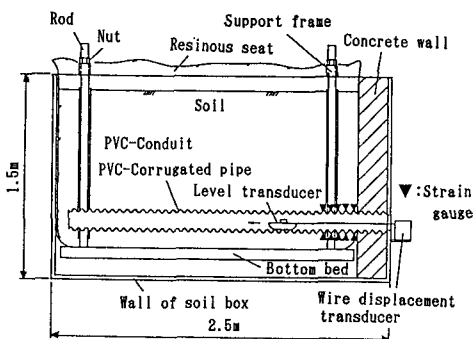


図-1 沈下土槽概要

表-1 管路諸元

呼び径	D (mm)	P (mm)	m (mm)	弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比
$\phi 100$	132	17.4	9.3	26000	0.38
$\phi 200$	258	33.1	14.5	26000	0.38

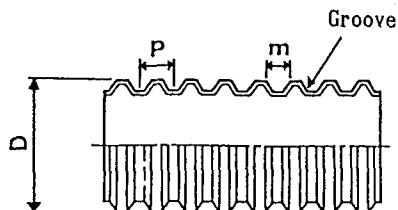


図-2 管路概形

3. 実験のシミュレーション ハイブリッド解析法に基づき以下の手順で実験のシミュレーションを行う。

a) **モデル管路の等価曲げ剛性** 3次元シェル要素を用いた有限要素法解析によりモデル管の等価曲げ剛性を定める。この時、コルゲート形状谷部内の土は、管に引張力が作用する面では管の変形を拘束しないために考慮せず、圧縮力が作用する面のみ、これを考慮している。

b) **はり理論による解析** 神戸大学耐震工学研究室で開発されたERAULプログラム³⁾を用いて管に発生する断

面力と変位置の長手方向分布を求める。

c) 有限要素法解析 b) の解析により得られた断面力と鉛直ばね力に相当する地盤抵抗力を図-3に示すFEMモデルに载荷することで、管の局所的な応力・ひずみ及び詳細な変形を得る。

4. 実験結果と解析結果の比較検討 図-4, 図-5は、それぞれ管路($\phi 200$)の鉛直変位分布、軸方向ひずみの実験値と解析値の比較を表している。図-4においてERAULによる解析値と実験値は、よく一致していることが認められる。しかし図-5では、特に管路上部において両者は一致しているとは言い難い。図-6には $\phi 200$ 、沈下量10cmの場合の変形図を示している。本解析では管材料の非線形性は考慮していないが、図中黒く塗った部分で発生応力が材料の降伏強度を越えてしまっている。先に述べたひずみデータの不一致は、こうした管材料の非線形性、さらには実験では計測されなかった地盤抵抗力の非線形性によるものではないかと推察される。

5. 結 語 提案したハイブリッド解析法は、コルゲート管路の応答解析法として実用的であると考えられる。しかし、管材料の降伏を伴う場合には、これを考慮する必要がある。さらに今回の実験・解析

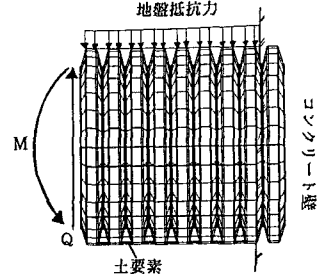


図-3 FEMモデル
コンクリート壁からの距離(m)

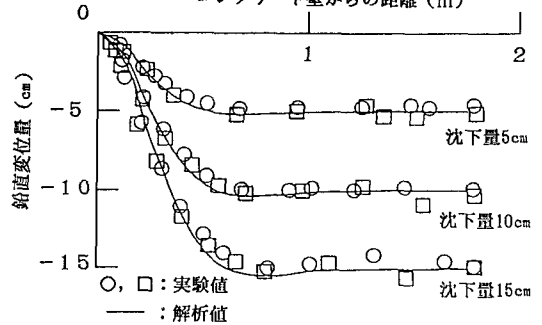
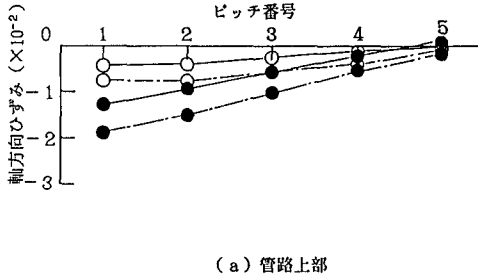
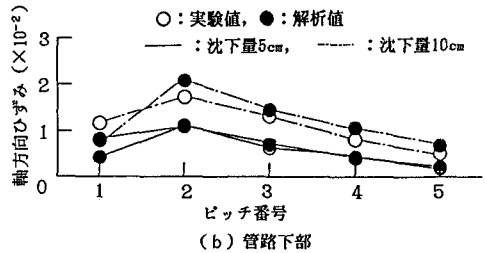


図-4 鉛直変位分布比較



(a) 管路上部



(b) 管路下部

図-5 軸方向ひずみ比較

の結果から、コルゲート管路は、局所的な変形に伴う機能破壊が比較的小さな地盤沈下でも発生し得るものと思われ、地盤沈下の予想される地域に埋設する際には、十分な沈下対策が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 高田至郎・片桐信・新見達彦：地盤沈下を受ける変断面たわみ性管のハイブリッド解析、平成3年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集、1990.6.
- 2) 高田至郎・片桐信・新見達彦：地震波を受けるコルゲート地中管路のハイブリッド地震応答解析、第46回年次学術講演会講演概要集、1991.9.
- 3) 高田至郎、高橋俊二、山部泰男：硬質塩化ビニル管の地震時挙動シミュレーション、水道協会雑誌547号、1980, pp27~32

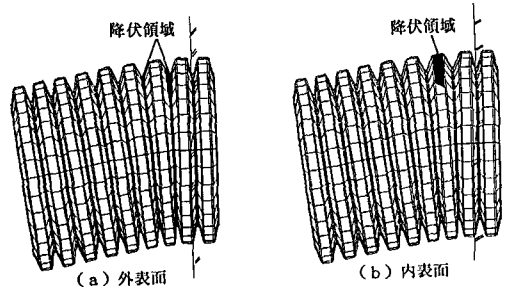


図-6 変形図及び降伏要素