

不同沈下地盤に埋設される管路の力学挙動(実用設計法の提案)

大阪市立大学 正会員 東田 淳・学生会員 徳増 健
中央復建コンサルタンツ 正会員 八谷 誠

まえがき 地盤が不同沈下した時の埋設管路の挙動を調べた三次元遠心実験結果¹⁾に基づいて、現行設計法(ガス指針²⁾)が管路に働く土圧と地盤反力を区別せず、また地盤密度と管路の埋設深さの影響を考慮できないところに問題があることを指摘し、影響要因を正に評価し得る実用設計法を提案する。

ガス指針モデルと提案モデル 図-1に現行設計法と提案設計法のモデルを示す。以下、これらをガス指針モデル、提案モデルと呼ぶ。ガス指針モデルでは、管路に働く土圧と地盤反力を地盤と管路の相対沈下量 $(\delta_G - \delta_p) \times$ 一定ばね定数 kD ($k=8.4(D)^{-3/4}$, D は管路外径)として与える。一方、提案モデルでは、 $\delta_G > \delta_p$ である領域2において管路に作用する荷重としての土圧を、領域の中央に最大値を持つ放物線形分布で与え、それ以外の領域の地盤反力(土圧でなく)を $(\delta_G - \delta_p) \times kD$ で与える。領域2の距離 L は、固定地盤と沈下地盤の境界から $\delta_p = \delta_G$ になる地点までの距離として収束計算により求める。この提案モデルの土圧と地盤反力の与え方は、三次元遠心実験の結果(不同沈下が生じるとすぐに領域2において地盤反力が、その周囲の領域1と3において管路に作用する土圧が、それぞれゼロとなり、また領域2の土圧分布形は地盤密度の減少に伴って三角形分布から台形分布に変化した)に基づいて決めた。

最大土圧とばね定数の与え方 提案モデルの土圧とばね定数は、別途実施した遠心場の二次元引上げ実験³⁾と引下げ実験⁴⁾の結果から定めた。図-2は、二次元引上げ実験で得られた模型管(外径 $D=1\text{cm}$)に働く引上げ力 P_v/D を、地盤と管路の相対変位量に相当する管の引上げ量 Δ に対してプロットしたものの一例で、 H は管路の土被り高である。引上げ力からは模型管の自重 W_p を差し引いてある。図-2には三次元実験で測定した領域2の最大土圧 $\sigma_{\max}$ と地盤・管路の相対沈下量 $(\delta_G - \delta_p)$ の関係を併せて示した。三次元実験によれば、どの条件の場合も $\sigma_{\max}$ を生じた位置では $(\delta_G - \delta_p) \cong 0.2\delta_G$ であった。図にラインで示した $\sigma_{\max}$ と P_v/D の近似曲線を比べたところ、相対変位量、地盤密度、土被り高に関わらず、常に $\sigma_{\max}/(P_v/D) \cong 1.5(=\alpha)$ が成立することが分かった。そこで、提案モデルでは、 $\Delta = 0.2\delta_G$ に対応する引上げ力 P_v/D の1.5倍の値として $\sigma_{\max}$ の値を定めることにした。 α は三次元効果を表す係数であり、別報¹⁾で述べた三次元アーチによる土圧集中係数とみなせる。

次に、二次元引下げ実験で得られた引下げ力 $P_r/D \sim \Delta$ 曲線は、初期に急勾配で立上ってから勾配の緩い直線となったので、 $P_r/D \sim \Delta$ 曲線の初期の折

れ点(直線の始点)の勾配から地盤のばね定数 k を求め、図-3に示した。 k は地盤密度と H/D によって大きく変わる。

三次元実験結果との比較 図-4と図-5は、ガス指針モデル、ならびに提案モデルによる計算結果と三次元実験の結果を比べている。図-4の上段と図-5(a)にプロットした σ の測定結果は、領域1($x < 3\text{m}$)では管の下半分に働いた垂直

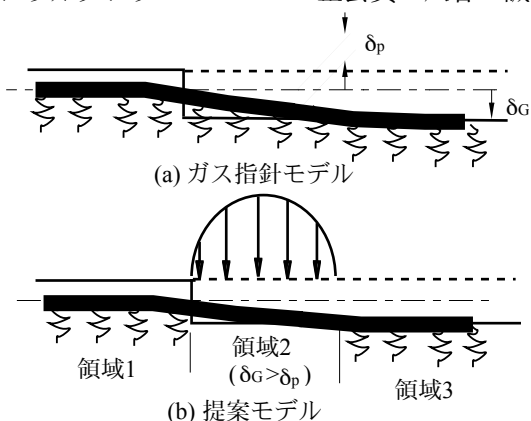


図-1 現行設計法と提案設計法のモデル

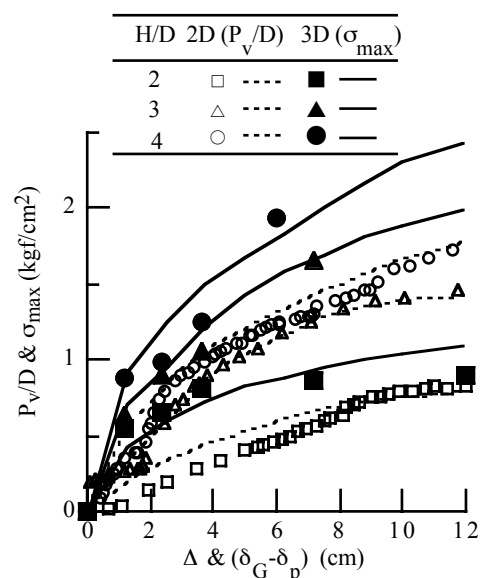


図-2 二次元引上げ実験の $P_v/D \sim \Delta$ 関係と三次元実験の $\sigma_{\max} \sim (\delta_G - \delta_p)$ 関係の比較($\rho_d = 1.5\text{g/cm}^3$)

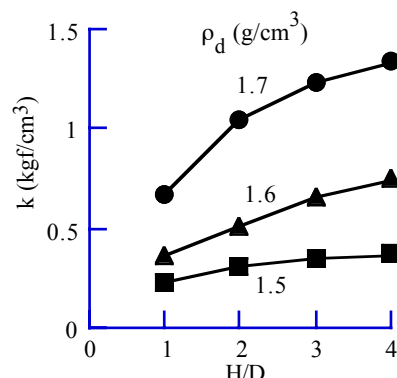


図-3 二次元引下げ実験から求めた k

キーワード: 埋設管、不同沈下、遠心模型実験、設計

連絡先: 大阪市住吉区杉本3-3-138・大阪市立大学工学部・Tel & Fax: 06-6605-2725

土圧 σ_L を、領域2では管の上
 半分に働いた
 垂直土圧 σ_U を、領域3では
 $\sigma_U - \sigma_L$ をそれぞ
 れ表す。なお
 図-1に示した
 ように、両モ
 デルとも管路
 の左端の境界
 は無限大にあ
 り、これは三
 次元実験の境
 界条件とは異
 なるが、この
 影響は $x=0$ の
 ごく近傍に限
 られることを
 確認している。
 図-4と図-5か
 ら、ガス指針
 モデルによる
 計算結果は地
 盤密度と土被
 り高が異なっ
 ても常に同じ
 であり、これ

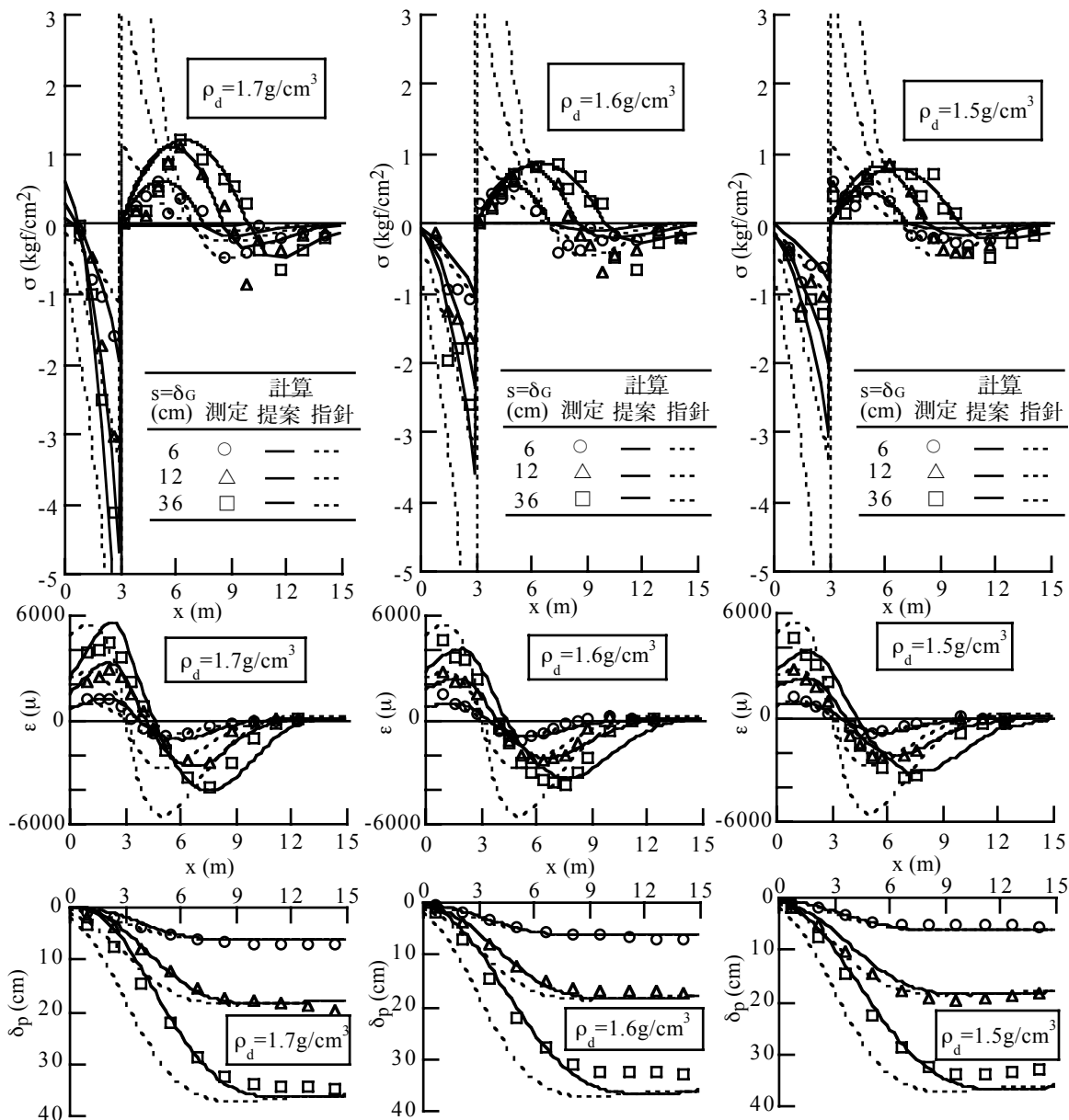


図-4 異なる $s(=\delta_G)$ に対するガス指針モデル・提案モデルによる計算結果と実験結果の比較($H/D=2$)

らの要因の影響を全く無
 視していること、また土
 圧分布が実験結果と著し
 く異なるため、曲げひず
 み ε と管路の変位量 δ_p も実
 験結果とはかなり異なる
 ことが分かる。一方、提
 案モデルは各要因の影響
 を正當に評価し、実験結
 果をかなり良好に近似し
 ていることが分かる。

参考文献:1)徳増他, 不同沈下
 地盤に埋設される管路の力学
 挙動(遠心実験), 57回土木学会

年講, 2002. 2)ガス導管耐震設計指針, 1982. 3) 新井他, 遠心模型による埋設管路の引上げ実験, 57回土木学会年講, 2002. 4) 八谷
 他, 遠心模型による埋設管路の引下げ実験, 57回土木学会年講, 2002.

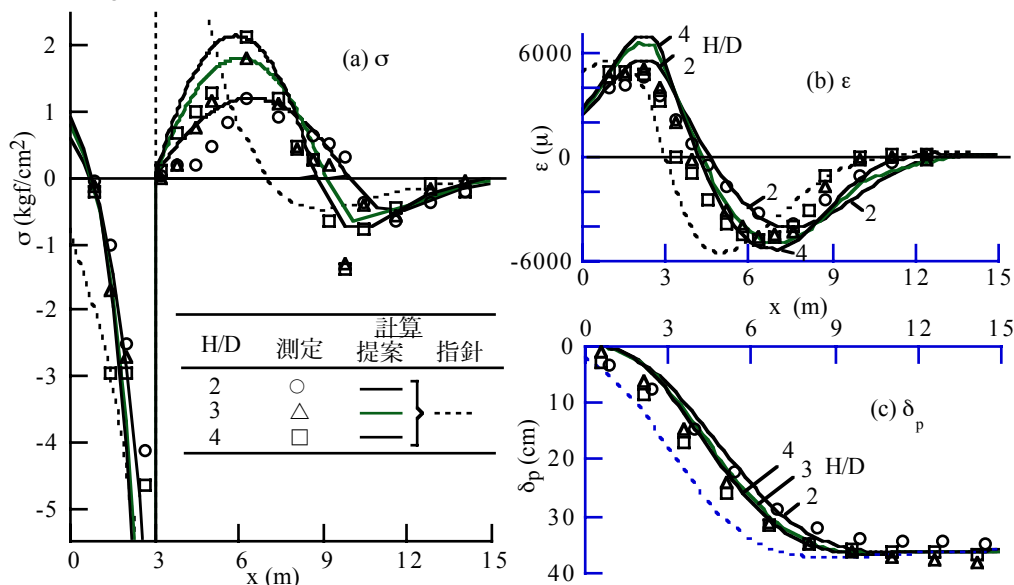


図-5 異なる H/D に対する計算結果と実験結果の比較($\rho_d=1.7\text{g/cm}^3$, $s=36\text{cm}$)