

埋設管路の提案設計法における管路自重の影響

中央復建コンサルタンツ 正会員 八谷 誠

大阪市立大学 正会員 東田 淳

まえがき 地盤が不同沈下した時の埋設管路の力学挙動(土圧と変形)を調べた三次元遠心模型実験¹⁾の結果に基づいて、問題のある現行設計法に代わる管路軸方向の設計法を提案している²⁾。前回まで報告した設計法では、管路自重の影響を無視していたが、今回の報告では管路自重を考慮した設計法による計算を行って、管路自重の影響について考察する。

管路自重を考慮した提案設計法の概要 図-1に提案設計法で用いるモデルと各領域における鉛直力の釣合い式を示す。このモデルは、無限に長い連続管路を対象とし、地盤の沈下量 $\delta_G >$ 管路の沈下量 δ_p である領域2において管路の上半分に作用する平均鉛直土圧 $p_v (=P_v/D)$ を、領域の中央に最大値 p_{vmax} を持つ放物線形分布で与え、地盤反力 p_r をゼロとする。また、領域1と3の地盤反力 p_r は $(\delta_G - \delta_p) \times kD$ で与える。ここに D : 管路の外径(cm)、 P_v : 管路の上半分に働く鉛直土圧の総量(kgf/cm)、 k : 地盤の反力係数(kgf/cm³)である。

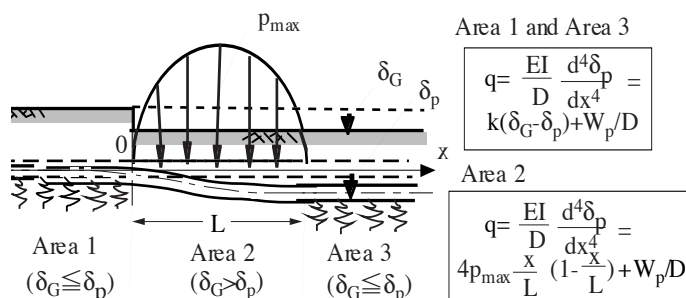


図-1 提案設計法の計算モデルと釣合い式

前回まで報告した設計法では、図-1に示した釣合い式中の平均管路自重 W_p/D を無視していた。この場合、領域1の無限遠における境界条件は、 $\delta_p = 0$ と管路のたわみ角 $\theta = 0$ であり、領域3の無限遠における境界条件は $\delta_p = \delta_G$ と $\theta = 0$ である。また領域2の距離 L は、領域1、2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られる。

今回は、図-1中の釣合い式に示したように管路自重 W_p を全ての領域に荷重として与えた。したがって、領域1と領域3の無限遠における境界条件は、 $\delta_p = W_p/(kD)$ と $\theta = 0$ 、および $\delta_p = \delta_G + W_p/(kD)$ と $\theta = 0$ にそれぞれ変化する。また領域2の距離 L は、領域1、2の境界から $\delta_p = \delta_G + W_p/(kD)$ になる地点までの距離として収束計算により求めることになる。その結果、 L は W_p を考慮しない場合とは異なる値となり、これに伴って土圧 $\Delta p = |p_v| - |p_r|$ 、曲げひずみ ϵ 、管路の沈下量 δ_p の各分布が変化することになる。

計算方法と結果 提案設計法によって算定される管路の力学挙動が、管路自重 W_p の考慮有りと無しでどの程度変わるかを以下の計算によって調べた。計算条件は、 $D=60$ cm、 $EI=2.32 \times 10^{10}$ kgf・cm² (以上は三次元遠心実験¹⁾で用いたR管路の原型換算値)、 $p_{vmax}=1$ kgf/cm²、 $\delta_G=18$ cmに固定し、地盤のばね定数 k を0.2 ~ 2 kgf/cm³の範囲で変えた。管路自重 W_p を考慮する場合、 W_p の値として文献1)の遠心模型実験で用いたR管路の原型自重に相当する6.1 kgf/cmを与えた。この値は、実物の呼び径60 cmのコンクリート管と铸铁管の $W_p (=2.5 \sim 1.0$ kgf/cm)よりもかなり大きく、満水状態の $W_p (=5.2 \sim 3.5$ kgf/cm)に割合近い。また同径のFRPM管や塩化ビニル管の $W_p (=0.6 \sim 0.5$ kgf/cm)と比べると、満水状態としても2倍程度大きい。

計算結果を図-3(W_p 無しの場合)、図-4(W_p 有りの場合)に示す。各図の横軸の x は領域1と領域2の境界を原点とする距離を表す。各図の符号は、 Δp は下向き、 ϵ は管路の上側が引張り、 δ_p は沈下の場合をいずれも正にとって表した。なお、図-3の $\Delta p = |p_v| - |p_r|$ と比較するため、図-4の Δp は $|p_v| - |p_r| - W_p/D$ を示している。なぜなら図-4の荷重系は、図示していない管路自重 W_p/D を下向きに足し込んで釣合うからである。

実際よりもかなり大きめの W_p を与えた図-4の場合、図-3の場合に比べて、領域2の距離 L が k 値に関わらずいずれも30 cmほど狭くなっており、そのため、 ϵ の最大値と δ_p がそれぞれ2~4 %、および0.5~0.05 cmだけ増える。これ

キーワード: 埋設管、不同沈下、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

らの差は実用的に無視できるオーダーなので、設計では管路自重の影響を考慮する必要がないと結論してよい。

図-5は、ガス指針³⁾に示された不同沈下モデルに管路自重を取り入れた場合の計算結果である。この結果は、文献4)に示した管路自重を考慮しない場合のガス指針モデルによる計算結果に比べて大差ない。また、図-5の結果を図-4の提案設計法の結果と比べると、ガス指針モデルによる計算結果は Δp と ε の分布が $x=0$ に関して点対称で、これは提案設計法の結果とは定性的に傾向が異なっており、さらに Δp が非現実的な大きさであるため、 ε の大きさも提案設計法とはかなり異なることが分かる。提案設計法がガス指針モデルに対して優位性を有することは、遠心実験との整合性が確認されていることから明らかである。

参考文献 1)徳増・東田・八谷: 不同沈下地盤に埋設される管路の力学挙動(遠心実験)、土木学会57回年講、2002. 2)東田・徳増・八谷: 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)、土木学会57回年講、2002. 3)ガス導管耐震設計指針、1982. 4)八谷・東田・佐野: 埋設管路の提案設計法の特性と適用範囲、地盤工学会第38回研究発表会講演集、2003.

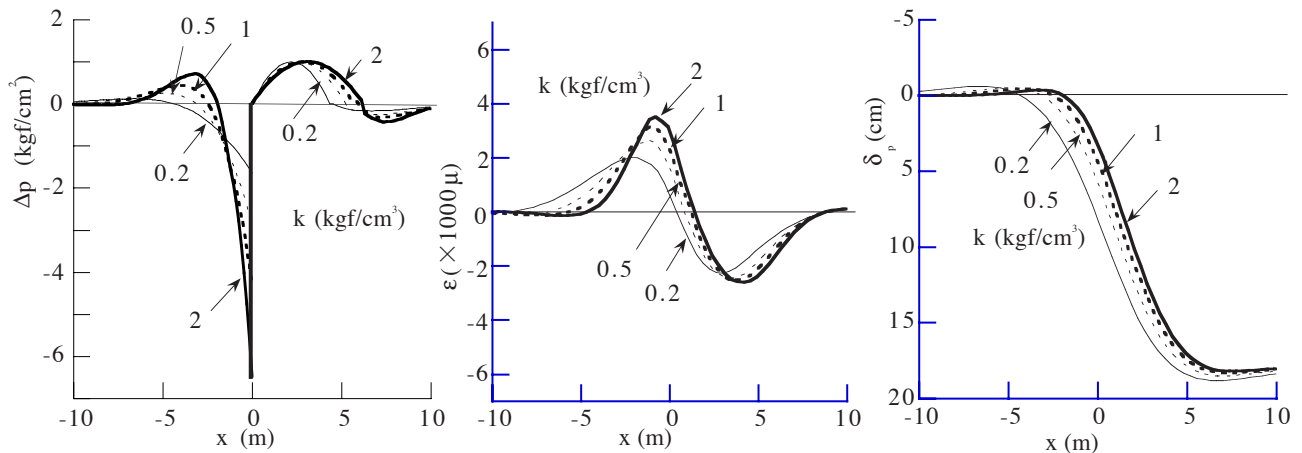


図-3 提案設計法による計算結果(W_p を考慮しない場合)

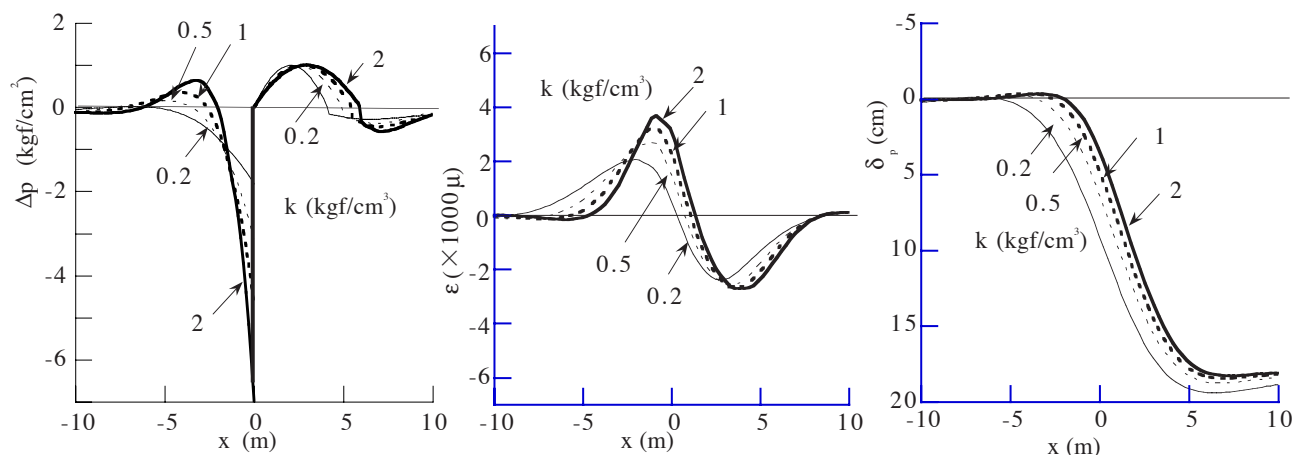


図-4 提案設計法による計算結果(W_p を考慮した場合)

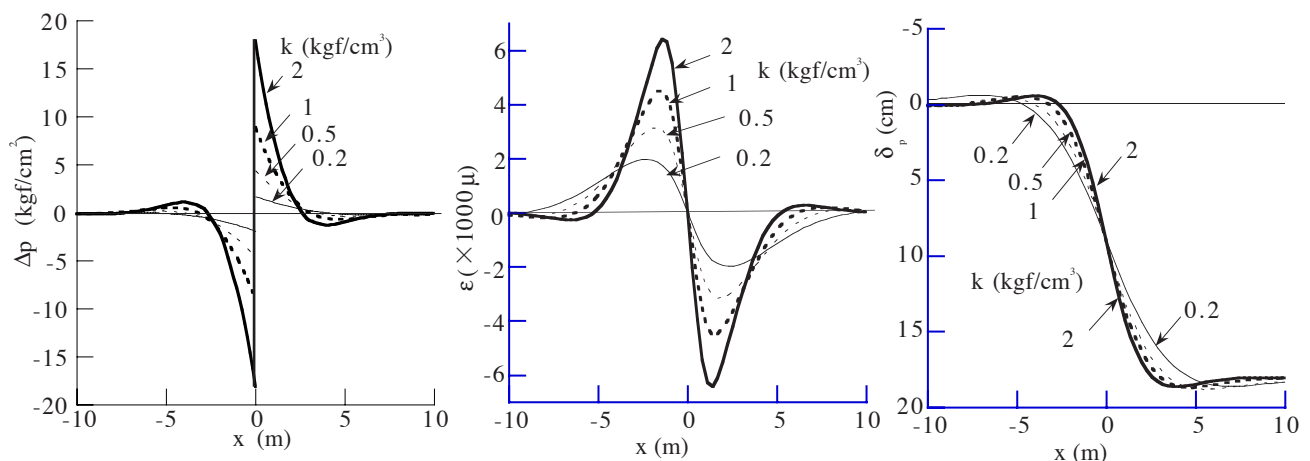


図-5 ガス指針の不同沈下モデルによる計算結果(W_p を考慮した場合)