

Ⅲ-B138

遠心模型による埋設管路の軸方向挙動観測

－実験結果と慣用設計法の比較－

中央復建コンサルタンツ 八谷 誠 大阪市立大学 東田 淳・高木 亮祐

まえがき 地盤が不同沈下する時に、埋設管路に働く土圧と管路の変形挙動を外径Dが2cmの長尺の模型管路を用いた遠心実験で調べている¹⁾。本報告では、土被り高を3通りに変えて行った遠心実験測定結果²⁾と弾性床上の梁理論に基づく慣用設計法³⁾を比較する。なお、実験方法については別報²⁾を参照されたい。

実験結果と慣用設計法の比較 以下に示す図はいずれも原型換算スケールで表す。図-1は、模型地盤がシルト質砂・密詰め、土被り高Hが12cm(H/D=6)の実験ケースの場合について、実験容器底の左端の床(幅300cm、模型では10cm)の降下量sが6、12、18、30cm(模型で2、4、6、10mm)になった時に測定された遠心実験結果と弾性床上の梁理論による設計の結果を比較したもので、図の左側から管路の上半分と下半分に働く垂直土圧 $\Delta\sigma$ の差(下向きが正)、管路に生じる曲げひずみ $\Delta\epsilon$ (管路の上側引張りが正)、および管路の変位量 $\Delta\delta_p$ (沈下側が正)を表す。いずれもデータは遠心加速度30g場で、床を降下させる前の時点(s=0cm)を原点とする増分として示してある。設計は、ガス導管設計耐震指針に基づき、地盤のパネ定数を $k=0.39\text{kgf/cm}^3$ とし、管路の埋設中央深度における地盤の沈下量が、 $x \leq 300\text{cm}$ の範囲で床降下量sに等しいものと仮定して行った。この図から以下のことが分かる。

実験と設計では、 $\Delta\sigma$ $\Delta\epsilon$ 、 $\Delta\delta_p$ の分布形と大きさ、ならびにsによる $\Delta\sigma$ $\Delta\epsilon$ 、 $\Delta\delta_p$ の変化の様子がかなり異なる。実験結果はいずれも、sの増大につれて頭打ちとなって一定値に収束するが、これは、実験においてsが増えたと降下床の直上の地盤が沈下するが、この沈下する地盤の範囲で管路の下側に空洞がすぐに発生し、さらにある程度sが増えると管路の上側にせん断面が発達していくためである。ところが、設計ではこのような地盤のせん断面の発達や空洞の発生を考慮していないので、設計結果はいずれもsの増大に比例して増え続ける。その結果、

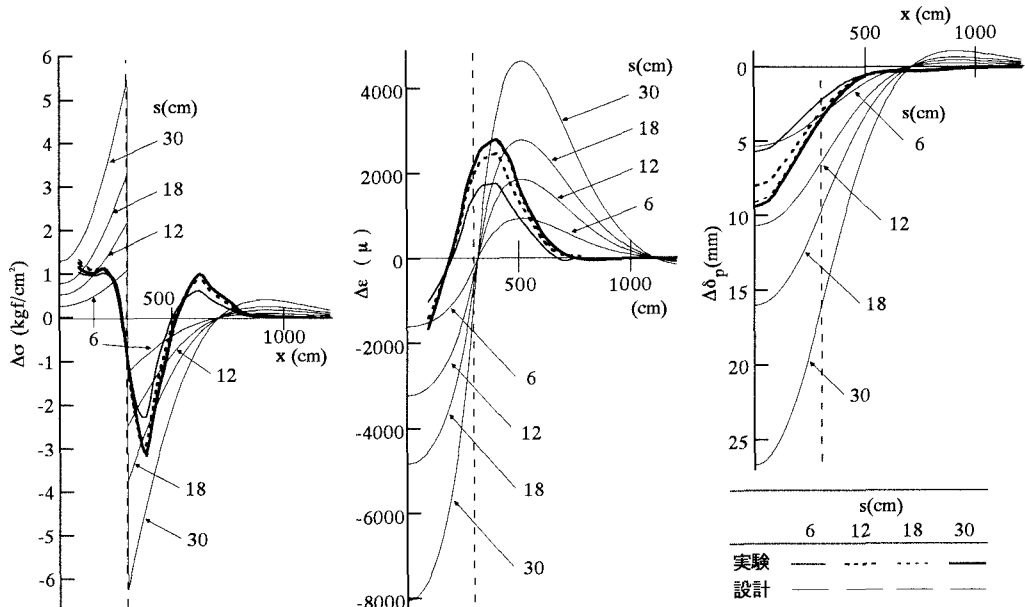


図-1 実験と設計の比較：床降下量 s の増大に伴う $\Delta\sigma$ 、 $\Delta\epsilon$ 、 $\Delta\delta_p$ 分布の変化
(シルト質砂・密詰め、H/D=6、原型換算)

キーワード：埋設管、管軸挙動、不同沈下、遠心模型実験、設計、弾性床上の梁理論、土圧、変形

連絡先：大阪市住吉区杉本3-3-138、大阪市立大学工学部土木工学科、東田 淳 (Tel & Fax 06-6605-2725)

$x > 300\text{cm}$ の範囲に現れる設計 $\Delta\epsilon$ の最大値は、 s が6cm、12cmと小さい時には測定最大 $\Delta\epsilon$ 値よりも小さく、 s の増大につれて実験値を超えていき、測定結果との差が次第に広がる傾向を示す。

図-2(a)(b)は、降下床をそれぞれ6cm(模型寸法で2mm)、30cm(同10mm)沈下させた時点で測定した模型管路の曲げひずみ $\Delta\epsilon$ の軸方向分布を慣用設計法による分布と比較したものである。各図の細実線、破線、太実線が土被り高と管外径の比(H/D)が2、4、6の場合の測定結果を表す。また一本の細実線がそれらに対応する設計結果を表す。設計 $\Delta\epsilon$ は、床降下量 s が同じであれば、地盤の種類と密度、および H/D が異なっても全く変わらず、これらの要因の影響を評価できていない。また前述のように、設計 $\Delta\epsilon$ は s の増大に比例して大きくなるが、実験 $\Delta\epsilon$ は、 s の増大につれて頭打ちとなって一定値に収束するので、 $x=0\text{cm}$ と $x=500\text{cm}$ で生じる-側と+側の $\Delta\epsilon$ の設計最大値は測定最大値($x=0\text{cm}$ の $\Delta\epsilon$ は測定していないが、測定分布曲線を延長すれば $x=0\text{cm}$ の $\Delta\epsilon$ が推定できる)に比べて、図-2aに示すように s が小さい範囲では小さく危険側であり、この傾向は H/D が大きい場合ほど顕著である。さらに図-2bに示すように s が大きくなると、 $\Delta\epsilon$ の設計最大値は実験値よりもかなり大きく、過大になっている。

まとめ 以上の実験と設計の比較から、慣用設計法の実際への適用性には限界があり、特に埋設深度が大きい管路では管の破損と直接関わる $\Delta\epsilon$ の値として危険側の値を与える場合があることが実験的に確かめられた。

参考文献: 1)高塚他、埋設管路の軸方向挙動に関する遠心実験、53回土木学会年講、1998。2)高木他、遠心模型による埋設管路の軸方向挙動観測—埋設深さを変えた場合の不同沈下の影響—、54回土木学会年講、1999。3)日本ガス協会、ガス導管耐震設計指針、1982。

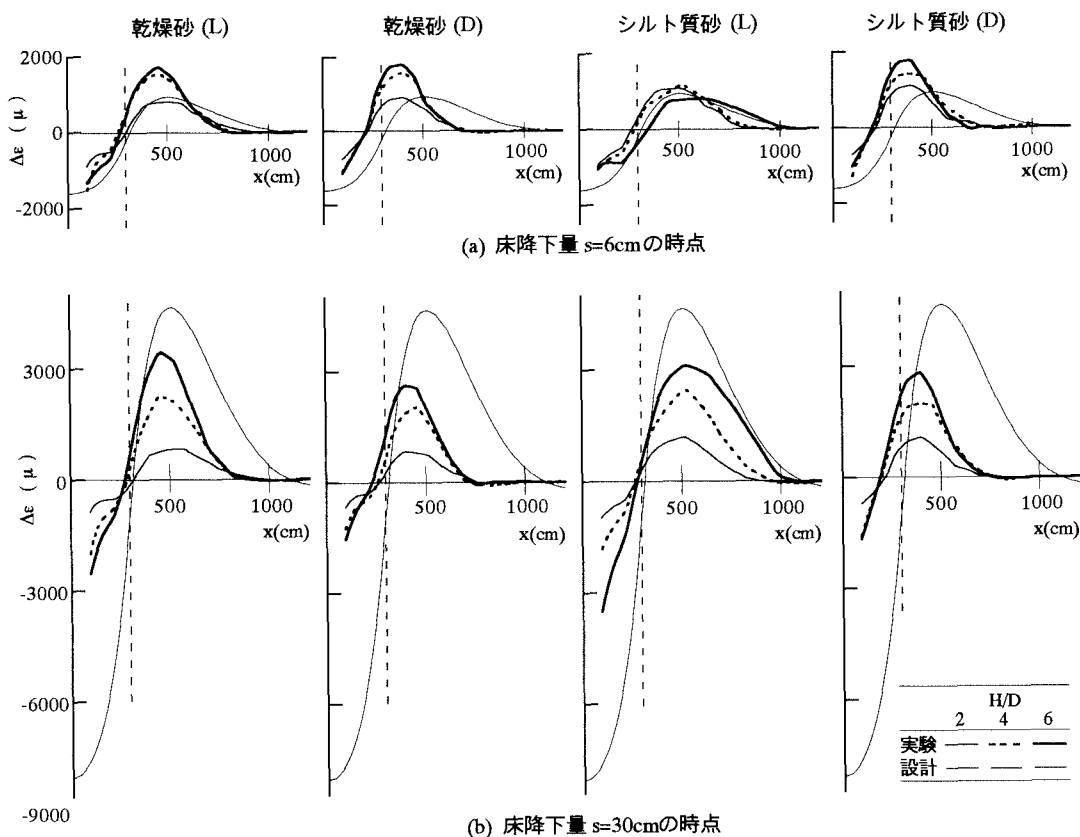


図-2 実験と設計の比較: H/D の違いによる $\Delta\epsilon$ の変化 (原型換算)