

遠心模型による埋設管路の軸方向挙動観測—管路剛性と埋設深さの影響—

大阪市立大学 学生会員 高木 亮祐・正会員 東田 淳・非会員 本多香織
中央復建コンサルタンツ 正会員 八谷 誠

まえがき 地盤に不同沈下が生じる時の中小口径埋設管路の軸方向挙動を遠心実験で調べている^{1)~3)}。今回は、管路の剛性を変化させた実験について報告する。

実験方法 実験は表-1に示すA、Bの2シリーズについて行った。両シリーズとも、図-1に示す実験装置(内寸法は幅59cm×高さ20.5cm×奥行き30cm)を用い、模型地盤は表-2に示す乾燥砂(S0)とシルト質砂(S30)で作成した。Aシリーズは、剛性の異なる2本の模型管路(図-2に示すR管路とF管路、外径D=2cm、長さ59cm)を用い、遠心加速度を30gと一定にし、土被り高Hを4~12cmの3通りに変えて行った。降下床と管底の距離H_bは5cm、降下床の幅Wは10cmと一定である。Bシリーズは、R管路を用いて、原型寸法が一定(H=120cm、H_b=150cm、W=300cm)になるように、異なる模型寸法と遠心加速度(15~60g)を組み合わせで行った。表-1のD_pと(EI)_p

表-1 実験の種類と条件

シリーズ	管路	地盤材料	g	H/D	D _p (cm)	(EI) _p (×10 ⁹ kgf・cm ²)
A	F	S0, S30	30	2, 3, 4	60	4.91
	R			2, 4, 6		23.2
B	R	S0, S30	15	4	30	1.45
			30	2	60	23.2
	45		1	120	371	
	60		1	120	371	

は、模型と対応する原型管路の外径と曲げ剛性である。(EI)_pは、遠心加速度をng、模型管路の曲げ剛性を(EI)_mと表すと、(EI)_p=n⁴(EI)_mによって得られる。表-1に示したようにBシリーズの(EI)_pの変化幅はかなり大きい。これらの模型を所定の遠心加速度場におき、床を一定速度で降下させ、床の降下量s、管路の上下に作用する垂直土圧σとせん断土圧τ、管路の内桁に生じる曲げひずみε、管両端の沈下量δ_p*を測定した。管路両端の境界条件はたわみ角ゼロで鉛直変位可とし、水平変位は左端でゼロ、右端で自由とした。

実験結果 以下に示す測定結果は、所定の遠心加速度場で床が降下する前(s=0)の値を初期値とする増分を原型換算で表す。

Aシリーズのシルト質砂地盤・F管路・H=8cm(H/D=4)の場合を例にとって、垂直土圧Δσ(管の上下に働いたσ増分の差、下向きが正)、管路の曲げひずみΔε(上側引張が正)、Δεを積分して求めた管の変位量Δδ_p(下向きが正)の管路軸xに沿う分布が、sの増大につれてどう変化するかを、図-3に示す。図中の破線が降下床の右端の位置である。また図中の細線は、現行設計法⁴⁾が規定する弾性床土上の梁モデル(ガス指針のバネ定数k=0.39kgf/cm³を使用)による計算結果を表す。実験では、sが大きくなると、降下床の上方で、管路の周囲を土がすり抜けて沈下するので、どの測定結果も変化しなくなるが、梁理論による計算結果はsの増大に比例して増え続ける。

図-4は、Aシリーズの測定Δεと梁理論による計算Δεの分布を、乾燥砂地盤を例にとってH/D別に比べている。測定Δεは、管剛性に関わらず、H/Dの増大にほぼ比例して増える。一方、計算Δεは、H/Dによる変化が全くなく、ま

表-2 地盤材料の性質

地盤材料* G _s	ρ _{dmax} U _c	ρ _{dmax} g/cm ³	ρ _{dmin} g/cm ³	W _{opt} %	W %	ρ _d g/cm ³	D _r %	
S0	2.65	1.75	1.58	1.32	—	0	1.55	90
S30	2.67	115	1.86	1.29	13.5	12	1.70	79

*S0: 瀬戸哇砂、S30: シルト質砂。

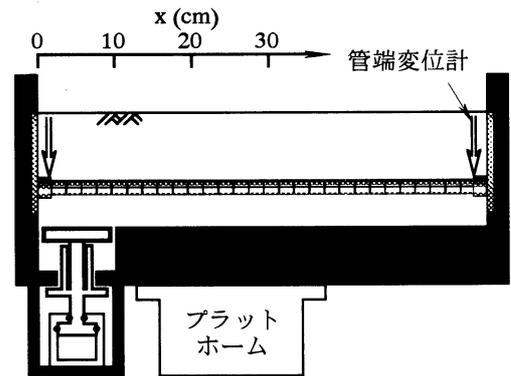


図-1 実験装置

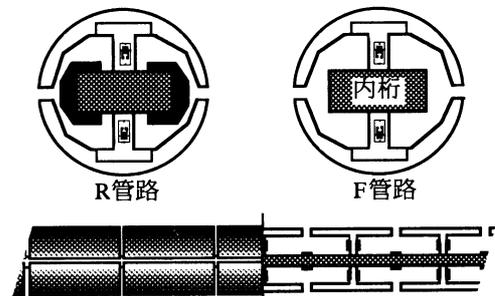


図-2 模型管路

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)

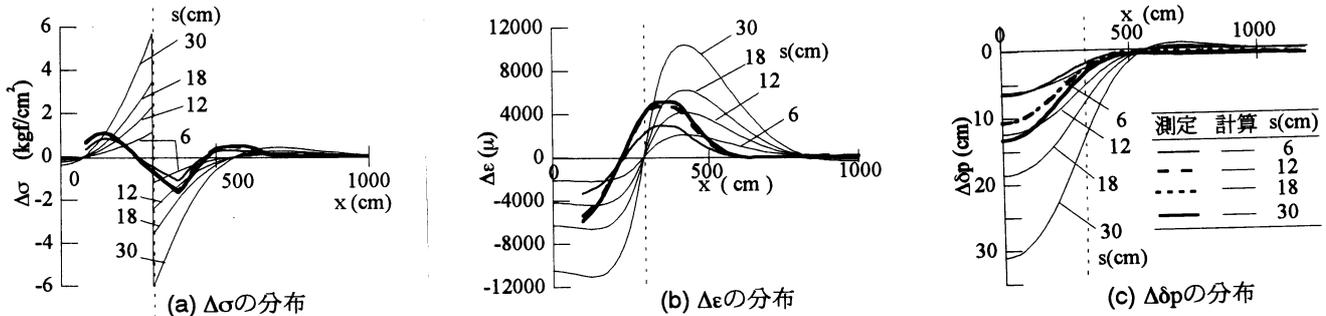


図-3 床降下量sの増大に伴う測定結果と梁理論による計算結果の変化(シルト質砂地盤・F管路・H/D=4)

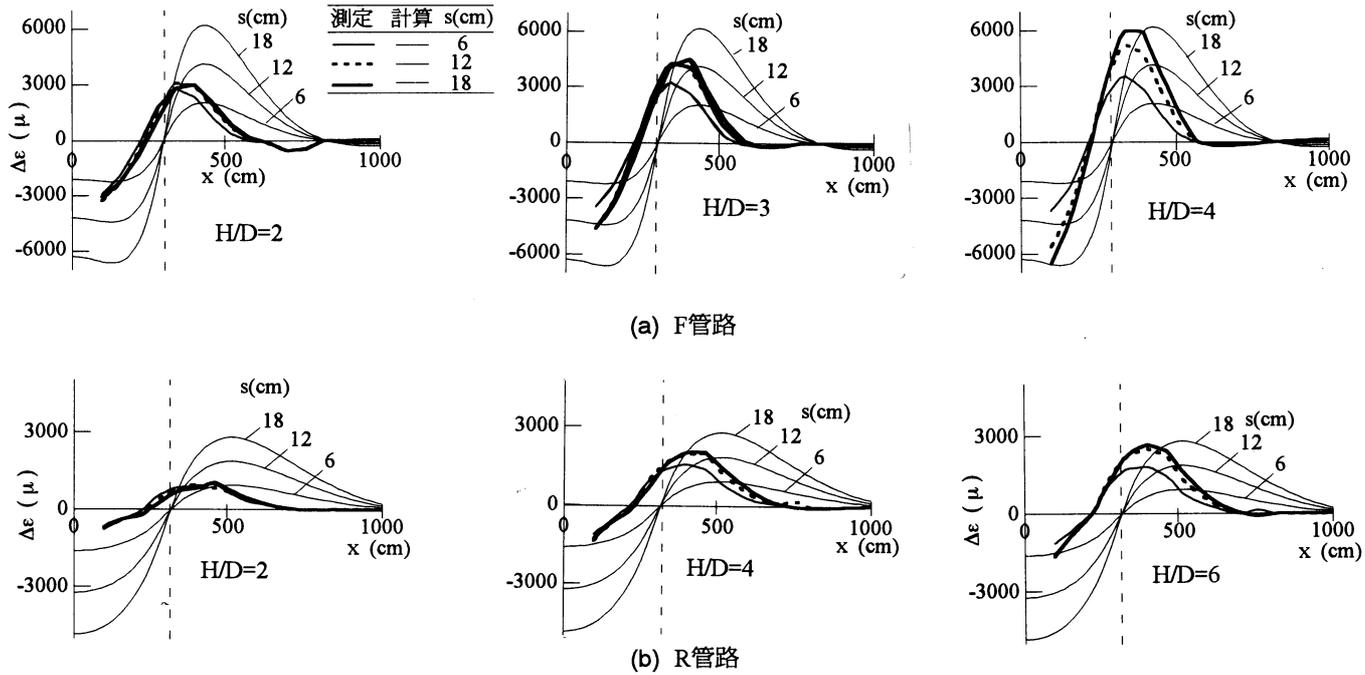


図-4 Aシリーズの測定 $\Delta\epsilon$ と梁理論による計算 $\Delta\epsilon$ の比較(乾燥砂地盤)

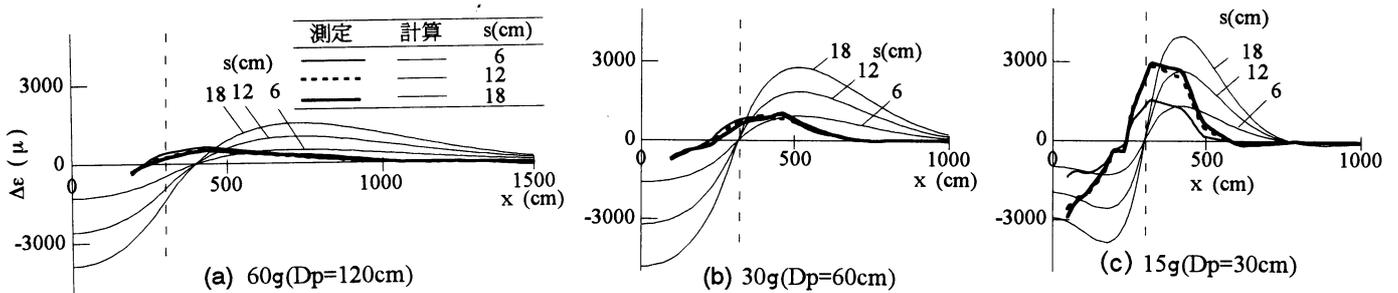


図-5 Bシリーズの測定 $\Delta\epsilon$ と梁理論による計算 $\Delta\epsilon$ の比較(乾燥砂地盤、H/D=2)

た、sが小さい時は測定 $\Delta\epsilon$ よりも小さく危険側であり、この傾向はH/Dが増えると強まる。次に、管路剛性の影響については、測定 $\Delta\epsilon$ と計算 $\Delta\epsilon$ は同傾向を示し、剛性の低いF管路の方が全体に値が大きく、変化領域が狭い。

図-5は、乾燥砂地盤の場合を例にとって、Bシリーズの $\Delta\epsilon$ を遠心加速度別に示している。測定 $\Delta\epsilon$ は、遠心加速度が減って $(EI)_p$ が減ると大きくなり、また変化領域が狭まる。計算 $\Delta\epsilon$ も値は異なるが、基本的に同傾向を示す。

結論 今回の研究によって、現行設計法⁴⁾に規定された弾性床上の梁モデルは、管路剛性の影響を正当に評価しているが、文献³⁾で指摘したように、土被り高と不同沈下量の影響評価に不備があることが再確認された。

文献: 1)井上他, 三次元遠心模型による埋設管路の土圧・変形挙動観測, 52回土木学会年講, 1997. 2)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. 3)高木・八谷他, 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), (実験結果と慣用設計法の比較), 54回土木学会年講, 1999. 4)日本ガス協会, ガス導管耐震設計指針, 1982.