

Ⅲ－B 227

埋設管路の軸方向挙動に関する遠心実験

大阪市立大学 高塚義則・東田 淳 中央復建コンサルタンツ 八谷 誠

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、長尺の模型管路を用いた遠心実験で調べている¹⁾。今回は地盤条件と管路の曲げ剛性の影響について報告する。

実験方法 図-1に示す硬質アルミ製の2種類の模型管路（以下、R管路、F管路と呼ぶ。外径 $D=2\text{cm}$ 、長さ 59cm ）は、半円筒形の受圧部（長さ 2cm ）を持つ土圧計と同形式のダミーを内柙（ $12\times 4.5\text{mm}$ ）の上下に56個固定し、円形断面管路を1/30に縮小模型化している。内柙の20箇所の上下面には曲げひずみ測定用のひずみゲージを貼付した。R管路とF管路の曲げ剛性 EI は、原型換算でそれぞれ $2.31\times 10^{10}\text{kgf}\cdot\text{cm}^2$ 、 $0.49\times 10^{10}\text{kgf}\cdot\text{cm}^2$ である。これらの模型管路を、図-2に示すように、土被り高 $H=4\text{cm}$ 、基盤との距離 $H_b=10\text{cm}$ の寸法で、表-1に示す6種類の模型地盤（奥行き 30cm ）中に埋め、遠心加速度 $30G$ 場で、実験装置の左側の床（幅 10cm ）を 40mm まで降下させ、床の降下量 $\bar{s}$ 、管路の上下に作用する垂直土圧 σ とせん断土圧 τ 、内柙の曲げひずみ ε 、管両端の沈下量を測定した。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。また、側壁にガラスをはめ、床降下中の地盤の変形を写真撮影によって観測し、さらに実験終了後に地盤を鉛直にカットして地盤内部の変形の様子を捉えた。

実験結果 以下に示す測定結果はいずれも $30G$ 場で床を降下させる前の値を初期値とする増分で表わす。

図-3は、床降下量 $\bar{s}$ と模型管路の左端の鉛直変位量 $\Delta\delta_p$ （下向きが正）の関係を示したもので、R・F管路とも、 $\Delta\delta_p$ は、① $\bar{s}$ が増えるにつれて一定値に収束し、②乾燥砂地盤（ S_D と S_L ）は粘着力のあるまき土（ G_D と G_L ）・シルト質地盤（ F_D と F_L ）よりも収束が早く、また③地盤の種類によらず、密地盤（添字D）の方がゆる地盤（同L）よりも収束が早いことが分かる。

図-4は、 $\bar{s}=6\text{mm}$ 時点で撮影した写真から得られた管路中央深度における地盤沈下量 $\Delta\delta_G$ を示したもので、

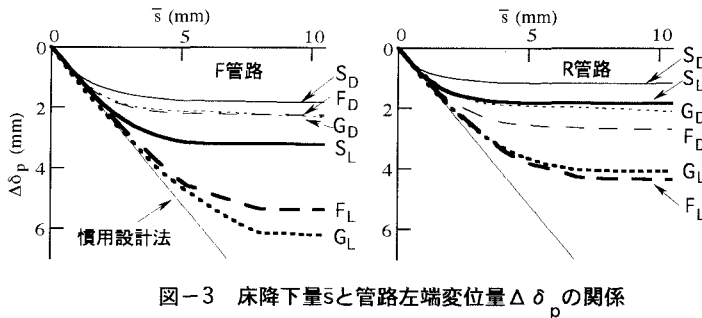
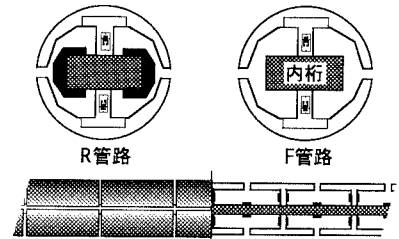
図-3 床降下量 $\bar{s}$ と管路左端変位量 $\Delta\delta_p$ の関係

図-1 模型管路

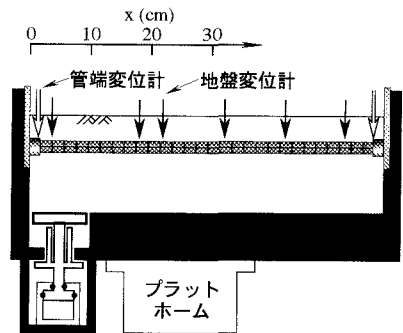
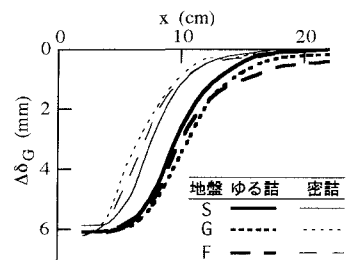


図-2 実験装置

表-1 地盤の性質

土	G_s	U_c	$\rho_d \text{ max}$ g/cm ³	$\rho_d \text{ min}$ g/cm ³	ρ_d g/cm ³	w %	c_d tf/m ²	ϕ_d 度
S_L	2.65	1.75	1.58	1.32	1.43	0	0	37
S_D					1.55	0	0	43
G_L	2.71	70	1.92	1.37	1.50	10	0.9	38
G_D					1.70	10	2.3	38
F_L	2.67	115	1.86	1.18	1.50	12	3.0	32
F_D					1.70	12	4.6	32

S:乾燥珪砂、G:まき土、F:シルト質砂。添字のL、Dはゆる詰め、密詰めを表わす。

図-4 $\Delta\delta_G$ の測定結果($\bar{s}=6\text{mm}$)

埋設管路、不同沈下、土圧、変形、遠心模型実験

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 06-605-2725

どの地盤も密度が小さい方が地盤の変形領域が広い。

図-5は、管路の上半分と下半分に作用した垂直土圧の差 $\Delta\sigma$ （下向きが正）、曲げひずみ $\Delta\varepsilon$ （上側引張りが正）、 $\Delta\varepsilon$ を積分して求めた管路の変位量 $\Delta\delta_p$ の管軸方向分布を、 $\bar{s}=6\text{mm}$ 時点为例にとって描いたもので、上段がS地盤、中段がG地盤、下段がF地盤の場合である。この図から $\Delta\sigma \cdot \Delta\varepsilon \cdot \Delta\delta_p$ の変化領域は、①S地盤がG・F両地盤よりも狭く、②どの地盤材料の場合も密地盤の方がゆる地盤よりも狭く、かつ③F管路の方がR管路よりも狭いことが分かる。また、① $\Delta\sigma$ の大きさはどの地盤材料ともR管・密地盤が大で、他はほぼ同じ、② $\Delta\varepsilon$ の大きさはF管路の方がR管路よりも大で、またどの地盤材料でもF管路ではゆる地盤の方が密地盤よりも大であるが、R管路では地盤密度による違いが見られず、③ $\Delta\delta_p$ の大きさは地盤材料・管路剛性に関わらず、ゆる地盤の方が密地盤よりも大きい。

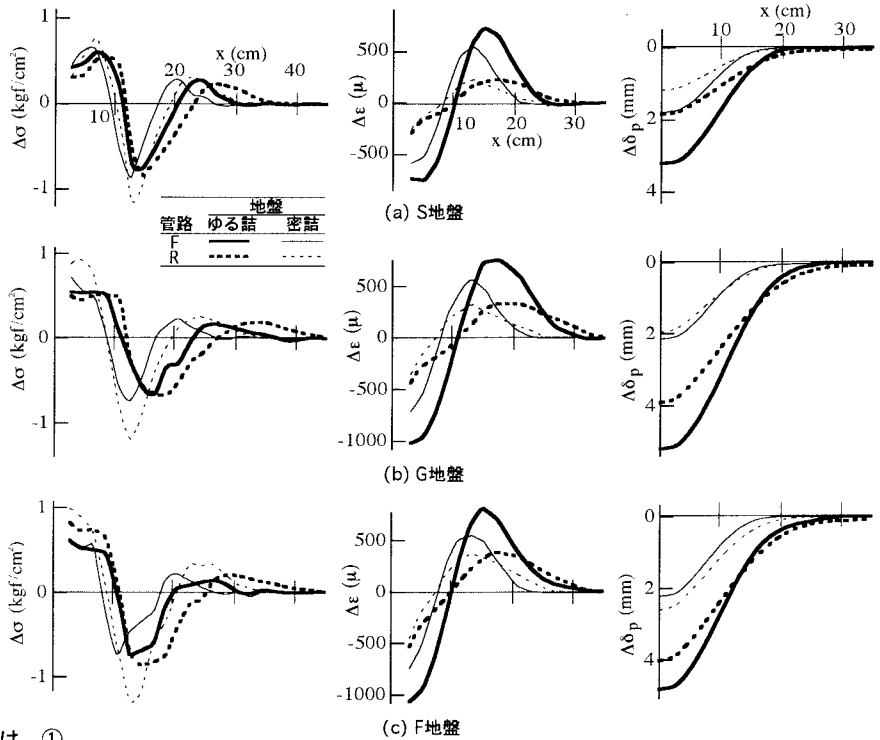


図-5 測定結果 ($\bar{s}=6\text{mm}$ 時点)

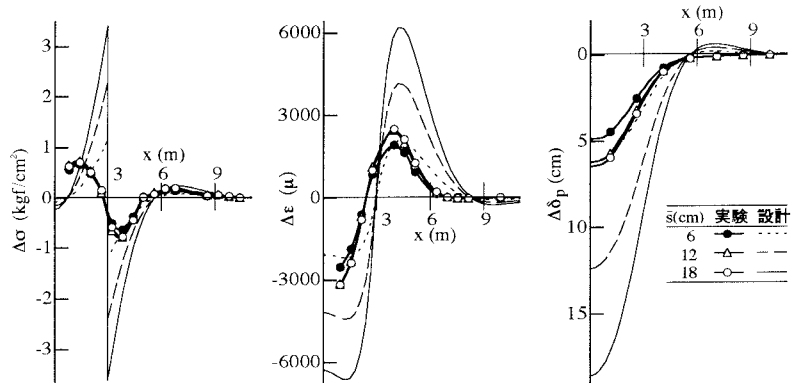


図-6 床降下に伴う測定結果の変化、および慣用設計法との比較(原型スケール)

図-6のプロットは、 $\bar{s}$ の増大に伴う $\Delta\sigma \cdot \Delta\varepsilon \cdot \Delta\delta_p$ の変化を G_D 地盤・F管路の場合を例にとって原型換算で示したもので、図-3と同様に、 $\bar{s}$ が12、18cm(模型で4、6mm)では $\Delta\sigma \cdot \Delta\varepsilon \cdot \Delta\delta_p$ 分布はほぼ同じである。一方、同図に示した細線は弾性床上の梁理論による設計値(ガス指針に規定された $k=0.39\text{kgf/cm}^3$ を使用)を示したもので、 $\Delta\sigma \cdot \Delta\varepsilon \cdot \Delta\delta_p$ の設計値は $\bar{s}$ の増大につれて比例的に増大しており、実験結果とは傾向が異なる。よって慣用設計法は不同沈下量の増大に伴う管路の外力・内部応力・変形の変化を過大に評価すると結論される。