

III-400 遠心模型によるたわみ性埋設管の土圧測定(その1 実験方法と結果)

大阪市立大学 東田 淳・吉村 洋
積水化学工業 森本孝弘・関 裕之

まえがき 筆者の一人はこれまで剛性埋設管の土圧問題と取り組んできたが、埋設管の種類は図-1に示すように多種多様である。そこで、扱う対象を剛性管からたわみ性管までの埋設管全体に広げた遠心模型実験を新たに行つて管に働く土圧を調べることにした。たわみ性管の土圧測定は、管が変形するため剛性管の場合よりもはるかに困難である。今回、模型たわみ性管1個を用いて遠心実験を行い、管に働く垂直・せん断両応力の分布、管断面の曲げひずみの分布、管のたわみ量を計測し、これらの計測値を互いに照合することにより測定土圧の精度を確認したので報告する。なお、計測結果の照合と考察は別報¹⁾に示したので併せて参照されたい。

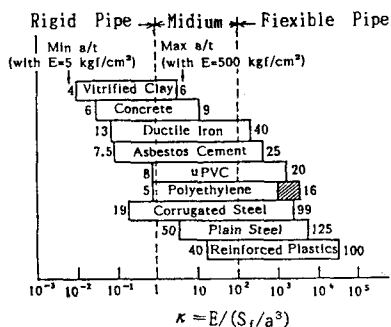


図-1 種々の管が取得したたわみ性指数 κ の範囲 ($S_r = E_p t^3 / (12(1 - \nu_p^2))$, $a = D/2$)

1. 模型たわみ性管

今回用いた外径 $D=86\text{mm}$ の模型たわみ性管を図-2に示す。部材はいずれも硬質アルミ製($E_p=7.4 \times 10^4 \text{kgf/cm}^2$)で、管重量は重力場で 20.3gf/cm である。模型管は土圧計測部とその両側の管(管厚 $t=1.5\text{mm}$)から構成され、2つの管は土圧計測部の支柱の受桁によって連結されている。連結部はそれ以外の管部分と同じ変形を生じさせるために管厚を大きくしてある。この模型管のたわみ性指数 κ の値は、土の弾性係数 E を 100kgf/cm^2 と仮定すると30となり、この管はMedium flexible pipe(図-1)に分類されるので、以後この模型管をM管と呼ぶ。

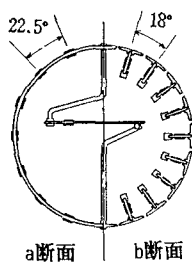


図-2 模型たわみ性管

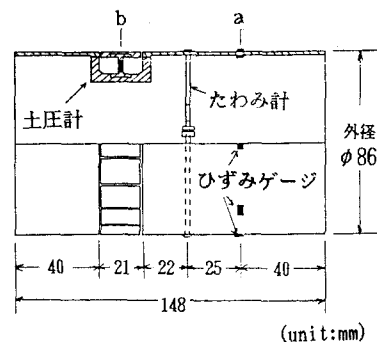


図-2に示すように、M管には20個の土圧計が 18° 間隔に装着されている。受圧面を支える細い支柱(厚さ 1mm 、幅 2.5mm 、長さ 8mm)の両面に貼付されたひずみゲージの出力から支柱の軸ひずみ、曲げひずみを求め、これに校正係数を乗じて受圧面に働く垂直・せん断両応力が得られる。この支柱の寸法は、原型の土被り圧に等しい垂直応力 σ が受圧面に働いた時に生じる支柱の軸ひずみが 50μ 以上で、 $\sigma/2$ のせん断応力が受圧面に働いた時の受圧面のたわみが 0.05mm 以下(隙間の $1/10$ 以下)という2つの条件から定めた。土圧計測部の重量は管部分とほぼ等しい(19.5g/cm)。

さらに管の12個所には曲げひずみ測定用ゲージが管の内外面に貼付してあり(管の左半分では 22.5° 、右半分では 45° 間隔)、また管の内側には片持ち梁式のたわみ計が1個設置されている。

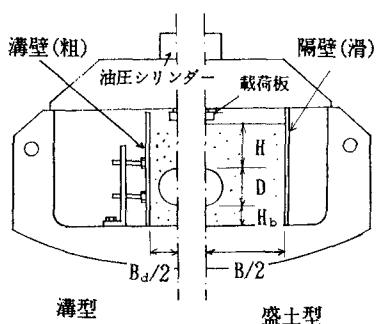


図-3 模型実験装置

2. 模型と実験方法

図-3は模型実験装置で、模型は原型の $1/31.4$ を想定した二次元

表-1 模型寸法 (単位:cm)

	D	H	H _b	B _a	B
模型管	8.6	8.6	3.82	12.42	32.4
原型管	270	270	120	390	1020

模型である。表-1に模型寸法と31.4G場の模型と対応する原型寸法を示した。なお原型はこれまで行ってきた剛性管の遠心実験に合わせてある。今回の実験では管の設置方式として、盛土型、素掘り溝型の2つを取上げた。また模型地盤は表-2、3に示す瀬戸い砂を用いて密詰、ゆる詰の2つの地盤密度で実験した。

実験方法はこれまでの剛性管の場合とほぼ同じで、模型を31.4G場に置き(以下、載荷前と呼ぶ)、幅2cmの粗な載荷板により20t輪荷重を想定した $q=12.1\text{tf/m}^2(=2 \times 8\text{tf} \times (1+0.3)/(2.75\text{m} \times 0.02\text{m} \times 31.4))$ の荷重強度まで管直上の地表面に載荷した(載荷時)。

3. 実験結果

1) 垂直、せん断応力の分布 4ケースの実験で測った垂直応力 σ 、せん断応力 τ の分布を図-4に極座標表示した。実線が載荷前、破線が載荷時のデータで、各図の左半分が σ 、右半分が τ の分布である。 σ は管中心向き、 τ は下向きをそれぞれ正として表してある。 τ は σ の5倍のスケールで描いてある。いずれも σ は管頂、管底が管側よりも少し大きく、載荷によって管頂の σ が増える。 τ は σ に比べごく小さい。

2) 曲げひずみの分布と管のたわみ量 図-5は載荷前、載荷時の管の左半分で計測された曲げひずみ ε の分布を管頂を 0° として表したものである。管の右半分のデータはここに示したものとほぼ同じであった。また、図-6に管のたわみ量 δ を示した。 ε の分布は、どの設置形態でもゆる詰地盤の方が密詰地盤よりも全体に大きく、これに対応して δ もゆる詰地盤の方が大きくなっている。

参考文献：1) 東田他、遠心模型によるたわみ性埋設管の土圧測定(その2 考察)、土木学会第43回年講、1988。

表-2 瀬戸い砂の1次性質

G_s	Grain Size	U_c	ρ_{dmax}	ρ_{dmin}
2.65	0.24~1.7mm	1.75	1.58t/m ³	1.32t/m ³

表-3 砂の密度、強度定数、溝壁との摩擦角

地盤	ρ_d	c_d	ϕ_d	ϕ_w
密詰	1.55t/m ³	0tf/m ²	7°	45.5°
ゆる詰	1.43	0	36°	44.5°

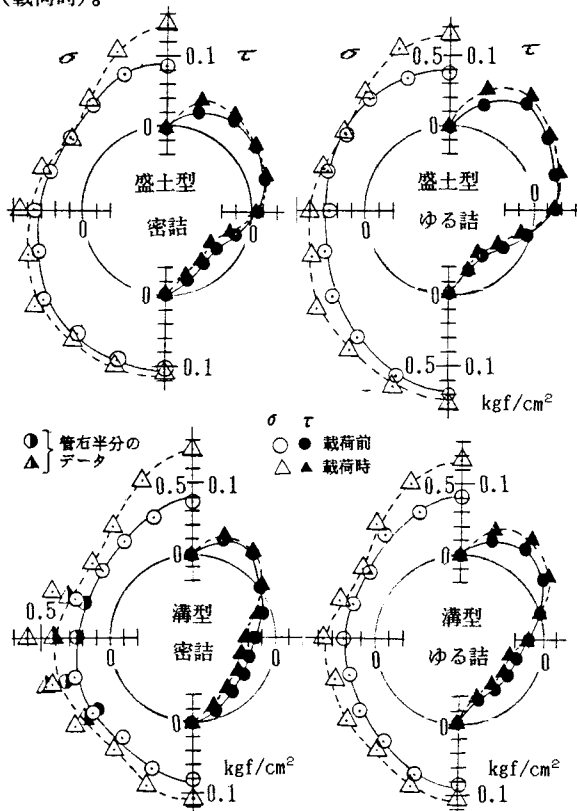


図-4 垂直応力 σ 、せん断応力 τ の分布

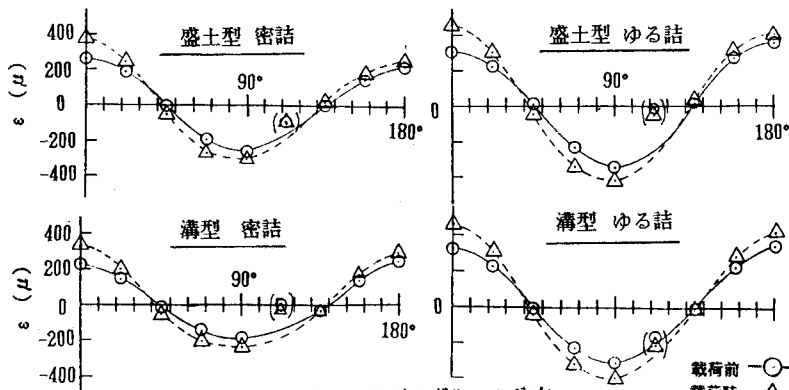


図-5 曲げひずみ ε の分布

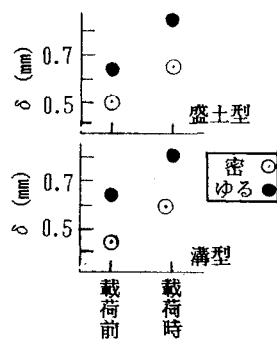


図-6 管のたわみ量 δ