

III-74 地盤が沈下する時に埋設管に働く土圧（遠心模型による管の引下げ実験）

大阪市立大学 東田 淳・李 黎明・永田常雄（現鴻池組）
大阪ガス 小川安雄・清水謙司

まえがき 管が埋設されている地盤が大きく不同沈下する時に管に働く土圧（分布と総量）を二次元遠心実験によって調べている。前報¹⁾では、管よりも地盤の方が大きく沈下する場合について報告したが、今回は逆に管が地盤にめり込んでいく場合の実験結果を報告する。

¹⁾東田他：地盤が沈下する時に埋設管に働く土圧、第28回土質工学研究発表会、1993

実験方法 実験に用いた模型管（図-1）は外径Dが4cmで、管中央部の20個の土圧計によって管面に働く垂直・せん断両方向の土圧（ σ ・ τ ）を測定できる。管面は滑らかである。 σ ・ τ の較正は図-2に示す方法で行った。図-3に示すように、この模型管を2本のピアノ線（ $\phi 8$ mm、管の引下げ力P測定用のロードセルと兼用）によって容器底部に設置した油圧シリンダーと接続し、遠心加速度15G場で0.23mm/minの一定スピードで引下げ、管の引き下げ量 δ 、 P_r 、 σ ・ τ の分布を測定した。埋設寸法は土被り高Hが8cm、基礎地盤厚 H_b が18cmである。なお、 H_b を28cmにした実験も行ったが、 H_b が18cmの場合と結果はほぼ同じであった。

模型地盤は、表-1に示す3種類の土を鉛直方向に落下または締固めることにより、表-2に示す6種類の地盤を作成した。

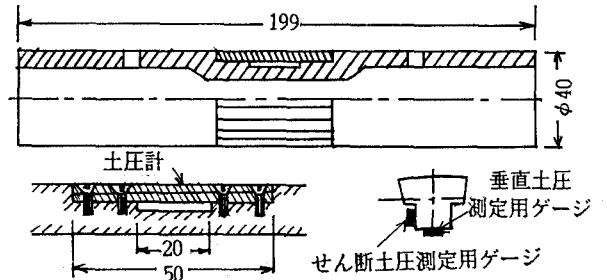


図-1 模型管と土圧計 (unit: mm)

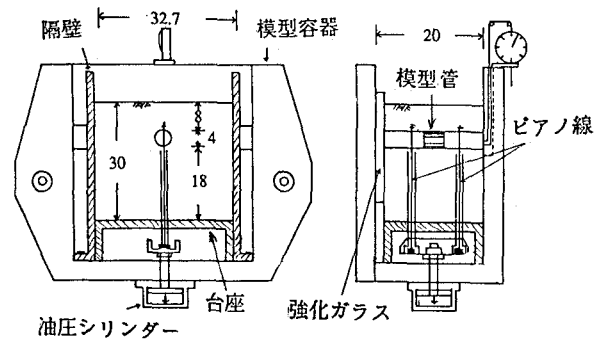


図-3 模型実験装置 (unit: cm)

実験結果 図-4はまさ土・密地盤の場合を例にとりて $\delta - P_r / \gamma$ ・HD関係、および σ の分布（管中心向きが正、極座標表示）の変化を示したものである。 P_r / γ ・HD値は管重量分を差し引いた土圧反力の総量で、 δ の増加につれて直線的に増える。また σ は

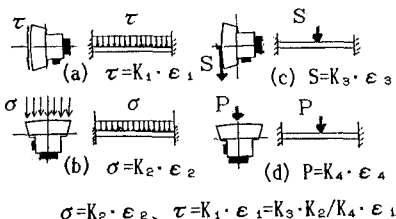


図-2 等分布 σ ・ τ の較正係数の求め方

表-1 地盤材料の一次性質

地盤材料	最大粒径 砂分 細粒分			ρ_{dmax} U _o (g/cm ³)	ρ_{dmin} (g/cm ³)	W _{opt} (%)		
	G _s (mm)	(%)	(%)					
乾燥砂(S)	2.65	1.4	100	0	1.75	1.58	1.32	—
まさ土(SF)	2.71	2.0	84	16	70	1.92	1.37	11.4
シル質砂(SF)	2.67	2.0	70	30	115	1.86	1.18	13.5

表-2 地盤材料の二次性質

地盤		ρ_d (g/cm ³)	w (%)	D_r (%)	D_c (%)	C_d (kgf/cm ²)	ϕ_d (°)
乾燥砂	密	1.55	0	90	97	0	43
	ゆる	1.43	0	47	91	0	37
まさ土	密	1.70	10	68	89	0.23	38
	ゆる	1.50	10	30	78	0.09	38
シル質砂	密	1.70	12	84	91	0.46	32
	ゆる	1.50	12	58	81	0.30	32

管の上半分ではゼロ、下半分では管底が最も大きく、 δ の増加につれて全体に増える。図-5は全実験で得られた $\delta - P_r/\gamma, HD$ 曲線を示したもので、一例を除いていずれも直線に近く、乾燥砂の場合の勾配が極めて大きい。表-3は図-5の $\delta < 5\text{mm}$ の範囲の $\delta - P_r/\gamma, HD$ 曲線の勾配から求めた地盤反力係数で、最小値と最大値では20倍ほどの違いがある。

図-6は δ が10mmの時の $\sigma \cdot \tau$ の分布を極座標表示したもので、 σ は管中心向きを、 τ は上向きを正として表わしてある。なお、 $\sigma \cdot \tau$ の測定値には管体に生じる管軸方向の曲げの影響が含まれるが、この図の $\sigma \cdot \tau$ は管の上半分で測定された $\sigma \cdot \tau$ を管の下半分に足しこんでこの誤差を補正したものである。ラインで示した土圧分布から計算した土圧反力の総量はロードセルで測定した P_r 値の92%~107%となり、十分な精度と言える。図-7に実験終了後に撮影したまさ土・シルト質砂地盤の変形の様子を示した。

まとめ 今回の実験結果から、地盤反力係数は線形に近く、弾性支承上の梁理論が少なくとも地盤反力の計算には適用の可能性がありそうなこと、また地盤反力係数の値は地盤の種類と状態によって大きく異なり、農水設計基準やガス指針に示された値よりも変化幅が大きいこと、が分かった。

表-3 地盤反力係数 (kgf/cm^3)

	密地盤	ゆる地盤
乾燥砂	1.76	1.56
まさ土	0.42	0.15
シルト質砂	0.37	0.09

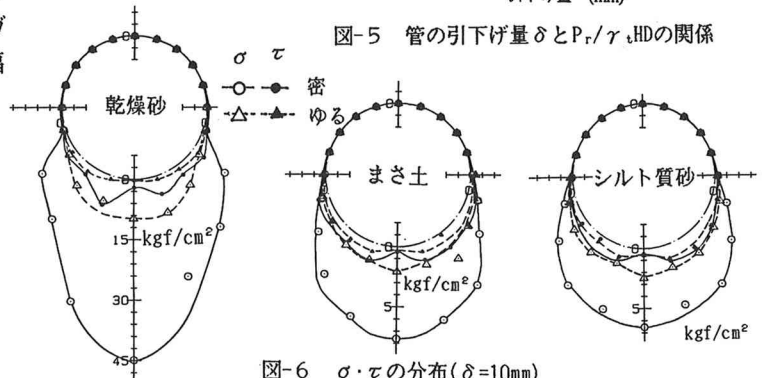


図-6 $\sigma \cdot \tau$ の分布 ($\delta=10\text{mm}$)

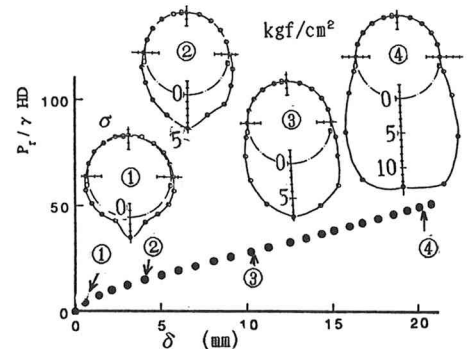


図-4 $P_r/\gamma, HD$ と σ 分布の変化(まさ土・密地盤)

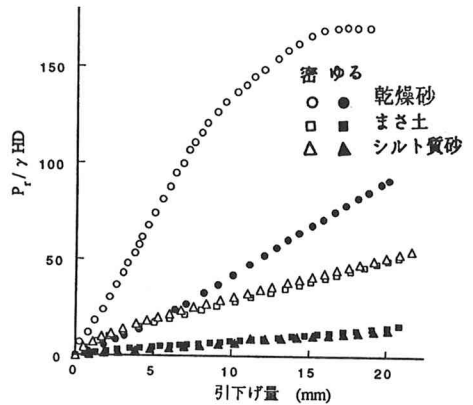


図-5 管の引下げ量 δ と $P_r/\gamma, HD$ の関係

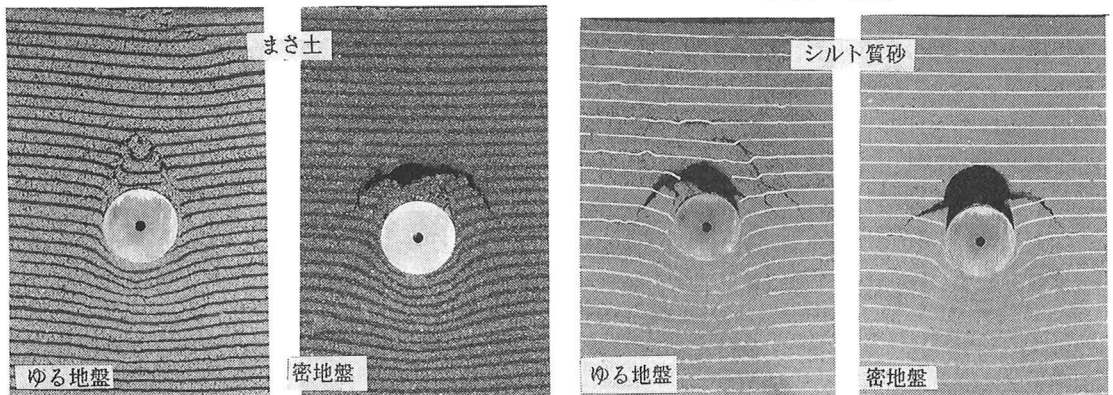


図-7 地盤変形の様子(実験終了後)