

遠心力場におけるたわみ性鋼管の土圧と応力

日本大学（院） 学生会員 木村 真也
日本大学 正会員 今野 誠
上田 義彦 根本 正人

1. まえがき

たわみ性管に作用する土圧と変形挙動またそれより生じる応力は、多様な影響要因を含んだ地盤工学の問題である。本研究では遠心载荷実験装置を用いて管に生じるそれらを計測した。影響要因として設備・機材等の制約から土・埋戻し D_r ・原地盤 D_r ・载荷加速度 G ・埋設方法・土被高の6要因を考えた。これらにそれぞれ3水準を与え実験計画法 L_{27} 直交表にあてはめ統計処理することにより、各要因のたわみ性管挙動への影響効果を検討した。

表 - 1 要因 - 水準

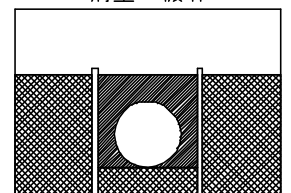
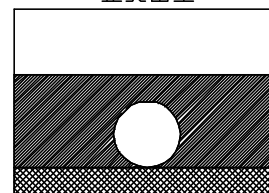
6要因3水準				
要因		1	2	3
X ₁	土	豊浦標準砂	砂(中目)	砂(粗目)
X ₂	埋戻しDr	20%	40%	60%
X ₃	原地盤Dr	20%	40%	60%
X ₄	G	20G	30G	40G
	(換算管径)	1.0m	1.5m	2.0m
	(換算EI)	278MPa	1405MPa	4443MPa
X ₅	埋設法	正突出型	溝型 板有	溝型 板無
X ₆	土被り	2cm	4cm	6cm

表 - 2 試料物性

	標準砂	砂(中目)	砂(粗目)
ρ_s (g/cm ³)	2.588	2.691	2.800
ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.66	1.66	1.55
ρ_{dmin} (g/cm ³)	1.36	1.35	1.25
D_{max} (mm)	2.0	2.0	2.0
U_c	2.00	2.09	2.39
U_c'	0.93	0.84	1.27
落下高	D_r 20% (cm)	90	69
	D_r 40% (cm)	159	156
	D_r 60% (cm)	222	244

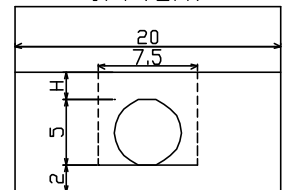
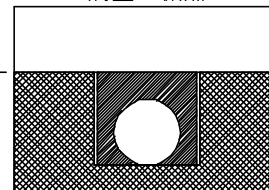
正突出型

溝型 板有



溝型 板無

寸法 (cm)



凡例： ■ 埋戻し ■ 原地盤

図 - 2 実験模型模式図

2. 実験概要

実験は要因の効果を調べるために行われるが、一般には多くの要因がお互いに作用した結果として、実験結果が得られる。一つの要因のみ変化させて行う実験(1因子実験)では、他の要因が変化したとき、同じ結果が得られるか不明である。要因の数が多いほど、すべての組み合わせを実験するのには費用と時間がかかる。そこで今回は、それぞれの要因が均等に作用しあう条件で、少ない数の実験により、要因個々の効果を分離できる手法(実験計画法)を用いてデータを統計的に扱った。本研究では、要因 - 水準を表 - 1 のように設定し、これを $L_{27}(3^3)$ 直交表¹⁾にあてはめ実験ケースを決定した。

表 - 2 に実験に使用した試料物性を示す。物性のうち落下高とは空中落下法で所定の相対密度(20,40,60%)を得るために要する高さである。空中落下試験は絶乾試料と所定寸法の漏斗を用いて行った。

図 - 1 に使用した埋設管模式図を、図 - 2 に実験模型の模式図を示す。管には管頂を0°として45°刻みに圧力計とひずみゲージを取り付け、所定の向きで設置した。

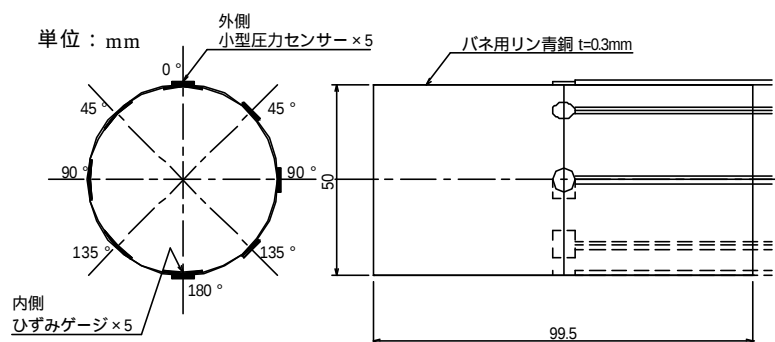


図 - 1 埋設管模式図

キーワード：埋設管，遠心模型実験，実験計画法

連絡先：〒275-8575、千葉県習志野市泉1-2-1、日本大学大学院生産工学研究科土木工学専攻、047-474-2421

3. 実験結果

実験で得られた結果を統計処理することにより、土圧と応力に対する効果・影響が大きかったものを選定した。選定理由としてはF検定で95%以上の信頼性を得られたものを基準とした。

6 要因のうち埋戻と原地盤の相対密度の2 要因に関してはその効果が認められなかった。その理由として次のことが考えられる。遠心载荷することにより試料がより密なものへと変わっているのではないかな。

相対密度という物性はその土固有のものであるから今回のように土を3種類に変えてしまったのではその効果が出てこない、相対密度よりも間隙比で調整するほうが好ましい。

要因別の土圧及び応力の主効果図を図3・4に示す。主効果図とは、傾きの大きさから各要因水準間の相関がわかるものであり、土圧は(+)が圧縮、応力は(+)が引張(-)が圧縮で表されている。

土圧は管底部において最大の土圧が発生した。他の部位ではほぼ同等の土圧が発生した。载荷加速度と土かぶりに関しては水準間でほぼ比例関係が見られた。

応力は管上下部 - 引張、側部 - 圧縮となった。引張部は水準間においてあまり差異が現れなかったのに対し、圧縮部ではそれが大きく出てきた。特に埋設法 - 溝型板無のケースにおいてその効果が顕著に見られた。このことから管工事での矢板引抜による管破壊の危険性を再確認出来る。

上下のグラフを見比べてみて、土圧が大きな所が必ずしも応力も大きいとは限らないことがわかる。

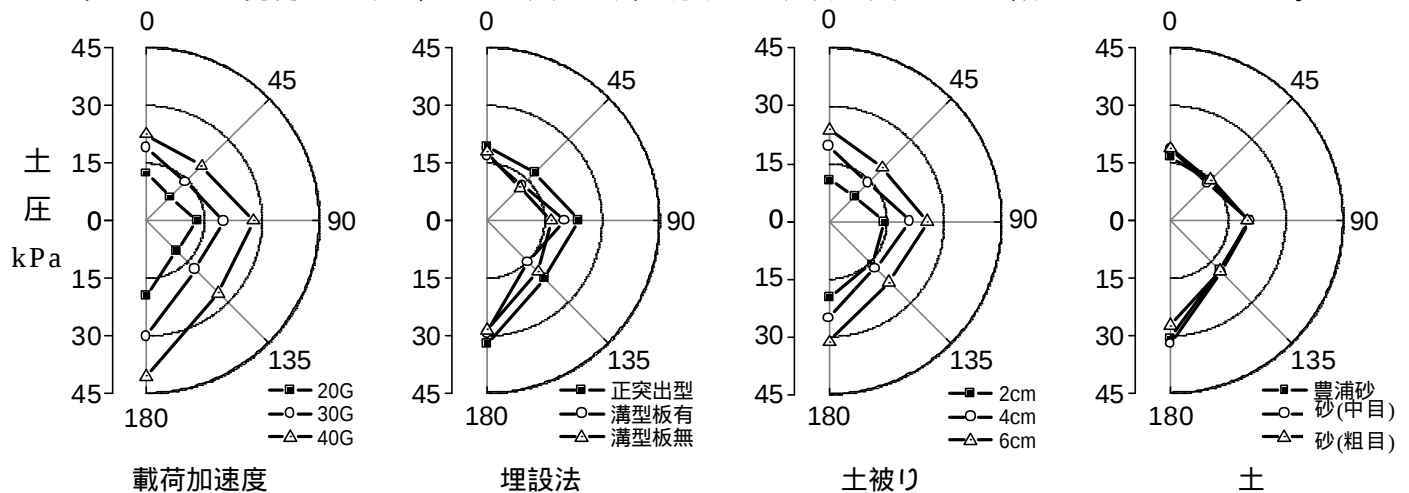


図 - 3 要因別土圧主効果図

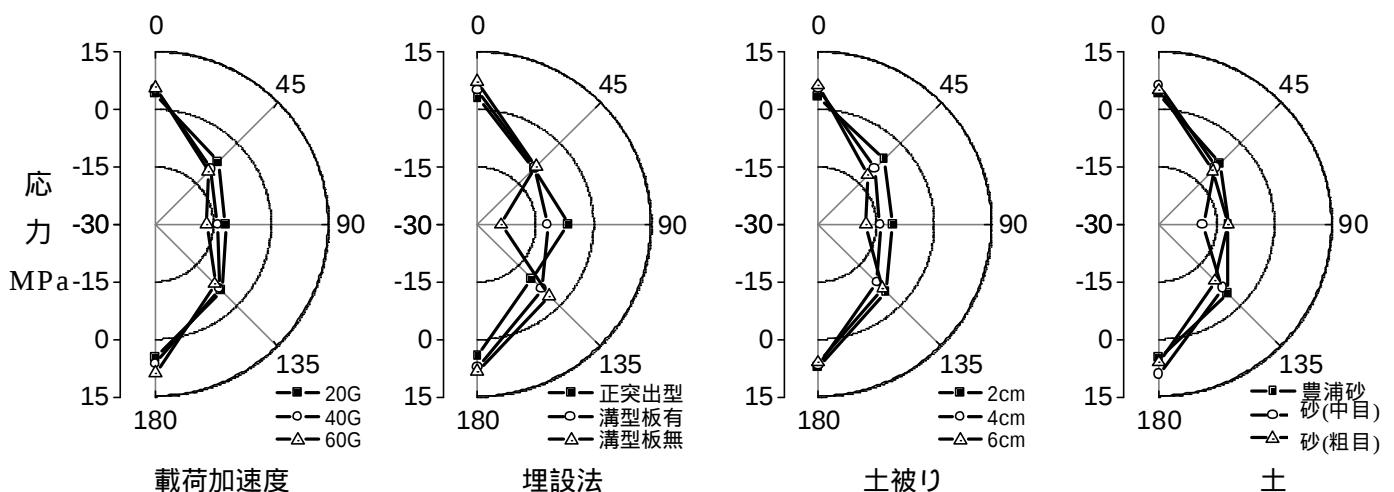


図 - 4 要因別応力主効果図

あとがき 遠心载荷装置に始めて埋設管を組込んで実験を行ったため、様々な試行錯誤の積み重ねであった。今回得られた数々の反省を踏まえ今後研究を進めていく所存である。

参考文献 1) 中里博明, 川崎浩二郎, 平栗昇, 大滝厚: 品質管理のための実験計画法テキスト S60.5
2) 地盤工学会編: コルゲートメタルカルバートマニュアル、H9.9