

Ⅲ - B170

たわみ性埋設管の遠心模型挙動に対するFEM弾性解析(盛土型と素掘り溝型の場合)

大阪市立大学工学部 (学) 米谷彰司・(正) 東田 淳
 鴻池組技術研究所 (正) 吉村 洋

まえがき 実態を反映していないたわみ性埋設管の現行設計法に代わる設計法として、FEM弾性解析に基づく手法を提案することを目的として、前報¹⁾で示した解析法に大幅な改良を加え、遠心実験に対する徹底したシミュレーションを行った。本報告では、解析の改良点とF管を用いた盛土型(Embk.)・素掘り溝型(Ditch-0)の実験結果との比較について述べる。なお、別報²⁾で矢板施工溝型の比較を示したので併せて参照されたい。

解析法の改良点 (1)前報で示した解析の結果は、遠心実験の測定結果と比べて、土圧分布は良く一致したが、土圧の強度はかなり大きく、そのため管のたわみも大きかった。この定量的な差は、実験容器内面に働く摩擦力によって生じることがわかったので、前報では実験結果の方を、摩擦力を考慮して補正したが、今回はこの摩擦の影響を解析に取り込み、実験結果を補正せずに直接、比較する方法を採用した。すなわち、今回の解析では、図-1に示す地盤の厚さ z と地盤重量の測定値 W^* と理論値 W の比 W^*/W の関係を双曲線で近似して、地盤材料の見かけの単位体積重量 γ^* の深さ方向に対する分布を求め、この γ^* を地盤材料の重量として与えることによって摩擦力の影響を考慮した。

(2)前報では地盤材料の変形係数 E_s は模型の深度に関わらず一定とし、管側深さの土自重応力レベルにおける値を与えたが、今回の解析では E_s の応力依存性を厳密に評価するため、 γ^* から決まる地盤の各深度での自重応力 σ_1 における E_s を図-2の K_0 試験結果から読み取り、模型の各深度でその E_s を与えた。

(3)実験は表-1に示す3種類の地盤材料を用いて行った。そのうちの乾燥砂の模型作成時の地盤密度の幅($\pm 0.02 \text{ g/cm}^3$)が無視できないことがわかったので、乾燥砂を用いた実験の解析では、密度を変えて行った K_0 試験の結果(図-2)を内挿して各実験の ρ_d に対する E_s を決定した。

解析モデル 上述以外は解析方法を変えていないので、詳細については前報を参照されたい。図-3に要素分割を示す。地盤側方の境界条件はEmbk.では滑壁条件、Ditch-0では粗壁条件を与えた。またどの埋設方式でも、地盤下端の境界条件は固定条件とし、管面の境界条件はジョイント要素を挿入し

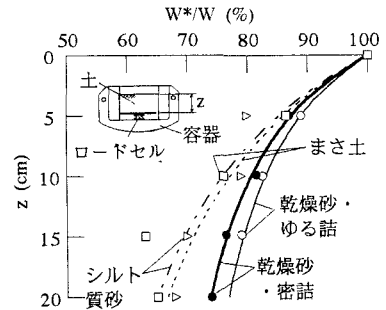


図-1 遠心場での実験容器内面の摩擦測定結果

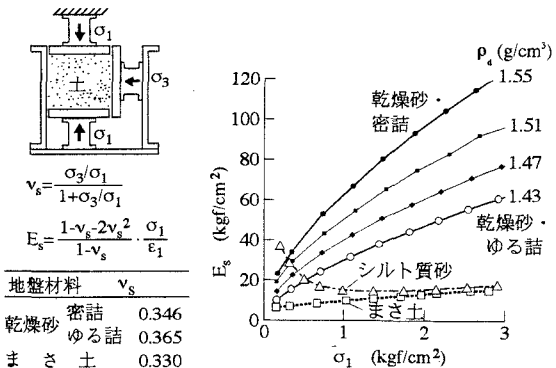


図-2 地盤材料のポアソン比 v_s と変形係数 E_s

表-1(a) 地盤材料の一次性質

地盤材料	G_s	粒径 最大 (mm)	75 μm 未満(%)	U_c	ρ_{dmax} (g/cm^3)	ρ_{dmin} (g/cm^3)	w_{opt} (%)
乾燥砂(S)	2.65	1.4	0	1.75	1.58	1.32	—
まさ土(G)	2.71	2.0	16	70	1.92	1.37	11.4
シルト質砂(F)	2.67	2.0	30	115	1.86	1.18	13.5

表-1(b) 模型地盤の密度と強度定数

地盤材料	密度	w (%)	ρ_d (g/cm^3)	c_d (kgf/cm^2)	ϕ_d (deg.)
乾燥砂(S)	密	0	1.55	0	43
	ゆる	0	1.43	0	37
まさ土(G)	ゆる	10	1.50	0.09	38
シルト質砂(F)	ゆる	12	1.50	0.30	32

キーワード：地中埋設管、遠心実験、FEM弾性解析、容器の摩擦、土の変形性

連絡先：吉村 洋 〒554 大阪市此花区伝法 4-3-55

TEL：06-461-0262 FAX：06-468-3659

て、摩擦と開口を表現した。

材料定数は、管の単位体積重量と弾性定数は模型管の材質である硬質アルミの値を与え、土については図-3の破線によって区切った層ごとに、上述の γ^* と E_s を与えた。土のポアソン比は応力依存性がなかったため、図-2中の表に示す値を各層に対して与えた。

実験結果との比較 図-4は土被り高 $H=9\text{cm}$ （=管外径 D ）、基礎厚 $H_b=4\text{cm}$ の埋設寸法の場合について、F管に作用する土圧

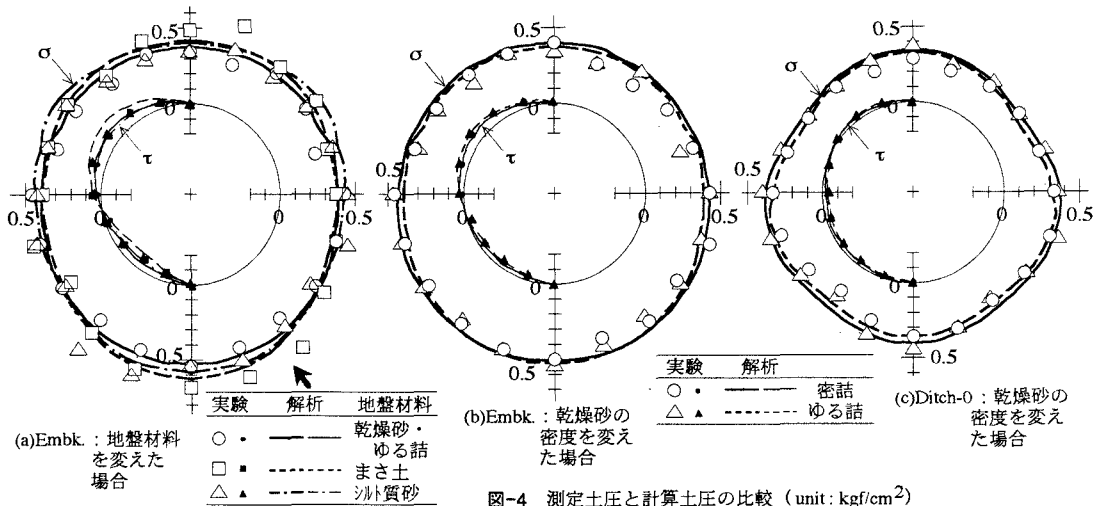
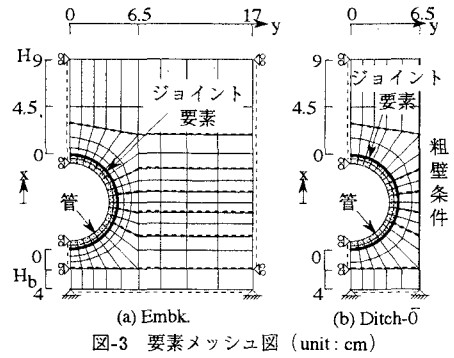


図-4 測定土圧と計算土圧の比較 (unit: kgf/cm^2)

$\sigma \cdot \tau$ の分布を実験（プロット）と解析（ライン）で比べたものである。(a)図が Embk.で地盤材料を3種類に変えた場合、(b)(c)図が Embk.とDitch-0で乾燥砂の密度を変化させた場合である。図-5はF管の鉛直たわみ量 ΔD の実験値（黒塗）と計算値（白抜き）を比べたもので、(a)~(c)図はそれぞれ図-4の(a)~(c)図の場合と対応している。これらの図から以下のことがわかる。

(1)Embk.の場合の $\sigma \cdot \tau$ 分布と ΔD は、どのケースも実験と解析で良く一致している。

(2)Ditch-0の場合も、密詰めの場合の $\sigma \cdot \tau$ 分布と ΔD は実験と解析でよく一致している

が、ゆる詰めの場合の解析による ΔD は実験結果に比べてかなり小さく、この点については、現在、検討中である。

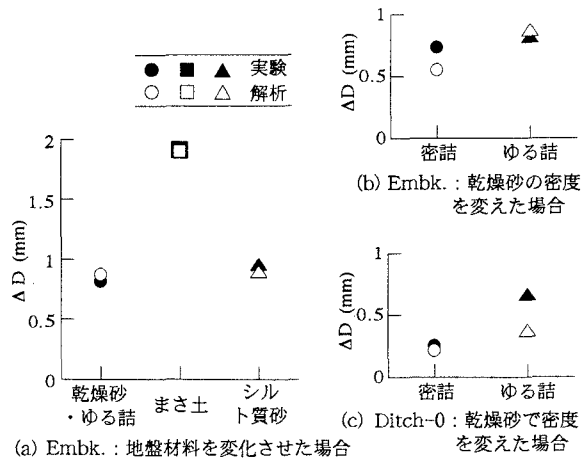


図-5 鉛直たわみ量 ΔD の比較

- 参考文献** 1)Tohda J., et al., "FE elastic analysis of earth pressure on buried flexible pipes", Centrifuge 94, pp.727-732, 1994.8
2)吉村 洋他:「たわみ性埋設管の遠心模型挙動に対するFEM弾性解析（矢板施工溝型の場合）」土木学会第52回年講, 1997.9（投稿中）