

III-61

埋設矩形コンクリート管に作用する土圧に関する弾性解析

茨城大学 工学部

正員 安原一哉 福沢公夫 佐藤研一

中川ヒューマン工業(株)

正員 服部恵光

五洋建設(株)

正員○北川明廣

1. はじめに 従来の遠心力鉄筋コンクリート管(以下、 $\text{L}\cdot\text{U}\cdot\text{M}$ 管という)は、品質の安定、経済性や現場施工の容易性から下水道の管路として多用されており、その需要は深い地盤下でもますます盛んになると思われる。著者ら¹⁾は、現在使用されている $\text{L}\cdot\text{U}\cdot\text{M}$ 管より高強度で、施工性に優れている全周をコンクリートにより巻立てた矩形コンクリート管(以下、CSB管という)を深い地盤内に埋設したことを想定した一次元載荷模型実験を行い、地盤内に発生する土圧及び管に作用する土圧を調べた。これに引き続いて本論文ではこの様な土槽模型実験に対する有限要素法による弾性解析を行った。とくに土槽実験における鉛直土圧の測定結果と計算結果の比較を行い、深い地盤に埋設されたCSB管に作用する土圧の評価法について検討を行った。

2. 解析概要 前報で報告した土槽模型実験の結果より、地盤内にCSB管を埋設することによって、管周辺部の地盤内に発生する土圧は不均一となり、管の頂・底部には集中土圧が働くことが明らかとなった。また、このCSB供試管の置型により、供試管の耐圧性及び土圧分布も変化することも分かった。そこで、このことを検証するために、今回の解析では、深い地盤内に埋設されるCSB管を想定して行った模型土槽実験を解析対象とし、土槽実験に沿った弾性解析を実施した。図-1に模型土槽実験の概要を示す。実験の詳細については前報で報告したのでここでは省略する。図-2に解析に用いた要素分割図と拘束条件を示す。今回の解析では載荷条件及び土槽内地盤の形状がともに左右対象であることより、土槽右半分について置型の異なる2つのタイプの解析を行った。表-1に今回の解析条件を示す。載荷条件は、実験条件と同様に地表面に線形等分布載荷とし、載荷ステップは、表に示す6通りとした。材料定数条件は、供試管と砂試料で弾性係数を区別している。供試管は各載荷ステップにおいて、直線性の弾性体とし、弾性係数ならびにポアソン比を一定とした。砂試料においては、供試管に比べ各載荷ステップに置いて非線形の弾性体と考えられるため、土槽実験に使用した砂試料(日光珪砂)について三軸試験(CD)を行い、それぞれの弾性係数を求めた。三軸試験では、砂試料の相対密度を土槽実験における密度の調整し、各拘束圧下における微小ひずみ($\varepsilon=0.1\%$)における応力・ひずみ関係における初期接線勾配を弾性係数 E_s とした。図-3に示す拘束圧と弾性係数 E_s の関係から、

表-1 解析入力定数

	解析に使用した 各材料定数	載荷ステップ・鉛直載荷応力(kgf/cm ²)					
		0.83	1.07	3.33	6.67	10.0	15.0
砂 試 料	弾性係数 E_s (kgf/cm ²)	320	450	690	1200	1700	2400
	ポアソン比 ν	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
	せん断弾性係数(kgf/cm ²)	130	180	270	470	670	960
供 試 管	弾性係数 E_s (kgf/cm ²)	3.5×10^5					
	ポアソン比 ν	0.18					
	せん断弾性係数(kgf/cm ²)	1.5×10^5					

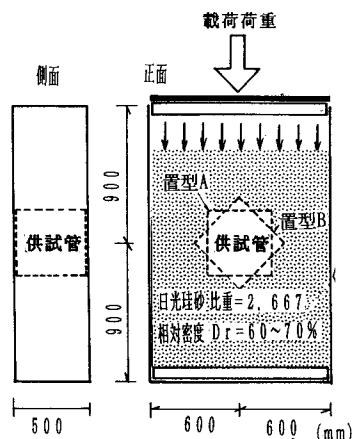


図-1 模型土槽実験の概要

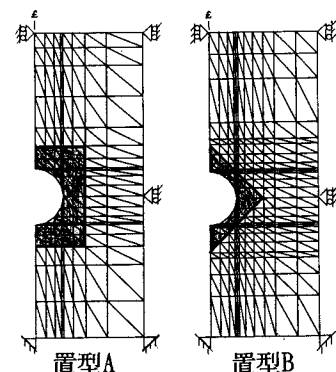
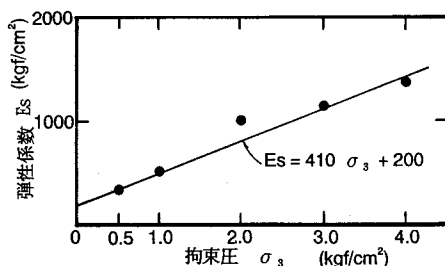


図-2 要素分割図と拘束条件

図-3 弾性係数 E_s と拘束圧 σ_3 の関係

各载荷条件時の弾性係数を求めた。また、ポアソン比 ν は、三軸試験結果より求められる内部摩擦角 ϕ から決められた K_0 値から、 $\nu = K_0 / (1 + K_0)$ により算定した。

3. 解析結果及び考察 図-4に解析により求められた鉛直载荷荷重 $\sigma_v = 10.0(\text{kgf/cm}^2)$ における各置型のCSB管を埋設した場合の土槽内に発生した最大主応力の分布を示している。これらの解析結果より、置型Aでは供試管の管頂及び管底に载荷荷重とほぼ同じ応力が発生しているが、管側ではその半分の応力しか発生していないことが分かる。また置型Bでは、特に管頂と管底に応力の集中がみられるが、管周辺部においてはほぼ均等な応力の分布が見られる。図-5に各置型における各荷重载荷時の土槽中央部にセットされた土圧計により測定された土圧と解析により求められた土圧の比較を行った結果を示す。これらの結果より、両置型において土槽内で発生する土圧はほぼ解析値と実験値が一致しているが、供試管直下部の土圧分布において、解析値より実験値が大きくなっている。次に、供試管に作用する土圧の分布について、各置型について、解析結果と供試管の薄肉部で測定された土圧の比較を行った結果を図-6に示す。供試管に働く土圧分布では、置型Aの管底部において解析による計算土圧が実験値よりも小さくなっている以外は、両置型において計算土圧が実験値よりも大きくなった。また、解析結果では置型Aにおいては、供試管の管底・管頂に働く土圧分布は、载荷荷重 σ_v より大きく、特に管側に働く土圧分布と比べると大きな差が見られ、供試管には不均一な土圧が働いていることがわかる。一方、置型Bでは、置型Aに比べると土圧分布に均等性が見られ、供試管に対して等方的であり载荷荷重 σ_v より小さな土圧が働いていることが分かる。

4. まとめ

深い地盤内に埋設された矩形コクリート管の弾性解析を行い、次のような結果が得られた。

(1)弾性解析の結果は模型土槽実験により測定された土圧の傾向とほぼ一致し、弾性解析でCSB管を埋設した地盤の土圧分布を予測できることがわかった。(2)土槽実験の結果を考慮すると供試管の薄肉部に土圧の集中を受けにくい置型Bの埋設方法が大深度の地下埋設管として優れている。

参考文献 (1)安原ら(1992):遠心力締固め矩形コクリート管に作用する土圧に関する土槽模型実験、第19回土木学会関東支部研究発表会講演概要集、pp.192-193

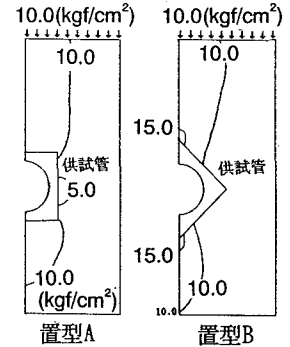


図-4 土槽内に発生した最大主応力の分布

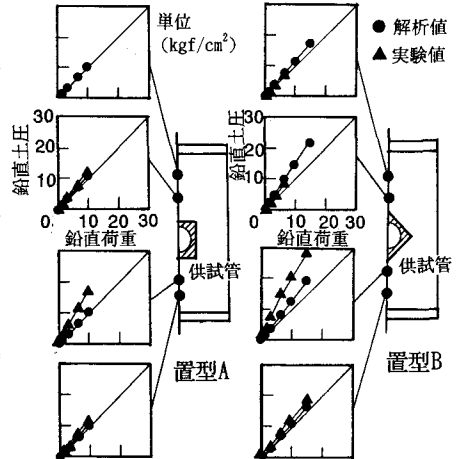


図-5 土槽中央部における土圧の実験値と解析値の比較

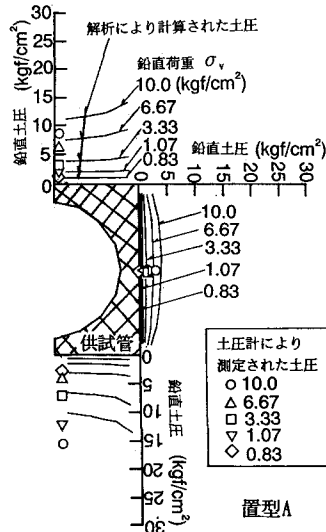


図-6 供試管の薄肉部における土圧の実験値と解析値の比較