

(Ⅲ - 11) 遠心力締固め矩形コンクリート管に作用する土圧に関する土槽模型実験

茨城大学 工学部

安原一哉 福沢公夫 ○佐藤研一 北川明廣

中川ヒューム管工業(株) 服部恵光

1. はじめに 近年、大深度の地下開発ならびに大規模な宅地造成等がおこなわれるようになり、これにともなう地下埋設物の需要とその強度が要求されている。また、従来の遠心力鉄筋コンクリート管(以下、 μ -A管という)は、品質の安定、経済性や現場施工が容易である等により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増えてくると思われる。そこで、本研究では、現在使用されている μ -A管より高強度である、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、模型土槽内にCSB管を埋設し載荷実験を行い、管の耐圧性と挙動並びに地盤内に発生する土圧の測定を行った。また、供試管の埋設方法にも着目して実験を行い、埋設方法の違いが、発生する土圧分布に及ぼす影響を調べた。

2. 実験概要 図-1に今回実験に使用したCSB供試管(呼び径:内径 $\phi 316$ mm)を示す。供試管は図-2に示す土槽側面中央部に呼び径と同じ径の穴を開けた大型鋼製土槽($h=1800$ mm X $b=1200$ mm X $t=520$ mm)内に埋設した。また、土槽内壁は、ゴムシートをグリースによって張り付けることにより、摩擦の軽減を行い、平面ひずみ状態により実験を行った。実験では、供試管の埋設方法に着目し、図-3に示すように通常供試管が埋設される方法(置型A)と図-4に示すように供試管の頂部を鉛直方向にして埋設する方法(置型B)の2種類について、埋設方法の違いによる載荷試験を行った。また、図-5に示すように供試管にストレインゲージを貼り、土圧計(No.①~No.⑭)は図-3、4に示すような位置に埋設及びセットした。土槽内に投入した砂は、表-1に示すような物理的性質を持つ日光珪砂を使用し、所定の密度($D_r=60\sim 70\%$)になるようにホッパーによる空中落下法により段階的に投入した。載荷方法は、土槽上部より油圧式コンクリート用外圧試験機(最大許容荷重100tf)によって、ステップ載荷を行い、載荷直後および載荷後1分経過後における土圧を測定した。載荷は、供試管にひび割れが生じるまでとした。また、水を入れたゴムバックを載荷板の下に入れ、土槽上部より等分布荷重が載荷されるように工夫をした。

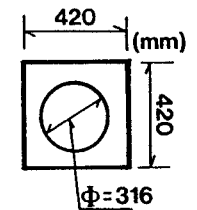


図-1 実験に使用した供試管

3. 実験結果および考察 図-6、7に置型A及び置型Bにおける各載荷ステップにおける各土圧計に生じた鉛直土圧を示す。これらの図より、測定土圧に埋設管の埋設方法の違いによる影響が表れていることが分かる。また、載荷開始初期において土槽上部、下部

表-1 日光珪砂の物理的性質

砂の種類	日光珪砂(4号)
比重(G_s)	2.667
均等係数(U_c)	1.564
最大間隙比(e_{max})	1.008
最小間隙比(e_{min})	0.628

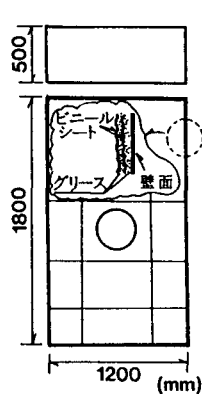


図-2 模型土槽
(1800X1200X520mm)

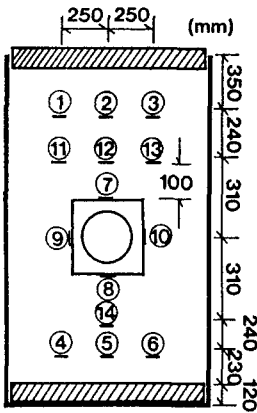


図-3 土圧計セット位置
(置型A)

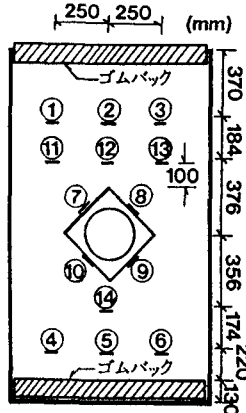


図-4 土圧計セット位置
(置型B)

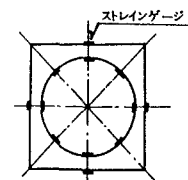


図-5 ストレインゲージ貼付け位置

においては、鉛直荷重が均等に伝わっているが、鉛直荷重が増加するにつれ供試管に周辺部においては不均一になっていることが分かる。特に供試管の直下部の土圧計(No. ⑭)は、顕著な増加を示しており、土圧の集中が

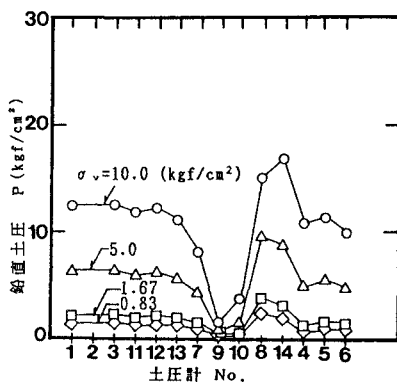


図-6 土圧計により測定された鉛直土圧(置型A)

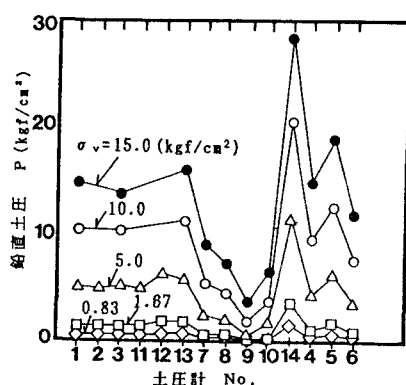


図-7 土圧計により測定された鉛直土圧(置型B)

みられる。また、供試管の薄肉部にセットされた土圧計(No. ⑦~⑩)により計測された土圧は、置型Aよりも置型Bの方が小さくなっていることも分かる。

図-8に、置型A、Bにおける土槽中央部にセットされた土圧計(No. ②, ⑩, ⑭, ⑮)により計測された鉛直土圧と鉛直応力についてとりまとめた図を示す。この図より供試管の直上部及び直下部には、土圧の集中が起こっていることが分かる。またその傾向は、両置型の供試管下部において顕著であり、特に置型Bの方においては鉛直応力のほぼ2倍の土圧が発生している。これは、矩型管の頂部が杭の先端のような働きをしているためと思われる。次に、供試管の薄肉部にセットされた土圧計(No. ⑦~⑩)により計測された土圧と鉛直応力との関係を図-9に示す。置型Aの供試管下面の土圧が土圧の集中による影響により著しく大きい。また、この図より薄肉部に働く土圧は、置型Bの方が明らかに軽減されていることが分かる。このことは、置型Bの方が、耐圧性には優れていると思われ、深い地盤下での施工が可能であると考えられる。また、図-8に供試管の内部にクラックが発生した時の鉛直荷重を示した。クラック発生荷重についても、置型Aの方が小さい荷重を示した。図-10に置型Aと置型Bの供試管に貼られたストレインゲージにより計測されたひずみ分布を示す。この図から両置型ともに供試管上下部に引張りひずみが生じており、置型Aにおいては同じ鉛直荷重が働いたときに供試管の薄肉部に土圧集中を受けるために、置型Bに比べると大きな引張りひずみが生じている。また、置型Aについては、鉛直荷重 $\sigma_v=10\text{kgf/cm}^2$ において、供試管上下部において供試管の上下部に 4000×10^{-6} と大きな引張りひずみが生じており供試管に大きなクラックが入っていると考えられることから判断しても置き型Bの方が耐圧性に優れていると考えられる。

4. まとめ 矩形コンクリート管に作用する土圧に関する模型土槽実験を行った結果、次のような結果が得られた。(1)鉛直土圧は供試管に近づくにつれ不均一となるが、その影響は供試管の埋設方法によって異なり、置型Bの方が大きな集中荷重が発生する。(2)供試管の耐圧性は、埋設方法に影響され、供試管の薄肉部分が土圧の集中を受けにくい置型Bの方が大深度地下埋設管として優れている。

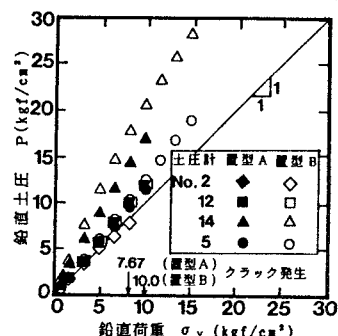


図-8 土槽中央部の鉛直土圧と鉛直荷重の関係

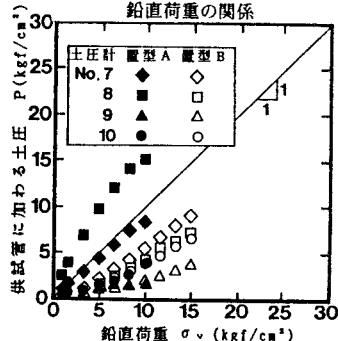


図-9 供試管に作用する土圧と鉛直荷重の関係

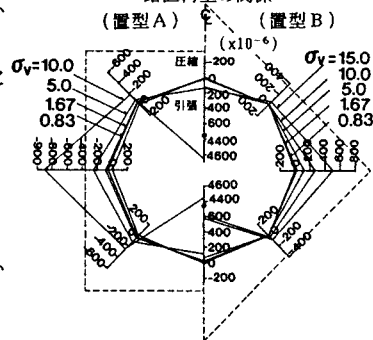


図-10 ストレインゲージにより測定された供試管のひずみ分布