

東京都下水道局 正員 ○加藤 矯
日本工営（株） 正員 塩原 強
東京都下水道局 角田孝雄

1. まえがき

筆者らは、下水渠として用いられている埋設ヒューム管の亀裂発生現象とその原因を明らかにするために、実規模現場実験及び大型模型実験装置を用いた一連の土圧計測実験を実施してきた。今回は、自立性地山を想定した溝内に、ヒューム管を埋設した場合を対象として、溝幅を変化させることにより、管に作用する土圧がどのように変化するか計測した結果を報告する。

2. 実験概要

実験用埋設管は、外径(=Bc) 360^{mm}のヒューム管で、図-1のように設置した。管の基礎タイプは砂基礎である。土槽の側壁の内面には埋土材と同じ砂を塗付し、自立状態の溝壁を模擬している。土槽幅(即ち溝幅=Bd)は、540~1440^{mm}の範囲で変化させ、1.5Bc・2.0Bc・3.0Bc・4.0Bcとなるようにした。測定計器の配置例は図-1に示すとおりであり、これら各計器により、埋土内の主応力状態・鉛直土圧分布・摩擦係数等の計測を行う。埋土材としては、粒径2^{mm}以下に粒度調整した含水比0.6%の乾燥した砂を用いた。締固め密度は1.54^{t/m³}としこの密度においては $\phi_d=39^\circ$ である。砂の埋戻しは溝内を一定厚の層に分割し、定量の砂を撤出し、細棒で静的に突固めることにより、均一に所定の密度になるようにした。なお実験装置・作業手順の詳細は文献1)に示す。

3. 実験結果と考察

1) 溝幅と土圧分布：図-2に埋土内土圧分布（溝幅2Bc及び3Bcの場合）、図-3に主応力図（溝幅2Bc及び4Bcの場合）の測定例を示す。図-2の様に一般的な傾向として、①埋土中の鉛直土圧は溝中央より側壁に向って減少し、溝幅が小さくなると土圧の絶対値が小さくなっている。また管頂以下の土圧分布をみると、3Bcに比べて2Bcの場合は、②管側方の側壁及び管に作用する水平土圧が小さくなる傾向がみられる。その他の溝幅について管頂土圧と管周辺土圧分布を整理すると図-4、5のようになる。①の傾向は図-4でも認められる。また②の傾向は図-5における管側面Cの水平土圧にも現われている。土中の主応力の方向は図-3に示す様に側壁に近い程、また管に近づく程管体方向に傾く様子が認められる。これは溝幅の違いが土中応力

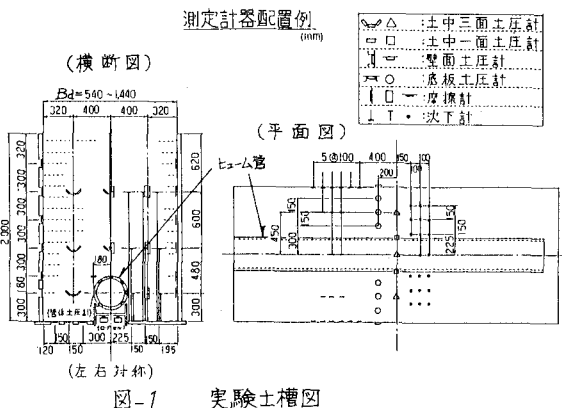


図-1 実験土槽図

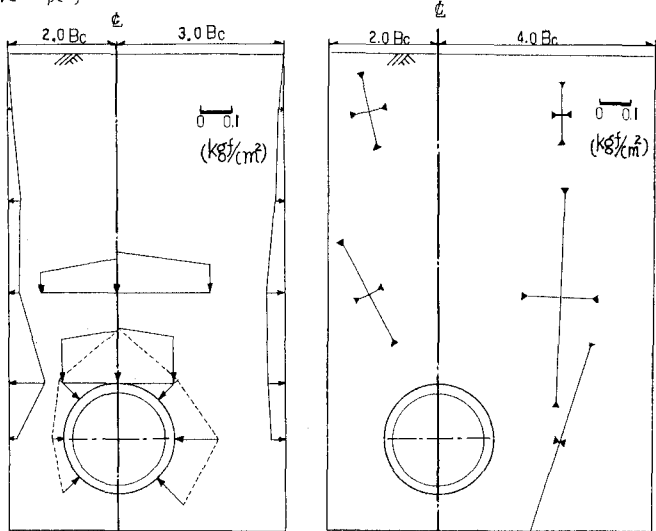


図-2 埋土内土圧分布図

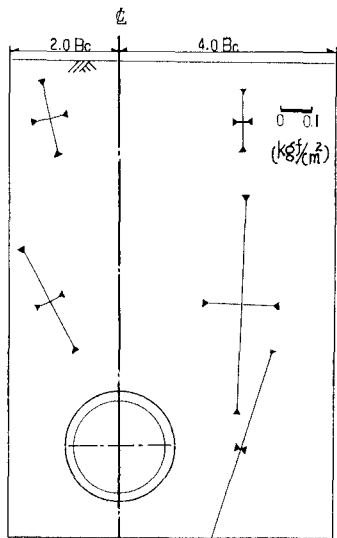


図-3 主応力図

分布に著しく影響することを物語っており、①の事項と符号する。②の理由としては、図-2より、溝幅が狭い場合にはアーチ作用の効果が著しくなり、水平土圧を減じる結果になったと考えられる。

2)側壁の摩擦の影響範囲について：側壁の摩擦が影響する範囲は、管頂土圧の計測値からみると図-4より溝幅が2~3Bc以内の範囲となる。また図-6は管頂レベルの全土圧計の計測値(σ_v)と土被り圧(p_h)との比 σ_v/p_h を側壁からの距離に対してプロットしたものである。同図によれば本実験の場合の側壁摩擦の影響範囲は、側壁より30~50cmと推定され、これは B_c が2.7~3.8に対応し、図-4の境界とほぼ一致する。

3)摩擦力の分布について：図-7にa,b,c,dの位置における溝内の鉛直土圧分布を示す。壁に最も近いaでは土圧が小さく、最も遠い位置dで大きい傾向がみられ、壁摩擦の影響を受け土圧が減少すると言える。側壁で発揮される摩擦力が土被り圧と計測された鉛直土圧の差であるといふと、その深度方向分布は図-8の様になり、鉛直土圧と同様にはほぼ三角形分布となる。このことは、壁面摩擦計測値が土被りに対しては¹⁾ほぼ直線的に増加することと一致する。また側壁からの距離に対する水平方向の分布については、 K_u (K :水平土圧係数、 μ :摩擦係数)が図-6に示す様に一定値とはならず、本実験の管頂深度では側壁からの距離に応じて0~0.5の広範囲に分布した。Spanglerは、 K_u は0.17~0.192の間で変化する程度であると述べているが、それとは大きく相違する結果が得られた。²⁾

4. あとがき

本文で扱った自立性地山モデル実験においては、土中沈下計測等の結果からも埋戻し完了時において明確なせん断すべり面の発生は認められなかったが、埋戻し土中及び管に作用する土圧には溝幅に応じた摩擦力の影響が認められ、また摩擦力の分布も一様ではないことがわかった。なお本実験の実施及びとりまとめに際し、高橋良文氏、徳永雅英氏、田中弘氏の協力を得た。ここに記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 加藤 嬌ら：埋設管に作用する土圧について(大型模型実験)，第16回土質工学研究発表会
- 2) M.G. Spangler: Underground Conduits—An Appraisal of Modern Research Trans., ASCE, Vol.113

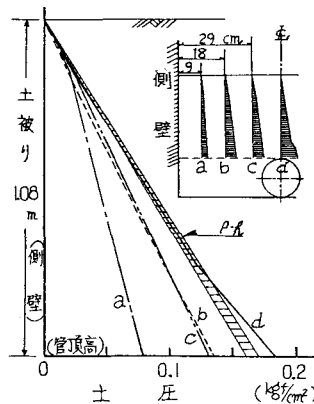


図-7 溝内鉛直土圧分布

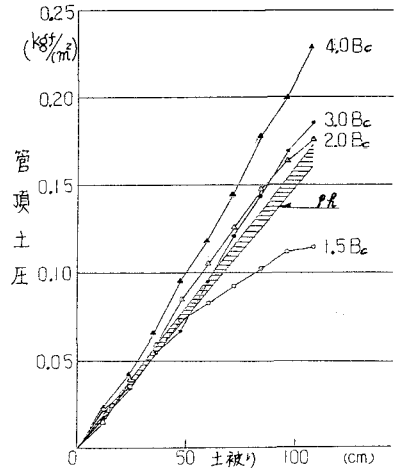


図-4 管頂土圧と土被りの関係

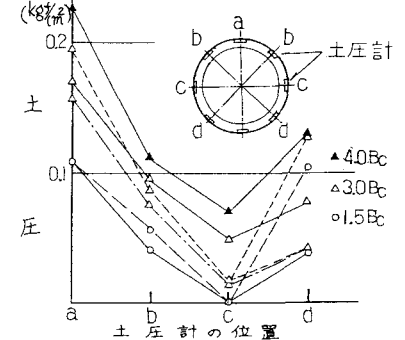


図-5 管周土圧分布

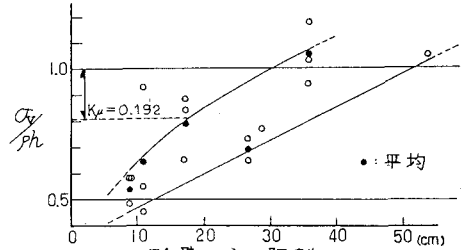


図-6 σ_v/p_h と側壁からの距離の関係

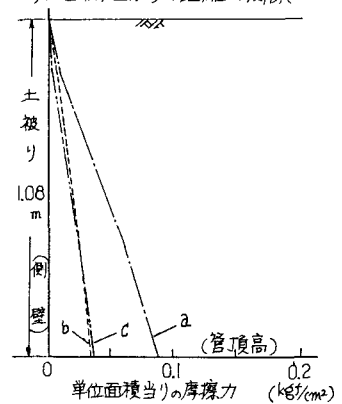


図-8 溝内摩擦分布