

北海道電力 正金夏 石崎嘉明

電力中央研究所 正 江刺清行

同上

吉田保夫

1 予えがえ。水深約10mの海底に深さ約3mの溝を掘り、大口徑の冷却用取水管を埋設した後に最大18m厚さの埋立造盛地盤を作る計画がある。埋立しが海中施工になつたため、歸国の作業が困難であることや、管底部への土砂の廻り込み不足の恐れなど施工上の制約があるため、現行設計法を用いるに當つて適用上の問題点を明確にし、管の安全性を確かめるため、実物管の寸法法の管の水中埋立し実験および鉛直載荷実験を行つた。

2 実験方法 図-3に示す鋼製土槽内に支持地盤を作り、管を敷設した後、水を満し、現場の作業を模擬して水面上2mから土砂を水中へ投下して埋立しを行つた。支持地盤と埋立し地盤の組合せは図-1に示す5つの条件とした。水面上で埋立した後、地中水位の上下の影響を調べ、管頂との間に締圧し水位を上下させた。Case 4終了後、鉛直載荷を行ない、埋立しに対する安全性を調べた。

模型埋設管(直径15m、円厚12mm、長さ2m)および地盤中には図-2,3に示す位置に各種の計器を設置し測定を行つた。これらの実験結果のうち、「水中投下した埋立し材(表-1参照)の物性」、「埋立しエの深さと鉛直土圧」、「有効側土圧係数」などについては文献(1)と鉛直載荷については文献(2)を参照していただくとして、以下に主な結果について述べる。

3 実験結果 1)土圧分布; 図-4に示すように管頂ではほぼ円形な長方形に近い土圧分布を示した。管底では支持層の厚さが薄いCase 1~3で底質に著しい工圧の集中を生じたが、支持層が厚いCase 4,5では底質付近に若干集中する傾向が認められたにすぎず、支持層の範囲は180°でほぼ長方形分布を示した。Case 1~3の底質での土圧の集中は土圧計の取付状態にも影響され、いふと思われ、円周応力にも底質での応力集中が認められ

たので土槽底板の影響が認められたものと思われる。

側方土圧分布は長方形の内縁(90°、100°)。

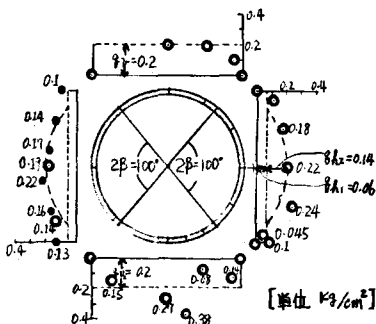


図-4 土圧分布の実験値と解析の適用値 (CASE 5 埋立し直後、275cm埋立し)

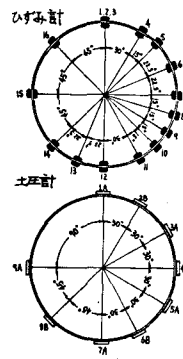


図-2 計器の取付け位置

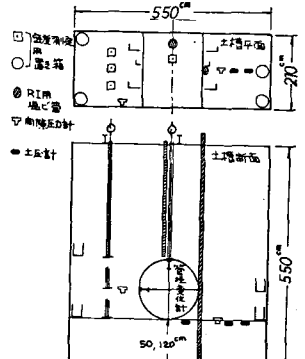


図-3 土槽の形状と計器の配置

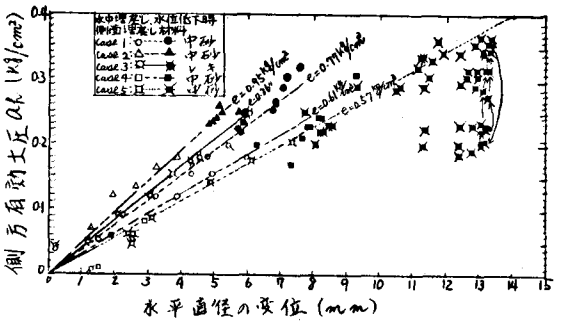


図-5 水平方向の潰れ径の変化と側方土圧の関係

組合：土分布形を示し、従来のたわみ性管(双曲線分布)と不撓性管(長方形分布)の側方土圧分布と組合せたものに近い分布となった。このことは別に報告する³⁾数値解析の結果とほぼ一致する形状であった。

2) 側方土圧係数と埋戻し材：図-5に示すように埋戻し材にレキを用いた効果は明かでないが、砂で埋戻した場合の上限値を示しているもので、さらに良好な配合の埋戻し材を用いれば明確な効果は期待できるものと思われる。実験の結果永年砂の側方土圧係数として約0.5 kg/cm²は期待できることが示された。

3) 管の変形：実験によって得られた鉛直土圧と側方土圧係数を用いて Spangler の変形式で求めた管の変形と実験値と量の相関性は、図-6 に示すように計算値が実験値の2〜5割増の値を与えている。しかし次に述べる地中水の変動による管径の変化を合せて考えると、最終的にはほぼ実験値に近い値を与えていることが判った。

4) 地下水位の上下の影響：地中水位を上下させると図-7に示されるように、最大土圧は常に同水位低下時とほとんど変わらないのに、管の変形と応力が次第に増加し鉛直方向の直径の変化は1.5倍に、応力は最大で1.3倍に達することが示された。

この場合の側方土圧と変位の関係は図-5に、また円周方向応力の变化は図-8に示す通りである。これは管と地盤が水位の変動に伴って残留変形を生ずることを示しており、設計応力面での裕度や埋戻し土の締固めの必要性を示唆している。

埋戻し材に砂を用いた今回の実験では、3回目の水位の上下でこの残留変形に伴う変動はほとんど終了した。

5) 円周応力分布：種々の土圧分布形状の組合せについてスチュワート理論によって応力分布の計算を行ない実験値との照合を行なったが、別報のF.E.Mによる解析結果を参考として決めた図-5に示す土圧分布が、図-9に示すように実験値と最も近い一致を示し、土口徑水中埋設管の応力計算に必要な土圧分布の形状に示唆が得られた。

参考文献

1) 石崎他「水中大口徑埋設管の模型実験」

北は国土工学研究所報告

2) 江刺他「人口徑取水管の水中埋設時の挙動と設計について」電力中央研究所報告、印刷中。

3) 江刺他「水中大口徑埋設管-地盤系の有限要素解析」第33回年度学術講演

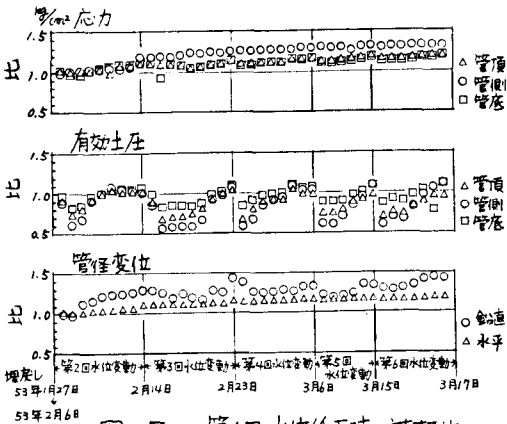


図-7 第1回水位低下時に対する比

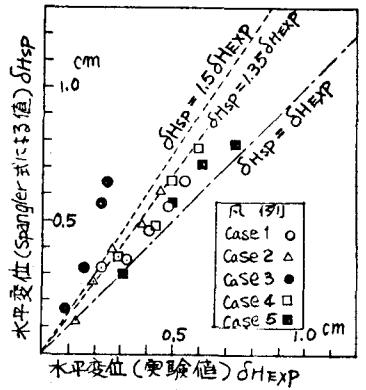


図-6 水平管径変位の比較

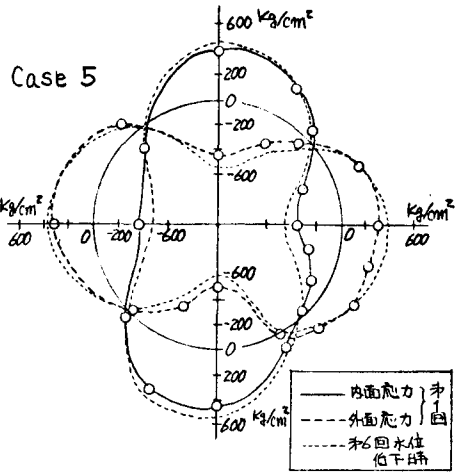


図-8 円周方向応力分布図(水位低下時)

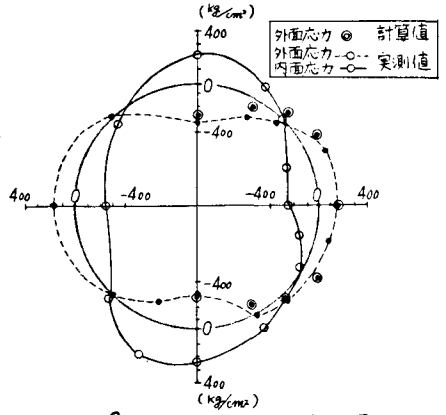


図-9 円周方向応力分布図 (Case 5 埋戻し直後埋戻し高さ管負り 27.5 cm)