

まえがき

開削工法で埋設されたコンクリート管のひびわれ事故を説明し適正な設計土圧を求めるため、実際施工をシミュレートした遠心力模型実験を行い、ひびわれ発生の主原因である管頂、管底への土圧集中について研究を進めてきた。実際施工では一般に自立性を持つ埋戻材料が用いられることが多いが、これまで報告した一連の実験では再現性の観点から模型地盤材料として乾燥砂を用いてきた。その場合でも前回報告したように¹⁾矢板引抜き方法を工夫すれば自立性土と同様の土圧集中を再現できることが分り、また流動性に密む地盤材料を用いた場合の土圧集中のメカニズムについて一応の結論に達することができた。そこで今回は実際に用いられることの多いまき土を自立性地盤材料の代表として選び、これによる埋設管の土圧について調べた。実験は地盤の自立高を5通りに変化させて行い、その影響も併せて調べた。

実験方法と地盤材料

実験装置は前回¹⁾と全く同様であるので省略する。模型諸元を表-1に示した。模型管は管表面に働く垂直応力とせん断応力を直接測定できる剛性管で、管表面は滑かである。

今回模型地盤材料として用いた生駒産まき土の土質定数を表-2、図-1に示した。 γ_{dmax} はJIS 1210の1.1.Cにより、 γ_{dmin} は乾燥試料を用いて土質試験法の最小密度試験により求めた。図-2はまき土の密度と自立高の関係で、自立高は模型地盤の高さに相当する22cmの直立地盤を遠心力場で破壊させて求めた。含水比は10%にした。

模型地盤は模型容器を横に寝かせて管と矢板を所定の位置で固定した後、含水比を10%に調整したまき土を数層にわけ7層固めて作成し、自立高2.2, 4.4, 6.6, 9.9, 13.2mに相当する5種類の密度の地盤について実験を行った。掘削溝内と周辺地山の密度は同じにした。

遠心加速度は10gずつ増し、30gで矢板を片側ずつ引抜いた後、輪荷重を想定した地表面載荷を行った。

表-1 模型諸元と30g模型に対応する実物寸法 単位:cm

	管外径D	土層厚H	土層底厚	矢板間隔	矢板壁厚 ¹⁾	掘削幅中
模型	9	9	4	13	0.5	2
実物	270	270	120	390	15	60

¹⁾ 引抜き時に矢板に付着して上へくる土を考慮して定めた ²⁾ 底面粗

表-2 まき土の土質定数

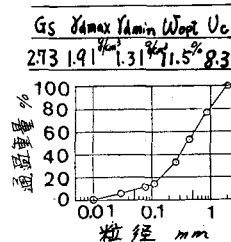


図-1 まき土の粒径加積曲線

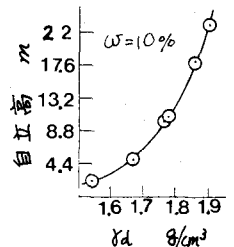


図-2 まき土の密度と自立高

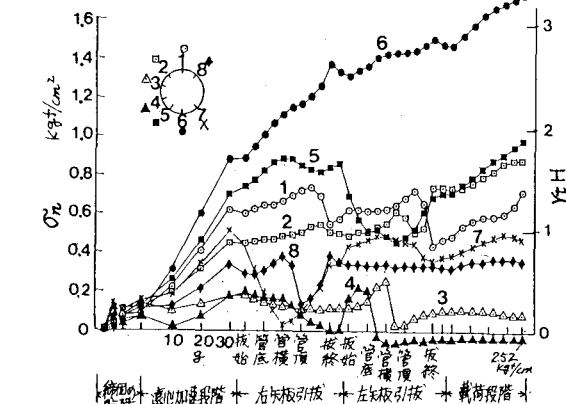


図-3 各段階の垂直応力 σ_v の変化(6.6m自立高, $w=1.88\%$)

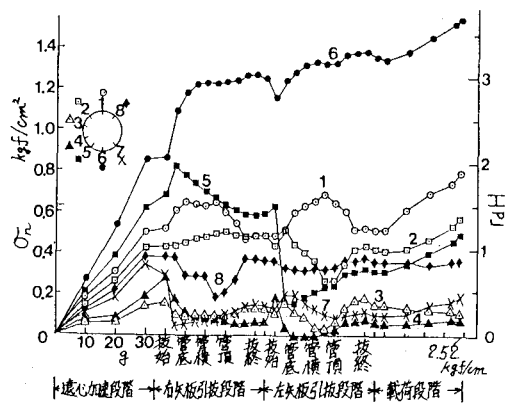


図-4 乾燥砂の垂直応力 σ_v の変化(密詰)

実験結果

(1) 垂直応力の变化 自立高 6.6 m の地盤の垂直応力 σ_v の変化を図-3 に示した。ここに示した σ_v の変化傾向は他の自立高の地盤も同様に認められた。この σ_v の変化を図-4 に示す乾燥砂の場合と比べると、矢板引き上げ過程において管頂①のピーク時点がやや遅く、管上部②③は側点に近い方の矢板引き上げ時にピークを示す点が異なる。管下部⑤⑥⑦の変化は乾燥砂に比べ2時間遅れを生じている。

(2) 垂直応力とせん断応力の分布 図-5 ⑤⑥ は各段階の垂直応力 σ_v とせん断応力 τ の分布で、⑤⑥ はそれぞれ自立高 2.2 m, 6.6 m の場合である。矢板を引抜くと管上部の σ_v と τ は管頂から $30^\circ \sim 40^\circ$ 離れた位置で最大となる。引き抜き後の管上部の σ_v は乾燥砂の場合よりも大きい。

(3) 鉛直、水平土圧の分布 図-6 ⑤⑥ に示した鉛直土圧 P_v 、鉛直反力 R_v の分布は自立高が管すについて引き抜き前は等分布に近づき、引き抜き後は R_v は M 型に、 P_v は管底への集中が弱まる傾向を示す。図-6 にみられる M 型分布は乾燥砂の場合とはかなり異なっている。

(4) 地盤の変形

図-7 は矢板引き上げ後の地盤変形の様子で、管側部の土塊が矢板抜け跡へ落ち込み、土塊の上方と管側下方に空洞が生じている。管直上土塊には引張りクラックがみられた。周辺地山の変形はほとんどない。

まとめ

今回初めて自立性土盤材料を用いて実験を行ったが、乾燥砂の場合とは若干異なる結果を得た。今回の実験は、①設定した土盤密度の範囲が実際よりも大きな密度に偏っている、②実際施工では矢板抜け跡の空洞は引き抜き後も残っているが、今回の実験では引き抜き途中で空洞が消滅した、③当初考えていたほどではないが、実験の再現性にやや不安が残る、という三点に問題を残しており、これらについてさらに検討を加えていきたい。最後に、本稿をまとめるにあたり御指導頂いた大阪市立大学三笠正人教授に謝意を表します。

参考文献: ① 東田, 中尾, 三笠: 土心力模型による剛な埋設管の土圧測定 - 矢板引抜き方法と基礎砂厚の影響 -, 第19回土壌工学研究発表会

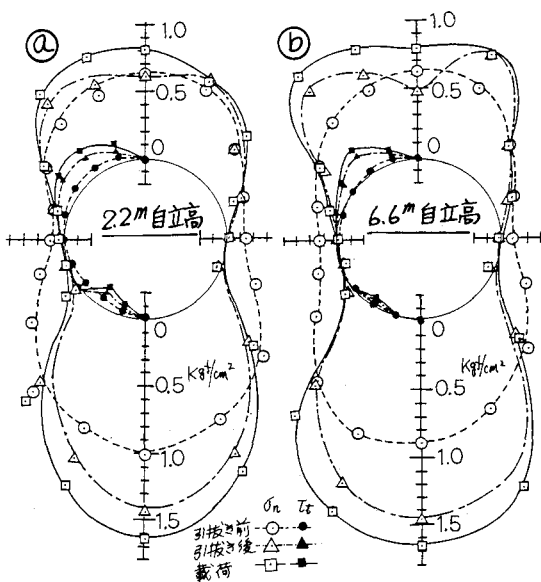


図-5 各段階の垂直応力 σ_v とせん断応力 τ の分布

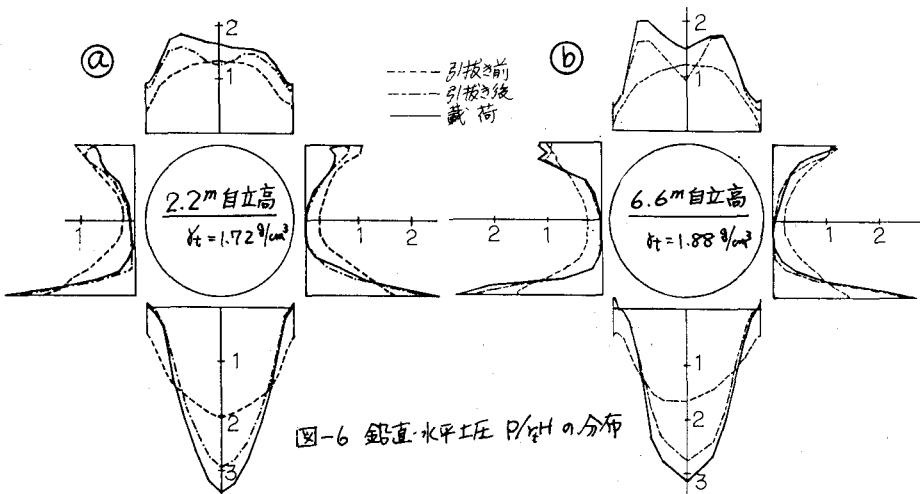


図-6 鉛直・水平土圧 P/H の分布

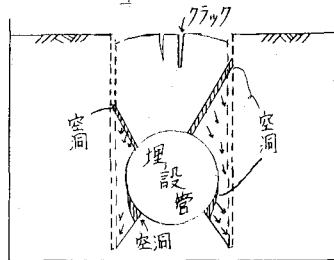


図-7 矢板引き上げ後の地盤の変形