帯水砂質地盤におけるシールド地上発進実験　－地盤変状等の計測結果－

大成建設（株）土木本部　　正会員　飯島　知哉　正会員　濱本　健一
大成建設（株）技術センター　正会員○川北　　潤
大成建設（株）東京支店　正会員　廣富　　聡

１．はじめに

近年，道路トンネルを中心に土被りのないトンネルのアプローチ部よりシールドを発進することで立坑構造が簡素となり，工事費の低減および工期の短縮を図る技術が注目されている．このニーズに対応する技術を確立するために，実際のシールド機を用いて地上発進実験を実施した．

本稿は地上発進実験において実施した計測により得られた計測結果を報告するものである．

２．計測計画

図 1に示すように，地表面沈下を測量するためのプリズムターゲットを91箇所，側方水平変位を計測するための挿入式傾斜計を24箇所，地下水位観測孔を3箇所配置し，シールド掘進時の周辺地盤の変状を計測した．

セグメントは地下水中に設置するため，土被りのない区間や土被りの小さい区間では，セグメント自重と土被り部分の土重量より浮力の方が大きくなり，浮力対策が必要となった．

図 2に示すように，セグメントが地表面から出ているところでは，浮き上がり防止柱を設置し浮力対策とした．セグメントが地中に入ったところでは，坑内におもりを設置してその重量で浮力対策とし，浮力等の鉛直上向きの荷重(上向力)を把握するために，浮き上がり防止柱に取り付けたひずみ計により軸力計測を行った．

また，シールド発進の際に使用する反力壁に設置したひずみ計によりシールド機の推力を計測した．

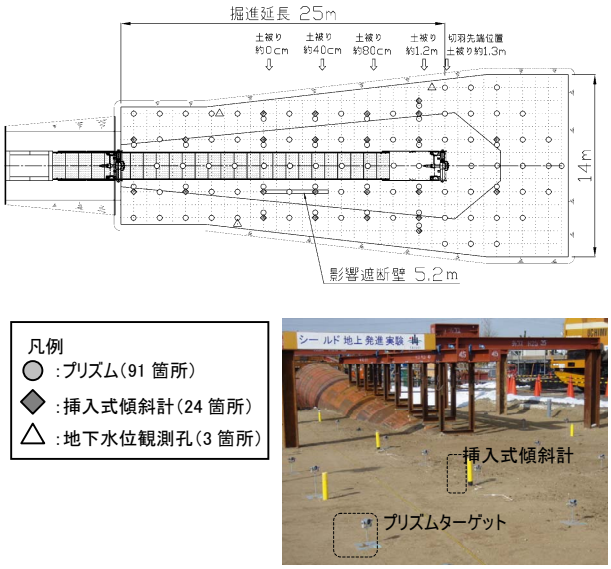


図 1　計測器等の配置図

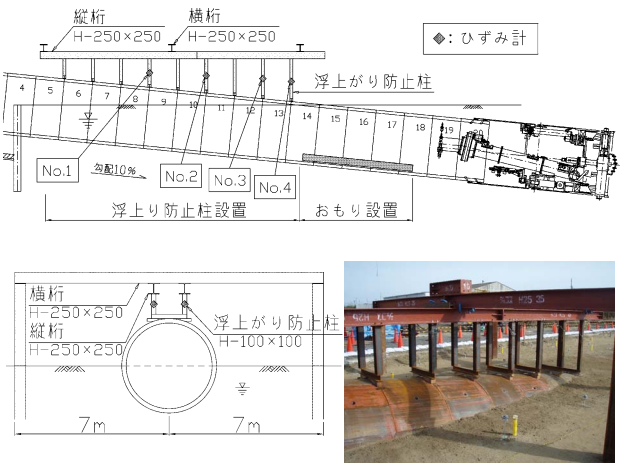


図 2　セグメントの浮き上がり対策

３．計測結果

(1) 地表面変位および地表面クラック

土被のない区間のマシン側上部近傍では崩れが生じ

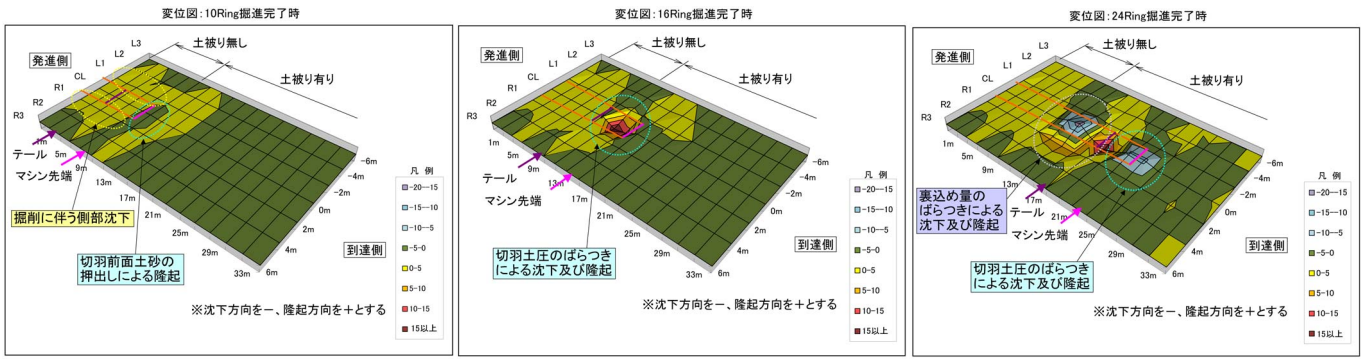


図 3　地表面変位計測結果

キーワード　シールド，地上発進，立坑省略, 浮き上がり防止，地中変位，掘削影響

連絡先　　〒245-0051　神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1　大成建設㈱技術センター土木技術開発部　TEL:045-814-7229

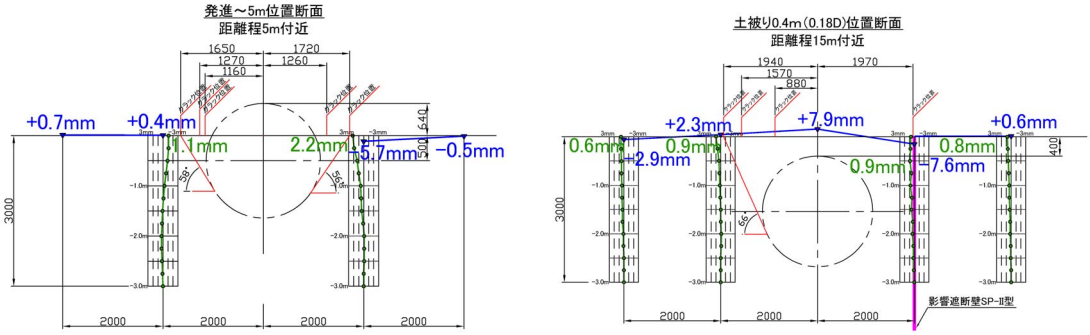
たがシールド中心から 2m 離れた地点での沈下量は 5mm 未満であった．マシン前方は推力によって土砂を前方に押付けることにより，若干地山隆起が見られた．

土被りの小さい区間（土被り 0.3D 未満：D は掘削径）では切羽土圧や裏込め注入圧の変化が敏感に地表面の変位に現れることが観察された．切羽通過時の最大沈下量は 19.9mm，テール通過時の最大沈下量は 22.7mm であったが裏込め注入圧の影響により隆起がみられた地点もあった．

影響遮断壁周辺では,遮断壁内面にそってクラックが発生したが,背面側にはクラックがなく,また沈下も微小であり影響遮断壁の効果が確認できた．土被りが 0.3D を超える付近からは地表面にほぼ影響なく掘削することが可能であった．

(2) 地中変位

地中内の変位の分布を図 4 に示す．この図は土被りなし区間および低土被り区間における地盤変状を地表面変位や地表面クラックとの関係付けて示したものである．クラックが生じた範囲はほぼ主働崩壊範囲に一致した．



(a) 距離程 5m 付近（マシン露出高 640mm）　　(b) 距離程 15m 付近（土被り 400mm）

図 4　沈下・地表面クラックと地中変位の関係（テール通過時）

(3) 浮上り防止桁に作用する鉛直力

表 1に浮き上がり防止柱の軸力計測値，図 5に浮き上がり防止柱の軸力推移を示す．これらからわかるように，ひずみ計 No.1, 2, 3 は設計上向力と実測上向力がほぼ近似していた．No.4 は浮き上がり防止柱設置後，掘削が進むにつれ設計上向力以上になった．これはシールド機が地中に入るにつれジャッキ推力が増加し，その推力の鉛直成分が浮き上がり防止柱に作用したものと想定される．

表 1　浮き上がり防止柱の軸力
（作用期間内の平均値）

項目	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
設計上向力(kN)	2.6	5.1	6.3	5.9
実測上向力(kN)	4.4	4.8	5.8	14.9

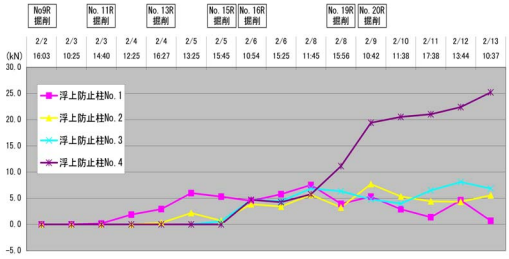


図 5　浮き上がり防止柱の軸力推移図

(4) 反力壁に作用する推力

図 6に反力壁に発生した軸圧縮力の推移を示す．通常,セグメントの摩擦抵抗により掘進距離が長くなると反力壁に作用する推力は減る傾向にあるが，今回の 25m の掘進長ではその傾向は見られなかった．セグメントのまわりの拘束力が弱いため，推力がそのまま反力壁に伝達したものと考えられる．

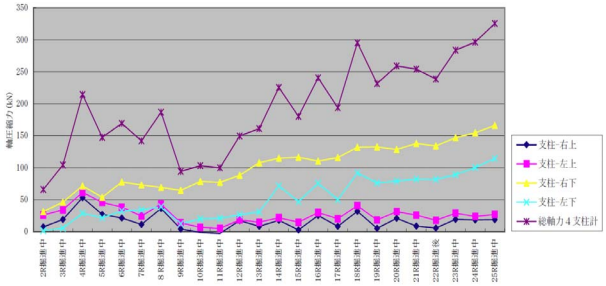


図 6　反力壁に作用する推力

4．まとめ

今回の実験から，シールド地上発進時における周辺地盤の変形状況や，セグメントの浮き上がり防止工や反力壁に作用する荷重の傾向を把握することが出来た．

本実験で得られた計測結果を用いて，実案件に対する，既存構造物の防護方法の検討や仮設備の設計･検討に生かすことにより，対策工を適切に設定することが可能になると考えられる．