泥水式推進におけるＪＲ横断および地山の沈下挙動について

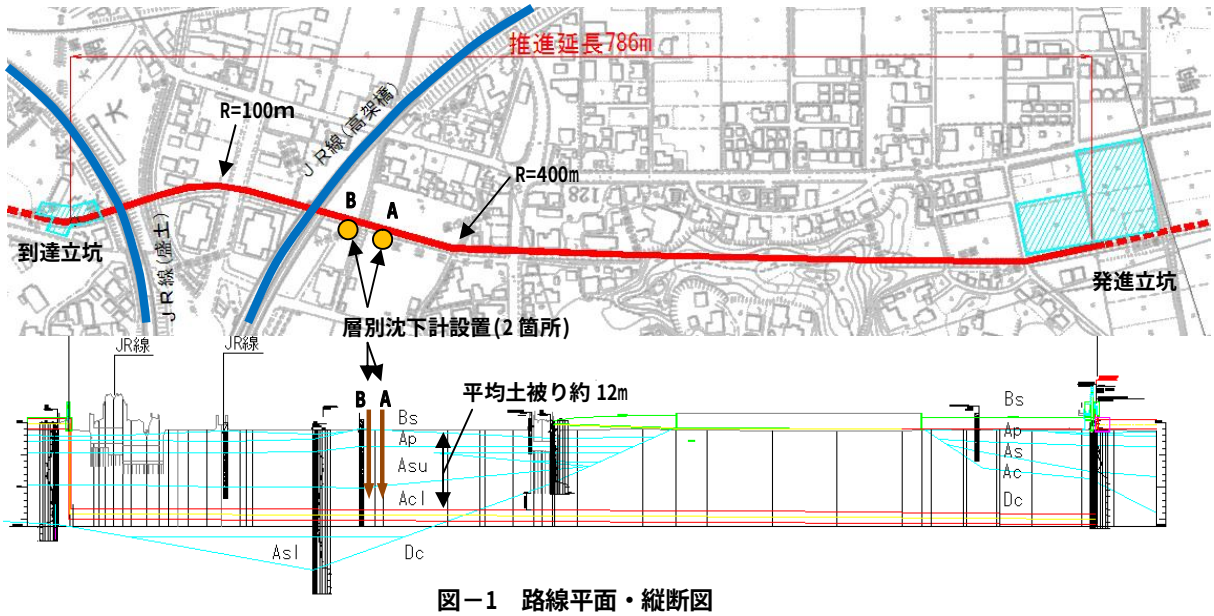
戸田建設（株）　　正会員　○小林　修
戸田建設（株）　　水澤　陽介

１．はじめに

本工事は，仕上り内径 1500mm，延長 786m の関東農政局両総農業水利事業である農業用水路を泥水式推進工法で施工するものである．発進立坑から約 600m 推進した位置で高架橋となっている JR 線を横断し，さらにそこから約 160m 推進した位置で盛土した JR 線の下部を横断する線形である．本稿は，JR 横断部手前に設置した層別沈下計による地山の沈下挙動と JR 横断部での計測結果について報告するものである．

２.工事概要

本推進は，発進から約 400m がほぼ直線の線形であり，その後 R=400m(CL=100m)の曲線を経て，到達手前約 200m で R=100m(CL=60m)の急曲線となる線形である.平均土被りは約 12m であり,掘削対象土は発進から約 480m が洪積粘性土(N>50)，その後が軟弱な沖積粘性土(N=0～2)であった.



図－1　路線平面・縦断図

３．課題および対策の検討

本工事は，786m の長距離推進であるとともに，軟弱な沖積粘性土区間において JR 線を２箇所（高架部および盛土部）横断するという難工事であった．推進工事はシールド工事と異なり，一般的には推進機到達後に裏込め注入を行うため沈下は長期に亘り生じる可能性がある．近年，500m を超える長距離推進が施工されているが，沈下予測結果や実際の地山の沈下挙動についてはあまり報告されていない．今回，地山の沈下挙動を把握するとともに切羽水圧の設定等の最適な掘進方法を見出す目的で，JR 線横断に先立ちその手前２箇所に層別沈下計を設置した．層別沈下計は１箇所につき，地表面(GL=0m)，腐植土(Ap)層の中心(GL -1.6m)および沖積上部砂質土(Asu)層の中心（GL -6m）の３点とした．

事前の沈下予測解析は，有限要素法（FEM）による２次元線形弾性解析により行った．解析で使用した土質定数を表－1 に示す．また，掘削による開放率はシールドの場合，10～30%程度で設定する場合が多いが今回は，表－2 に示すよう 2ｹｰｽの強制変位を与えることとした．図－2 および図－3 に解析結果を示す．

キーワード　推進工事，泥水式，鉄道横断，地盤沈下，層別沈下
連絡先　　〒104 -8388　東京都中央区京橋１-7 -1　戸田建設（株）土木工事技術部　TEL03 -3535 -1614

４．施工結果

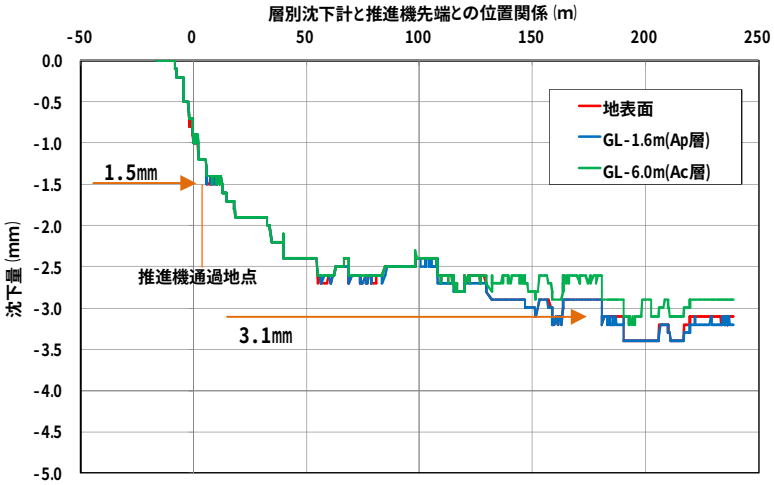
層別沈下計設置位置では２箇所(A，B)とも，図－4 に示すように推進機通過地点で３点ともに 1.5㎜ の沈下が生じたが，その後沈下が進み推進機が通過して 200m 進んだ地点(約 2 週間後)でほぼ収束し，その値は地表面で 3.1㎜ になった．これは，解析のｹｰｽ 1 とほぼ同じ結果であった．

表－1　土質定数

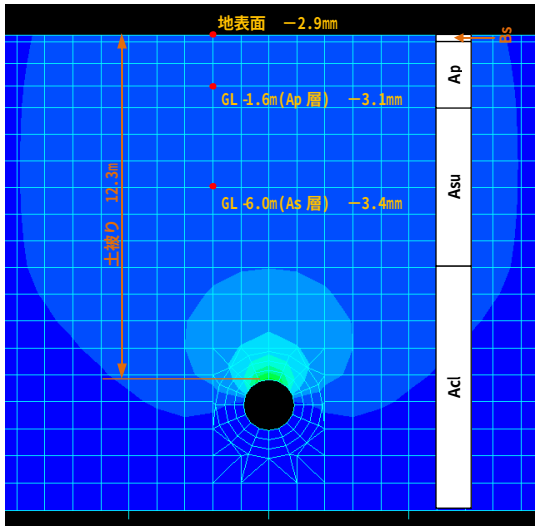
地層区分	地層名	N値	単重γ (kN/m³)	ﾎﾟｱｿﾝ比 μ	変形係数 E (kN/m²)
第 1 層	盛土層：Bs	1.7	17.0	0.45	1,100
第 2 層	腐食土層:Ap	0.9	11.0	0.45	600
第 3 層	沖積上部砂質土層:Asu	15.5	18.5	0.35	4,300
第 4 層	沖積下部粘性土層:Acl	1.9	16.0	0.45	1,300
第 5 層	洪積粘性土層:Dc	71.7	18.2	0.35	43,000

表－2　強制変位の設定

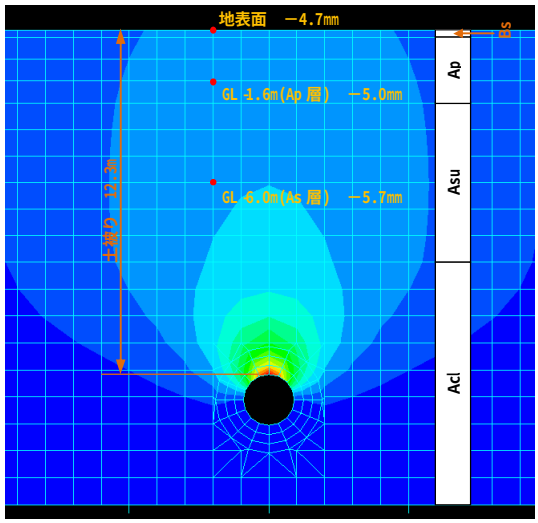
ｹｰｽ 1	テールボイドが均等につぶれる可能性があることを考慮し，全周半径方向に 15㎜ の強制変位をあたえた．
ｹｰｽ 2	テールボイド分推進管が下がり，直上でテールボイドの２倍の沈下が発生する可能性があることを考慮し，上部 30㎜・下部 0㎜ の強制変位を配分して全周にわたり半径方向にあたえた．



図－4　層別沈下計A位置での計測結果

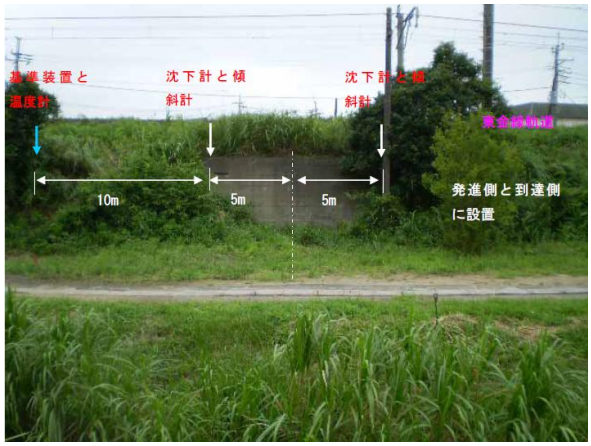


図－2　層別沈下計A位置でのｹｰｽ1の場合の解析結果



図－3　層別沈下計A位置でのｹｰｽ2の場合の解析結果

この結果をもとに JR 線横断部で解析を行った結果，軌道部での沈下量は 4.6㎜(軌道の勾配は 0.3/1,000rad)であり，一次管理値(0.76/1,000rad) の 40%であるため影響は小さいと判断し掘削管理方法の変更等は行わずに掘進することとした．計測の結果，JR 線(盛土部)の沈下量は最大で 3.4㎜(計算値の 74%)となり問題なく施工を終えることができた．



写真－1　JR線(盛土部)横断部の状況

５．まとめ

今回，推進工事における地山の沈下解析と層別沈下計等を用いた地山の沈下挙動の両方を行い比較したところ，軟弱な沖積粘性土においては最終的にテールボイド分程度が沈下する結果となった（通過時点の変位は最終の約 50%）．最後になりますが，この貴重なデータが得られたのは発注者を始め多くの方々の協力によるところが大きく，この場を借りてお礼申し上げます．