供用開始後 30 年以上経過した鉄道用シールドトンネルにおけるセグメント測定

JR 東日本　正会員　○本田　諭，正会員　小泉　秀之，正会員　堤　直之
JR 東日本ｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ(株)　正会員　清水　満
日本ｼﾋﾞｯｸｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ(株)　非会員　加藤　教吉

１．目的

シールドトンネルの設計では，トンネルに作用する土圧，水圧を設定することが重要であるが，現時点で長期的な実測データが乏しいため，設計内容と比較検証した事例は少ない．ＪＲ東日本では，東北新幹線の上野第２トンネル（以下，本トンネルという．）において，定期的な地山荷重（土圧，水圧）およびセグメント応力の計測を実施してきた[1)2)]．本稿では，供用開始から約 33 年経過した時点における計測結果について報告する．

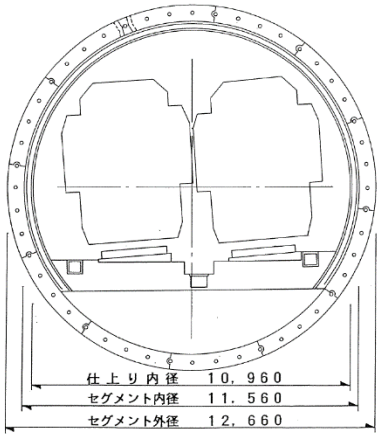
２．シールドトンネルの概要

本トンネルは，**図－１**に示す新幹線複線断面トンネルであり，1981 年２月に掘削を開始し，1985 年３月に供用開始された．施工は，圧気併用の開放型半機械掘り式シールド工法である．トンネル外径は 12.66ｍであり，セグメントは平板形RCセグメント(セグメント厚 550mm)である．セグメント継手は，ピン・ホゾ継手を用いている．また，厚さ 300mm の二次覆工が施工されている．計測位置の地盤を**図－２**に示す．トンネルは，土被り約 19m の洪積層中に構築されており，上半部は上部東京砂礫層および同粘性土層，下半部は下部東京砂礫層および同粘性土層である．

３．計測概要

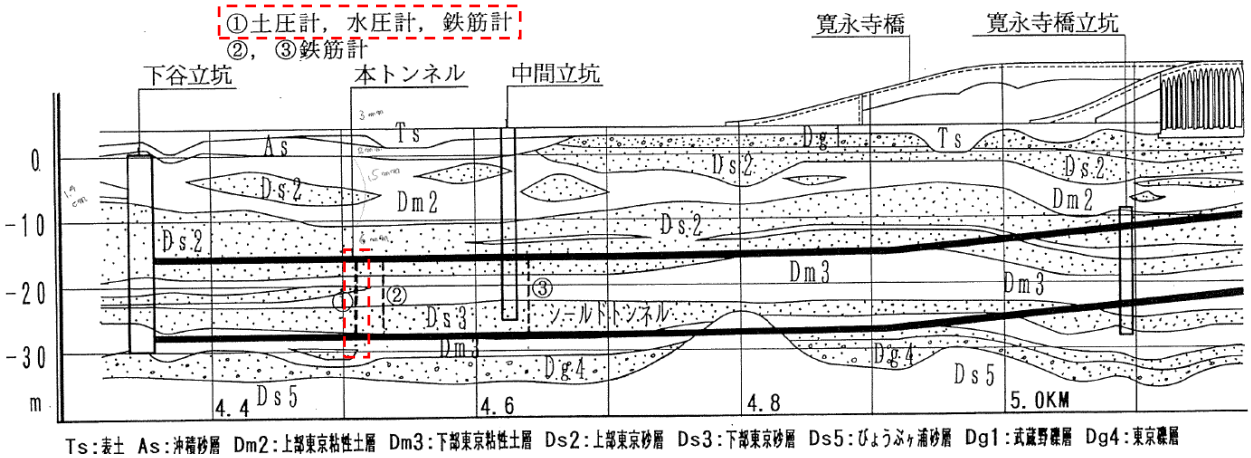
本トンネルの計測は，施工時から行われており，これまでに実施した計測を表―1 に示す．計測項目は，土圧計（差動トランス式），水圧計および鉄筋計（共にひずみゲージ式）である．ただし，今回計測では鉄筋計については，経年劣化のため内外両側の主鉄筋とも測定が出来た断面が無く，発生断面力（曲げモーメント，軸力）の推定は不可能であった．

計測対象のセグメントは，土圧計が発進立坑（下谷立坑）より 157，159 リング，水圧計が 158 リングに設置されており，いずれも道路下に位置している（**図－3**）．



単位（mm）

図－1　シールドトンネル断面図



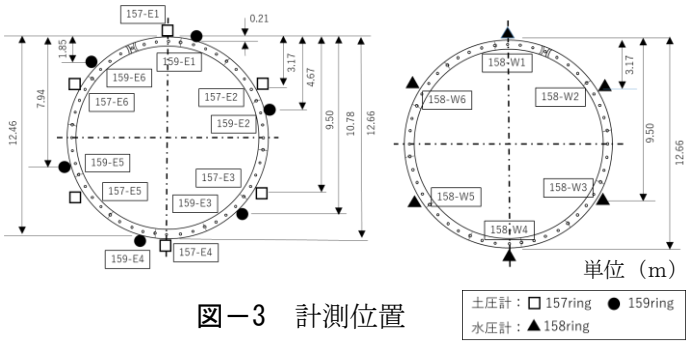
図―２　シールドトンネル縦断図

キーワード　シールドトンネル，作用，長期計測
連絡先　〒163-0231　東京都新宿区西新宿二丁目６番１号　新宿住友ビル 31 階　ＴＥＬ03-6276-1251

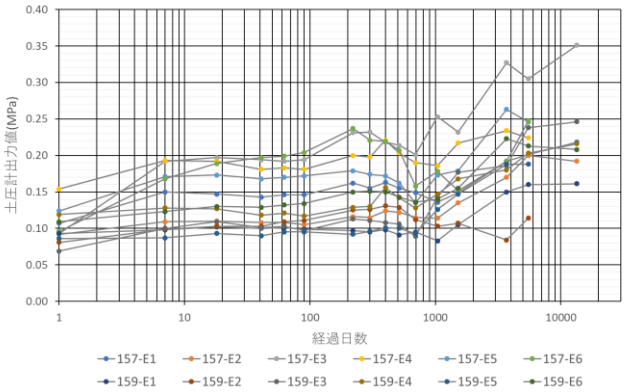
© Japan Society of Civil Engineers

表－1　施工および計測実績

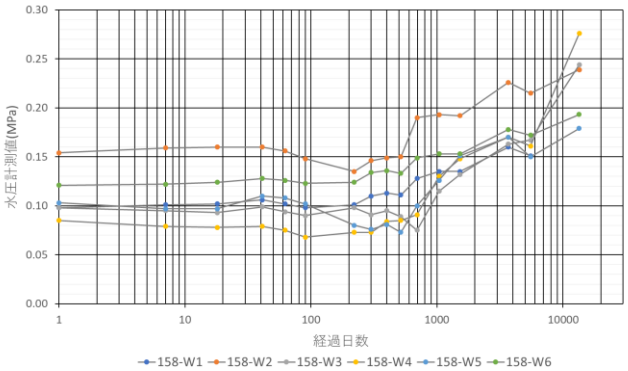
計測回数		計測年月	経過日数
1	計測開始	1981年12月	1
2	断気	1983年6月	545
3	二次覆工（計測位置付近施工）	1984年3月	830
4	竣工	1984年8月	994
5	供用開始	1985年3月	1,183
6	第１回手動計測	1986年4月	1,550
7	第２回手動計測	1992年1月	3,680
8	第３回手動計測	1997年1月	5,514
9	第４回手動計測	2018年10月	13,442



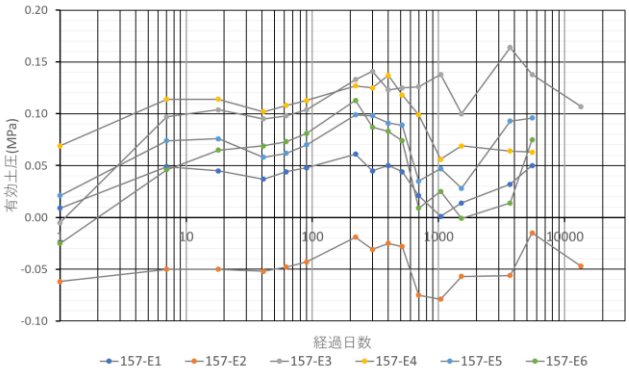
図－3　計測位置



図－4　土圧計出力値



図－5　水圧計出力値



図－6　有効土圧

4．計測結果

（1）土圧計は，12 個のうち 7 個が測定可能であった．計測開始から今回計測までの土圧計出力値の変化を**図－4** に示す．なお，500 日から 1500 日の施工期間中は，断気，二次覆工および設備工事の影響とその対応のための計測システムの盛替え，移設作業が頻繁に行われており，変化の大きい値を除去している．供用開始（約 1,000 日）から前回計測（約 5,500 日）の間では，荷重の上昇傾向が見られるが，前回計測から今回計測の間は若干の上昇傾向に留まっている．

（2）水圧計は，6 個のうち 5 個が測定可能であった．計測開始から今回計測までの水圧計出力値の変化を**図－5** に示す．前回計測からの増分は，平均で 0.057MPa であるが，周辺の地下水位観測[3]（12 地点平均）における地下水位の上昇量は約 5.4m であった．このことから，水圧計測値の増加は，主に地下水位上昇の影響であると考えられる．

（3）土圧および水圧（土圧計の設置位置に補正）より有効土圧（＝土圧－水圧）を算出した結果を**図－6** に示す．有効土圧については，ほぼ一定の値で推移している．

5．まとめ

今回の計測結果では，前回計測に比べて水圧の上昇が見られるものの有効土圧には大きな変化はなかった．このことから，トンネルは安定した状態になっていると考えられる．今回の計測結果は，今後のシールドトンネルの覆工設計において，長期の土水圧を考えるうえでの参考として行きたい．

参考文献

1) 飯田廣臣ほか：第２上野トンネルにおける土圧および鉄筋応力度の測定結果，土木学会年次学術講演会，Vol.40，pp357-358，1985

2) 清水満ほか：供用開始後の鉄道用シールドセグメントの応力測定（２），土木学会年次学術講演会，Vol.52，pp232-233，1997

3) 東京都土木技術支援・人材育成センター平成 29 年地盤沈下調査報告書，2018 年 7 月

© Japan Society of Civil Engineers