

土砂NATMにおける先行沈下測定

鹿島建設	正会員	横尾	敦
神戸市道路公社	非会員	中後	豊
鹿島建設	正会員	福家	佳則
鹿島建設	正会員	萩原	智寿
リックエンジニアリング	非会員	雁原	康夫

1. はじめに

近年アンブレラ工法などの補助工法を用いた土砂NATMの施工事例が増加している。本文で紹介するトンネル工事は市街地における幹線道路直下での土砂NATMで、土被りが4～9mと小さく補助工法として注入式長尺鋼管先受け工法を採用している。このトンネルの直上位置においてトンネル掘削による先行沈下を沈下計を用いて測定した。本文ではこの計測概要および計測結果を紹介する。

2. 地質概要

当現場は六甲山麓の扇状地に位置し、地表から3.0～1.5m程度は埋土層(B)が分布しそれ以深はレキ質土(TG1, TG2)を主とする地質である。このレキ質土層中には、玉石(ϕ 200～500mm)が多量に含まれ、一部薄い粘性土層(TC1, 層厚 0.5～1.0m)を介在している。地下水についてはトンネル発進部付近では上半盤から上に約5mの水頭を有しておりディープウェルにより地下水位を低下させている。

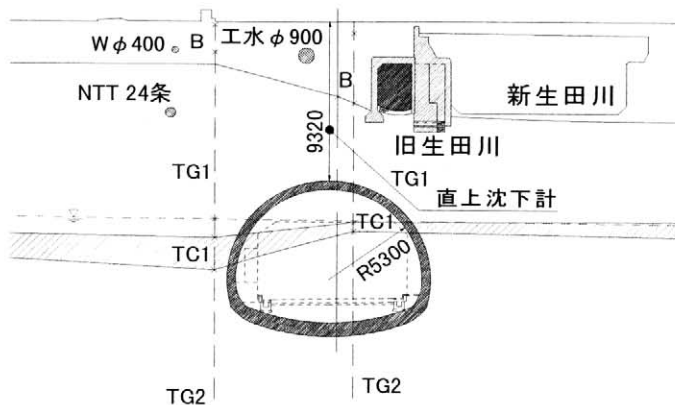


図-1 トンネル横断面図

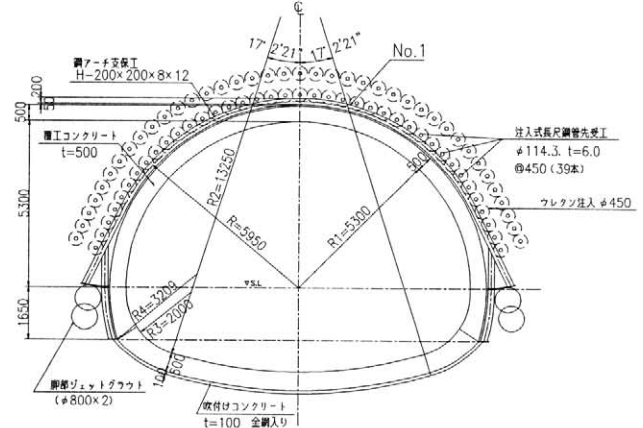


図-2 トンネル標準断面図

3. 計測概要

トンネルの先行沈下については、トンネル発進立坑からトンネル進行方向に水平ボーリング(L=42m、上り5%勾配)を実施し、内部に沈下計を配置した計測用ガイド管を挿入して自動計測を行った。

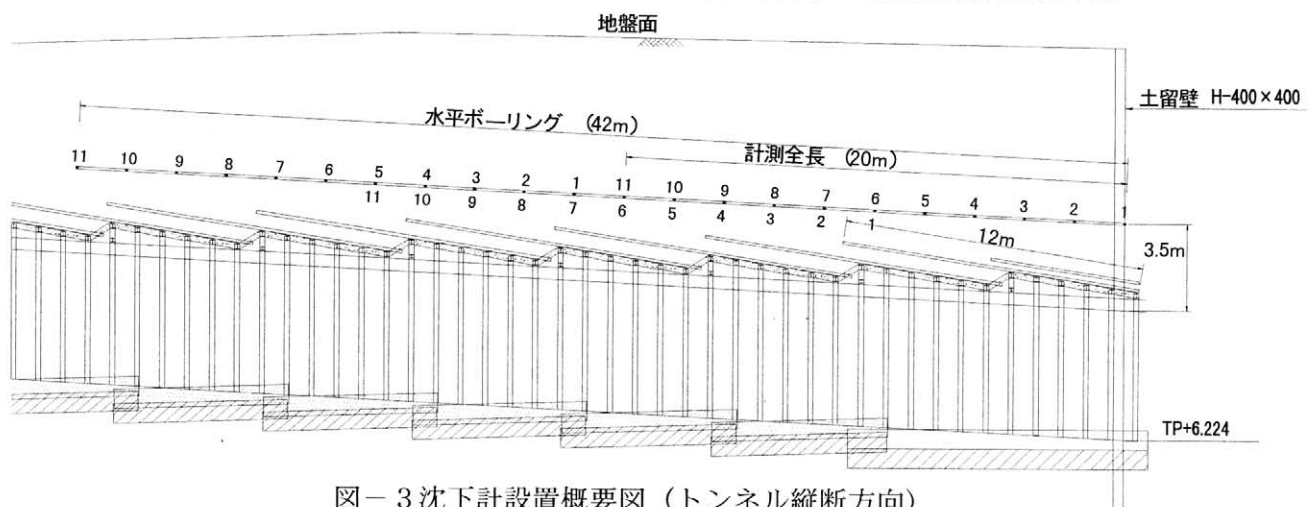


図-3 沈下計設置概要図 (トンネル縦断方向)

NATM、計測

神戸市中央区熊内橋通7-1-13 新神戸トンネル (第一工区) JV 工事事務所 Tel078-242-5547 Fax078-242-5540

沈下計は 2m ピッチで 11 箇所設置（全長 20m）し、トンネルの掘進にあわせて計器を 2 回前方に移動させた。この沈下計（L=96mm, ϕ 17.5mm）は立坑内に設置した基準水槽との水頭差を圧力として感知し沈下量を測定するシステムとなっており、計器本体は水頭差が 1.5m 以内であれば ± 1 mm の精度で測定が可能である。

4. 計測管理結果

(1) 直上沈下計

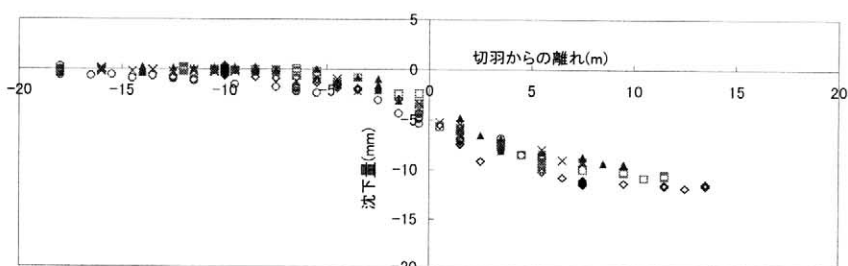
図－4 は直上沈下計で測定した沈下量を切羽位置を合わせて表示した結果であり、直上位置の先行沈下は切羽から約 7～8 m 前方で発生し、切羽位置での沈下量は 3～6 mm であった。そして、切羽後方 10m 付近で収束傾向となり 12m 離れた時点で沈下計を前方へ移動させた。

(2) 他の計測結果との比較

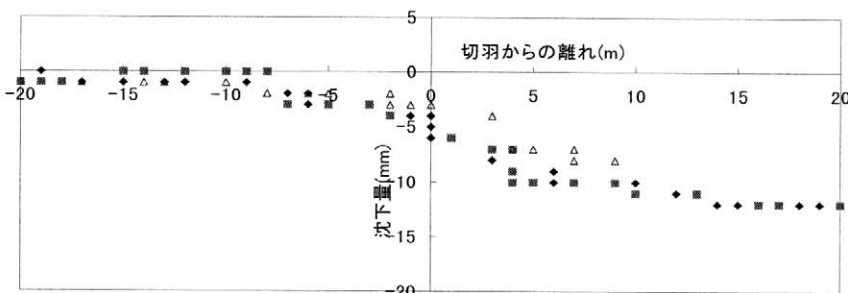
直上沈下計測結果の妥当性を検討するために同位置における地表面沈下およびトンネル天端の沈下計測結果と比較した。地表面沈下については図－5 に示すように、切羽前方 10m 付近で先行沈下が発生し切羽位置で 3～6 mm の沈下量であった。そして、切羽後方 15m 付近で収束し最終沈下量は 12mm となった。また、トンネル天端沈下については図－6 に示すように各測点によってばらつきはみられるものの概ね切羽後方 15m 程度で収束しておりその値は 6～7 mm となった。以上の結果から、トンネル直上位置の沈下量およびその傾向は地表面および坑内天端沈下と相関が高く、精度良い計測結果が得られたことがわかった。また、これら 3 種類の沈下傾向を図化すると図－7 のようになり、切羽前方の影響範囲はトンネル掘削面から 50° ～ 55° のすべり線の範囲であった。

5. おわりに

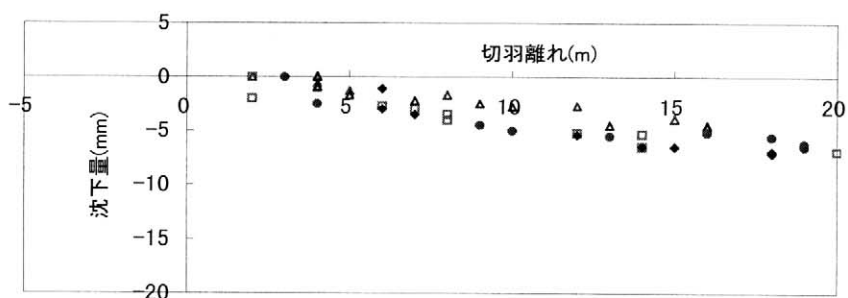
今回は切羽から 12m 離れた時点でトンネル直上沈下計を前方に移動したが、地表面およびトンネル天端位置での沈下傾向から判断して、トンネル直上位置についても切羽後方 15m 付近で収束し最終的に 12mm 程度の沈下が発生したと考えられる。また、これら 3 種類の沈下量およびその傾向がほぼ一致していることから、グラウンドアーチを形成しにくい土被りの浅い土砂トンネルの特徴をよく表しているものと考えられる。表－1 に計測値と設計値との比較結果を示すが、今後はこれらの結果を用いた逆解析により周辺地盤の性状や先受け効果などの検証を実施していく予定である。本文が同種工事の参考になれば幸いである。



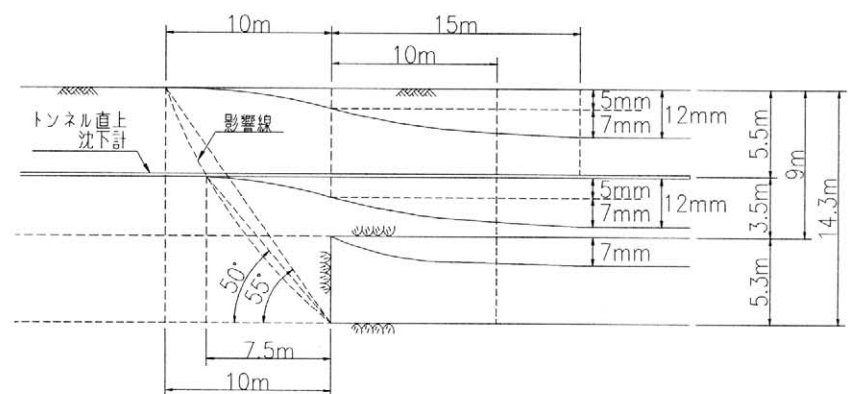
図－4 トンネル直上沈下切羽離れ図



図－5 地表面沈下切羽離れ図



図－6 トンネル内天端沈下切羽離れ図



図－7 沈下相関図

表－1 計測結果と設計値との比較 (mm)

	計測値		設計値	
	切羽位置	収束値	切羽位置	収束値
直上沈下	3～6	11～12	9	16
地表面沈下	3～6	11～12	7	14
天端沈下	—	6～7	—	9