

1 はじめに

北神急行電鉄北神線の北神トンネルは、六甲山系を南北に貫く延長約7.2kmの標準軌間複線規格のトンネルである。このうち起点方で、山陽新幹線新神戸駅直下を斜めに横断し、かつ土被りの薄い河川下の滞水洪積層中の掘さくとなる。検討の結果、構造物の防護工を施工した後、NATMにより掘さく可能と判断しているが、この区間の施工計画および試験施工時に実施した水平傾斜計による周辺地盤の変位計測結果について報告する。

2 新幹線交差部の概要

交差部付近の平面および駅前コンコースと走行路の断面を図-1に示す。新神戸駅は生田川をまたいで東西方向に位置しており、河川上は桁式の橋りょう、両側は直接基礎の高架橋で構成されている。南側は2層構造、本屋部分は3層構造となっており、軌道面は最上階に位置している。本線は生田川直下に位置しており、被りは12mと非常に小さい。軌道部分の基礎まではトンネル中心より13m、トンネル外縁から8m離れているが、起点方の基礎はトンネル直上あるいはごく近傍に位置している。これらの構造物の変位は当然厳しい規制を受けており、特に走行路基礎の変位は許されない。

本地域は河川の扇状地で、地質は未固結の洪積、沖積層および盛土層で構成されている。掘さく層は、大小の風化花崗岩礫を多量に含むN値50以上の良く締った砂礫層で、含まれる礫は未風化のものから風化が進行したものまで多様であり、径も10cm～数mまでのものが存在する。地質調査結果では、透水係数は $10^{-3} \sim 10^{-5} \text{ cm/sec}$ 、弾性係数は $400 \sim 3,000 \text{ kg/cm}^2$ でバラツキが大きい。

トンネルと構造物の間にパネルジェット工

法により、地盤を置き換えて防護壁を作り、掘さくによる地下水低下の影響の緩和および縁切り効果を期待している。壁厚は一般部15cm、走行路基礎近接部は径1.6mの柱列杭とし、トンネル下端より2mの深度まで施工している。また、この防護壁内の基礎については、想定されるゆるみ範囲内の基礎下を二重管ダブルパッカーによるロングゲルの浸透注入により地盤改良している。さらに河床には防水シートを張り、永続的な水の供給を防ぎ、掘さく部分の地下水をあらかじめ低下させるように考えている。

図-1 新幹線交差部平面図

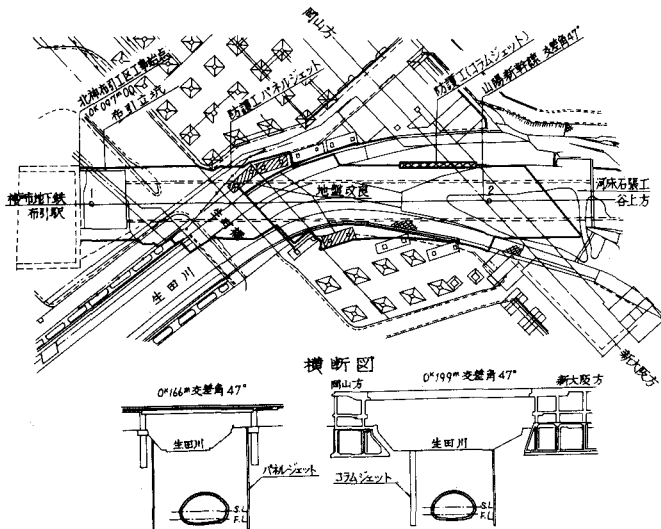
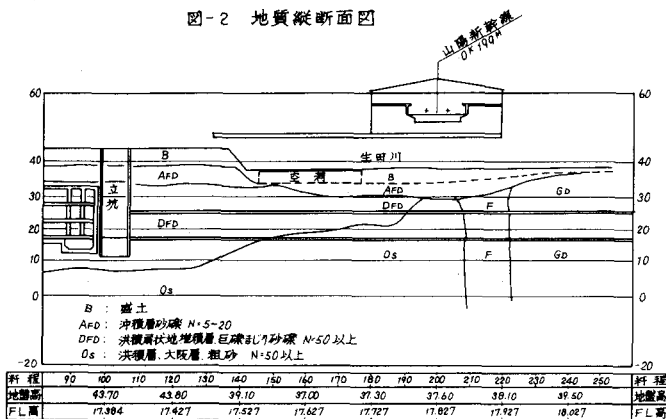


図-2 地質縦断面図



3 施工方法

支保パターンは、標準設計、施工例、FEM解析の結果を参考として次の様に計画した。

支保工 ----- 125 H, 0.8 mピッチ

吹付コンクリート--- 平均厚さ 20 cm (インバートを含む)

金網 ----- 有

ロックボルト ----- $\phi 25\text{ mm}$, $3\text{ m} \times 19\text{ 本}$, 0.8 m ピッチ

二次覆工 ----- 厚さ 40cm

掘さくは加背割を小さくし、掘さく後できるだけ早く吹付コンクリート、ロックボルトを施工し、断面を早期閉合する事により、地山の安全を図る為、ベンチ長が20mのショートベンチリングカット工法を採用した。

試験施工時、支保工より切羽前方に打ち込んだパイプが切羽の自立あるいは前方のゆるみ防止に役立っていることが計測等により確認されたので、基本パターンとして採用することにした。

基本パターンと施工順序を図-3に示す。

4 水平傾斜計による地山変位の計測

新幹線交差部の施工に先立ち、試験施工 ($L=10m$ 、上半断面)を行った。この時、掘さくに伴う地山の挙動を調査し、設計の安全性および施工計画の妥当性を検討するために、トンネルクラウン直上 $1.5m$ の位置に水平傾斜計を設置し計測した。この計測は、トンネル延長方向の変位を連続的に随時知ることができる。したがって、掘さくに伴う切羽前方の変位あるいは地山のせん断歪が測定可能である。設置状況を図-4に示す。

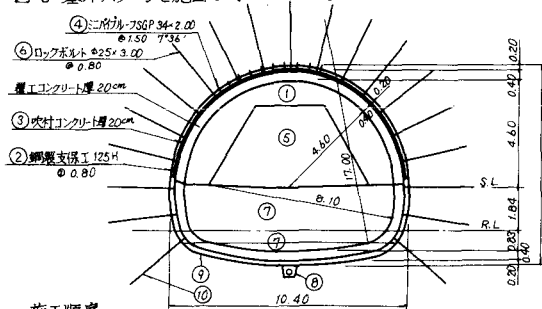
図-5はある位置での変位の進行状況を示したもので、上半掘さくに伴う全変位量の45~50%が切羽到達前に生じていることが判る。図-6は切羽前方の影響範囲を示したもので、最大でトンネル直径の3割程度まで掘さくによるゆるみが生じている。また、注入ゾーンでは未注入ゾーンより、切羽前方への影響範囲およびせん断歪量は小さくなっている。

この測定は、前方地山の動きをつかむことができるので、最終変位量や危険を早期に知り、適切な施工管理値を設定することにより NATM の特長を生かした施工管理ができると考えられる。

5 おわりに

重要構造物の直下あるいは近傍を掘さくするため、種々の計測を行い、十分な施工管理のもとに掘さくしていくことはもちろんであるが、本坑の施工を通じて、構造物に近接した土砂地山の NATM 施工の安全性、経済性を追求して行くつもりである。

図-3 基本パターンと施工順序 一般図



施工順序

上 半	①	リングカット
	②	鋼線支保工運込
	③	吹付コンクリート
	④	ミニパイプグループ打込
	⑤	複部掘き
下 半	⑥	ロックボルト打込
	⑦	ベンチ及びインバート掘き
	⑧	中央集水管仮設
	⑨	吹付コンクリート
	⑩	ロックボルト打込

圖-4 水平傾斜計設置圖

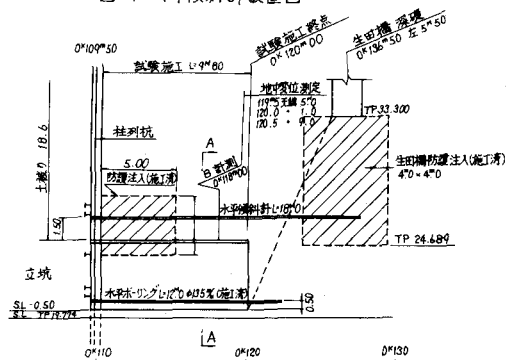


図-5 切羽の進行と変位の関係

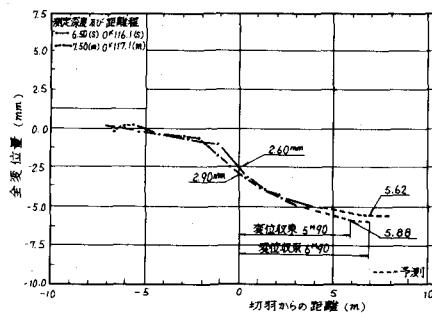


図-6 切羽前方地山のセン断のひずみ
0.04%以上の範囲と切羽位置の関係

