

大断面トンネルの挙動特性に関する考察

日本道路公団静岡建設局富士工事事務所 正会員 佐藤 淳  
 日本道路公団静岡建設局富士工事事務所 谷口 眞司  
 清水・熊谷・竹中土木共同企業体 正会員 楠本 太

1. はじめに

掘削断面積が約 80m<sup>2</sup>の JH2 車線トンネルでは、トンネル掘削時の挙動特性は概ね明らかとなっており、一般化された新切羽観察手法と標準支保パターンによるトンネル掘削が普通に行われている。第二東名・名神トンネルの約 190m<sup>2</sup>を超える大断面トンネルでは、トンネル挙動特性は未解明であるので、計測工によりトンネル挙動特性を確認しながらのトンネル掘削とし、設計・施工にフィードバックさせることになっている。本報告は、この計測データにより、大断面トンネルの挙動特性が明らかとなったので報告する。

表-1 計測断面位置と計測環境

計測断面の位置	下り線 STA.1012+00	上り線 STA.1018+85
計測工の目的	大断面トンネル挙動特性	先行挙動特性
設置時期と測線数	切羽通過直後、7測線	TBM 導坑内、天端1測線
土被り厚	70m	210m
地質	砂岩(風化岩)	礫岩(破碎岩)
地山等級と断面区分	D I (D I-B)	D I (D I-B-P)
新切羽評価点数	28	31
掘削工法	上半先進工法	TBM 導坑先進拡幅工法
1掘進長	1.0m	1.2m
支保	吹付け厚(強度)	25cm(36N/mm <sup>2</sup> )
	鋼アーチ支保工	HH-154
	ロックボルト本数	21+10(L=6m),170kN
		19+6(L=6m),170kN

2. 工事概要

第二東名高速道路富士川トンネルの西坑口付近は、急峻な斜面地形をなしており、下り線・上り線へのアクセスは作業横坑からとした。下り線本坑断面内に TBM 発進基地を設け、ここを基地として、下り線φ5.0mTBM 導坑を先行掘削した。上り線側には、他工事東工事 TBM が到達するので、上り線本坑断面内に、TBM 到達部を設けた。

これらの本坑掘削は上半先進工法を、以奥は TBM 導坑先進拡幅工法を適用した。

3. 計測概要

計測工 B は、下り線 D I 区間、下り線交差部、上り線 TBM 導坑 D I 区間の 3 断面で実施した。地質は新第三紀堆積岩の砂岩・礫岩である。地山等級区分は D I である。

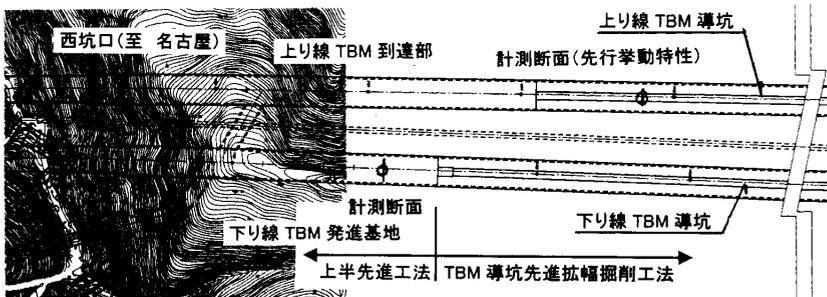


図-1 西坑口側での工事概要

ここに示す計測結果の計測断面位置や計測工の目的、地質環境や支保構造などは、表-1 に示すとおりである。

(1) 大断面トンネルの挙動計測

下り線 STA. 1012+00 で計測する。新切羽評価点は 28 の風化質である。計器配置は、標準タイプ 7 測線 (図-2) とし、切羽位置で、切羽通過直後に設置する。

(2) 先行挙動計測

上り線 STA. 1018+85 で計測する。新切羽評価点は 31 の破碎質である。盛替タイプ地中変位計を使用し、上半切羽通過以前に TBM 導坑内天端位置に設置し、上半切羽通過時に盛替える (図-3)。

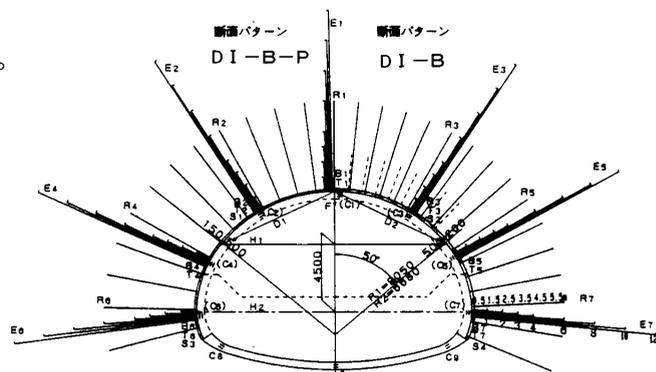
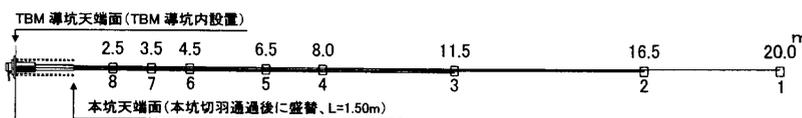


図-2 大断面トンネルの計器配置

4. 計測結果と考察

計測により得られた知見は、以下に示す。

図-3 盛替タイプ地中変位計 (TBM 導坑内天端上向)



キーワード：大断面トンネル、TBM 導坑、挙動特性、先行挙動、計測工

連絡先：第二東名高速道路富士川トンネル西(その2)工事共同企業体 Tel.0544-65-0810、Fax.0544-65-0885

(1) 先行挙動特性

- ①上半掘削時の掘削影響は、計測断面手前約 6m位置より顕著に現れはじめ、上半切羽が約 5~10m程度進むと、収束する。明らかな下半掘削影響はみられない。
- ②TBM 導坑掘削面より深度 3.5~4.5m位置では、上半切羽通過直後に、全変位量の約 65~70%が発生する。上半切羽がトンネル掘削幅の約 0.26 倍進むと、収束する。
- ③本坑掘削面から深度約 6.5m以深の地中変位は、上半切羽が計測断面位置を通過すると、地山深部側に変位し、上半切羽が約 10m程度進むと収束する。

(2) 大断面トンネルの挙動特性

- ①天端とアーチ部では、吹付けコンクリートなどによる変位拘束により、掘削面から約 1~1.5m間は圧縮ひずみとなる。トンネル掘削影響域は、深度 10m以深にまで及び、トンネル半径方向ひずみは約 0.1~0.3%の伸びとなる。
- ②深度 12m 位置を不動点とすると、天端部は約 15mm 下方に変位する。両肩部と SL 部では、トンネル半径方向内空側に約 20~23mm、約 6~8mm 変位し、不良地質の影響を受け左側が大きい。
- ③大断面トンネルの変形挙動は、上半掘削時の周辺地山の挙動特性に支配され、下半掘削時には、不良地質箇所を除くと、約 10~25%程度増加する。

(3) 主要支保の応力分担

天端とアーチ部のロックボルト軸力は、掘削面から約 1~1.5m間は、約 15~30kN の圧縮力となる。その以奥では、地中ひずみの変化に対応して発生し、深度 3.5~4.5m で、135 kN の最大引張力となる。鋼アーチ支保工の発生軸力は、約 690~920kN の圧縮力となる。吹付けコンクリート軸応力は、一様に分布し、約 3.8~5.2N/mm<sup>2</sup> の圧縮応力となる。トンネル周方向軸力に換算すると、約 950~1,300kN となり、鋼アーチ支保工との比率で、約 60%となる。

5. まとめ

大断面トンネルでは、「全変位量の約 65~70%が上半掘削時の先行挙動として現れる。これにより、上半切羽周辺地山中ではグラントアーチが形成され、トンネル挙動特性はこれに支配される。」などが分かった。今後は、これらの挙動特性を、数値解析的に検証する予定である。

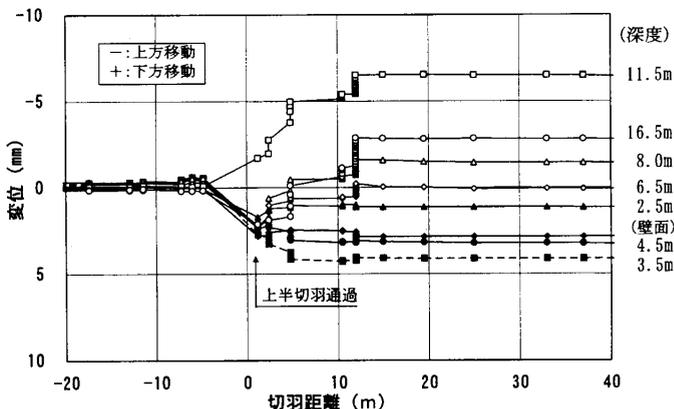


図-4 地中変位分布 (TBM 導坑拡幅区間)

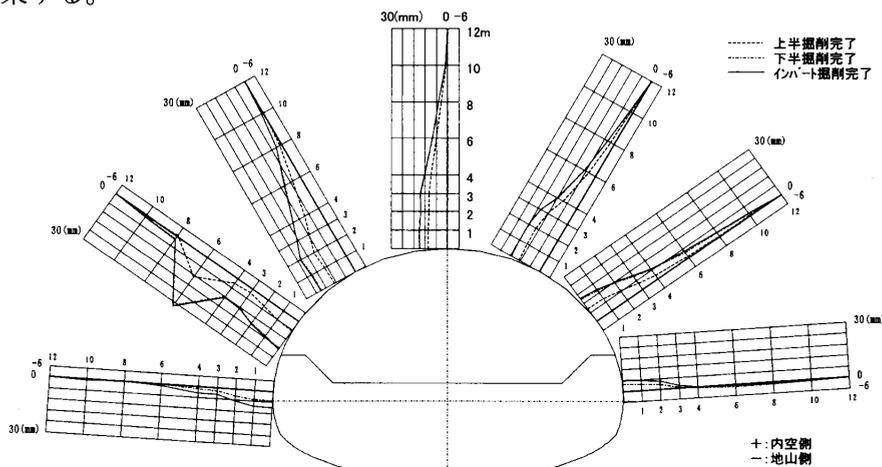


図-5(a) 地中変位分布

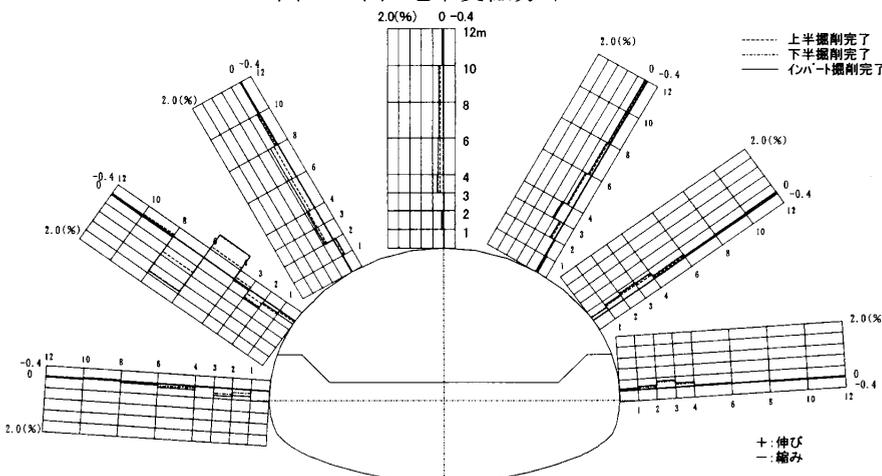


図-5(b) 区間ひずみ分布

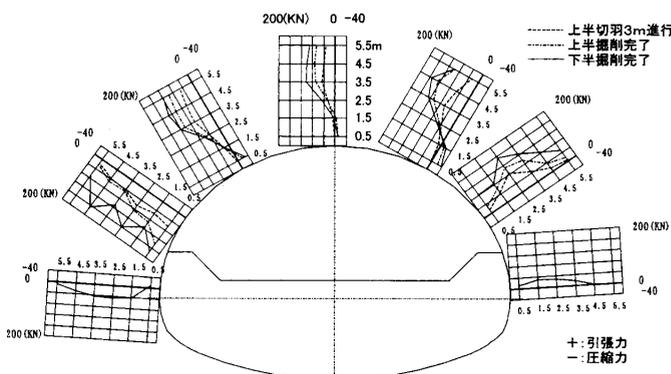


図-5(c) ロックボルト軸力分布 (STA.1012+00)