

(48) 土被りの浅いトンネルにおける ミニベンチ工法

清水建設(株) 正会員○ 一瀬康弘
正会員 河田孝志
正会員 梅澤 一
日本鉄道建設公団 白木博昭

Mini-Bench method in a shallow-depth zone at the tunnel

Yasuhiro Ichinose : Shimizu Corporation
Takashi Kawata : Shimizu Corporation
Hajime Umezawa : Shimizu Corporation
Hiroaki Shiraki : Japan Railway Construction Public Corporation

Abstract

Satomi tunnel, having the cross-sectional area of 80m^2 and the length of $2,488\text{m}$, is one of the two line tunnels of the Hokuriku Sinkansen under construction by Japan Railway Construction Public Corporation. Topographical features on the route of the tunnel are varied. There exists a shallow-depth zone distant between $2,000\text{m}$ and $2,500\text{m}$ from the adit, in which the minimum depth is 3.2m , inncluding a valley cutting the tunnel into two sections. This report contains the construction records in terms of the mini-bench method using the combination of multi-functional gantry-jumbo and the roadheader for the full-face excavation, and also considers monitoring results recorded during the construction.

1. はじめに

里見トンネルは、日本鉄道建設公団が工事を進めている北陸新幹線の長大トンネルの1つで、全長 $2,488\text{m}$ の新幹線複線断面(80m^2)のトンネルである。^{1), 2), 3)}

本トンネルは、坑口より $2,000\text{m}$ 以降の約 500m 区間に最小土被り 3.2m 、最大土被り 37m という非常に土被りの浅い区間が存在し、さらに坑口より $2,400\text{m}$ 付近では、トンネルが沢を直交するため、一旦沢部で貫通し、再びトンネルとなる極めて地形の変化に富んだ区間が存在する。

本報告は、このような地形条件下における、全断面对応型自由断面掘削機と多機能型ガントリージャンボを用いたミニベンチ工法によるトンネル施工実績と計測結果について考察を加えたものである。(写真-1)

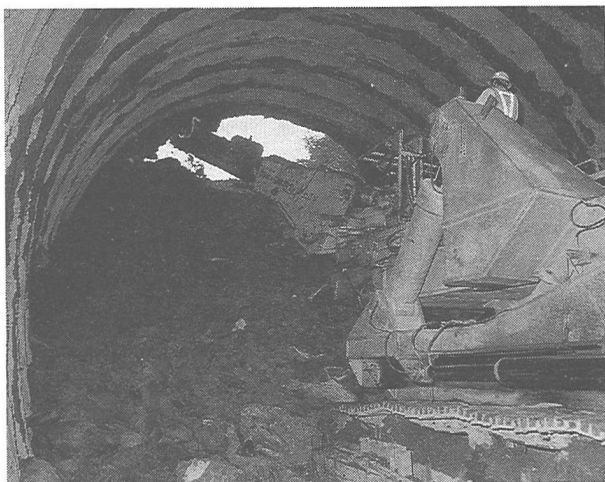


写真-1 ミニベンチ工法による貫通掘削状況

2. 地形·地質概要

本トンネル2,000 m以降の土被りの浅い区間約500 mは、最小土被り3.2 m、最大でも土被りは37mである。さらに2,400 m付近では、沢部で一旦トンネルが貫通し再びトンネルとなる、極めて地形の変化に富んだ区間である。図-1に土被りの浅い区間における施工実績と地質縦断図を示す。

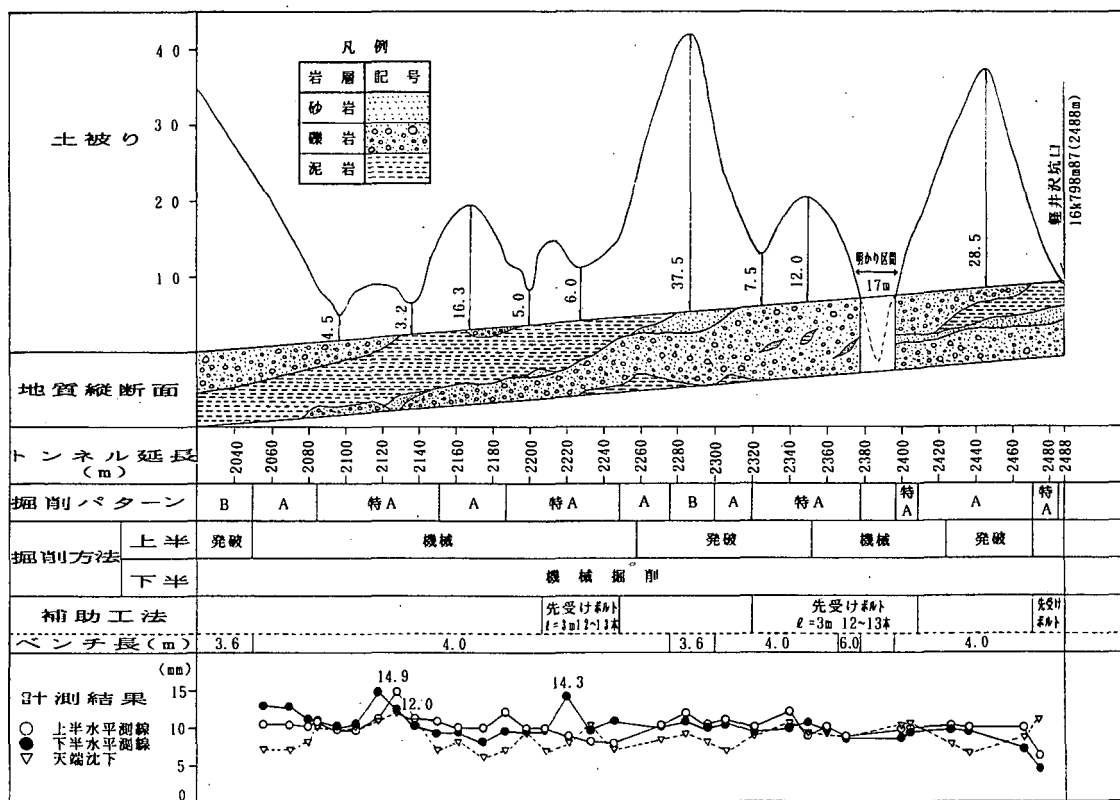


図-1 土被りの浅い区間における施工実績と地質縦断図

地質は、第三紀中新世中期の板鼻層からなり、小礫（ $\phi 1\text{cm} \sim 10\text{cm}$ ）を主体とする礫岩、砂岩、泥岩の互層からなる。泥岩には、潜在的に発達した節理が存在するものの比較的安定した地層となっている。

湧水は、切羽から滲み出る程度の湧水であり、沢部には数 l/m^2 程度の表流水が流れている。

3. 施工方法

本トンネルでは、地形の変化に応じて全断面対応型自由断面掘削機と多機能型ガントリージャンボの組合せで、上下半機械掘削及び上半発破、下半機械掘削の掘削方式を導入して行った。

図-2 にミニベンチの施工順序図を示す。

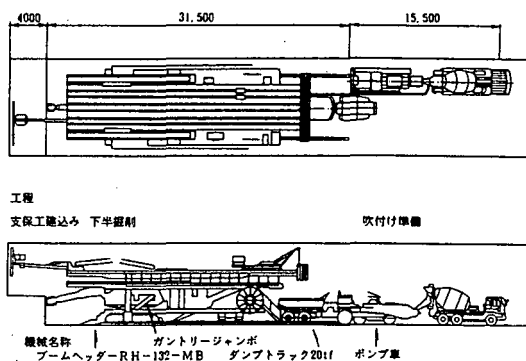


圖-2 施工順序圖

施工は、地形、地質状況並びに地表面沈下、天端沈下等の計測結果を踏まえ、ベンチ長を3 mから6 mまで変更し、沢部貫通を含め全ての区間でミニベンチ工法による施工を行った。

図-3、図-4に支保パターン図を示す。土被りが10m以下となる区間は図-4に示す特Aパターン（上半150H、吹付け厚15cm、モルタル充填式工フォアパイリング $\ell=3\text{ m}$ ）を採用し施工を行った。

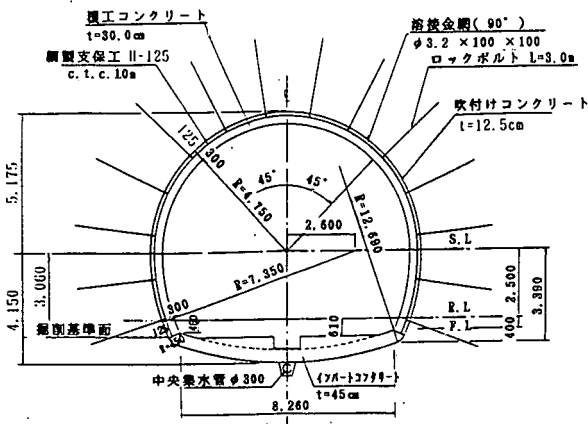


図-3 支保パターン (Aパターン)

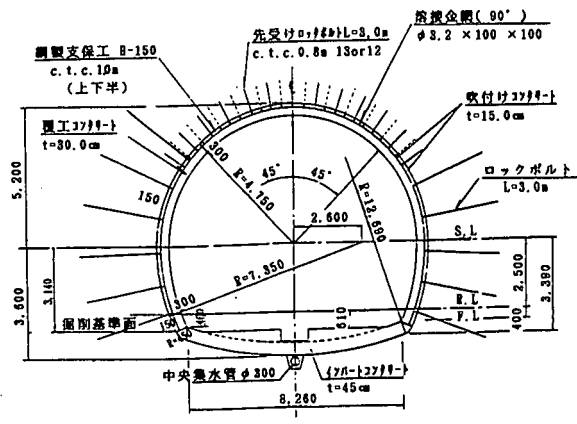


図-4 支保パターン (特Aパターン)

4. 計測結果

計測は、内空変位、天端沈下、地表面沈下、伸縮計による地すべり測定を行った。図-5に計測箇所並びに測点配置図を示す。

図-1の計測結果に示すように、内空変位は、上下半の水平測線とも10mm程度で安定している。天端沈下は、2130m付近の最小土被りの位置で12mmの最大値を示し、他測点では、8mm程度の沈下となっている。

地表面沈下については、土被りが5 m以下となる地点で、沈下が激しく、最大値15mmを示している。

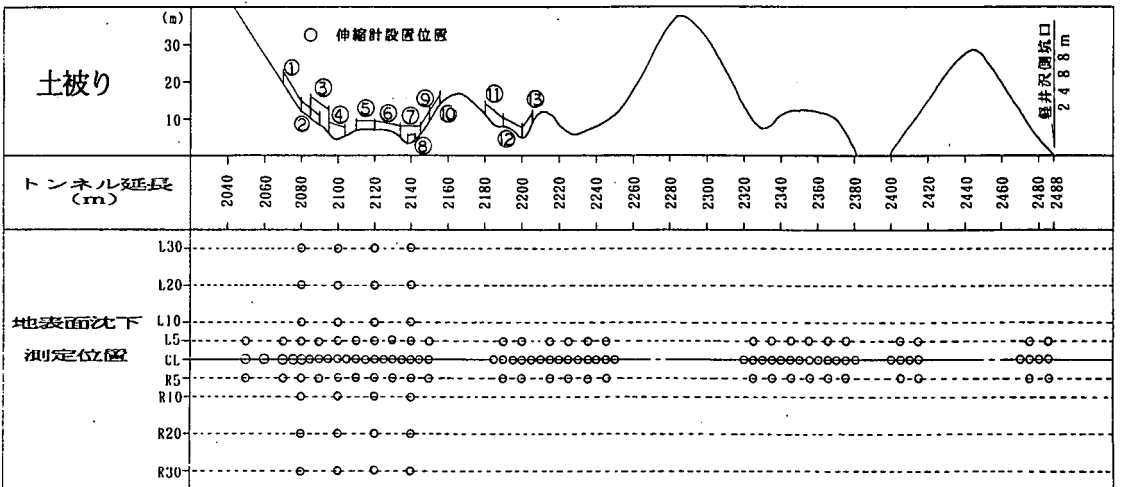


図-5 測点配置図

切羽掘削における地表面の沈下の影響範囲については、トンネル方向で、測点の前後2D～3Dの範囲であり、トンネル直角方向で左右20m程度となっている。図-6に最小土被り地点における地表面沈下の経時変化図を、図-7に土被りと地表面沈下の関係を示す。

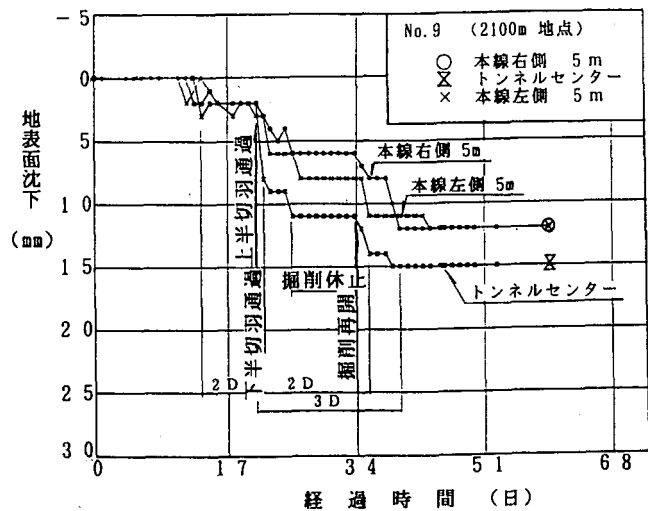


図-6 地表面沈下経時変化図

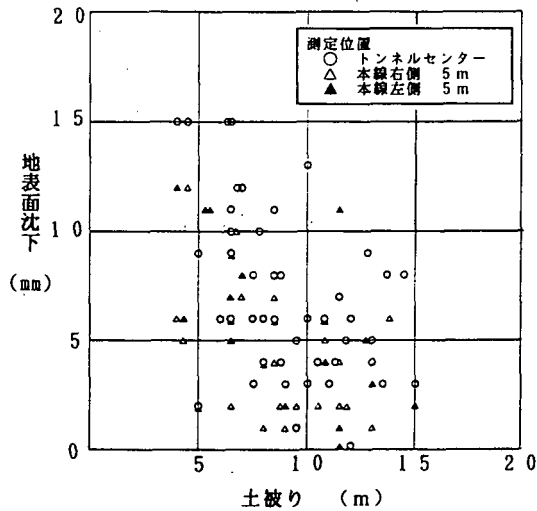


図-7 地表面沈下と土被り

地表面沈下は切羽通過時に最大変位勾配で変位し、測定位置より前後に2D～3Dの範囲で掘削の影響を及ぼし、切羽が3Dまで進行すると変位は収束している。また、土被りと地表面沈下の関係に示すように、土被りが浅くなるに従い、地表面沈下は大きくなる傾向にある。

表-1に伸縮計の測定結果を、図-8に測点⑦における伸縮計の経距変化図を示す。

伸縮計の測定結果については、土被りが最小3.2mとなる測点⑦において4mmの縮みを生じ、上半切羽が伸縮計の中間地点を通過する時に最大変位勾配を示している。

本トンネルでは、このような地形、地質状況において、これらの変位は、管理基準値(基準値20mm、警戒値40mm、限界値

表-1 伸縮計測定結果一覧

測点 No	設置区間 始点 終点	伸縮量 (mm)	測点 No	設置区間 始点 終点	伸縮量 (mm)	測点 No	設置区間 始点 終点	伸縮量 (mm)
1	2070 2080	0.0	6	2115 2130	0.0	11	2180 2193	-1.4
2	2080 2090	0.7	7	2130 2145	-4.0	12	2193 2205	0.1
3	2085 2095	-0.3	8	2140 L15～	-3.7	13	2200 L10～	-0.4
4	2100 R10～	-1.4	9	2145 2155	-0.4			
5	2103 2115	2.8	10	2155 2165	0.0			

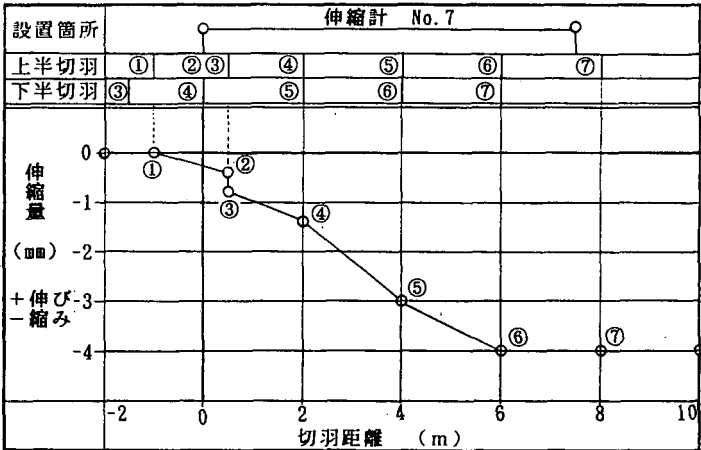


図-8 伸縮量と切羽距離の関係

60mm) 内の値であり、全断面对应型自由断面掘削機と多機能型ガントリージャンボの組合せによるミニベンチ工法の施工が力学的安全性に対して効果的であったと考えられる。

5. おわりに

本報告では、全断面对应型自由断面掘削機と多機能型ガントリージャンボの組合せ(写真-2)による、土被りの浅いトンネルにおけるミニベンチ工法の施工方法ならびに計測結果について述べた。

以下に本報告のまとめとして、ここで得られた成果と技術的知見について列挙する

- ① 地形・地質の変化、計測結果に基づき上下半の最適な掘削方法を採用でき、土被りの浅い地山におけるミニベンチの施工を可能にした。
- ② 適切なベンチ長の採用により、ミニベンチによるトンネルの貫通ならびに坑口付けの迅速な施工を可能にした。(写真-3)
- ③ 上下半の同時施工が可能で、段取り替えの時間が短時間となり、作業効率を高め、月進85mを確保することができた。
- ④ ガントリーの照明により切羽が明るく、切羽近傍の安全な位置で切羽の観察が行えるため、切羽崩落に対する監視体制の強化が図れた。



写真-2 全断面对应型自由断面掘削機と多機能型ガントリージャンボの組合せ

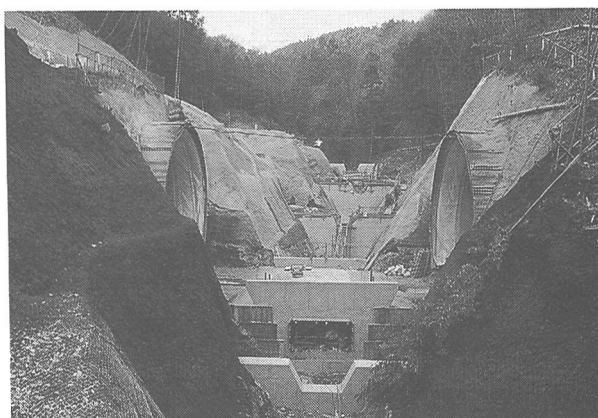


写真-3 沢部地形状況

参考文献

- 1) 市橋学, 斉藤浩司, 戸出正義, 服部一夫: 大型自由断面掘削機でミニベンチ掘削, 北陸新幹線里見トンネル, トンネルと地下, 第23巻7号, 1992年7月
- 2) 河田孝志, 服部一夫, 梅澤一, 市橋学, 斉藤浩司: 自由断面掘削機とガントリージャンボによる軟岩地山のミニベンチ工法, 第2回トンネル工学研究発表会, 1992年10月
- 3) 河田孝志, 梅澤一, 服部一夫, 白木博昭, 北陸新幹線里見トンネルにおける膨張性地山のミニベンチ工法, 第3回トンネル工学研究発表会, 1993年11月