

三波川変成帯におけるトンネルの支保特性について
～四国横断自動車道 笹ヶ峰トンネル南工事～

日本道路公団高松建設局 技術部 正会員 ○藤本繁雄
日本道路公団高松建設局 高知工事事務所 吉田幸信
日本道路公団高松建設局 高知工事事務所 塚本政則

1. まえがき

四国横断自動車道の愛媛県川之江市から高知県大豊町に至る約30km間については、平成3年度末開通を目標に、現在鋭意工事が進められているところである。この間の工事で最難関といわれているのが、ほぼ中間点の県境に計画された延長約4300mの笹ヶ峰トンネルであり、昭和63年以来、南北両県側よりそれぞれ掘削等のトンネル工事を行ってきた。本文は、高知県側から掘削した2150mのトンネル南工事において実施した計測により得られたデータをもとに、地山を支保する支保部材の役割分担についてとりまとめ報告するものである。

2. 工事概要

笹ヶ峰トンネルは、断面積約75㎡の第一種第三級の2車線道路トンネル（本坑）である。このトンネルの西側には、中心間隔約30mで平行して断面積約40㎡の先進作業坑を設けている。本坑の標準断面を図-1に示す。

3. 地質概要

笹ヶ峰トンネルは、中央構造線と御荷鉾構造線とに挟まれた三波川変成帯に位置している。岩種としてはその大部分が黒色（泥質）片岩であり、坑口付近の一部に緑色（珪質）片岩が見られる。地質構造は、走向が概ねN50°W～EW、傾斜が70～80°Sで、基本的には単斜構造である。しかしながら、全体的に極めて激しいしゅう曲作用を受けており、片理や節理などの不連続面の発達著しく、切羽開放後の時間経過に伴って岩塊や岩片の剝離、剝落が常に観察された。断層破砕帯も多く、14箇所確認された。切羽湧水は、八丁山断層において約60t/分程度の突発的湧水に見舞われたほかは作業坑を先進させたこともあり全般的に少なく滴水程度であった。

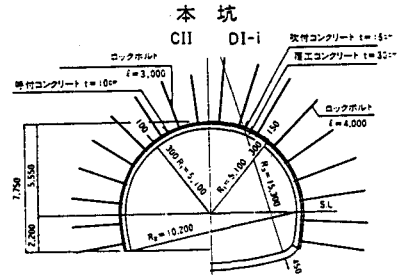


図-1 本坑の標準断面

4. 地山特性

工事の前半における計測Aの結果などに基づき地山の特性について総括すると、以下のとおりである。

- ①地山の内空変位量は全体的に小さいが、片岩特有の天端からの肌落ちが多い。
 - ②地山の内空変位は、掘削後切羽が2D～3D進む間に収束する。
 - ③上半と下半との変位の割合は、地質良好部で概ね1：1、断層部では1：2程度である。
- 代表的な地山の内空変位曲線を図-2に示す。

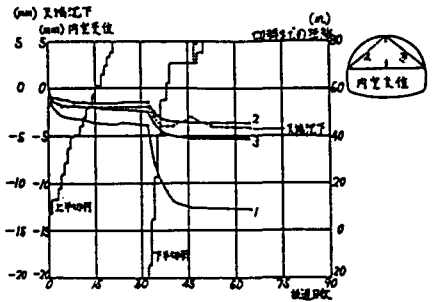


図-2 内空変位の経時変化

5. 計測項目と結果

工事の前半では断層破砕帯が多く、長い区間安定した切羽が連続することは稀であった。工事が進み地山芯部の掘削となり、安定した切羽が連続するようになった坑口から1470m地点で計測Bを実施した計測項目と計測方法は表-1のとおりである。計測結果を総括すると以下のとおりである。

- ①ロックボルトの軸力は、片理面に直角に打設した箇所は大きく、他は比較的小さな分布状況となっている。
- ②吹付コンクリート、鋼製支保工の一次支保の軸力は、内空変位量が小さくとも、大きい値となっており、その割合は早い時期からほぼ一定である
- ③吹付コンクリートは、付着性が良いため、トンネル脚部では小さい値であっても、地中変位量が大きな箇所では高い応力状態となっている。

表-1 計測項目

	計 測 項 目	計 測 方 法
計測A	内 空 変 位 測 定	内 空 変 位 計 (1/10mm)
	天 端 沈 下 測 定	レ ベ ル 測 量
計測B	地 中 変 位 測 定	小型エクステンソメーター
	ロックボルト軸力測定	メカニカル軸力測定アンカー
	吹付コンクリート応力測定	グレーツェル応力セル
	鋼製支保工応力測定	ひ ず み ゲ ー ジ

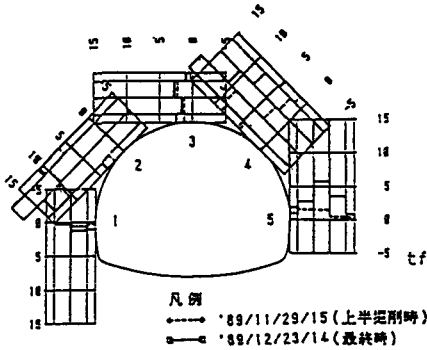


図-3 ロックボルト軸力分布

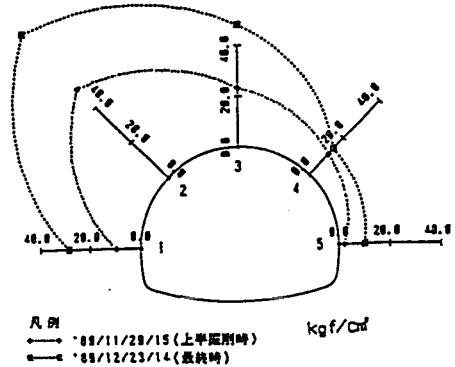


図-4 吹付コンクリート応力分布

ロックボルトの軸力分布を図-3に、吹付コンクリートの応力分布を図-4に、鋼製支保工の応力分布を図-5にそれぞれ示す。

6. 計測結果の考察と反映

計測結果から当該地山においては、吹付コンクリートの役割が非常に大きいことが分かった。これは、地質概要の項で述べた当該地区の地質構造とも合致することである。これらの考察をもとに、より経済的な支保パターンの検討を行った。その結果、従来であれば公団のCIと評価できる地山(切羽)に対して、標準Bパターンを参考とした新CIパターンを設計し、試験的に採用してみた。そのパターン図を図-6に示す。

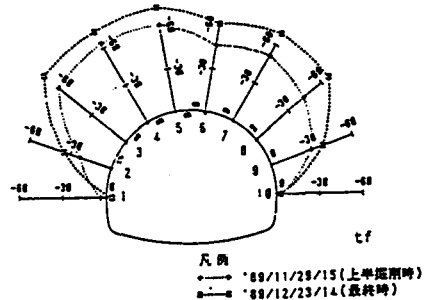


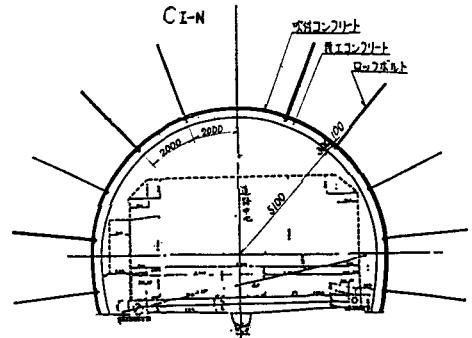
図-5 鋼製支保工応力分布

7. まとめ

新パターンを採用した区間においてその妥当性を評価するために、区間や時間的な制約もあり、必ずしも十分なチェックができたとは言いがたがロックボルト軸力の測定を実施した。その結果、最大軸力10.8tであり、計測Aによる内空変位測定の結果と合わせても特段の変状は認められなかった。地山の評価(判定)は、ある程度の幅をもって実施されるものである。当初計測を実施した地山と、実際に新パターンを使った地山との差異に関して厳密な相互比較には限界があり、一連の流れを評価するうえでどうしても越えられない壁が残されてしまう。今後の課題としては、地山の評価に関する研究を進め、評価手法の確立を急ぐ必要があろう。

8. あとがき

笹ヶ峰トンネルは、着工後約2年強の期間を費やし、平成2年11月8日に貫通した。片岩地帯での予想どおりの難工事であったが、支保部材の一つである吹付コンクリートを活用することで大きなトラブルは避けることができた。今回の経験が今後の片岩地帯でのトンネル工事の一助となれば幸いである。



パターン	ロックボルト		鋼アーチ支保工		吹付Co		覆工コンクリート	
	長さ (m)	間隔 (m)	延長方向 間隔(m)	上 下	吹付厚 (mm)	7-8 間隔(m)	7-8 間隔(m)	7-8 間隔(m)
B	3.0	1.5	2.0	-	-	50	30	-
CI-N	3.0	2.0	1.5	-	-	100	30	-
CI	3.0	1.5	1.5	-	-	100	30	-

図-6 CI-N パターン図