マルチ支保パターンの採用とボーリングコアを利用した切羽前方予測

大成建設㈱　道路改築工事(網野子トンネル網野子工区)作業所　　正会員　○石原　弘樹
大成建設㈱　道路改築工事(網野子トンネル網野子工区)作業所　　正会員　　小原　克己

１．はじめに

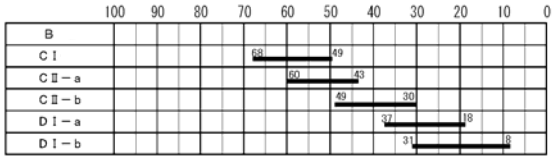
当工事である網野子トンネルは、奄美大島を北から南へ縦断する一般国道 58 号線の標高約 380m 網野子峠下を貫く全長 4,243m のトンネルである。網野子峠は、奄美大島の奄美市住用町と瀬戸内町古仁屋を結ぶ区間に位置し、国道 58 号の中で最も急峻であり、大雨を起因とした落石による交通止め等、交通の隘路となっている。

当工事は，全長 4,243m の網野子トンネルのうち、網野子地区側から施工する延長 2,236m の山岳トンネル工事である。当トンネルの基盤地質は、役勝ユニットと呼ばれる中生代白亜紀の四万十帯に属する凝灰質粘板岩、粘板岩よりなり、堆積岩である本層は、地殻変動による断層や褶曲作用などで攪乱されている。

２．支保パターン

トンネル施工時における支保パターン決定事項の資料としては、設計段階における地質調査(弾性波探査、鉛直ボーリング等)から予測した支保パターン、A 計測データ、掘削している切羽の観察簿を当現場では使用した。この中でも、切羽観察簿においては、新切羽評価点法により各切羽に点数を付けている。この点数より、どの支保パターンが合理的であるかを決定し、施工パターンとした。

表 1　切羽評価点によるパターン区分



３．マルチ支保パターンの採用

山岳トンネルの NATM 工法には、標準的な支保パターンが決まっている。しかし、施工時の安全性はもちろん、より合理的かつ、経済的な山岳トンネル施工への取り組みが求められている。そこで、施工している地山状況により見合った施工を行うために、標準パターンに追加・修正を行った支保パターンをマルチパターンとしている。

表 2　標準的な支保パターンの例

等級 地山	支保パターン	標準一掘進長 (m)	ロックボルト 長さ (m)	ロックボルト 施工間隔 周方向 (m)	ロックボルト 施工間隔 延長方向 (m)	ロックボルト 施工範囲	鋼アーチ支保工 上半部種類	鋼アーチ支保工 下半部種類	鋼アーチ支保工 建込間隔 (m)	吹付け厚 (cm)	覆工厚 アーチ,側壁 (cm)	覆工厚 インバート (cm)	変形余裕量 (cm)	掘削工法
B	B	2.0	3.0	1.5	2.0	上半 120°	－	－	－	5	30	0	0	補助ベンチ付全断面工法または上部半断面工法
CⅠ	CⅠ	1.5	3.0	1.5	1.5	上半	－	－	－	10	30	(40)	0	
CⅡ	CⅡ-a	1.2	3.0	1.5	1.2	上，下半	－	－	－	10	30	(40)	0	
	CⅡ-b						H-125	－	1.2					
DⅠ	DⅠ-a	1.0	3.0	1.2	1.0	上，下半	H-125	H-125	1.0	15	30	45	0	
	DⅠ-b		4.0											
DⅡ	DⅡ	1.0以下	4.0	1.2	1.0以下	上，下半	H-150	H-150	1.0 以下	20	30	50	10	

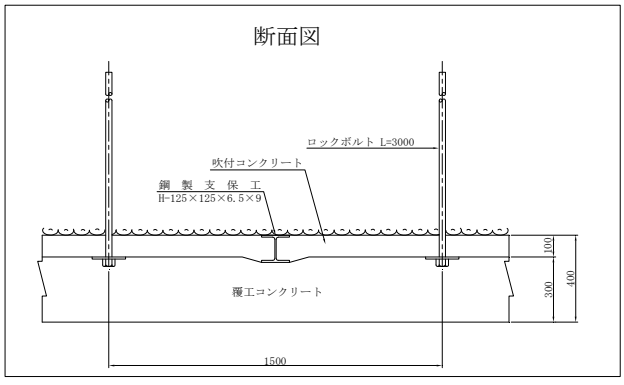


図 1　ＣＩ-b パターン　断面図

表 1 において、切羽評価点 49 点以上の切羽においては、ＣＩパターン及び CⅡ-a パターン(本工事では標準パターンから除外)と区分される。当現場では、地質的に粘板岩が基盤を形成しており、層理面に沿って剥離しやすく、交差する亀裂も発達している状況が特徴的である。また、地下水位も高く、掘削時においては 300t/h の湧水量が存在し、常に水を含み持った地山であることから、施工にあたっては、圧縮強度等が高く評価されても岩盤の崩落の危険性、部分的な湧水による吹付けコンクリートの付着が著しく損なわれる危険性が伴う。切羽評価点 49 点以上に採用される標準パターンにおいては、鋼製支保工が無いために、当現場の切羽状況においてはリスクの高いパターンと考えられる。このため、標準パターンである ＣＩパターンに補助工法として鋼製支保工を採用したパターンをＣＩのマルチパターン、「ＣＩ-b パターン」として採用した。

キーワード　山岳トンネル,支保パターン,切羽前方予測
連絡先　　〒810-8511　福岡県福岡市中央区大手門 1-1-7 大成建設（株）九州支店土木部　TEL 092-771-1444、

３．ＣＩ-b パターン施工実績評価

・坑内Ａ計測結果(図 2)より、ＣⅡ-b パターンと同程度の変位量(12mm)で収束し、湧水の多い地山状況でも十分に支保することが出来た。

・平均余堀り量、吹付けコンクリート使用量において、ＣⅡ-b パターンと同程度の精度で施工することが出来たため、一般的に余堀り量の大きくなるＣＩパターンよりも、使用材料を少なく精度の高い施工を行うことが出来た。

・施工管理面においては、支保工があるために、設計吹付け厚さ(10cm)を確保し易く、ロックボルトの打設後の通りが良いため、出来栄えが良かった。

・安全面においては、支保工があるために、切羽直下作業(装薬作業)において、ＣＩパターンよりも安心感と施工直後の自立性が高かった。

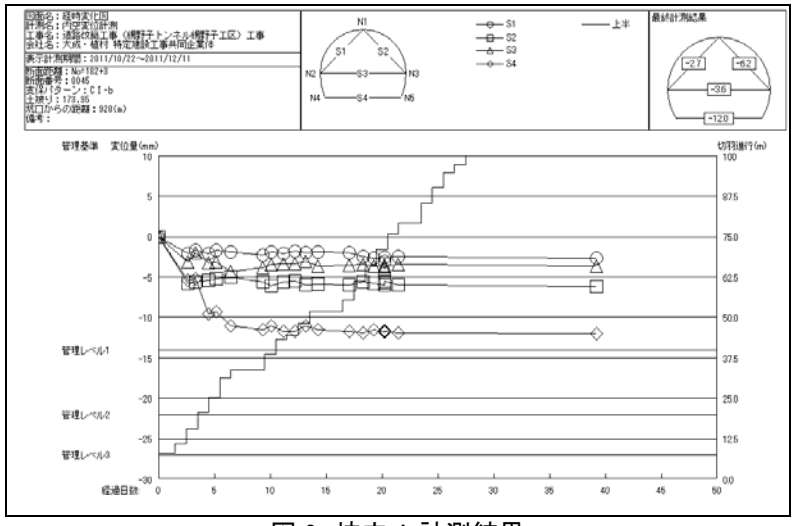


図 2 坑内Ａ計測結果

４．ボーリングコアを利用した前方予測

当工事では、地山に自然由来の重金属が含まれている可能性があるために、別工事として地質調査ボーリング(オールコア；ロータリー式)を実施した。このため、地質調査ボーリングの結果である「コアの状況」「削孔時間」「湧水量」から、切羽前方における地山状況を予測し、岩質区分判定委員会の判定材料の一つとして有用した。

切羽前方予測においては、油圧ドリルジャンボ等で実施する前方探査ボーリングが多く実施されているが、それと比較すると、実際に掘削を実施する地質をコア状態で目視確認できるため、掘削時の切羽状況との相互性が高く(図 3 参照)、当現場では有用な情報の一つとして活用することが出来た。また、水抜きボーリングとしての効果も大きく見られ、切羽の安定性の向上にもつながる結果となった。

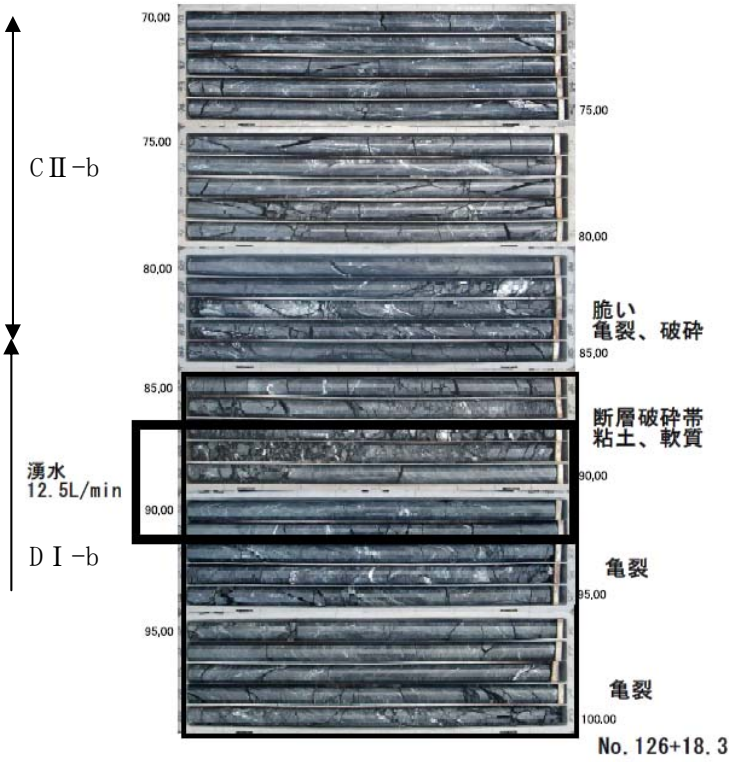


図 3 地質調査ボーリングと実施支保パターン

５．まとめ

本報では，より合理的で経済的な掘削方法の一つとして、マルチ支保パターンを採用し、トンネル施工を実施した。その結果として、標準ＣＩパターンよりも経済的で安全性の高い施工を行うことが出来た。

また、当現場のような離島におけるトンネル施工現場においては、物資調達の不便さから、緊急資材の準備には、多くの時間を要する。当工事では、地質調査ボーリングコアを利用することにより、掘削時の切羽と相互性の高い前方予測を実施し、大きな地山トラブルを起こすことなく、掘削を進めることが出来た。この報告が、類似したトンネル工事における一つの参考となれば幸いです。

参考文献 2006 年制定 トンネル標準示方書(山岳工法)・同解説