

打井畑トンネル工事割岩工法による硬質岩掘削 一米子道 4 車線化一

日本道路公団	賛助会員	○笹原壮雄
〃	〃	横尾豊視
〃	〃	奈良正吾
洋林建設(株)		田崎靖樹
洋林建設(株)		玉井慎太郎
広島道路エンジニア(株)		陰山陽二

1. はじめに

中国横断自動車道である米子自動車道は、平成 10 年度より 4 車線化事業に着手しており、打井畑トンネル工事は、岡山県真庭郡久世町を起点としたトンネル 2 本を含む総延長 891m のⅡ期線側工事である。本工事に含まれる打井畑トンネルは、供用線との隣接工事となり、安全上及び環境上の面より、発破方式による掘削ではなく、ロードヘッダーによる機械掘削により設計を行った。しかし、実施工においてロードヘッダーの許容能力 100MPa を超える強度を持つ硬質岩に遭遇し、ロードヘッダーによる掘削が困難になったため、油圧型破碎機を用いた割岩工法を併用することとなった。ここに一軸圧縮強度 $qu=100\text{MPa}$ 以上の硬質岩を機械掘削により施工した打井畑トンネル工事の事例を紹介する。

2. 打井畑トンネル工事概要

打井畑トンネル工事概要を表 2-1 に示す。隣接のⅠ期工事は、平成 4 年に横瀬工事として完了しており、現在片側 1 車線の対面通行で供用開始されている。この工事が完成すれば、Ⅰ期工事の路線が 2 車線の下り車線になり、Ⅱ期工事である打井畑トンネル工事が上り車線となる。

設計時における打井畑トンネル区間の岩質は、一軸圧縮強度 $qu=8\sim90\text{MPa}$ が推測された。掘削方式には、発破、機械、人力による方式があるが、この工事は下り車線が隣接しており、その上かなりの交通量があるので、安全上、環境上発破方式は採用できず、また、一軸圧縮強度 $qu=100\text{MPa}$ 以下の比較的軟らかい岩質が予測されたため、機械方式による掘削を採用した。

3. 工法の選定

3-1. 一軸圧縮強度

打井畑トンネルにおいて割岩工法を採用した実際断面の点载荷試験及びロックハンマーによる推定一軸圧縮強度を図 3-1 に示す。測定は、1 断面につき左側、中央、右側の 3 箇所にて行ったが、最大 233.3MPa の強度が確認された。

3-2. 機械補助工法の検討

1) 補助工法の検討

一軸圧縮強度 $qu=100\text{MPa}$ 以上の断面が多く、通常のロードヘッダーでの掘削が困難になってきたことから、

表 2-1 打井畑トンネル工事概要

工事名	打井畑トンネル工事	
工期	平成11年3月18日～平成13年3月26日（約2年間）	
工事内容	土工部延長	557.5m
	切盛土工	53,000m ³
	横瀬トンネル	158m（道路幅員8.5m, 内空幅10m）
	打井畑トンネル	175.5m（道路幅員8.5m, 内空幅10m）
	法面工事	8,600m ²
	用排水工事	3,000m

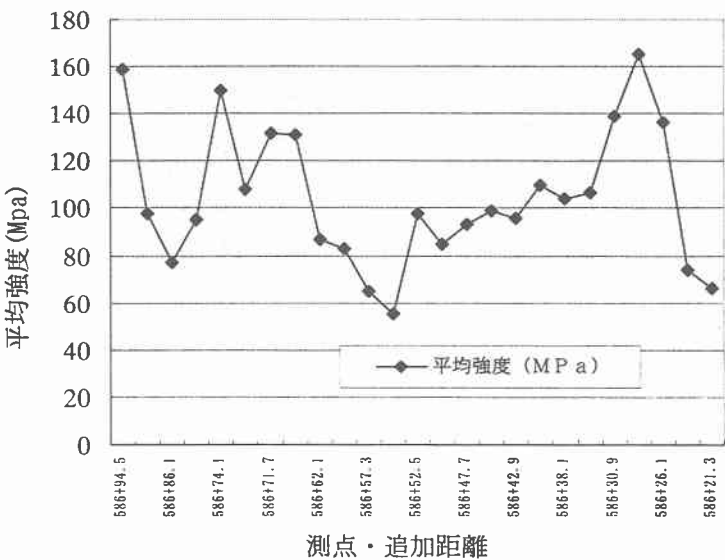


図 3-1 割岩工法採用断面の一軸圧縮強度

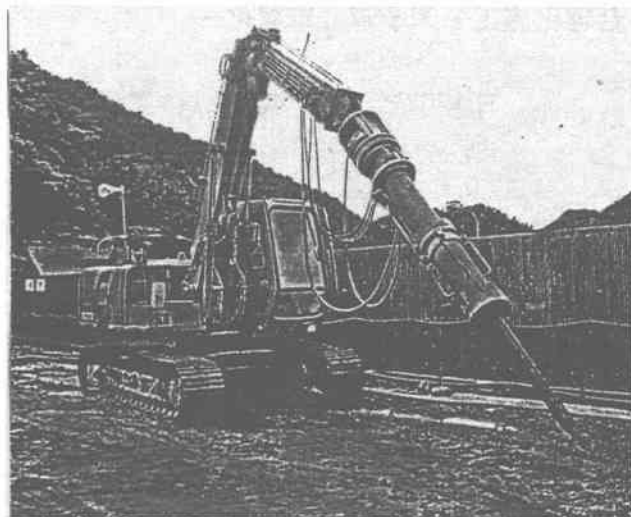


写真 3-1 油圧型破碎機

機械補助工法として、サイクルタイムに主眼を置き、2種類の補助工法について比較、検討を行った。比較表を表 3-1 に示す。表 3-1 に示す工法その他、発破工法、プラズマ岩破碎、SD 工法、薬剤による静的破碎及び自由断面掘削機のランクアップ等が考えられるが、工期、経済性及び現場の状況により第 2 案の割岩機による工法を採用した。サイクルタイム的には 2 時間程度の短縮ではあるが、割岩機を用いた工法の方がより確実な進捗が期待できた。打井畑トンネル工事で使用した割岩機(油圧型破碎機)を写真 3-1 に示す。

2) 実績データ

打井畑トンネルにおける割岩工法によるサイクルタイムの実績データを表 3-3 に示す。割岩工法によるトンネル掘削の進捗は、日進約 1.2m であった。打井畑トンネル区間では、泥質片岩が主体であったが、中に珪質片岩を含み、それにより著しく強度の高い岩盤が存在していた事が推測される。また、泥質片岩泥質片岩自体粘りがあり、割岩機械の効果が期待できないところもあった。

4.まとめ

打井畑トンネル工事では、割岩工法を用い、一軸圧縮強度 $qu=100\text{MPa}$ 以上の硬質岩を機械により掘削した。本工事では、日進約 1.2m となったが、岩質により割岩機械の効果に差異が生じることは今後の課題である。現地状況により、発破掘削が行えなかった工事の 1 例として、今後の工事の参考にしてもらえれば幸いである。

表 3-1 補助工法比較表(掘削長 1.2m 当り)

名 称	第1案	第2案
工 法	ドリルジャンボにて切羽に孔抜きを行ない、ロードヘッダーにて掘削する。	ドリルジャンボにて孔抜きを行い、割岩機にて切羽を緩め、ロードヘッダーにて掘削する。
削孔数	1,178孔 ($\phi=42$ 、ピッチ200mm)	267孔 ($\phi=100$ 、ピッチ500~700mm)
ドリルジャンボ掘削時間	12.4時間	7.5時間
ドリルジャンボ等移動時間	0.4時間	0.9時間
割岩作業時間	—	4.5時間
割岩機等移動時間	—	0.5時間
自由断面掘削機(ロードヘッダー)掘削時間	8.5時間	5.7時間
合 計	21.3時間	19.1時間

表 3-3 サイクルタイム実績

掘削パターン	日数(日)	延長(m)	掘削時間(時間)	平均サイクル(時間/1.2m当たり)
CⅡ-a	17	20.4	325	19.1
CⅠ-c	11	13.2	203	18.5
CⅡ-b	35	42	563	16.1
合 計	63	75.6	1,091	17.3