

VI-3 明神トンネルにおける新しい施工技術

日本道路公団四国支社 高知工事事務所

阿部 茂

鹿島・不動明神トンネル工事共同企業体

正会員 野口英二

鹿島・不動明神トンネル工事共同企業体

正会員 平野 貢

鹿島・不動明神トンネル工事共同企業体

正会員 本田育大

I. はじめに

明神トンネルは、愛媛県川之江市から高知県中村市に至る総延長 180 k m の高知自動車道のうち、高知県長岡郡大豊町に位置し、主として秩父古生層の粘板岩、凝灰岩を貫く総延長 $L = 3,714$ m のⅡ期線トンネルである。

Ⅰ期線（1981年～1986年に施工）では本坑と避難坑が施工され、今回は、その避難用通路となっている避難坑を拡幅し、新たに二車線の道路トンネルを構築して四車線化を図るものである。完成後は、供用線は下り線に、Ⅱ期線新設トンネルは上り線となる。

当工事では、吹付けコンクリートのはね返り低減のため、微粉末混和材配合の吹付けコンクリート工法を採用するとともに、掘削の余堀り低減のため、最外周孔に低爆速爆薬を用いたスムーズプラスティング工法を採用した。

今回は、これら二つの工法について報告する。

II. 施工実績

1. 微粉末混和材配合の吹付けコンクリートの施工

（1）問題点

当初、吹付けコンクリートの細骨材は、砕砂のみであったため、粒度分布における細粒分が不足となり、はね返りが多くみられた。

そこで、細粒分を確保をするため、砕砂に海砂を混合し、混合砂としたが、ミキサーによる混合でなかったため、混ざり具合が不均一となり、はね返りを低減するまでには至らなかった。

（2）対策

はね返りの低減には、吹付けコンクリートの粘性を増すことが有効だと考え、砕砂に微粉末を混入させることを発案した。

微粉末としては、シリカヒューム等が考えられたが、工事原価の低減を図る意味から、石炭火力発電所から発生する焼却灰の内、 $20\mu\text{m}$ 以下の球形微粒子のみを抽出した分級フライアッシュ、製品名ファイナッシュ（以下FNと略す。テクノ・リソース（株））を用いることとした。

表-1に従来配合とFN配合の配合比較を示す。

表-1 配合比較

配 合		従来配合	FN配合
W / C (%)		57.2	59.2
S / a (%)		62.7	62.7
単位数量 (kg/m ³)	W	206	213
	C	360	360
	S	1108	988
	G	688	680
	FN	—	100
減水剤		2.52 (C × 0.7%)	—
急結材		25.2 (C × 7%)	25.2 (C × 7%)

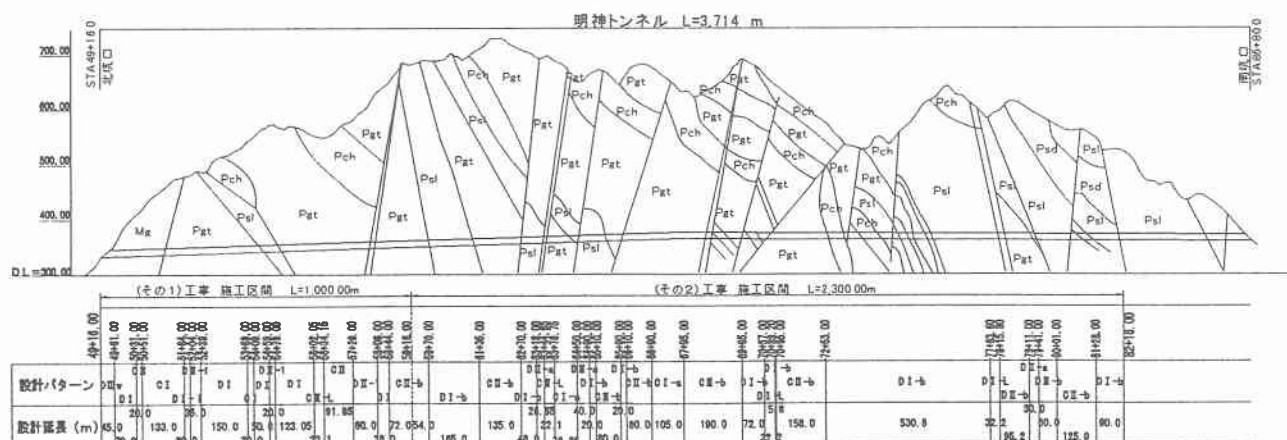


図-1 地質縦断面図

(3) 結果

a. 強度の発現

表－2 に示すように F N 配合は、初期強度、長期強度とも従来配合に比べ、強度の発現性が高いことが分かる。これは、ファイナシュ（球形微粒子）の細密充填効果（ポゾラン反応）によるものと考えられ、今後高強度吹付けコンクリートにも応用できるものと判断される。

表－2 圧縮強度比較

配合	圧縮強度 (N/mm ²)	
	材令 1 日	材令 28 日
従来配合	11.1 (100)	22.8 (100)
F N 配合	13.2 (119)	35.7 (157)

* () 値は、従来配合を 100 とした時の強度比

b. はね返り、粉じん量の低減

従来配合と F N 配合におけるはね返りおよび粉じん量を比較した場合、目視ではあるが、明らかに F N 配合が有利と判断できた。

2. 軟岩地山におけるスムーズブラスティング工法

(1) 問題点

明神トンネルの大部分を占める粘板岩、凝灰岩は千枚質で層理面に沿って剥離し易く、亀裂が発達しているため、発破による余掘りも多く、吹付けコンクリートの余吹きの原因となっていた。

余掘りの低減方法としては、一般にスムーズブラスティング工法（以下、S B 工法）がよく用いられる。S B 工法は、岩質が硬く、片理、層理の少ない硬岩・中硬岩地山（B、C I）に用いられ、明神トンネルのように岩質が軟らかく、層理面と亀裂の発達した軟岩地山（C II、D I が総延長の 77%）においては、適用が困難であった。

(2) 対策

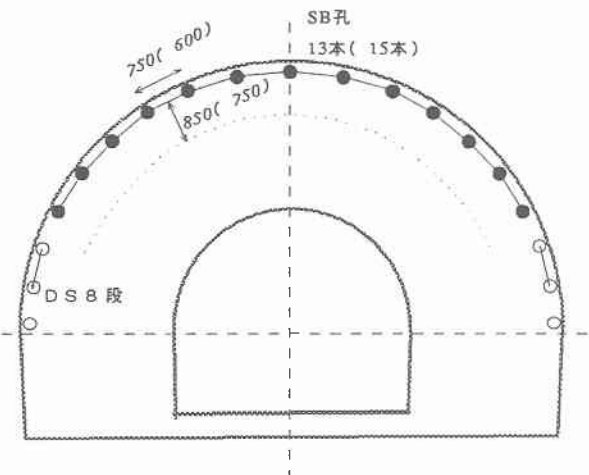
最近節理、層理の発達した硬岩・中硬岩地山（B、C I）において、S B 工法に斉発性のよい電子式遅延雷管（以下、E D D と略す）を用いることで、余掘りの低減に関して、良好な成果が実証された。そのため、明神トンネルのように亀裂の発達した軟岩地山においても、最外周孔に斉発性のよい E D D と低爆速爆薬を用いれば、余掘りの低減が可能と判断した。

そこで、低爆速爆薬として旭化成工業（株）が新たに開発した低比重含水爆薬サンベックス・マイル

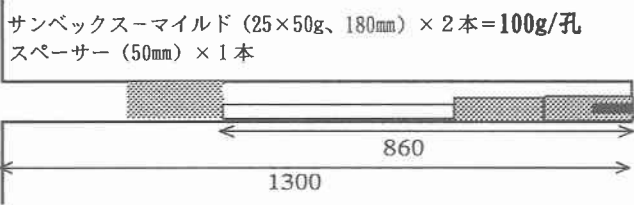
ド（薬径φ 25mm、薬量 50g、薬長 180mm）を用いて、軟岩地山における S B 工法の試験施工を実施した。

試験は、図－2 に示す最外周孔装薬パターンに以下の 3 種類の雷管と爆薬を用いて実施した。

- ① D S 雷管（9 段）＋サンベックス・えのき
- ② D S 雷管（9 段）＋サンベックス・マイルド
- ③ E D D＋サンベックス・マイルド



図－2 装薬パターン



図－3 装薬方法

(3) 結果

発破後のノミ跡本数には E D D 雷管の効果が表れるものの、軟岩地山のため、こそく作業によりノミ跡もいくらか削られてしまい、こそく後に行った断面測定、吹付けコンクリート量には D S 雷管と E D D 雷管に明確な差は表れなかった。

ただ、爆薬については、サンベックス・マイルドは低威力性に加え、50g 単位の分散装薬が可能であり、軟岩 S B 発破時の薬量調整に長けていると判断できた。

Ⅲ. むすび

明神トンネル工事は平成 12 年 2 月現在、北坑口より L = 2,000m の掘削を完了し、引き続き残り L = 1,714m の掘削を行う予定である。