

EDDを用いたSB発破試験

大林 孝一*
Koichi Obayashi

1. はじめに

山岳トンネルの発破工法において、掘削時にできるだけ岩盤を痛めずかつ余掘りを少なくすることがNATM工法導入以来の永遠のテーマである。

発破掘削では、滑らかな掘削面を形成しかつ岩盤の損傷を小さくするスムーズプラスティング（以下SBと略す）が多用されているが、現状ではかならずしもSB効果が発揮されているとはいえない。

SBとは装薬孔周辺に及ぼす爆発の破壊力を抑制することにより特定の方向にのみ破壊効果を与える工法である。SBの成否を支配する要素の一つとして起爆秒時精度が考えられる。SBに用いる雷管は起爆秒時精度が高いものが望ましい。しかし従来用いられてきた雷管はDS段発電気雷管の中でも後段であり、秒時精度があまりよくないため、SBを本来の目的通りに達成することが困難である。

今回、起爆秒時精度の高い電子遅延式電気雷管（Electronic Delay Detonator：EDD）を使用したSBを実施し、従来のDS雷管を用いたSBとの比較により、その効果の確認を行った。

2. EDDの概要

従来の段発電気雷管は延時薬と呼ばれる燃焼物の燃速および量を調整することにより遅延時間の制御を行っている。それに対してEDDは遅延時間の制御にICを応用した電子タイマーを用いている。ここでEDDの構造を図-1に示し、その特徴を以下に述べる。またEDDとDS雷管の性能の比較を表-1に示す。

- ①あらゆる秒時の設定が可能。
- ②起爆誤差がほとんどない。
- ③結線方法は直列結線を採用し従来と同じ結線作業ができる。

*関西（支）関電舞鶴（出）

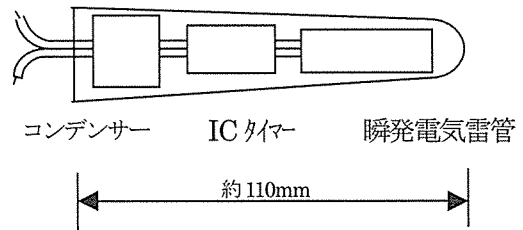
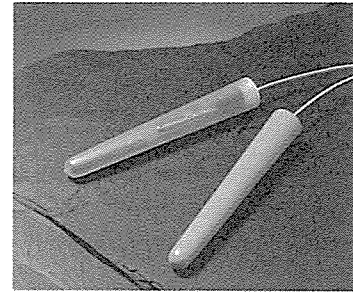


図-1 EDDの構造図

表-1 EDDとDS雷管の比較表

	EDD	DS段発電気雷管 (従来使用)
秒時設定	1ms 間隔で数百段可能	0.25s 間隔で 20 段まで
起爆誤差	設定値±0.2ms (設定 2.5s 時±0.0002s)	基準時±3% (設定 2.5s 時±0.0750s)
遅延時間制御法	IC を応用した電子タイマーにより制御	延時薬の燃速及び量により制御
結線方法	直列	直列

- ④発破器はEDD専用のものが必要。
- ⑤EDDは最大外径17mm全長約110mmのプラスチックケース内に電気エネルギー蓄積コンデンサー、ICタイマーと瞬発電気雷管を収容した密封構造である。

3. 試験方法

- (1)試験区間および地質
試験を実施した区間は坑口から657.5～676.5mの19m区間であり、この区間においてEDDを使用した発破を8回行った。地質は切羽の大部分は緑色岩であるが一部粘板岩も見られる。湧水は多少見られるが全体的に影響を及ぼすことはない。地質評価はC種である。
- (2)掘進方法
全断面掘削工法、一発破当たりの進行長2.0m。
- (3)発破方法

図-2に孔配置を示す。SB工法の場合、EDDを使用するのは最外周孔のみで、心抜き・払い孔などは従来の発破パターンと同一のDS段発電気雷管を使う。

表-2 断面測定結果表

断面番号	延長 m	測点数	設計断面 m ²	掘削断面 m ²	余堀面積 m ²	使用雷管	平均余堀
73	608.5	37	57.941	62.738	4.797	DS	2.721m ²
74	625.4	39	57.941	62.130	4.189		
75	641.0	32	57.941	60.933	2.992		
76	650.0	39	57.941	58.575	0.634		
77	657.5	43	57.941	58.932	0.991		
78	662.5	38	57.941	58.445	0.504	EDD	1.481m ²
79	667.5	41	57.941	60.589	2.648		
80	672.5	40	57.941	59.961	2.020		
81	678.3	43	57.941	58.693	0.752		

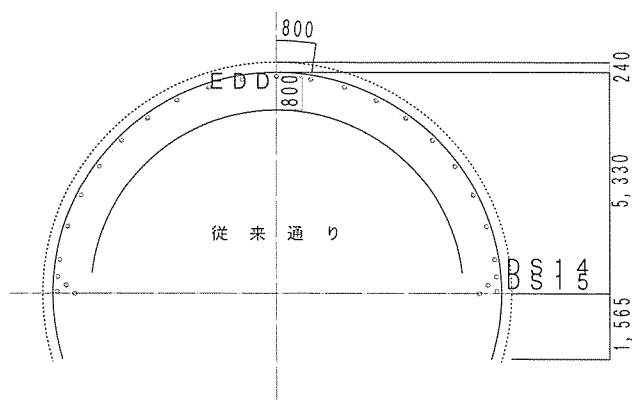


図-2 SB孔配置図

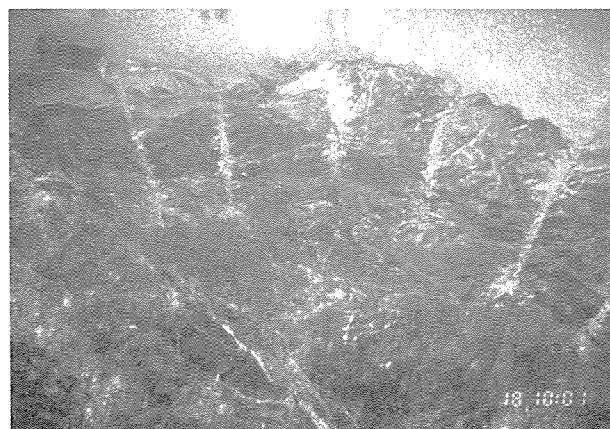


写真-1 のみ跡状況

(4)SB効果評価方法

- ・こそく前に掘削断面（のみ跡）の写真撮影，のみ跡の長さ測定（目視）を行う。
- ・後日断面測定器を用いて吹付後の断面測定を行い余堀り量を比較する。

4. 現場実験によるSB効果

(1)のみ跡による評価

発破後の観察により，のみ跡はDS雷管使用時には平均で約15～20%，EDD使用時には平均で約70%程度残っており，はっきりとその差が見られた。のみ跡がより多く残っていることにより，EDDによるSBのほうが余堀りおよび地山の損傷領域は低減されていると判断できた（写真-1参照）。

(2)断面測定による評価

表-2に断面測定の結果を示す。表より，余堀面積はばらついているが，平均余堀を比較するとDS雷管よりEDDのほうが小さいことがわかる。これによりEDDを使用したSBでは余堀が少なく滑らかな破断面を得ることが確認できた。

5. おわりに

のみ跡および断面測定結果から，EDD使用によるSBは，従来のDS雷管を用いた施工に比較して，高い斉発性により非常にきれいな（平滑な）掘削面を得ることが確認された。このSB効果によりトンネル周辺地山の安定，支保の軽減，さらにはサイクルタイムの短縮化が可能になると考えられる。今後大断面掘削においてEDDを用いたSBの採用が増加すると思われる。