

外周スリットと電子雷管を用いた制御発破の試験施工

株式会社フジタ 正会員 野間達也 土屋敏郎

1. はじめに

住居近傍におけるトンネル掘削の事例が増加しているが、本報で述べるトンネルは、坑口部が市街地中心部に位置しているため、民家が密集していた。ここで、坑口部より500m付近以降はトンネルの進行とともに掘削対象岩盤が硬質となり、一軸圧縮強度150MPaを超過するような花崗岩となるため、自由断面掘削機のような単一機械掘削では施工不可能となった。このため、発破工法の採用を検討したが、この地点の直上70mには民家があり、さらに上述したような坑口部の環境を考慮に入れる必要がある。これより、種々の制御発破の試験施工を行い、これ以降の採用すべき制御発破方法についての比較・検討を実施した。具体的には、外周スリットによる制御、電子雷管による制御、およびこれらの組み合わせなどである。

2. 試験施工内容

制御発破の一般的な手法としては、段数を増加する、装薬量を低減する、進行長を低減する、といった方法がある。このうち、の進行長を低減する方法は、対象となった地山の支保パターンがCであったにも関わらず今回の試験発破全般にわたり1進行長1mとしたため、通常の一掘進長1.5mと比較して低減されており、普通雷管による普通発破といっても、試験施工全体が制御発破の一種といえる。

の段数を増加する方法としては、電子雷管を用いることにより、制御効果が期待できる。

の装薬量を減少するには、一般的には分割発破が採用される。試験施工としては、この分割発破を実施するとともに、トンネル外周に人工的に自由面を形成する

表. 1 試験施工内容

試験方法	使用雷管	スリットの有無
電子制御	電子	無
電子+スリット	電子	有
スリット	普通	有
切羽の4分割	普通	無
普通	普通	無
蒸気圧破碎	着火器	有

ことにより発破全体を払い発破とする試験施工も実施した。自由面形成方法としては、専用機が不要である単一孔

連続穿孔方式¹⁾ (以下、FONドリル工法)を用いてトンネル

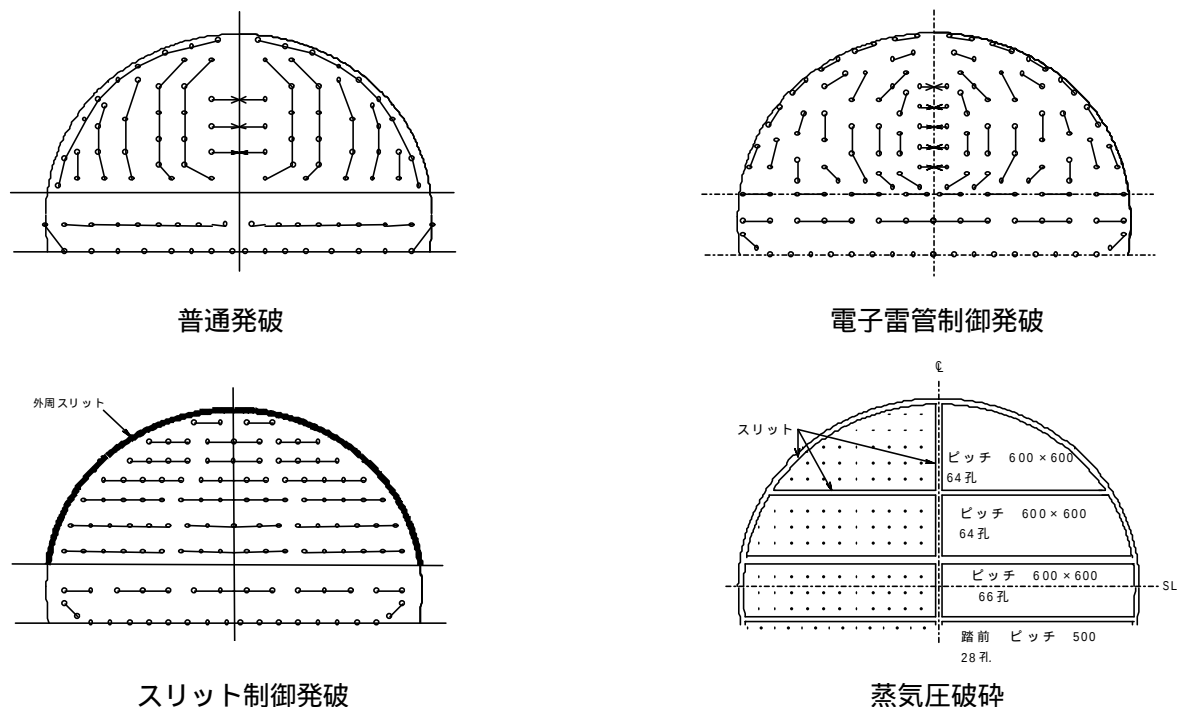
外周にスリット (穿孔長さ1.2m)を作成した。今回の試験施工では、FONドリル工法によりトンネル外周にスリットを設け、発破時には普通雷管を用いた制御発破による試験施工を実施するとともに、外周にスリットを設けた後にの電子雷管を用いることにより、最も振動・騒音の低減可能であると考えられる制御発破についても試験施工を実施した。さらに、自由面を密に形成し、破碎方法として蒸気圧破碎を用いる方法も試験施工し、制御発破との比較を行った。

以上の方法と、普通雷管による通常発破を実施し、発破 (破碎) 時の振動・騒音を計測することにより制御効果の比較を行うとともに、各方法の経済性についての検討を実施した。表. 1に今回実施した試験施工をまとめたものを、図. 1に分割発破を除いた各方法の施工パターンを、表. 2に振動・騒音の計測内容・位置を示す。

表. 2 発破振動・発破音の測定場所および距離

測定場所	発破地点と民家までの距離 (m)	測定機器
民 家	直 上 70	変位速度 振動レベル計 普通騒音計
	前方斜距離 100	変位速度 振動レベル計
	後方斜距離 100	同上
坑口部	水平距離 500	普通騒音計 低周波騒音計
坑口部脇民家	坑口部より 約 40	低周波騒音計

キーワード 制御発破 電子雷管 自由面形成



図．1 試験施工パターン

3．試験施工結果および評価

表．3 に騒音・振動測定結果を示す。

これらの試験施工結果より、以下の評価を得た。

計測された騒音値より、制御発破については、当初の予想通りスリット＋電子雷管が最も低く、電子雷管・スリット

＋普通雷管・分割発破がほぼ同レベルであった。これに対して普通発破は最も大きな値であった。蒸気圧破砕については、今回の試験施工中で最大値となった。

普通発破では、振動値は芯抜き時のピークから徐々に低下していくのに対し、電子雷管を用いると振動レベルのピーク値は普通発破より低くなるものの、発破時間が長い一定レベルの振動が長時間(4～5 秒)持続する傾向が見られる。スリット＋普通雷管では、立ち上がりピーク時の振動が最大となるが、その後急激な減衰がみられた。蒸気圧破砕については、当初振動値は発破と比較して低いと予想されていたが制御発破と同レベルであった。

低周波騒音については、スリットの有無に関わらず電子雷管と普通雷管では明瞭な差があり、電子雷管による顕著な低減が認められた。蒸気圧破砕は、普通発破よりも大きな結果となった。

各工法についての経済性をみると、スリット＋電子が最も高価になり、分割発破、スリット＋普通発破、電子雷管、普通発破という順番の結果となった。蒸気圧破砕についは、他の工法より比較してかなり高価であるが、振動・騒音の低減効果がほとんど見られない結果となった。

4．おわりに

各種の制御発破の試験施工により、外周スリット＋電子雷管による制御発破は都市近郊におけるトンネル発破掘削に有効であることが確認できた。

(参考文献) 1)野間達也、土屋敏郎：技術最前線 溝を掘り、岩を割り、硬いトンネルを静かに掘削、土木学会誌、第 83 巻第 9 号、pp.13～15、1998。

表．3 振動・騒音測定結果

試験種別	振動測定 (dB)			低周波騒音 (dB)		騒音 (dB)	
	-100m	直上	+100m	坑口	民家	坑口	直上
電子	50	52	54	116	101	77	47
電子+スリット	43	48	47	113	100	75	53
普通雷管+スリット	50	52	53	118	111	79	52
分割発破 (最大値)	52	50	53	122	112	79	51
普通発破	56	57	57	122	117	82	51
蒸気圧破砕	50	56	52	130	122	90以上	46