

VI-98

スロット削孔機と蒸気圧破碎薬を利用した超低振動破碎工法の開発

俣奥村組 正会員 萩森 健治、浜田 元、水原 憲三
牧野 卓三、高島 紀彦

1. はじめに

住宅地や既設構造物に近接したトンネルの掘削では振動・騒音の影響の少ない制御発破あるいは無発破が採用される。しかし、制御発破の振動低減には限界があり、一方無発破では施工能率の点で不利であるといった問題がある。そこで、更なる振動低減と施工性の確保を目的として、スロット削孔機と蒸気圧破碎薬を利用する破碎工法（以下D-GSと略記）を考案し試験施工により振動低減と破碎性能を確認したので結果を報告する。

2. 試験施工の概要

試験施工位置を図-1に示す。本トンネルは住宅地域にあり、地質は硬質の六甲花崗岩で圧縮強度は150～200MPa程度である。また、図には振動計測点（地表-G1, G2, G3、坑内-T1, T2, T3）もあわせて示す。

D-GSと先進導坑を利用した分割制御発破（以下B-EXと略記）の装薬パターンを図-2に示す。本トンネルは掘削時の振動低減とずり搬出路の確保などを目的としてTBMにより導坑が施工されている。D-GSの実験は導坑の自由面としての影響を受けないトンネル天端部で実施した。蒸気圧破碎薬（以下GSと略記）は雷管に相当する着火具とカプセルに入った破碎薬剤により構成されており、破碎薬剤の熱分解ガスの圧力により岩盤を準静的に破碎する。装薬方法は発破とほぼ同様でGSを装薬し急結セメントにてタンピング後破碎するもので節理が多い場合にはGSによる発生ガスの漏洩防止を目的として目詰め材を付加する場合もある。図に示すように下段より順次200msの秒時差で点火を行った。

実験ケースを表-1に示す。比較のため、同パターンで含水爆薬を用いたケース

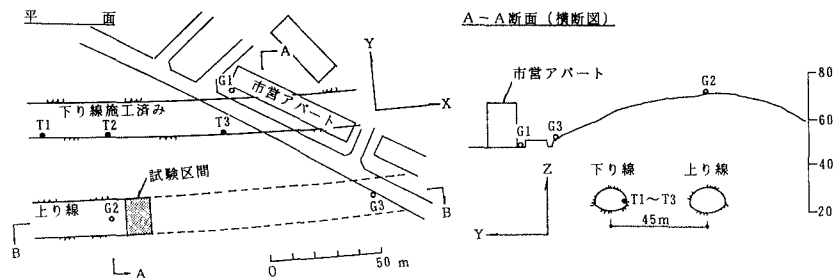


図-1 試験施工位置の概要

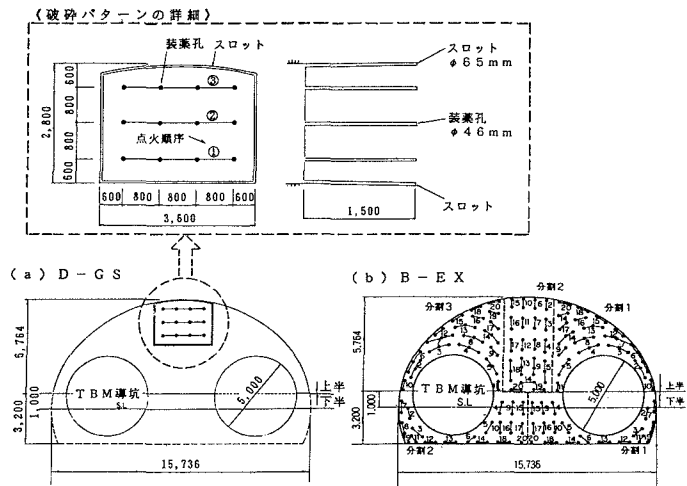


図-2 D-GSとB-EXの装薬パターン

表-1 実験ケース

実験ケース	破碎薬の種類	目詰め材の有無	孔間隔(m)	孔当たり薬量(kg)	段当たり薬量(kg)	m ³ 当たり薬量(kg/m ³)
D-GS	蒸気圧破碎薬	有	0.80	0.75	3.00	0.60
	"	無	"	"	"	"
D-EX	含水爆薬	無	"	0.20	0.80	0.16
B-EX	含水爆薬	無	"	0.40	0.80～1.20	0.30～0.40

(D-EX) も実施した。実験回数は各ケースで1～2回とした。

3. 試験施工の結果

D-GSにおける破碎状況の一例を写真-1に示す。切羽岩盤は孔間に亀裂が形成され0.5～1.3 mの大きさの岩塊状に破碎されて切羽に残る状態となり岩塊はブレイカ打撃により10～30分程度で掘削できた。なお、目

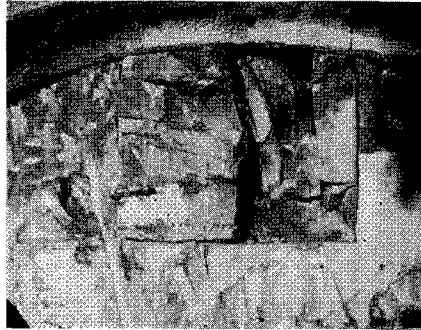


写真-1 D-GSの破碎状況

詰め材の有無による破碎状況の顕著な差異は認められなかったが、形成された亀裂面に沿って目詰め材が侵入した形跡が認められたことから発生ガスの漏洩防止に寄与したことが窺える。また、D-EXではD-GSと同程度の破碎を目標に少量の火薬を装薬したがD-GSよりも過度の破碎となった。

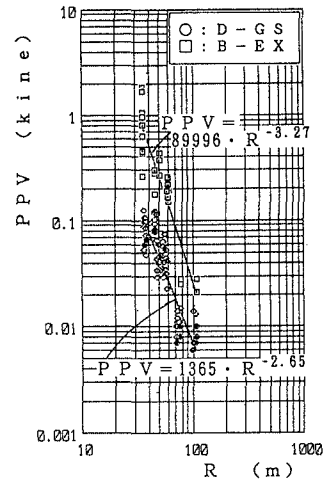


図-3 D-GSとB-EXの比較

D-GSとB-EXにおける振動速度の最大振幅 (PPV) と破碎位置からの距離 (R) との関係を図-3に示す。B-EXのデータは図-2 (b) の分割1の発破時のデータである。図はX、Y、Z方向のPPVをすべてプロットしたもので回帰式も合わせて示した。図よりD-GSのPPVはB-EXの1/2～1/10程度となっている。また、回帰式のRの指数項をみるとB-EXがD-GSより大きな距離減衰を示す結果となっている。

D-GSとD-EXにおけるPPVとRの関係を地表、坑内に分けて図-4に示す。図より地表ではD-GSとD-EXに顕著な相違は認められないが、坑内ではD-GSのPPVはD-EXの1/3程度となっている。また、回帰式のRの指数項をみるとD-EXがD-GSより大きな距離減衰を示す結果となっている。

次にPPVから①式により定数K値を求めそれらの平均値を表-2に示す。

$$K = PPV \cdot R^2 / W^{2/3} \dots\dots ①$$

※ W: 段当たり薬量 (kg)

表にはそれぞれの実験におけるK値の比率をあわせて示した。坑内でのD-EX/B-EXは0.44となりこれはスロットの有無の違いによるもので、すなわちスロットによる低減効果とみなせる。また、D-GS/D-EXは0.24でこれは薬種の違いによる効果で、さらにD-GS/B-EXは0.10でこれは両者が合成されたことによる振動低減効果とみなせる。

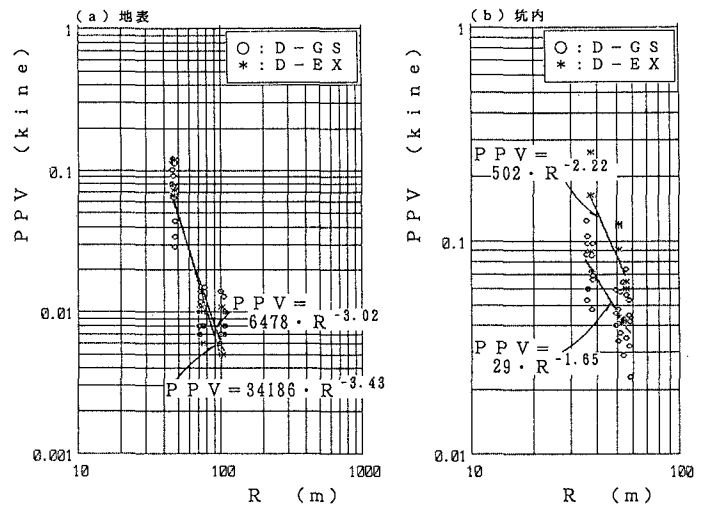


図-4 D-GSとD-EXの比較

4. おわりに

スロット削孔機と蒸気圧破碎薬を利用した破碎工法 (D-GS) を考案した。試験施工の結果、破碎も良好に行われ振動およびK値はB-EXと比較して大きく低減できることがわかった。本実験に際して協力頂いた本四公団第一建設局舞子工事事務所、企業体、日本油脂㈱、日本工機㈱の方々に感謝いたします。

表-2 K値とその比率

	K 値			比 率		
	D-GS	D-EX	B-EX	D-GS/B-EX	D-EX/B-EX	D-GS/D-EX
地 表	55	121	226	0.24	0.54	0.45
坑 内	63	266	604	0.10	0.44	0.24
低 減 効 果 の 要 因	①×②			①スロット効果	②薬種効果	