

(株)奥村組 技術研究所 正会員 萩森健治

" 村上 進

" 正会員 本田裕夫

1. まえがき

市街地や既設構造物に近い場所での硬岩の掘削工事が増えている。このような工事では低公害掘削工法が要求されるが、すでに報告したように筆者らは溝削孔機（OSD機）で自由面を形成したのち水圧破碎装置や膨張性破碎剤などにより割岩することを基本とする低公害硬岩掘削工法（OSD工法と称する）を開発している¹⁾。今回、本工法に関するいろいろな施工実験を行い実用性を確認したが、とくに水圧破碎による無発破工法が他の工法とくらべて能率がよいこと、外周に溝（スロット）を設ける発破工法は振動がきわめて小さいことがわかったのでこれらの概要を報告する。なお、施工実験は碎石場跡地に断面積が 33 m^2 のトンネルを設け、延長 20 m にわたり実施した。岩質は一軸圧縮強度が 240 MPa、圧裂引張強度が 10 MPa の硬質花崗岩である。

2. 無発破掘削

無発破掘削の場合のスロットと割岩孔の配置を図-1に示す。実験では孔間隔、配置をかえたいくつかのケースをこころみている。

スロットの削孔には2台のOSD実用機を取付けた3ブーム油圧ジャンボを用いた。先端の構造を図-2に示す。540時間にわたる削孔実験の結果、20~30 cm/min ののみ下りが得られ、トラブルはなく部品の耐久性も試作機に比べ向上していることがわかった。

割岩は水圧破碎装置により行う。本装置は特殊ゴムチューブに水を入れて膨らませ孔壁に高水圧を作用させて岩盤にき裂を形成するものである。実験で用いた装置の概要を図-3に示す。岩盤にき裂が形成されたかどうかは5本の液圧管のそれぞれの水圧測定値から判定し、加圧の制御はマイコンを利用して自動的に行う。実験の結果、5本同時加圧の場合、割岩時間は1.5分となった。割岩孔の間隔を40 cmとしたときの割岩時の水圧を図-4のヒストグラムに示す。装置の加圧能力は100 MPaであるがすべてそれ以下の水圧で割岩されており、最ひん値は10~15 MPaである。

一方、水圧破碎の条件およびメカニズムを検討するため、中川ら²⁾と小型の水圧破碎装置により孔列を有するモルタルブロック供試体の破碎実験と数値解析とを行っている。その結果を破碎圧力と圧裂引張強度の比 (σ_c/σ_t) と孔間隔と孔径の比 (S/d) との関係について示したのが図-5である。なお縦軸のスケールは図-4と対応する。図-5の $S/d = 8$ の値と図-4とをくらべると図-4に示す割岩時のデータはバラツキは大きいが平均値はほぼ一致

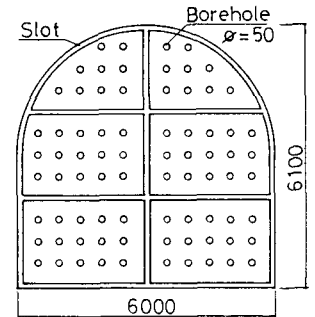


図-1 削孔配置

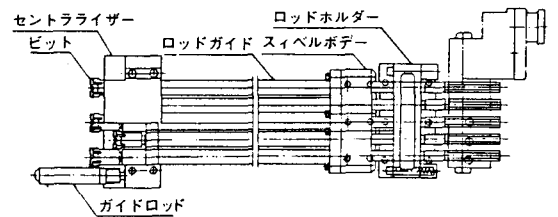


図-2 OSD機先端部

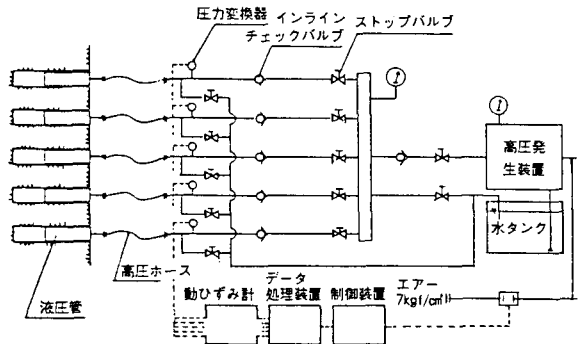


図-3 水圧破碎装置

する．この程度であれば事前の破碎設計に本データが利用できる．また施工時の水圧測定値をつぎの破碎設計に利用すればさらに効果的な破碎ができそうである．

膨張性破碎剤による掘削では、図- 1 とほぼ同様の配置で破碎孔の孔径を 60 mm，孔間隔を 40 cm としたケースがもっとも起砕状態がよく，このとき破碎剤の使用量は 25 kg/㎡ となった．なお 2 次破碎までに 15 時間放置している．

油圧くさび装置による掘削では 3 本のシリンダーを同時に加圧したが，孔間隔が 45 cm の場合，起砕状態がよかった．

以上の 3 種類の割岩方法の中では水圧破碎装置による方法が施工時間，施工性の面で有利なようである．

3．低振動発破

図- 6 に示す外周にスロットを設けた発破は発破振動，使用薬量，余掘り，周辺地山のゆるみなどを低減することをねらいとした方法で，これと通常発破とを実験により比較した．振動測定は，トンネル直上の地表部および隣接トンネルの側壁との 6 測点に計 13 個のピックアップを設置し，振動速度を測定した．結果を表- 1 に示す．外周スロット発破では薬量は 1/3 に，振動の K 値は 1/5 ～ 1/14 に低減しており，期待どおりの効果がえられた．

なお K 値の算定には次式を用いた．

$$V = K \cdot W^{1/3} \cdot D^{-2}$$

V：振動速度 (cm/s)
K：係数
W：斉発薬量 (kg)
D：距離 (m)

4．あとがき

水圧破碎装置は鉄筋コンクリートの破碎，玉石の破碎などにも使用しており，良好な結果がえられている．また，外周スロット発破についても実施工に採用する計画でありこれらについては当日に報告する予定である．

参考文献

- 1) 本田ほか，「硬岩の無発破トンネル掘削工法の開発」，土木学会第39回年次学術講演会，1984.10
- 2) 中川ほか，「液圧による岩質材料の破碎について」，第17回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，1985.2

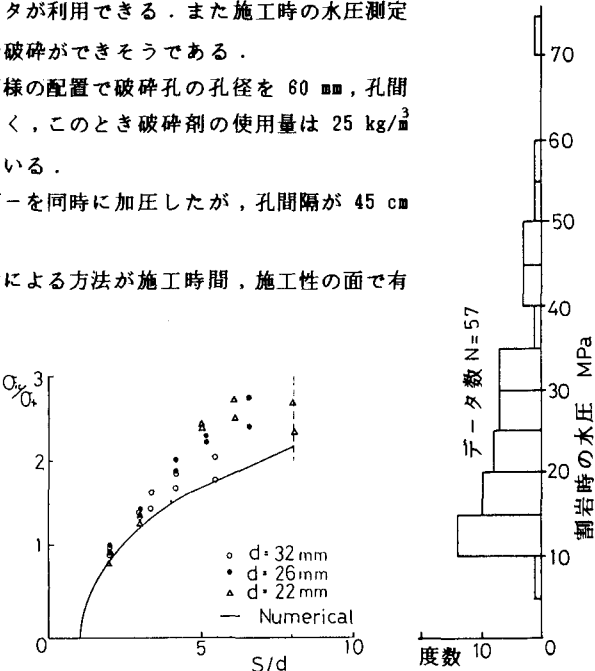
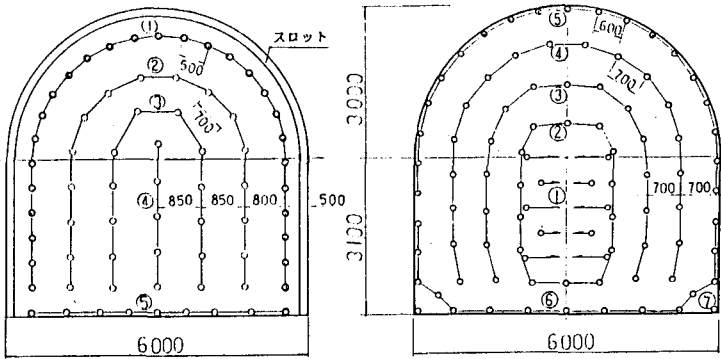


図- 5 σ_{1c}/σ_3 と S/d

図- 4 水圧分布



外周スロット発破パターン

通常発破パターン

断面積: 32.7㎡ 1 掘進長: 1.5m 破碎量: 49.1㎡³

図- 6 発破パターン

表- 1 発破振動測定結果

			通常発破 1	外周スロット発破 2	低減比 2 / 1
発破諸元	使用薬量 (kg)		44.4	16.5	0.37
	㎡当り薬量 (kg/㎡)		0.90	0.34	
	発破孔数 (孔)		93	69	0.74
	㎡当り孔数 (孔/㎡)		2.8	2.1	
発破振動	振動速度	水平	2.00	0.32	0.16
	V (cm/s)	垂直	2.75	0.30	0.11
	K 値	心 抜	水平	478	0.08
			垂直	665	0.07
		払 い	水平	138	0.17
			垂直	149	0.19