

31. スロット・ドリル工法(OSD工法)の 開発実験

(株)奥村組 *本田裕夫・萩森健治
藤田早利

1. まえがき

最近のトンネル工事は市街地付近や既設構造物下で施工するケースが増えており、従来の発破工法による施工では発破時の振動、騒音により公害問題が生じるため、発破振動の低減あるいは無発破による掘削工法の開発が課題とされてきた。

とくに、無公害といわれる無発破掘削工法については、現在でも各種の技術がみられるが、一軸圧縮強度が 1000 kgf/cm^2 をこえる硬岩については施工能率およびコストの両面に多くの問題があり硬岩掘削に適した施工技術がないのが現状である。

当社では、数年前からその技術開発に取り組み、発破振動公害の問題を解消できる新しい無発破トンネル掘削工法としてOSD工法 (Okumura Slot Drilling) を開発し、基礎実験により性能を確認したので、工法の概要について報告する。

2. OSD工法の概要

当工法はOSD機 (溝掘削機) で坑道周縁部および切羽面にスロット (溝) 状の自由面を形成し、自由面で区切られたブロック内に高圧水を供給することによって岩盤を大割り破碎することを基本としている。自由面の形状、間隔、高圧水の供給方法などは岩盤条件に応じて選択し、2次破碎は油圧ブレーカーを使用するが、必要によっては大割りしたブロックの状態で搬出することも考えられる。

この工法の最大の特長は、坑道周縁部にスロットを掘削することにより、圧縮強度 1000 kgf/cm^2 以上の硬岩についても掘削形状を規制できることにある。過去の無発破工法の実績、テスト結果¹⁾²⁾³⁾

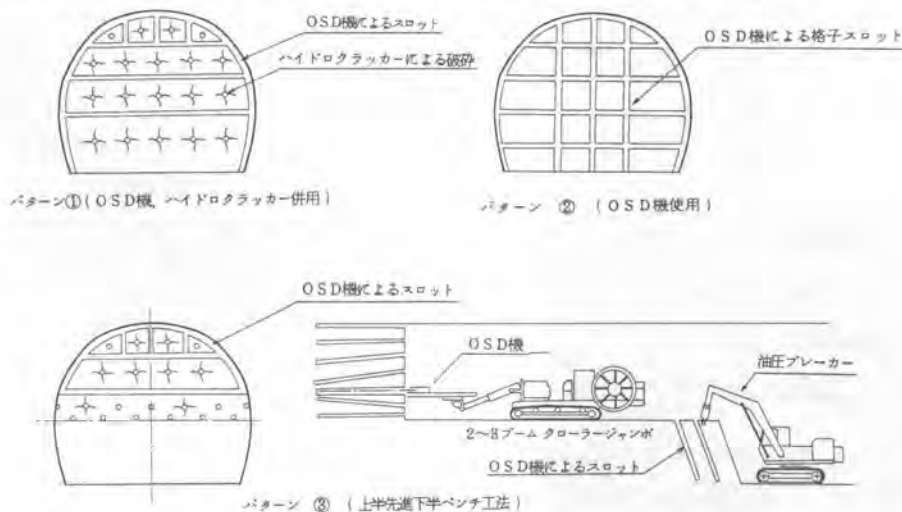


図-1 OSD工法

では、圧縮強度 1000 kgf/cm^2 以上の硬岩に対しては、掘削機単独では掘削断面の整形が困難で、別途に断面形状を局部的に修正できる工法を併用する必要がある。

また、この工法はブレイカーが最大能力を発揮できる垂直打ちを上半切羽にても可能にしている。

一般的な施工手順を図-1で説明する。まず坑道周縁部のほかに適宜間隔に水平方向のスロットを削孔してブロックに区切り、その最上部だけ鉛直のスロットを削孔して格子状に小ブロック化する。各ブロックには円形孔を削孔してその孔内に超高压ポンプにより高压水を供給して岩盤を大割りする。つぎに油圧ブレイカーにより最上部のブロックから順次下方のブロックを小割りしながらずり搬出を行なうものである。

3. OSD機

OSD機は溝状の自由面を形成するため開発したもので、その構造は写真-1、図-2に示すように、5本のドリル・ロッドに1台の油圧ドリフターで打撃および回転を与えることができる。

ドリルのビットは前後方向に交互に、しかも削孔が互いにラップするように配置してあり、これにより円形孔がラップして連続したスロットが削孔できる。各ドリルは片端を固定したパイプで保持させ、さらに各パイプを互いに連結することによりスロットの曲がりやねじれを防いでいる。OSD機の仕様を表-1に、削孔したスロットを写真-2に示す。

このOSD機は、小型軽量のため、従来の油圧ドリフターと同様にクローラージャンプ、ガントリージャンボに搭

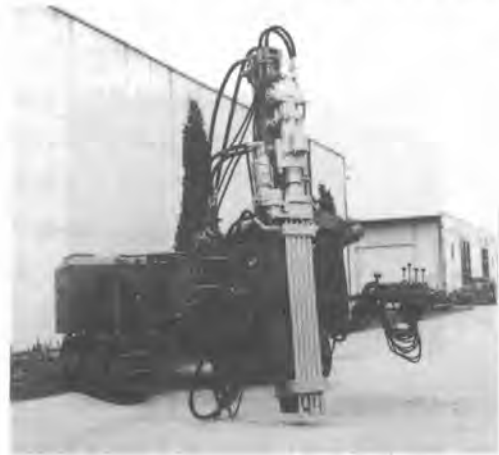


写真-1 OSD機

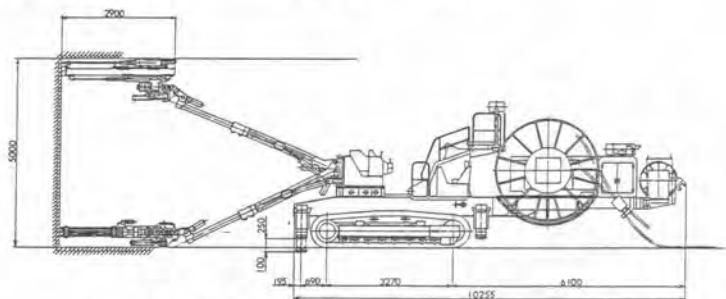


図-2 OSD機 (2ブーム・油圧ジャンボ搭載)

表-1 OSD機の仕様

名称	仕様
寸法	全長2887、全幅485、全高505mm
重量	7t (ベースマシンとして HCR 260使用時)
ドリフター	油圧式ドリフター HD-280
使用圧力	130 kg/cm^2
ロッド回転数	200~300r.p.m.
打撃数	3000回/min
使用水量	70ℓ/min
フィード長	1500mm
ビット	B.G.52mm クロスビット
ロッド	φ30mm、シャンク部 25mm 六角
ベース・マシン	HCR・260、2~3ブーム油圧ジャンボ



写真-2 スロット

載して使用できる。

1号機により、稲田花崗岩（一軸圧縮強度 2000 kg f/cm^2 ）にスロットを削孔する実験を行なった。その結果、幅 52 mm 、長さ 250 mm 、深さ 1000 mm のスロットを平均 22 cm/min の速度で削孔することができた。

また、現在スロット削孔深さ 1500 mm のみ下り 30 cm/min のさらに高性能のOSD機の開発と、いろいろな岩質を対象とした削孔試験を進めている。

4. 高圧水による岩盤破碎

現在当社は、高圧水による岩盤、コンクリートの切削、破碎の研究を進めている。

高圧水による岩盤切削としてはWJB工法（Water Jet Blasting）を採用し、OSD工法には高圧水による岩盤破碎法を併用することとして密閉型と開放型の2種類の方式を岩盤条件に応じて使用する。

密閉型は、ハイドロ・クラッカーと称しており、鋼製ロッドの外周を袋状の特殊ゴムで

覆い、高圧水で膨張させて岩盤を破碎する。耐圧は 2000 kg f/cm^2 で径、長さは任意に選択できる。

開放型は、高圧バッカーをポアホール入口に装着し、高圧水を岩盤内のき裂に注入し、き裂の伸長により岩盤を破碎する。開放型は耐圧 1000 kg f/cm^2 であり、長孔用に適している。

破碎時間短縮のため、両型とも複数孔に同時に高圧水を供給する方式を可能にしており、そのために一部のポアホールで水漏れや、ハイドロ・クラッカーの破損が生じても全体の高水圧を維持できる装置として特殊圧力保持バルブを開発した。

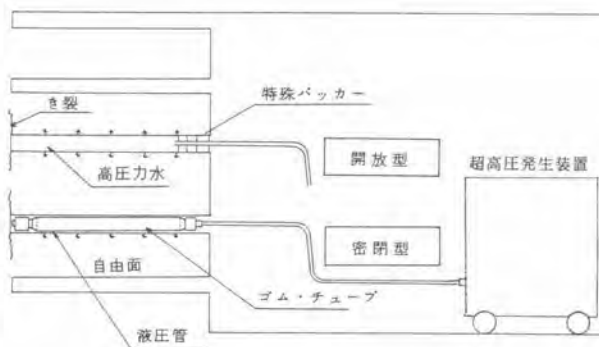


図-3 高圧水による岩盤破碎方法



写真-3 ハイドロ・クラッカー



写真-4 ハイドロ・クラッカーによる破碎状況

5. OSD機の用途

OSD機は、上記の無発破トンネル掘削工法以外にいろいろな用途が考えられる。また現状の機種を機能アップして、削孔できるスロットの深さ、幅を増大することができれば、さらに用途がひろがる。これらの用途をつぎにあげる。

(1) トンネル外周部をスロット削孔することにより、発破振動の低減と壁面の仕上げ掘削に利用 (図 - 4)



図 - 4

(2) トンネル外周部をスロット削孔し、そのスロットにトンネルライニング材をてん充する薄肉覆工法に利用 (図 - 5)

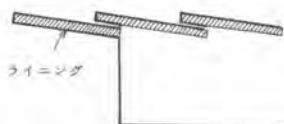


図 - 5

(3) 既設トンネルの拡幅に利用 (図 - 6)

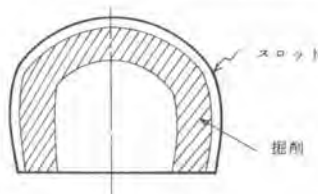


図 - 6

(4) ビットの周囲をスロット削孔した後、内部をブロックに切り取りする小断面ビットの掘削法に利用 (図 - 7)

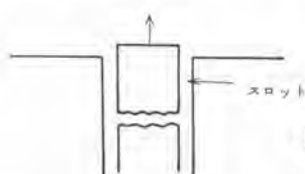


図 - 7

(5) ダム堤体などのシャ水壁の築造に利用 (図 - 8)

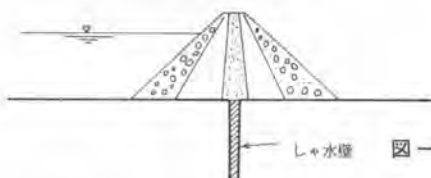


図 - 8

(6) コンクリート構造物の解体に利用 (ハイドロ・クラッカーも同様に利用)

6. あとがき

当工法は、実験室および工場における岩石の削孔、破碎実験は終了しており、2ブームの実用機を製作し、現場実験の準備を進めている。現場実験においては断面積40㎡の上半における無発破掘削の能率、コストが計画と一致するかを検証するとともに、硬岩掘削におけるOSD機の耐久性の検討、高圧水破碎のシステム化を行なうもので、その一部は発表会で報告する予定である。

また、OSD機は開発の初期段階にあり今後、性能向上のため改良、高圧水併用削孔、自動化、小型化などの問題が残っており、併用の破碎工法についても完全な自由面を利用することによって種々の方式が考えられる。

当工法は建設工事にとまなう公害問題の解決に役立つ技術であるため、早急に工法を完成させて広く技術公開することとしている。さらに、無発破掘削以外の利用法についても技術開発を進めたい。

おわりに、当工法開発に協力を頂いた、古河さく岩機販売(株)、(株)星野研究所、奥村機械製作(株)に感謝の意を表する。

- 1) 「硬岩の低振動・低騒音掘削に関する調査報告書」、(社)日本トンネル技術協会、1978. 2
- 2) 「原子力発電所増設工事における無発破掘削工法について」、電力土木、1978. 5
- 3) 「静的破碎剤CRSスプリッターによるトンネル掘削適用性試験報告書(第1報)」、日本ロックエンジニアリング(株)、吉沢石灰工業(株)