

大型ブレーカを使用した中硬岩トンネル掘削

佐藤工業(株)土木技術部 正会員 田中 康弘
 ○佐藤工業(株)土木技術部 正会員 合敏垣誠司
 佐藤工業(株)機電部 目時 康男
 佐藤工業(株)機電部 出村 肇

1. はじめに

近年、発破工法によるトンネル掘削において、発破に伴い発生する振動・騒音の近隣環境に及ぼす影響が問題とされる工事事例が増えている。この問題を解決する掘削方法として、発破を使用せず、最近普及してきた大型の油圧ブレーカを使用する方法がある。

ここでは、全装備重量3.8tonの大型ブレーカを使用した掘削工事事例をもとに、ブレーカの掘削能力と振動・騒音の発生状況を考察し、また、ブレーカ工法の課題とされている坑内作業環境対策について述べる。

2. ブレーカ掘削工法の概要

イタリアではブレーカを主掘削機としたトンネル掘削が発達し、現在トンネルの約80%がブレーカ工法で掘削されている。国内では、1ton前後のブレーカを0.4~0.7m³クラスのバックホウに搭載し、トンネル掘削に使用していたが、その主な用途としては、発破掘削におけるあたり取りやコソクなどの補助作業、坑口部などの限られた範囲の掘削、自由断面掘削機による上半掘削後の下半掘削といった補助的なものであった。

しかし、平成2年に海外と同様の大型ブレーカによる本格的なトンネル掘削が初めて適用されて以来、国内でもいくつかの現場で施工が試みられ、ブレーカ掘削の発破工法に対する優位性として、①振動・騒音の周辺環境に及ぼす影響が少ない、②地山のゆるみが小さく地山の傷みが少ない、③余堀りが少ないため効率的な施工ができる、④発破士等の特殊資格を有する作業員を必要としない、⑤切羽直下での作業頻度が減少するためより安全である等があげられている。

ブレーカの掘削能力は、割れ目群の数、走向・傾斜、連続性、密着度、風化の程度等に左右される。これらの因子の程度により異なるが、適用地質としては砂岩、頁岩、石灰岩等の堆積岩や、凝灰角礫岩であり、一軸圧縮強度で1000kgf/cm²程度までの岩盤、特に400~600kgf/cm²の掘削に適している。

3. 掘削実績

フィンランドランマー社製の3.8ton級油圧ブレーカ(G-100)で掘削を行ったOトンネルとMトンネルで掘削能力を把握するため、坑内切羽において簡易弾性波試験、ポイントロード試験、シュミットハンマ反発度試験を実施した。それぞれの試験値から求められる地山強度と掘削能力はいずれも明確な関係を示しておらず、Oトンネルでは亀裂が発達していたこと、Mトンネルでは地山強度が低いことから、掘削能力の明らかな低下もなかった。図-1に一軸圧縮強度（ポイントロード試験換算値）と掘削能力の関係図を示す。

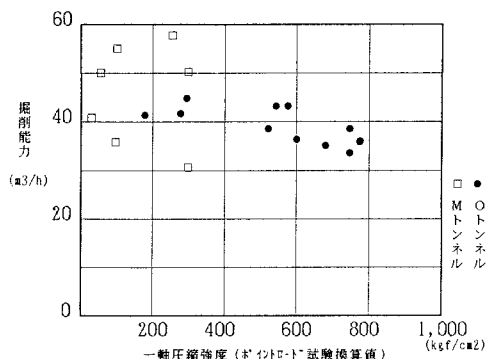


図-1 一軸圧縮強度と掘削能力の関係

4. 振動・騒音測定結果

Oトンネル、Mトンネルでブレーカ掘削の坑内及び周辺の環境に与える影響を把握するため振動・騒音計測をおこなった。測定にはJIS 1510に対応した振動計を使用し、人の振動感覚による周波数補正を行って振動レベルを求め、騒音計はA特性の周波数補正を行うものを用いた。Oトンネルでの振動・騒音測定位置図を図-2に、測定結果を図-3に示す。

振動は、振動発生源から水平距離で離れるに従い減衰してゆくが、切羽直上においては減衰効果が少ない結果となっている。騒音は坑内での距離減衰がほとんどないが、騒音発生源から地山等の障害物がある場合において著しく減衰することが分かる。ブレイカ掘削を行う場合、坑内では騒音に対する作業環境について考慮し、坑外において振動に対する影響があり、特に土被りの薄いときは切羽直上での振動に注意する必要がある。

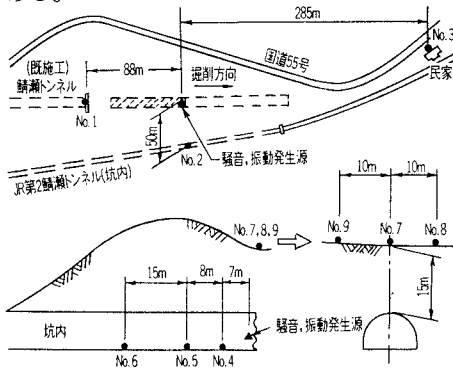


図-2 振動・騒音調査位置図

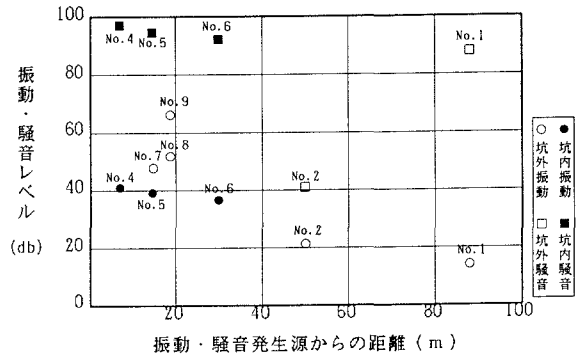


図-3 粉塵・騒音測定結果

5. 粉塵対策

ブレイカ掘削を行う場合、掘削に伴い多量の粉塵が発生することが指摘されている。粉塵対策としては、粉塵発生源で発生量の低減を図る方法と、発生後の粉塵を坑内換気的能力をあげるにより希釈する方法があるが、効率性と設備の規模から前者の方法が有利である。〇トンネルでの掘削においてはブレイカ本体に粉塵対策を施しておらず、発生する粉塵の低減が課題として残されたため、粉塵発生量の定量的な調査と発生源対策として実効ある方法の開発を目的に実験を行った。

発生源での粉塵低減対策として、散水による粉塵低減効果を確認するため図-4に示す実験装置により測定を行った。フードで覆った空間内で、模擬的な打撃としてジェットタガネを使用しコンクリートブロックから粉塵を発生させる。発生した粉塵をブロアで集塵しダストセンサにより粉塵量を測定した。測定結果を図-5に示す。散水後から急激に粉塵量が減少しており、ウォータージェットの散水による粉塵低減の効果の大きいことが確認された。この実験結果からブレイカ先端からの散水機能を有するブレイカを開発しており、今後、実施工での使用を図る。

6. 終わりに

ブレイカ工法が国内で本格的に適用されるようになり、数々の現場で近隣影響対策としての目的を果たし、また、中硬岩においては発破工法と同等の掘削能率をあげている。現在当社では、掘削効率の向上と排気ガス対策を含めた作業環境の向上を図り、ブレイカ工法の展開をめざすところである。

<参考文献>

- 1) 横井忠、伊藤利雄、川下美継、田中康弘：トンネルと地下 vol.26 no.1 pp7~13
- 2) ジェオフロンテ研究会：トンネル掘削工法ヨーロッパ視察団（ブレイカ編）報告書

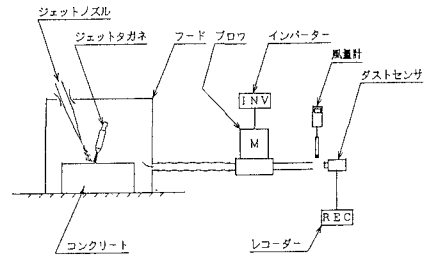


図-4 粉塵低減効果確認実験概要図

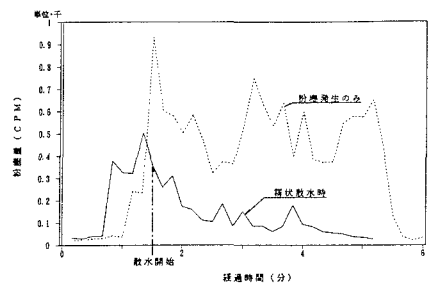


図-5 粉塵発生量と散水による低減量