

VI-76

山岳トンネルにおける大型ブレーカ掘削工法の適用

鹿島建設	土木技術本部	正会員	鍛冶	茂仁
鹿島建設	技術研究所	正会員	広野	進
鹿島建設	機械部		重永	晃洋
鹿島建設	北陸支店		福田	博之

1. はじめに

現在、山岳トンネル工事では約50～70％が発破工法により施工されている。しかし、発破工法では安全性の管理が重要であるとともに、周辺環境への振動・騒音等の影響もあり、無発破工法の需要が高まりつつある。その一環として、大型油圧ブレーカを山岳トンネル掘削に導入し、その適用性について検討を行った。

2. 大型ブレーカ掘削工法の概要

従来、トンネル工事におけるブレーカの使用に関しては1 t程度のブレーカによる発破後のこそく、切羽周縁部の整形等が主であり、掘削補助もしくは仕上げ作業に使用される例が多かった。

これに対して、大型油圧ブレーカ掘削工法は、今まで多くの明り工事に使用されてきた3 t程度以上の大型油圧ブレーカを主掘削機として適用する工法である。このような工法は、最近になって国内でもいくつかの現場で施工が試みられており、主として3 t～4 t級の大型油圧ブレーカが主流であるが、中には6 t級のものを使用された例もある。また、工法のバリエーションも多く、全断面をブレーカのみによって掘削するものから、部分発破を併用したもの、スリットやTBMによる先進導坑を掘削して自由面として積極的に活用するものなどがある。ブレーカ工法の特徴としては、

- ①発破掘削に比べ、振動速度が1/10以下となり、周辺環境への影響が少ない。
- ②発破掘削に比べ地山の緩みが少ない。
- ③発破掘削に比べ余掘低減効果がある。
- ④特殊技能者を必要とせず施工できる。
- ⑤掘削時、作業員が切羽に近寄る頻度が少ないので、安全な工法である。

等が挙げられ、今後の施工を取り巻く状況、環境を考慮すると発破掘削に比べメリットも多いが、工法の適用に際しては、地山条件を十分に検討する必要がある。

ブレーカ掘削工法の施工要領を図-1、2に示す。なお、実施工にあたり当社内において油圧ブレーカの性能検討、ベースマシンの選定及びツールの適用検討を行った。

3. 施工実績

大型油圧ブレーカを適用したトンネルは断面約100㎡、延長約3kmの水路トンネルであり、地質は新第三紀中新世の火砕岩とそこに貫入する火山岩が中心である。導入した大型油圧ブレーカは3.8 t級であり、ベースマシンはPC-410（40 t）である。

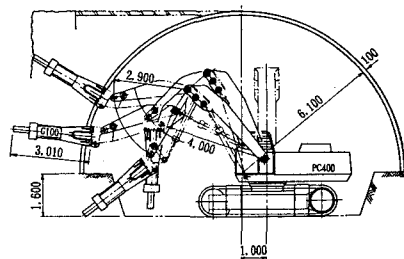


図-1 ローディングショベルタイプの掘削要領図

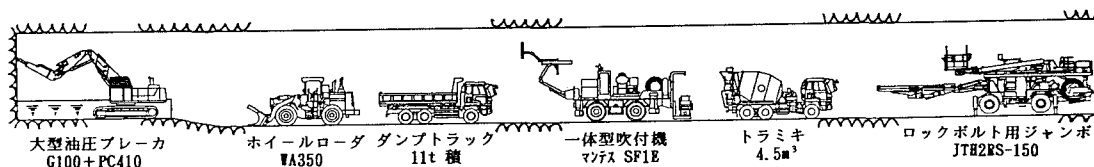


図-2 ブレーカ掘削工法の施工要領図の一例

本トンネルでは、このブレーカ以外にも 1.3t 級、2.2t 級ブレーカ及びツインヘッド等も併用した。

施工能力について比較検討するため、大型ブレーカでの掘削実績を記録するとともに地山の坑内弾性波、シュミットハンマー、切羽観察等を実施した。また、施工環境を把握するため、騒音・振動測定及び粉じん測定等を行った。その結果は以下の通りである。

3. 1 施工能力

実績による各油圧ブレーカ毎の掘削量と地山の弾性波速度との関係を図-3に示す。これらのデータから、発破を併用しない場合の油圧ブレーカの適用範囲を推定すると、この岩質の場合は表-1のように考えられる。

3. 2 施工環境（振動、騒音）

ブレーカによる切羽掘削時に公害振動計及び公害騒音計を用いて掘削位置より距離を変化させ測定を行った。その結果は図-4、5に示す通りであり、発破に比較して振動、騒音とも20～30dB低い値となっている。

粉じんについては軟岩～中硬岩ではコンクリート吹付け時と同程度であるが、硬岩になると急激に多くなり、今後の対策が重要となる。

3. 3 周辺岩盤への影響

ブレーカによる岩盤掘削を行う際のトンネル周辺岩盤への影響を検討するため、至近距離（1, 2, 5m）において振動測定を行った。その結果は図-6に示す通りであり、大型ブレーカでは1m地点において最大6.8kineであり、同時に測定したツインヘッドでは0.13kineとなった。

なお、発破については周辺払い孔に1孔当たり300grを装薬したケースについて振動予測式（ $A = 200 \cdot Q^{0.75} / r^{2.0}$ 、 Q ；装薬量、 r ；距離）による推定線を併記した。この結果、1m位置で油圧ブレーカは発破の約1/10以下の振動値となり、周辺岩盤に対する損傷は相当少ないものと考えられる。

4. あとがき

現在、当社において2～3箇所で大油圧ブレーカを用いてトンネル掘削を実施しているが、中硬岩（ $V_p = 2 \sim 3 \text{ km/s}$ ）については、発破と同程度の掘削能率が確保されるとともに、周辺環境への影響も少なく、余掘等についても優位性がある。

但し、亀裂の少ない硬岩（ $V_p = 4.0 \text{ km/s}$ 以上）については急激に能率が低下するため、発破等との併用が必要となっている。

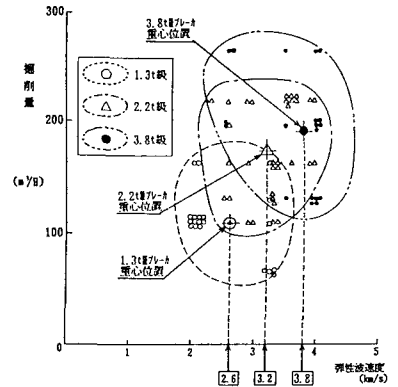


図-3 掘削量と弾性波速度相関図

表-1 油圧ブレーカの適用範囲

ブレーカ	弾性波速度 (km/s)
1.3t級	2.0～2.5程度
2.2t級	2.5～3.5程度
3.8t級	～4.0程度

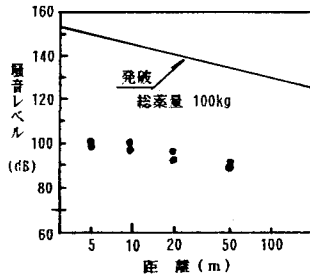


図-4 騒音測定結果

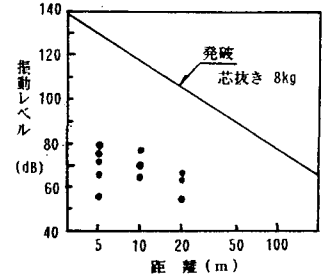


図-5 振動測定結果

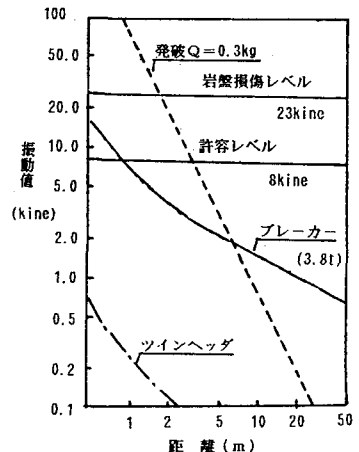


図-6 周辺岩盤への影響