

西松建設株式会社 土木設計部 盛重知也
 西松・佐田・佐久間建設共同企業体 小野利昭
 西松建設株式会社 技術研究所 ○牧野 清

1.はじめに

トンネルの発破工法による施工においては、近年ますます周辺環境への影響を考慮することが求められている。愛宕トンネルにおいても、坑口付近に民家が立地し、発破振動・騒音・低周波音による住居への物理的影響並びに住民生活への心理的・生理的影響が懸念された。

そこで、近年開発された電子遅延式雷管を用いた制御発破工法を採用し、その効果が認められたのでここに報告する。

2.愛宕トンネルの概要

愛宕トンネルは、東京都西多摩町氷川地内の多摩川南岸地域に位置し、一般都道奥多摩あきる野線(第184号)の線形改良のため、JR奥多摩駅の南方約0.8kmの山腹を東西に横断するように計画された約1,040mのトンネルである。本トンネル区間は、秩父中・古生層(秩父帯)の分布地域で、中生代ジュラ紀に堆積した氷川層および海沢層と呼ばれる地層から構成されている。両層ともに固結度の極めて高い硬砂岩やチャートとこれよりもやや脆弱な頁岩および粘板岩などからなっており、地層の走向は $N40^{\circ} \sim 70^{\circ} W$ 、傾斜 $40^{\circ} \sim 80^{\circ} NE$ である。工事は全線NATMで計画した。

図-1は、掘削を開始した終点側坑口付近並びに制御発破試験を実施した切羽位置と測定位置を示したものである。坑口横および坑口より多摩川を挟んだ対岸に約150mの距離で集落があり、地質状況とこれらへの環境影響を考慮して、坑口より200mを機械掘削(ロードヘッダ)した後、防音扉を一基設置し、発破掘削を開始した。

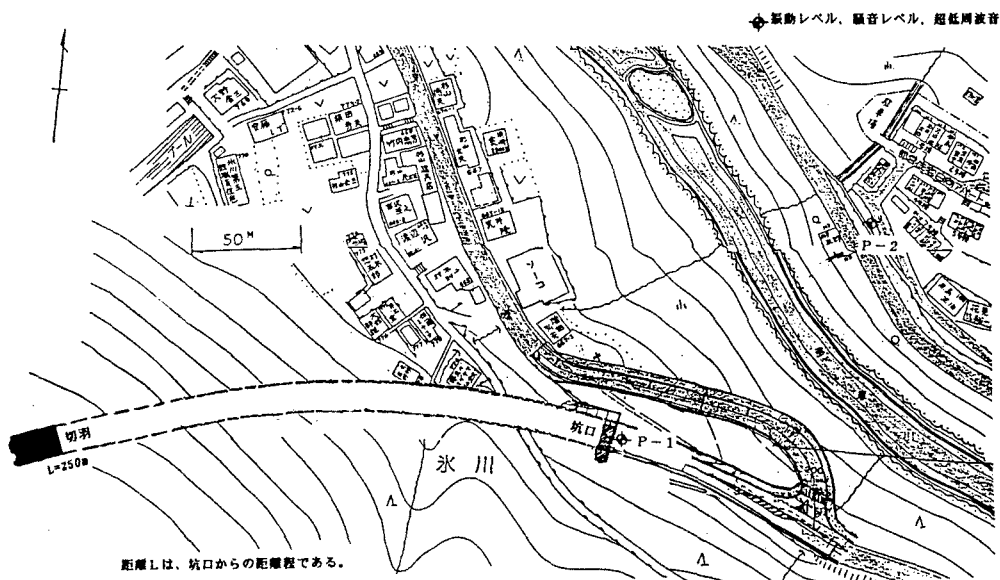


図-1 坑口付近平面図

3.試験の概要

(1)電子遅延式雷管による制御発破工法

発破に伴う振動や騒音の大きさが斉発薬量(同一段数の雷管により起爆する装薬量)によって決定されることに着目し、電子遅延式雷管が有する高秒時精度性と起爆秒時任意設定可能性の特長を生かした制御発破工法を計画した。トンネル全断面にわたって1孔1段にて起爆を行い、トンネル発破の斉発薬量を最小単位の1孔当たりにする事で振動エネルギーの低減を図った。通常の延時薬燃燒方式の雷管では20段程度が段発数の限界であるが、電子遅延式雷管では200段を超える段発数が容易に確保できる。

試験は、通常のDS電気雷管との比較をするため、3回づつ交互に試験発破を行った。

(2)発破諸元

トンネルの掘削断面積は約70m²、岩区分はCⅠで一発破進行長は1.5mで実施した。さく孔数は約160孔、装薬量は約150kgで、通常雷管の場合には、DS電気雷管1～13段を用いて起爆した。電子遅延式雷管の場合には30ms間隔で1孔1段にて起爆した。

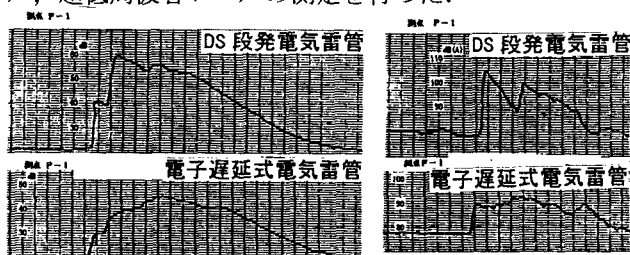
(3)測定方法

図-1に示すとおり、坑口では、P-1で示される場所、多摩川対岸の集落では、P-2で示される場所にて振動レベル、騒音レベル、超低周波音レベルの測定を行った。

4.試験結果

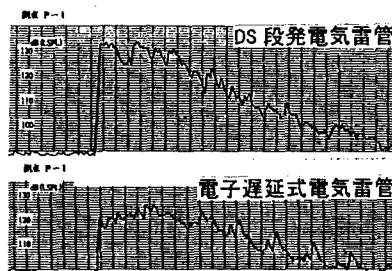
図-2(a)～(c)は、測点P-1におけるDS電気雷管および電子遅延式雷管を使用した発破によるそれぞれの時間変動波形を示す。

DS電気雷管を使用した発破は、初動の振幅が大きく鋭く立ち上がる傾向にあり、最大圧力に達すると徐々に振幅が小さくなり時間的に変動していく。これに対して電子遅延式雷管を使用した場合の波形は最大圧力に達した後、レベルの変動があまりなく、ピークレベルが比較的小さく、継続時間が少し長くなっている。騒音・振動・低周波の各レベルは7～10dBの低減効果が見られた。



(a) 振動レベルの変動レベル

(b) 騒音レベルの変動レベル



(c) 超低周波音の変動レベル

図-2 発破工法別時間変動レベル

集落における測定結果(測点P-2)は、騒音レベルでは暗騒音(60dB)と発破音の差が小さく、電子遅延式雷管の効果は現れなかった。しかし振動レベルで、約7dB(37→30dB)、超低周波音レベルで、4dB(97→93)の軽減効果が見られた。

5.まとめ

愛宕トンネルにおいて、環境影響抑制を目的とした電子遅延式雷管による制御発破工法を実施し、従来発破に比べ振動レベル、超低周波音レベル、騒音レベルは10Db程度の抑制効果が確認された。施工性についても大きな問題はなく、通常発破と同程度のサイクルタイムで実施できるため、今後有効な制御発破工法といえる。