

III-329 トンネル発破掘削におけるスロット効果について

奥村組技術研究所(正) 新田 宏 基

同 上 (正) 寺田 道 直

同 上 (正) 萩 森 健 治

奥村組関西支社 島 本 哲 朗

1. はじめに

既設作業坑下を被り1.0m未満で交差し、また既設調査坑と接する区間の硬岩トンネル施工において、スロット削孔機により設けた掘削断面の外周スロットを芯抜きとして発破掘削を行う、スロット発破が採用された。この超近接発破においても、スロット発破は既設坑の安全性を確保して施工することができたが、従来の芯抜き発破(以下、通常発破と呼ぶ)に比べて、トンネル周辺岩盤の損傷域の進展をどの程度抑制できたかを測定した例はないようである。そこで、両発破工法のトンネル掘削天端近傍での発破振動を計測し、トンネル周辺岩盤への振動伝播状態の比較からスロット効果について検討したので、その概要を報告する。

2. 計測概要

計測地点の地質は比較的風化の進んだ布引花崗閃緑岩で、一軸圧縮強度は30~50MPa、弾性波速度は2.0~3.0km/secである。計測は図-1のようにスロット発破と通常発破区間を設け、既設坑を利用してボーリングを行い、掘削予定線上の天端直上0.7m(S1、U1)、2.2m(S2、U2)の位置と切羽の踏前部の1.0m直下に3成分振動速度計を埋設し、掘削断面が通過する前後の発破振動を計測した。なお、両区間の地質には大きな違いは見られなかった。標準発破パターンを図-2に示す。スロットの有無による比較のため、初段を天端より0.6m下に0.6kg/段とし、それ以降はスロット発破1.8~4.8kg/段、通常発破1.0~2.1kg/段で行った。単位掘削量当たりの平均使用爆薬量はスロット発破0.51kg/m³、通常発破1.02kg/m³である。

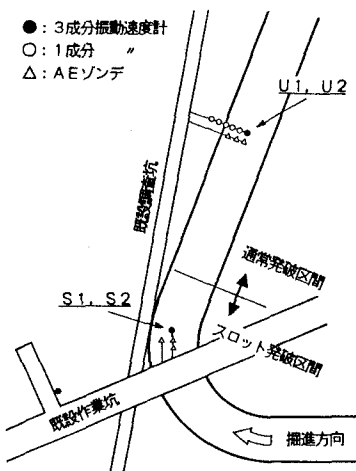


図-1. 計器配置図

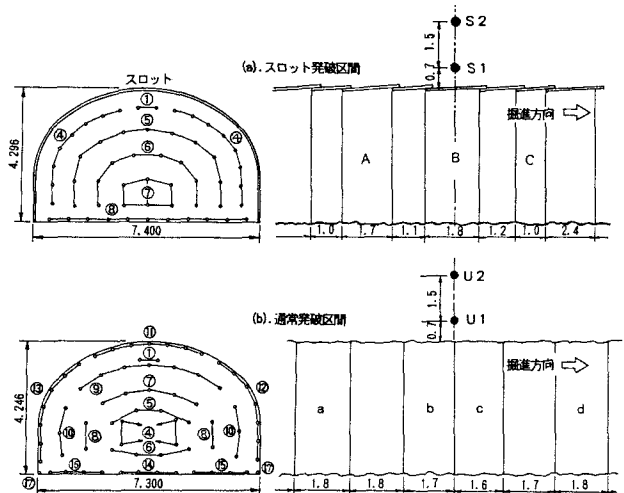


図-2. 標準発破パターン

3. 計測結果

①. 距離減衰

図-3に初段および全段での最大振動速度と伝播距離との関係と最小二乗近似により求めた距離減衰式を示す。初段では通常発破の効き方がスロット発破よりも良好ではなかったため、データにバラツキが生

じている。ゆえに、両工法の比較には全段の結果を用いることとした。距離減衰式において、スロット発破の距離に対する指数は -1.82 であり、これは 10.0m 以上の長距離に使用されている指数と同等であるのに対して、通常発破の指数は -2.98 で、 10.0m 未満の至近距離での距離減衰がかなり大きいことを示している。すなわち、通常発破で施工した場合に広がる周辺岩盤の損傷域も、スロットを設けることによって小範囲に抑えることが可能なことを示唆するものと思われる。

②. 振動伝播特性

図-4に計測点直下の発破における鉛直方向の振動波形とパワースペクトルを示す。スロット発破のS2点はS1点で卓越している 100Hz 付近にピークを持つ振動成分以外に 200Hz 以上にも高周波成分を示している。しかし、通常発破の場合、U2点とU1点のスペクトル性状はほぼ一致している。また、図-5に計測点直下を通過する前後のS2とS1、U2とU1のスペクトル比を示すが、明らかにスロット発破の方が通常発破よりも高周波成分を伝播していることが分かる。一般に高周波成分が減衰されずに伝播することは、発破による地山の状態が良好であることを示すため、スロット発破による周辺地山に広がる損傷域は、通常発破に比べて狭い範囲に留まっていることが推測できる。

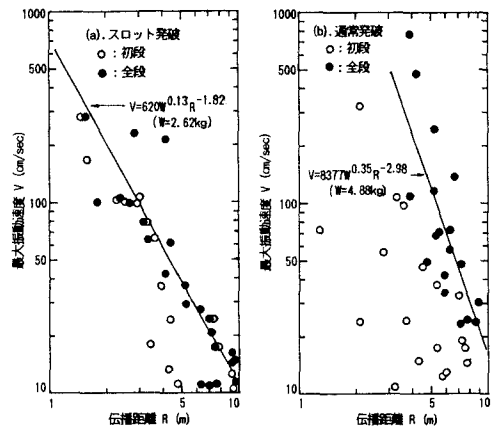


図-3. 距離減衰図

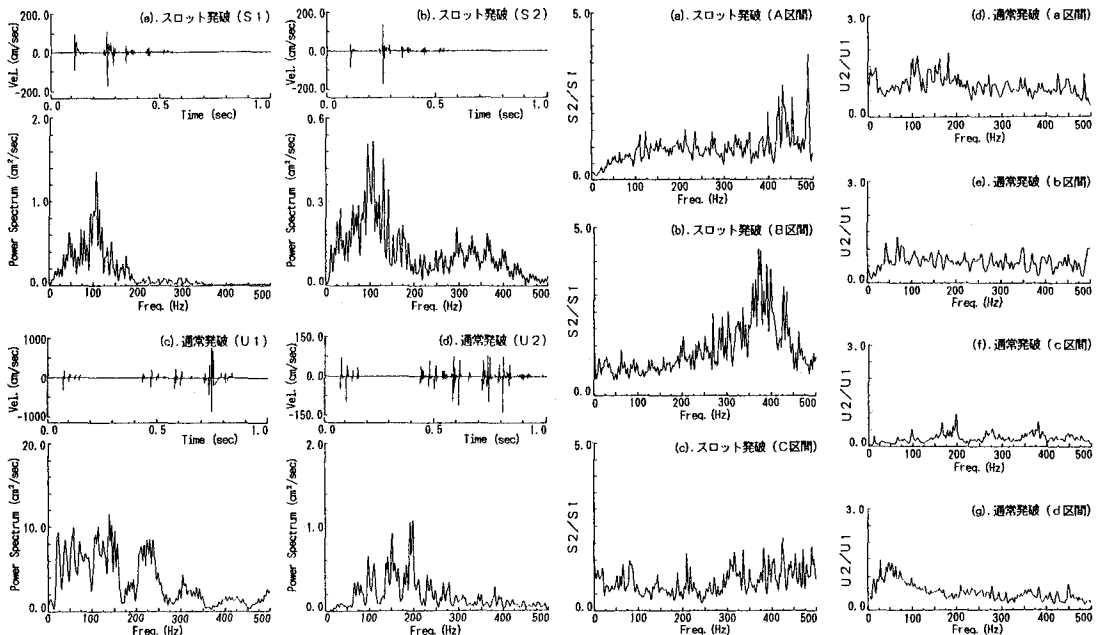


図-4. 速度波形とパワースペクトル

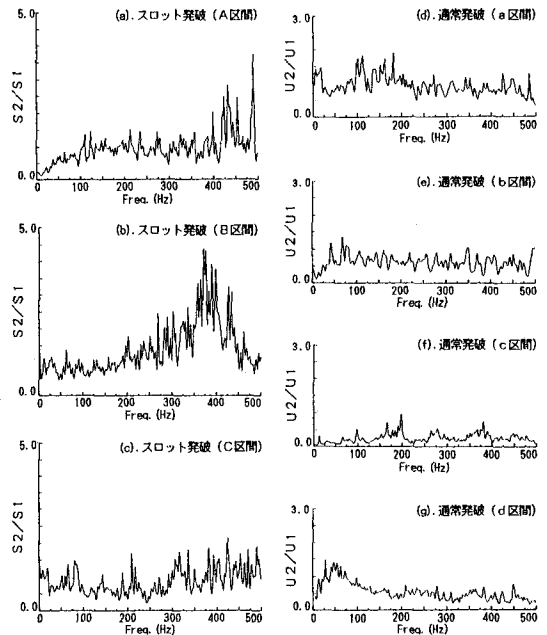


図-5. スペクトル比

4. おわりに

今回の発破振動計測によってスロットが地山の損傷低減に効果があることが分かった。今後、このような超近接トンネルの発破工事においてスロット発破を有効に利用することを検討したい。最後に、振動計測等に多大なご協力を頂いた神戸市道路公社の関係各位に謝意を表します。