

電電公社 東北電気通信局 正員 岸屋 洋
電電公社 東北電気通信局 佐藤 正
電電公社 東北電気通信局 鷹箸 良一

I. はじめに

近年、都市土木工事の多様化に伴い、都市トンネルにおける発破工事実施例が増加しており、安全かつ振動、騒音の少ない都市内発破工法の確立が望まれている。今回、盛岡市中心部の電話ケーブル用トンネル工事において、発破による花崗岩の振動を実施し、良好な施工結果を得た。以下に、発破施工及び近接施工の実績について報告を行うとともに、施工に伴って実施した発破振動測定について若干の考察を述べる。

II. 工事概要

当工事区間の地盤概要は図1に示すとおりで、花崗岩の基盤層及び上部表層層により構成されているが、花崗岩層は極めて変化に富む風化状況を呈しており、新鮮岩層(Gr)から大転石と崩壊性の高いマサ土の混在層(wGr_{1,2})を経て、完全なマサ土層(wGr₃)まで複雑に分布している。このため、新鮮岩層の卓越する本局側は山岳トンネル工法、風化岩層及び表層層の卓越する神明町側は手掘り式シールド工法により施工し、中間点で地中接合するとした。ルート上は官庁、病院、住宅街であり、中間部の中津川横断区間において老朽化した年々、字橋直下を通る等、施工環境的にも厳しい工事である。

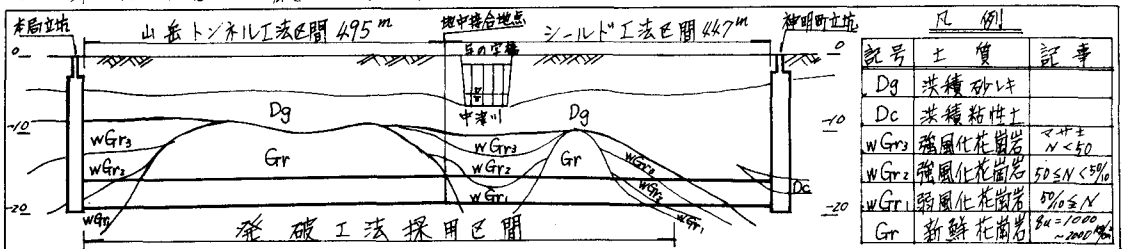


図1 地盤状況図

III. 発破施工の概要

本工事における発破施工の検討に際しては、都市内であることから振動、騒音の極力少ない工法を選定するとともに、関連機関及び地元住民との折衝を実施した結果、特に以下の点に留意すれば、発破工法の採用は十分可能との結論を得た。

- (1) 発破振動の干渉、分割に伴う振動低減効果を得るため、M5、DS電気雷管を使用した段発破パターンを設定する。
- (2) 山岳工法区間においては1回当りの装薬量が少いため、ブー Hancock 工法を採用し、発破初段の振動低減を図る。
- (3) 発破施工は昼間のみとし、地上における振動速度管理値の上限を0.25kine(cm/sec)として発破設計を行う。
- (4) 地盤変位部及び重要構造物付近で試験発破を実施し、振動、騒音測定を実施するとともに施工に反映させる。
- (5) 崩壊性の高い風化花崗岩層に対しても転石破砕のための発破が必要のため、薬注により地盤強化を行う。

以上の検討の結果、表1のとおり発破施工法を決定した。現在シールド区間はほぼ完了し、山岳工法区間の新鮮岩層を掘進中であるが、発破に伴う苦情もほとんどなく工事を進めている。なお、振動速度管理値については、施工状況及び苦情発生状況を勘案して、施工途中で0.6kine(震度Ⅱ程度)に変更した。

表1. 発破施工の概要

区間 項目	山岳トンネル工法		シールド工法	
	新鮮岩層	風化岩層	新鮮岩層	風化岩層
工法	全断面	上下2分割	全断面	上下2分割
薬種	2号種	2号種 T-N+H	2号種	2号種 T-N+H
全装薬量	12.5kg	4kg	10kg	
補助工法	バンボール	薬注注入	—	薬注注入 圧入
断面	B=3.250m, H=2.425m		φ7.621m 長さ3.550m	

Ⅳ. 近接施工及び計測結果

シールドと間の中津川横断部において字橋直下を通過するが、本橋は築造後60年を経たRCラーメン橋で相当老朽化が進んでいるため、止水及び地盤強化を目的とした薬液注入を二重管工法により実施した。更にFEM弾性解析により橋梁下部工の沈下量を求めた上、各橋脚に地下傾斜計を設置し施工中の変位を測定した。なお、FEM解析に際しては、発破による損傷領域及び薬液による強度増加領域を考慮した。(図2)

施工結果が図3に示すとおりで、薬液削れ、注入及びシールド通過に伴う地下隆起現象が明確に現れている。またシールド通過に伴う最大沈下量は約9mmで、FEM解析による想定沈下量8mmとほぼ一致し、解析条件の設定が妥当であったものと思われる。

Ⅴ. 発破振動計測結果

本工事で実施した試験発破概要を表2に示す。試験発破及びその後の計測の結果判明した事項は以下のとおりである。

- (1)振動速度：新鮮岩層(Gr)内の発破寸風化岩層(wGr)内の発破に比較して、地上における速度が小さく距離減衰も小さい。またGr層では初段発破、wGr層では強風化された部分の発破段において、振動速度が最大となる傾向がみられる。(図4)
- (2)振動レベル：最大値はGr層で72dB、wGr層で79dB程度であり、車両通過に伴う振動レベルより若干高い。また全般的に垂直方向の振動レベルが高い。(図5)
- (3)振動周波数：50~300Hzの範囲にあり、一般的にGr層の方が高い。また人体感覚的にもほぼ問題なく、顕在化した苦情もなかった。(図6)
- (4)騒音レベル：騒音対策として発進立坑上に防音壁を設置したため、坑口から9m地点の発破による地上での騒音レベルは最大79dBであり、車両通過騒音(68~77dB)と同程度であった。

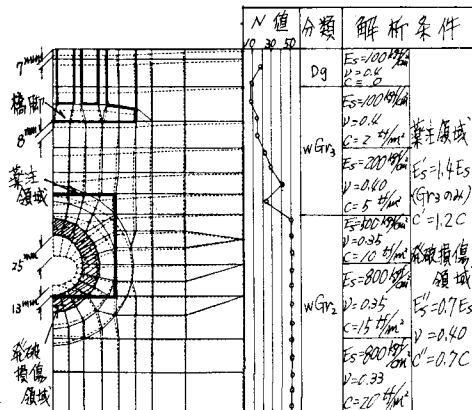


図2. FEM解析結果

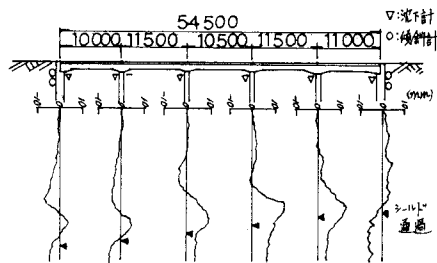


図3 橋脚沈下量測定結果

表2. 試験発破実施概要

	山岳Ⅰ(風化岩)	山岳Ⅱ(新鮮岩)	シールド(新鮮岩)
発破パターン			
薬種	2号種	2号種	2号種
1段当り薬量	0.1kg	0.1kg	0.4kg
全装薬量	4.0kg	3.0kg	12.25kg
段数	DS10	DS10	MS12, DS15

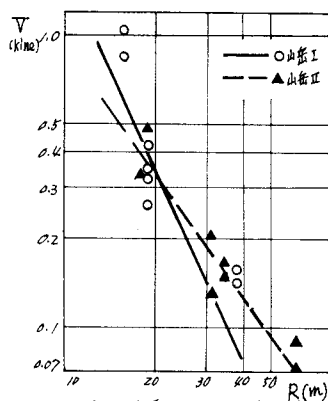


図4. 振源距離(R)と振動速度(V)

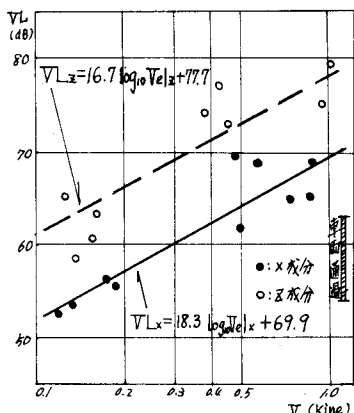


図5 振動速度(V)と振動レベル(VL) (山岳Ⅰ)

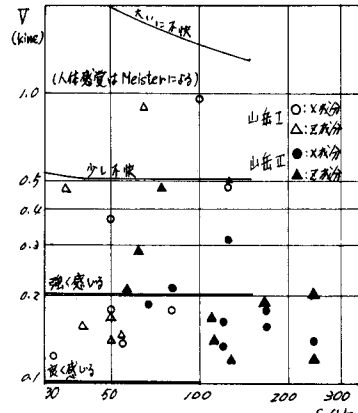


図6. 振動特性と人体感覚