

新たな発破掘削技術による余掘り低減効果についての検証

西松建設 ○(正) 千々和辰訓, (正) 山下 雅之, (正) 石山 宏二
戸田建設 (正) 内藤 将史, (正) 新谷 岳, (正) 岡村 光政

1. はじめに

山岳トンネルの発破掘削時の振動・騒音抑制および余掘り量低減を目的に、掘削断面に自由面（心抜き部：連続孔（スリット）、最外周部に大口径空孔（ガイドホール））を配置した「自由面発破工法（SG-Blasting）」を開発し、現場において効果確認試験を実施してきた¹⁾。その中で、とくにガイドホールの配置による余掘り量低減については、一定の効果を確認することができたものの、穿孔角度の精度を向上させることで余掘り量の更なる低減が可能であることが明らかになった。

本稿では、新たに開発した最外周部の穿孔角度の精度向上を目指した「さし角誘導支援システム」²⁾の現場適用試験結果をまとめ、その効果・有効性について検証した。

2. さし角誘導支援システムの概要

さし角誘導支援システムは、図-1 に示すように、ブーム部に設置されたワイヤ式距離計・傾斜計及び本体部に設置された油量計から、水平角・傾斜角及び穿孔長を検出する。また、各計測データはジャンボ本体に設置されたコントローラで演算され、操作盤に設置したオペレータ用モニターに、現在のガイドセルの方向・角度や穿孔深度がリアルタイムで表示される。オペレータは、ガイドセルの方向・角度と穿孔深度が計画穿孔線と一致するようにガイドセルを移動させ、穿孔深度が設定深度と一致するまで穿孔する。

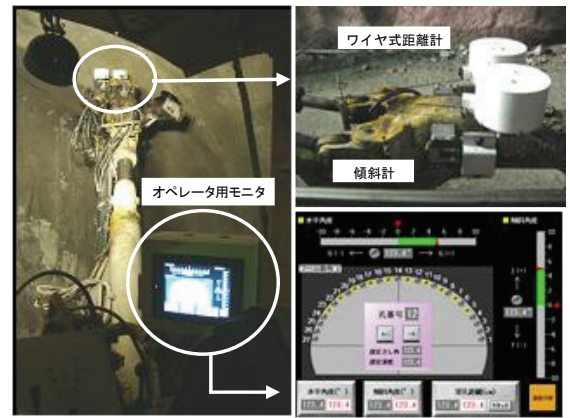


図-1 さし角誘導支援システムの各センサ配置

3. 現場適用試験の概要

適用トンネルは福岡県発注の（仮称）みやこトンネルであり、試験はCIパターンで掘削中の約27m区間で実施した。試験区間の地質は、一軸圧縮強度が約120MPaの花崗岩を主体とし、掘削は61m²の全断面掘削で行われた。

試験実施区間の適用発破パターンを図-2 に示す。図-2(a)に示した現行発破パターンに対して、試験発破パターン1, 2ではアーチ部120°の範囲にガイドホール(孔数：14孔, @800mm)を配置し、さらに、試験発破パターン2についてはアーチ部右60°の範囲にさし角誘導支援システムを適用した(図-2(b)参照)。

また、各試験発破後（吹付け前）には断面測定を実施して余掘り量を計測した。

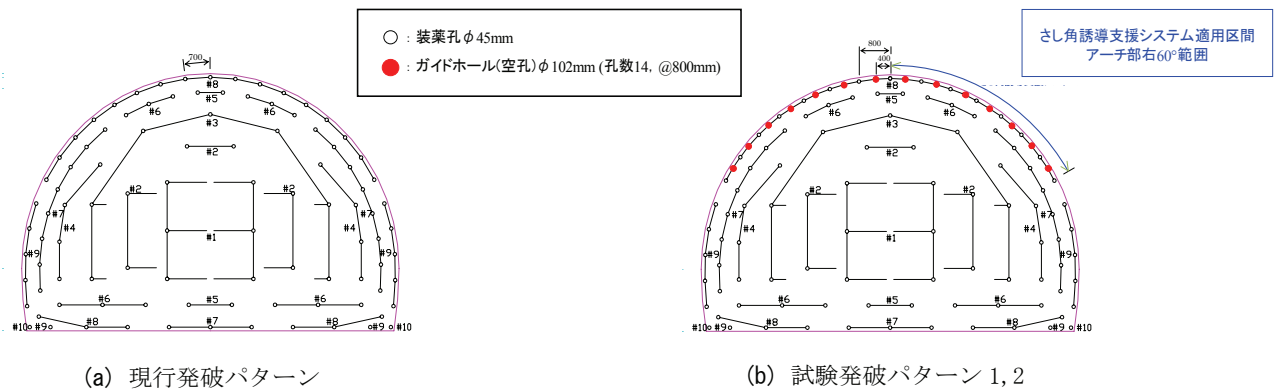


図-2 試験発破パターン

キーワード 余掘り低減, 外周孔, ガイドホール, さし角制御

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10 TEL. 03-3502-0267 FAX. 03-3502-0228

4. 試験施工の結果

4-1. ガイドホールによる余掘り低減効果

図-3 に各試験発破断面の平均余掘り厚を示す。とくにガイドホールを設置したアーチ部の余掘り厚は、現行発破（ガイドホール無し）の余掘り厚に比べて15～150mm程度小さい値を示している。このように、過年度に実施した試験施工結果¹⁾と同様、今回の試験でもガイドホールによる余掘りの低減効果を確認することができた。

4-2. さし角誘導支援システムによる余掘り低減効果

さし角誘導支援システム適用による余掘り低減効果を検証するため、システム適用の有無による余掘り量の違いを比較した。同一ブームにおける比較結果を表-1 に、同一切羽における比較結果を表-2 にそれぞれ示す。また、図-4 には試験発破パターン1-①、2-①（図-3 参照）における断面測定結果を示す。

各発破パターンの余掘り率を同一ブームで比較した場合、現行発破パターンに対して、ガイドホールを設置することにより余掘り率が約10%低減し、さらに、さし角誘導支援システムを使用することにより合計約30%の低減が認められた（表-1 参照）。また、試験発破パターン2の同一切羽で比較した場合も、本システムの使用によって余掘り率が約20%低減しており、同一ブームの結果とほぼ同様の結果が得られた。

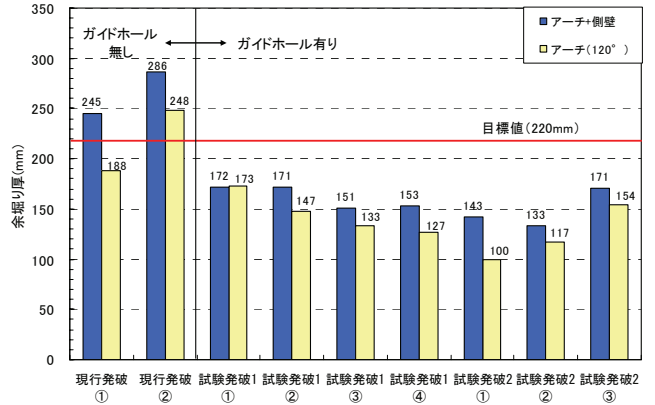


図-3 各試験断面の平均余掘り厚

表-1 同一ブーム比較結果

| 【同一ブーム】 | 現行発破 (右60°) | 試験発破 1 (右60°) | 試験発破 2 (右60°) |
|-----------|-------------|---------------|---------------|
| システム | 無し | 無し | 有り |
| 余掘り厚 (mm) | 197 | 157 | 81 |
| 余掘り率 (%) | 152 | 141 | 121 |

表-2 同一切羽比較結果

| 【同一切羽】 | 試験発破 2 (左60°) | 試験発破 2 (右60°) |
|-----------|---------------|---------------|
| システム | 無し | 有り |
| 余掘り厚 (mm) | 154 | 81 |
| 余掘り率 (%) | 140 | 121 |

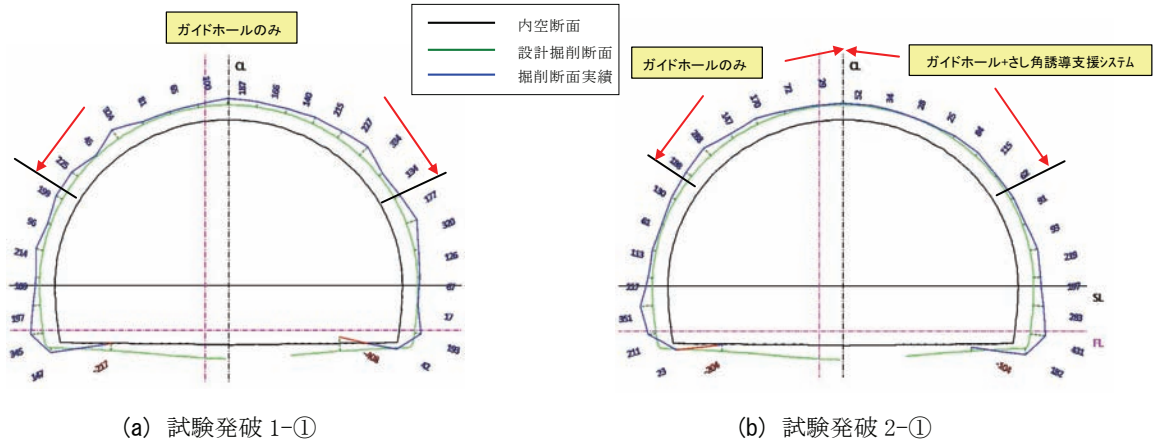


図-4 断面測定結果

4. おわりに

今回、自由面発破工法の有効な支援ツールである、さし角誘導支援システムの現場適用試験を実施した。その結果、ガイドホールを配置する最外周孔に本システムを導入することにより、現行発破と比較して約30%の余掘り低減効果（うち、ガイドホール設置効果が約10%、システム適用効果が約20%）が得られた。今後は、本システムの適用実績を蓄積し、それに基づきシステムの継続的な改善を進めていく。

【参考文献】

- 1) 内藤ほか：ガイドホールを活用した発破パターンの余掘り低減効果，土木学会第63回年次学術講演会。
- 2) 山下ほか：トンネル発破工法におけるさし角誘導支援システムの開発，土木学会第64回年次学術講演会。