

VI-109

急硬性コンクリートを用いたトンネル先受け工法の試験施工

（その1：施工試験の概要および機械試験結果）

ハザマ土木統括本部 正会員 寺内 伸 ハザマ土木統括本部 芳賀佳之
 ハザマ技術研究所 正会員 谷口裕史 ハザマ・森組共同企業体 篠崎秀敏
 日本道路公団横浜工事事務所 本村 均

1. はじめに

都市部のトンネル工事においては、地表面や近接する構造物を防護する目的で、地表面の沈下防止や切羽の安定を図ることが重要な課題であり、切羽掘削に先立ち切羽前方の防護工を事前に施工する先受け工法が注目を浴びている。本報告では、3車線道路断面のトンネルを対象に急硬性コンクリートを用いた先受け工法の適用を検討する目的で実施した、実大規模での試験施工の概要および施工に関する主な試験結果について報告する。

2. 先受け工法の概要

試験施工に用いた先受け工法の概要を図-1に示す。本工法は、切羽掘削に先立ち湾曲したチェーンカッターでスリットを切削し、即時に急硬性コンクリートを充填することにより連続したコンクリートシェルを切羽外周に構築し、事前に地山の防護を図る工法である。本工法を地山強度が約 10kgf/cm^2 、土被り厚が 10m 程度の条件下で3車線道路断面に適用するケースでは、必要なスリットコンクリート厚は約 40cm となった。また、スリットコンクリート施工後の地山掘削を考慮すると、4時間強度で 30kgf/cm^2 以上の強度が必要となった。

3. 試験施工の概要

3.1 掘削充填機の概要

本実験に用いた掘削充填機は、3車線道路断面を対象としたものであり、スリットの内空面積は約 140m^2 となる。掘削充填機の概要を写真-1に、基本仕様を表-1示す。また、機械の運転は、機械に設置した操作盤により本体、コンクリートポンプ、急結剤ポンプなどすべて操作できる機構となっている。また、急結剤の混合には今回開発した注入部および混合部を有する急結剤混合装置を装備している。

3.2 試験施工の概要

試験施工は、切り上げ部（左脚部）および切り下げ部（右脚部）を対象とし、それぞれ幅 $5.2\times$ 奥行き $3.4\times$ 高さ 5.0m の人工地山（一軸圧縮強度で約 10kgf/cm^2 ）を用いて各2スリット実施した。コンクリートは市中の生コンプラントを用いて急硬コンクリート

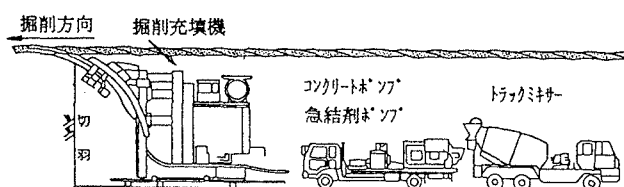


図-1 先受け工法の概要

表-1 掘削充填機の基本仕様

項目	名称	仕様
油圧ユニット	(1) 電動機	$90\text{kW}\times 400\text{V}\times 50\text{Hz}$
	(2) 電動機	$11\text{kW}\times 400\text{V}\times 50\text{Hz}$
カッター部	型式	バンド式ダブルチェーンカッター
	切削深さ	2800mm
	切削厚	400mm
	チェーン速度	$\text{Max}44\text{m/min}$
	切削半径	8100mm （外径）
	横行装置	切削速度 $100\sim 200\text{mm/min}$
走行部	走行速度	$0\sim 10\text{m/min}$
総重量		111ton

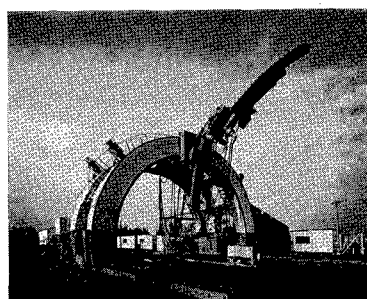


写真-1 掘削充填機の概要

を製造、運搬した。試験施工のフローを図-2に、人工地山の概要を図-3に示す。なお、試験施工では掘削充填機の切削精度、施工方法、コンクリートの性状などを確認した。

4. 実験結果および考察

チェーンカッターによる切削時に地山の崩壊は認められず、良好な切削状況が認められた。スリットコンクリート厚は所定の厚さが確保でき、切削部分に確実に充填されていることが確認できた。また、スリットコンクリート強度も4時間で 30kgf/cm^2 を満足する事が確認された。

本工法において、スリットコンクリートの品質を確保するためには、切削速度とコンクリートの打設量のバランスをとることが必要となる。表-2に切り上がりおよび切り下がり時の切削速度およびカッターが受けるスリットコンクリートの圧力の測定結果を示す。基本仕様では切削速度は $100\sim 200\text{mm/min}$ であるが、

切り上がりの場合、切削ずりのカッター内への混入によりカッターの負荷が大きくなり、切削速度は所定の速度以下となった。このため、カッターのクリアランス部に潤滑剤を注入し、ずりの混入を防止する対策を講じ、再度切削試験を実施した結果、 $140\sim 240\text{mm/min}$ の切削速度が得られ、基本仕様を満足することが確認された（表-3参照）。スリットコンクリートの充填については、スリットコンクリート圧を感知する程度（スリット面とコンクリートが接する程度）で施工することでスリットコンクリートの品質は確保できることが明らかとなった。一方、切り下がりの場合には、コンクリートの圧を受けながら切削する事になり、この場合 1.0kgf/cm^2 程度の圧を感知しながら施工することにより、空隙のないスリットコンクリートを施工することが可能となることが明らかとなった。

5. まとめ

3車線道路断面を想定した試験施工の結果、掘削充填機の切削精度は良好であり、カッターの切削能力に関してもずり混入防止対策をとることにより十分な性能を有していることが確認された。一方、スリットコンクリートの充填に関しては、切り上がりおよび切り下がりの施工に応じて、スリットコンクリート圧を制御することにより連続したスリットコンクリートの施工が可能であることが明らかとなった。

〔謝辞〕本実験を実施するにあたり㈱三井三池製作所の協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。

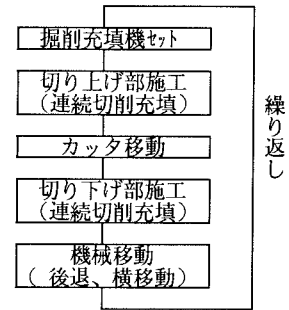


図-2 試験施工フロー

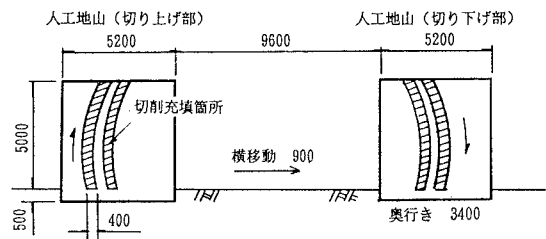


図-3 人工地山の概要

表-2 切削速度とスリットコンクリート圧

位置		切削速度 (mm/min)	スリットコンクリート圧 (kgf/cm^2)
切り上がり	$5^\circ \sim 10^\circ$	2 1	0. 0 5
	$10^\circ \sim 15^\circ$	4 3	0. 1 0
	$15^\circ \sim 20^\circ$	3 4	0. 0 6
	$20^\circ \sim 25^\circ$	5 1	0. 0 4
	$25^\circ \sim 30^\circ$	5 3	0. 0 3
切り下がり	$150^\circ \sim 155^\circ$	2 0 0	0. 7 5
	$155^\circ \sim 160^\circ$	1 8 0	0. 8 3
	$160^\circ \sim 165^\circ$	1 5 9	0. 8 7
	$165^\circ \sim 170^\circ$	1 2 0	0. 9 8
	$170^\circ \sim 175^\circ$	1 2 0	1. 0 2

表-3 対策後の切削速度

位置		切削速度 (mm/min)
切り上がり	$5^\circ \sim 10^\circ$	1 3 6
	$10^\circ \sim 15^\circ$	1 8 1
	$15^\circ \sim 20^\circ$	2 2 2
	$20^\circ \sim 25^\circ$	2 4 0
	$25^\circ \sim 30^\circ$	2 2 5

