

V-192

急硬性コンクリートの施工方法に関する実験的研究

㈱大林組 正会員○安田 敏夫
日本国土開発㈱ 中野 泰志

ハザマ 正会員 小杉 安則
㈱三井三池製作所 鶴元 順

1. まえがき

近年、地表面の沈下を抑制しなければならない環境下でのトンネル工法として、先受け工法が注目されている。この工法に使用するコンクリートには、施工性を満足するために特殊な性能が要求される場合が多い。

本報告では、先受け工法の一工法についてコンクリートの施工方法を検討することを目的として、実施工の条件を模擬した大型型枠による充填実験を実施し、充填方法等の検討を行った結果について報告する。

2. 先受け工法の概要とコンクリートの要求性能

本研究で対象とした先受け工法は、掘削に先行してチェーンカッター部でスリットの切削とコンクリートの充填を同時に行い、連続したコンクリートシェルを構築することによって、事前に地山の防護を図る工法である(図-1)。



図-1 先受け工法の概念図

本工法に使用するコンクリートの要求性能を表-1に示す。要求性能を満足するために、急硬材と凝結調整剤を混入したベースコンクリートに液体急結剤を後添加して製造するコンクリート(以降、急硬性コンクリートと称す)を用いた。コンクリートの使用材料を表-2に、基本配合を表-3に示す。

表-1 要求性能	
項目	要求性能
流動性	充填性を確保するため、液体急結剤混合後2分間は、スラグ12cm以上を保持する。
充填性	厚さ32cm、奥行き2m以上の地山スリット内に充填できる。
エンカスト	スリットエンカストの端面が、妻枠から開放された時点で崩壊しない。掘削速度妻枠長を考慮して自立性
強度	打ち込み5分後の圧縮強度を1kgf/cm ² 程度とする
発現性	トンネル掘削時の作用土圧に対し安全である。施工時、設計土圧を考慮して打ち込み4時間後の圧縮強度を30kgf/cm ² 以上、材令28日の設計基準強度180kgf/cm ²

3. 実験概要

先受け工法の切削スリットを模擬した大型型枠(図-2)を用いて、コンクリートの充填位置、スリット長についての充填性実験を行った。

表-2 使用材料		
使用材料	種類	基本物性
セメント	普通ポルトランドセメント	比重3.16 T社製
細骨材	相模川水系川砂と市原産山砂の混合砂	比重2.59, 吸水率2.45, F.M. 2.78 (川砂70%, 山砂30%)
粗骨材	津久井郡城山産	比重2.64, 吸水率0.99, F.M. 6.70
混和材	急硬材	加シリカ7%系系化合物 比重2.90
混和剤	AE剤	炭化水素系有機酸
	凝結調整剤	有機酸・7%炭酸塩
	液体急結剤	特殊無機7%炭化合物

液体急結剤は、コンクリート打設直前にベンド型ウォータージェット混合装置(図-3、ノズル回転数500rpm、吐出圧700kgf/cm²)で添加混合した後、さらにロット型混合装置(図-4)で攪拌混合した。模擬カッターおよび妻枠の移動速度は、実施工を想定し20cm/minとした。コンクリート打ち込み速度および液体急結剤添加量は、模擬カッター移動速度から算出した。なお、妻枠側のコンクリートの端面は、充填後約5分で逐次開放される。

表-3 基本配合

Gmax (mm)	スラグ の 範囲 (cm)	空気 量の 範囲 (%)	水結 合材 比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水	セメント	急硬材	細骨材	粗骨材
20	20±2.5	4±1	48.2	45.0	194	350	52.5	742	925
								0.81	4.03

*A: AE剤 B: 凝結調整剤

実験要因を表-4に、測定項目を表-5に示す。

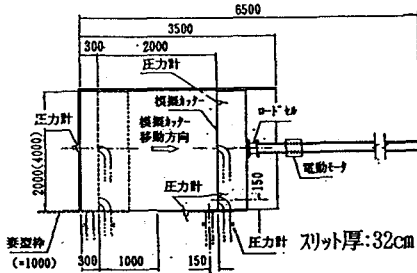


図-2 充填性実験概要

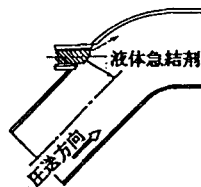


図-3 ベンド型ウォータージェット混合装置



図-4 ロット型混合装置

4. 実験結果

実験結果を表-6、7に示す。

1) コンクリートの充填位置

模擬カッター中央から充填し

た場合（ケース1）、新たに充填したコンクリートは常に模擬カッターに沿って左右に流動し、型枠内の隅々まで充填された。また、妻枠側から露出したコンクリート端面も十分な強度を有し自立した。

妻型枠から充填した場合（ケース2）、コンクリートが妻型枠に沿って型枠開放面方向に流動し、コンクリートが流出した。

妻型枠から充填口を50cm型枠内へ挿入した場合（ケース3）、充填口周辺のコンクリートの動きが複雑となり、充填性が劣るとともに注入圧力が上昇し、閉塞の危険性が確認された。

以上より、コンクリートの充填位置は、模擬カッター中央部が適していることが明らかになった。

2) スリット長

スリット長を4mに変更し、他はケース1と同条件とした場合（ケース4）、端面の自立性は良好であったが、スリットの奥部で充填性が若干劣る部分が見られた。本実験で使用したコンクリート配合の範囲では、充填状況から判断しスリット長3m程度までならば、端面の自立性、充填性ともに良好であると思われる。

5. まとめ

本研究では、急硬性コンクリートを用い先受け工法の一工法のスリットを模擬した大型型枠内への充填実験を実施し、充填

位置、スリット長の検討を行った。その結果、本研究で用いた急硬性コンクリートの施工性に対して明らかになったことを以下に示す。

1) コンクリート充填

位置は模擬カッターの中央部が望ましい。

2) スリット長は今回使用したコンクリートの範囲では、最大3m程度にすることが望ましい。

なお、本研究は、New PLS工法研究会（（社）日本建設機械化協会 建設機械化研究所、㈱大林組、五洋建設㈱、東急建設㈱、日本国土開発㈱、ハザマ、㈱三井三池製作所）の研究活動の一環として実施したものである。

表-4 実験要因

実験要因	水 準
充填位置	カッター中央部、妻型枠
スリット長	2m, 4m

表-5 測定項目

	測 定 項 目
ベ-ス	スラブ、空気量、エンクリート温度
急硬	圧縮強度
施 工	流動性、充填性、端面自立性、管内圧 妻枠・模擬カッター圧、模擬カッター移動速度 液体急結剤添加量

表-6 充填状況

ケース	流動状況および充填状況	ケース	流動状況および充填状況
1		4	
2			
3			

表-7 実験結果一覧表

ケース	実験条件	ベ-ススラブ空気量 (平均)	カッター移動速度 (平均)	コンクリート注入圧 (平均)	急結剤量 (平均)	エンクリート圧 (kgf/cm ²)	端面の自立性	充填状況	急硬性コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm ²)			
									4時間	1日	7日	28日
1	模擬カッター中央	23.0℃	31~12	1.3~	1.8~	(a)1.0-0.6(0.7) (b)0.9-0.6(0.7) (c)1.5-0.7(0.7)	良好	良好	32	54	228	288
2	妻枠	21.5℃	26~11	2.0~	2.4~	(a)1.2-0.1(0.7) (b)1.4-0.2(1.0) (c)1.2-0.2(1.2)	妻枠解放後、スリット先端より流出	充填不良	30	56	263	296
3	妻枠50cm突出	22.5℃	26~10	15.0~	2.0~	(a)1.0-0.1(0.4) (b)1.4-0.5(1.0) (c)1.8-0.4(1.2)	ほぼ良好、部分より空気発生	充填不良、部分あり	26	46	252	299
4	模擬カッター中央	23.5℃	26~11	1.6~	3.2~	(a)1.0-0.1(0.5) (b)0.8-0.1(0.6) (c)0.9-0.1(0.7)	良好	良好	32	44	298	361