マイスタークリート工法の開発

西松建設㈱　フェロー会員　○佐藤　幸三
西松建設㈱　正会員　椎名　貴快
西松建設㈱　正会員　高橋　雅
西松建設㈱　正会員　金丸　信一

１．はじめに

マイスタークリート工法は、山岳トンネルの覆工コンクリートを均質かつ高品質に打設するための技術である。特に施工上、品質上問題となる可能性が高かった肩部から天端部の品質を向上させるために、以下に示す技術を盛り込んだ。

①肩部に吹上げ口を増設して確実な締固めを行う
②天端吹上げ時は圧力センサーで管理された加圧充填
③天端での引抜きバイブレータによる締固め
④吸引チューブによる残留空気, 残留ブリーディング水の積極的な排出

図-1 にマイスタークリート工法の概念図を示す。

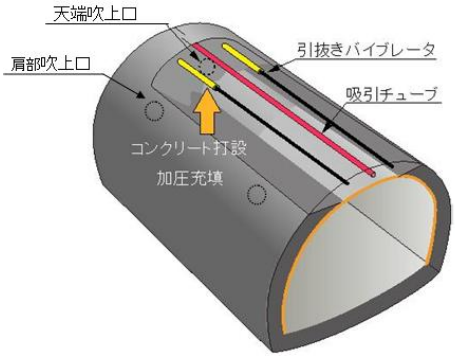

図-1　工法概念図

２．天端充填実験

2.1　天端模擬型枠

マイスタークリート工法の有効性を確認するために、山岳トンネル覆工コンクリートの天端部を模擬した型枠を用いた打設実験を行った。

天端模擬型枠は 2 車線道路トンネルの実物型枠の天端部を下型枠に使用した。

地山側に相当する上型枠は、CⅡパターンを模擬した凹凸のある形状とした。

図-2 に模擬型枠の形状図を示す。

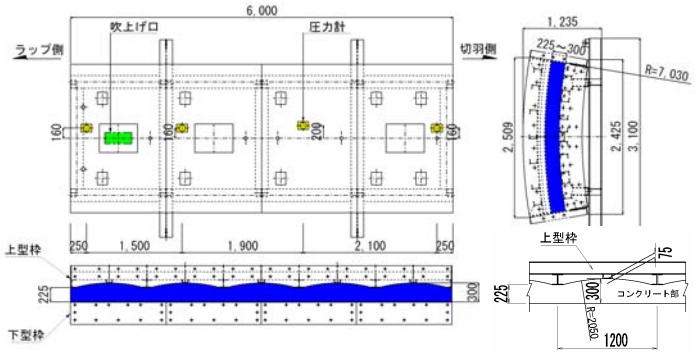

図-2　模擬型枠形状図

2.2　実験条件

模擬型枠は 2%の順勾配（吹上げ口からの上り勾配）でセットして、吹上げ口からコンクリートを吹上げ打設した。

実験ケースは、標準の施工方法（ケース 1）と、加圧充填、引抜きバイブ、吸引チューブの 3 つの技術を組み合わせたマイスタークリート工法による施工方法（ケース 2）とした（表-1）。

使用した吸引チューブ (写真-1) は、コンクリートやモルタルは通さず、水と空気のみを通す特殊な加工を施したチューブであり、ポンプで吸引することによって、残留空気およびブリーディング水を除去するものである。

コンクリート配合は 27-15-20N を使用し、引抜きバイブレータは覆工コンクリートに使用している φ52mm のリール式を使用した。

また、充填圧の確認および管理のために圧力計を天端に 4 箇所設置した。

写真-1　吸引チューブ

キーワード　覆工コンクリート，天端充填，吸引チューブ，圧力管理，コンクリート硬化性状
連絡先　〒105-8401　東京都港区虎ノ門 1-20-10 西松建設㈱　技術研究所　ＴＥＬ03-3502-0249

2.3 確認項目

本実験での確認項目は、充填性向上の程度、コンクリートの品質向上の程度を確認するために以下の項目とした。

①背面空洞　②表面硬度
③圧縮強度　④表面弾性波速度
⑤透水係数　⑥中性化速度
⑦細孔径分布

打設中には圧力計によりコンクリートの圧力変動を確認した。

表-1　実験ケース

ケース		加圧充填(80kPa)	引抜きバイブ	吸引チューブ
1	通常の施工方法	―	―	―
2	マイスタークリート工法	○	○	○

3．実験結果

3.1 圧力測定

図-3 にケース２の型枠内圧力変動結果を示す。吹上げの終了（打止め）は①～③の圧力計が 80kPa を超えた時点とした。その時点では、吹上げ口から一番離れた④では 60kPa 程度までしか上昇していない。その後、引抜きバイブを稼働させた結果、全ての圧力計が 60kPa 程度に収束して覆工内の圧力が均一となる傾向が見られた。

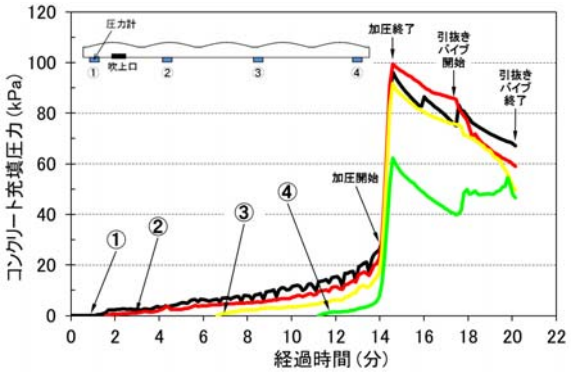

図-3　圧力変化

3.2 硬化性状

硬化性状の結果一覧を表-2 に示す。

ケース２は背面空洞もなく、表面硬度はじめ各種の試験項目で6～40%程度の向上効果が見られた。

圧縮強度および表面硬度の向上度合いに比べて、透水係数、細孔径分布の向上度合いが大きくなっている。これは、表層部分がより緻密していることを示していると考える。これによってマイスタークリート工法で打設することによって、覆工背面の充填性が向上（写真-2, 3）するとともに、内空側、地山側の品質差が小さく耐久性の高い覆工コンクリートとすることが可能であることが確認された。

表-2　硬化性状結果

項目	ケース	測定値		向上度合	
		内空側	地山側	内空側	地山側
背面空洞(m^3)	1	―	0.058	―	100%
	2	―	0		
表面硬度(N/mm^2)	1	29.1	23.1	6%	33%
	2	30.9	30.7		
圧縮強度(N/mm^2)	1	27.2	29.6	13%	8%
	2	30.8	32.0		
表面弾性波速度(m/s)	1	3,356	3,932	22%	6%
	2	4,111	4,153		
透水係数(m/s)	1	―	3.7	―	43%
	2	―	2.1		
中性化速度(mm/√週)	1	5.1	―	10%	―
	2	4.6	―		
細孔径分布（全細孔容積）(mℓ/g)	1	0.1166	0.1234	22%	29%
	2	0.0909	0.0874		

写真-2　ケース１

写真-3　ケース２
（マイスタークリート工法）

4．まとめ

マイスタークリート工法の採用より、最も課題となることが予想された天端打設において、空隙もなく十分に高耐久なコンクリートを打設出来ることが確認された。今後、現場適用を通じて、より高品質な覆工コンクリートを打設できるように改良を加える予定である。