

VI-119

FFC覆工工法の開発（その2）

－覆工コンクリートについて－

銭高組	正	○三宅克哉	住友建設	正	黒田賀久
東急建設	正	高松伸行	銭高組	正	井田隆久
銭高組	正	岩崎則夫	銭高組		市坪公男

1. はじめに

FFC(Flexible Fabric form Concrete)覆工工法は、地山と型枠の間のリング状の空間にセットしたナイロン製の袋にコンクリートを充填加圧しトンネルの覆工とする工法で、シールドのセグメントや山岳トンネルの吹付けコンクリートに変わる一次覆工として利用可能である。また、本工法はコンクリートに流動性と早期強度という相反する性質を確保することができ、事前の室内試験の結果コンクリートを加圧脱水することにより若材令時の強度が大きくなることが報告されている。¹⁾本報告では、徳島県発注の山岳トンネル現場で実際に施工した FFC 覆工工法のコンクリートについて行った試験結果について報告する。

2. 覆工コンクリート

現場施工に使用した覆工用コンクリートの配合を表-1 に示す。目標スランプは、袋への打設に必要な流動性を考慮して $23 \pm 2\text{cm}$ とした。今回使用したコンクリートは、流動化剤などの添加剤を使用しないシンプルな配合で材料の品質管理が容易なものとし、現場の吹付けコンクリートの材料とプラントを用いて製造した。現場では一部スチールファイバーコンクリート(以下 SFC と称す)も使用した。SFC の練り上がり直後のスランプ試験結果を写真-1 に、袋に打設後加圧脱水したコンクリートの状態を写真-2 に示す。練り上がり直後のスランプ 23cm 程度のコンクリートが、10 分間の加圧脱水作業終了後に型枠代わりの袋を切断してもコンクリートが流れ出すことなく自立していることが確認できた。

3. 試験概要

FFC 覆工の施工管理項目のうち圧縮強度の管理を行うため、施工延長 11m(11Ring)のうちコア抜き(φ100×200mm)試験体の採取および圧縮試験を 2Ring、シュミットハンマーによる強度確認を全延長(11Ring)について行った。コア抜き試験体採取位置およびシュミットハンマー測定位置を図-1 に示す。

4. 試験結果

コア抜き試験体による圧縮強度の発現状況を、管理用の試験

表-1 覆工コンクリート配合表

	s/a	W/C	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	SF
通常配合	60	68	248	365	950	643	—
SFC配合	60	68	258	378	1006	550	60

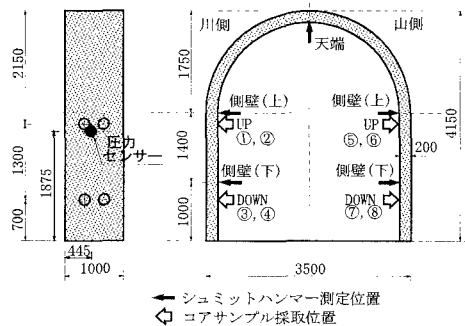


図-1 覆工体形状および試験体採取位置

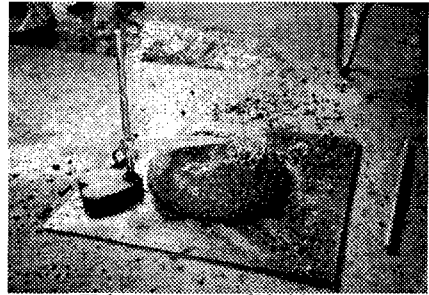


写真-1 スランプ試験結果

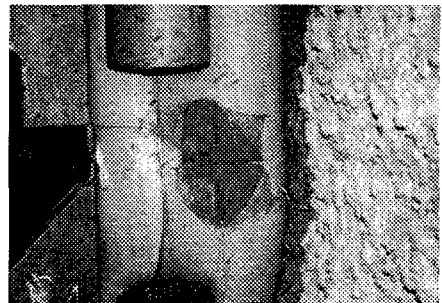


写真-2 加圧直後

Keyword：トンネル，コンクリート覆工，圧縮強度，若材令強度
連絡先 〒163-1011 東京都新宿区西新宿3丁目7-1 新宿バ・カタ 11 階 TEL 03-5323-3861 FAX 03-5323-3860

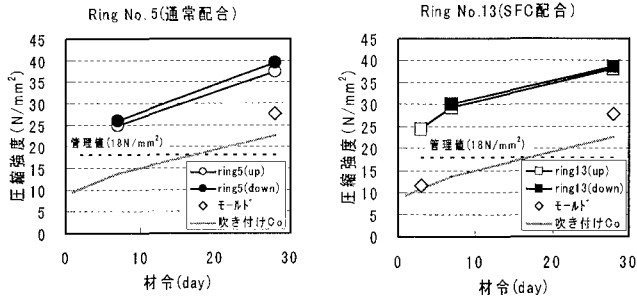


図-2 圧縮試験結果

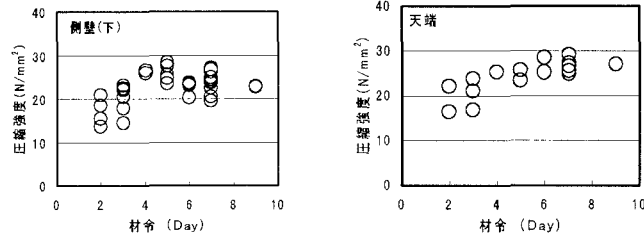


図-3 覆工体の強度測定結果（シュミットハンマーによる）

表-2 加圧圧力

	加圧圧力 (MPa)	
	ピーク値	収束値
Ring 8	0.088	0.024
Ring 9	0.070	-0.014
Ring 10	0.083	-0.017

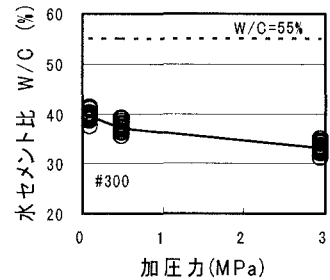


図-4 加圧力と加圧後の W/C

体（加圧無）および現場で使用している吹き付けコンクリート（W/C=61.1%）の圧縮強度と比較した結果を図-2に示す。また、施工した全リングについて実施したシュミットハンマーによる圧縮強度の算出結果を図-3に示す。圧縮強度の算出には日本材料学会の式を用いて求めた。

吹き付けコンクリートの圧縮強度は、一般的に材令1日で5N/mm²以上必要である。今回の現場施工では、施工サイクルの関係で材令1日強度の測定は行うことが出来なかったが、FFC覆工体の材令2日の圧縮強度は図-3より12N/mm²以上の強度が発生している。また、材令28日の吹き付けコンクリートの圧縮強度は、一般的に18N/mm²以上としている。FFC覆工体は、圧縮強度が38N/mm²程度であり、加圧無の管理用試験体と比較しても1.5倍程度発現している。なお、今回覆工コンクリートの打設は、天端より袋の中を自然流下させることによって行ったため、天端部と踏前の高低差によりコンクリート強度に差ができることが予想された。図-2,3の結果より、今回の導坑程度の高低差であれば、加圧板によるコンクリートの加圧脱水を行うことで自然流下打設による強度差はほとんど発生していないことが確認された。

5. 加圧圧力について

現場施工では、内型枠として自走式メカニカルメッセルを利用した。メカニカルメッセルには圧力計が取り付けられており、覆工コンクリートを襖部より加圧した時の圧力を測定している。圧力計の取付位置を図-1に、圧力の測定結果を表-2に示す。現場施工は、加圧圧力5.0kgf/cm²（0.5MPa）を目標にしたが、加圧に必要なジャッキストロークが余堀り等の関係で予想以上に必要となることが施工中に明らかとなり、表-2に示すようによろそ1.0kgf/cm²（0.1MPa）程度の加圧しか行わなかった。事前の室内試験結果によると、排水によるW/Cの改善効果が図-4に示すように加圧圧力1.0kgf/cm²（0.1MPa）でも確認されており、当施工でもコンクリートの圧縮強度の発現効果が高いことが確認された。

6. 最後に

現場施工のFFC覆工工法の覆工体強度を調査した結果、添加剤などを利用しないシンプルなコンクリートであっても袋に打設し加圧脱水させることで十分な強度を有する覆工体ができ、山岳トンネルの一次覆工として強度的には問題ないことが確認された。今回の現場施工にあたり、発注者の徳島県ならびに御意見、御協力をいただいた関係各位にここに記して感謝の意を表します。

参考文献：1）井田ら リングシールド工法の開発（その19） 土木学会第52回年次学術講演会 1997.9