

異なるスランプのコンクリートを用いた覆工コンクリートの打設について

西日本高速道路株式会社四国支社 高知工事事務所 石井 義信 高田 克也
 (株) 鴻池組 大阪本店 正会員 ○木佐一 伸 斎藤 泰信
 (株) 鴻池組 大阪本店 正会員 為石 昌宏 後藤 裕一

1. 概要

焼坂第二トンネル工事西側坑口部における補強鉄筋区間を対象に、強度増加による地山の変状に起因する覆工変状発生対策と耐久性の増進効果、また特にこれまでトンネル覆工コンクリートの課題とされている天端部の充填不足によるひび割れ、剥離・剥落の対策を目的として、トンネル施工管理要領¹⁾で指定された T1-1 (スランプ $15 \pm 2.5\text{cm}$, 材令 28 日圧縮強度 18N/mm^2) 配合を変更し、セメント量を増加し T3-2 (材令 28 日圧縮強度 30N/mm^2) 相当を基本とした高品質高充填覆工コンクリート (スランプフロー $40 \pm 5\text{cm}$) を適用した。通常、流動性の高いコンクリートを打設すると、液圧相当の側圧が覆工用型枠 (全断面スチールフォーム $L=10.5\text{m}$) に作用することから、通常の覆工用型枠では、強度が不足する場合がある。そこで、補強等の改造を行わず合理的に覆工コンクリートを施工するため、図-1に示すように側圧の作用するアーチ肩部まではスランプ $18 \pm 2.5\text{cm}$ のコンクリート (以下、「S18」とする) を、残りの肩より天端までの部分はスランプフロー $40 \pm 5\text{cm}$ の高品質高充填覆工コンクリート (以下、「F40」とする) を打ち重ねて打設することとし、模擬型枠による実証実験による検討を実施し、施工を行ったのでここに報告をする。

2. 配合

「F40」の配合条件は、(株) 高速道路総合技術研究所において、開発が進められている中流動覆工コンクリート²⁾の要求性能 (案) に準拠し定めた (表-1)。試験練りにより決定した配合および使用材料をそれぞれ表-2 および表-3に示す。なお、「S18」については、「F40」と結合材、水および骨材の単位量を同一とした配合とし、流動性 (スランプ) は高性能 AE 減水剤の添加率による補正により調整した。また、両配合とも、通常の T1-1 配合より単位セメント量が増加することから、収縮補償のために、混和材として膨張材を使用した。

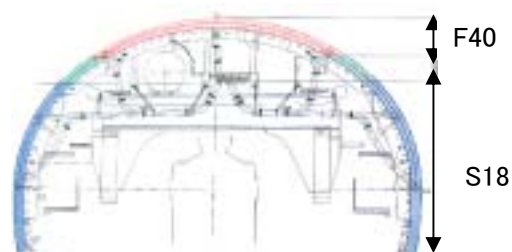


図-1 配合区分

表-1 配合条件

コンクリートの種別		高充填覆工コンクリート (F40)	高スランプコンクリート (S18)
項目			
粗骨材の最大寸法 (mm)		20	20
スランプ (cm)		21 ± 2.5	18 ± 2.5
スランプフロー (cm)		40 ± 5	—
L 型フロー (mm)	無振動	260 以上	—
	振動	振動後 50cm から 75cm までの振動到達速度 6.4cm/s 以上かつ 750 以上流動して分離がないこと	—
U 型充てん性高さ [障害無し] (mm)		280 以上	—
空気量 (%)		4.5 ± 1.5	4.5 ± 1.5

表-2 配合表

種類	W/P (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m^3)						
			W	C	EX	S	G	SP	AE
F40	47.3	47	175	350	20	802	929	5.18	3.5A
S18	47.3	47	175	350	20	802	929	2.96	2A

表-3 使用材料

記号	種類	物性等
C	セメント	普通ポルトランド、密度 3.16
W	水	
S	細骨材 (細砂:粗砂=1:1)	細砂:高知県四万十町志和沖, $\rho=2.58$, F.M.=1.82 粗砂:高知県中土佐町上ノ加江, $\rho=2.58$, F.M.=2.91
G	粗骨材 (2015:1505=4:6)	2015:高知県中土佐町上ノ加江, $\rho=2.65$, 実積率 60.4 1505:高知県中土佐町上ノ加江, $\rho=2.64$, 実積率 59.4
EX	膨張材	エトリンサイト・石灰複合系
SP	高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸系
AE	助剤	空気連行剤

キーワード 中流動コンクリート, 覆工コンクリート, スランプフロー, 流動性, 充填性

連絡先 〒530-8517 大阪市北区梅田 3-4-5 (毎日インテシオ) (株) 鴻池組 土木技術部 TEL 06-6343-3290

3. 事前検討

3.1 実証実験概要 ; 「F40」および「S18」の両配合は、基本配合が同一ではあるが、これまで覆工コンクリートにおいては流動性の異なる2種類のコンクリートを上下に打ち重ねた事例は報告がない。そこで、模擬型枠に両配合を打設し、上下のコンクリートの強度特性、一体性および出来型(美観)等に問題がないことを実証実験により確認した。打ち重ね部に関して、図-2に示すように充分バイブレータで締め固めた場合(ケース A)と打ち重ね部にはバイブレータを挿入せずかつ振動時間を1~3秒程度とした場合(ケース B)の2ケースについて試験をした。

3.2 強度試験結果 ; 試験項目とその結果の一覧を表-4に、供試体採取位置および試験箇所を図-3に示す。圧縮強度(材齢28日コア供試体)は何れの値も48 N/mm²程度、割裂強度は3.6 N/mm²程度であり、バイブレータによる締め固めの違いおよびコンクリートの流動性の違いによる差や特に打ち重ね部での強度低下は見られず、均一な状態であることを確認した。

3.3 出来型(写真-1); ケースAは、上下のコンクリートの打ち重ね箇所において、縞模様等がなく、打ち重ね部がどこであるかまったく判らない状況であった。また、ケースBは、一見するとケースAと同様に打ち重ね箇所が判らないが、凝視すると打ち重ね部のラインであろうと思われる縞模様が薄っすらとある状況であったが、特に目立つものではなく、美観上問題はないと考えられる。

4. 施工状況

打設方法は、「S18」については、通常と同様に下層コンクリートまでバイブレータを挿入し、入念に締め固めを行った。また、「F40」については、流動性が高く、軽微な締め固めで十分なことから、むしろ過剰な締め固めで材料分離を発生させないように留意して締め固めを行った。写真-2に覆工型枠を移動後のコンクリートの状況を示す。通常より色むらや縞模様など少なく、均一な覆工コンクリート面を確認することができた。

5. まとめ

流動に優れた高品質高充填覆工コンクリートの打設に関し、異なる流動性(スランプ)のコンクリートを打ち重ねて施工することにより、合理的で施工性にも優れた高品質な覆工コンクリートが構築できることを確認することができた。

参考文献 1)NEXCO 中央研究所:トンネル施工管理要領, 2006年10月

2)馬場弘二, 伊藤哲男:中流動覆工コンクリートの開発検討, 土木学会第60回年次学術講演会講演概要, 6-010, pp.19-20, 2005年9月

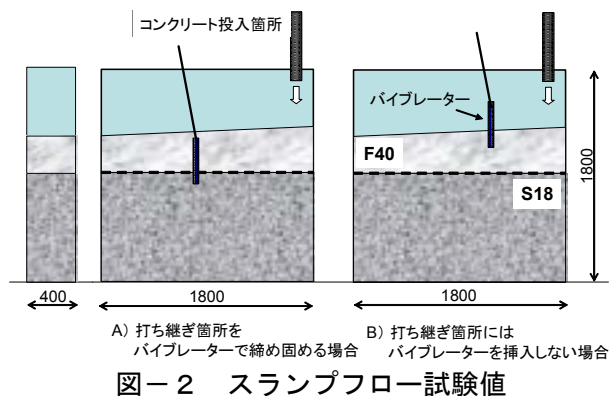


表-4 試験項目および試験結果(平均値)

試験項目	ケース	F40部	打ち重ね部	S18
圧縮強度(N/mm ²)	A	48.7	47.4	48.3
	B	48.8	48.7	47.5
割裂強度(N/mm ²)	A	3.66	3.48	3.56
	B	3.68	3.70	3.50
リバウンドハンマー反発度	A	39.2	40.3	38.9
	B	38.9	41.0	39.4

