

MMST 工法への適用を考慮した有機繊維混入コンクリートの耐火性検討（その1）

〔施工性実験〕

首都高速道路（株）	正会員	相川	智彦
首都高速道路（株）	正会員	○荒川	太郎
大成建設（株）	正会員	佐藤	充弘
大成建設（株）	正会員	堀口	賢一

1. はじめに

現在、首都高速川崎縦貫線における MMST（Multi-Micro Shield Tunneling）工法による施工区間について、トンネル供用時に道路部で発生する火災に対しての耐火構造を検討している。

本トンネルの耐火構造検討のうち、①MMST 外殻構造ベースコンクリートの爆裂性状の把握、②耐火対策として爆裂を抑制するために必要な有機繊維混入量の把握、③有機繊維混入がコンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響の確認を目的として施工性実験と耐火性実験による検証を行った。本報では施工性実験について報告する。

2. 施工性実験

2.1 実験内容

MMST 外殻構造を構成する SRC 構造部（鋼殻内コンクリート充填部）と RC 構造部（鋼殻接続部）は、鋼材（鋼殻の主桁、縦リブなど）と鉄筋（主筋、配力筋、せん断補強筋）が狭隘に配置される閉塞空間（図-1 参照）であるため、部分的にコンクリート打設時にバイブレータの打込みが不可能である。また、MMST の延長距離は 540m と長く、基本的に立坑部からの長距離ポンプ圧送のコンクリート打設となる。以上のことを勘案して、施工に用いるコンクリートは、自己充填性、分離抵抗性に期待した配合設計を行っており、フレッシュ性状の確保が非常に重要である。

実験では、ベースコンクリートに有機繊維を混入した状態のフレッシュ性状、混入後にベースコンクリートと同等のフレッシュ性状を確保するために高性能 AE 減水剤（以降は SP 剤と称す）を後添加した状態のフレッシュ性状を確認した。なお、ベースコンクリートは、道路部に面する MMST 外殻構造・頂版部の高流動コンクリート（以降は高流動と称す）と側壁部の高性能 AE 減水剤コンクリート（以降は高性能 AE と称す）の 2 種類とした。

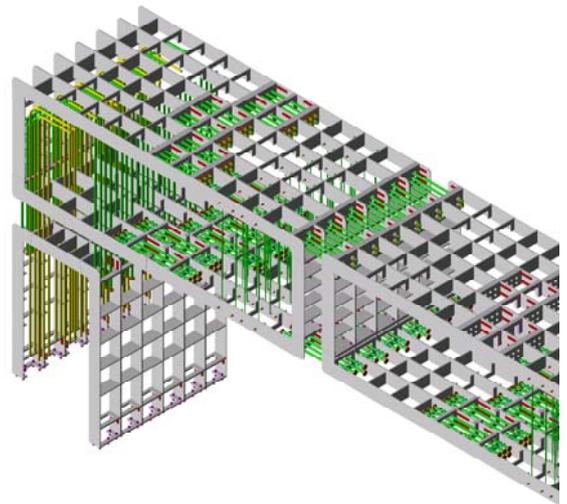


図-1 MMST 外殻構造

2.2 材料と実験ケース

表-1、表-2 にコンクリートの配合を示す。有機繊維には $\phi 48 \mu\text{m} \times L10\text{mm}$ のポリプロピレン繊維を用いた。有機繊維はコンクリートをミキサー車から 2 軸強制ミキサーに受けた後に混入し、2 分間混練りした後、フレッシュ性状を満足するように SP 剤や AE 助剤、消泡剤を添加した。

有機繊維混入量は、既往の実験結果¹⁾ から爆裂抑止に必要な量を類推して、高流動では 0.5、1.0、1.5、2.0kg/m³ の 4 ケース、高性能 AE では 0.5、1.0、2.0kg/m³ の 3 ケースを設定した。

表-1 高流動コンクリートの配合

呼び強度 (N/mm ²)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位重量 (kg/m ³)						
					水 W	セメント C	混和材		細骨材 君津産	粗骨材 上磯産	化学混和剤 SP8SBL
							石灰石 微粉末	ビオ ポリマー			
30	70	4.5	55.0	51.5	163	296	304	0.3	788	767	8.10

キーワード MMST、シールドトンネル、火災、ポリプロピレン、施工性

〒221-0013 神奈川県横浜市神奈川区新子安 1-2-4 オルトヨコハマ・ビジネスセンター 3F TEL045-439-0754

表-2 高性能 AE 減水剤コンクリートの配合

呼び強度 (N/mm ²)	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位重量 (kg/m ³)					
					水 W	セメント C	細骨材		粗骨材 上礫産	化学混和剤 SP8SBL
							君津産	上礫産		
30	18	4.5	47.6	45.9	165	347	640	166	985	2.95

2.3 測定項目と目標値

施工性実験における測定項目とフレッシュ性状を満足するための目標値を表-3に示す。なお、目標値は、MMSTの実験工事（換気洞道工事）で使用したコンクリートの実績から設定した。

表-3 施工性実験測定項目

測定項目	実験方法	目標値	
		高流動コンクリート	高性能 AE 減水剤コンクリート
スランブフロー	JSCE-F 503 に準拠	700±50mm	180±25mm
500mm フロー到達時間	同上	5~7 秒	—
フロー保持時間	同上	練上がり 30~150 分後まで	—
空気量	JSCE-F 513 に準拠	4.5±1.5%	4.5±1.5%
間げき通過性 (U型充填高さ)	JSCE-F 511 に準拠	300mm 以上 (充填性ランク 2 相当：障害条件 R2)	—
圧縮強度	JSCE-F 515 及び JIS A 1108 に準拠	材齢 28 日 (設計基準強度 30N/mm ²)	材齢 28 日 (設計基準強度 30N/mm ²)

2.4 実験結果

高流動、高性能 AE について、有機繊維混入量とスランブフローの関係を図-2、図-3に示す。

高流動、高性能AE共に、有機繊維混入の影響によりスランブ(フロー)は大幅に低下した。しかし、有機繊維を 2.0kg/m³混入した場合でも、SP剤を後添加することによって各測定項目の目標値を満足し、ベースコンクリートと同程度のフレッシュ性状まで回復できることが確認された(空気量、間げき通過性、圧縮強度についても目標値を満足することを確認)。

ただし、有機繊維の混入量が高流動では 1.5kg/m³、高性能AEでは 1.0kg/m³を超える場合、SP剤を後添加するとコンクリートが分離する傾向が目視により確認された(写真-1)。

3. まとめ

MMST外殻構造に密実なコンクリートを打設することを目的として判断すると、有機繊維の混入量は、高流動コンクリートの場合は 2.0kg/m³程度、高性能AE減水剤コンクリートの場合は 1.0kg/m³程度が限界値と考えられる。

参考文献

- 1) コンクリート構造物の耐火技術研究小委員会報告ならびにシンポジウム論文集、社団法人土木学会、コンクリート技術シリーズ No.63、2004

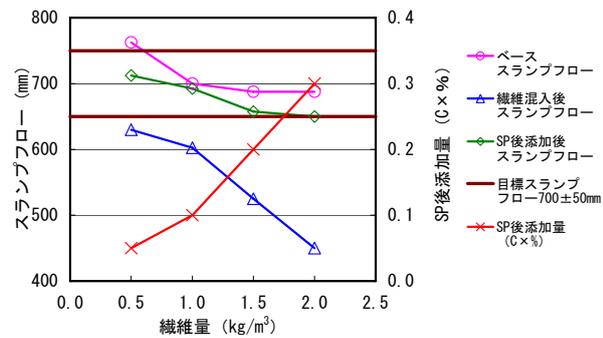


図-2 繊維量とスランブフローの関係（高流動）

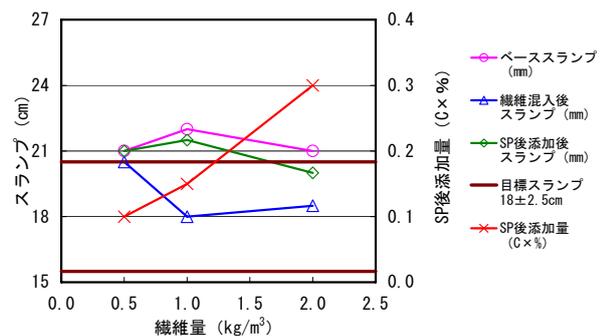


図-3 繊維量とスランブの関係（高性能 AE）



写真-1 スランブフロー（高流動：繊維量 2.0kg/m³）