

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2）

〔耐火性実験：コンクリートの爆裂性〕

首都高速道路（株）	正会員	相川	智彦
首都高速道路（株）		清水	実
大成建設（株）	正会員	○佐藤	充弘
大成建設（株）	正会員	水野	敬三

1. はじめに

首都高速川崎縦貫線の MMST 工法における耐火構造検討のうち、外殻構造のベースコンクリートである高流動コンクリート及び高性能 AE 減水剤コンクリートの爆裂性状、及び有機繊維（ポリプロピレン）混入による爆裂抑制効果を把握するために RABT 加熱曲線による耐火性実験を行った。

2. 耐火性実験

2.1 実験体

MMST 外殻構造は、鋼殻と充填コンクリートの SRC 構造である一般部と RC 構造である鋼殻間の接続部から構成される。一般部では鋼殻表面に鋼板（スキンプレート）が配置されているため、トンネル内道路部で火災が発生した場合には鋼板が加熱面となる。一方、接続部には仮設鋼板が設置されているもののコンクリートが露出する部分が存在するため、コンクリート面が直接火炎に曝されることが想定される（図-1 参照）。以上のような実構造物の高温化における挙動を再現、把握するために、実験体は加熱面に鋼板を設置したものとし、鋼板有りと鋼板無しとの2種類を製作した。

鋼板有り実験体の形状を図-2 に示す。実験体の寸法は縦 800mm×横 800mm×高さ 250mm、鋼板有りの実験体では加熱面側のコンクリート表面にスキンプレートを模擬した厚さ 6mm の鋼板を設置した。また、既往の実験結果¹⁾ ではコンクリートの爆裂現象は、高圧縮力が負荷された状態での発生が顕著に認められることから、実験体に軸力導入用の PC 鋼棒の穴を 3 箇所設けた。実験体への有機繊維の混入量は施工性実験の結果を反映して、高流動コンクリートの鋼板有りでは 0、0.5、1.0、1.5、2.0kg/m³ の 5 ケースを設定し、鋼板無しでは 1.0、1.5、2.0kg/m³ の 3 ケースを設定した。高性能 AE 減水剤コンクリートについては、鋼板有り及び鋼板無しの各々について 0、0.5、1.0kg/m³ の 3 ケースを設定した。

2.2 実験方法

加熱前の実験体には、コンクリート（ $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ ）に発生する圧縮応力が許容圧縮応力相当（ $\sigma_c=10\text{N/mm}^2$ ）になるように、ポストテンショニング方式により PC 鋼棒を用いて軸力を導入した。実験体は、加熱範囲を 550mm×550mm に設定して耐火炉の上部に写真-1 のように設置した。加熱は RABT 加熱曲線（60 分）に準拠して行い、耐火炉内温度と実験体内部温度を熱電対により測定した。また、加熱中のコンクリートに発生する圧縮応力を把握するために、PC 鋼棒のひずみと温度も測定した。加熱後は試験体を取り出し、加熱面に設置した鋼板の変形及び鋼板裏面のコンクリートの欠損深さ（加熱後の脱落、剥落の深さ）を、加熱範囲内について 50mm 間隔で測定した。

キーワード MMST、シールドトンネル、火災、ポリプロピレン、爆裂、高流動コンクリート

〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 16F TEL03-5381-5417



図-1 MMST 構造断面図

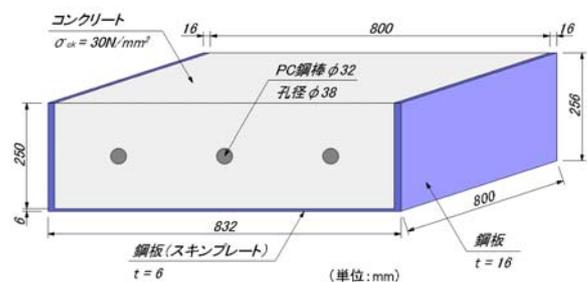


図-2 実験体の形状（鋼板有り）

2.3 実験結果

図-3 に炉内温度と実験体内部温度の測定結果、写真-2 に加熱後の実験体の様子、表-1 に各実験体の鋼板変形とコンクリートの欠損深さを示す。実験体の実験時の圧縮強度は 43.6～51.3N/mm²、含水率は 4.8～6.2 重量%であった。コンクリートの欠損深さは、全ての実験体で鋼板の有る方が小さくなった。コンクリートが露出する場合の欠損深さは、高性能AE減水剤コンクリートでは有機繊維混入量 1.0kg/m³で平均 11mmに抑制されたのに対して、高流動コンクリートでは有機繊維混入量 2.0kg/m³でも平均 24mmになった。

3. まとめ

- 高流動コンクリート、高性能 AE 減水剤コンクリート共に有機繊維の混入量が多くなる程、コンクリートの欠損深さは小さくなる傾向があり、有機繊維の混入によりコンクリートの爆裂抑制効果が得られる。

- 高流動コンクリートの爆裂を小規模（欠損量 10mm程度）に抑制するには、鋼板有りでは有機繊維を 1.5kg/m³程度混入すれば良いが、鋼板無しでは 2.0kg/m³でも足りない。また、高性能AE減水剤コンクリートでは鋼板の有無に関わらず、有機繊維を 1.0kg/m³程度混入すれば良い。

- 既往の実験結果¹⁾では、有機繊維を 1.0kg/m³程度混入すればコンクリートの爆裂を抑止できる

ことが述べられているが、本実験では完全に爆裂を抑止することはできなかった。この原因として、石灰石微粉末を配合した高流動コンクリートの緻密性の高さ、及びコンクリート骨材に石灰石を用いていることが挙げられる。



写真-1 実験体の設置状況



写真-2 加熱後の実験体の様子 (A-2.0S)

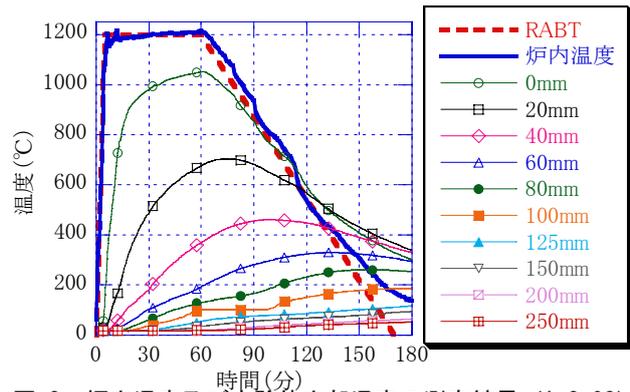


図-3 炉内温度及び実験体内部温度の測定結果 (A-2.0S)

表-1 鋼板の変形とコンクリートの欠損深さ

ベース コンクリート	実験体名	有機繊維混入量 (kg/m ³)	鋼板	圧縮強度 (N/mm ²)	含水率 (%)	鋼板の変形 (mm)		欠損深さ (mm)	
						最大値	平均値	最大値	平均値
高流動 コンクリート	A-0.0S	0.0	有り	45.6	5.7	*	*	63	30
	A-0.5S	0.5		44.7	6.0	19	12	25	6
	A-1.0S	1.0		43.9	6.2	28	15	27	14
	A-1.5S	1.5		43.8	5.8	18	10	19	4
	A-2.0S	2.0		43.6	6.0	12	7	8	3
	A-1.0	1.0	無し	45.2	5.3	/		59	31
A-1.5	1.5	50.7		4.8	43			25	
A-2.0	2.0	51.3		5.0	46			24	
高性能 AE減水剤 コンクリート	S-0.0S	0.0	有り	47.4	5.7	31	17	45	16
	S-0.5S	0.5		52.1	5.9	19	12	24	10
	S-1.0S	1.0		45.3	6.3	14	8	7	3
	S-0.0	0.0	無し	47.4	5.1	/		141	64
	S-0.5	0.5		52.1	4.9			33	15
	S-1.0	1.0		49.0	5.8			31	11

* : 加熱中にコンクリートから鋼板が剥がれたため変形は測定不可

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