

発泡性耐火塗料を適用したRC部材の耐火性能に関する実験的検証 その2 —限界膜厚と爆裂現象に関する検討—

太平洋セメント 正会員 ○谷辺 徹

太平洋マテリアル 正会員 山本 盛男 正会員 橋本 英二

1. はじめに

近年、トンネル構造物に対して構造体に耐火被覆を施したものが多く計画、竣工されており、その耐火性能に関する研究報告は増えてきている。しかし、発泡性耐火塗料（以後耐火塗料と記す）は、土木分野での急速加熱条件への適用は困難であると一般的に考えられ、その研究報告事例は僅かである¹⁾²⁾。そこで、筆者らは耐火塗料を適用したRC部材が急速加熱条件に曝された場合の耐火性能に関する実験的検証を行い、前報では耐火塗料でも耐火性を付与できることと膜厚とコンクリート温度の関係について報告した³⁾。本報では、耐火性を付与できる限界膜厚の検討と爆裂現象に関する検討を行った結果を報告する。

2. 試験概要

(1) RCモデル試験体

RCモデル試験体には水結合材比（W/P : P=C+Sg）20,25,35,50%のコンクリートを適用した。その示方配合並びに耐火試験時のコンクリート物性を表1、表2に示す。その他のRCモデル試験体の条件（試験体形状寸法、熱電対設置、耐火塗料種類、塗装方法および膜厚測定方法）は、前報を参照願う。

表1 コンクリートの示方配合

No.	SI or FI (cm)	Air (%)	W/P (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					P (C+Sg)×%		
					W	C	Sg	S	G	SP(%)	Ad(%)	AE(A)
1	FI-65	2.0	20	45	135	338	338	728	906	1.8	---	---
2	SI-12	2.0	25	49	135	270	270	780	972	1.0	---	---
3	SI-12	2.0	35	45	135	193	193	839	1046	0.75	---	---
4	SI-12	4.5	50	49	165	330	0	873	926	---	0.25	0.5A

C : 普通セメント (密度 : 3.16)

Sg : 高炉スラグ微粉末 (密度 : 2.90 比表面積 : 4000cm²/g)

S : 細骨材 小笠産陸砂 (表乾密度 2.59)

G : 粗骨材 茨城県岩瀬産碎石 (表乾密度 2.65)

混和剤 : 高性能 AE 減水剤 SP ポリカルボン酸系

AE 減水剤 Ad リグニンスルホン酸塩

AE 剤 AE アルキルアリスルホン化合物

(2) 耐火試験条件および温度測定

前報を参照願う。

表2 コンクリートの物性(耐火試験時)

No.	W/P (%)	材齢 (日)	圧縮強度 (N/mm ²)	含水率 (%)	密度(t/m ³)	
					試験時	絶乾
1	20	54	111	1.9	2.5	2.4
2	25	101	109	3.2	2.4	2.4
3	35	108	73	3.5	2.4	2.3
4	50	101	52	3.8	2.3	2.2

3. 試験水準および試験結果

試験水準およびコンクリート最高温度測定結果を表3に示した。また、爆裂を生じたコンクリート試験体の温度測定結果を図1に、爆裂試験体の耐火試験後の写真を図2に、爆裂深さ測定結果を図3に示した。これより、水結合材比が低く、膜厚が薄い条件に爆裂が発生しやすい傾向が確認された。また、爆裂深さは50mmから100mm程度とかなり大きいものであった。なお、図3で各試験体の中心部が爆裂していないのは、φ4mmの丸鋼で作製した熱電対設置用のブリッジが爆裂を拘束したためと思われる。

表3 試験水準および試験結果

W/P (%)	コンクリート最高温度 (°C)				
	2.0mm	2.3mm	2.5mm	3.0mm	4.0mm
20	爆裂 (2.1)	爆裂 (2.3)	293 (2.5)	—	—
25	爆裂 (2.1)	—	—	215 (2.9)	178 (4.1)
35	336 (2.1)	264 (2.3)	210 (2.6)	217 (3.1)	195 (3.8)
50	446 (2.0)	—	—	206 (3.0)	167 (4.1)

注) 括弧内データは、実測膜厚

キーワード : 耐火塗料, RABT 加熱曲線, コンクリート, 爆裂, 膜厚

〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 TEL 043-498-3811 FAX 043-498-3819

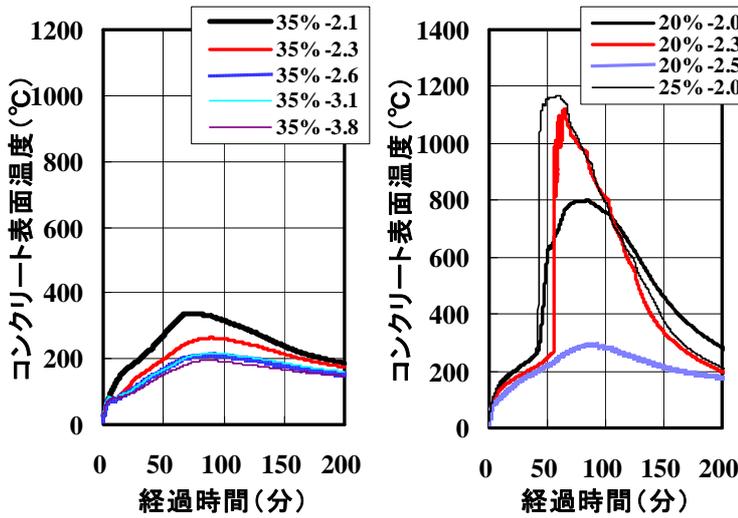


図2 コンクリート温度測定結果



図3 爆裂試験体写真

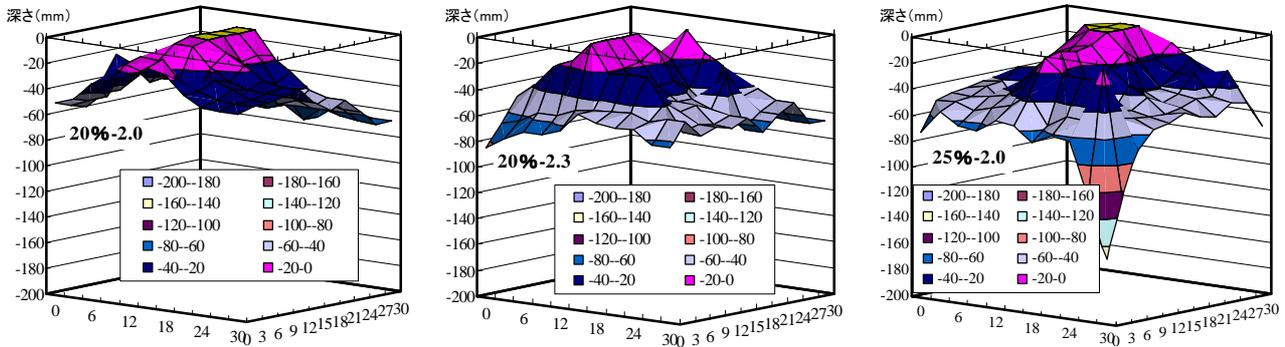


図3 爆裂深さ測定結果

4. 爆裂に関する検討

爆裂現象が生じた時点の時間およびコンクリート表面温度を表4に示した。爆裂開始時間は、42分から55分の間にそして爆裂開始温度は268℃から271℃とほぼ同時刻、同温度で爆裂が開始した結果となっていることが確認された。

表4 爆裂開始時条件

W/P (%)	膜厚 (mm)	爆裂開始時条件	
		時間(min)	温度(°C)
20	2.1	42	269
20	2.3	55	271
25	2.1	46	268

5. まとめ

水結合材比 (W/P) 20~50%の範囲でコンクリートの耐火性を評価し爆裂現象について検討した結果、一般的な傾向と同様に水結合材比が低く (高強度)、耐火塗料の膜厚が薄いほど爆裂しやすい傾向が確認された。また、通常のRCセグメントの水結合材比と同等と思われる35%条件で爆裂を抑制し、コンクリート温度を350℃以下抑制するために必要な耐火塗料の限界膜厚はおよそ2mm程度と考えられる。

今回の試験ではコンクリートの爆裂が発生した際の開始時間およびコンクリート表面温度は、どの試験体もほぼ同程度となる傾向が認められた。爆裂への影響因子は強度、含水率、骨材種類、加熱条件等様々であるが、今回爆裂が生じた試験体は結果的に限定された範囲であるためこの様な傾向が生じたと思われる。

今後は、爆裂現象の原因把握のため、また従来トンネル耐火市場に適用されていなかった耐火塗料のRC部材への適用性評価を進めるため、更にデータの蓄積を行う予定である。

参考文献

- 1) 橋本 他, 耐火塗料を適用したコンクリート充填鋼管柱の耐火性能に関する実験的検証 その1-耐火性能の検証-, 土木学会年次講演会, 2006年
- 2) 谷辺 他, 耐火塗料を適用したコンクリート充填鋼管柱の耐火性能に関する実験的検証 その2-温度上昇抑制効果に関する一考察-, 土木学会年次講演会, 2006年
- 3) 山本 他, 発泡性耐火塗料を適用したRC部材の耐火性能に関する実験的検証 その1-発泡性耐火塗料の膜厚とコンクリート温度の関係-, 土木学会年次講演会, 2007年