

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3）

〔耐火性実験：コンクリートの温度履歴〕

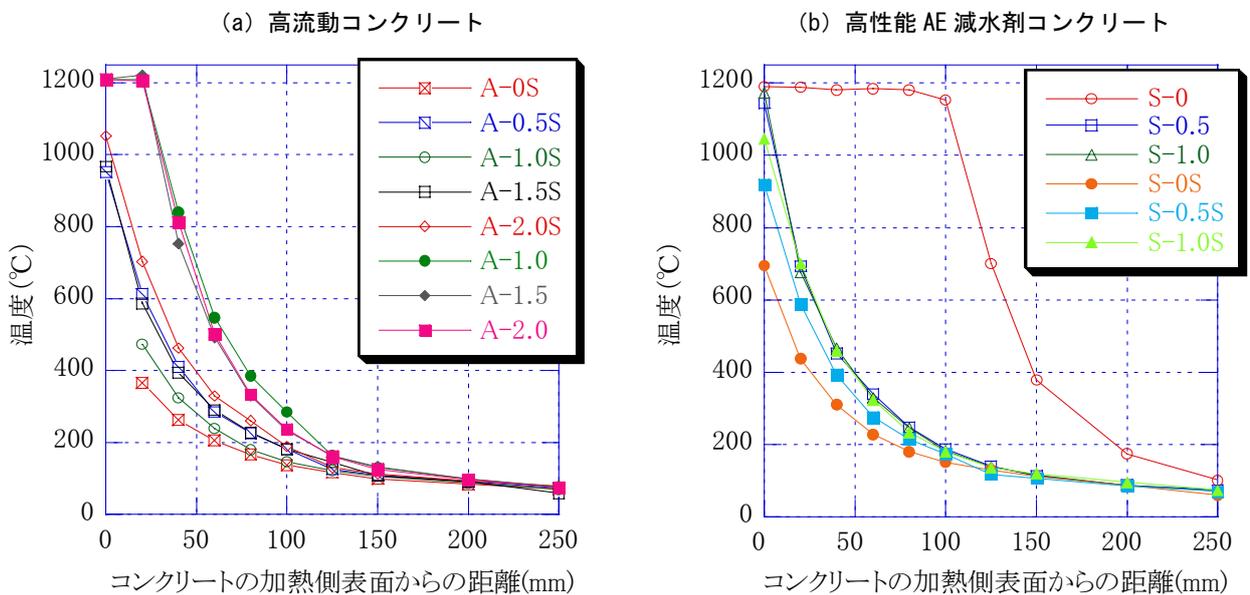
首都高速道路（株） 正会員 相川 智彦
 首都高速道路（株） 正会員 荒川 太郎
 大成建設（株） 正会員 佐藤 充弘
 大成建設（株） 正会員 ○水野 敬三

1. はじめに

耐火性実験の結果から、高流動コンクリートや高性能AE減水剤コンクリートに有機繊維（ポリプロピレン）を混入することにより、火災時のコンクリートの爆裂による断面欠損を低減させられることは、前報（その2）で報告したとおりである。一方、コンクリートは高温になると圧縮強度やヤング率が低下する¹⁾ため、火災時及び火災後の構造体の耐力算定では爆裂等による断面欠損の他にコンクリートの温度履歴も重要なデータとなる。そこで、耐火性実験の結果についてコンクリートの温度履歴を整理した。

2. コンクリートの温度履歴

図-1 に各実験体におけるコンクリート部分の最高温度履歴の比較を示す。最高温度履歴は、加熱開始から 1000 分間までのデータから抽出した。コンクリートの最高温度履歴は、高流動コンクリート、高性能 AE 減水剤コンクリート共に、加熱面に鋼板の有る実験体の方が低くなっている。さらに、鋼板の有る実験体どうしでは、有機繊維混入量が少なくコンクリートの欠損深さが大きい方が、最高履歴温度は低くなっている。これは、加熱面に鋼板があることでコンクリートが火災に直接曝されないこと、加熱により鋼板が加熱側に変形し、コンクリートと鋼板の間に空気層が形成されること、爆裂により試験体から脱落したコンクリート片が、鋼板面に溜まることで鋼板からコンクリートへの放射熱伝達を小さくする遮熱効果を生み、加熱雰囲気からコンクリートへの熱の流入が小さくなったことが主な理由であると考えられる。



種別	高流動コンクリート									高性能 AE 減水剤コンクリート				
	加熱面鋼板 有り					無し				有り			無し	
繊維混入量 (kg/m ³)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	0.0	0.5	1.0	0.0	0.5	1.0
耐火性実験体名	A-0.0S	A-0.5S	A-1.0S	A-1.5S	A-2.0S	A-1.0	A-1.5	A-2.0	S-0.0S	S-0.5S	S-1.0S	S-0.0	S-0.5	S-1.0

図-1 コンクリートの最高温度履歴の比較

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

〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344 TEL 045-814-7212

3. 温度到達深さと欠損深さ

表-1に、加熱面からコンクリート温度が300℃と500℃に到達した深さと爆裂による欠損深さを示す。300℃、500℃の温度到達深さは最高温度履歴の測定データを直線補間して算定した。ここで、高流動コンクリート鋼板有り実験体のうち、A-0.0SとA-1.0Sではコンクリート加熱面に設置した熱電対がコンクリートの爆裂に伴い断線し、最高温度履歴が測定できなかったため、500℃到達深さが算定できなかった。コンクリートの温度履歴で300℃と500℃の温度到達深さを整理した理由は、コンクリートの受熱温度が300℃程度までであればコンクリートの物性には影響がないと評価すること²⁾。また、コンクリートの受熱温度が500℃を越えると水酸化カルシウムが生石灰と水に分解し、コンクリートがポーラスになるため、耐火設計の観点からは500℃以上の加熱を受けたコンクリートは強度部材として見なさないこと³⁾としているためである。

表-1を見ると加熱面に鋼板が無い場合には、爆裂等によるコンクリート欠損深さが大きい程、300℃あるいは500℃温度到達深さも大きくなっている。これは、実験体から爆裂等によりコンクリート片が剥離、脱落すると実験体のコンクリート厚さが薄くなるため、より深い位置まで高温に達するためである。一方、加熱面に鋼板が有る実験体では、鋼板の効果によりコンクリートの欠損深さが大きくなる程、コンクリートの最高温度履歴が低くなるため、A-0.0Sのように300℃、500℃温度到達深さよりもコンクリートの欠損深さの方が大きくなるケースがある。

以上のことから、加熱面に鋼板がある部材の火災後の残存耐力を検討する場合には、コンクリートの欠損深さと300℃、500℃到達深さを比較し、大きい値の方を欠損量として評価することが適切であると考えられる。

表-1 コンクリートの温度（300℃、500℃）到達深さと爆裂による欠損深さ

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	温度到達深さ (mm)		欠損深さ (mm)	
				300℃	500℃	最大値	平均値
高流動 コンクリート	A-0.0S	0.0	有り	33	*	63	30
	A-0.5S	0.5		57	31	25	6
	A-1.0S	1.0		45	*	27	14
	A-1.5S	1.5		58	29	19	4
	A-2.0S	2.0		69	37	8	3
	A-1.0	1.0	無し	97	66	59	31
	A-1.5	1.5		86	59	43	25
	A-2.0	2.0		87	60	46	24
高性能 AE減水剤 コンクリート	S-0.0S	0.0	有り	43	15	45	16
	S-0.5S	0.5		56	29	24	10
	S-1.0S	1.0		65	37	7	3
	S-0.0	0.0	無し	169	141	141	64
	S-0.5	0.5		69	24	33	15
	S-1.0	1.0		67	37	31	11

*：熱電対の断線により温度測定ができなかったため、図-1より推定した値

4. まとめ

- ・ 鋼板の有る実験体の方が、鋼板の無い実験体よりもコンクリート内部の温度上昇が小さくなる傾向にある。これは、コンクリートが火災に直接曝されないこと、鋼板の変形により空気層が形成されることが理由と考えられる。
- ・ 鋼板の有る実験体同士の比較では、有機繊維量が少ないほど、つまりコンクリートの欠損が大きいほど、内部の温度上昇が小さくなる傾向にある。これは、脱落したコンクリートに遮熱効果があること、空気層が形成されることが理由と考えられる。
- ・ 加熱面に鋼板が有る部材について、火災時～火災後における残存耐力の検討を行う場合、コンクリートの欠損深さと温度到達深さの両方を考慮する必要がある。

参考文献

- 1) Schneider,U.(森永繁、林章二、山崎庸行訳)：コンクリートの熱的性質、技報堂出版、1983
- 2) 一瀬賢一 他：高温加熱を受けた高強度コンクリートの力学的性質に関する研究、日本コンクリート工学年次論文報告集、Vol.19、No.1、1997
- 3) 国土交通省住宅局建築指導課他編集：2001年版耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説、井上書院、2001