

塩化物浸透深さによる火害を受けたコンクリートの 物質侵入抵抗性に対する含浸材の補修効果に関する検討

太平洋マテリアル (株)	正会員	○鎌田 亮太
群馬大学	正会員	小澤 満津雄
太平洋マテリアル (株)	正会員	丸田 浩
同	正会員	谷辺 徹

1. はじめに

高強度コンクリートは急激に高温に曝された際に、爆裂が生じることがあり、この爆裂を抑制する方法の一つとしてポリプロピレン (PP) 繊維を添加する方法がある。しかし、火害を受けた場合に、PP 繊維の熔融によって生じた空隙により、物質侵入抵抗性が低下する危険性がある¹⁾。また、火害を受けた高強度コンクリートの補修・補強方法の検討事例は少ない。本研究では、火害を受けた PP 繊維添加型高強度コンクリートの物質侵入抵抗性の低下を、けい酸塩系含浸材の塗布により抑制することが可能かを検討することとした。すなわち、含浸材を塗布した火害を受けたコンクリートの物質侵入抵抗性を硝酸銀噴霧法による塩水浸漬後の塩化物浸透状況により評価した。

2. 実験概要

本実験のフローを図-1に示す。また、使用したコンクリートの配合と力学特性および含水率を表-1, 2に示す。供試体は、H100mm×W100mm×L380mmの角柱として、3ヶ月間湿布養生後に加熱を行った。加熱温度は、105, 200, 300℃とし、加熱面は角柱供試体全面の6面とした。加熱終了後、供試体を長さ方向に4等分し、加熱面1面(型枠面)以外をエポキシ樹脂にてコーティングした。含浸材は、固化型けい酸塩系表面含浸材(けい酸リチウム濃度10%)を使用した。含浸材の塗布は、エポキシ樹脂を塗布していない1面に塗布量0, 150, 300, 450g/m²で行い(n=2)、塗布後に7日間の気中養生を行った。塩水浸漬は10%のNaCl溶液に14日間浸漬させた。その後供試体を割裂し、割裂面に硝酸銀溶液を噴霧し、発色状況により、塩化物浸透深さを測定した。

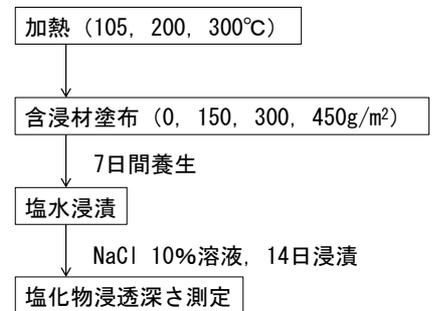


図-1 実験フロー

表-1 コンクリートの配合

コンクリート種類	W/C	単位量 (kg/m ³)						
		W	C	S1	S2	G	SP	PPF
HSC	0.3	170	532	589	253	858	6.92	—
HSC+PP	0.3	170	532	589	253	858	6.92	1.82

表-2 力学特性および含水率

コンクリート種類	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	含水率 (%)
HSC	76.9	44.2	4.1
HSC+PP	79.0	44.7	3.0

なお、塩化物浸透深さの測定は、供試体の割裂面の中心およびその中心から25mmの位置の片面3箇所の塩化物浸透深さを測定し、塩化物浸透深さはその平均値とした。

3. 実験結果

3.1 供試体加熱状況

図-2に炉内温度と供試体中心温度の経時変化の一例(300℃加熱)を示す。加熱温度105℃での供試体内部最高温度はHSCが90℃、HSC+PPが96℃であった。加熱温度200℃ではHSCが224℃、HSC+PPが204℃であった。加熱温度300℃ではHSCが312℃、HSC+PPが305℃であった。PP繊維の融点は170℃程度であることから、今後200℃加熱と300℃加熱のHSC+PPシリーズにおいては、供試体のPP繊維が熔融しているものとして議論することとする。

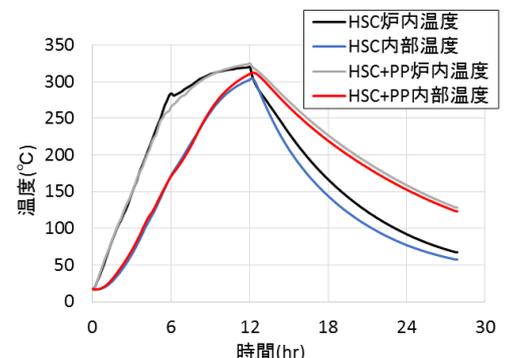


図-2 供試体中心温度 (300℃加熱)

キーワード 火害, 高強度コンクリート, 塩水浸漬, 硝酸銀噴霧, けい酸塩系表面含浸材

連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋マテリアル(株) 開発研究所 TEL 043-498-3921

3. 2 塩化物浸透深さ測定結果

表-3に硝酸銀噴霧試験後の状況の一例を示す。なお、硝酸銀噴霧後の発色境界付近(HSC+PP, 105°C加熱, 含浸材なし, 浸漬面より70mm位置)と、未発色部分(HSC+PP, 105°C加熱, 含浸材塗布量150g/m², 浸漬面より90mm位置)において、削孔粉を採取し、削孔粉の塩化物イオン濃度を市販の塩分量測定計によって求め、塩化物量を算出した結果、それぞれ3.6, 0.2kg/m³となり、発色部分の塩化物の浸透を確認した。

図-3に加熱温度105°Cにおける含浸材塗布量と塩化物浸透深さとの関係を示す。これより、含浸材を塗布しない場合は、HSCとHSC+PPともに、80mm以上浸透する結果となったが、含浸材を150g/m²以上塗布することで、塩化物浸透深さが大幅に減少した。

図-4に加熱温度200°Cにおける含浸材塗布量と塩化物浸透深さとの関係を示す。加熱温度200°Cにおいても、含浸材塗布量の増加にとともに、塩化物浸透深さが抑制される傾向にあった。PP繊維添加の影響については、加熱温度105, 200°Cにおいて顕著な差は認められなかった。

図-5に加熱温度300°Cにおける含浸材塗布量と塩化物浸透深さとの関係を示す。加熱温度300°Cでは、含浸材塗布量を450g/m²まで増加しても塩化物浸透深さは抑制されない傾向にあった。なお、含浸材塗布量が150~450g/m²の範囲では、加熱温度300°Cにおいて、HSC+PPの塩化物浸透深さが大きい値を示した。これは、PP繊維の熔融によって生じた空隙形成による塩化物浸透深さの増加が考えられるが、塩化物量分布や細孔径分布などから、実際の含浸材による空隙量への影響について検討する必要があると思われる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 加熱温度105, 200°Cにおいては、含浸材塗布量の増加にとともに、塩化物浸透深さが抑制される傾向にあったが、加熱温度300°Cでは、含浸材による抑制効果は認められなかった。
- 2) 含浸材塗布量が150~450g/m²の範囲では、加熱温度300°Cにおいて、HSC+PPの塩化物浸透深さが大きい値を示した。これは、PP繊維の熔融によって生じた空隙形成による塩化物浸透深さの増加が考えられるが、塩化物量分布や細孔径分布などから、含浸材の空隙充てん効果について検討する必要があると思われる。

謝辞

本研究の一部は、科学技術研究補助金(基盤研究(C), 課題番号: 25420459, 代表: 小澤満津雄)およびNEXCO東日本研究助成の補助を受けて行った。また本研究の実施にあたり、群馬大学卒業生(現群馬県庁)の大嶋美紗樹氏から多大なる援助を受けた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 塚越俊, 小澤満津雄: 災害劣化を受けた合成繊維混入型高強度コンクリートの物質侵入抵抗性の評価, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第14巻, pp.187-194, 2014.10

表-3 硝酸銀噴霧試験状況の一例

加熱温度(°C)	含浸材塗布量(g/m ²)	HSC	HSC+PP
105	0		
	450		
200	0		
	450		
300	0		
	450		

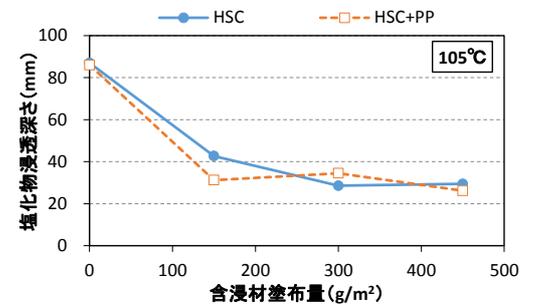


図-3 塩化物浸漬深さ (105°C)

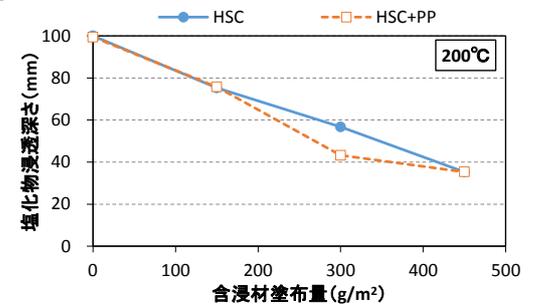


図-4 塩化物浸漬深さ (200°C)

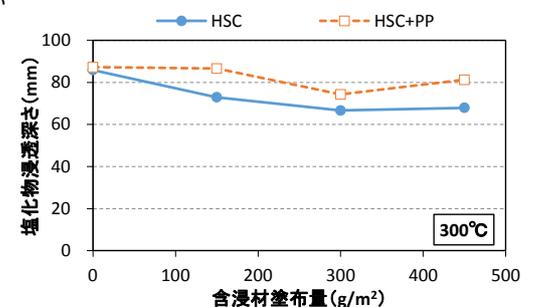


図-5 塩化物浸漬深さ (300°C)