

高温履歴を受けたコンクリートの物質侵入抵抗性に関する研究

太平洋マテリアル(株) 正会員 ○坂本 撰 群馬大学 正会員 小澤 満津雄
 同 正会員 鎌田 亮太 同 石塚 遼
 同 正会員 谷辺 徹 岐阜大学 正会員 六郷 恵哲

1. はじめに

コンクリートは火害により爆裂を生じることがあり、爆裂現象を抑制する方法としては、ポリプロピレン(PP)繊維の添加や耐火被覆が一般的である。これらの方法において、加熱試験による耐火性の検証は多数報告されているが、コンクリートの火災劣化後の耐久性に関する報告は少ない。火害後の劣化診断では、受熱温度の推定ならびに残存強度の把握などが主な指標となっているが、火害後に低下する物質侵入抵抗性について着目した事例は少ない。そこで本研究では、各種爆裂対策を施したコンクリートにおける加害後の物質侵入抵抗性を塩分浸透抵抗性により評価することを目的とした。

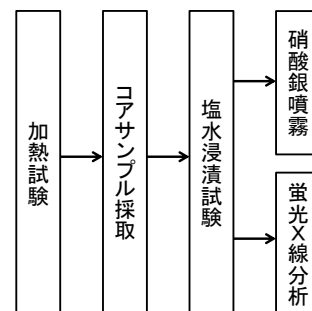


図-1 試験フロー

2. 試験概要

2. 1 試験フロー

本研究における試験フローを図-1に示す。各種爆裂対策を施したコンクリートを対象に加熱試験を行い、コアサンプル採取後、塩水に浸漬し、硝酸銀噴霧および蛍光X線分析により、塩分浸透抵抗性を評価した。

2. 2 供試体

試験水準、使用したコンクリートの配合、使用材料を表-1～表-3に示す。試験水準は6水準で筆者らが提案した拘束リング試験法¹⁾により加熱試験を実施した(加熱条件:RABT 30分)。その後、図-2に示す箇所より、径100mmのコアサンプルを4本採取し、供試体とした(写真-1参照)。

2. 3 塩水浸漬

採取したコアサンプルを絶乾状態とした後、加熱面以外にエポキシ樹脂塗布による防水処理を行った。その後、コアサンプルを10% NaCl.aqに28日間浸漬させ、3日間空中乾燥させた。

2. 4 硝酸銀噴霧試験

乾燥後のコアサンプルを底面に垂直方向に割裂し、割裂面に硝酸銀(0.1mol/L)を噴霧後、白色に変化した状況から塩化物浸漬状況を目視にて確認した。

表-1 試験水準

PP 繊維 (Vol%)	耐火被覆 (mm)	粗骨材種類	
		輝緑凝灰岩	石灰岩
0	0	AG	AL
0.2	0	AGP	ALP
0	30	AGFP	ALFP

表-2 配合表

No.	W/C	単位量(kg/m ³)						
		W	C	S1	S2	G1	G2	SP
AG	0.3	150	500	358	372	1169	—	9.5
AGP	0.3	150	500	358	372	1169	—	10.5
AGFP	0.3	150	500	358	372	1169	—	9.5
AL	0.3	150	500	358	372	—	1095	9.5
ALP	0.3	150	500	358	372	—	1095	10.5
ALFP	0.3	150	500	358	372	—	1095	9.5

表-3 使用材料

記号	詳細
C(セメント)	早強ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm ³)
S1(細骨材 1)	佐野市中町産細目砕砂(吸水率 1.06%, 絶乾密度 2.60g/cm ³)
S2(細骨材 2)	大間々町小平産砕砂(吸水率 1.93%, 絶乾密度 2.68g/cm ³)
G1(粗骨材 1)	碎石 2005 輝緑凝灰岩(大間々町小平産) (吸水率 0.94%, 絶乾密度 2.83g/cm ³)
G2(粗骨材 2)	石灰岩(巨鳥鉱山) (吸水率 0.81%, 絶乾密度 2.68g/cm ³)
SP.(高性能減水剤)	ポリカルボン酸系高性能減水剤

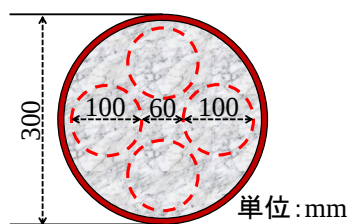


図-2 コア採取箇所



写真-1 コアサンプル状況

キーワード コンクリート, 火災劣化, 物質侵入抵抗性, 蛍光 X 線分析, 塩分浸透

連絡先 〒330-0843 埼玉県さいたま市大宮区吉敷町 4-262-6 ニューセンチュリービル 3 階

太平洋マテリアル(株) 東京支社関東支店 TEL048-614-8470

2. 5 蛍光 X 線分析

乾燥後の各コアサンプルの爆裂面から 10, 30, 50mm の位置から卓上ボール盤（ドリル孔径：6mm）による砕粉の採取を行った。得られた砕粉は RIGAKU 製蛍光 X 線分析装置（波長分散型）にて塩化物量 CL の測定を行った。

3. 試験結果

3. 1 硝酸銀噴霧試験結果

硝酸銀噴霧後の試験体写真を図-3 に示す。耐火被覆を設置していない試験体に関しては、PP 繊維添加の有無にかかわらず、割裂面全体に発色が観察され、コンクリート内部にまで塩化物が浸透していることが確認された。耐火被覆材を設置した水準については加熱面から 20～30mm の範囲に発色が確認された。このことより、耐火被覆の設置によりコンクリートの受熱温度が低減され、物質侵入抵抗性の低下を抑制していることが確認された。

3. 2 蛍光 X 線分析結果

蛍光 X 線分析装置による定量分析結果を図-4 に示す。また、コンクリート内部の各深さ位置に設置した熱電対により計測した最高受熱温度を図-5 に示す。さらに、図-5 より得られた回帰式より蛍光 X 線分析用サンプル採取箇所における最高受熱温度を推定した。最高受熱温度と塩化物量の関係を図-6 に示す。これより、最高受熱温度の増加に伴い、塩化物量が増加する傾向にあった。しかし、PP 繊維を添加した水準については、最高受熱温度の低下に伴う塩化物量の減少率が小さかったことから、本水準におけるコンクリート内部での物質侵入抵抗性は低下している可能性があることが示された。これは、PP 繊維の融点が 170℃程度であるため、コンクリート内部で PP 繊維が溶融し、空隙が生じたことが原因として考えられる。

4. まとめ

各種爆裂対策を施したコンクリートにおける火害後の塩分浸透抵抗性を評価した結果、耐火被覆を設置した水準において、物質侵入抵抗性の低下を抑制する傾向にあった。また、PP 繊維を添加した水準において、PP 繊維の溶融により生じる空隙がコンクリート内部での物質侵入抵抗性を低下させている可能性があることが確認された。

謝辞

本研究は平成 23 年度鹿島学術振興財団の研究助成ならびに平成 23 年度科学技術研究補助金基盤研究(C)研究課題番号：2542049(代表：小澤満津雄)を受けた。ここに謝意を表する。

参考文献

1)谷辺ら:高温環境下での高強度コンクリートの耐爆裂性評価における爆裂発生指標の提案,土木学会論文集 E2, Vol.70, No.1, 104-117, 2014

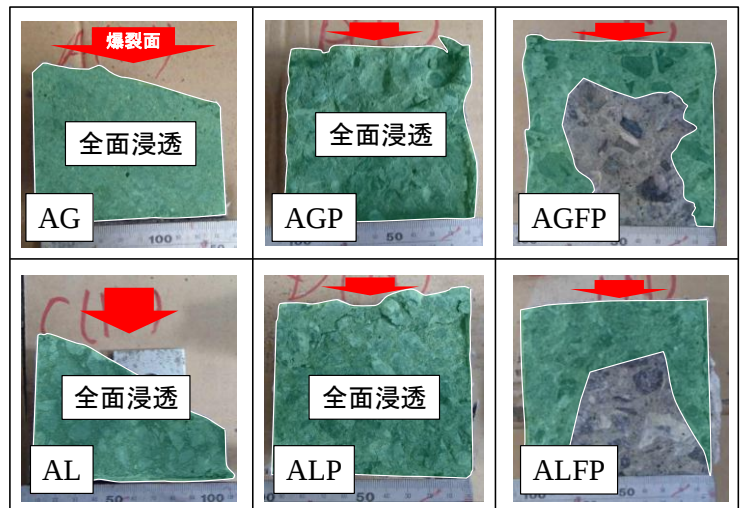


図-3 硝酸銀噴霧後供試体状況

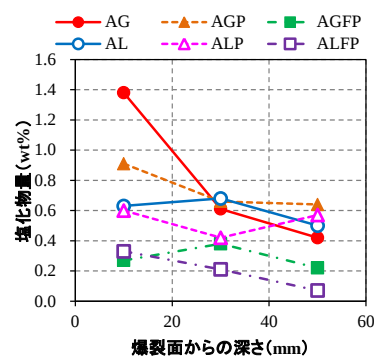


図-4 蛍光 X 線分析結果

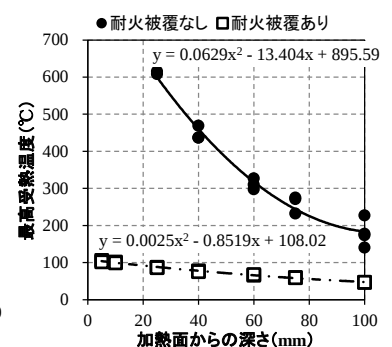


図-5 コンクリート
最高受熱温度

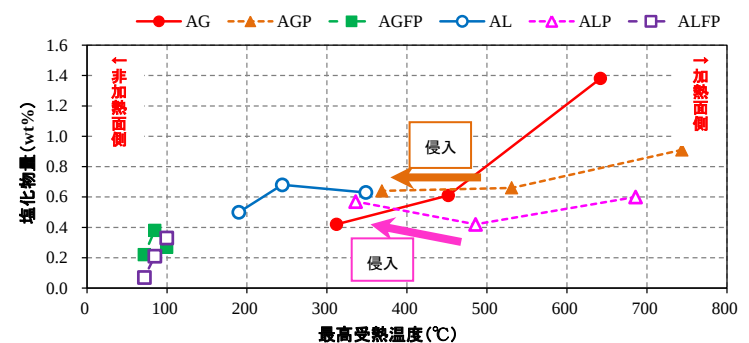


図-6 最高受熱温度と塩化物量の関係