

高温環境下におけるコンクリートの耐爆裂性に及ぼすPP繊維及び耐火被覆材の影響

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
 同 正会員 坂本 撰 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

鉄筋コンクリート構造物が火災を受けると爆裂現象が生じることがあり、爆裂現象の抑制方法は、ポリプロピレン (PP) 繊維などを添加する方法と耐火被覆材を設置する方法が一般的である。PP 繊維を添加する方法は、水蒸気圧の低減により爆裂を抑制するが、火災による熱をコンクリートが直接受けるため、損傷が生じ、火災後の断面補修を避けることができない。また、コンクリート内部において、PP 繊維の熔融により空隙が生じることが、物質侵入抵抗性の低下につながるということが報告されている¹⁾。そこで、本報告では火災を受けたコンクリートの熱劣化状況に着目し、PP 繊維添加の有無、耐火被覆材設置の有無を考慮した供試体を作製し、筆者らが提案した拘束リング試験法²⁾を用いて、爆裂抑制効果と受熱温度への影響を評価することとした。

2. 供試体概要

図-1に本試験に用いた拘束リング試験体の概要を示す。鋼製リングを2段重ねた拘束リングの内部にコンクリートを充填し、コンクリート内部に温度計測用の熱電対を設置した。また、本試験に使用したコンクリートの配合、圧縮強度、含水率を表-1に示す。異なる2種類の粗骨材(輝緑凝灰岩、石灰岩)を使用するコンクリート(AG, AL)を基準とし、PP 繊維の添加(AGP, ALP)ならびに耐火被覆材を設置(AGFP, ALFP)したコンクリートの計6水準を使用した。耐火被覆材は、湿式吹付けタイプの耐火被覆材を厚み30mmにて施工した。

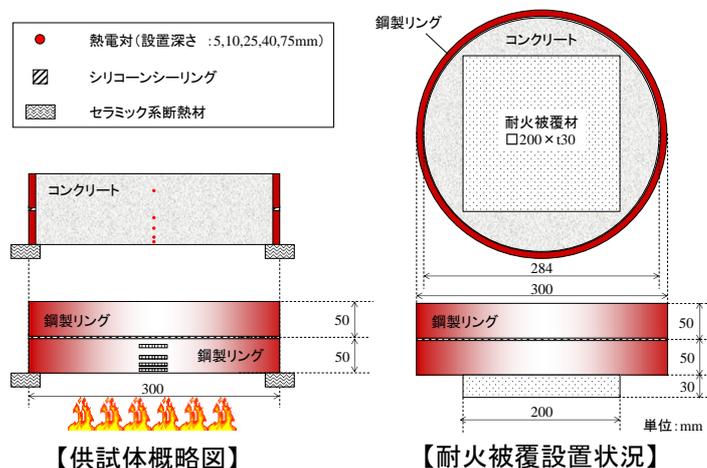


図-1 供試体概要

表-1 コンクリートの配合および特性

記号	単位量 (kg/m ³)								圧縮強度 (MPa)	含水率 (%)
	水	コンクリート	細骨材 1	細骨材 2	粗骨材 1	粗骨材 2	SP.	PP 繊維		
AG	150	500	358	372	1169	—	9.5	—	93.3	3.1
AGP	150	500	358	372	1169	—	10.5	1.82	102.9	3.3
AL	150	500	358	372	—	1095	7.5	—	94.8	3.2
ALP	150	500	358	372	—	1095	10.0	1.82	87.5	3.4

3. 加熱条件

加熱条件として、急速加熱条件である RABT30 分 (5 分で 1200℃, 30 分まで 1200℃保持) 加熱を適用した。

4. 試験結果および考察

4. 1 コンクリート温度

コンクリート温度の測定結果を図-2に示す。耐火被覆を未設置とした供試体において、経過時間4分以降、深さ方向に徐々に急激な温度上昇が確認された。これは、温度上昇時に各深さまで爆裂が到達しているためと推察される。また、各深さにおける爆裂発生温度は、PP 繊維の添加および骨材種類に係らず、200℃程度であることが確認された。

キーワード 爆裂, ポリプロピレン繊維, 耐火被覆,

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

これに対し、耐火被覆材を設置した供試体は、耐火被覆材の断熱効果により急激な温度上昇は見られなかった。

4. 2 爆裂状況観察結果

表-2に爆裂観察結果、図-3に爆裂深さ分布を示す。石灰岩を用いた供試体において、爆裂規模が大きくなる傾向を示し、最も爆裂規模が大きかった水準(AL)は、最大74mmの爆裂が発生した。また、PP繊維の添加により、爆裂規模は抑制されたが、完全に爆裂を防止することはできなかった。なお、耐火被覆材を設置した供試体においては、石灰岩を用いた場合でも爆裂は全く認められなかった。

表-2 爆裂観察結果

項目	AG	AL	AGP	ALP	AGFP	ALFP
開始時間(min)	3.1	3.6	3.7	3.9	-	-
終了時間(min)	9.0	14.4	5.1	5.3	-	-
継続時間(min)	5.9	10.8	1.3	1.4	-	-
最大深さ(mm)	33	74	13	16	0	0
平均深さ(mm)	9	29	3	5	0	0

4. 3 コンクリート最高受熱温度

コンクリート内部の測定点での最高受熱温度を図-4に示す。耐火被覆を未設置とした供試体においては、PP繊維の添加、骨材種類、爆裂規模に係らず加熱面からの深さ方向の最高受熱温度はほぼ同様の傾向を示し、加熱面より20mm位置で600℃程度、非加熱面は200℃程度の受熱温度であった。これに対し、耐火被覆材を設置した供試体においては、5mm位置で100℃程度、非加熱面で50℃程度の受熱温度であった。

5. まとめ

PP繊維添加および耐火被覆材設置によるコンクリートの爆裂抑制効果について、拘束リング試験法により検証し、加熱時におけるコンクリート内部の受熱温度を確認した。その結果、PP繊維の添加により、爆裂規模は抑制されたが、完全に爆裂を防止することはできなかった。また、最高受熱温度は、コンクリートの深部にわたって、PP繊維の融点である170℃以上であった。これに対し、耐火被覆材を設置した供試体においては、十分に爆裂を防止しているとともに、コンクリートの温度上昇も抑制していることで、熱劣化も防止し、耐久性の面からも健全なコンクリートを確保できると考えられる。

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) 向井ら：火災劣化後のコンクリートの物質移動抵抗性に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 1, pp. 1147-1152, 2013
- 2) 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

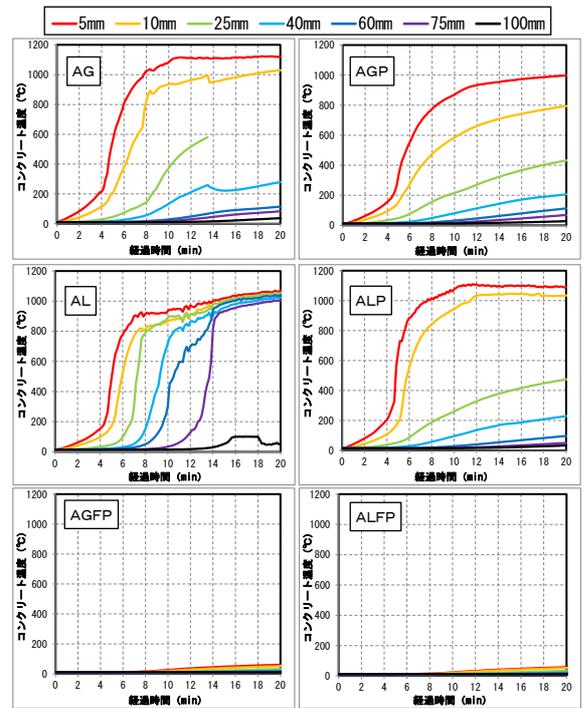


図-2 コンクリート温度

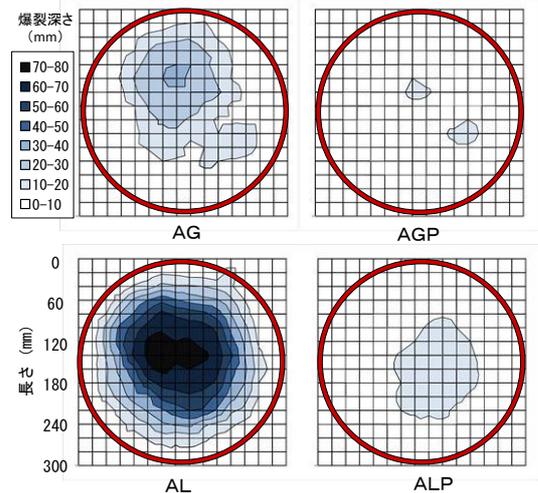


図-3 爆裂深さ分布

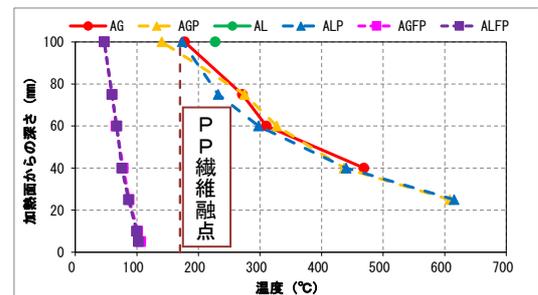


図-4 コンクリート内部の最高受熱温度