

## PVA 短繊維と粉末ポリマーを混入した SHCC の耐爆裂性評価

トーヨーマテラン(株) 正会員 ○新家 一秀  
 (株)デーロス・ジャパン 非会員 寺田 智子, 正会員 林 承燦, 正会員 谷本 竜也  
 群馬大学 正会員 小澤 満津雄

## 1. 目的

引張ひずみ硬化型セメント複合材料 (Strain Hardening Cement-based Composite 以下 SHCC) は, 混入短繊維の架橋効果に伴うひずみ硬化特性や微細ひび割れ特性等より, 断面修復や表面被覆補修材として適用が多くなっている. 補修材として, 既設コンクリートとの接着性向上のため, ポリマーを混入した場合, 火災発生時に高温加熱を受けると可燃性ポリマーが成分として含まれているため, ポリマーの燃焼に伴い内部応力が急激に増加しやすく, 爆裂現象が生じやすいことが示唆されている<sup>1)</sup>. 一方, 爆裂抑制対策としては, 有機系短繊維を材料内に混入しておく方法が検討されている. 特にポリプロピレン短繊維の混入が爆裂抑制に効果があることが知られているが<sup>2)</sup>, ポリビニルアルコール短繊維 (以下 PVA 短繊維) の爆裂抑制効果についてはあまり研究がなされていない. 本研究では, PVA 短繊維と粉末ポリマーを混入した SHCC の耐爆裂性について検討するとともに, 粉末ポリマーの有無による影響と PVA 短繊維の混入量の影響を比較検討した.

## 2. 試験概要

## (1) 供試体の種類と配合

供試体の種類を表-1 に示す. 配合は, 水結合材比を 41%とし, 結合材には石灰石微粉末を 154kg/m<sup>3</sup> 混合した. 減水剤は粉末減水剤を 0.26wt%混入した.

粉末ポリマーは, 酢酸ビニル・ベオバ・アクリル系再乳化粉末樹脂 (熱分解温度 200℃以上) を使用し, ポリマーセメント比 6%C と無混入の 2 水準で比較した.

PVA 短繊維は, 直径 0.04mm, 長さ 8mm (熱分解温度 150℃以上) を使用し, 混入率を SHCC の引張性能確保に必要な 1.6vol%から, 1.0, 0.5vol% および無混入の 4 水準で比較した.

## (2) 供試体の作製

供試体は, φ100×H200mm 円柱供試体を 3 本作製し, 2 本を耐爆裂性評価用とし, 1 本は, 含水率測定用とした. 爆裂性評価用供試体の 2 本の内 1 本には, 円柱供試体の中心温度を測定するため, 熱電対を供試体中心部に埋め込んだ. 圧縮強度用供試体は, φ50×H100mm とした.

## (3) 耐爆裂性評価の試験方法

耐爆裂性評価の試験方法は, 電気炉内の温度を予め 800℃に加熱しておき, その炉内に供試体を 20 分間静置させ, 炉内から聞こえる爆裂音と取り出した供試体の目視による爆裂による損傷の有無を確認した. 電気炉へ投入する供試体には, 爆裂による飛散防止のため金網を巻き, 電気炉 1 機につき供試体 1 本を投入して試験した. 電気炉への投入状況を図-1 に示す.

表-1 供試体の種類

| 供試体<br>名称 | 粉末<br>ポリマー<br>混入率 | PVA繊維<br>混入率<br>(vol%) |
|-----------|-------------------|------------------------|
| P6-PVA1.6 | 6%C               | 1.6                    |
| P6-PVA1.0 |                   | 1.0                    |
| P6-PVA0.5 |                   | 0.5                    |
| P6-PVA0   |                   | 無混入                    |
| P0-PVA1.6 | 無混入               | 1.6                    |
| P0-PVA1.0 |                   | 1.0                    |
| P0-PVA0.5 |                   | 0.5                    |
| P0-PVA0   |                   | 無混入                    |



図-1 電気炉への投入状況

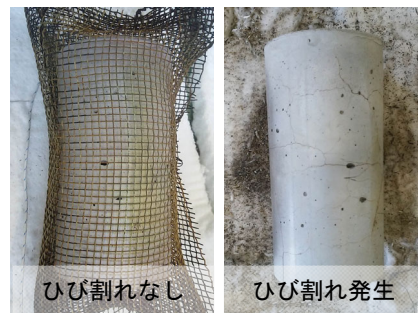


図-2 加熱後の供試体 (P6-PVA1.6)

キーワード SHCC, 耐爆裂性評価, 爆裂抑制, 粉末ポリマー, PVA 短繊維

連絡先 〒480-0303 愛知県春日井市明知町 1512 番地 トーヨーマテラン(株)開発技術グループ TEL 0568-88-3322

### 3. 試験結果および考察

図-2 に加熱後に電気炉から取り出した直後と取り出しから 5 分間経過後の P6-PVA1.6 を示す。加熱から取り出した直後は、ひび割れが見られなかったが、取り出し直後から 5 分間経過後にわたり、ひび割れが発生した。これは、高温環境から常温への急激な温度変化による温度ひび割れと考えられることから、爆裂による損傷ではないと判断した。

表-2 に試験結果を示す。表中には爆裂による損傷の有無を表記した。質量減少率は粉末ポリマー混入した供試体は 12.5%程度、無混入の供試体は 11.7%程度となった。含水率は全体的に 9%程度だが、PVA 短繊維が無混入の供試体は、若干低い傾向がみられた。圧縮強度は粉末ポリマーを混入しないものは、混入したものより、5N/mm<sup>2</sup>程度高い結果となった。

表-2 試験結果

| 供試体<br>名称 | 爆裂の<br>有無 | 質量<br>減少率<br>(%) | 含水率<br>(%) | 圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|-----------|-----------|------------------|------------|------------------------------|
| P6-PVA1.6 | なし        | 12.5             | 9.0        | 44.5                         |
| P6-PVA1.0 | なし        | 12.5             | 9.2        | 44.0                         |
| P6-PVA0.5 | なし        | 12.2             | 9.5        | 45.1                         |
| P6-PVA0   | あり        | 12.6             | 8.3        | 46.3                         |
| P0-PVA1.6 | なし        | 11.8             | 9.1        | 49.8                         |
| P0-PVA1.0 | なし        | 11.8             | 9.3        | 50.8                         |
| P0-PVA0.5 | なし        | 11.7             | 9.2        | 51.2                         |
| P0-PVA0   | あり        | 11.6             | 8.8        | 51.0                         |

#### (1) 耐爆裂性の評価

粉末ポリマー混入、PVA 短繊維無混入の P6-PVA0 は 2 本とも爆裂による損傷が発生した。試験後の P6-PVA0 を図-3 に示す。また、粉末ポリマーと PVA 短繊維が無混入の P0-PVA0 は、2 本中 1 本に爆裂による損傷が発生した。PVA 短繊維を 0.5～1.6vol%混入した供試体は、粉末ポリマー混入の有無に関わらず、爆裂による損傷は見られなかったことから、PVA 短繊維の混入により、繊維の融解による空隙が発生することで、供試体内部の蒸気圧の低下により、爆裂の発生が抑制されたと推察される。



図-3 爆裂後の P6-PVA0 供試体

#### (2) 炉内温度と供試体中心温度

爆裂がみられなかった P6-PVA1.6 と爆裂が発生した P6-PVA0 の炉内温度と供試体中心温度を図-4 に示す。P6-PVA0 の爆裂発生時間は、爆裂音から、2 分 30 秒間経過後と推定される。供試体中心温度を比較すると、P6-PVA1.6 は緩やかな温度上昇に対し、P6-PVA0 は爆裂の発生後から 8 分間後にかけて 100℃程度急激に温度上昇した。これは、P6-PVA0 が爆裂による断面欠損が生じたことで、供試体中心の内部温度が高くなったからだと考えられる。炉内温度を比較すると、P6-PVA0 に比べて P6-PVA1.6 が供試体投入直後から 10 分間経過あたりまで、炉内温度が低くなっていた。P6-PVA1.6 のほうが P0-PVA0 よりも含水率が 0.7%高いことから、水蒸気の発生が多くなったことで、炉内温度が上昇しにくくなったと考えられる。

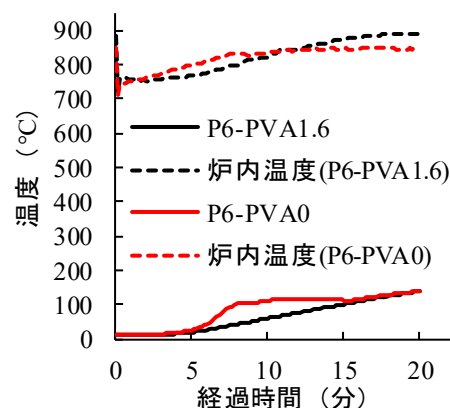


図-4 炉内温度と供試体中心温度

### 4. まとめ

- 1) PVA 短繊維 1.6vol%と粉末ポリマー6%C 混入した SHCC は爆裂の発生はなかった。
- 2) PVA 短繊維の混入率が 0.5vol%以上混入した配合は、粉末ポリマーの有無に関わらず、爆裂の発生はなかったことから、PVA 短繊維を混入することで、爆裂抑制効果があると考えられる。

### 参考文献

- 1) 日本建築学会：構造材料の耐火性ガイドブック，2017.3
- 2) 日本コンクリート工学会：「コンクリートの高温特性とコンクリート構造物の耐火性能研究委員会」報告書 (2012.5)