

膨張材の種類や使用量がフライアッシュコンクリートに与える影響

高知高専専攻科 学生会員 ○澤本駿汰 門田基博 高知高専 正会員 横井克則 近藤拓也
大旺新洋 正会員 下村昭司 橋村茂雄

1. はじめに

部材厚が大きなマスコンクリートでは、初期ひび割れの発生が懸念されることから、ひび割れの防止あるいは低減対策として膨張材の利用を検討するケースがある。また、フライアッシュ(以下、FA と称す)は石炭火力発電所から副産されている石炭灰の大部分を占めており、利用拡大が望まれている。この FA をコンクリート用混和材料として使用した場合、水和発熱の低減、長期強度及び耐久性の向上が報告されているが、膨張材と FA を併用したコンクリートの研究事例は少ない。

そこで本研究では、一般的な土木工事で採用されるセメントに膨張材の種類及び添加量に加え、さらにセメントの一部を FA で置換したコンクリートについて強度及び耐久性の観点からその諸特性について検討した。

2. 使用材料及び実験方法

2.1 使用材料及び配合

本研究では、普通セメント(密度 3.15g/cm³)及び高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm³)をベースとした。混和材料には、収縮補償用膨張材で乾燥収縮ひび割れの低減を目的とする S 種 (密度 3.10g/cm³)及び温度ひび割れの低減を目的とする R 種 (密度 2.90g/cm³)の 2 種類に加え、JIS 規格品 II 種の FA(密度 2.22 g/cm³)を使用した。膨張材添加量は標準使用量とした 20kg/m³と使用量を低減した 15kg/m³、FA はセメント量に対する内割置換で 10%とし、膨張材種類、添加量及び FA 混入の有無をそれぞれ変化させた計 12 種類の配合で検討試験を実施した。配合表を表-1 に示す。なお、水粉体比(W/B)及び細骨材率(s/a)はそれぞれ一定とした。

2.2 実験方法

本研究では表-1 に示す配合にて、円柱供試体(φ 100×200mm)及び角柱供試体(□100×100×400mm)を作製後、標準養生を実施した。そして、検討試験として、圧縮強度試験(JIS A 1108)、長さ変化試験(JIS A 1129-2)、凍結融解試験(JIS A 1148)、促進中性化試験(JIS A 1153)をそれぞれの所定材齢で実施し、その結果について比較、検討を行った。

3. 結果及び考察

3.1 圧縮強度

圧縮強度試験の結果を図-1 に示す。普通セメントの FA 混入配合は、膨張材のみに比べ 7 日強度が高い傾向にあるが、28 日強度以降は膨張材のみの強度が高い傾向が確認された。7 日強度の上昇については、FA 混入によってワーカビリティが向上したと考えられるが、28 日強度以降の強度低下については今後データを蓄積し検討を進める予定である。また、28 日強度に対する 91 日強度増加率は、膨張材のみに比べ強度増進効果が得られており、91 日以降も強度が増進する可能性が高い。これは FA 特有

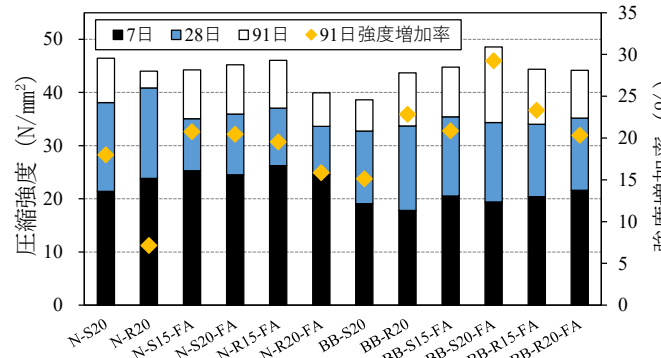


図-1 圧縮強度試験結果

表-1 配合表

配合名	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						単位量 (cc/m ³)							
			水	セメント	膨張材		FA	細骨材	粗骨材	AE減水剤		AE調整剤				
					S	R										
N-S20	50	46	175	330	20	—	—	800	942	875	1050	細骨材：砂岩砕砂 (密度 2.60g/cm ³ , F.M. 2.98)				
N-R20					—	20										
N-S15-FA					300	15										
N-S20-FA				295	20	35	794	936	1050	1050	粗骨材：砂岩砕石 (密度 2.61g/cm ³ , F.M. 6.58)					
N-R15-FA				300	—							15				
N-R20-FA				295	—							20				
BB-S20				—	—	—	330	20	—	—	795	937	875	1050	混和剤：リグニンスルホン酸系	
BB-R20								—	20							
BB-S15-FA								300	15							—
BB-S20-FA							295	20	35	790	931	1050	1050	AE 減水剤および AE 調整剤		
BB-R15-FA							300	—								15
BB-R20-FA							295	—								20

キーワード 膨張材、フライアッシュ、初期ひび割れ抑制、乾燥収縮低減

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知高専横井克則研究室 TEL088-864-5500

のポズラン反応による影響が起因したためと考えられる。一方、高炉セメントの7日強度及び28日強度は大きな差はみられないが、28日強度に対する91日強度増加率では普通セメントに対してより高い強度増進効果が得られている。これは高炉セメント特有の潜在水硬性によるものと推察される。

3.2 長さ変化

図-2に長さ変化試験結果を示す。長期材齢における膨張材種類で比較した場合、R及びSでは同程度の乾燥収縮低減効果が確認された。また、膨張材添加量で比較した場合においても、FA混入配合の長さ変化率は同程度であったため、膨張材添加量を低減した配合でもFAを併用することで標準使用量と同等の乾燥収縮低減効果が発揮されることが考えられる。さらに、FA混入の有無で比較した場合、FA混入配合は膨張材のみに比べて10%程度の乾燥収縮低減効果が確認された。これは、FAのポズラン反応によるコンクリート内部組織の緻密化によって水分逸散が抑制され、乾燥収縮低減に繋がったと推察される。

3.3 耐凍害性

図-3に凍結融解試験結果を示す。本試験では、膨張材のみの配合は相対動弾性係数を80%以上で維持している一方、FAの混入配合は240サイクル以降、相対動弾性係数が著しく低下し、300サイクル終了時には65%を下回る結果となった。この要因として、FA混入配合はFAの未燃カーボンによるAE剤吸着がエントレインドエアの生成を阻害させたことで相対動弾性係数が低下したと考えられる。

3.4 促進中性化

図-4に促進中性化試験結果を示す。本試験より、膨張材の種類による比較では、R配合の中性化深さが若干小さくなる傾向が確認された。次に、FA混入の有無による比較では、FA混入配合は膨張材のみに比べ中性化深さが増加する傾向が確認された。これは、FAを内割置換したことで膨張材のみの配合に比べセメント量が少なくなったことに加え、FAのポズラン反応による水酸化カルシウムの消費がコンクリート中のアルカリ分を低下させたためと考えられる。また、一般に高炉セメントは普通セメントに比べて水酸化カルシウム生成量が少ないことに起因して、同一水セメント比で比較した場合には中性化速度が大きくなるとされている¹⁾。しかし、本研究におけるFA混入配合においては高炉セメントの中性化深さは普通セメントに比べて若干小さくなる結果が得られた。

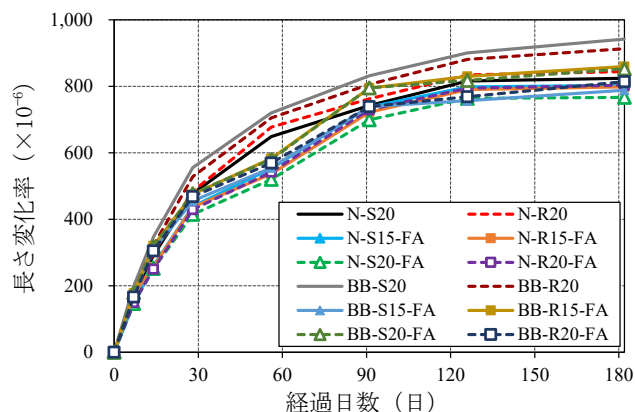


図-2 長さ変化試験結果

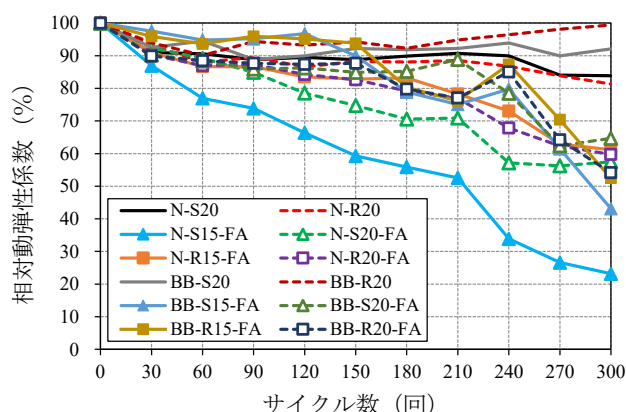


図-3 凍結融解試験結果

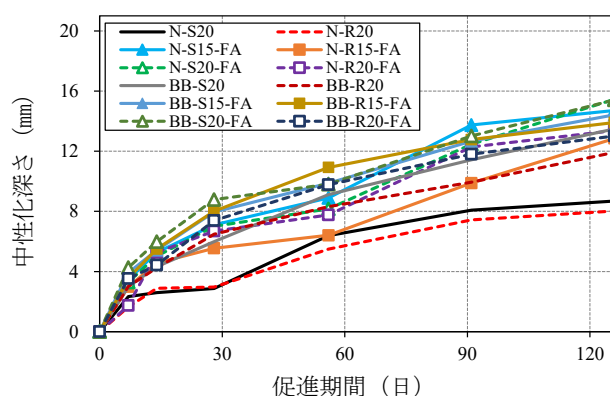


図-4 促進中性化試験結果

4. まとめ

- (1) 膨張材及びFAを併用したコンクリートはワーカビリティの向上によって、膨張材のみに比べて初期強度は高くなり、FAのポズラン反応及び高炉セメントの潜在水硬性の影響により長期強度が増進した。
- (2) 膨張材及びFAを併用したコンクリートは、FAのポズラン反応により乾燥収縮低減効果が向上したものの、pHの低下によって中性化は進行しやすく、耐凍害性は低下した。

参考文献

- 1) 林瑞紀ら:高炉セメントコンクリートの中性化評価に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, pp.856-861, 2014