

膨張材とフライアッシュを併用したコンクリートの諸特性

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

部材の厚さが大きなマスコンクリートでは、温度変化による体積変化や乾燥収縮、自己収縮が起因するひび割れの発生が予測される。このひび割れの防止あるいは低減対策の一つとして膨張材の利用を検討するケースが増えているが、より効率的なひび割れ制御を行う上では、的確な配合検討を実施し膨張材の効果を確認する必要がある¹⁾。加えて、近年では石炭火力発電所から産業副産物として生成されるフライアッシュ(以下、FA と称す)の埋め立て処理用地の確保が困難となっていることから、FA の有効利用や廃棄物低減が望まれている。そこで本研究では、膨張材の種類及び添加量に加え、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. 実験方法

2.1 供試体の使用材料及び配合

本研究では、一般的に収縮補償用として使用される膨張材(S;密度 3.10g/cm³)及びケミカルプレストレス用の膨張材(R;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6種類の配合で検討試験を実施した。配合表を表1に示す。また、セメントは普通セメント(密度 3.15g/cm³)、細骨材は砂岩砕砂(密度 2.60g/cm³, F.M. 2.98)、粗骨材は砂岩砕石(密度 2.61g/cm³, F.M. 6.58)を使用した。混和剤にはリグニンスルホン酸系 AE 減水剤及び AE 調整剤を使用した。

2.2 試験方法

本研究では表1に示す配合にて、円柱供試体(φ100×200mm)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

表1 配合表

配合名	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						単位量 (cc/m ³)		スランプ (cm)	空気量 (%)	
			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							
S20	50	46	175	330	20	-	-	800	942	875	1050	7.0	2.5
R20					-	20						-	-
S15-FA				300	15	-	35	794	936	1050	1050	12.0	4.8
S20-FA				295	20	-						9.0	4.3
R15-FA				300	-	15						12.5	4.4
R20-FA				295	-	20						16.0	4.8

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、結果について比較、検討を行った。

3. 実験結果

3.1 圧縮強度

図1に圧縮強度試験結果を示す。FA 混入の有無で比較した場合、7日強度においてはFA 混入配合の強度が高いことが分かる。一方で、28日強度以降においては膨張材のみの強度が高いことが分かる。FA を混入した際の初期強度上昇については、FA 混入によるワーカビリティの向上による影響が考えられるが、今後データを蓄積し検討を進める予定である。また、強度増加の観点で考察するとFA 混入4配合では、材齢91日の強度増進率が大きくなっていることが確認できた。反対に、材齢28日の強度増進率は膨張材のみの配合が大きくなっていることが確認できた。この要因として、FA のポゾラン反応によるコンクリート内部組織が緻密化し、長期強度が増進したためと考えられるが、この反応によってその後の材齢においても強度上昇が進むことも考えられる。

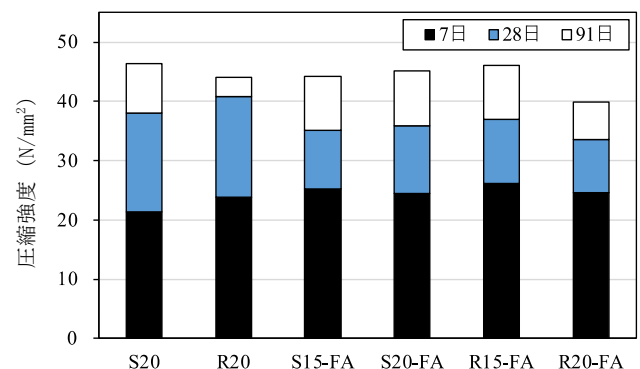


図1 圧縮強度試験結果

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4配合の長さ変化率は同程度であったため、FAを併用することで膨張材添加量を低減した配合でも標準使用量と同等の乾燥収縮低減効果が発揮されると考えられる。さらに、FA混入の有無を比較した場合、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。一般に、耐凍害性は300サイクルが終了した配合の相対動弾性係数が85%を上回っていることで耐凍害性を有していると評価できる。本試験では、膨張材のみの配合(S20, R20)は相対動弾性係数を85%程度で維持している一方、FA混入4配合は210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60%を下回る結果となった。この要因として、FA混入配合は表1に示すようにAE減水剤使用量を増大させたことにより空気量は適度に連行されたものの、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、各材齢における膨張材添加量が中性化速度に与える影響は確認されないものの、膨張材の種類による比較では、S配合の中性化深さが若干増加する傾向が確認された。また、FA混入の有無による比較では、FA混入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りアルカリ分が低下したためと考えられる。加えて、FAのポズラン反応性によって水酸化カルシウムが消費されたことで、コンクリート中のpHが低下し中性化の進行を助長させている場合も考えられる。

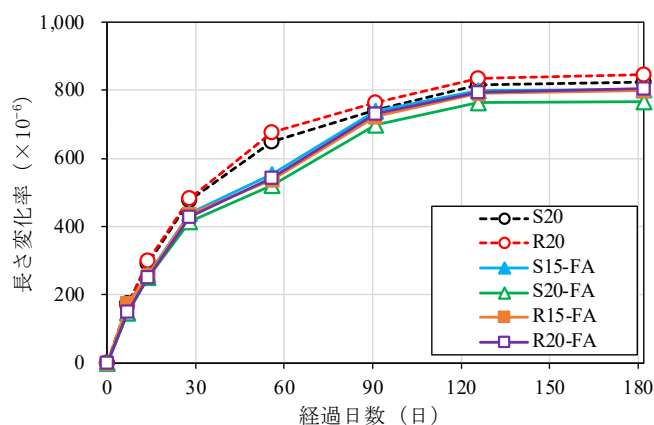


図2 長さ変化試験結果

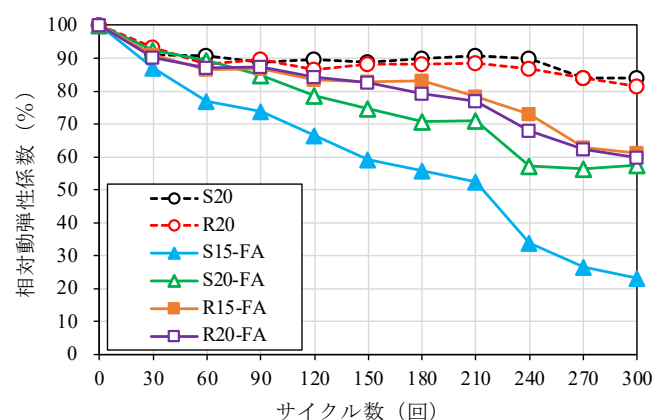


図3 凍結融解試験結果

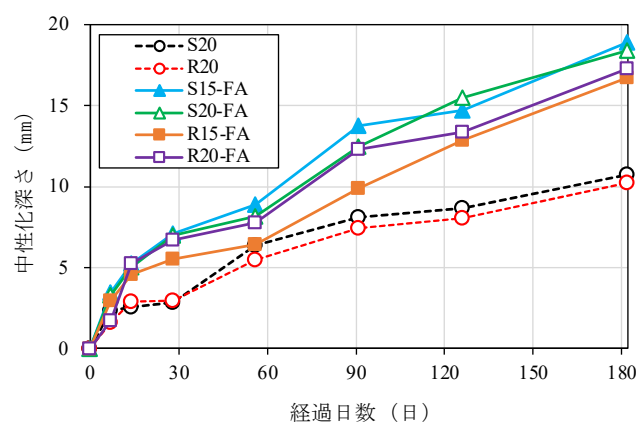


図4 促進中性化試験結果

4. まとめ

- 1) 膨張材及びFAを併用したコンクリートは膨張材のみに比べて初期強度は高くなるが、材齢91日時点では膨張材のみに比べ強度は低くなった。しかし、ポズラン反応による長期強度が期待できる。
- 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は向上するものの、pHの低下によって中性化は進行しやすく、耐凍害性は低下する。

参考文献

- 1) 松本健一ら：膨張材によるコンクリートの収縮低減，土木技術資料，pp.36-39，2011