

フライアッシュと膨張材を併用したコンクリートの拘束膨張特性

太平洋マテリアル(株) 正会員 ○竹下 永造

太平洋マテリアル(株) 正会員 長塩 靖祐

1. はじめに

コンクリート分野におけるフライアッシュの利用は、産業副産物の有効利用やコンクリートの性能向上の観点で行われてきた。その使用法は、セメントもしくは細骨材へ一部置き換えることとなっており、使用する効果として、1)単位水量の減少、2)乾燥収縮の減少、3)長期強度の増進、4)アルカリ骨材反応の抑制など耐久性向上効果が明らかとなっている。これらの観点より最近では、使用目的に応じ「混和材」として積極的な利用が望まれており、さらには、土木学会において、これらを用いたコンクリートの設計・施工指針等が制定されているような状況¹⁾にあり、耐久性向上が期待できる混和材として広く使用される条件が整いつつあるのが現状である。これらの背景の中、さらなる耐久性向上を目的として、フライアッシュと膨張材を併用したコンクリートが新たに開発されているが、その膨張特性等については明らかとなっていない。そこで、本研究はフライアッシュと膨張材を併用したコンクリートの拘束膨張特性に着目し、フライアッシュの置換による影響について評価した結果を報告する。

2. 試験概要

(1) 使用材料とコンクリート配合

表-1に使用材料を示す。また、表-2にコンクリートの配合を示す。使用したフライアッシュ(以後FAと略す)はJISⅡ種適合品で産地が異なる3種類(a~c)について検討を行った。膨張材は石灰系低添加型膨張材を使用した。FA置換率はセメントに対し10%と20%に設定し(配合名a~cの後の数字で、1=10%, 2=20%), セメントの一部に置換する方法(INT)と細骨材の一部に置換する方法(OUT)の2種類にて検討を行った。目標スランプは15±2.5cm, 目標空気量は4.5±1.5%に設定し、混和剤にて適宜調整した。

表-1 使用材料

	記号	備考
練混ぜ水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント：密度 3.16g/cm ³
フライアッシュ	FA	a：ブレン比表面積 3250cm ² /g, 密度 2.27 g/cm ³ b：ブレン比表面積 3410cm ² /g, 密度 2.22 g/cm ³ c：ブレン比表面積 3530cm ² /g, 密度 2.26 g/cm ³
膨張材	EX	石灰系低添加型膨張材：密度 3.16g/cm ³
細骨材	S	山砂：密度 2.57 g/cm ³ , 吸水率 2.20%, F.M.2.78
粗骨材	G	砕石：密度 2.65 g/cm ³ , 吸水率 0.67%, F.M.6.74

表-2 コンクリートの配合

配合名	W/P (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	C	EX	FA	S	G
EX	50.0	45.0	165	310	20	0	796	1000
INT-a1-EX		44.6		279		31	785	
INT-b1-EX		44.5		279		31	783	
INT-c1-EX		44.6		279		31	785	
INT-c2-EX		44.3		248		62	774	
OUT-c2-EX		43.3		310		62	745	

(2) 試験項目

表-3に試験項目を示す。コンクリートの打設は、室温20℃, 相対湿度80%の試験室にて実施し、24時間静置後に脱型を行い、標準養生を開始した。

(3) 試験水準

FA置換による影響を確認するため、①FA種類、②FA置換率、③FA置換方法の3つとして検討を行った。

表-3 試験項目

試験項目	試験方法
凝結試験	JIS A 1147:2007 に準拠する
拘束膨張試験	JIS A 6202:2008 に準拠する 測定材齢：1,2,3,7 日
圧縮強度試験	JIS A 1108:2006 に準拠する 測定材齢：28 日

キーワード フライアッシュ, 膨張材, 拘束膨張試験, 膨張特性

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

3. 試験結果

(1) 凝結試験結果

図-1に凝結試験結果を示す。図より、FA 置換により凝結特性は遅延する傾向が確認された。その遅延時間は、膨張材のみ(EX)と比較して、約1時間～2時間程度であった。FA 種類による影響については、大きな差は無かったものの、凝結遅延時間は $a \approx c < b$ となっていることが分かった。また、FA 置換率の影響については、FA 置換率の増加に伴い、凝結遅延時間は大きくなることが分かった。最後に、FA 置換方法の影響については、セメントの一部に置換する方法に比べ、細骨材の一部に置換する方法では凝結遅延時間は抑制されることが分かった。

(2) 拘束膨張試験結果

図-2に FA 種類の影響による拘束膨張試験結果を示す。また、図-3に FA 置換率と FA 置換方法による拘束膨張試験結果を示す。図より、FA 置換により拘束膨張ひずみは大きくなる傾向を確認できた。FA 種類による影響については、凝結試験結果と相関が見られ、凝結遅延時間が大きくなると拘束膨張率も大きくなる傾向にあった。また、FA 置換率の影響については、FA 置換率の増加に伴い、拘束膨張率は大きくなることが分かった。最後に、FA 置換方法の影響については、本試験の範囲内では大きな差は見られなかった。

(3) 圧縮強度試験結果

図-4に材齢28日における圧縮強度試験結果を示す。図より、セメントの一部としてFAを置換する方法では、膨張材のみと比較して、圧縮強度は同等かそれ以下となることが分かった。ただし、細骨材の一部としてFAを置換する方法では、膨張材のみと比較して、圧縮強度は大きくなることが分かった。

4. 結論

フライアッシュと膨張材を併用したコンクリートの拘束膨張特性に着目し、フライアッシュの置換による影響について評価した結果、以下の結論を得た。

- 1) フライアッシュと膨張材を併用したコンクリートの拘束膨張率は、膨張材のみと比較して大きくなる傾向であった。
- 2) フライアッシュと膨張材を併用したコンクリートの膨張特性は、FA 種類や置換率、置換方法による影響を受ける。

参考文献

- 1) (社)日本コンクリート工学会：混和材積極利用によるコンクリート性能への影響評価と施工に関する研究委員会報告書，2013.8

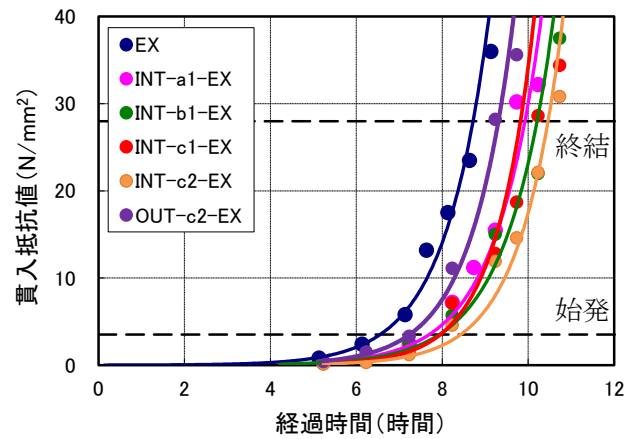


図-1 凝結試験結果

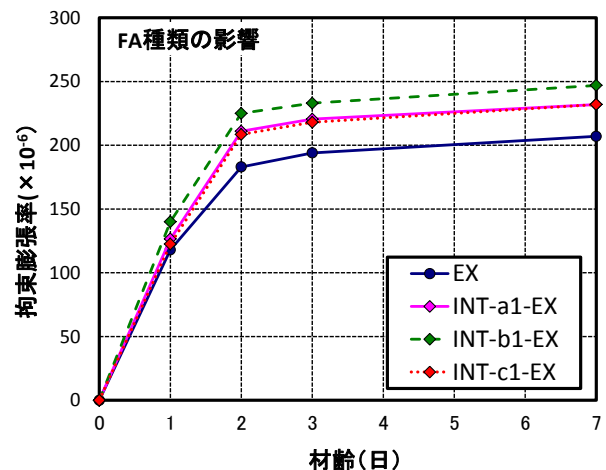


図-2 拘束膨張試験結果(FA 種類)

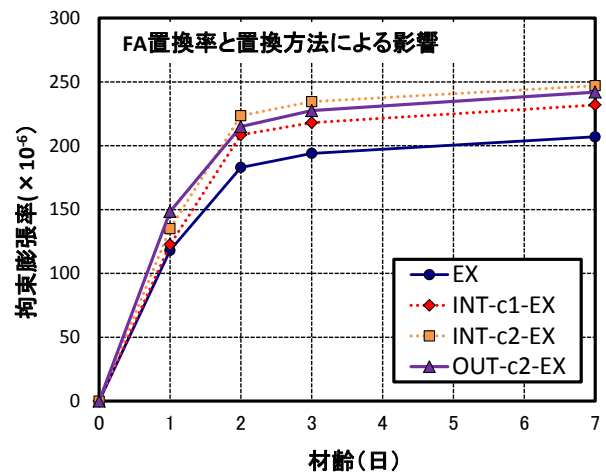


図-3 拘束膨張試験結果(FA 置換率/置換方法)

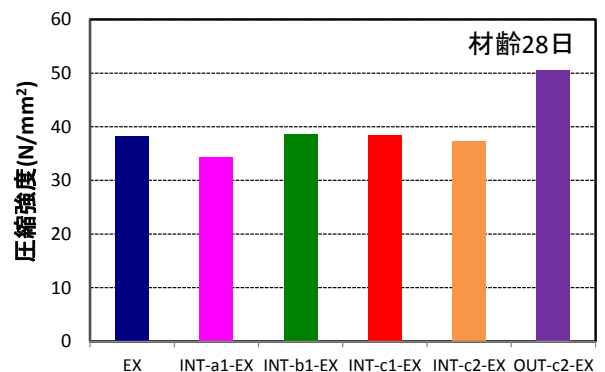


図-4 圧縮強度試験結果