コンクリート乾燥収縮特性と AE 発生挙動

熊本大学　学生会員　○徳永　翔太
熊本大学　学生会員　松尾　拓也
熊本大学　学生会員　松田　優希
熊本大学　フェロー会員　大津　政康

1. はじめに

近年，コンクリート構造物の乾燥収縮によるひび割れが問題視されており [1]，コンクリートの乾燥収縮ひずみは使用材料・配合によって変動することが明らかになっている [2]．その中で，フライアッシュ(FA)を混和したコンクリートは，乾燥収縮率を低減させる効果があると言われている．したがって，本研究ではフライアッシュの有無による，ノッチ部を設けて拘束を与えたコンクリートの乾燥収縮特性を AE 発生挙動から解明することを試みた．普通とフライアッシュ混入の 2 種類のコンクリート供試体を用意し，長さ変化および重量変化試験とアコースティック・エミッション(AE)法を適用した．また，収縮率の予測を行うために，長さ変化試験で得られた結果に対して対数近似式を適用した．

2. AE 法

AE 法は，微細レベルでの破壊現象に対して高い検出能力を発揮し，直接確認することが困難なコンクリート内部の破壊進行状況が把握可能である．今回 AE 計測条件として AE 計測に AE Win SAMOS（PAC 社製）を，AE センサに R15I-AST を使用し，しきい値を 40dB とした．

3. 実験概要

本実験では，表乾密度 2.98g/cm^3，吸水率 0.85%の骨材 A(斑レイ岩)を使用した供試体 A と，骨材 A を使用し，フライアッシュを混入させた FA 供試体の 2 種類の供試体を作製した．その配合を**表-1** に示す．また，フライアッシュの混合率はセメント比の 20%とした．実験供試体は，**図-1** に示すように 100×100×400mm の角柱供試体とし，拘束を与えるために打設時にアングル型のノッチを埋設した．各供試体を AE 計測用に 1 本，長さ変化および質量変化試験用に 3 本作製し，7 日間の湿布養生後計測を行った．使用材料の影響を確認するため，水結合材比および細骨材比は一定とした．

7 日間の湿布養生後，**図-1** に示されるように AE センサをエレクトロンワックスにて 6 個添付し，恒温室内（20℃, 60%）で材齢 7 日目から材齢 28 日目まで連続的に AE モニタリングと，材齢 90 日目まで長さ変化および重量変化試験を行った．計測器および全供試体の保管と計測は全て恒温室内で行った．

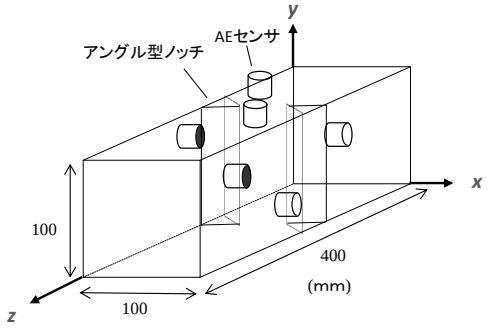

図-1 供試体寸法およびセンサ配置

表-1 各供試体の示方配合

	最大寸法	水セメント比	細骨材比	空気量	スランプ値	単位量(kg/m^3)					AE減水剤	AE助剤
	(mm)	W/C(%)	s/a(%)	(%)	(cm)	W	C	FA	S	G	(g)	(g)
供試体A	20	55	44	6	8	170	309	-	765	1152	1.2	0.8
FA供試体	20	55	44	2	10	174	253	63	755	1141	1.3	0.6

4. 実験結果と評価

4.1 長さ変化および重量変化結果

各供試体の長さ変化率および質量変化率の平均値をそれぞれ**図-2** および**図-3** に示す．ここで，FA 供試体は 41 日目までの結果を示している．

図-2 より，供試体 A は FA 供試体に比べ収縮が大きいことがわかる．これより，フライアッシュが乾燥収縮を抑制する性質を持っていることが確認できる．

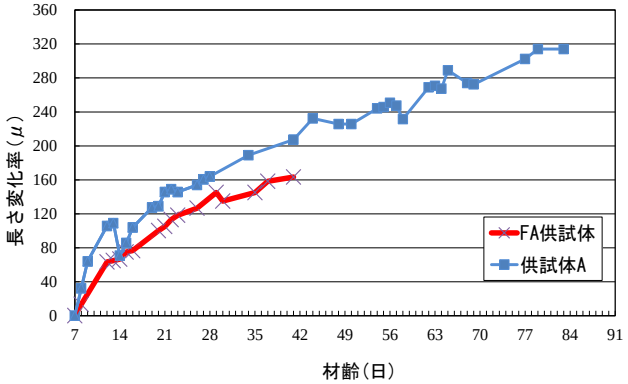

図-2 各供試体の長さ変化率

一方で，**図-3** より，FA 供試体は供試体 A に比べ重量変化率が非常に大きいことが確認できる．これは，フライアッシュの粒子はセメントに比べ非常に細かいため，セメント粒子の穴にフライアッシュ粒子が入り込み，セメントと反応しなかった余分な水が存在したために大きな減少に繋がったと考えられる．

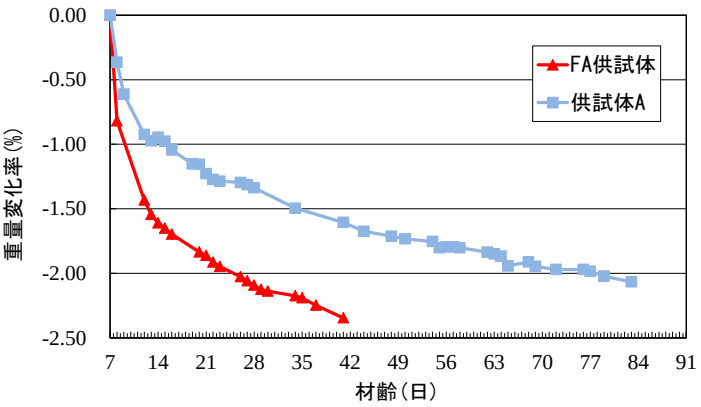

図-3 各供試体の重量変化率

4.2 AE 発生挙動と評価

図-4 に AE 発生挙動を示す．材齢初期に供試体 A では多く AE を検出しているのに対し，FA 供試体は一定の量で AE が伸び続けていることが確認できる．これより，**図-2** で示したように，フライアッシュは収縮を抑制するだけでなく，材齢初期の AE を抑制する働きがあると推測される．

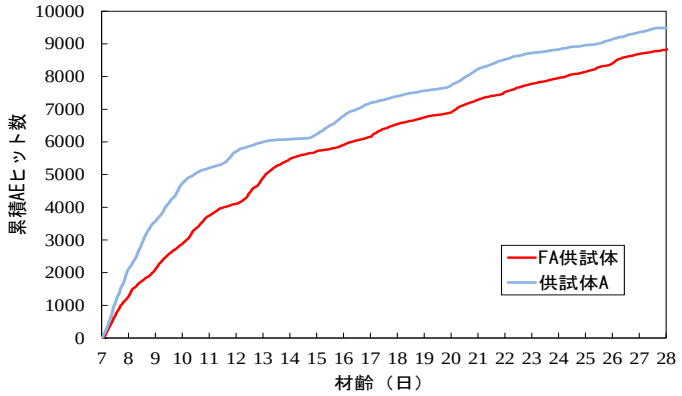

図-4 各供試体の累積 AE ヒット数

4.3 長さ変化の対数近似による評価

今回長さ変化試験に対し，材齢 28 日目までのデータで最適対数近似を適用し，近似式(1)により，乾燥収縮の評価および予測を行った．

$$Y = a \cdot \ln(X) + b \qquad \cdots(1)$$

ここで，a，b は定数である．

各供試体の長さ変化率と対数近似による予測の関係を**図-5** に示す．供試体 A ，FA 供試体どちらも材齢 41 日目付近までは対数近似曲線に沿うように値が推移していることが確認できる．41 日目以降に関しては，供試体 A は差異が大きいが，ある程度は近似曲線に沿うように推移している．これらの結果より，対数近似による乾燥収縮の評価は実用的な可能性があることが示された．そのため，今後も試験を継続し，有用性を確認していく必要がある．

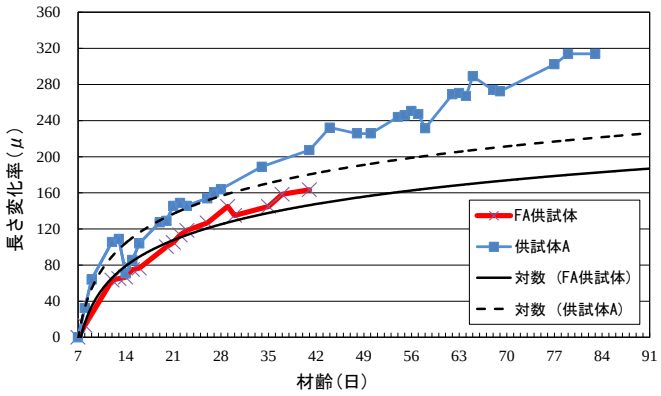

図-5 各供試体の長さ変化率と対数近似による予測

5. 結論

本研究では，フライアッシュの有無によるコンクリート乾燥収縮の特性評価を行うために，長さ変化および重量変化の計測，それに加え，AE の計測を行った．その結果，以下のようなことが明らかになった．

(1) 長さ変化率および重量変化率より，FA 供試体は供試体 A より長さ変化率は小さいが，重量変化率が大きくなることが確認された．

(2) AE 発生挙動より，フライアッシュが材齢初期の AE を抑制する可能性があると推測できた．

(3) 28 日目までの長さ変化率に対して対数近似による評価を行うことにより，長さ変化率の予測ができる可能性が示された．

参考文献

1) 土木学会コンクリート委員会：垂井高架橋の損傷に関する調査特別委員会最終報告書，土木学会，2008.3

2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針（案）・同解説,2006.2