

暑中・寒中で打設したフライアッシュコンクリートの引張ヤング係数

山口大学大学院 学生会員 ○尾上枝里 正会員 吉武 勇 張 文博
呉工業高等専門学校 正会員 三村陽一 (株) エネルギア・エコ・マテリア 正会員 齊藤 直

1. はじめに

セメントの一部代替材としてしばしば用いられるフライアッシュは、コンクリートの長期強度の増進や断熱温度上昇量の低減といった利点を有する一方、普通コンクリートに比べて初期強度が低下するというデメリットがある。本研究では、異なる気象環境下（夏期・秋期・冬期）で打設し、気中養生したフライアッシュコンクリートの力学的性質を実験的に求めた。特に本論文では引張ヤング係数の特性について報告する。

2. 実験方法

配合表を表-1 に示す。本研究では、水粉体比 $W/P=59\%$ とし、フライアッシュ (FA) は普通ポルトランドセメントに対し 20% 質量置換した。

本研究で用いた実験供試体の縦断面図と実験装置を図-1 に示す。実験供試体は断面寸法 $100 \times 100 \times 1560\text{mm}$ の RC 棒部材とし、断面中央には、横ふし型異形鉄筋 D13 (SD345) を、両端から 100mm ずつ張出して埋設した。材齢 1, 2, 3, 5, 7, 28, 91 日の 7 試験用に各 2 体作製した。コンクリート中の付着拘束を受ける鉄筋ひずみを計測するため、図-1 に示すように、検長 3mm のひずみゲージを定着端面 (0D) および供試体中央 (50D) に貼り付け、さらに検長 60mm のひずみゲージを中心位置 (50D) のコンクリート表面に貼り付けた。

脱型時期は、各気象環境下での養生により異なるため、コンクリート標準示方書（施工編）にしたがい、圧縮強度 5.0N/mm^2 以上で脱枠した。打設後、7 日間湿潤養生を行い、その後、気中養生を行った。

3. 実験結果および考察

各気象環境下での外気温 (T_a) および $100 \times 100 \times 200\text{mm}$ 状のコンクリートの温度 (T_c) の推移を図-2 に示す。ただし、S は夏期施工、A は秋期施工、W は冬期施工を表す。

図-3、図-4、図-5 にそれぞれ夏期施工、秋期施工、冬期施工における一軸引張試験から得られた、ひび割れ発生までの応力-ひずみ関係を示す。夏期において、材齢 1 日～28 日までのコンクリートの伸び能力は $30 \sim 55 \times 10^{-6}$ 程度であり、秋期における各材齢のコンクリートの伸び能力は 80×10^{-6} 程度となった。また、冬期施工においては材齢 5, 7 日の伸び能力は夏期と同程度の $55 \sim 60 \times 10^{-6}$ となったが、材齢 28 日では $80 \times$

表-1 コンクリート配合

W/P (%)			59
Unit Weight (kg/m³)	C		218
	FA		54
	W		160
	Fine Aggregate	S1	271
		S2	271
		S3	362
	Coarse Aggregate	G1	586
		G2	390
Ad		1.90	

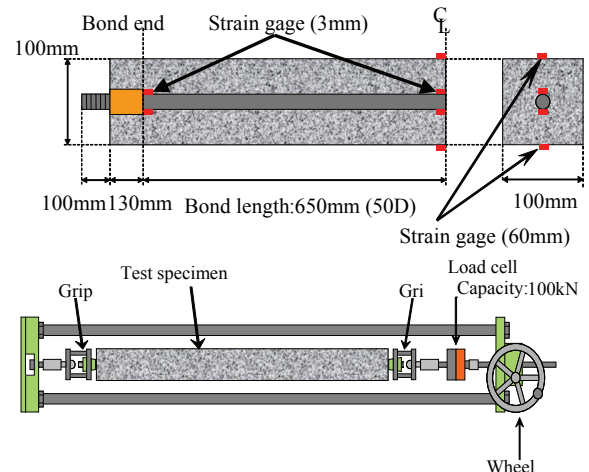


図-1 実験供試体と実験装置

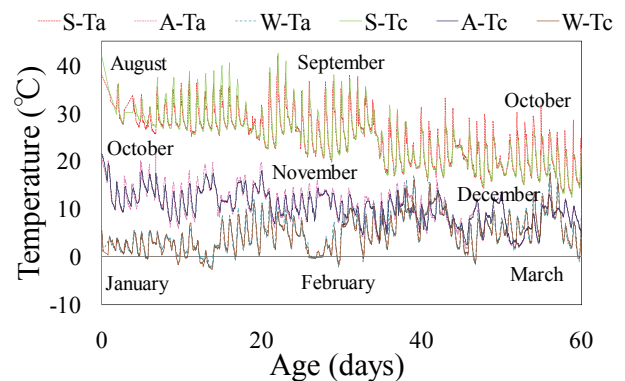


図-2 外気温・コンクリート温度の推移

10^{-6} 程度を示した。

さらに、本研究ではいずれの気象環境下においても伸び能力は 100×10^{-6} 以下となったが、既往の研究では、冬場に屋内で打設し、水中養生した高強度コンクリートにおける伸び力は材齢 3 日および 7 日ともに 150×10^{-6} 程度となったことが報告されている。これらの差異は、本研究における埋設鉄筋の内的初期応力に起因したものと推察される。

各気象環境下における、一軸引張試験で求めた引張ヤング係数を、実材齢および(積算温度に基づく)有効材齢で整理した結果をそれぞれ図-6、図-7に示す。20 日以内の実材齢および有効材齢では、明瞭な差異はみられていない。図-7 において有効材齢 20 日までの引張ヤング係数に着目すると、夏期施工では急激な増進がみられ、有効材齢 10 日で引張ヤング係数が 35 kN/mm^2 程度まで発現した。秋期施工では、有効材齢 20 日で引張ヤング係数 30 kN/mm^2 程度まで達したが、冬期施工においては、ゆるやかな発現となり、有効材齢 20 日では引張ヤング係数 25 kN/mm^2 程度となった。

実材齢 91 日においては夏期施工、秋期施工がほぼ同程度の引張ヤング係数 40 kN/mm^2 、冬期施工が 30 kN/mm^2 となった。この冬期施工の引張ヤング係数を有効材齢でみると、材齢 60 日時点で、夏期施工と秋期施工の 40 kN/mm^2 と同程度の引張ヤング係数を示す結果となった。冬期施工においては、いずれの実材齢においても最も低い引張ヤング係数を示したが、有効材齢 30 日時点で秋期施工を上回る値も示した。冬期の低温下での打設・養生により、水和反応の遅延がみられるものの、長期の有効材齢を用いれば、夏・秋期と同等の評価が可能になろう。

4. まとめ

夏期施工の FA コンクリートの引張ヤング係数の増進は、有効材齢 10 日程度で収束するが、秋期施工では有効材齢 20 日以降も増進し、夏期施工を上回った。さらに冬期施工の FA コンクリートの引張ヤング係数は、いずれの材齢においても、他の引張ヤング係数より下回る結果となったが、有効材齢で評価すると、秋期施工の FA コンクリートと同等以上の結果を示すことから、FA コンクリートの引張ヤング係数においても、積算温度に基づく有効材齢の評価の妥当性が推察された。

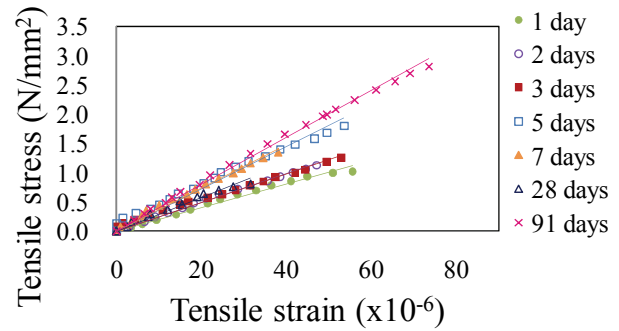


図-3 応力-ひずみ関係 (夏)

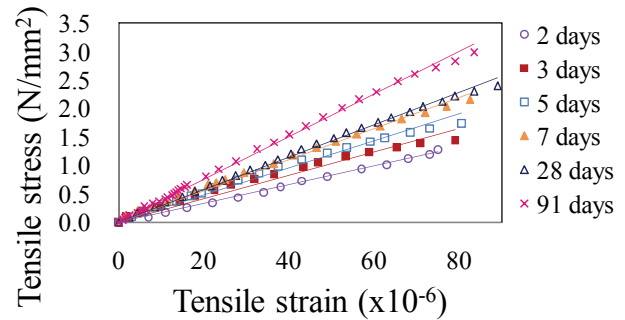


図-4 応力-ひずみ関係 (秋)

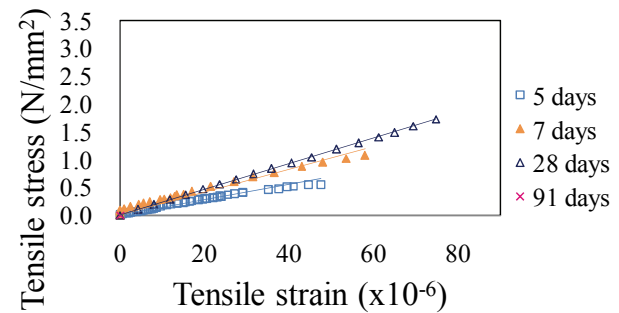


図-5 応力-ひずみ関係 (冬)

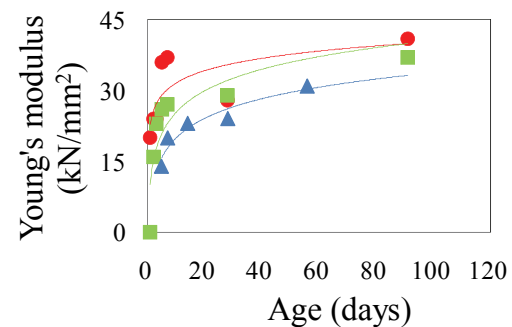


図-6 引張ヤング係数-実材齢

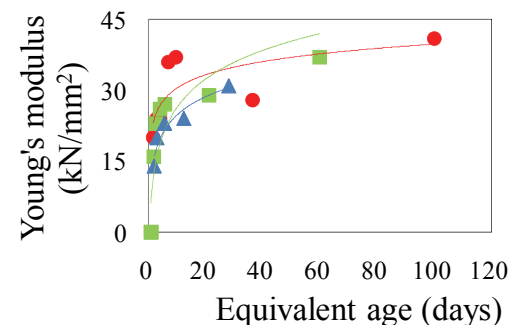


図-7 引張ヤング係数-有効材齢