

材齢7日におけるFAコンクリートの引張ヤング係数と圧縮ヤング係数の比較

呉工業高等専門学校 学生会員 ○渡邊 優樹  
 呉工業高等専門学校 正会員 三村 陽一 堀口 至

1. 目的

コンクリート構造物の長寿命化や耐久性の確保のためには、設計・施工段階において、初期ひび割れ発生の可能性を予測し、適切な対策を講じることが肝要である。初期ひび割れ発生の予測には、若材齢コンクリートに生じる引張応力の正確な算定が重要である。ひずみから応力に変換する際に必要とされるヤング係数は、重要な力学的特性の一つである。既往の研究<sup>1)</sup>では、引張実験における破断時のひずみや応力を参考にして、圧縮ヤング係数(線形係数)算定に用いる応力やひずみの範囲を決定していた。しかしながら、引張ヤング係数との比較は、引張実験の困難さから、研究報告の数が少ない。そこで本研究では、普通コンクリートおよび初期ひび割れ抑制に有効なフライアッシュ(FA)コンクリートを用いて、材齢7日における引張ヤング係数を直接引張試験より算出し、圧縮実験によって得られた圧縮ヤング係数との差異について検討を行った。

2. 実験方法

本研究における普通コンクリートおよびFAコンクリートの配合を表-1に示す。引張実験に用いたドッグボーン供試体および荷重装置を図-1に示す。引張実験では、鋼製アームに手動で荷重した。ひずみ $10 \times 10^{-6}$ 増加を目安にひずみと荷重を記録し、供試体が破断するまで荷重を増加させた。なお、ひずみ等を記録後に除荷し、除荷時のひずみも記録した。このような荷重方法としたのは、ヤング係数を正確に評価するにあたり非弾性ひずみの影響をできるだけ小さくするためである。得られた応力-ひずみ関係を線形回帰することで引張ヤング係数を求めた。また、引張実験では、ドッグボーン供試体4体を用いて行った。一方、圧縮実験に関しては2通りの方法で実験を行った。どちらの圧縮実験においても直径100mm×高さ200mmの一般的な円柱供試体を用いた。供試体両側面の対角線上に検長60mmのひずみゲージを、軸方向に2枚貼付し、両者の平均をひずみの計測値とした。引張実験および圧縮実験を行った

表-1 コンクリートの配合

種類		普通	FA
水結合材比 W/B* (%)		55	55
FA 置換率 (%)		0	20
単体量 (kg/m <sup>3</sup> )	W	上水道水	165
	C	OPC	300
	FA	JIS II 種相当品	0
	S	砕砂	844
	G <sub>1</sub>	砕石 2015	499
	G <sub>2</sub>	砕石 1505	499
	Ad <sub>1</sub>	AE 減水剤	3.0
Ad <sub>2</sub>	AE 助剤	0	16.8

\*B=C+FA

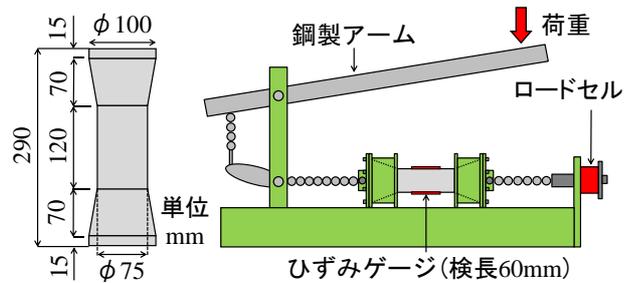


図-1 ドッグボーン供試体および荷重装置

材齢は、7日とした。圧縮実験1では、荷重速度を毎秒0.4N/mm<sup>2</sup>程度とし、引張実験と同様の方法で荷重・除荷を行い、荷重とひずみを記録した。荷重応力が割裂引張強度に達した段階(供試体が破壊していない状態)で荷重を終了した。また、JIS A 1149に準拠した荷重方法により、圧縮実験1で使用した供試体を用いて圧縮実験2を行い、圧縮ヤング係数(割線係数)と圧縮強度を求めた。なお割線係数とは、一般的に用いられるコンクリートのヤング係数であり、ひずみが $50 \times 10^{-6}$ の点と応力が圧縮強度の1/3となる点を結んだ割線の傾きである。圧縮実験で使用した供試体の数は、3体である。

3. 実験結果

引張実験および圧縮実験1で得られた応力-ひずみ関係を図-2に示す。また、図-2に応力-ひずみ関係を線形回帰したものを同様に示している。なお図に示すひずみは、荷重時のひずみから除荷時のひずみを除去

キーワード 引張ヤング係数, 圧縮ヤング係数, フライアッシュ, 若材齢コンクリート

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南2丁目2番11号 呉工業高等専門学校 三村教員室 TEL:0823-73-8476

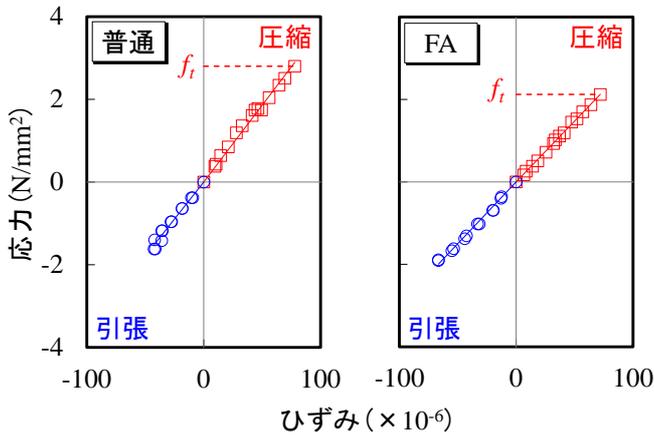


図-2 応力-ひずみ関係(引張実験および圧縮実験 1)

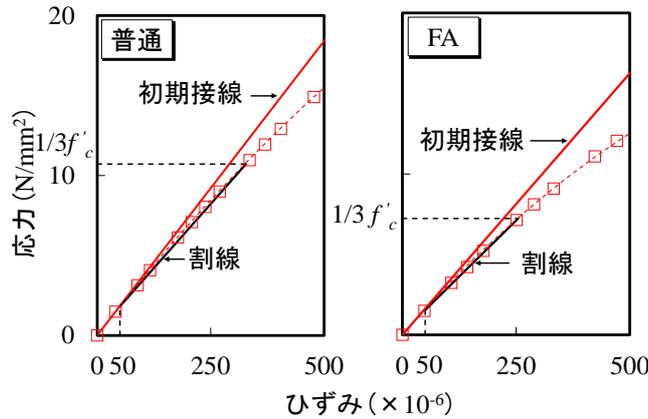


図-3 応力-ひずみ関係(圧縮実験 2)

したものである。また、引張ひずみにおいて供試体破断直前の値は、微細なひび割れの影響があると考え、除去している。普通コンクリート、FAコンクリートともに、応力-ひずみ関係は概ね線形性を示した。したがって、この応力-ひずみ関係を線形回帰し、その傾きを引張ヤング係数および線形係数とした。JISに準拠した圧縮実験2で得られた応力-ひずみ関係を図-3に示す。圧縮実験2で得られた応力-ひずみ関係を式(1)に示す3次式によって回帰した。なお、式(1)に示す係数cは、応力-ひずみ関係のうち初期接線係数に相当するものである。

$$\sigma = a\varepsilon^3 + b\varepsilon^2 + c\varepsilon \quad (1)$$

ここに、 $\sigma$ : 応力(N/mm<sup>2</sup>)、 $\varepsilon$ : ひずみ(×10<sup>-6</sup>)、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ : 係数を表す。

引張実験および圧縮実験によって得られた普通コンクリートのヤング係数を図-4に示す。また、同様にFAコンクリートのヤング係数を図-5に示す。なお図中に示す()中の値は、ヤング係数比(圧縮ヤング係数/引張ヤング係数)を示している。図-4に示すように、一般的

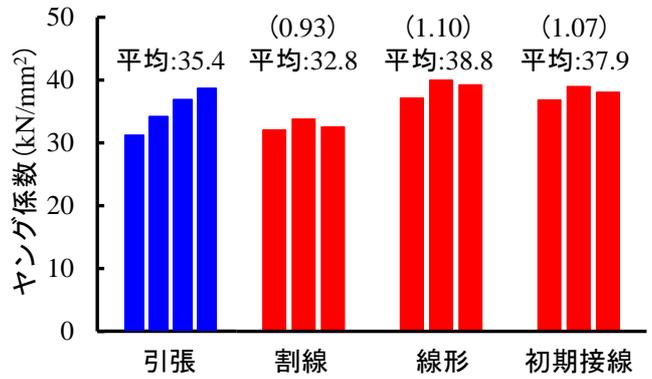


図-4 普通コンクリートの各ヤング係数

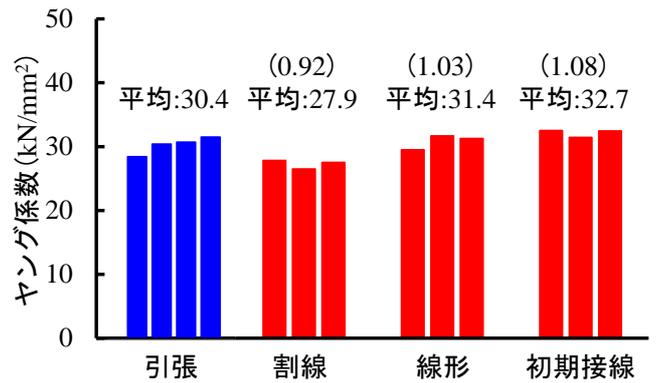


図-5 FAコンクリートの各ヤング係数

にコンクリートのヤング係数として用いられる割線係数は、引張ヤング係数に比べて普通コンクリートで0.93倍だった。また、図-5に示すようにFAコンクリートについても割線係数は、引張ヤング係数に比べて0.92倍だった。一方、線形係数および初期接線係数は、普通コンクリートおよびFAコンクリートにおいて、割線係数に比べて大きかった。また、圧縮ヤング係数と引張ヤング係数の差は、普通コンクリートおよびFAコンクリートにおいて±10%の範囲内であった。

#### 4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に要約する。

- (1) 材齢7日において割線係数は、引張ヤング係数に比べて普通コンクリートで0.93倍、FAコンクリートで0.92倍となる傾向を示した。
- (2) 材齢7日の圧縮ヤング係数と引張ヤング係数の差異は、普通コンクリートおよびFAコンクリートにおいて±10%の範囲内であった。

#### 参考文献

- 1) 山田浩司, 三村陽一, 吉武 勇: 引張ヤング係数の推定に用いる応力・ひずみレベルの検討, 第72回年次学術講演会講演概要集, 2017