

若材齢コンクリートのヤング係数に関する引張・圧縮実験

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

1. はじめに

コンクリートの初期ひび割れを制御・抑制する方法は多くある。それらを効率的に行うためには、コンクリートの初期ひび割れ発生の可能性を事前に予測することが重要である。初期ひび割れの予測を行う際、時間の経過とともに発現するコンクリートの様々な力学的特性を時系列で把握しなければならない。引張ヤング係数は、計測や解析から得られるひずみを応力に換算する際に必要となり、引張応力算定の精度に直接関与するものである。引張応力算定に必要となる引張ヤング係数は、一般的に用いられるコンクリートの(圧縮)ヤング係数より大きくなる。そこで本研究では、初期ひび割れ予測に用いるヤング係数を求め、引張ヤング係数と圧縮ヤング係数の差異について検討するために、引張実験と圧縮実験を行った。

2. 実験方法

本実験で作製したコンクリートの配合を表-1 に示す。引張実験・圧縮実験で用いた供試体は、表-1 に示した配合によって、すべて同バッチで作製した。引張実験で用いた載荷装置を図-1 に示す。鋼製アームに手動で載荷し、ひずみ 10×10^{-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。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。引張実験で使

用したドッグボーン供試体の寸法を図-2 に示す。また、引張実験を行った材齢は、2, 3, 7, 28 日であり、各材齢につき 1 体の供試体を使用した。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 の円柱供試体を用いた。圧縮実験を行った材齢は、2, 3, 5, 7, 14, 28, 91 日である。圧縮実験 1 では引張実験と同様の方法で載荷・除荷を行い、荷重とひずみを記録した。ただし、ひずみが 100×10^{-6} 時の記録をした段階(供試体が破壊していない段階)で載荷を終了した。また、圧縮実験 2 では JIS A 1149 に準拠した載荷方法により、圧縮実験 1 で用いた供試体で圧縮実験を行い、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 50×10^{-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。どちらの圧縮実験でも、各材齢における供試体の数は 3 体である。

表-1 コンクリートの配合

単位量	水セメント比 (W/C)		62.5%
	水 W	上水道水	170
	セメント C	普通ポルトランドセメント	272
	細骨材 S	砕砂	904
	粗骨材 G1	砕石 2015	575
	粗骨材 G2	砕石 1505	385
	混和剤 Ad	AE 減水剤	3.26

(単位量 : kg/m³)

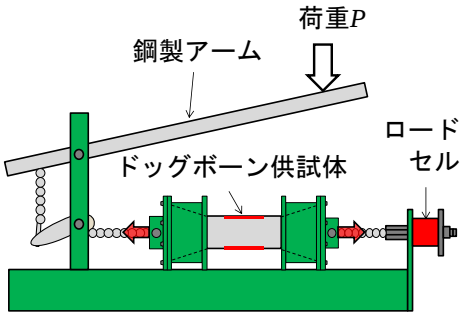


図-1 載荷装置 (引張実験)

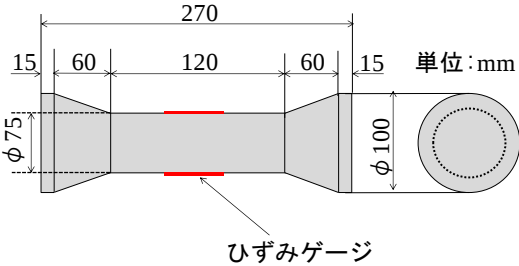


図-2 ドッグボーン供試体

キーワード 若材齢, ヤング係数, 圧縮, 引張, 線形回帰

連絡先 〒737-8506 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

3. 実験結果

引張実験で得られた応力-ひずみ関係の一例を図-3に示す。なお、図-3に示すひずみとは、載荷時のひずみから除荷時のひずみを除去したものである。図-3に示すように、応力とひずみは概ね線形性を示した。また、塗りつぶしてある値に関しては破断直前の値であり、微小なひび割れの影響があると考え、考慮しないこととした。圧縮実験1から得られた応力-ひずみ関係を線形回帰したものの一例を図-4に示す。引張実験と同様に、応力とひずみは線形性を示した。このような線形性は他の材齢でも同様であった。したがって、この応力-ひずみ関係を線形回帰し、その傾きから引張ヤング係数および線形係数を求めた。

引張実験および圧縮実験より得られたヤング係数を図-5に示す。なお、材齢7日における引張ヤング係数は材齢3日より明らかに小さく、図-6に示した既往の研究¹⁾における材齢7日の値と比べても極めて小さかった。そのため、適切な値を得られなかったと考えられることから、以下の記述では、この値を考慮しないこととする。図-5に示すように、コンクリートのヤング係数として一般的に用いられる割線係数は、引張ヤング係数に対して0.64~0.82倍と小さかった。一方、線形係数は、どの材齢においても割線係数より大きかった。また、材齢2, 3, 28日において線形係数と引張ヤング係数の比は0.95~1.01であり、両者の差は大きくとも2kN/mm²程度であり、図-6に示した既往のデータでも同様の傾向を示した。したがって、同等レベルの応力・ひずみを用いてヤング係数を求めれば、引張と圧縮のヤング係数は同等であると推察される。

4. まとめ

本研究で得られた知見を、以下に要約する。

- (1) 一般的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、いずれの材齢においても引張ヤング係数より小さく、引張ヤング係数に対して割線係数は材齢7日を除いて0.64~0.82倍と小さくなる傾向を示した。
- (2) 線形係数は、割線係数に比べると大きくなる傾向を示し、引張ヤング係数との差は大きくとも2kN/mm²程度の差である。したがって、引張と圧縮のヤング係数の差は、応力レベルの差によって生じるものであり、適切な応力レベルであれば、初期ひび割れ予測に用いるヤング係数を圧縮実験からも得られる。

参考文献

- 1) 三村陽一, 吉武 勇, 堀口 至: 初期ひび割れ予測に用いるヤング係数に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp.400-405, 2014

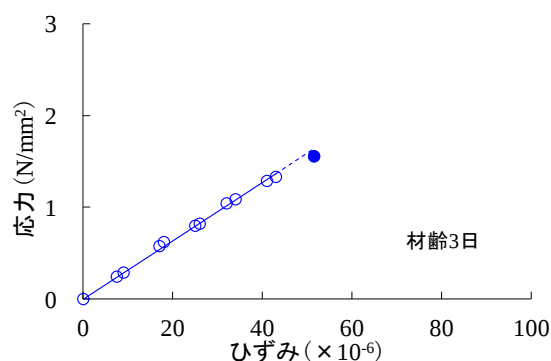


図-3 応力-ひずみ関係 (引張実験)

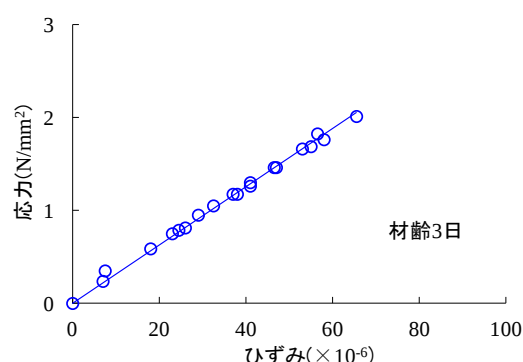


図-4 応力-ひずみ関係 (圧縮実験 1)

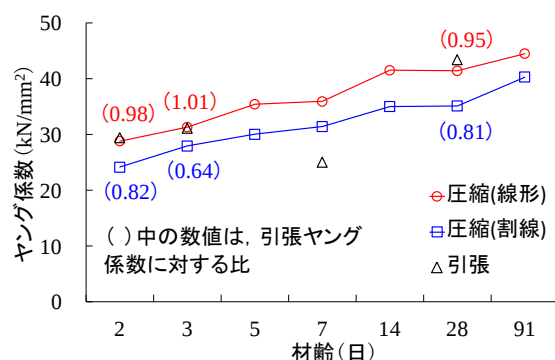


図-5 各材齢におけるヤング係数

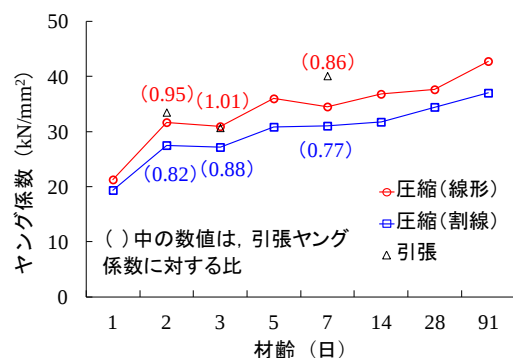


図-6 既報の各材齢におけるヤング係数¹⁾