

若材齢コンクリートの引張ヤング係数におよぼす応力レベルの影響

山口小野田レミコン(株) 正会員 ○河野博幸 山口大学大学院 正会員 吉武 勇
 山口大学大学院 正会員 三村陽一 (株)日本ピーエス 正会員 河本健三
 山口大学大学院 学生会員 石川慶典

1. はじめに

コンクリートのヤング係数は、一般に圧縮強度との関係式により推定されている。さらに、引張応力の推定に直接関与する引張ヤング係数は、比較的容易に求めることができる圧縮ヤング係数と同等として扱われている。しかしながら、コンクリートはセメント水和物や細・粗骨材などから形成される複合材料であるため、引張ヤング係数と圧縮ヤング係数は、必ずしも同等とは限らないものと推察される。

そこで本研究では、若材齢期を中心としたコンクリートの引張ヤング係数を求めるべく、一軸引張実験を行い、その特性評価を試みた。

2. 実験方法

本研究では、表-1 に示す配合(設計基準強度 24N/mm^2)のコンクリート供試体を作製した。また、これに加え同配合のコンクリートを、ウェットスクリーニングしたモルタル供試体も作製した。本研究では、図-1 に示すドッグボーン供試体を用いた。本研究の一軸引張実験には、図-2 に示す二重レバー式の載荷装置を用い、コンクリートおよびモルタルの引張ヤング係数を求めた。また、引張ヤング係数と圧縮(割線)ヤング係数の比較を行うため、円柱供試体(コンクリート: $\phi 100 \times 200\text{mm}$, モルタル: $\phi 50 \times 100\text{mm}$)も併せて作製し、圧縮ヤング係数を求めた。なお、引張ヤング係数は各2体、圧縮ヤング係数は各3体の実験結果の平均値から求め、いずれの実験も材齢2,3,7日にて行った。

本研究では、セメント種類がおよぼす影響を調べるために、高炉セメントB種(BB)および普通ポルトランドセメント(N)を用いた。なお、以下は全て実験結果の一例として、高炉セメントB種を用いた結果について示す。

3. 実験結果および考察

3.1 引張応力 - ひずみ関係

材齢2,3,7日におけるモルタルの引張応力 - ひずみ関係の一例を図-3 に示す。図-3 より、モルタルの引張応力 - ひずみ

表-1 配合条件

使用セメント	高炉(BB)	普通(N)
水セメント比 W/C	57%	58%
細骨材率 s/a	44%	46%
単位量 (kg/m^3)	水 W	162
	セメント C	285
	細骨材 S	798
	粗骨材 G	1013
	混和剤 Ad	2.9

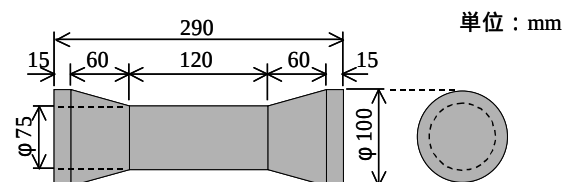


図-1 ドッグボーン供試体

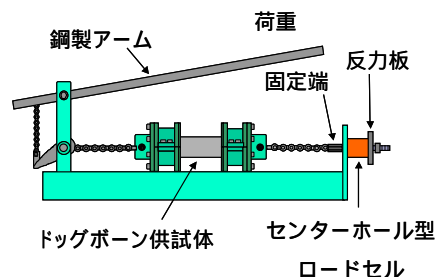


図-2 二重レバー式載荷装置

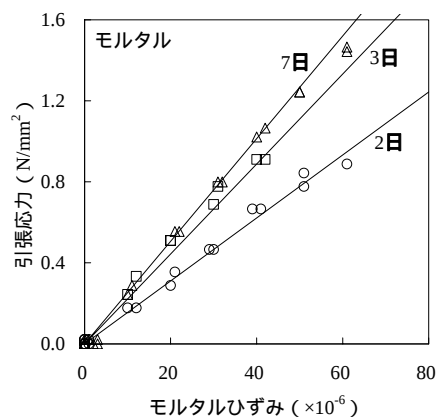


図-3 引張応力—ひずみ関係(モルタル)

キーワード 引張ヤング係数, 若材齢コンクリート, 一軸引張, 応力レベル

連絡先 〒756-0815 山口県山陽小野田市高栄 3-7-1 山口小野田レミコン(株) 小野田工場 TEL0836-83-3342

み関係は、概ね線形性を示し、材齢が進行するにつれて回帰直線の傾き(引張ヤング係数)が大きくなっていることがわかる。また、いずれの実験においても除荷時の残留ひずみはほとんど生じず、線形弾性的なひずみ挙動を示した。

コンクリートの引張応力 - ひずみ関係も、ひずみの増加にともない引張ヤング係数が若干小さくなる傾向にあったが、モルタル同様に線形弾性的なひずみ挙動を示した。

3.2 引張ヤング係数と圧縮ヤング係数

圧縮ヤング係数に対する引張ヤング係数の比を図-4に示す。図-4より、材齢7日では、引張ヤング係数と圧縮ヤング係数が同程度であることがわかる。しかしながら、材齢2,3日では、圧縮ヤング係数に比べ引張ヤング係数が大きくなっている。また、この傾向はモルタルにおいて顕著であった。

ここで、コンクリートの引張強度は圧縮強度の1/10程度であるため、ヤング係数を算出する際、引張と圧縮では応力レベルが異なる。また、一般に圧縮ヤング係数は、ひずみ 50×10^{-6} と最大応力の1/3のときの応力—ひずみ関係より求まる割線弾性係数をヤング係数としている。そのため、実際は応力に対して非線形であるひずみ挙動を示すため、圧縮ヤング係数は応力レベルによって異なるものである。そこで、引張ヤング係数と同等の応力レベルにおける圧縮ヤング係数を算出し、引張ヤング係数実験結果との比較を行った(図-5)。グラフ中の回帰式の y および x は、それぞれ載荷応力とひずみを表しており、回帰直線の傾きがヤング係数(kN/mm^2)を表している。引張ヤング係数と同等の応力レベルにおいては、引張・圧縮ヤング係数ともに応力—ひずみ関係は概ね線形的な挙動を示している。

同一の応力レベルにおける圧縮ヤング係数に対する引張ヤング係数の比を図-6に示す。図-6より、材齢2日のモルタルは圧縮ヤング係数に比べ引張ヤング係数が大きくなったが、材齢3,7日では圧縮ヤング係数に対する引張ヤング係数の比が0.9~1.1程度となり、圧縮ヤング係数と引張ヤング係数は同程度であった。このことより、少なくとも材齢3日以降において、引張ヤング係数と圧縮ヤング係数に生じる差異は、ヤング係数を算定する際の応力レベルが異なることに起因するものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、若材齢を中心としたコンクリートの引張ヤング係数を求めるため、一軸引張実験を行った。本研究の範囲内で得られた結論を以下に列挙する。

- (1) 引張ヤング係数は、圧縮ヤング係数に比べて発現が早く、特にモルタルにおいてその傾向が著しい。
- (2) ヤング係数実験の結果、材齢2,3日において圧縮ヤング係数に比べ、引張ヤング係数が大きくなった。これは、ヤング係数を算出する際の応力レベルに起因するものであり、そのため圧縮ヤング係数と引張ヤング係数に、みかけ上差異が生じると考えられる。

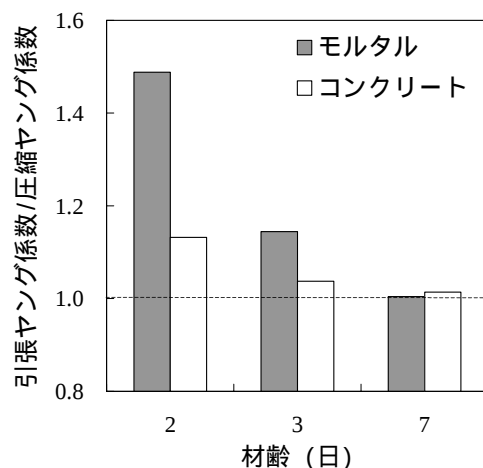


図-4 引張ヤング係数/圧縮ヤング係数

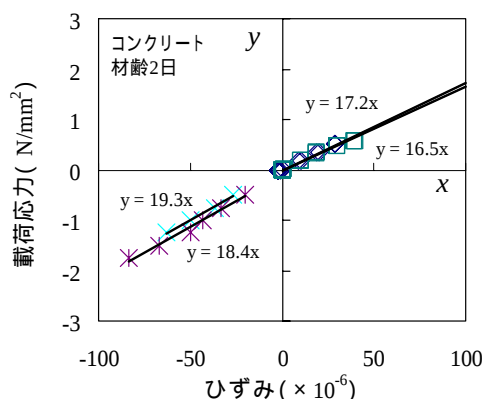


図-5 応力 - ひずみ関係(引張・圧縮)

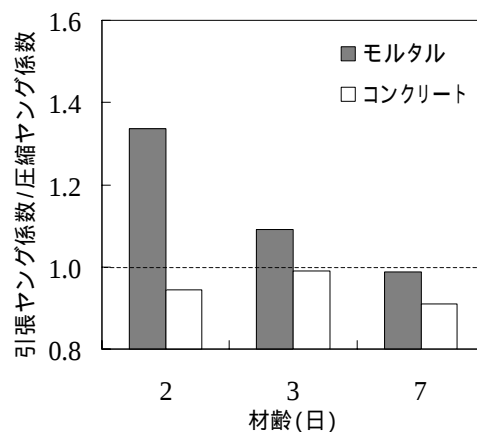


図-6 引張ヤング係数/圧縮ヤング係数