

コンクリートの引張ヤング係数および直接引張強度に関する一見解

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○平野 雄大
 同 上 学生会員 鈴木 孝治
 同 上 正会員 青木 優介
 同 上 正会員 嶋野 慶次

1. はじめに

従来、コンクリートの引張ヤング係数は圧縮ヤング係数と同等、直接引張強度は割裂引張強度と同等と扱われている。しかし、このことの妥当性は十分に検証されていない。収縮ひび割れの予測など、コンクリートの引張ヤング係数および引張強度の正確な値を必要とする場面は今後ますます増えると予想されることから、この妥当性を検証しておく必要があると考える。本研究では、著者らが開発中のコンクリートの簡易型直接引張試験方法を用いてコンクリートの引張ヤング係数と直接引張強度を測定し、それぞれを圧縮ヤング係数また割裂引張強度と比較することで、従来の扱いの妥当性を検証することにした。

2. 実験概要

2.1 実験シリーズ

実験はⅠ,Ⅱ,Ⅲの3シリーズに分けて行った。各シリーズの実験構成を表-1に示す。なお、各シリーズに用いたコンクリートの配合は共通である。コンクリートの配合を表-2に示す。

表-1 各シリーズの実験構成

シリーズ	直接引張試験	圧縮ヤング係数試験	割裂引張試験	養生条件	試験材齢	圧縮強度(試験日)
Ⅰ	10体	10体	10体	20°C封緘	7日	22.7MPa
Ⅱ	10体	10体	10体	20°C封緘	7日	26.3MPa
Ⅲ	10体	10体	10体	20°C封緘	14日	31.6MPa

表-2 コンクリートの配合

W/C	s/a	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	AE剤
0.50	0.41	170	340	705	1051	0.017

2.2 簡易型直接引張試験方法

シリーズⅢの実験に用いた直接引張供試体の概要を図-1に示す。シリーズⅠ,Ⅱの実験に用いた供試体も、荷重伝達のボルトの本数や先端の加工に若干の変更はあるものの、これとほぼ同様である。

本供試体の特徴は、荷重中期までの供試体に生じる偏心を単純な作業で除去できることである。具体的には、荷重途中、供試体中央部に貼り付けた4本のひずみゲージの値に偏りが生じてきたと判断すれば、上下の荷重治具鋼板にある偏心低減用ナットをスパナ等で微調整し、全てのひずみゲージの値を揃えることで偏心を除去する。

もう一つの特徴は、供試体形状を円柱としながらも、コンクリートの打設方向を荷重軸に対して直交にしていることである。具体的には、型枠(内径100mm硬質塩化ビニル管)の長軸方向に幅30mmの溝を開け、そこから型枠内部にコンクリートを打設している。出来上がるコンクリートの断面は、真円と扱って問題ない。このことにより、供試体の破断に及ぼすブリーディングの影響を軽減している。

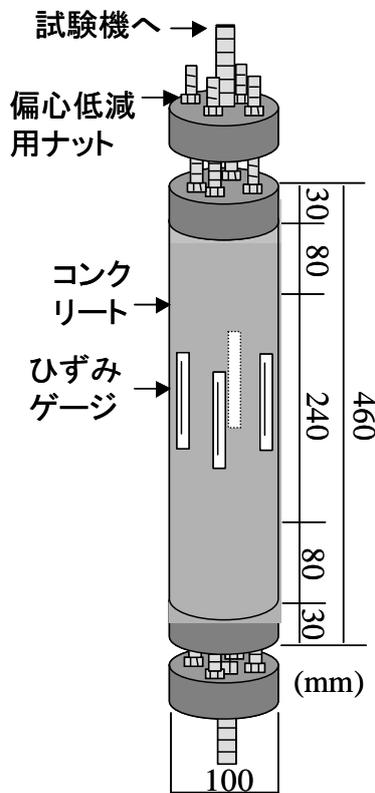


図-1 簡易型直接引張試験供試体の概要

キーワード 引張ヤング係数, 引張強度, 直接引張試験

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津高専環境都市工学科 TEL0438-30-4155

3. 実験結果

シリーズ I, II, III の実験で得られた各実験の結果を表-3 に示す。

最初にヤング係数について比

較する。シリーズ I, II では、引張ヤング係数が圧縮ヤング係数を 10% 程度上回っている。一方、シリーズ III では、圧縮ヤング係数と引張ヤング係数がほぼ同等になっている。次に引張強度について比較する。シリーズ I, II, III とともに、直接引張強度が割裂引張強度を 10% から 25% 程度上回っている。

表-3 各実験結果の比較

シリーズ	圧縮ヤング係数(GPa)	引張ヤング係数(GPa)	引張ヤング/圧縮ヤング [*]	割裂引張強度(MPa)	直接引張強度(MPa)	直接強度/割裂強度
I	28.5	31.7	1.11	2.49	2.87	1.15
II	32.2	34.9	1.08	2.54	3.16	1.24
III	34.0	33.7	0.99	2.75	3.02	1.10

※値は10本の供試体の平均

※圧縮ヤング係数=(1/3圧縮強度-50 μ 時の圧縮応力)/(1/3圧縮強度時のひずみ-50 μ)

※引張ヤング係数=(1/3引張強度-10 μ 時の引張応力)/(1/3引張強度時のひずみ-10 μ)

4. 考察

4.1 引張ヤング係数が圧縮ヤング係数を上回る理由

これは、双方のヤング係数を算出する際の応力レベルが異なるためだと考えられる。圧縮では 1.0~10MPa の範囲での割線ヤング係数を求めているのに対し、引張では 0.2~1.0MPa と、ほぼ 1/10 の応力レベルの範囲での割線ヤング係数を求めている。コンクリートの非線形性は応力レベルが高まるにつれ発現することを考えれば、より高い応力レベルの範囲から求めている圧縮ヤング係数が引張ヤング係数よりも低くなることは必然といえる。例えば表-4 は、シリーズ I, II, III の引張ヤング係数と初期圧縮ヤング係数 (50~100 μ までの範囲での割線ヤング係数) を比較した結果である。両者はほぼ一致する。このことから、コンクリートの引張ヤング係数と圧縮ヤング係数は本来同等であり、本実験で表れた差は双方の値を算出する際の応力レベルの違いによるものだと判断できる。

一方、シリーズ III では、通常の圧縮ヤング係数と引張ヤング係数の値が同等になっている。シリーズ III とシリーズ I, II とで異なる点は、シリーズ I, II の試験日が材齢 7 日だったことに対し、シリーズ III の試験日は材齢 14 日だった点である。別途、シリーズ II とシリーズ III の圧縮試験における応力-ひずみ関係を見比べたところ、載荷初期から若干の非線形性が確認されるシリーズ II の応力-ひずみ関係に対し、シリーズ III では強度の 1/3 点までほとんど線形性を保持していた。このことが、圧縮ヤング係数と引張ヤング係数を同等にした理由だと考えられる。

一方、シリーズ III では、通常の圧縮ヤング係数と引張ヤング係数の値が同等になっている。シリーズ III とシリーズ I, II とで異なる点は、シリーズ I, II の試験日が材齢 7 日だったことに対し、シリーズ III の試験日は材齢 14 日だった点である。別途、シリーズ II とシリーズ III の圧縮試験における応力-ひずみ関係を見比べたところ、載荷初期から若干の非線形性が確認されるシリーズ II の応力-ひずみ関係に対し、シリーズ III では強度の 1/3 点までほとんど線形性を保持していた。このことが、圧縮ヤング係数と引張ヤング係数を同等にした理由だと考えられる。

4.2 直接引張強度が割裂引張強度を上回る理由

これは、割裂引張試験の際に、引張面に直交方向に生じる圧縮応力が本来の引張強度を低下させるためだと考えている。例えば吉本¹⁾ は、直接引張試験供試体の側面からわずか 1.0MPa 程度の圧縮応力を作用させただけで、直接引張強度が 20% 程度低下することを報告している。このことについては、さらに検討を深めたい。

5. まとめ

引張ヤング係数は圧縮ヤング係数と同等、直接引張強度は割裂引張強度と同等とする従来の扱いは必ずしも妥当ではない。材齢初期では、引張ヤング係数=1.1 \times 圧縮ヤング係数、直接引張強度=1.15 \times 割裂引張強度、以後は、引張ヤング係数=圧縮ヤング係数、直接引張強度=1.1 \times 割裂引張強度、程度に扱うべきであろう。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金(若手研究(B)17760366)にもとづいて行われています。

参考文献 1)吉本彰:コンクリートの変形と破壊, 報国社