

# 直接引張試験より得たコンクリート引張軟化曲線の評価に関する研究

東北工業大学工学部 正会員 小出 英夫  
東北工業大学工学部 正会員 秋田 宏  
東北工業大学工学部 正会員 外門 正直

## 1. はじめに

近年、コンクリートのひび割れ破壊過程に関して、より詳細な知識が要求されている。破壊過程を検討するためには、引張降伏以降の荷重 - ひずみ(変位)関係より得られる引張軟化曲線(引張応力 - ひび割れ幅関係)が必要であり、その取得方法の確立が求められている。この方法としては、ひずみ制御による直接引張試験から求める方法、曲げ試験の結果を用いて逆解析プログラムから求める方法等が提案されている。本研究では、各種コンクリートに対し、これら2つの方法よりそれぞれ引張軟化曲線を求め、それらの比較を行い、同時に著者らが提案している直接引張試験方法<sup>1)</sup>の有効性を検討した。



写真 - 1 直接引張試験装置

## 2. 実験方法

3種類(普通・高流動・早強)のコンクリートを用いて供試体を作成し、それぞれについて直接引張試験及び曲げ試験を行った。各コンクリートの配合を表 - 1 に示す。なお、それぞれの28日圧縮強度は、34.1, 44.2, 42.2N/mm<sup>2</sup>、割裂引張強度は、2.7, 3.9, 3.5N/mm<sup>2</sup>であった。

### (1)直接引張試験

10cm×10cmの断面を有する角柱供試体(中央部に10cm×10cmの断面を有するドッグボーン型供試体も一部含む)を用い、供試体打設面と底面の平均ひずみを用いたクロ-ズドル-プひずみ制御で载荷した。側面に切り欠きを設け、荷重-切り欠き部を含む変位の関係を測定し、その結果より引張軟化曲線を導いた。なお、本直接引張試験では、2次曲げを打ち消し、引張軸直角方向断面内のひずみがほぼ一様状態となるよう、著者らが提案している試験装置<sup>1)</sup>(写真-1)を用いた。

### (2)曲げ試験

10×10×40cmの角柱供試体を用い、3点曲げにより行った。中央載荷点において深さ5cmの切り込みを入れ、その開口部変位制御により、荷重-開口変位の関係を測定した。なお、本実験では開口変位測定装置の設置の関係により、写真-2示すように通常の曲げ試験と上下を逆

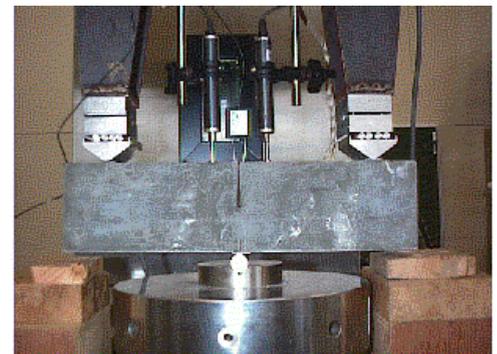


写真 - 2 曲げ試験装置

にして実験を行なった。

表 - 1 コンクリートの配合

コンクリート種別	粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単体量 (kg/m <sup>3</sup> )				
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 C× (%)
普通コンクリート	20	50	37	165	330	660	1245	0.019
高流動コンクリート	20	31	45	180	580	732	934	1.80
早強コンクリート	20	55	49	198	360	830	922	

キーワード：引張軟化曲線、直接引張試験、逆解析

連絡先：〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 TEL:022-229-1151 FAX:022-229-8393

### 3. 引張軟化曲線の比較

図 - 1 に、各コンクリートの直接引張試験より導いた引張軟化曲線を示す。各引張軟化曲線には、各コンクリートごと、角柱供試体の結果からによるものとドッグボーン型供試体からによるものとが含まれているが、相方の結果に顕著な差異は生じなかった。また、同一コンクリートから得られた引張軟化曲線は、ほぼ同一の曲線となっていることから、著者らの提案している直接引張試験方法は引張軟化曲線の取得方法として有効と考えられる。一方、図 - 2 に、曲げ試験結果より得た荷重 - 開口変位関係を用いて、橘高らの提案した多直線近似法を基に内田らによって提案されている逆解析プログラム<sup>2)</sup>で導いた、各コンクリートの引張軟化曲線を示す。図 - 2 より、逆解析から導いた引張軟化曲線は、図 - 1 に示した引張軟化曲線よりも供試体間のばらつきが大きく表れた。また、図 - 1, 2 の比較において、いずれのコンクリートでも引張軟化曲線の比較的良い一致を示している。

### 4. まとめ

以上の結果より、次のことがわかった。(1) 著者らが提案している2次曲げを打ち消す工夫をした直接引張試験方法を用いることにより、各種コンクリートに対して、一般に困難であると考えられている直接引張試験からも精度良く引張軟化曲線を得ることができる。(2) 直接引張試験より得た引張軟化曲線は、供試体によるばらつきが小さい。一方、逆解析より導いた引張軟化曲線は、使用した曲げ試験結果の供試体間のばらつきがかなり敏感に引張軟化曲線のばらつきに影響を与え、また、パラメータの設定にも起因するが、

軟化曲線そのものも、滑らかな結果となった。

### 参考文献

- 1) 秋田宏・小出英夫・外門正直：コンクリートの直接引張試験における実際的方法、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.21、No.2、1999
- 2) 土木学会コンクリート委員会寸法効果小委員会：コンクリートの寸法効果と引張軟化曲線、コンクリート技術シリーズ18、3章、1997

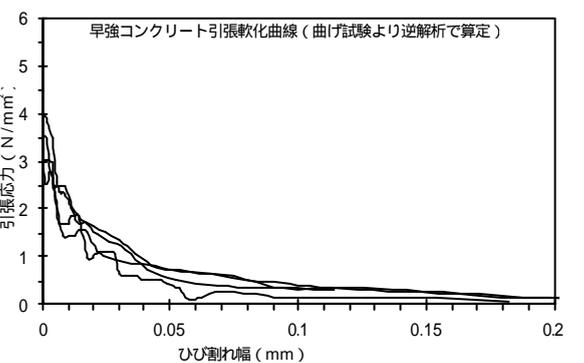
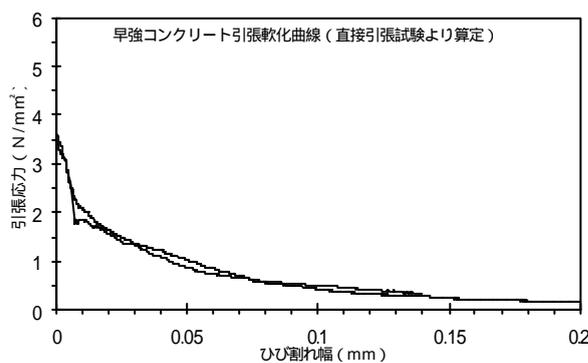
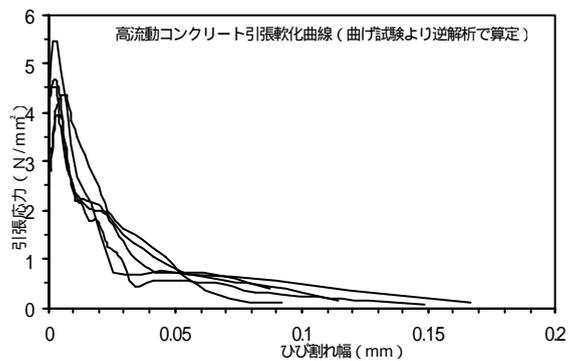
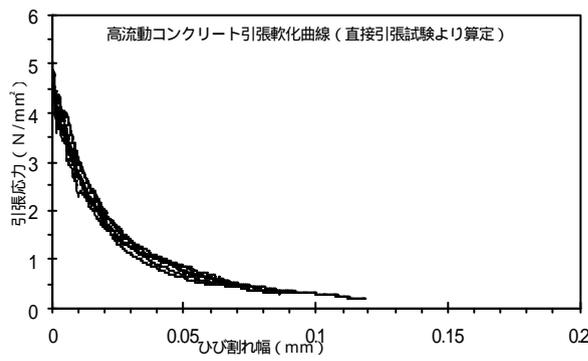
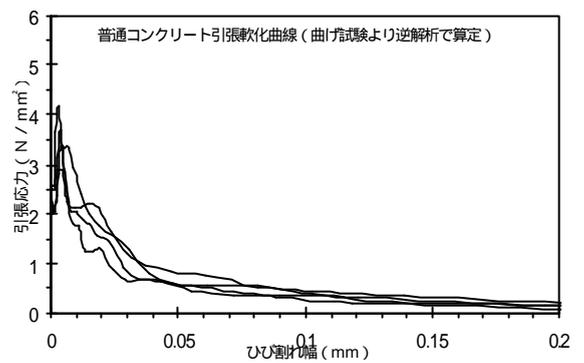
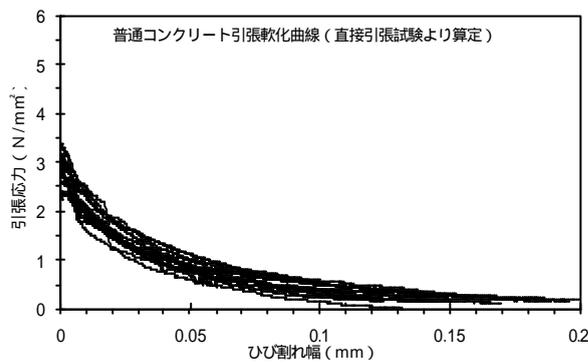


図 - 1 直接引張試験より導いた引張軟化曲線

図 - 2 逆解析より導いた引張軟化曲線