

直接引張試験から得られる高流動コンクリートの引張軟化曲線

東北工業大学 学生会員○高橋 充
 " 正会員 秋田 宏
 " " 小嶋 三男

1. まえがき

コンクリートの破壊過程を検討するためには、引張軟化特性を考慮する必要があり、引張軟化曲線採取方法を確立することが重要である。著者らは、切り欠きの無いドッグボーン型供試体を用いた直接引張試験を行ない、一応の成功を見た¹⁾。しかし、ひずみゲージ位置での破断割合が7本中2本にすぎず、その理由は荷重の偏心による曲げが十分小さくないためと考えられた。そこで、ユニバーサルジョイントと曲げ付加装置を組み合わせたとともに、一般的な角柱供試体を用いた直接引張試験を行なったが、ひずみゲージを3段に用いたため、ひずみを一様に制御する断面の選択が困難であった。今回は高流動コンクリートで角柱、ドッグボーン型の両供試体を用い、接着部を強化するために埋め込みボルトを採用して直接引張試験を行なったので、その結果を報告する。

2. 実験概要

著者らが考案した曲げ付加装置(図-1)はユニバーサルジョイントと連動して荷重の偏心による曲げを完全に打ち消し、さらに引張軟化による折れ曲がりも同時に打ち消すことができる。実際には供試体接着部に十字になる形で角鋼棒を溶接し、上下に掛け渡した丸鋼棒のネジを締めることで曲げを打ち消す。たとえば供試体の中心線がユニバーサルジョイントのピン中心線から1mmずれた場合には、丸鋼棒は中心から150mmの位置にあるので、試験機の荷重の1/150の張力で曲げを打ち消すことができる。ただし、供試体表面で 1.0×10^{-6} 程度のひずみを調節するには、鋼棒の長さで1000分の1mm程度の調節が必要となる。そのため歯車テコを用いることにし、たとえば丸鋼棒のネジ0.5mmピッチに対し水平の歯車の歯数を50とすれば、垂直の歯車で操作するとき1/10回転で

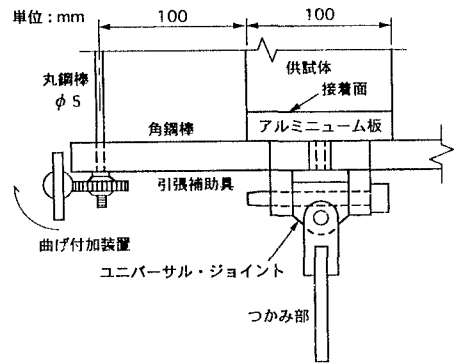


図-1 曲げ付加装置

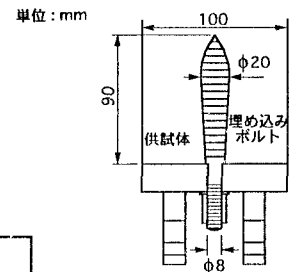


図-2 埋め込みボルト

表-1 使用コンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	フロー値 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kg/m³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 (%)
20	60	4.5	33.0	49.4	170	515	834	900	1.4

制御すれば良い。これまでの実験から接着面の強度は200KN/cm²程度と推定され、それ以上の引張強度を有する供試体の試験はできないので、埋め込みボルト(図-2)を併用して接着面を強化した。実験で使用したコンクリートは、表-1で示される配合で、33日間の水中養生後、実験前日にひずみゲージや端部の接着を行なった。また、ゲージをはるることによる中央断面の補強効果を相殺する目的で上、下段には厚さ0.04mmのスチール箔を接着した。角柱供試体には計12枚のゲージを用い上段1~4ch、中段5~8ch、下段9~12chとした。

3. 結果と考察

本実験では引張軟化曲線を得ることはできなかったが、今後の改良点を把握することができた。図-3, 4, 5は角柱供試体の各チャンネルのひずみ-時間のグラフである。引張軟化曲線を得るためには、破断面で断面全体を均等に軟化させ、軟化域が一方の側面から生じるための折れ曲りを打ち消す必要がある。この供試体については供試体中段の5～8chの断面で制御を行ったため、ひずみが4チャンネルともほぼ揃い(図-4)、下段では揃っていないことがわかる(図-5)。図-3に表われているように、ここで注目すべきことは、供試体上部断面では、1200秒付近から3, 4チャンネルと1, 2チャンネルのひずみに差が生じ、3, 4チャンネルのひずみは増えているが、1, 2チャンネルは、2400秒付近から減少していることである。2400秒付近からは中段断面よりも大きいひずみ量を記録しており、3, 4チャンネルのゲージ付近で引張軟化が起こったことを示している。これは、ひずみが一樣な断面よりも一樣でない断面の方が先に軟化することを意味している。応力-ひずみの線形関係が保たれないとしても、ひずみが大きいほど応力も大きいとすれば、応力-一樣断面よりも一樣でない断面の方が最大応力が高いので、必ず先に軟化することになる。したがって、ひずみゲージによる補強効果を相殺する程度の補強では不十分であることがわかる。

そこで、次に行なったドッグボーン型供試体の実験では上、下段の補強を強化し、そこでの軟化を防ぐことを試みた。しかし、実験途中で埋込みボルトのネジ部の方が先に降伏してしまった。これは、今回の実験に使用した高流動コンクリートの引張強度が予想より大きかったのも原因のひとつである。現在はボルトネジ部の断面を大きくした改良型埋め込みボルトを使用する実験を計画中である。

4. まとめ

- 1) ユニバーサルジョイントと曲げ打ち消し装置を組み合わせた直接引張試験で、引張軟化曲線を採用することは可能だと思われる。
- 2) 中央断面全体を均等に軟化させるには、その他の断面が先に軟化するのを防ぐことができる程度の補強が必要と思われる。

参考文献 1) 秋田・小出・外門：切り欠きの無い供試体を用いたコンクリートの直接引張試験，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 19, No. 2, pp. 39-44, 1997.

2) 秋田・小出・外門：切り欠きの無い角柱供試体を用いた直接引張試験，第52回年次学術講演会講演概要集 第5部，pp. 476-477, 1997.

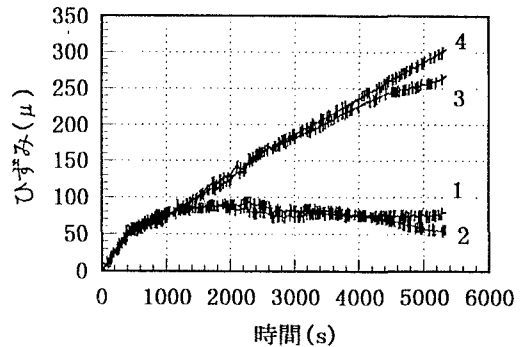


図-3 ひずみと時間の関係 (1～4 ch)

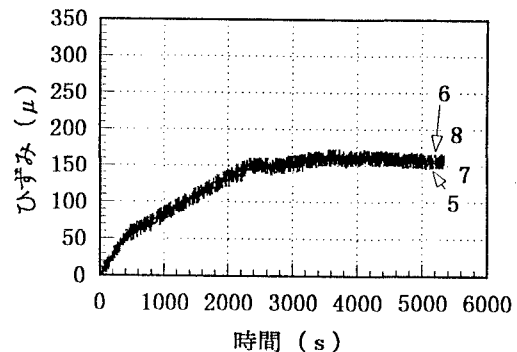


図-4 ひずみと時間の関係 (5～8 ch)

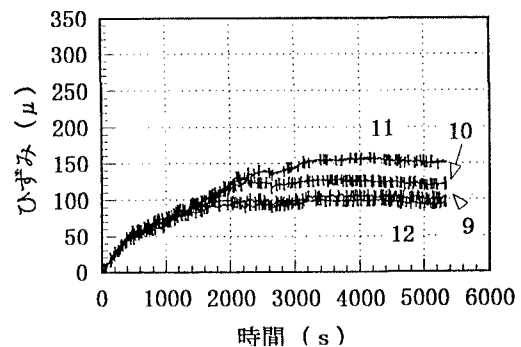


図-5 ひずみと時間の関係 (9～12ch)