

コンクリートの直接引張試験における 2 次曲げの自動消去について

東北工大 正会員 韓 相黙

東北工大 正会員 秋田 宏

東北工大 正会員 小出英夫

東北工大 正会員 小嶋三男

1. はじめに

コンクリートの引張軟化曲線は、破壊過程の解析および材料の性能評価の指標となる重要な力学特性を表すものである。また、直接引張試験は多くの仮定を必要とせず実験結果から直接に引張軟化曲線が得られることから、破壊力学パラメータを求める方法として最も望ましいものと言える。しかしながら、コンクリートの直接引張試験には難しい点がいくつかあり、いまだに信頼性と普及性を同時に満足するものは確立されていない。それらの難しい点は不安定破壊、2 次曲げ、複数ひび割れ、重複ひび割れの 4 つに整理することができ、以前著者らが提案した方法はそれらの問題を全て克服するものである¹⁾。

このうち、コンクリートの不均一性に由来する 2 次曲げの影響は最も大きく、引張強度の測定値に与える誤差が 20%になることもあるので、それを防ぐことは重要である。著者らはユニバーサルジョイントと独自に開発した曲げ付加装置を組み合わせることで、2 次曲げを防ぐ方法を考案した。本研究は、これまで手動で行った 2 次曲げ消去装置にコンピュータ制御の DC モーターを取り付け、自動的に制御できる試験方法を開発し、その適用性について調べたものである。

2. 手動曲げ付加装置

コンクリートの直接引張試験で生じる曲げには、荷重の偏心によるものと、コンクリートの不均一性によるものがある。供試体の作成誤差、取付け誤差などをすべて取り除いたとしても、コンクリートの不均一性から生じる曲げ、すなわち 2 次曲げは避けられない。供試体を引っ張る過程で最も弱い部分から損傷が始まり、破壊進行領域または引張軟化領域が形成される。この領域では他の部分に比べて変形が大きくなるため、供試体には曲げが生じることになる。また、当初向かい合う両面から破壊進行領域が均等に進展したとしても、粗骨材などによるクラックアレスト効果のアンバランスのため、一方の破壊進行領域の進展が拘束され、他の一方のみが進展するため 2 次曲げが発生する。これらの 2 次曲げは、荷重の増加に伴いますます大きくなり、一様な変形状態とはほど遠くなるので、引張強度の測定値に大きな誤差を生じる。したがって、著者らは図-1 に示すようにユニバーサルジョイントと、独自に開発した曲げ付加装置を組み合わせることで、2 次曲げを防ぐ方法を考案した。供試体はユニバーサルジョイントを介して載荷装置に取り付けられ、供試体を接着したアルミニウム板から張り出したアームに曲げ付加装置を取り付ける。実際の操作は、変形が大きくなった面に対する曲げ付加装置を回し、丸鋼棒に引張力を与えることで供試体を圧縮し、反対面と変形をバランスさせるのである。この装置では実験の開始から終了まで人間による観察および操作を必要とする。

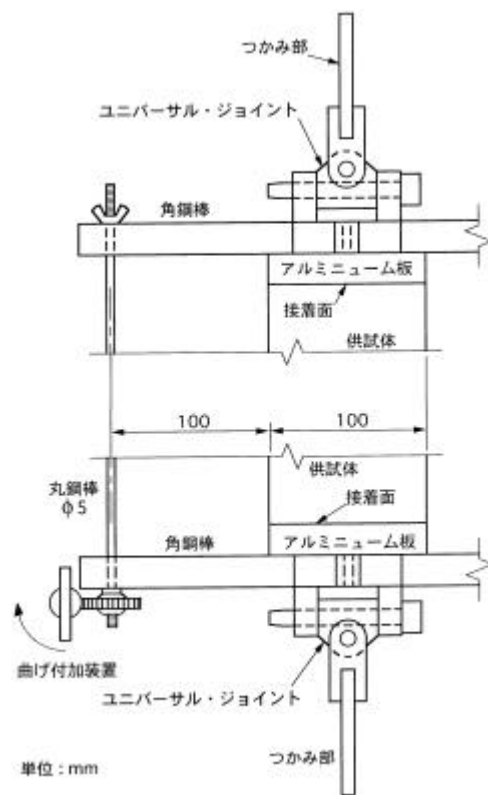


図-1 手動曲げ付加装置

キーワード：直接引張，引張軟化，2 次曲げ，自動コントロール，試験方法

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

3. 手動装置の問題点

2 次曲げを防ぐことにより，信頼できる直接引張試験結果が得られるとしても，長時間にわたって人間が変形を観測し装置を操作しなければならないことは問題点である．例えば，人間が操作する限り，不注意による操作の遅れ，勘違いによる誤操作等が起こる可能性がある．図-2 に手動操作によって得られた失敗例を示す．図-2 の荷重 - 変形曲線において，向かい合う側面から得られた 2 本の曲線が一致しない部分が 2 箇所あるが，ピーク過重後の場合は操作の若干の遅れであり，中頃の場合は曲げ付加装置を反対に回したためであると考えられる．したがって，より信頼できる結果を得るためには，手動で制御する装置を自動操作に改良する必要があると考えられる．

4. 自動曲げ付加装置

手動操作よりも精度を高めるために，各曲げ付加装置にコンピュータプログラムで制御される DC6V，60rpm のモーターを取り付けた自動装置を開発した．写真-1 に曲げ付加装置に取付けられたモーターおよび試験の状況を示す．モーターの速度は一定であるが，回転方向は変えられる．モーターの回転プログラムは BASIC で作成されており，1 サイクルに 0.04 秒かかる．2 次曲げによる変形値が許容値を超えるとモーターの回転により，丸鋼棒に引張力を与え，反対面と変形をバランスさせる仕組みになっている．

5. 結果および考察

図-3 は自動装置から得られた荷重 - 変形曲線を示す．図-2 と同様に向かい合う側面から得られた 2 本の曲線である．手動装置から得られた図-2 の曲線に比べて，自動装置を用いることで，より滑らかな曲線が得られた．さらに，Ch-2 と 4 の 2 本の曲線がほぼ一致しており，2 次曲げが消去されていることが確認された．したがって，手動で曲げ付加装置を操作する場合に比べて，自動化することにより，より信頼性が高い実験結果が得られることが明らかになった．また，2 次曲げを確実に防ぐことが可能となり，ほぼ正確な引張軟化曲線が得られることができた．

6. 結論

コンクリートの直接引張試験における 2 次曲げを防ぐ方法として，コンピュータプログラムで制御した 4 つの DC モーターを取り付けた自動曲げ付加装置を用いることにより，より信頼性が高い試験方法を実現することができた．

【参考文献】1)Akita, H., et. al. : A practical method for uniaxial tension test of concrete, Concrete Science Engineering, (in submitting)

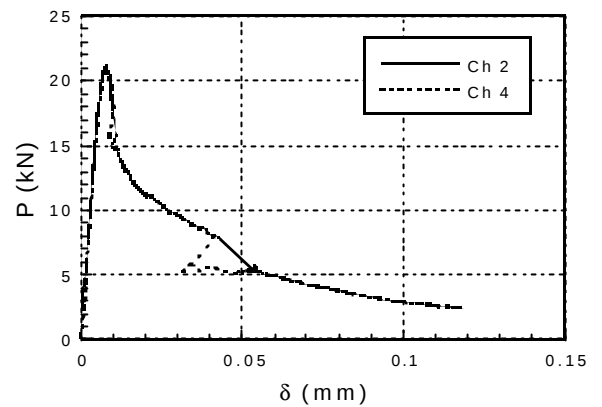


図-2 手動操作による荷重 - 変形曲線



写真-1 自動曲げ付加装置付

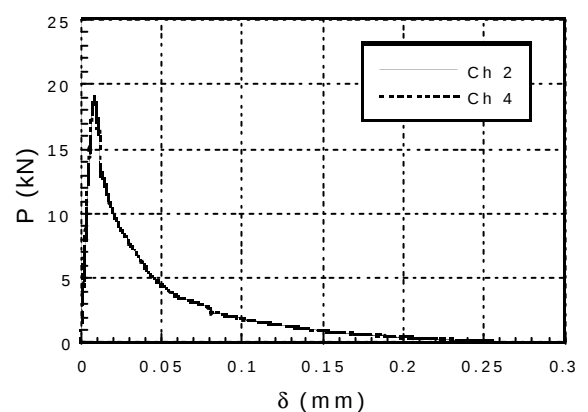


図-3 自動操作による荷重 - 変形曲線