

V-38 コンクリートの直接引張試験における2次曲げ自動消去に関する考察

東北工業大学 正員○小嶋 三男

" 正員 秋田 宏

" 正員 小出 英夫

1. まえがき

コンクリートはもっとも多く使われている建設材料であり、その破壊挙動を知るためには、引張軟化曲線が必要である。コンクリートの直接引張試験は引張軟化曲線を求める方法としてもっとも望ましい方法であり、実験結果のみから引張軟化曲線が得られ、同一の供試体から引張強度と軟化曲線を同時に得ることができる。しかし直接引張試験にはいくつかの難しい点があり、試験結果に大きな誤差が生じる。その中でも特に大きな影響を及ぼす2次曲げは、ユニバーサルジョイントと曲げ付加装置を組み合わせ手動・自動の操作で防ぐことができる。曲げ付加装置の自動化とは、同装置の締めたり緩めたりする作業をコンピュータプログラムで制御されたDCモーターで代行したものである。

昨年度は主切欠きのある打設側面（ch2, ch4）方向の2次曲げについて手動・自動の比較を行った。なぜなら切欠きの深い打設側面方向が断面2次モーメント、したがって曲げ剛性が小さくなることから2次曲げが大きくなると予想されたからである。しかしながら底面と打設面（ch1, ch3）方向について全く調べないのは手抜きになるため、本年度は切欠きの浅い底面と打設面方向の2次曲げについて比較を行う。

2. 実験概要

容量500kNの変形制御式載荷装置で、圧縮強度30MPa程度、寸法100×100×400mmで作られたコンクリートの角柱供試体で直接引張試験を行った。試験結果のうち、1999年～2003年の結果から手動による供試体30本と、自動化によるもの30本を取り上げた。

3. 結果・考察

図-1, 図-2は2次曲げの発生を見るために荷重（P）と変形（ δ ）の関係を向かい合うch1とch3（底面と打設面）について個別に示している。図-1は手動実験から得た典型的な悪いグラフの一例である。0.03mm付近で2次曲げが発生し、ch1とch3の変形に差が表れているのが見て取ることができる。図-2は自動実験で得た結果であり、ch1とch3のどちらの曲線も区別がつかないほど一致していることから、2次曲げが効果的に消去されていることが分かる。さらに荷重が0にかなり近づくまでデータが得られている。もし図-1のように途中で破断した場合には、破断点での接線での曲線を代用するため誤差を増加させることになる。したがって、曲げ付加装置の自動化は手動に比べ二重に精度を向上させると考えられる。

図-3は、2次曲げ発生回数、2次曲げによる最大変位差、破断荷重が明瞭に表れている荷重-変形曲線の一例である。

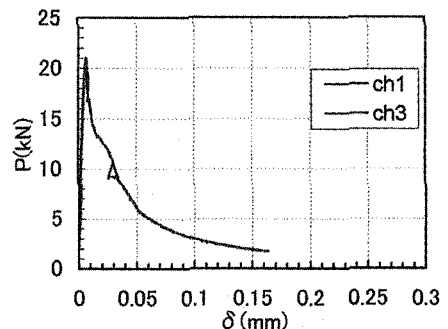


図-1 荷重-変形曲線(手動)

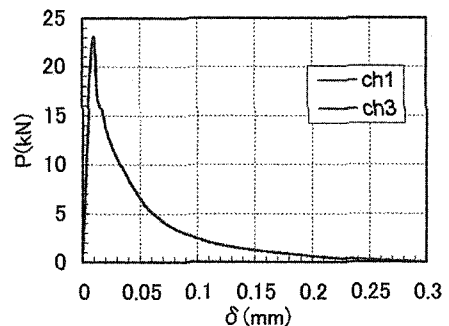


図-2 荷重-変形曲線(自動)

A～Dは2次曲げが発生した箇所であり、この例では4回である。Dは2次曲げによるch1とch3の最大変位差が表れた箇所である。実験データによれば、 $6.72 (\times 10^{-3} \text{mm})$ である。Eは供試体の破断荷重で同じく実験データより、0.54 (kN)である。

図-4は供試体の破断荷重をまとめたものである。このグラフの場合、0～0.5kN未満を0kN、0.5～1.0kN未満を0.5kNと表記している。手動実験のグラフでは破断荷重が0～4kN以上の広い範囲に分布し、0.5～2.0kN未満に特に集中している。それに対し自動実験のグラフでは、30本全てが0～1.5kNに分布し、うち20本が0～0.5kNと、より0に近い値で破断している。このことから手動実験に比べ自動実験では早い段階（大きい荷重）での破断が減ったため精度の良い実験が行われていると考えられる。

図-5は各々の供試体から認識できる2次曲げの回数を表したものである。手動実験では2次曲げが発生しなかった供試体は無く必ず2次曲げが発生していて、発生回数も1～8回と広く分布している。自動実験では2次曲げが発生しなかった供試体が14本と約半数を占め、2次曲げ発生回数1回とあわせると8割以上を占めている。これは曲げ付加装置の自動化により2次曲げに対し、迅速な対処が行われているためと思われる。

図-6はch2、ch4とch1、ch3の自動実験の比較で最も顕著に差が表れていた、2次曲げの発生回数についてのグラフである。ch1、ch3の場合、2次曲げ発生回数0回、1回が多く、それ以上は少ないがch2、ch4では2回が最大で、0回、1回は比較的少ない。したがって予想された通り、曲げ剛性の小さいch2、ch4方向の2次曲げ発生が多いことが分かる。同様の結果は最大変位差についても言える。

4. まとめ

直接引張試験を実行する際、自動曲げ付加装置と手動曲げ付加装置を用いた場合についてch1、ch3に関する破断荷重・2次曲げ発生回数を比較し、自動曲げ付加装置の効果について調べた。その結果、破断荷重・2次曲げ発生回数の比較項目で自動曲げ付加装置を用いた場合のほうが優れた結果となった。よって自動曲げ付加装置を用いることにより、手動曲げ付加装置で起こりうる誤操作や操作遅れを防ぐことができ、信頼性の高いデータを得ることができる。また、2次曲げ発生回数を比較すると曲げ剛性の小さいch2、ch4の方がch1、ch3よりも大きいことが実験の結果から確認できた。

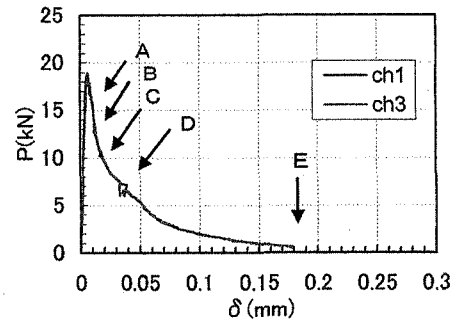


図-3 荷重-変形曲線

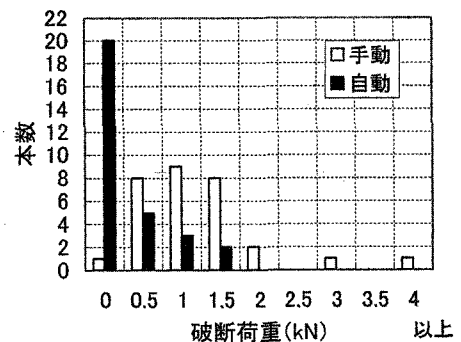


図-4 破断荷重

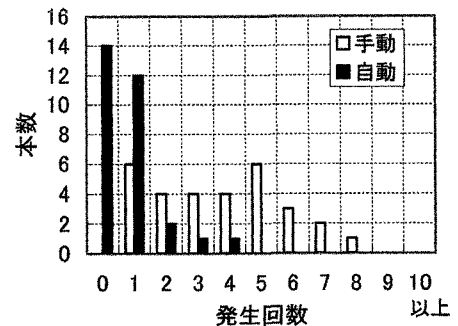


図-5 発生回数

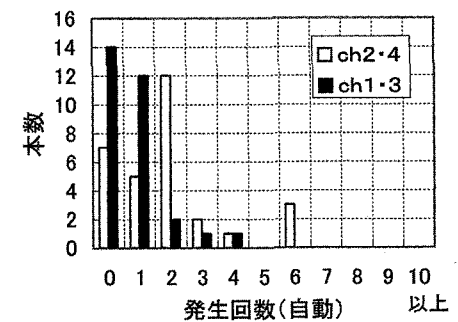


図-6 発生回数