

V-40 コンクリートの直接引張試験における2次曲げ自動消去と手動消去の比較

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

コンクリートの引張軟化曲線は、破壊挙動を求めるために重要であるが、それを得る標準的な試験方法はまだ確立されていない。様々な試験方法の中で、直接引張試験は引張軟化曲線を求める方法として最も望ましい試験方法であり、実験結果のみから直接に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出来る。しかし直接引張試験にはいくつかの難しい点があり、主に不安定破壊、2次曲げ、複数ひび割れ、重複ひび割れなどが原因で大きな誤差を生じる^{1), 2)}。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ることで防ぐことが出来る。しかし手動の装置では実験を行っている間、人間が2次曲げを観測し、装置を操作しなくてはならないので、操作遅れや誤操作を免れない。本研究は実際の引張試験結果をもとに曲げ付加装置を自動化した場合と手動の場合との比較を行い、自動化の効果を検討したものである。なお、曲げ付加装置の自動化とは、曲げ付加装置を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モーターを用いることで自動化したものである。

2. 実験概要

圧縮強度 30MPa 程度のコンクリートで作られた 100×100×400mm の角柱供試体を使用し、容量 500kN の変形制御式載荷装置で直接引張試験を行った。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, 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 ch2 と ch4(打ち込み時側面)について個別に示している。図-1 は手動の実験から得られた典型的な悪いグラフの一例であり、変形が 0.04mm 付近で大きな2次曲げが発生したと思われる ch2 と ch4 の変形に差が出ている。図-2 は自動曲げ付加装置による結果であり、ch2 と ch4 のいずれの荷重-変形曲線もお互いに区別できないほどよく一致しており、2次曲げが効果的に消去されたことが分かる。また、供試体が途中で破断せず荷重がゼロに近づくまでデータが得られていることから、曲げ付加装置の自動化は手動装置に比べ2重に精度を向上させるものと思われる。

図-3 は2次曲げ発生回数、最大変位差、破断荷重が明瞭に現れている荷重-変形曲線の一例である。A、B、C は2次曲げが発生した箇所であり、この例では3回である。B は2次曲げによる最大変位差が現れた箇所である実験データでは 10.38(1/1000mm) である。D はコンクリートの破断荷

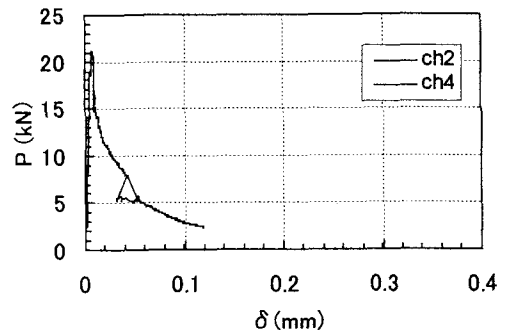


図-1 荷重-変形曲線（手動）

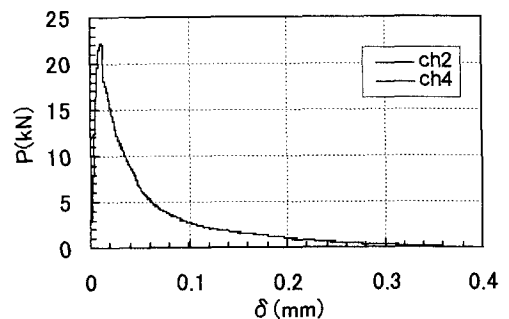


図-2 荷重-変形曲線（自動）

重で実験データでは1.15 (kN)である。

図-4は破断荷重(kN)と供試体の本数をまとめたものであり、破断荷重0.5(kN)未満を0として0.5~1(kN)未満を0.5と表している。この結果から、手動では破断している荷重が0~4と広い範囲に分布していることが分かる。それに比べ自動による試験結果のほうがより破断荷重が0に近い値で破断している供試体数が多いことが分かる。

図-5は図で認識できる2次曲げ発生回数を表したものである。この結果から手動に比べ自動では3回以上が少なくなり、0回~2回までが格段に多くなっていることが分かり、精度の良い実験が行われていると考えられる。図で認識できる2次曲げ発生回数が減ったのは、自動による曲げ付加装置操作により迅速な操作がおこなわれているためと思われる。

図-6は最大変位差をまとめたものである。手動での試験結果より自動での試験を行った方が最大変位の差が0~2(1/1000mm)の供試体数が多く、6~10(1/1000mm)の供試体数が少なくなっている。これは2次曲げの発生回数とも関係するが自動によるコンピュータ操作で迅速な操作や人為的なミスが除去されたため、2次曲げ発生回数と最大変位差がともに小さくなったものと考えられる。しかし、手動と自動どちらも最大変位差16(回)以上が出ていることから自動による方法でも消去しきれない2次曲げもあることが分かる。

4. まとめ

最大変位差・供試体の破断荷重・2次曲げ発生の回数に関して比較してみた結果、いずれも2次曲げの自動消去装置を用いたことで手動操作よりもすぐれた結果が得られている。よって、コンクリートの直接引張試験における2次曲げ自動消去装置を用いることにより、より信頼性のあるデータを取ることができると言える。

参考文献

- 1) 秋田・小出・三橋:「コンクリートの直接引張試験における4つの誤解」コンクリート工学論文集 Vol. 16, No. 1, pp. 77-85, 2005.
- 2) 秋田・小出・孫・外門:「コンクリートの直接引張試験で得られる引張強度の精度に関する検討」コンクリート工学論文集 Vol. 12, No. 2, pp. 105-112, 2001.

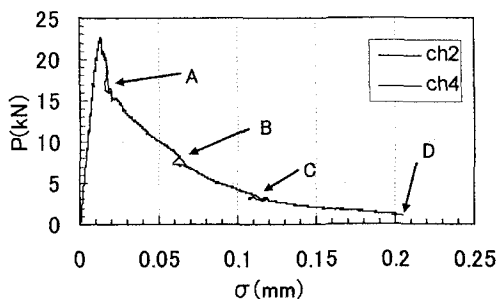


図-3 荷重-変形曲線

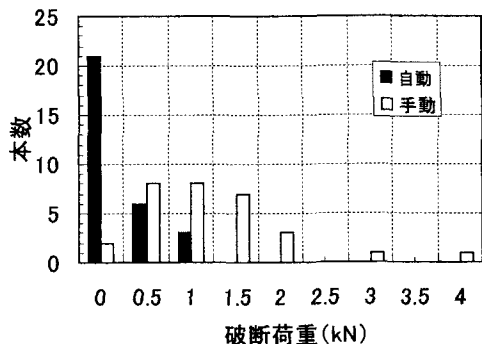


図-4 破断荷重

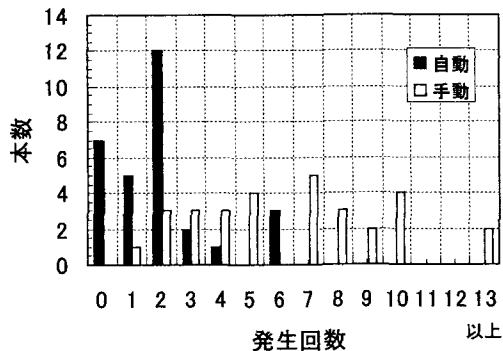


図-5 発生回数

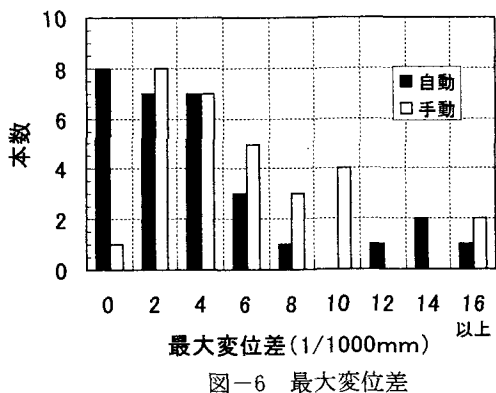


図-6 最大変位差