

## サーボ制御式一軸引張型拘束収縮試験装置による自己収縮拘束特性の評価

金沢大学大学院 学生会員 森下降志

金沢大学工学部 正会員 五十嵐心一

金沢大学工学部 フェロー 川村満紀

## 1. 序論

自己収縮が拘束されることにより発生する引張応力が、強度発現の十分でない若材齢の高強度コンクリートにひびわれを生じさせる可能性が指摘されている。高強度コンクリートがその高性能を十分に発揮するためには、拘束応力の大きさを適切に評価し、ひびわれの発生を抑制する技術を確立することが必要である。この場合、発生する拘束応力はクリープにより著しく緩和されるので、ひびわれの発生機構は若材齢におけるコンクリートの粘弾性的な性質との関連において理解されねばならない[1]。

本研究においては、収縮ひずみが完全拘束される場合のひずみ成分を分離して評価することが可能である。双子型供試体を使用した一軸引張型拘束収縮試験装置[2,3]を作製した。そして、この装置を自己収縮の拘束試験に適用し、自己収縮が完全に拘束される比較的厳しい条件下での損傷発生の可能性について検討した。

## 2. 実験概要

(1) 使用材料およびコンクリートの配合

使用したセメントは普通ポルトランドセメントであり、骨材には石川県手取川産の川砂、川砂利(最大寸法 10mm)を使用した。コンクリートの水セメント比は 0.25 であり、目標スランプ 10cm として高性能減水剤の添加量を定めた。コンクリートの配合を表-1 に示す。

表-1 高強度コンクリートの配合(kg/m<sup>3</sup>)

| W/C  | 水   | セメント | 細骨材 | 粗骨材  | 減水剤(%wt.C) |
|------|-----|------|-----|------|------------|
| 0.25 | 145 | 581  | 559 | 1086 | 1.7        |

## (2) 一軸引張型拘束試験

練り混ぜたコンクリートを図-1 に模式的に示した恒温室(20℃)内に置かれた拘束試験試験装置の型枠(供試体寸法：50×50×1018mm)に打設し、直ちに密封した。2本の

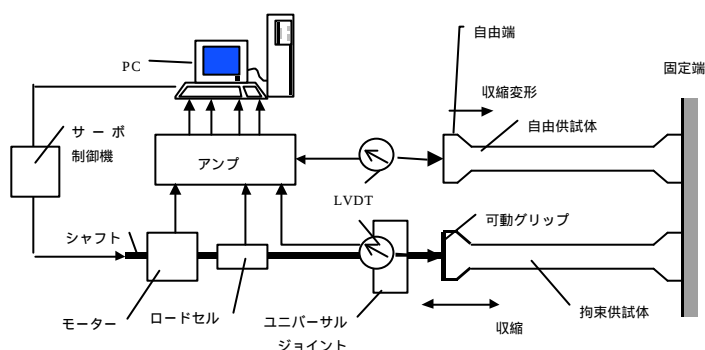


図-1 一軸引張型拘束収縮試験装置

供試体のうち、1本の供試体(非拘束供試体)は自由な収縮変形を許しその収縮量を自動計測した。一方、拘束供試体では拘束開始材齢を12時間とし、収縮ひずみが $10 \times 10^{-6}$ に達するたびに、モーターの駆動により初期位置まで供試体を引き戻し、その過程でのグリップの変位と拘束応力の変化を連続的に自動計測した。

### (3) 割裂引張強度試験

収縮拘束試験終了後の非拘束供試体および拘束供試体を使用して、BS1881:Part117 に従って割裂引張強度を求めた。

#### (4) 静弾性係数試験

直径 50mm×高さ 100mm の円柱供試体を作製し、拘束収縮試験と同様に密封養生を行った。所定材齢において JIS A 1113 に従って圧縮強度試験を行い、同時に静弾性係数を求めた。

### 3. 結果および考察

図-2 はコンクリートの自己収縮ひずみおよび拘束供試体の拘束応力の時間にもなう変化を示したものである。収縮ひずみは材齢 24 時間程度まで著しく増大し、その後の増大割合はそれ以前に比べて小さくな

キーワード：拘束収縮試験，自己収縮，クリープ，累積弾性ひずみ，損傷

連絡先：工学部土木建設工学科 〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 076-234-4622 Fax076-234-4632

るが、ほぼ直線的に増大する。一方拘束応力は、材齢 24 時間以降一定の割合で増大し、材齢 7 日で 2MPa 以上の応力に達している。

図-3 は拘束供試体にて拘束されているひずみ成分の変化をクリープひずみ成分および弾性ひずみ成分に分

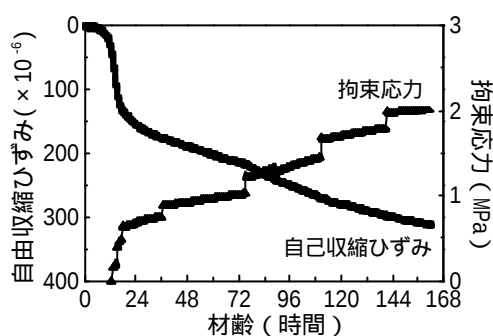


図-2 自己収縮ひずみおよび拘束応力の変化

けて示したものである。クリープひずみは拘束開始直後から材齢 18 時間にかけて著しい増加を示し、それ以降も大きな割合で増加し続けるが、弾性ひずみの材齢にともなう増加はそれに比べて小さく、結果としてクリープひずみが拘束された全収縮ひずみの 70% ~ 80% を占めている。

図-4 は拘束により発生する引張応力の割裂引張強度に対する比の時間にともなう変化を示したものである。引張応力/引張強度比の時間の進行にともなう変化は比較的小さい。

図-5 は拘束供試体において可動グリップを引き戻す際の応力増分から求めた弾性係数と強度試験時に測定した静弾性係数を比較したものである。材齢 24 時間前後までは、拘束供試体の弾性係数と静弾性係数の差はほとんどなく、同程度の値を示す。しかしその後の材齢の進行にともなう弾性係数の増加傾向は異なり拘束供試体の弾性係数の増加は小さく、材齢 7 日で強度試験から求めた静弾性係数の約 55% の値に達するに過ぎない。表-2 に試験終了後の供試体を用いて行った割裂引張強度試験結果を示す。拘束供試体は自由に収縮を許した供試体に比べて低い引張強度を示している。一定荷重を作用させる引張クリープ試験において、若材齢に載荷を行った場合でも引張強度の発現はほとんど影響を受けないと報告されており [4]、また図-4 に示すように応力/強度比の値もあまり大きくはなく、通常考えられている微細ひび割れ発生レベルよりも低い。しかし本研究のように自己収縮の完全拘束という厳しい拘束条件下においては、弾性係数の低下および引張強度の低下が認められ、拘束応力の発生にともないコンクリート内部にひび割れが生じている可能性が示唆される。

#### 4. 結論

- (1) 拘束供試体の累積弾性ひずみを用いて、拘束された収縮ひずみをクリープひずみと弾性ひずみに分離して評価した。
- (2) 自己収縮を完全に拘束したときに発生する拘束応力のかなりの部分はクリープによって緩和され、引張応力/引張強度比は低い値を示す。
- (3) 完全に自己収縮を拘束した供試体において、弾性係数および引張強度の低下が認められた。

参考文献 [1]自己収縮研究委員会報告書, 日本コンクリート学会, 1996, [2]Kovler, K.: Materials and Structures, Vol.27, No.170, pp.324-330, 1994, [3]Toma, G. et al: Self-desiccation and its importance in concrete technology, eds. Persson, B. & Fagerlund, G., Proceedings of the 2nd International Research Seminar in Lund, pp.61-71, 1999, [4]根木崇文 他: コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.2, pp.757-762, 1999,

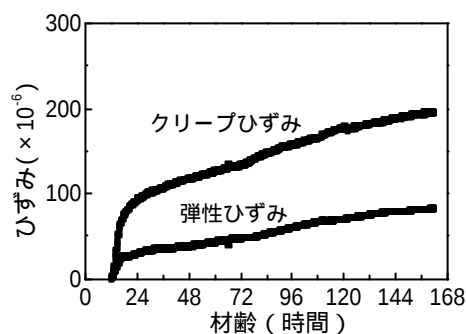


図-3 クリープひずみおよび弾性ひずみの変化

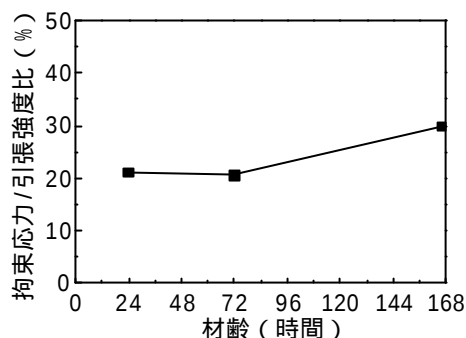


図-4 引張応力/引張強度比の変化

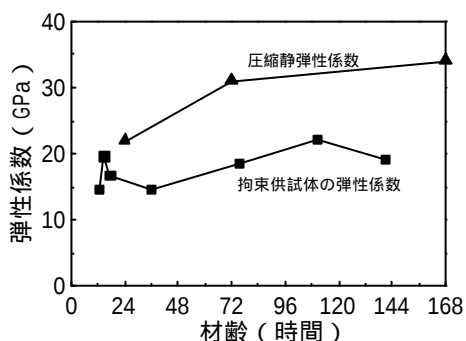


図-5 弾性係数の変化

表-2 割裂引張強度試験結果

| W/C    | 引張強度(MPa) |
|--------|-----------|
| 非拘束供試体 | 5.04      |
| 拘束供試体  | 4.67      |