

動的三軸圧縮応力下におけるコンクリートの横方向軟化特性を 評価するための計測方法に関する検討

防衛大学校 学生員 ○上林 勝敏
九州大学

正 員 藤掛 一典
正 員 園田 佳巨

正 員 大野 友則
フェロー 彦坂 照

1. はじめに

衝撃荷重を受ける RC 構造物の挙動を動的 FEM 解析によって適切に予測するためには、コンクリートの高ひずみ速度・三軸応力下における軟化挙動も考慮した構成モデルの開発が必要である。既に著者らは、コンクリートの急速三軸圧縮荷重を行い、その結果に基づいて、破壊領域における軸方向圧縮応力・軸方向圧縮ひずみ関係をひずみ速度効果を考慮して定式化した。しかしながら、急速三軸応力下の軟化領域におけるコンクリートの横方向ひずみの挙動は計測が困難なことから把握するには至っていない。Ahmad ら¹⁾は、静的三軸応力下のコンクリートの挙動を調べるために、鋼管で拘束されたコンクリート円柱供試体を用いて静的三軸圧縮荷重試験を行い、鋼管の円周方向のひずみを計測することでコンクリート供試体の横方向ひずみおよび供試体に作用する側圧を求める手法を提案している。本研究では、これと同様な手法を適用して急速荷重を受けるコンクリートの軟化領域における横方向ひずみを計測することを試みた。ただし、コンクリートに作用する応力とひずみを適切に評価する観点からは、コンクリートと拘束用鋼管の付着の影響を極めて小さくし、コンクリート供試体には拘束用鋼管による受動的な拘束側圧のみが作用する状態が望ましい。そこで基礎的な検討として、コンクリート円柱供試体に配置される拘束用鋼管の分割数が軸方向急速荷重におけるコンクリートの応力状態や破壊領域に及ぼす影響について調べた。

2. 試験概要

本研究では、コンクリートの静的圧縮試験にはサーボ制御式圧縮試験機を、急速圧縮荷重試験には急速荷重装置をそれぞれ用いている。試験に使用した供試体は、直径 100mm 高さ 200mm のプラスチックモールド中にアルミニウム管(A6063-T5)を図-1 に示すように配置し、その中にコンクリートを打設することで作成した。コンクリートの圧縮強度は $36.9(\text{N}/\text{mm}^2)$ である。アルミニウム管の拘束面積および肉厚(2.8mm)はすべて同一とし、供試体中央には異形加工したアクリル棒にひずみゲージを貼付した治具(SMR: strain measurement rod)を埋め込んでいる。計測項目は供試体下部に設置したロードセルによって計測される軸方向荷重、アルミニウム管の軸方向および横方向に貼付したひずみゲージによって計測されるアルミニウム管の軸方向ひずみ、円周方向ひずみ、および SMR に貼付したひずみゲージによって計測される供試体の軸方向ひずみの 4 項目である。試験パラメータはアルミニウム管の分割数と荷重速度の 2 つとした。分割数は分割無し、3 分割、5 分割の 3 つとし、荷重速度(ひずみ速度)は静的($10^{-5}(1/\text{sec})$)、高速($10^0(1/\text{sec})$)の 2 レベルとした。試験は同一ケースに対して 3 回ずつ行っている。

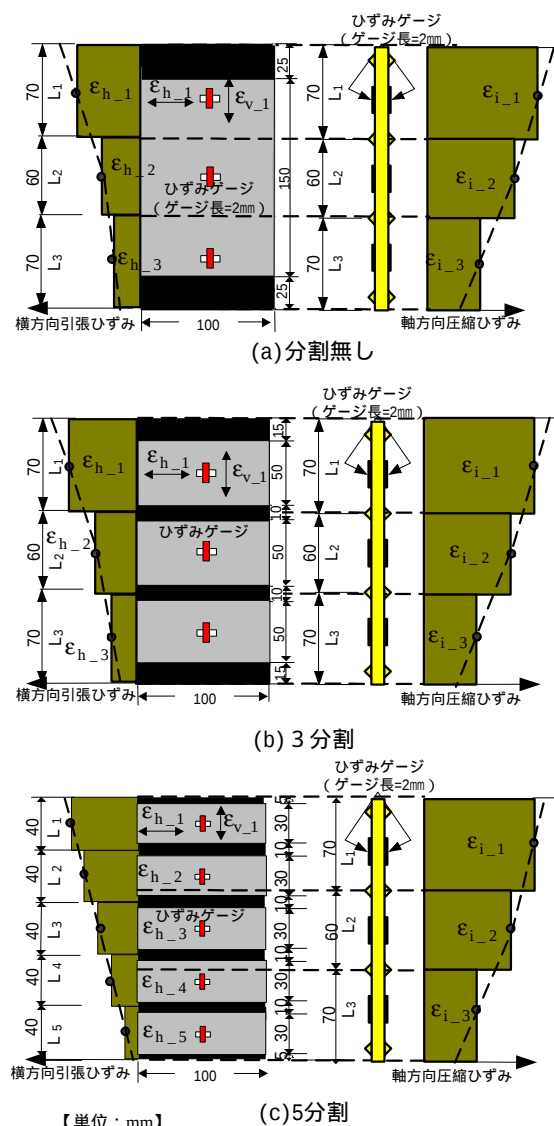


図-1 SMRとアルミニウム管の各ひずみの計測値
によるひずみ分布の仮定

キーワード：急速三軸圧縮試験，コンクリート三軸圧縮応力，ひずみの局所化，ひずみ速度，軟化挙動

連絡先（神奈川県横須賀市走水 1-10-20 TEL 0468-41-3810(EXT 3521) FAX 0468-41-5913）

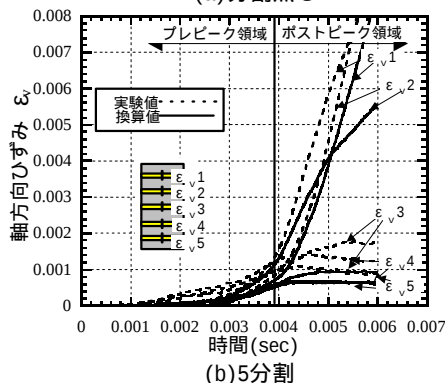
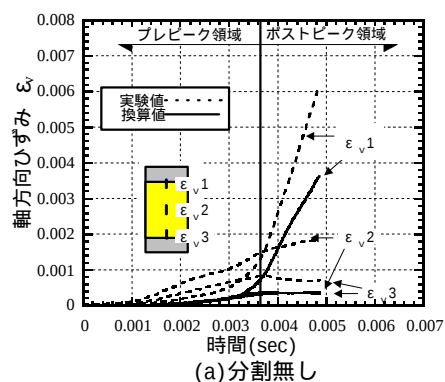
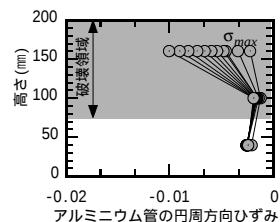
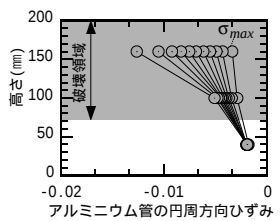


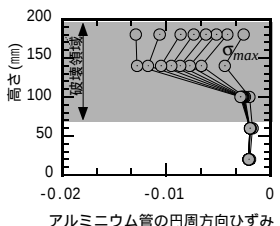
図-2 アルミニウム管の軸方向ひずみの時刻歴



(a) 分割無し



(b) 3分割



(c) 5分割

図-3 各シリーズの代表的なひずみ分布（高速載荷）

3. 試験結果および考察

(1) アルミニウム管の分割数と軸方向の応力伝達との関係

アルミニウム管を分割して配置することによるコンクリートとアルミニウム管との付着の影響について検討する。図-2 に、高速載荷における分割無しおよび5分割で配置したアルミニウム管に生じる軸方向ひずみ (ε_{vi}) の計測値と換算軸方向ひずみとの関係の一例を示す。ここで、換算軸方向ひずみはアルミニウム管の円周方向ひずみ (ε_{hi}) にアルミニウムのポアソン比 (0.33) を掛けて求めたものである。この図から、分割無しの場合は、プレピーク領域、ポストピーク領域ともに換算軸方向ひずみに対して実測軸方向ひずみはかなり大きくなる傾向がみられた。これはコンクリートとアルミニウム管の間の付着応力によってアルミニウム管に付加的な軸方向応力が伝達されたことが原因と考えられる。一方、アルミニウム管を5分割して配置した場合、分割無しに比べて実測軸方向ひずみと換算軸方向ひずみとは比較的良く一致している。このことから、アルミニウム管を分割して配置することで、コンクリート円柱供試体とアルミニウム管との間の付着応力を低減することができるといえる。

(2) ひずみの局所化と破壊領域

図-3 に、高速載荷においてアルミニウム管の分割数が異なる供試体で得られた最大圧縮応力以降の軟化領域における供試体の軸方向および円周方向のひずみの分布状況を示す。これらの図中で、ひずみの分布状況は、最大圧縮応力時およびそれ以降の最大圧縮応力の2%間隔ごとの応力レベルについて描いている。ここで、コンクリートの軸方向ひずみおよび円周方向ひずみの分布はSMR およびアルミニウム管に貼付した各ひずみゲージによるひずみの計測値に基づき図-1 のように仮定した。また、最大圧縮応力以降の軟化領域でひずみが増加する区間を破壊領域と考える。図-3 より、アルミニウム管の分割数および載荷速度によらず軸方向と横方向のひずみが局所化する領域はほぼ等しくその破壊領域長は、円柱供試体の材端から 130mm (= 70+60mm) の部分としてほぼ評価できる。

4. 結 論

- (1) アルミニウム管を分割して配置することで、供試体とアルミニウム管との間の付着の影響を低減できる。
- (2) 軸方向および横方向ひずみが局所化する破壊領域は、アルミニウム管の分割数、載荷速度によらずコンクリート円柱供試体の材端から約 130mm の範囲である。

[参考文献]1)Ahmad,S.H. and Shah ,S.P.: Complete Triaxial stress-strain curve for concrete , Journal of the Structural Division ,ASCE,Vol. 108.No .ST4, pp.728 ~ 742. April ,1982.