

画像計測法による RC はりの変形特性の把握

福山大学工学部 （正） 宮内 克之 福山大学大学院 （学）○荒川 裕介  
四国職業能力開発大学校 秋本 圭一 (有)画像計測研究所（正） 服部 進

1. はじめに

鉄筋コンクリート（RC）部材の耐震設計、耐震補強法を精度よく確立するためには、部材の塑性域での変形性状を詳細に検討・把握しておくことが必要である。ところが、RC 部材の載荷実験を実施する際には、荷重および載荷点変位が測定されるのが一般的であり、曲率、柱部主鉄筋の基礎からの拔出し量などは通常では測定が難しく、詳細に測定されることは比較的少ない。そこで本研究は、画像計測法を用いることによる RC 部材の変形特性の測定の可能性について、はり部材を対象に検討したものである。

2. 実験概要

画像計測の対象としたのは、表-1 に示す 3 体の RC はりである。試験体の形状寸法の一例（B-1）を図-1 に示す。実験要因は引張鉄筋比およびせん断補強筋の有無とした。引張鉄筋には D16, D13（SD345）、せん断補強筋には D6（SD295A）を使用した。またコンクリートには呼び強度 24 のレディーミクストコンクリートを用いた。載荷は 500 トン万能材料試験機に載荷台をセットして行い、変位制御方式の二点对称載荷とした。載荷中はスパン中央および支点の変位を変位計により測定した。

画像計測用の測定点として用いたφ5mm の専用反射ターゲットの貼付け位置を図-2 に示す。反射ターゲットの設置条件の測定精度への影響を検討するため、反射ターゲットはコンクリート表面と試験体に埋め込んだ全ネジボルトに貼り付けた。撮影にはデジタルカメラ（約 600 万画素）を使用した。焦点距離は 18mm、撮影距離は 2~4m、撮影枚数は 1 セット 36 枚（表裏各 18 枚）とした。各段階において 1 セット 36 枚の画像から各測定点の三次元座標を求めた。さらに載荷台を不動点として、各測定点の変形量を算定した。

表-1 実験計画

| 試験体 | 引張鉄筋  | せん断補強    | 基準尺 |
|-----|-------|----------|-----|
| B-1 | 2-D16 | D6・100mm | 無   |
| B-2 | 2-D13 | D6・100mm | 有   |
| S-1 | 2-D16 | —        | 有   |

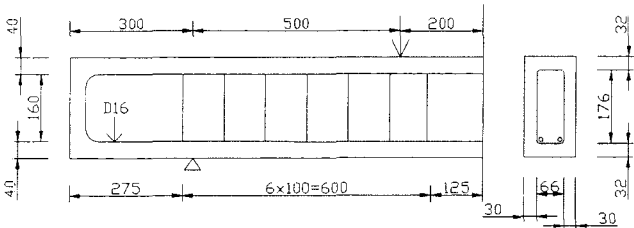


図-1 試験体の形状寸法（B-1）

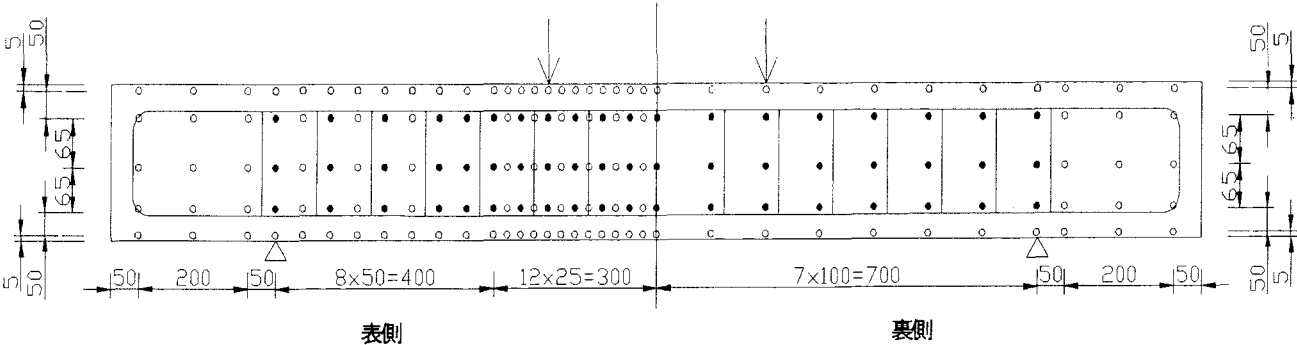


図-2 反射ターゲットの貼付け位置（○：試験体表面に設置，●：全ネジボルトに設置）

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 破壊状況

図-3 に破壊前のたわみ分布の一例を示す。B-1、B-2 は曲げひび割れが大きく発生した後、スパン中央上部コンクリートが圧縮破壊した。このことは図-3 (a) において曲げスパンにおける上縁のたわみが小さくなっていることからわかる。S-1 は典型的なせん断破壊を示した。この状況は図-3 (b) のせん断スパンにおいて、たわみ分布にずれが生じていることによっても推察される。

#### (2) 曲率分布

図-4 は、埋め込みボルトに設置したターゲットと、はりのコンクリート表面に貼付けたターゲットのそれぞれの変位量を用いて算定した曲率分布の様子を、曲げスパンに関して比較したものである。曲率は、ターゲットの座標値および変位量を用いて次式により算定した。

$$\phi = (\Delta X_b - \Delta X_t) / (D \cdot \Delta b)$$

ここに、 $\phi$  :  $\Delta b$  間における平均曲率、 $\Delta X_b$ 、 $\Delta X_t$  : 測定点の水平方向の相対変位、 $D$  : 測定点間の鉛直距離、 $\Delta b$  : 測定点間の水平距離

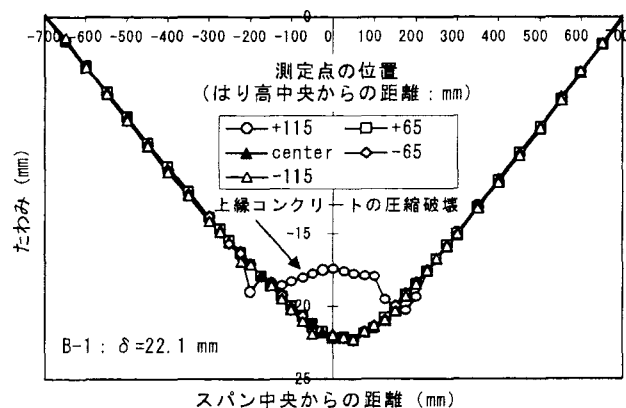
ターゲットの設置位置によるずれはあるが、両者の間にはほとんど差がない。以上のことからコンクリート表面にターゲットを貼り付けても、問題なく曲率が測定できることが確認できた。

図-5 に測定点の設置間隔と曲率分布との関係を示す。図から設置間隔が 25、50mm の場合には、ひび割れなどに伴う曲率の変化が十分に把握できているが、100mm の間隔となると曲率の変化の様子がほとんど把握できていないことがわかる。本実験の範囲では、有効高さ  $d=200\text{mm}$  の概ね 1/4 以下の間隔で測定点を設置すれば、曲率変化の様子が十分に把握できるものと考えられる。

#### 4. まとめ

画像計測法を用いた RC はりの変形特性の測定の可能性について検討した。その結果以下のことが明らかとなった。

- (1) 計測用ターゲットをコンクリート表面に直接貼り付けても、実用上問題ない精度で変形量および曲率の測定が可能である。
- (2) 有効高さの 1/4 以下の間隔で測定点を設置すれば、曲率の変化が十分な精度で把握できる。



(a) B-1

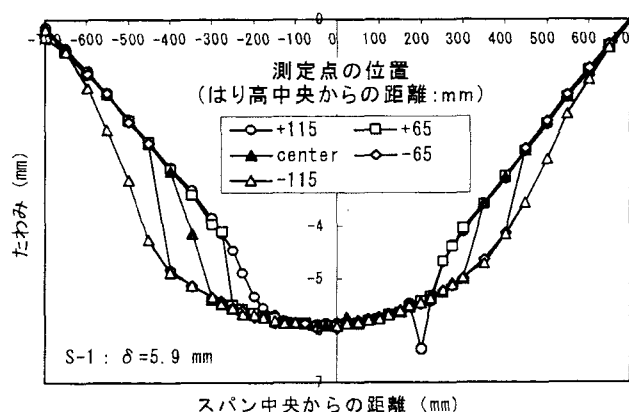


図-3 たわみ分布の一例 (b) S-1

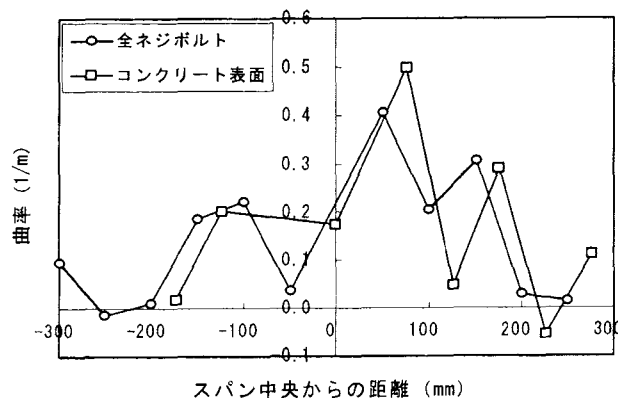


図-4 測定点の設置条件の影響 (B-1)

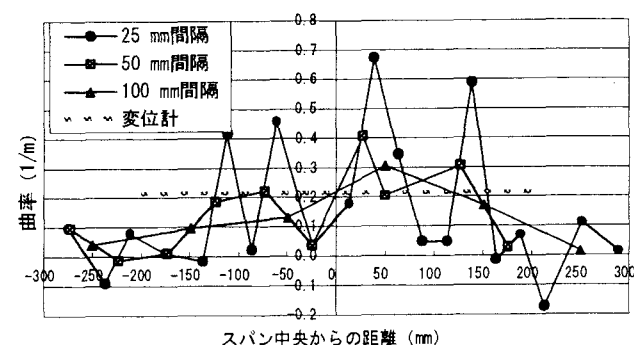


図-5 測定点の設置間隔の影響 (B-1)