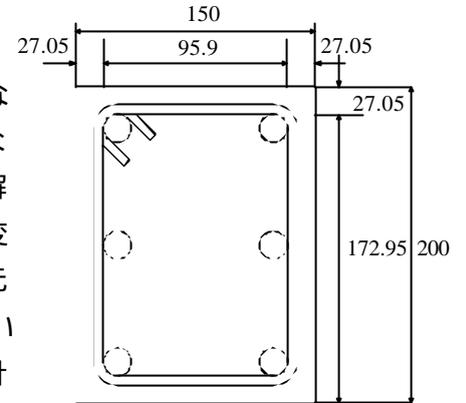


非接触変位計測システムを用いた鉄筋コンクリート梁のせん断変形測定

構造材料工学研究室 亀田 剛志
指導教員 吉川 弘道

1. はじめに

鉄筋コンクリート(以下 RC)部材のせん断破壊は、脆性的な破壊であり、多大な被害を生じさせる原因となるため、様々な角度から研究が進められてきた。しかしながらRC部材のせん断破壊は、多くの要因に影響を受ける複雑な現象であり、未解明な点が多く残されている。その破壊形態を知る重要な情報の1つが、せん断変形である。一般的にせん断変形を求める方法として変位計を用いるが、断面諸元等の寸法によっては、試験体に適用することができない。そこで、CCDカメラを用いた非接触変位計測システムを使用し、RC梁の荷重実験におけるせん断変形の計測を行った。



2. 実験概要

試験体配筋図を図-1に、試験体諸元を表-1に示す。供試体は長さ1400mm、断面150×200mmの矩形断面とした。片側のせん断スパンを意図的にせん断破壊させるため、左右せん断スパンにおいてせん断補強筋比を変化させた。荷重方法は、せん断スパン比をパラメータとし、2点荷重を変位制御で行った。測定項目は、荷重、荷重点変位、各鉄筋のひずみ及びCCDカメラによる変位測定 of 4項目である。

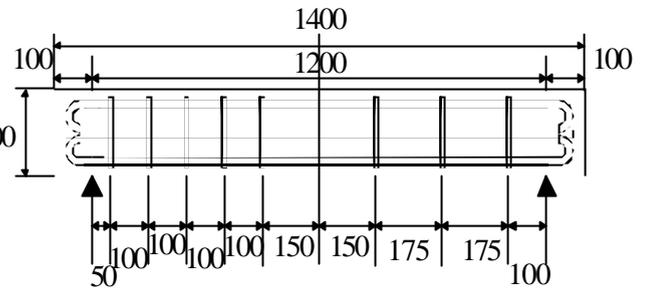


図-1 試験体配筋図 Unit:mm

表-1 試験体諸元

試験体	断面形状	荷重スパン(mm)	せん断スパン	有効高さ(mm)	曲げせん断耐力比	軸方向鉄筋			せん断補強筋			コンクリート	
						鉄筋比(%)	降伏強度(N/mm ²)	弾性係数(N/mm ²)	鉄筋比(%)	降伏強度(N/mm ²)	弾性係数(N/mm ²)	圧縮強度(N/mm ²)	弾性係数(N/mm ²)
B550	200×150	1200	550	172.95	1.126	4.59	628	2.94×10 ⁵	0.241	337	1.86×10 ⁵	33.2	2.99×10 ⁴
B475			475		0.972								
B400			400		0.819								

3. 測定、解析方法

3.1 測定方法と画像処理方法

せん断破壊する側のせん断スパンを計測範囲とし、そこに、変位を測定するポインターとして、シール(直径16mm)を縦8cm横10cmの一定間隔で貼った(図2参照)。この時、シールを認識しやすいように側面には白のペンキを塗り、シールの色は検討の結果、濃紺とした。CCDカメラを計測範囲に合わせて固定し、シールが荷重中に変位する挙動を30秒に1回の間隔で連続的に撮影した。画像の撮影解像度は、640画素×480画素である。この画像を、画像解析ソフトWin ROOFを用いてカラー分離により3つに分け、その1つの画像を2値化することによってポインターのみを抽出させ、その重心座標を測定し解析を行った。右下のポインターが支点の一部と同化してしまい読み取れなかったため解析は、右隅の3つのポインターを除いた範囲で行った。

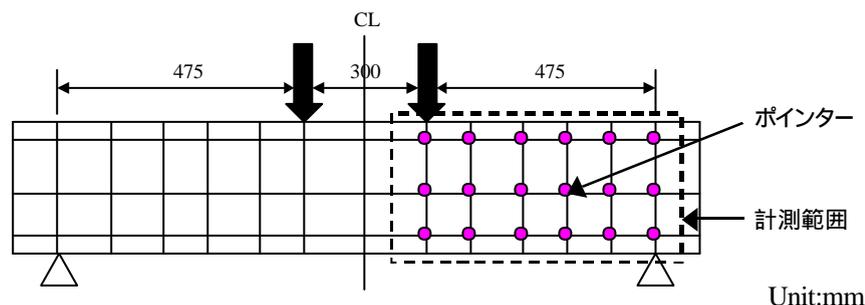


図-2 荷重条件と解析範囲(B475)

3.2 せん断変形, 曲げ変形の算定方法

画像処理によって算出された各ポイントの座標から, 下記の式 (1), (2) を用い, せん断変形 d_{shear} , 曲げ変形 d_{flex} を求めた (図-3 参照).

$$d_{shear} = ds / \sin R$$

$$ds = d - dh - dv$$

$$dh = (lu + lb) / 2 \cos R, \quad dv = (hl + hr) / 2 \sin R$$

$$d_{flex} = \int_L f(x) x dx$$

$$f(x) = (lu - ld) / (L \cdot h)$$

d : 解析範囲の対角線方向変形量. dh, dv : 解析範囲の水平, 鉛直方向変形量

lu, lb : 解析範囲の上辺, 下辺変形量. hl, hr : 解析範囲の右辺, 左辺変形量

R : 解析範囲の対角線角度. $f(x)$: 曲率. L : せん断スパン

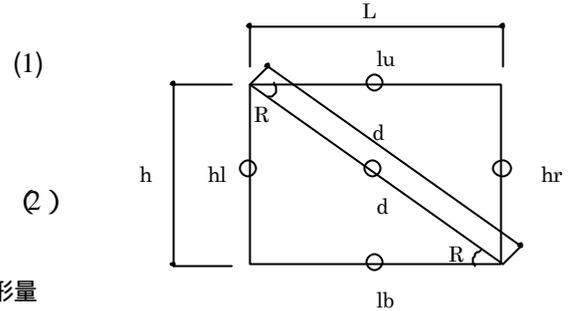


図-3 せん断変形と曲げ変形の算定方法

4. 考察

全ての試験体において, 設計どおりせん断補強筋比の小さいせん断スパンでせん断破壊した. しかし, 画像を処理して求めた値は, 全体的に乱れが生じてしまった. これは, 画像処理する際の精度によるものと考えられる. よって, 以下の考察では, 比較的安定したせん断変形が求められている試験体 B475, B400 の結果を示した.

図-4 (a), (b) に B475 と B400 における変位計から求めた変位と, 画像を処理して求めたせん断変形 d_{shear} , 曲げ変形 d_{flex} 及び d_{shear} と d_{flex} をたした d_{total} の比を併記した. 図-4 (a) を見ると, せん断ひび割れが発生した付近より d_{shear} が増えはじめ, d_{flex} とほぼ同じ傾きで増加し, 最大荷重後では d_{shear} と d_{flex} の差異が減少した. 最終的には, d_{shear} の方が上回っている. 図-4 (b) の場合は, せん断ひび割れが発生した付近で d_{shear} が d_{flex} を上回り, 最大荷重後は d_{shear} の割合が急激に増加している. これらは, 斜めひび割れの発生と共にせん断挙動に移行したためだと考えられる.

また, 図-4 (a), (b) における d_{shear} と d_{flex} の違いは, せん断スパンの違いによるものであり, せん断スパンの小さい B400 の方が曲げの比率が小さくなり, せん断が大きくなる.

次に, d_{total} と, d_{shear} の比較をすると, どちらの試験体においても, 2つの値は少しの差異はあるものの, ほぼ同じ傾きで推移していることがわかる. 以上の考察から, 非接触変位計測システムを用いた解析により, 変位計による実験値に近い変形量を算出することができたと考えられる.

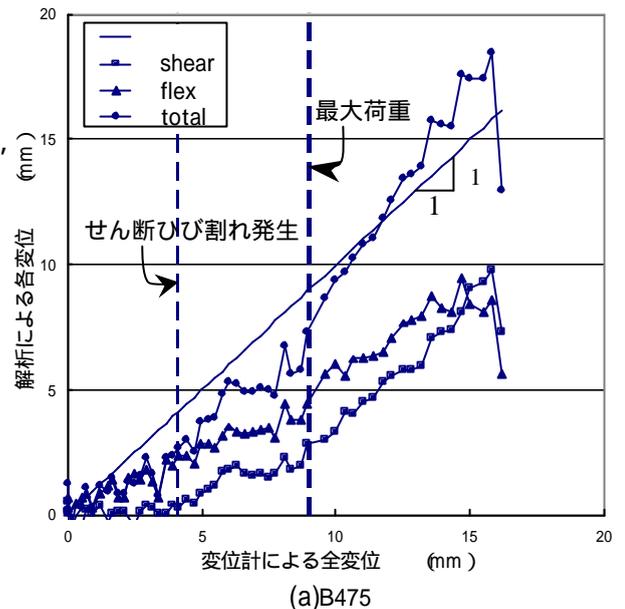
5. まとめ

CCD カメラを用いた非接触変位計測システムを使用し, RC 梁のせん断変形の測定, 算出することができた.

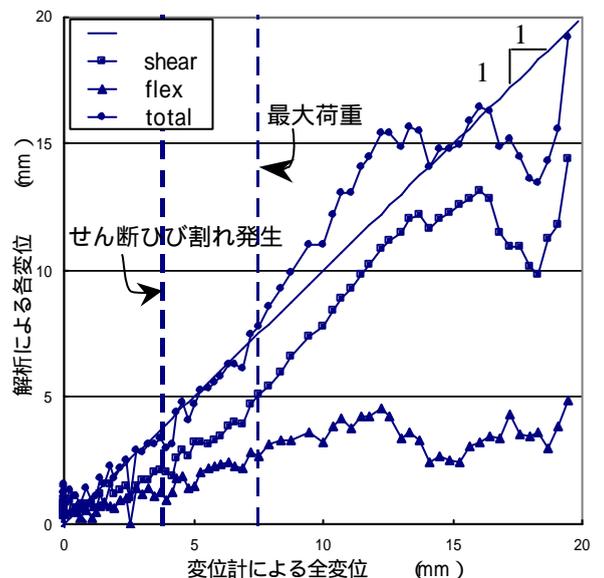
測定方法や解析方法などの細かい部分を修正する必要がある.

参考文献】

- 1) 三谷産業 (株): Windows 汎用画像処理パッケージ Win ROOF 取扱説明書
- 2) 大滝 健: SIZE EFFECTS IN SHEAR FAILURE OF REINFORCED CONCRETE BRIDGE COLUMNS 京都大学博士論文 p46 ~ 48, 2001.3



(a) B475



(b) B400

図-4 変形量の比率