

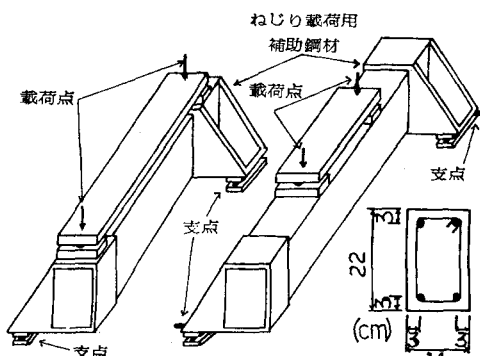
防衛大学校土木教室 政員・南 和孝  
 広島大学 工学部 政員 船越 稔  
 同上 政員 岡本 享久

### 1. まえがき

本研究はねじりを受けるRC部材の補強方法に関する基礎資料を得る目的で、純ねじり並びに曲げせん断およびねじりを受けるRCばりの載荷試験を行なった。すなわち、コンクリートの強度、軸方向鉄筋および腹鉄筋比を変えて供試体を製造し、せん断スパンと有効高さの比およびねじりモーメントと曲げモーメントの比を変えて破壊試験を行ない、この種部材の合理的な補強方法に検討を加えた。

### 2. 試験方法

図-1は供試体の断面寸法および載荷方法を示す。ねじりモーメント( $M_t$ )と曲げモーメント( $M_b$ )との比、 $M_t/M_b$ は支点における補助鋼材のアーム長を変化させ0~ $\infty$ まで10種に変化させた。供試体は桁高22cm、幅14cmの矩形断面であり、軸方向鉄筋にはSR-24・ $\phi 9$ 、SD-30・D13、D16およびD19の4種を用いた。軸方向鉄筋比( $\rho_x$ )はそれぞれ0.8、1.6、2.6および3.6%である。腹鉄筋にはSR-24、 $\phi 6$ および $\phi 9$ の2種からなる閉合スターラップを用い、腹鉄筋比( $\rho_y$ )は0から1.83%まで6種に変化させた。



(i) 純ねじり載荷 (ii) 曲げ・せん断・ねじり載荷

図-1 供試体の断面寸法および載荷方法

### 3. 試験結果および考察

表-1は純ねじりを受けるはりの斜ひびわれ発生荷重( $P_t$ )および終局荷重の試験値である。腹鉄筋のみ、軸方向鉄筋のみを配置しても  $P_t$  および  $P_u$  は無筋コンクリートの場合とほぼ同一であり、斜ひびわれ発生後の耐力増加は全く見られなかった。一方、軸方向鉄筋と腹鉄筋を同時に配置した場合、斜ひびわれ耐力は無筋コンクリートと同一であるが、終局状態までの耐力増加は約30%となり、ねじりに関し軸方向鉄筋と腹鉄筋はその協働作用により斜ひびわれ発生以後の耐力増加に貢献することが確かめられた。

図-2は純ねじりを受けるはりの終局ねじりモーメント( $M_{tu}$ )と腹鉄筋比( $\rho_y$ )の関係をコンクリートの圧縮強度( $\sigma_c$ )をパラメータに示した。 $M_{tu}$ は $\rho_y$ の増加に伴ない大となるが、 $\rho_y = 1.3\%$ 以上では耐力増加は見られなかった。 $\rho_y = 0 \sim 0.6\%$ の範囲で $\sigma_c$ が200 kg/cm<sup>2</sup>から360 kg/cm<sup>2</sup>に増加すると同一 $\rho_y$ における $M_{tu}$ は20%程大となった。

図-3は $\alpha/d = 2.0$ および3.0の梁における斜ひびわれ発生時の曲げモーメント( $M_{bi}$ )とねじりモーメント( $M_{ti}$ )の相互作用を無次元

表-1  $P_t$  および  $P_u$  (純ねじり,  $\sigma_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ )

|   | $\rho_x(\%)$ | $\rho_y(\%)$ | $P_t(\text{t})$ | $P_u(\text{t})$ | 鋼材の配置        |
|---|--------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|
| 1 | 0            | 0            | 3.6             | 3.6             | 無筋コンクリート     |
| 2 | 0.4          | 0            | 3.6             | 3.6             | 腹鉄筋のみ        |
| 3 | 0.9          | 0            | 3.6             | 3.6             | 〃            |
| 4 | 0            | 2.6          | 3.8             | 4.1             | 軸方向鉄筋のみ      |
| 5 | 0.4          | 2.6          | 3.6             | 5.6             | 腹鉄筋<br>軸方向鉄筋 |

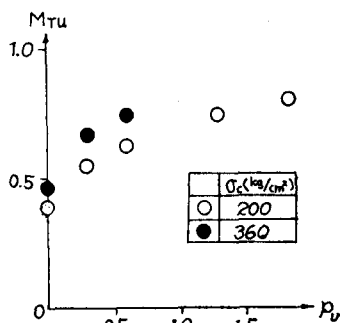


図-2  $M_{tu} \sim \rho_y$  (純ねじり)

して示した。図中の $M_{B10}$ および $M_{T10}$ はそれぞれ実験より得られた曲げせん断を受ける場合の斜みびわれ発生曲げモーメントおよびねじりのみを受ける場合の斜みびわれ発生ねじりモーメントを示す。斜みびわれ発生時の曲げせん断とねじりを受ける場合の相互作用線はほぼ $M_{Ti}/M_{T10} + M_{Bi}/M_{B10} = 1$ の直線上に分布し、 $\rho_u$ 、 $a/d$ の影響をほとんど受けない。したがって、斜みびわれ発生耐力すなわちコンクリートの分担する耐力は $M_{Ti}/M_{T10} = 1$ と $M_{Bi}/M_{B10} = 1$ を結ぶ直線で算出可能と思われる。

図-4は $M_{Ti}/M_{B10} = 0.61$ における終局時のねじりモーメント( $M_{Tu}$ )とせん断スパンに対する有効高みの比( $a/d$ )の関係も $\rho_u$ をパラメータに示した。 $\rho_u = 0\%$ の場合 $M_{Tu}$ は $a/d$ の増加と共にほぼ直線的に増加し、この傾向はRC梁の場合と著しく異なる。曲げせん断とねじりの相互作用を受ける無補強梁は $a/d$ が小となってもねじりの影響により破壊形式が斜引張破壊となり、斜みびわれ発生とほぼ同時に破壊に到達する。しかし、スターラップで腹部補強を行なうと $\rho_u = 0.3$ および $0.6\%$ の場合 $M_{Tu}$ は $a/d = 2.5$ で極小となり、曲げせん断のみを受ける梁と同様な傾向を示し破壊様相も $a/d$ が小なる場合コンクリートの圧壊が見られた。

図-5は $a/d = 2.0$ における終局時の曲げモーメント( $M_{Bu}$ )とねじりモーメント( $M_{Tu}$ )の相互作用を無次元化して表わした。図中の $M_{B0}$ および $M_{T0}$ はそれぞれ終局曲げモーメントおよび腹鉄筋と軸方向鉄筋が降伏した時の終局ねじりモーメントを示す。曲げせん断およびねじりを受ける梁では曲げモーメントが小なる範囲で曲げの存在によりねじり強度が増大する傾向を示し、 $\rho_u$ が0から $0.6\%$ と変化しても同様な傾向であった。また $\rho_u = 0$ から $0.6\%$ まで腹部補強することによる耐力増加は $M_{Ti}/M_{B10}$ が大なる程大となった。

図-6は $M_{Ti}/M_{B10} = 0.41$ 、 $\sigma_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ の梁におけるねじりモーメント( $M_{Tu}$ )とねじり角( $\varphi$ )の関係を $\rho_u$ をパラメータに示した。 $\rho_u$ が大なる程同一 $M_{Tu}$ に対する $\varphi$ は小となり、腹鉄筋が梁の変形に対してかなり抵抗を示すことが認められた。しかし、終局時のねじり角は弾性理論値の10倍近くになり、終局強度設計法において弾性理論値では変形を算定するに安全率などに問題が残ると思われる。

#### 4. 結び

曲げせん断およびねじりを受けるRC部材の耐力、変形に検討を加えた。今後この種部材に関する理論式の導入を計り、フレーストコンクリート部材のねじりをも含めて研究を行なう予定である。なお本研究の実験実施に当たり、学部4年未得康徳君より多大な援助を受けました。ここに謝意を表します。

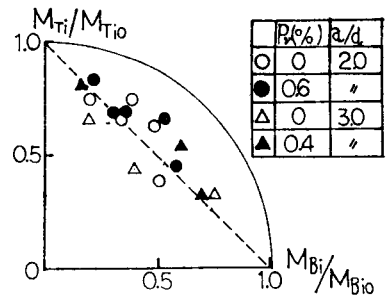


図-3  $M_{Ti}/M_{T10} \sim M_{Bi}/M_{B10}$

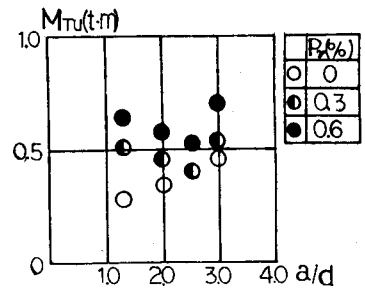


図-4  $M_{Tu} \sim a/d$

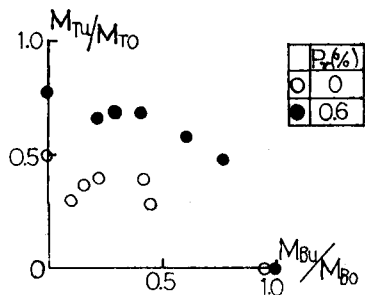


図-5  $M_{Tu}/M_{T0} \sim M_{Bu}/M_{B0} (a/d=2.0)$

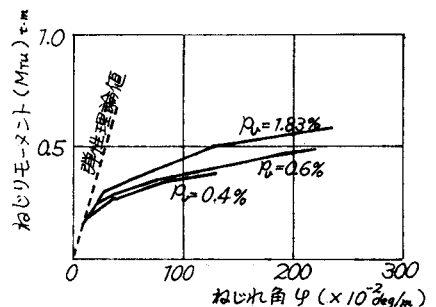


図-6  $M_{Tu} \sim \varphi (M_{Ti}/M_{B10}=0.41)$