

広島大学 工学部 学生員 ○舟橋 政司  
同 上 正会員 岡本 享久  
同 上 正会員 船越 悠

## 1. まえがき

本研究はRC梁において曲げ、ねじりを受ける場合と曲げ、せん断およびねじりを受ける場合の耐力を比較することにより、せん断力の存在がこの種部材の耐力に及ぼす影響について検討を加えたものである。すなわち、腹鉄筋比を変えて供試体を製造し、ねじりモーメントと曲げモーメントの比、せん断スパンと有効高さの比を変えて破壊試験を行ない、終局耐力、変形状態などを調べねじりに関する設計上の基礎資料を得ることを目的としている。

## 2. 試験方法

図1は載荷方法および断面形状を示す。ねじりモーメントと曲げモーメントの比 ( $M_t/M_b$ ) は0, 0.3, 0.6, 1.2,  $\infty$  の5種、またせん断スパンと有効高さの比 ( $a/d$ ) は、1.5, 2.0, 2.5, 2.8の4種にそれぞれ支点における補助鋼材の脱長および載荷点を変えることにより、変化させた。供試体の断面は桁高22cm、幅14cmの矩形で、軸方向鉄筋にはすべてSD-30、D13を用い、軸方向鉄筋比 ( $P_x$ ) を1.9%と一定にし、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た。腹鉄筋比は0, 0.3, 0.6, 1.3の4種に変えた。また載荷試験時のコンクリートの圧縮強度は全供試体を通じ、200  $\text{N}/\text{cm}^2$  と一定とした。

図2は供試体の配筋図の一例を示したものである。図中(a)は曲げ、ねじりを受ける場合(BTシリーズ)を示し、せん断区間を十分に腹鉄筋で補強し、曲げ、ねじりを受ける区間で破壊させた。また(b)は曲げ、せん断およびねじりを受ける場合(BSTシリーズ)を示し、この場合は曲げ、ねじりを受ける区間を十分補強し、曲げ、せん断およびねじりを受ける区間で破壊させた。

## < 凡 例 >

- $M_t/M_b$ : ねじりモーメントと曲げモーメントの比
- $a/d$ : せん断スパンと有効高さの比
- $P_f$ : 腹鉄筋比 (%)
- $\tau_{uc}$ : 斜ひびわれ発生時の公称せん断応力度と斜曲げ式を用いた斜ひびわれ発生時のねじりせん断応力度の和
- $M_{tu}$ : 終局時のねじりモーメント ( $\text{t}\cdot\text{m}$ )
- $M_{bu}$ : 曲げモーメント ( $\text{t}\cdot\text{m}$ )
- $M_{tuo}$ : 純ねじりを受ける場合の終局時のねじりモーメント (実験値,  $\text{t}\cdot\text{m}$ )
- $M_{buo}$ : 曲げ、せん断を受ける場合の曲げ破壊を起こした時の曲げモーメント (実験値,  $\text{t}\cdot\text{m}$ )
- $\phi$ : 単位長さ当りのねじり角 ( $\text{deg}/\text{m}$ )
- $\delta$ : たわみ量 (mm)

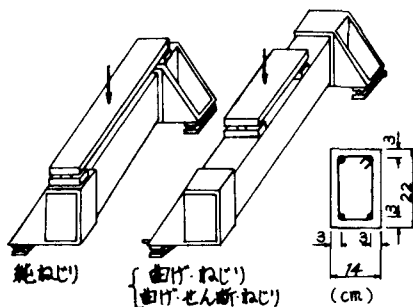
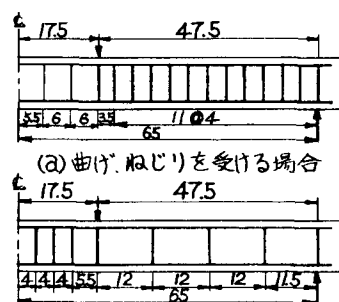


図1 載荷方法・断面寸法



(b) 曲げ、せん断・ねじりを受ける場合

図2 供試体の配筋図

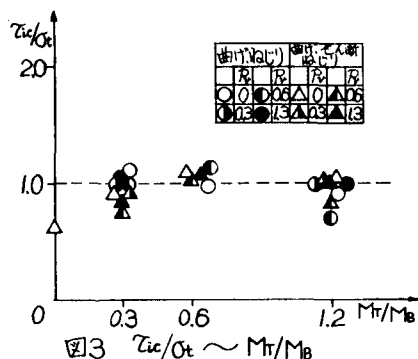


図3  $\tau_{uc}/\sigma_c \sim M_t/M_b$

### 3. 試験結果および考察

図3は斜びわれ発生時の公称せん断応力度と斜曲げ式を用いた斜びわれ発生時のねじりせん断応力度の和(左)を求め、コンクリートの引張強度( $f_t$ )で除した値、すなわち $\tau_{te}$ と $M_{te}/M_b$ の関係を示す。この図より $M_{te}/M_b$ が0.3より大なる場合には $\tau_{te}$ の値は $f_t$ の値に拘らずほぼ1.0となり、ねじりによるせん断応力度の計算に斜曲げ式を適用することは設計上かなり有力な方法と思われる。しかし、 $M_{te}/M_b$ が0.3以下の場合では $\tau_{te}$ が1.0を下回る場合があり、この点に配慮する必要がある。

図4は終局時の $M_{tu}/M_{tuo}$ と $M_{bu}/M_{buo}$ の関係を示す。 $R_b=0\%$ の場合、 $M_{te}/M_b$ が小なる領域では曲げ、ねじりを受ける梁では下部の軸方向鉄筋が降伏して梁が破壊したのに対し、せん断力が増えると軸方向鉄筋が降伏する前に主引張応力によるコンクリートの破壊によって梁が破壊したため、終局耐力はかなり低下した。 $M_{te}/M_b$ が大なる領域では共にコンクリートの破壊により梁が破壊しているが、せん断力の影響が小となるため終局耐力に差がなくなった。また腹鉄筋を補強された梁では相互作用線はせん断力の有無に拘らずほぼ同一の形となった。

図5は $R_b=0.6\%$ の梁におけるねじりモーメント( $M_t$ )とねじり角( $\varphi$ )の関係を $M_{te}/M_b$ をパラメータに示した。同一ねじりモーメントにおけるねじり角は $M_{te}/M_b$ の相違に拘らず、ひびわれ発生後においても大略同じ値であり、曲げモーメントがねじり変形に及ぼす影響はあまりないと思われる。

図6は $R_b=0.6\%$ の梁における曲げモーメント( $M_b$ )とたわみ( $\delta$ )の関係を $M_{te}/M_b$ をパラメータに示した。 $M_{te}/M_b$ が大となるに従い、同一曲げモーメントにおけるたわみ量がかなり大きくなった。この理由として梁の下面ではひびわれが発生するとねじりモーメントがこれを拡げるように作用するためと考えられる。

図7は $M_{te}/M_b=1.2$ 、 $R_b=0\%$ の梁における $M_{tu}$ と $a/d$ の関係を示したものである。 $a/d$ が大となるに従い $M_{tu}$ は小となることが認められた。腹部補強筋のない梁においては $a/d$ が $M_{tu}$ に及ぼす影響はあまりないという報告<sup>(6)</sup>もあるが、本試験においてはねじりモーメントの影響が大なる場合でも $a/d$ が $M_{tu}$ に著しく影響を及ぼすことが認められた。

### 4. 結び

曲げ、せん断およびねじりを受けるRC梁の耐力および変形性状について検討を加えた。今後、この種部材でせん断スパンと有効高さの比の影響、軸方向鉄筋が上下異なる非対称断面の梁のねじり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り学部4年来田正人君より多大な援助を受けました。ここに謝意を表わします。

参考文献 (1) A.H. MATTOCK 他: Strength of Reinforced Concrete Beams with Web Reinforcement in Combined Torsion, Shear, and Bending, ACI JOURNAL, Jan. 1969

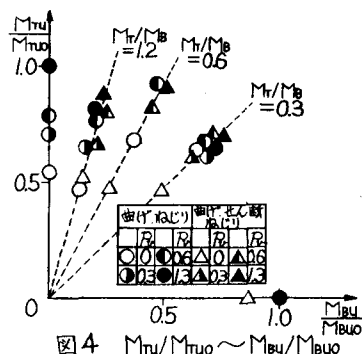


図4  $M_{tu}/M_{tuo} \sim M_{bu}/M_{buo}$

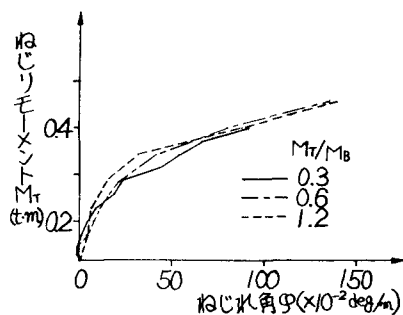


図5  $M_t \sim \varphi$

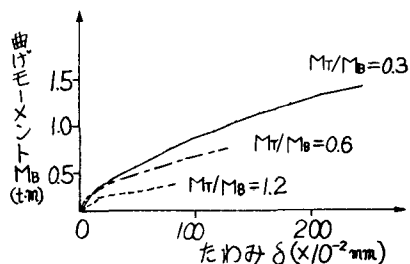


図6  $M_b \sim \delta$

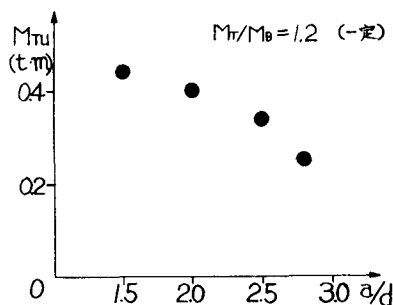


図7  $M_t \sim a/d$