

V-416

曲げ、せん断、ねじりが作用するRC柱部材の耐力

鹿島技術研究所 正会員○一宮 利通、正会員 須田久美子

同 上 正会員 村山八洲雄、正会員 新保 弘

1. はじめに

RC高橋脚では自重を軽減するために、高強度RC中空断面が採用される場合がある。また、スパンの長いPC連続ラーメン橋に橋軸直角方向の地震動が作用すると、橋脚に曲げとせん断が作用するだけでなく、主桁がたわむことによってねじりも発生する。しかし、軸力、曲げ、せん断およびねじりが作用する場合の中空断面高強度RC柱部材の耐力は明らかになっていない。

そこで本研究では、RC柱部材に一定軸力を載荷した状態で、曲げモーメント、せん断力およびねじりモーメントを一定の比率で交番加力する実験を行い、曲げ-ねじりおよびせん断-ねじりの2つの相関を考慮することによって耐力の推定を試みる。

表-1 実験配列および実験結果

2. 実験概要

試験体の諸元および実験配列を図-1および表-1に示す。試験体は、断面幅20cm、断面高さ30cm、壁厚4cmの箱型断面で、軸方向鉄筋はPC鋼棒と同様な機械的性質をもつインデント付きのφ6 高強度鉄筋を18本（ $p_l = 0.95\%$ ：柱外周面積に対する比）配している。帯鉄筋は、一般部（フーチング面から断面高さ以上）で、試験体No.1では3mm 異形鉄筋を45mmピッチ（ $p_w = 0.16\%$ ：柱全幅について）、試験体No.2、3では4mm 異形鉄筋を30mmピッチ（ $p_w = 0.42\%$ ）で配している。基部（フーチング面から断面高さ以下）の帯筋量は一般部の倍としている。軸方向鉄筋の0.2%永久ひずみに対する応力は9,000kgf/cm²、帯鉄筋の降伏強度は3mm 異形鉄筋が3,700kgf/cm²、4mm 異形鉄筋が3,000kgf/cm²、コンクリート強度は750kgf/cm²である。加力は6自由度加力装置を用いて行い、No.1およびNo.2は一定軸力（軸応力度35.7kgf/cm²）を載荷した状態でせん断スパン比5、ねじりモーメントを基部の曲げモーメントの15%として、 ϕ_y （降伏曲げモーメント時の曲率）の整数倍で3回ずつ交番繰返し加力した。No.3は純ねじり耐力を確認するために軸力一定（軸応力度35.7kgf/cm²）でねじりモーメントを単調載荷した。

※帯筋比は一般部の値

No.3は1.2tf*mで斜めひびわれが発生し、2.3tf*mで一般部の帯筋が降伏して最大耐力となった。No.1およびNo.2の曲げモーメントと曲率の関係およびねじりモーメントと回転角の関係を図-2に示す。ただし、曲率は基部から1.5D（Dは断面高さ）の平均曲率を計測し、回転角は基部から1.5Dの位置での回転角を計測した。No.1では1 ϕ_y で繰返す途中でねじり変形が大きくなって一般部で破壊に至った。No.2では2 ϕ_y で繰返す途中でやはりねじり変形が大きくなって一般部で破壊に至った。

3. 耐力の推定

（1）純ねじり耐力 中空断面のねじり耐力（ T_u ）は面内せん断耐力とねじり有効断面積から求められる。土木学会コンクリート標準示方書（以下示方書）の方法を用いると、No.3のねじり耐力は1.05tfmで実験値

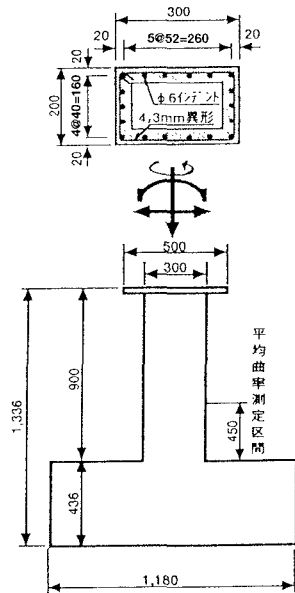


図-1 試験体形状寸法

の半分以下であった。これは、示方書では軸力の影響を考慮していないこと、軸方向と横方向の面内せん断耐力の小さい方を採用する(本試験体は横方向の耐力が小さくなっている)ことなどのためと考えられ、かなり安全側の評価となっている。面内せん断耐力として広沢の方法¹⁾を用いると、ねじり耐力は2.73tfmとなった。実験値に比べると若干大きい値となるが、ここでは広沢の方法を用いて以下の検討を行った。

(2) 曲げ、せん断、ねじりの相関 示方書に示されている曲げ-ねじり、せん断-ねじりの相関曲線をフーチング面およびフーチング面から1Dの位置での断面について図-3に示す。ただし、曲げ耐力(M_u)およびせん断耐力(V_u)は示方書の方法で求め、曲げ耐力はせん断スパン(a)で割ってせん断力としてプロットしている。ここでは、曲げとの相関を考えるねじり耐力(T_u)は軸方向筋が降伏する場合の面内せん断耐力を用いて求めた。また、ねじりひびわれ耐力(T_c)は示方書の方法を用いると1.68tfmと若干大きい、計算値をそのまま用いている。これらの相関曲線を用いて、一般部と基部のどちらかで、載荷軌跡を表す直線が曲げ-ねじりまたはせん断-ねじりのどちらか一方の相関曲線に達するとそのモードで破壊すると推定することとする。

No.1では、基部が降伏曲げモーメントに達する前に一般部でせん断-ねじり型の破壊をすると推定される。推定された耐力は実験値よりも小さく、せん断-ねじり型の破壊がかなり安全側の評価となっている。No.2では、降伏曲げモーメントを超えてから基部が曲げ-ねじりで、一般部がせん断-ねじりでほぼ同時に破壊すると推定される。推定された耐力は実験値とほぼ等しいが、実験では繰返しの影響でねじり変形が大きくなったため一般部でねじり-せん断型の破壊が先行したと思われる。

4. おわりに

限られた範囲内の実験ではあるが、中空断面を有する高強度RC柱部材に軸力、曲げモーメント、せん断力およびねじりモーメントが作用する場合の耐力を曲げ-ねじり、せん断-ねじりの相互作用曲線を用いることによって推定することを試みた。今後は、さらに実験パラメータを増やして適用性を検討する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 広沢、「既往の鉄筋コンクリート造耐震壁に関する実験資料とその解析」、建築研究資料、建設省建築研究所、1975年3月

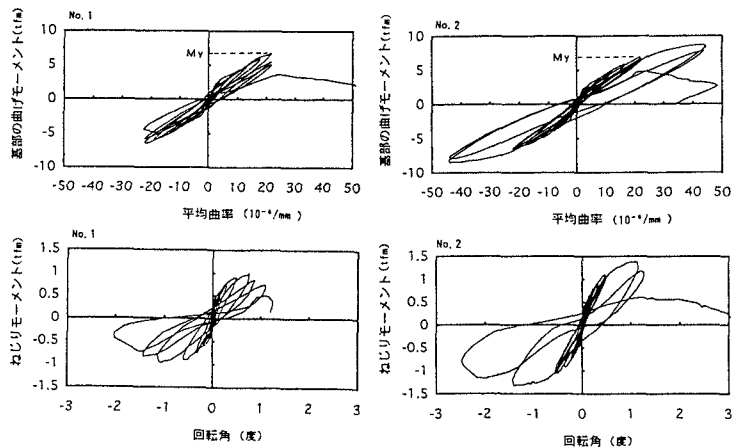


図-2 曲げモーメント-曲率関係とねじりモーメント-回転角関係

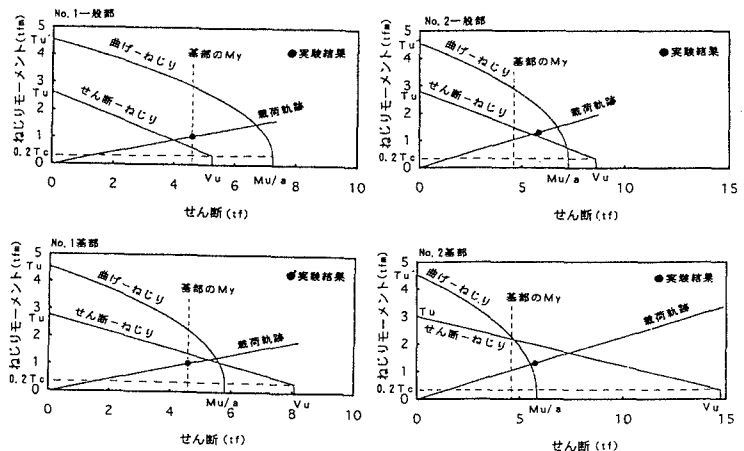


図-3 曲げ-ねじりとせん断-ねじり相関図