

曲げとねじりを受ける鋼繊維補強コンクリート梁の力学的性質

広島大学 正会員 米倉亜州夫

広島大学 正会員 宮沢 伸吾

広島市 正会員 ○金谷 寿士

大広 Engineering

守口 公三

1. 目的

ねじりを受けるコンクリート梁の挙動は、補強鉄筋量の少ない場合では脆性的な破壊を示し、比較的補強鉄筋量の多い場合はある程度の靱性を確保できるが、ねじりによる斜めひび割れ発生後の剛性低下は著しい。これらの性質を改善するには、高い引張強度、靱性等の優れた諸性質を有する鋼繊維補強コンクリートを用いることが極めて有効であると思われる。そこで本研究はこれら優れた鋼繊維補強コンクリートの諸性質を利用して、ねじり及び曲げとねじりを同時に受けるコンクリート部材の終局耐力、変形能（靱性）等の鋼繊維混入による改善効果について実験的に検討を加えることを目的とした。

2. 実験概要

梁供試体の断面寸法を図-1に、载荷方法及びスパン長を図-2に示す。軸方向鉄筋（SD30）は D13を4本上下対称配置とし、PC梁の場合には軸方向鉄筋以外に断面図心位置にPC鋼棒を配置しポストテンショニング方式でプレストレスを導入しグラウトを施した。有効プレストレス量は0（RC梁）、100（PC梁） kgf/cm^2 の2種類とした。

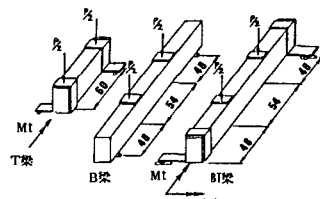
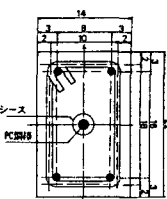


図-1 断面寸法 (cm) 図-2 载荷方法 (cm)

作用ねじりモーメントと曲げモーメントの比 (M_t/M_b) を0, 0.3, 1.2, ∞ の4種類とし、 $M_t/M_b=0$ は純曲げ (B梁)、 $M_t/M_b=\infty$ は純ねじり (T梁) となり、腹鉄筋 (SR24) 比は0.75, 1.1, 1.5 %、鋼繊維混入率を0, 1, 2 % とし、軸方向鉄筋比は1.6%と一定にした。ここに鉄筋比、鋼繊維混入率は共に体積比である。鋼繊維には、 $0.5 \times 0.5 \times 30\text{mm}$ のストレートファイバーを使用した。粗骨材の最大寸法は15mm、 $W/C=50\%$ と一定にし、コンクリートの試験時圧縮強度の平均は450 kgf/cm^2 である。

3. 実験結果及び考察

純引張試験結果を図-3に示す。図-3から鋼繊維混入によって靱性に富んだ破壊を示したことがわかる。最大耐力点で供試体にひびわれが発生し、その後耐力は変位の増大と共に減少する傾向が見られた。

純ねじりを受ける場合 ($M_t/M_b = \infty$) のRC梁のねじりモーメントーねじれ率曲線を図-4に示す。鋼繊維を2%混入することによりねじり耐力、靱性が増大し、ひび割れ発生 (図中の矢印) 後の剛性低下は著しく低減され、同一荷重レベルでの変位が大きく低減された。純ねじり耐力と腹鉄筋比の関係を図-5に示す。鋼繊維混入により純ねじり耐力は大幅に増大した。また鋼繊維無混入のRC梁の純ねじり耐力は、腹鉄筋比が0~1.5%の範囲内において、腹鉄筋比の増大に伴って、直線的に増大したが、鋼繊維を2%混入した梁では腹鉄筋比が高い程純ねじり耐力の増加率 (補強効率) も増す傾向が見られた。すなわち鉄筋と鋼繊維との相乗効果が認められた。

以上述べた様に鋼繊維を2%混入することで純ねじり耐力が著しく増大した理由として、鋼繊維混入 (混入率1%、2%の場合) によってかぶりコンクリートが剥離しなくなるために、図-6に示す様なねじり有効面積 (A_0) が拡大された立体トラスモデルが考えられる。このモデルの妥当性を検討するために図-6に示す様なモデルで Collins¹⁾ の式を用いて純ねじり終局耐力を計算し、その結果を図-7に示す。図-7より実験値と計算値は特にRC梁の場合良く一致しており、図-6に示す様なモデルの考え方が妥当であると思われる。PC梁

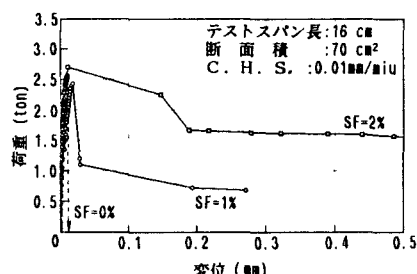


図-3 純引張試験結果

の場合実験値と計算値の比がばらついたが、これは計算においてプレストレスの効果（ひびわれ角度の減少、ひびわれ耐力の増大、インターロッキング等）が考慮されておらず、PC鋼材が単に軸方向鉄筋の一部として計算されたためである。さらに鋼繊維と腹鉄筋の相乗効果の理由としては、ひびわれ面を横切る鋼繊維により伝達される引張力の影響が考えられる。つまり図-3に示した様にひびわれ幅（変位）が小さい間、すなわち鋼繊維があまり引抜けぬ間は、ひびわれ面を横切る鋼繊維により伝達される引張力は大きい。従って腹鉄筋比が高い場合ひびわれ幅の拡大は腹鉄筋によって著しく拘束されることになり、鋼繊維を2%混入した梁では腹鉄筋比が高い程鉄筋と鋼繊維との相乗効果が顕著に現われたものと考えられる。

一方曲げとねじりを同時に受ける場合の終局耐力の相関関係（腹鉄筋比1.5%）を無次元化して図-8に示す。鋼繊維混入による終局耐力の増大はRC梁の場合の方が大きく、鋼繊維無混入の相関関係図がほぼ4分円となったのに対して、鋼繊維を2%混入した場合、終局耐力の増加割合は、曲げに比べねじりに対しての方が著しかったために、相関関係図は縦軸側に張りだした形となった。つまり鋼繊維を2%混入した梁のねじり耐力はねじりモーメントが卓越してくるに従い著しく増加するのが認められた。PC梁の場合の純曲げ耐力が鋼繊維の有無に関係なくほぼ同様の値となったのは、PC鋼棒を含めた鉄筋量が過大となり曲げ圧縮破壊したためと考えられる。

最後に本研究には昭和61年度文部省科研補助金（奨励研究 A）が授与されたことを付記いたします。

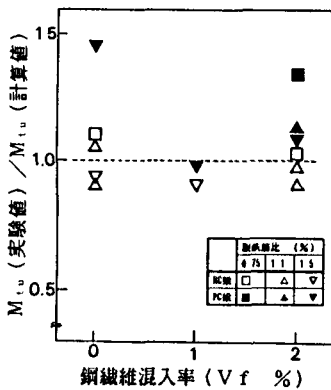


図-7 終局純ねじり耐力の実験値と計算値の比較

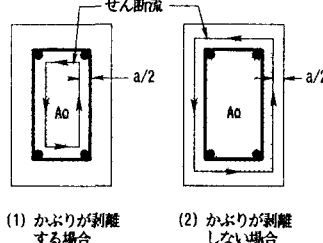


図-6 ねじり有効面積の大きさ

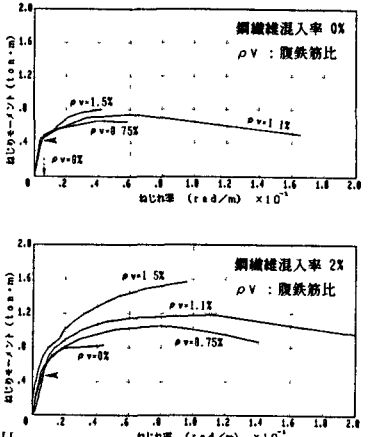


図-4 RC梁のねじりモーメント-ねじり率曲線 ($M_t/M_{t0} = \infty$; 純ねじり供試体)

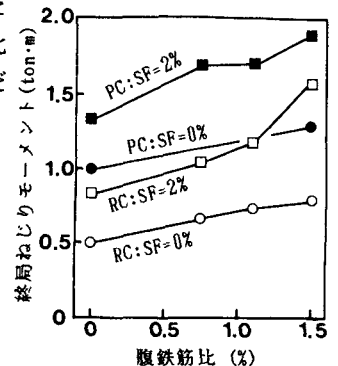


図-5 終局ねじりモーメントと腹鉄筋比の関係

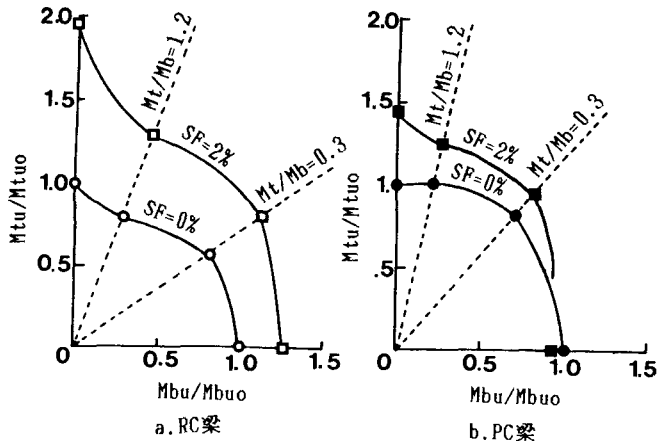


図-8 終局耐力の相関関係

参考文献: 1) D. Mitchell and M. P. Collins, "Diagonal compression field theory-A rational model for structural concrete in pure torsion", ACI. J. August, 1974