

鋼繊維コンクリートがRC橋脚の変形性能向上に及ぼす影響

九州工業大学大学院 学生会員 芳賀 祥晃 九州工業大学 正会員 幸左 賢二
 小沼技術士事務所 正会員 小沼 恵太郎 九州工業大学 非会員 田端 一雅

1. はじめに

RC橋脚の変形性能を向上させる方法の一つとして、鋼繊維補強コンクリート(以後、SFRC)を使用することが考えられる。本研究では、塑性ヒンジ部にSFRCを使用した柱供試体の正負交番試験を行い、その変形性能向上効果の考察を行った。

2. 実験概要

図-1に柱供試体の形状および配筋状況を示す。柱供試体は400×400mmの正方形断面を有し、柱基部から高さ方向700mmの範囲にSFRCを使用した。鋼材はSD345の異形鉄筋とし、軸方向鉄筋はD19を75mm間隔(軸方向鉄筋比: 1.3%)、帯鉄筋はD10を150mm間隔(帯鉄筋による横拘束筋体積比: 0.63%)で配置した。

実験パラメータとして、鋼繊維の単位体積混入率(以後、 V_f)を0.0%、1.0%、1.6%の3水準に設定し、それぞれの供試体をNo.1、No.2、No.3とした。

正負交番荷重は、柱供試体の上面より1.0N/mm²相当の一定軸力を与えた状態で、柱基部より1400mmの位置に載荷した。その際、事前に計算で求めた曲げ降伏荷重までは25kNずつ荷重を増分させ、それ以降は降伏変位ずつ変位を増分させながら載荷した。なお、各載荷ステップの繰返し回数は1回とし、最大荷重載荷後、荷重が最大荷重の5割まで低下した時点で実験を終了した。

3. 実験結果

3. 1 載荷荷重-水平変位関係

図-2に実験で得られた載荷荷重-水平変位関係の包絡線と、コンクリート圧縮強度試験結果を用いて算出した水平荷重-水平変位関係を示す。ここで、実験値の水平変位は交番荷重載荷位置での値とし、終局時は、最大荷重後に載荷荷重が降伏荷重まで低下した時と定義した。また、コンクリート圧縮強度試験より得られた応力-ひずみ関係は、最大応力の5割低下点までを採用して計算した。

図-2より、実験より得られた終局変位は、No.1で64.0mm(計算: 33.6mm)、No.2で85.0mm(計算: 80.9mm)、No.3で83.0mm(計算: 92.5mm)となり、No.1に対してNo.2で1.3倍(計算: 2.7倍)、No.3でも1.3倍(計算: 2.8倍)向上したこ

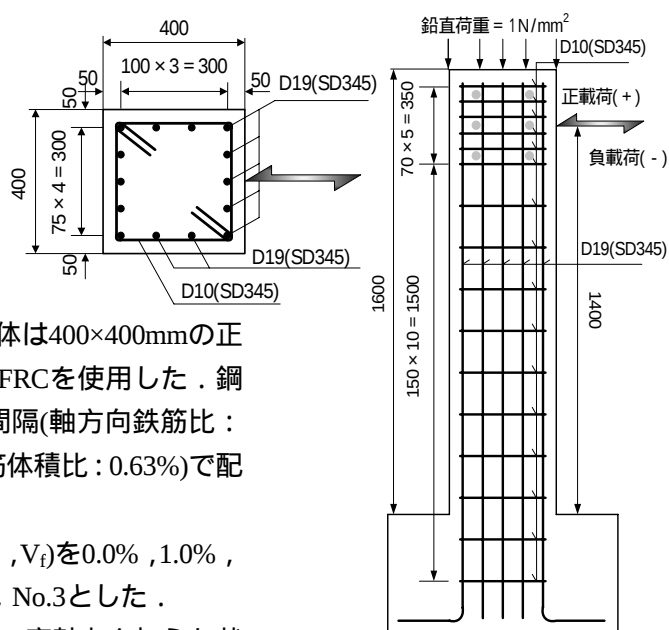


図-1 供試体断面図及び配筋図

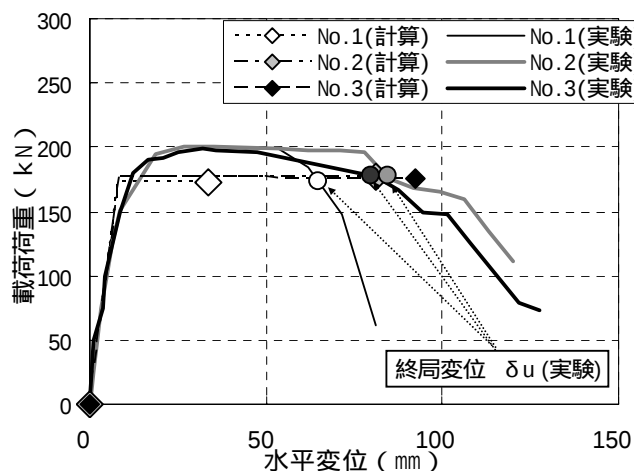


図-2 載荷荷重-水平変位関係の包絡線の比較

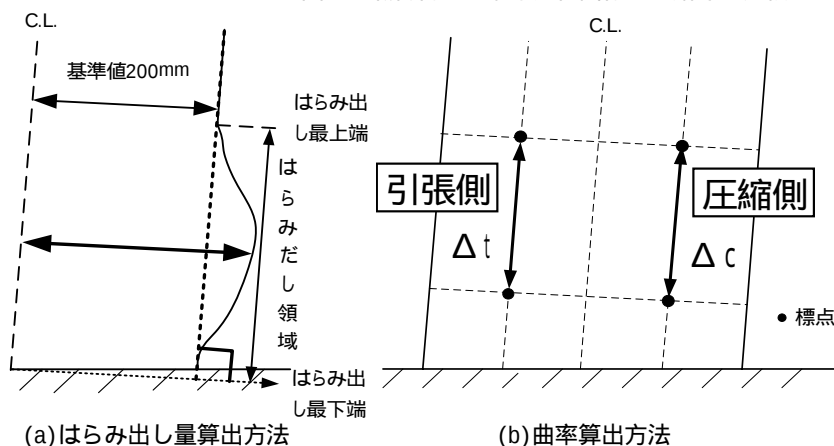


図-3 はらみ出し量および曲率の算出方法

とが分かる．

しかし，今回設定した V_f では，No.2とNo.3の間に混入率の違いによる明確な差はみられなかった．その理由として，鋼繊維の分布に偏りが生じるなどの理由により，鋼繊維が十分には機能しなかったと考えられる．

3. 2 コンクリートのはらみ出しおよび曲率

図-3にコンクリートはらみ出し量および曲率の算出方法の概要を示す．図-3(a)に示すように，はらみ出し量は供試体中央線からコンクリート外縁までの距離の初期値(200mm)からの増加量とし，その発生区間をはらみ出し領域とした．図-4にはらみ出し領域 - 水平変位関係を示す．図-4より，SFRC(No.2およびNo.3)ではらみ出しが発生する水平変位が，RC(No.1)よりも増加したことが分かる．

図-3(b)に示すように，曲率は，測定された標点間の相対変位に基づいて柱断面の圧縮ひずみ ϵ_c と引張ひずみ ϵ_t を算出し，その測定区間の平均値を算出した．図-5に，No.1，No.3について，軸方向鉄筋の座屈発生時および終局時の曲率分布を示す．図-5より，座屈発生時から終局時まで，両供試体とも一様に曲率が増加するものの，No.3における増加量がNo.1よりも大きいことが分かる．その結果，No.3の終局時では，基部から150mmの位置で，No.1の約2倍の曲率が発生したことが分かる．

4. 塑性ヒンジ部における損傷メカニズムの推定

以上の実験結果を踏まえ，鋼繊維が塑性ヒンジ部の損傷特性に与える影響について以下のように考察する(図-6)．すなわち，RC(No.1)では座屈発生時までにコアコンクリートが損傷を受け，圧縮応力を受け持てなくなるために，座屈発生後は急激に耐力が低下したと考えられる．これに対してSFRC(No.3)では，鋼繊維がコアコンクリートのひび割れ面での応力伝達を分担し，比較的大きな変形状態でも圧縮応力を負担し続けるため，座屈が発生する変位が増加するとともに，座屈発生後に鉄筋が大きく変形しても，柱としての耐荷性能が緩やかに低下したと考えられる．

5. まとめ

(1)SFRCを使用することでRCに対して終局変位が約1.3倍に伸び，変形性能が向上することが確認できた．しかし， $V_f=1.0\%$ ， 1.6% では，混入率の違いによる明確な差はみられなかった．これは基部における鋼繊維の分布の偏りによって鋼繊維の効果が十分に発揮できなかったことが考えられる．

(2)鋼繊維を混入することで，コアコンクリートのひび割れ面での応力伝達を分担し，圧縮応力を負担し続けるため，座屈が発生する変位が増加するとともに，耐荷性能の低下が緩やかであった．

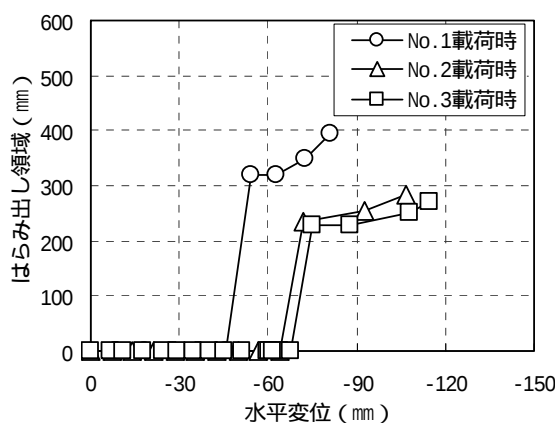
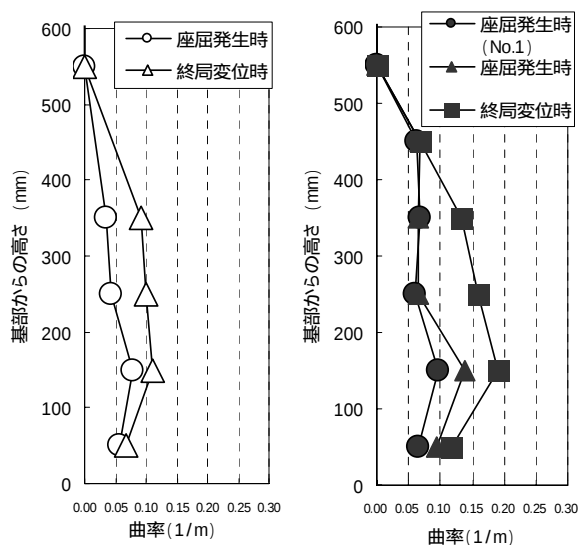


図-4 はらみ出し領域 - 水平変位関係



(a)No.1 供試体

(b)No.3 供試体

図-5 曲率分布

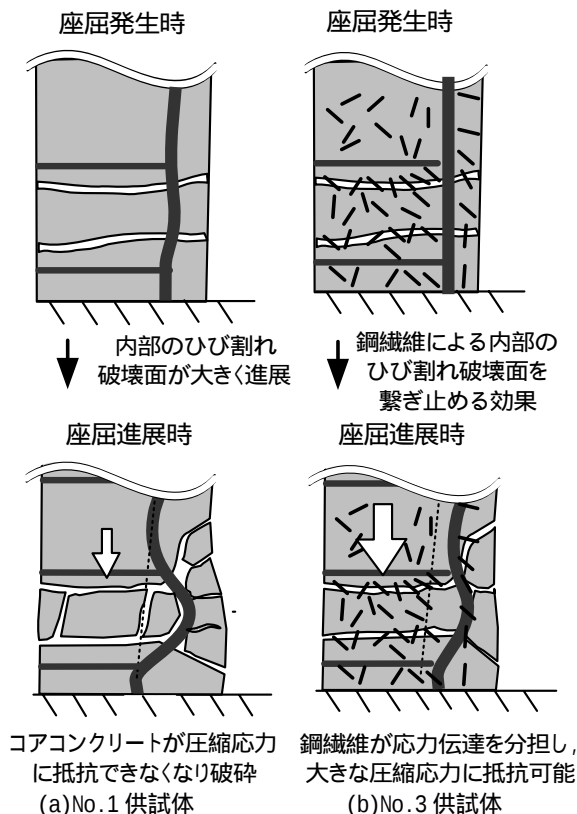


図-6 コアコンクリートの損傷メカニズム