

連続繊維補強材を用いたコンクリートはりのせん断耐力

名古屋大学 工学部 学生員 末光康人
 名古屋大学 工学部 正会員 二羽淳一郎

1. はじめに

FRPロッドを主筋やスターラップに用いたコンクリートはりのせん断挙動は、過去の精力的な研究にもかかわらず未だ不明瞭な点が残されており、的確に評価できるには至っていない。構造的な研究の多くは既存の鉄筋コンクリートに対する研究成果を補正して適用することに主眼が置かれている。

本研究では、FRPロッドを用いたコンクリートはりのせん断耐力評価を目的とする。このため、既存の実験データ^{1)~10)}を基に、せん断補強が無い場合の耐力評価法、せん断補強されている場合は破壊時のスターラップ応力の検討を行い、せん断耐力評価のための考察を行った。

2. せん断補強の無い場合

せん断補強の無い場合のRCはりに対するせん断耐力評価式は式(1)で示される。

$$V_c = 0.94 (f_c' p_w)^{1/3} \left(\frac{d}{100} \right)^{-1/4} \left(0.75 + \frac{1.4}{a/d} \right) b_w d \quad (1)$$

図-1は、実験値と式(1)によって得られた計算値との比を、主筋の弾性係数に対して表したもので、この結果から、主筋の弾性係数が小さくなるほど実験値と計算値の比が小さくなるということがわかる。これを改善するために主筋の剛性を鉄筋の剛性に対して補正した補強筋比を用いることが提案されているが、図-2はこれにしたがって計算値を補正した結果である。図-2によれば変動係数は12%程度となるものの、平均値は1.10であり、必ずしも十分であるとは言えない。

3. せん断補強のある場合

せん断補強されたコンクリートはりのせん断耐力 V_u は、RCに対しては式(2)のような修正トラス理論で算定されている。

$$V_u = V_c + V_s \quad (2)$$

ここで V_s はスターラップの降伏強度から算定されるものであるが、FRPは降伏現象を示さず破断するので、 V_s 算定にあたってはスターラップに用いたFRPロッドの破壊時応力を用いるべきであると考え。

そこで、実験データを基にスターラップの破壊時応力を求め、各種のパラメータに対してプロットし、その特性評価を試みた。なお、スターラップの破壊時応力は、せん断耐力の実験値から、補正した V_c を減じ、45度のトラスを仮定して算定した。

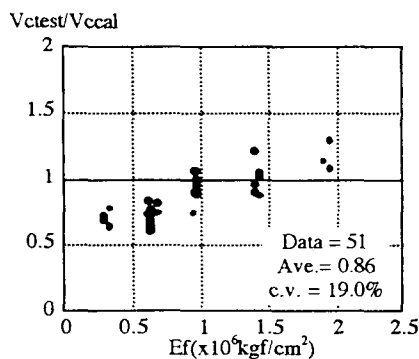


図-1 せん断補強のないはりのせん断耐力評価

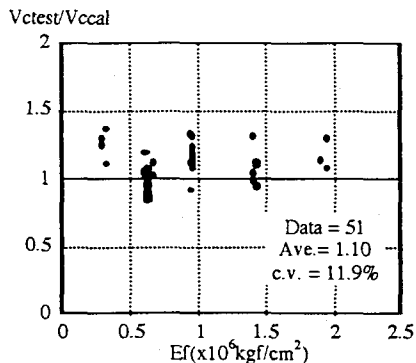


図-2 主筋剛性の補正を行ったときのせん断耐力評価

図-3は、計算によって得られた破壊時のスターラップ応力 σ_{fw} とFRPロッドの破断強度 f_{wu} の比を、せん断スパン比をパラメータとして表したものである。図-3によると、せん断スパン比が小さい($a/d=1.5\sim 2.0$)の範囲には、破壊時応力の計算値が破断強度を大きく上回るものがある。これは現実にはあり得ない。この原因はせん断スパン比の小さい領域では、斜めひびわれの発生以後もはりが耐荷力を保持し、式(1)が適用できないことによるものである。

図-4は、パラメータをせん断補強筋比として表したものである。この図から、せん断補強筋比が極端に小さい場合、破壊時応力の計算値と破断強度の比が小さいものが見られる。これらのデータは、スターラップ間隔が大きいものであって、高強度のFRPロッドをスターラップに使用したとしても、スターラップ間隔が過度に大きいとは内部にトラスが形成されず、早期に破壊したものと考えられる。

以上のことから、せん断スパン比が小さいデータと、せん断補強筋比が小さいデータを除外することとした。精選されたデータを対象に、スターラップの破壊時応力と破断強度の比を力学的せん断補強筋比に対して示した(図-5)。図-5中の実線はデータを2次式で回帰したものであるが力学的せん断補強筋比の増加に伴い、破壊時応力と破断強度の比が単調に低下していく傾向が認められる。

4. まとめ

せん断補強されていないはりの主筋にFRPロッドを使用した場合のせん断耐力の評価には、主筋剛性の補正が必要である。しかしながら、提案されている補正方法では十分とは言えない。FRPロッドをせん断補強筋として使用した場合、せん断補強量が十分であれば、破壊時のスターラップ応力は、力学的補強筋比の増加とともに単調に低下していく。今後は、これらの実験的な知見をもとにFRPロッドを補強筋として用いた場合の構造モデルの構築を進めていくことが急務である。

【参考文献】

- 1) 佐藤ら：有限要素解析によるFRPロッドを用いたRCのせん断耐荷機構について、土木学会連続繊維シボ・シウム、1992
- 2) 金倉ら：FRPロッドで補強したコンクリートはりのせん断性状、JCI年次論文集、1993
- 3) 白砂ら：CFRPロッドで補強したコンクリートはりの曲げ・せん断性状、JCI年次論文集、1991
- 4) 小林ら：CFRPロッドを主筋及びスターラップに用いたコンクリートはりのせん断性状、JCI年次論文集、1992
- 5) 横井ら：主筋にFRPロッドを用いたコンクリートはりのスターラップ応力、JCI年次論文集、1991
- 6) 齊藤ら：FRPで補強したはりの曲げおよびせん断性状、JCI年次論文集、1988
- 7) 鳥取ら：FRP棒材を緊張材ならびに螺旋状せん断補強筋として用いたはりのせん断試験、JCI年次論文集、1989
- 8) 鳥取ら：FRP棒材を螺旋状せん断補強筋として用いた場合のコンクリートはりのせん断補強効果、JCI年次論文集、1990
- 9) 鳥取ら：FRPをせん断補強に用いたRCはりの破壊性状について、JCI年次論文集、1988
- 10) 天野ら：各種FRPロッドを軸方向筋としたはり部材のせん断特性、土木学会連続繊維シボ・シウム、1992

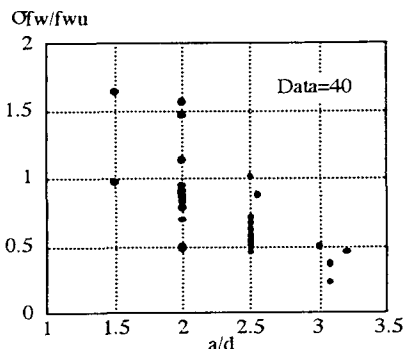


図-3 σ_{fw}/f_{wu} とせん断スパン比の関係

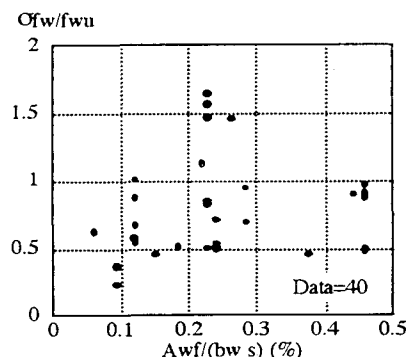


図-4 σ_{fw}/f_{wu} とせん断補強筋比の関係

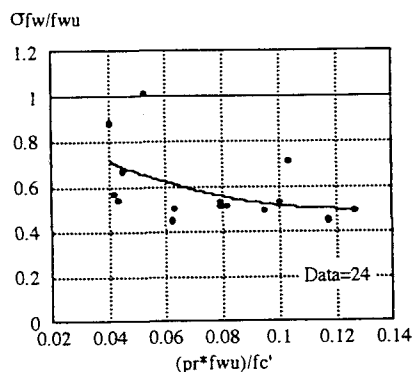


図-5 σ_{fw}/f_{wu} と力学的せん断補強筋比の関係