

V-442 炭素繊維シートにより補強されたRC橋脚のせん断耐力について

北海道大学大学院 学生員 鳥居 良寛
 北海道大学大学院 学生員 Sirbu Gabriel
 北海道大学大学院 正会員 佐藤 靖彦
 北海道大学大学院 正会員 上田 多門

1. はじめに

兵庫県南部沖地震(1995年1月17日発生)は、大都市を直撃した直下型地震で、数多くの土木構造物が被害を受けた。それ以降、耐震補強の重要性が注目されるようになった。本研究では、炭素繊維シート(以下、CFS)を巻き付けた鉄筋コンクリート(RC)橋脚のせん断補強効果について検討する。

2. 実験方法

本研究で用いた供試体は、標準的な橋脚の1/5縮小モデルであり、断面が250mm×250mmの正方形の鉄筋コンクリート柱である。本研究では合計4体の供試体を作製しており、その諸元を表1に示す。供試体S1は、せん断補強筋として帯鉄筋のみを有する。供試体S2およびS3は、せん断補強筋として帯鉄筋およびCFSを有し、CFSの補強量のみが異なる。供試体S1からS3を比較することによって、補強量の違いによる影響を明らかにすることができる。また、供試体S4だけは、CFSとコンクリートの間の付着を完全に切っており、補強量は供試体S3と等しいので、この2体を比較することにより付着の有無による影響を明らかにすることができる。本実験は軸力を用いず、一方向単調載荷試験を行った。図1に実験供試体図を示す。

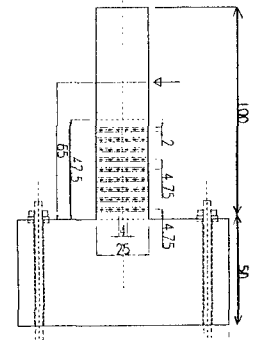


図1 実験供試体図

表1 供試体諸元

供試体	圧縮強度(MPa)	ρ_c (%)	ρ_w (%)	ρ_{eff} (%)	CFSの補強量	付着	$V_{\text{CFS, Exp}}(\text{kN})$	$V_{\text{CFS, Cal}}(\text{kN})$
S1	25.7	4.5	0.15	0	無補強	—	—	—
S2	22.6	4.5	0.15	0.019	20mm幅を95.0mmピッチ	あり	42.4	45.8
S3	29.4	4.5	0.15	0.037	20mm幅を47.5mmピッチ	あり	94.1	91.7
S4	12.3	4.5	0.15	0.037	20mm幅を47.5mmピッチ	なし	—	—

3. 実験結果

すべての供試体は、軸方向鉄筋の降伏前にせん断破壊を起こした。また、CFSにより補強された供試体S2からS4は、すべて最大耐力時にCFSが破断した。図2に、供試体S3とS4のひび割れ図を示す。付着のある供試体S3ではCFSの周りに無数のひび割れが存在するのに対し、付着のない供試体S4ではひび割れは分散せず、ひび割れ幅が大きくなっている。図3に、供試体S1からS4の荷重-変位曲線を示す。供試体S1からS3を比較すると、補強量が増すにつれて終局耐力は増加していることがわかる。図4は、供試体S2とS3のCFSが受け持つせん断耐力 V_{CFS} とスターラップが受け持つせん断耐力 V_s の関係を示している。終局耐力時では V_s の値はほぼ等しく、 V_{CFS} の値は供試体S2が42.4kNなのに対して、補

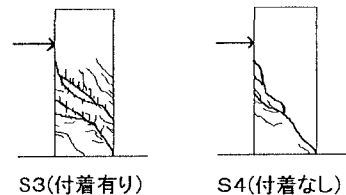


図2 ひび割れ図

キーワード：炭素繊維シート、RC橋脚、せん断破壊、付着
 〒060-0813 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学工学部土木工学科構造工学講座複合構造工学分野
 TEL&FAX 011-707-6582

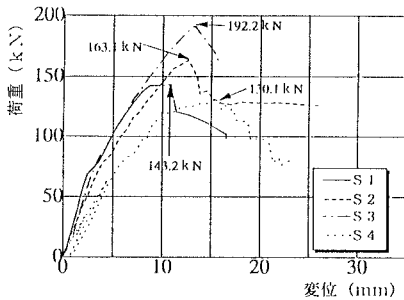


図3 荷重変位曲線

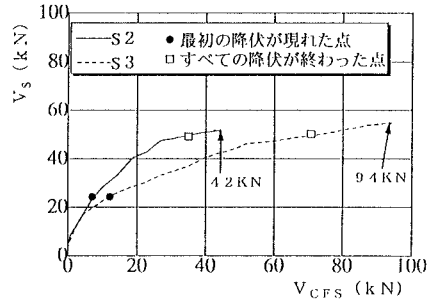


図4 $V_{CFS} - V_S$ 図

強量が2倍の供試体S3では94 kNと供試体S2の約2倍の補強効果が確認された。また、付着のない供試体S4の終局耐力が、付着のある供試体S3よりはるかに低い値となった。この理由は、供試体S4のコンクリートの圧縮強度が非常に小さかったことに加え、供試体の柱の断面形状に問題があったためだと思われる。すなわち、図5のように柱断面の四隅が少し膨らんでいたため、付着のないCFSは、はじめはコンクリートと密着していた(図の破線)が、四隅の膨らみに合わせて曲がり、荷重が増加するにつれて浮き上がって(図の実線)まっすぐになろうとした。そのため、局部的な曲げ応力が発生して、CFS箱の部分で破断したと思われる。

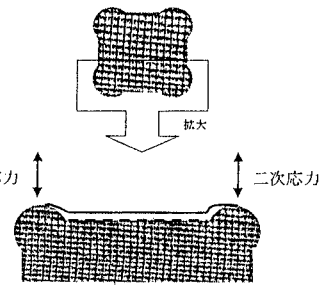


図5 柱の断面形状

4. 炭素繊維シートが受け持つせん断耐力の算定

現在、CFSが受け持つせん断耐力の算定はトラス理論に基づいて行われているが、正確な算定は難しいと考えられる。ここでは、斜めひび割れ上のCFSのひずみ分布と斜めひび割れ域を決定し、斜めひび割れ上でのCFSの平均ひずみよりCFSが受け持つせん断耐力を検討する。図6は、CFS破断時のひずみの予測値と実際のひずみを表している。予測値と実測値を比較するため、それぞれのひずみを正規化(最大ひずみを1とした)してある。なお、破断時の最大ひずみは、公称値の15000 μ を用いた。この図より予測値と実測値は概ね一致していることがわかる。次に、斜めひび割れの発生範囲を柱基礎部からの距離が8cm~45cmの位置とする。これはどの供試体でも概ね等しい。ここで斜めひび割れ域における総ひずみを求め、その範囲の平均ひずみを利用してCFSが受け持つせん断耐力を求めた。算定結果を表1に示す。これより、実験値と計算値がよく一致していることがわかる。

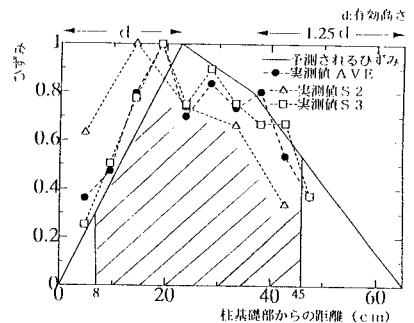


図6 予測されるひずみと実際のひずみ

5. まとめ

- (1) CFSを補強することにより、せん断耐力を増加させる効果が確認された。CFSの補強量を2倍にすると、CFSが受け持つせん断耐力も2倍となった。
- (2) CFSとコンクリートの間に付着のない場合、本実験の柱の断面形状に問題があったため、柱断面の四隅に局部的な応力が働き、極端に小さなせん断耐力を示した。
- (3) 斜めひび割れ上のCFSのひずみ分布と斜めひび割れ域を決定し、斜めひび割れ上でのCFSの平均ひずみよりCFSが受け持つせん断耐力を求めた結果、概ね実験値と一致していることが明らかとなった。