

CF シートで補強した RC 梁のせん断補強耐力評価

九州工業大学大学院

学生会員

宮島英樹

九州工業大学

正会員

幸左賢二

阪神高速道路株式会社

正会員

杉岡弘一

九州工業大学

学生会員

小屋拓郎

1. はじめに

現在までに炭素繊維シート(以下CFシート)に関する研究は多く行なわれているが,斜め引張せん断破壊における補強効果の定量的な評価はあまり行なわれていない. よって,本研究ではCFシートにより4面巻き立てを施したせん断破壊先行型のRC梁のせん断補強実験を行い,簡易的なフレーム解析による検討を行なった. また,実験結果および解析結果を用い,CFシートのせん断耐力算出モデルを提案した.

実験の結果,表-1および図-1に示すように,せん断ひび割れ付近からシート剥離が発生,進展し,シート破断によりせん断破壊が生じる結果となった.

2. 解析モデル

図-2に,Case5を例にCFシートで補強された供試体の破壊性状を示す. 実験結果を受け,解析モデルは図-3に示す立体フレームモデルとした. 解析モデルにおいて,コンクリート供試体は剛体としており,実験でせん断ひび割れが生じた箇所に,せん断損傷仮定断面を設けた. なお,せん断損傷仮定断面の設定角度は,実験におけるひび割れ角度の平均値である 30° としている.

接着樹脂の付着構成則は既往の研究を参考に $\tau_y=3.75\text{N/mm}^2$, $\delta_y=0.1\text{mm}$, $\delta_u=0.5\text{mm}$ とし,非線形バネ要素にモデル化することにより,CFシートとコンクリート間にすべり方向に配置した. 一方,せん断損傷仮定断面を横切る5本のCFシートは弾性トラス要素を用いてモデル化を行った. また,せん断損傷仮定断面間におけるコンクリートのせん断抵抗は,実験結果より得られたコンクリートが負担するせん断力 V_c とせん断ひび割れ幅の関係から,非線形バネ要素を用いてモデル化を行った.

3. 解析結果

図-4に,CFシートが負担するせん断力 V_{cf} およびコンクリートが負担するせん断力 V_c とせん断ひび割れ幅の関係を示す. 図より, V_c とひび割れ幅の関係は実験と解析で比較的一致している. 一方, V_{cf} を見ると実験値,解析値ともにひび割れ幅が小さい段階で V_{cf} が増加し(領域),ひび割れ幅1.5mm程度から V_{cf} が停滞し(領域),その後再び V_{cf} が増加する(領域)傾向となっている. しかし,実験値の方が領域における V_{cf} の値がやや小さくなっている.

また,図-5,6にCFシートひずみと剥離面積の関係を示す.

図-5は補強するシートの幅をパラメータとし,図-6ではシート積層数をパラメータとした場合の結果を示してい

表-1 実験ケースと実験結果

供試体	シート幅 (mm)	最大せん断耐力 (kN)	破壊形態
Case1	無補強	419.8	シート破断
Case2	50.0	546.6	シート破断
Case3	75.0	719.0	シート破断
Case4	87.5	704.8	シート破断
Case5	100.0	789.6	シート破断

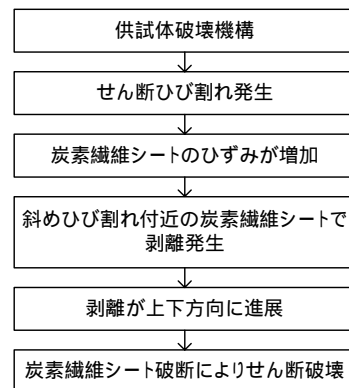


図-1 破壊メカニズム

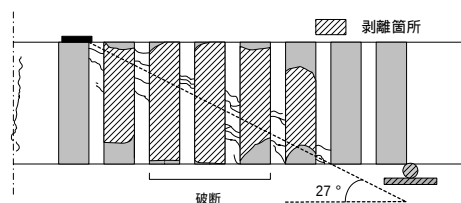


図-2 供試体の破壊性状(Case5)

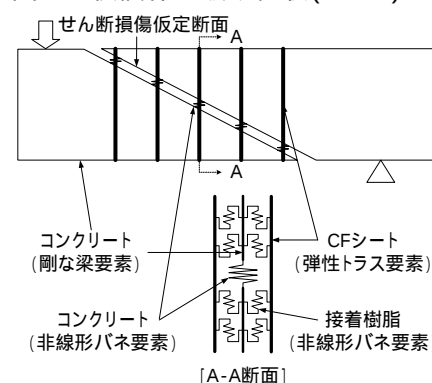


図-3 解析モデル

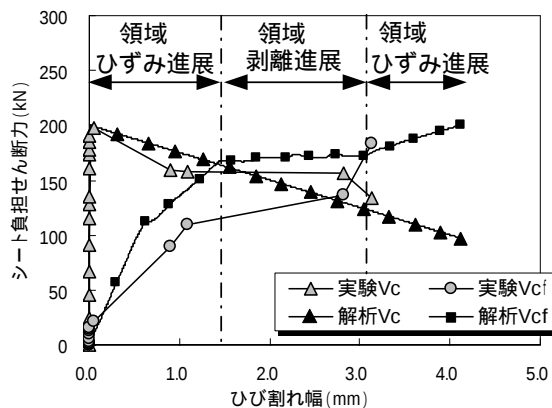


図-4 せん断力 - せん断ひび割れ幅関係

る．図-5, 6 より，実験，解析ともに CF シートのひずみ性状や剥離性状が同様の傾向を示し，CF シートが等しい挙動を示していることが分かる．ただし，解析では剥離進展時にひずみが停滞しているのに対し，実験では緩やかにひずみが増加している．

これは，解析では予めせん断損傷断面を設けているため，5 列のシートが同時に抵抗し，いずれの列においても顕著にひずみが進展する．一方，実験では供試体中央部からせん断ひび割れが発生し，上下方向に進展するような段階を踏むため，載荷板および支承版付近の 1, 5 列はひずみの進展が遅くなる．よって，解析における V_{cf} や CF シートひずみが実験値よりも大きくなったと考えられる．

4. 耐力算出モデル

実験結果，解析結果より CF シートひずみ - 剥離面積関係がシート幅および積層数によらず，一定となることが分かった．よって，図-7 に示すモデルを用いて CF シート補強せん断耐力の評価を行う．また，図-7 にはコンクリートのモデルも同時に示しているが，このモデルは実験より得られたコンクリート負担せん断力とシートひずみの関係より作成した．

5. 耐力算出結果

図-8 に Case5 のせん断耐力 - CF シートひずみ関係の実験結果と算出結果の比較を示す．図より，提案手法による計算値は実験値を精度良く再現でき，せん断耐力の増加傾向および最大耐力が等しくなっている．また，図-9 に各部材のせん断耐力の比較を示す．本提案手法を用いた場合，各部材の分担割合も実験結果と整合性が高いことが分かる．ただし，Case3 では V_c の実験値と計算値の割合が 0.6 程度となっている．本検討では抵抗するシートを 5 本と仮定し，評価しているが，Case3 の実験結果はひび割れ角度が緩やかとなり，抵抗するシートが 1 本多い 6 本となったためと考えられる．よって，6 本目の CF シート負担せん断力が加わり，実験値における V_c を大きく評価したと考えられる．以上より，提案した CF シート補強せん断耐力モデルは CF シートの幅や層数によらず，補強後のせん断耐力の推移を妥当に評価することが可能であると考えられる．

6. まとめ

- (1) 今回提案した解析モデルにより，せん断補強耐力について CF シートの抵抗挙動を概ね評価することができた．
- (2) 実験結果，解析結果を用いてせん断耐力算出モデルを提案し，シートで補強された供試体のせん断耐力を妥当に評価することができた．

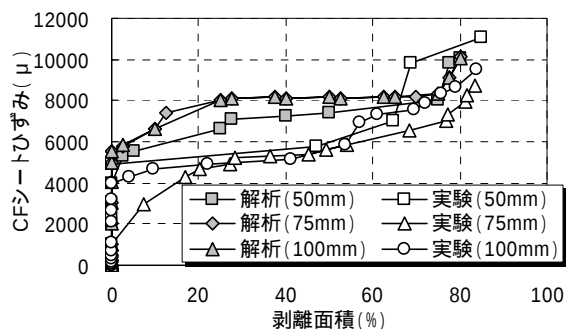


図-5 シートひずみ - 剥離面積関係

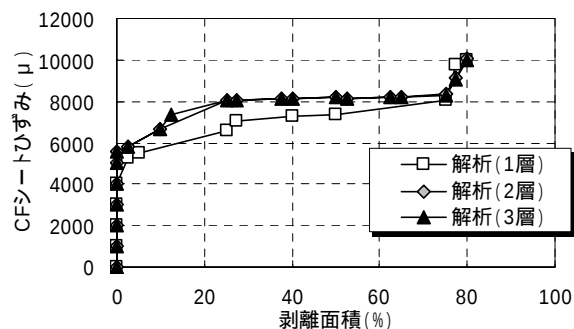


図-6 シート積層数による抵抗機構の変化

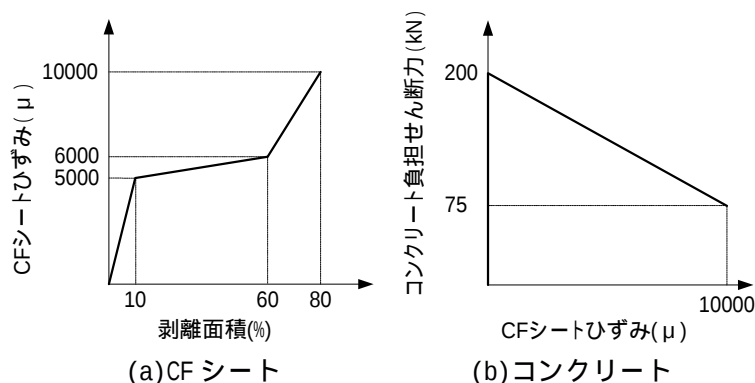


図-7 耐力算出モデル

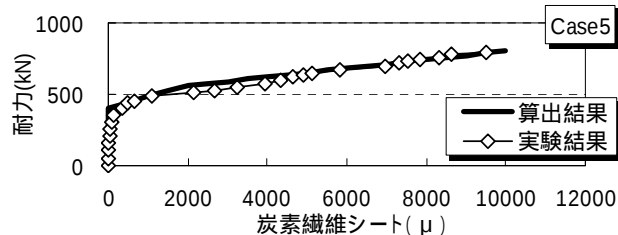


図-8 実験と計算のせん断耐力の比較

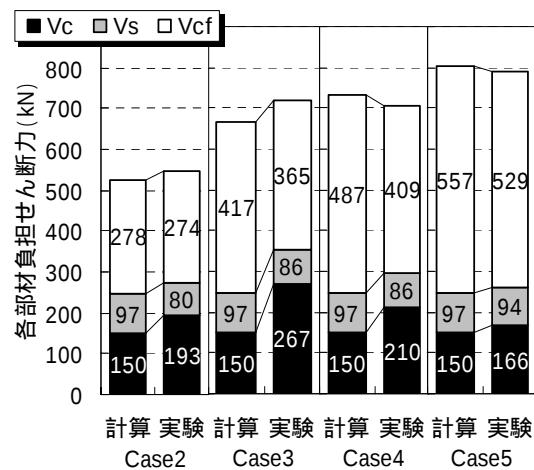


図-9 各部材のせん断耐力の比較