

CFシートで補強したRC梁の数値解析

九州工業大学大学院
阪神高速道路公団

学生会員 阿部弘典
正会員 松本 茂

九州工業大学
(株)オリエンタルコンサルタンツ

正会員 幸左賢二
正会員 橋場 盛

1. はじめに

炭素繊維シート（以下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った。その結果、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¹⁾。本論ではそのせん断抵抗メカニズムを適切に評価するため実験供試体を対象に、簡易的なフレーム解析モデルを提案し、せん断ひび割れ幅の進展に伴うCFシートの抵抗メカニズムについての検討を行った。

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V (kN)	破壊形態
Case1	無補強	209.9	シート破断
Case2	50	273.3	シート破断
Case3	75	359.5	シート破断
Case4	87.5	352.4	シート破断
Case5	100	394.8	シート破断

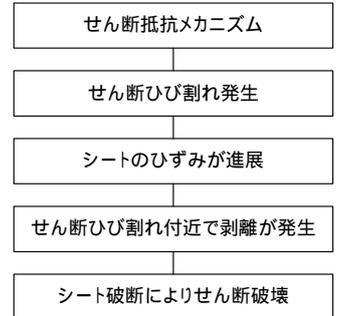


図-1 抵抗メカニズム

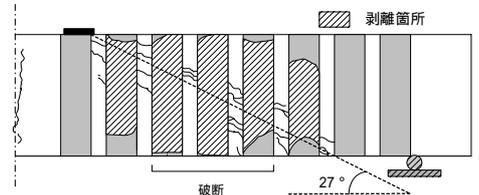


図-2 供試体の破壊性状 (Case5)

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。まず、せん断ひび割れ発生位置付近のシートが剥離し始め、シートのほぼ全域が剥離した後、2~4 列目のシートが次々と破断する斜め引張せん断破壊となった。

従って、解析モデルは図-3 に示すような立体フレームモデルとし、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、せん断損傷想定断面を設けた。なお、せん断損傷想定断面の設定角度は、実験におけるひび割れ角度と同じ 27° としている。

ここで、接着樹脂の付着構成則として、既往の研究では付着応力と相対変位との関係（ $\sigma - \delta$ 関係）が与えられている²⁾。この $\sigma - \delta$ 関係から、非線形バネ要素を用いて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、せん断損傷想定断面を横切る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、せん断損傷想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。

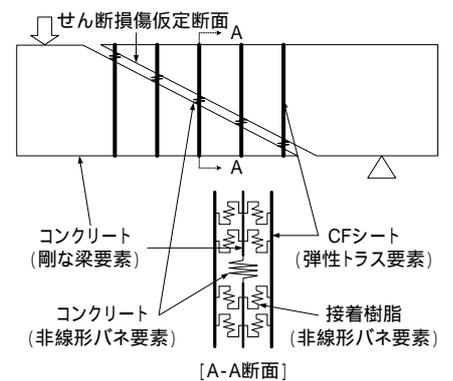


図-3 解析モデル

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。これによると、 V_c とせん断ひび割れ幅の関係は、実験、解析ともに比較的一致しているものの、 V_{cf} に関しては、実験ではせん断ひび割れ幅が 1.5mm に達した以降、急激に V_{cf} が増加する傾向にあるが、解析では、早い段階

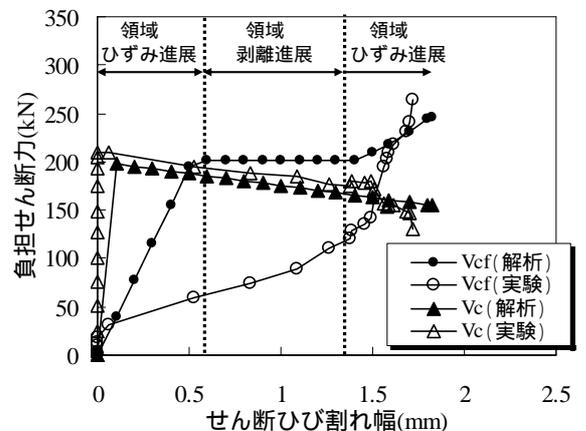


図-4 せん断力 - せん断ひび割れ幅関係

実験ではせん断ひび割れ幅が 1.5mm に達した以降、急激に V_{cf} が増加する傾向にあるが、解析では、早い段階

キーワード CFシート, せん断抵抗メカニズム, フレーム解析, 付着抵抗領域

連絡先 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL 093-884-3123

で V_{cf} が増加しており(領域),その後 V_{cf} が一定の値となり(領域),再び V_{cf} が増加する(領域)傾向となっている。これは、解析では予めせん断損傷想定断面を設けているため、5本のシートが同時に抵抗するのに対して、実験では供試体中央部からせん断ひび割れが発生するため、載荷板および支承版付近に近いシートほど、ひずみの進展が遅くなるためである。一方、シートのひずみと剥離面積の関係を図-5に示す。図より、解析でも実験と同様、シートのひずみが一定となり剥離面積のみが進展する箇所(領域)が存在しているが、実験よりも大きなひずみで剥離が生じており、剥離面積が小さい結果となる。

ここで、各領域におけるCFシートの抵抗メカニズムについて検討するため、Case5を例に図-6に各領域における付着応力とシートひずみの分布状況を示す。まず、領域では図-6(a)のように、せん断ひび割れ付近において付着力およびシートのひずみが生じ、ひび割れに近い位置ほど付着応力、シートのひずみともに大きな値となっている。従って、せん断ひび割れ発生後はCFシート全体でせん断に対して抵抗するのではなく、100mm程度の範囲で局所的に抵抗する領域、つまり付着抵抗領域が存在することが分かる。次に、付着応力が最大付着強度3.75MPaに達するとシートの剥離が生じるため、領域では図-6(b)のように、付着抵抗領域がそれぞれ上下方向に移動している。一方、剥離した領域ではせん断に対してシートが抵抗するため、シートのひずみが大きくなり、ひずみが7000 μ 程度で一定となる。付着抵抗領域がシート端部にまで達すると、シートの広範囲で剥離が生じるため、それ以上は付着抵抗が見込めなくなる。その結果、図-5のように再びシートのひずみが進展し、最終的にシートが破断に至る。

4.まとめ

- (1) 今回提案した解析モデルで、せん断補強耐力およびシートの剥離挙動の評価が可能である。
- (2) シートが負担するせん断力 V_{cf} の進展に剥離挙動が与える影響が大きいため、 V_{cf} を評価する際は剥離挙動を適切に評価することが重要である。

参考文献

- 1) 阿部弘典,幸左賢二,田崎賢治,松本茂:炭素繊維シートによるRC橋脚梁のせん断補強効果と抵抗メカニズム,構造工学論文集 Vol.51A, pp1291-1298, 2005.3
- 2) 上原子昌久,下村匠,丸山久一:連続繊維シート補強コンクリート部材のせん断耐力評価法に関する研究,土木学会論文集 No.648/ -47, pp217-226, 2000.5

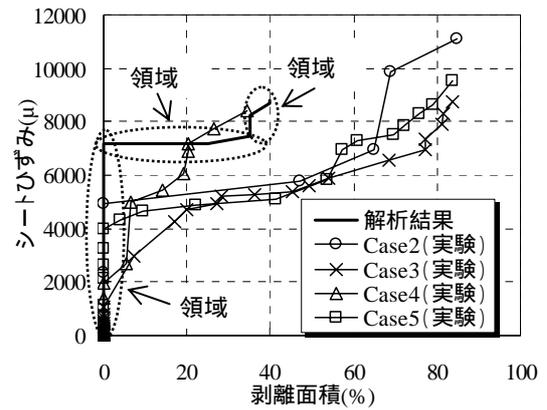


図-5 シートひずみ - 剥離面積関係

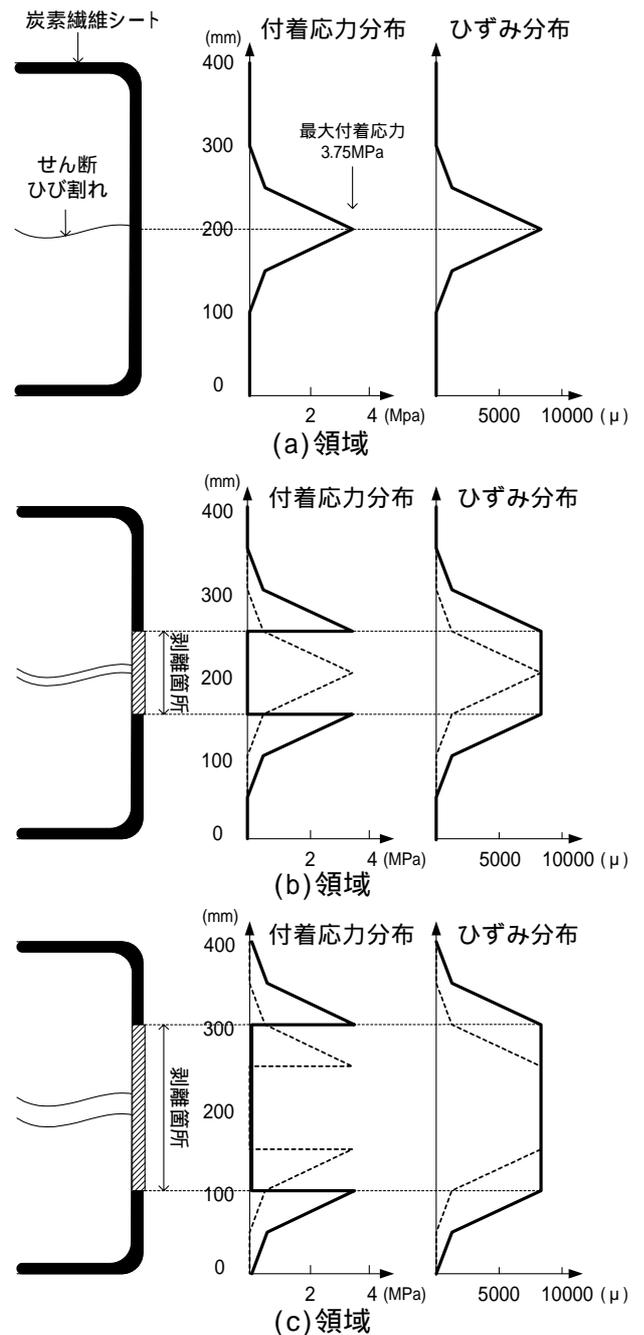


図-6 各領域での破壊の進展状況