

破壊形態に着目した3面巻き補強の評価

九州工業大学

学生会員

宮島 英樹

九州工業大学

正会員

幸左 賢二

阪神高速道路公団

正会員

杉岡 弘一

ショーボンド建設株式会社

正会員

富松 康秀

1. はじめに

現在、構造物の全面に連続繊維シートを巻きつける4面巻き補強に関する補強効率式が提案されている。しかし、支承などが存在する梁断面については3面巻き補強となるが、その研究は少なく、破壊形態や補強効率が解明されていない。したがって、3面巻き補強された供試体の載荷実験を行い、3面巻き補強と4面巻き補強との違いに着目し、検討を行った。

2. 実験概要

本実験で用いた供試体の寸法および配筋図を図-2に示す。本実験はT型のRC橋脚の梁部を単純梁に置き換え、照査断面の中でせん断力に対して耐力の余裕が最も小さい断面を対象とした。供試体のせん断スパン比は $a/d=2.5$ とし、引張主鉄筋比は実橋（ $\rho_t=1.90\%$ ）と同等となるように2.03%とした。また、実験ケースとして、定着長および巻き立て層数をパラメータとした。なお、使用した炭素繊維シートは目付量 200g/m^2 （設計厚さ 0.11mm 、破断強度 4840N/mm^2 、弾性係数 $2.53\times 10^5\text{N/mm}^2$ ）である。

3. 実験結果

表-2に各ケースの最大荷重および補強効率を示す。表に示すせん断補強効率は補強せん断耐力の実験値を設計値で除することにより算出した。設計値はトラス理論を用いて式(1)により算出したが、3面巻きの補強効率の平均値は4面巻きに比べ44%低下する結果となった。

定着長を有するcase3, 4, 5はせん断ひび割れ下端部において、写真-1に示すような割裂破壊が発生した。割裂破壊はせん断ひび割れにより供試体隅角部の割裂耐力が低下し、定着部の炭素繊維シートに作用する引張力によって発生したと考えられる。

一方、case2では載荷荷重が増加するとひび割れ付近から発生した炭素繊維シートの剥離が上下方向に進展し、シート下端部に剥離が到達すると炭素繊維シートがせん断に対し全く抵抗しなくなり、破壊に至った。

$$V_{cf} = \frac{A_{cf} \cdot f_{wyd} \cdot (\sin\theta + \cos\theta) \cdot d}{(1.15 \cdot s)} \quad (1)$$

4面巻き補強では、炭素繊維シートの端部を重ねて補強しているため、炭素繊維シートの剥離は隅角部で留めることが可能となる。また、供試

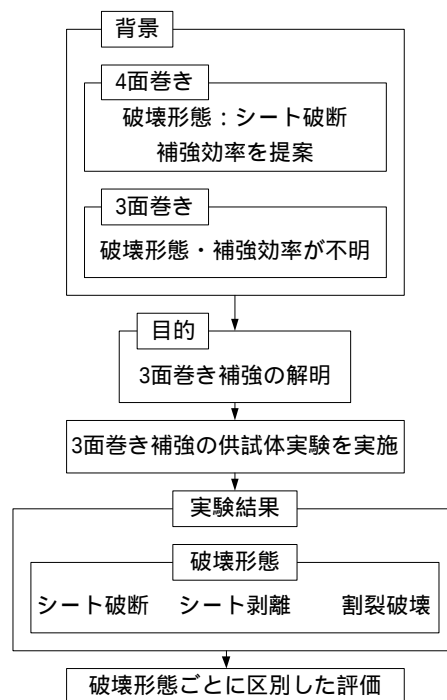


図-1 研究フロー

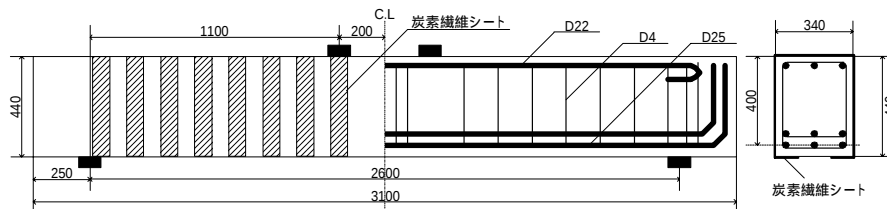


図-2 供試体寸法配筋図法および

表-1 実験ケースおよび実験結果

ケース	補強方法	炭素繊維シート				実験結果		
		シート幅 (mm)	間隔 (mm)	定着長 (mm)	巻き立て 層数	最大荷重 (kN)	せん断 補強効率	破壊形態
case1	無補強	-	-	-	-	419.8	-	せん断破壊
case2	3面巻き	75	150	0	1	574.3	0.634	剥離
case3	3面巻き	75	150	42.5	1	596.9	0.726	割裂破壊
case4	3面巻き	75	150	85	1	574.2	0.633	割裂破壊
case5	3面巻き	75	150	170	2	769.9	0.718	割裂破壊
case6	4面巻き	75	150	-	1	718.9	1.227	シート破断

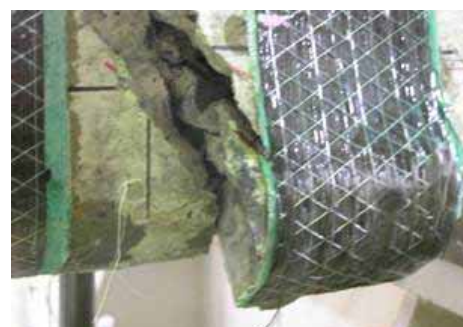


写真-1 割裂破壊図 (case2)

キーワード 炭素繊維シート、3面巻き補強、割裂破壊、剥離破壊

連絡先 〒804-8550 福岡県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

体下面の炭素繊維シートに作用する引張力が互いに抵抗するため、割裂破壊が発生しなかったと考えられる。

4. 評価

4面巻き補強と3面巻き補強では破壊形態が異なるため、現在の4面巻き補強の評価方法では3面巻き補強を評価することは困難であると考えられる。したがって、3面巻き補強の破壊形態であるシート剥離と割裂破壊に着目した評価を行う。評価方法として、コンクリート割裂耐力とシート付着力の比較を行った。

割裂耐力は図-4に示すように、かぶり厚さ分の内面より、割裂ひび割れが側面、下面に45°方向に広がると仮定し、割裂破壊面積を算出した。また、コンクリートのせん断応力度としては 2.42N/mm^2 の値を用いている。case3～case5においては、割裂耐力はコンクリートかぶり厚で一定となることから、いずれも 21.2kN となっている。

シート付着力は図-5に示すように付着面積にシートとコンクリートの付着応力度を乗じて算出した。ここで、シート付着力の算出に用いる付着応力度 6.65N/mm^2 はcase3の値より求めた。これは、case3は実験では割裂破壊で終了したが、付着面積が小さく最も剥離破壊に近い供試体であると考えられるため割裂耐力を面積で除して付着応力度を求めた。

次に、表-2の値を用いて、各ケースの補強耐力を評価した。供試体実験より、せん断力を主に負担した炭素繊維シートが5本であったため、割裂耐力に5を乗じた値を炭素繊維シートの補強耐力と仮定すると、補強耐力は 106.1kN と算出された。一方、シート補強供試体の最大耐力から無補強供試体の最大耐力を差し引いて補強耐力を求めると、 88.5kN となり、ほぼ一致した値となった。従って、本研究における割裂耐力の評価は炭素繊維シートによる補強耐力を妥当に評価できていると考えられる。また、割裂耐力を抑制することが可能であれば、付着力の算出結果を用いて補強耐力を評価することができ、より高い補強効果が得られると考えられる。

5. まとめ

- 1) 定着長をパラメータとした三面巻きの供試体実験によると、3面巻きの破壊形態は炭素繊維シートの剥離破壊とコンクリートの割裂破壊があることが分かった。
- 2) 炭素繊維シート3面巻きにおいてコーナー部のシート定着長がかぶり以上のときは、割裂破壊が支配的になると考えられる。

参考文献:幸左賢二・宮原みか子・関上直浩・萩原隆朗：局所集中荷重を受ける鉄筋コンクリート梁端部の実験的検討，構造工学論文集 Vol.50A-，pp943-950, 2004.3

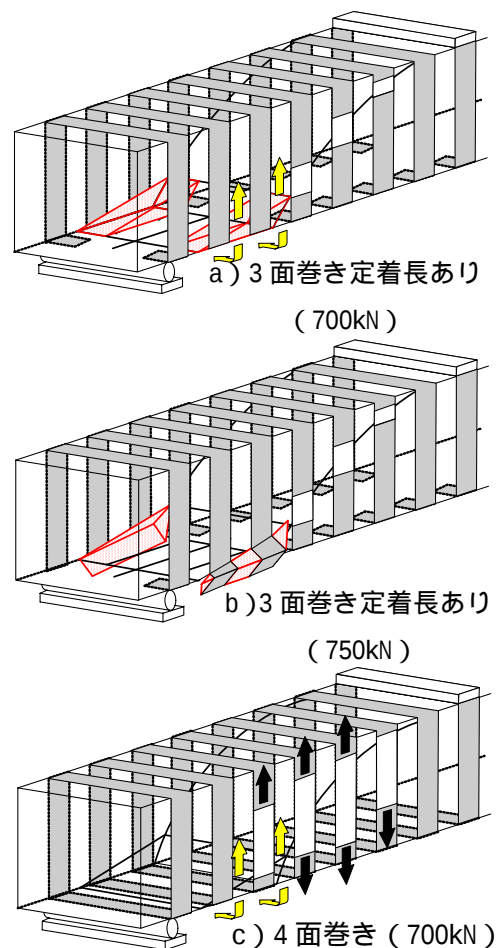


図-3 3面巻きと4面巻きの破壊形態

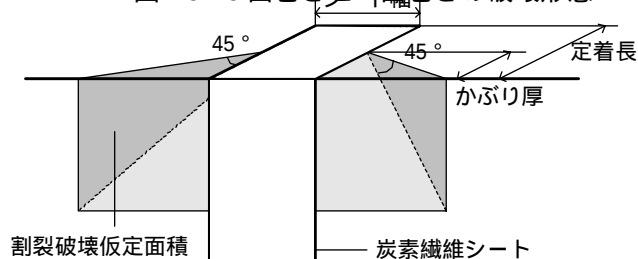


図-4 割裂耐力算出方法

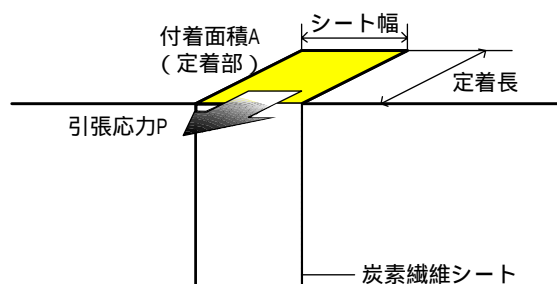


図-5 付着力算出方法

表-2 割裂耐力と付着力の比較

case	定着長 (mm)	シート幅 (mm)	かぶり厚 (mm)	割裂耐力 (kN)	定着面積 (mm ²)	付着力 (kN)
3	42.5	75	40	21.22	3187.5	21.23
4	85	75	40	21.22	6375	42.46
5	170	75	40	21.22	12750	84.92