

炭素繊維シートの端部定着方法に関する研究

九州大学大学院	学生会員	佐川 康貴
九州大学大学院	フェロー	松下 博通
九州大学大学院	正会員	鶴田 浩章
ショーボンド建設(株)	正会員	岳尾 弘洋

1. はじめに

著者らは炭素繊維シート(以下、シート)で曲げ補強したRC梁部材の曲げ実験を行い、シートの剥離がスパン中央部からシート接着端部に達することによりシートは補強効果を失い、その際にシートは破断強度に対して大幅に小さい応力しか分担していないという結果を既に報告している¹⁾。そこで本研究では剥離進行を抑制するための方法として曲げ補強用シートの接着端部を別のシートを用いて定着する方法を考案し、その効果について検討した。

2. 実験概要

2.1 定着方法

本研究では曲げ補強用シートの接着端部に定着用シートをU字型に接着する方法(巻き上げ定着)を用い、定着用シートの繊維方向が梁軸と直角になるように配置する方法(90°巻き上げ)と、梁軸に対して45°方向を向くように配置する方法(45°巻き上げ)について検討を行った。本方法は著者らが既に提案した「端部増し貼り定着」¹⁾による効果も期待できる。90°巻き上げは1枚のシートによって施工が可能であるのに対し、45°巻き上げは1枚のシートによってU字型に接着できないため、次のような施工方法を用いた。まず、曲げ補強用シートを梁底面に接着する。その後、平行四辺形にカットしたシートを梁側面と梁底面にL字型に接着する。2枚のL字型のシートを梁底面で貼り重ね、U字型の定着部とする(図-1)。なお、折曲げ部での定着用シートの破断を防ぐため、面取りをあらかじめ行っておく。本実験での面取りはR=1cm程度とした。

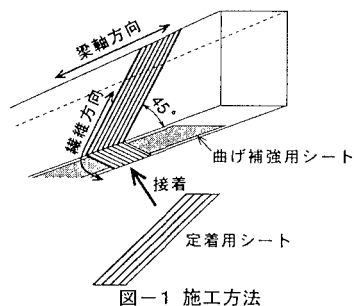


図-1 施工方法

2.2 供試体

検討を行った供試体は表-1に示す計4体である。N0は無補強のもの、N1は曲げ補強として梁底面にシートを1層(幅140mm)接着したものである。U1-45、U1-90は曲げ補強1層に加え、曲げ補強用シートの端部をそれぞれ45°巻き上げ(幅140mm)、90°巻き上げ(幅200mm)したものである。巻き上げ高さは梁高と等しくした。なお、90°巻き上げは1枚のシートによってU字型に接着した。U1-45、U1-90供試体の形状寸法を図-2に示す。本実験で使用したシートは高強度タイプ(目付量300g/m²)のもので、引張強度は3480N/mm²、弾性係数は230kN/mm²、破断伸度は1.5%である。シート接着後1週間養生を行った後に試験を行った。

2.3 実験方法

シートには10cm間隔でひずみゲージを貼付した。載荷方法はすべて1点載荷とし、スパン中央位置の鉄筋が降伏

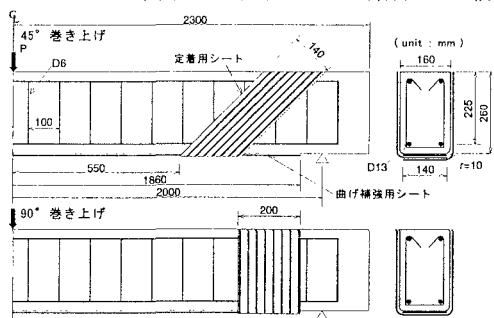


図-2 供試体形状寸法

表-1 実験結果

供試体	曲げ補強	端部定着	降伏時		終局時*		f'_c (N/mm ²)
			荷重 (kN)	たわみ (mm)	荷重 (kN)	たわみ (mm)	
N0	なし	なし	40.8	4.8	45.3	37.0**	31.3
N1		なし	52.0	4.8	62.1 (1.00)	16.5 (1.00)	31.3
U1-45	1層	45°巻き上げ 1層	50.2	5.0	86.2 (1.39)	40.7 (2.47)	27.3
U1-90		90°巻き上げ 1層	50.2	5.3	53.6 (0.86)	47.7 (2.89)	27.3

*カッコ内はN1に対する比 **コンクリート圧壊時の値

するまでは荷重制御で、それ以降は変位制御で実験を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 破壊性状

実験結果および各供試体の荷重-たわみ関係をそれぞれ表-1、図-3に示す。N1はスパン中央から剥離が支点方向に向かって進行し、剥離が接着端部に達することにより耐力が急激に低下し、曲げ補強用シートは補強効果を失った。U1-45は剥離が曲げ補強用シートの接着端部に達した後、定着用シートが定着効果を発揮し、曲げ補強用シートが破断した。U1-90は剥離が接着端部に達した後、曲げ補強用シートが定着用シートから引き抜け、定着用シートにずれが発生し、耐荷力が急激に低下した。その後、たわみのみが増加し、曲げ補強用シートが定着用シートの位置で破断した。図-3より、U1-45は降伏後も荷重-たわみ関係は直線関係を示し、定着無しのN0に比べて終局時の耐力およびたわみが大幅に増加していることが分かる。

3.2 曲げ補強用シートのひずみ分布

U1-45、U1-90の曲げ補強用シートのひずみ分布をそれぞれ図-4、図-5に示す。U1-45は55.1kN以降、スパン中央から支点に向かって剥離が進行し、70.1kNで定着部より内側のひずみが一定となっており、アンボンド状態となっていることが分かる。その後、シートのひずみは一様に増加し、破断伸び度 ($15,000 \times 10^{-6}$) を超え、破断に至ったことが伺える。U1-90では、剥離が定着部に達した後、定着部との境界付近のみひずみが増大している。

3.3 定着用シートのひずみ分布

図-6はU1-45の定着用シートに添付したゲージから求めたひずみ分布であるが、70kN以降ひずみが急増している。図-4より50kN以降曲げ補強用シートの剥離が進行しており、定着用シートのひずみが増加しているのは曲げ補強用シートの引張力によるものであると言える。最大荷重時においても定着用シートはほとんど剥離しておらず、十分な定着効果を有していると言える。

4. まとめ

本実験では曲げ補強用シートの端部を巻き上げることによる定着効果を検討した。現在一般的に用いられているシートは一方方向のみに繊維を有する典型的な異方性の材料であり、繊維直角方向の力にはほとんど抵抗できないため、90°巻き上げをした場合、曲げ補強用シートの剥離が定着部分に達した後、曲げ補強用シートが定着用シートから引き抜け、耐力は増加しなかった。45°巻き上げをした場合、剥離が定着部分に達した後も耐力は増加し、定着用シートがほとんど剥離することなく曲げ補強用シートは破断強度まで達し、45°巻き上げは曲げ補強用シートの定着方法として有効であることが確認された。

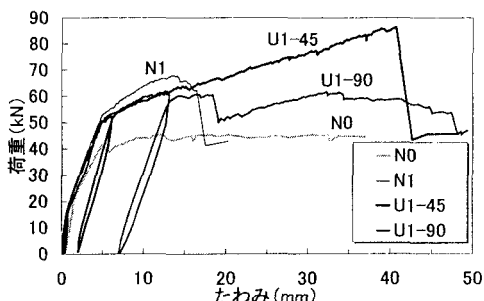


図-3 荷重-たわみ関係

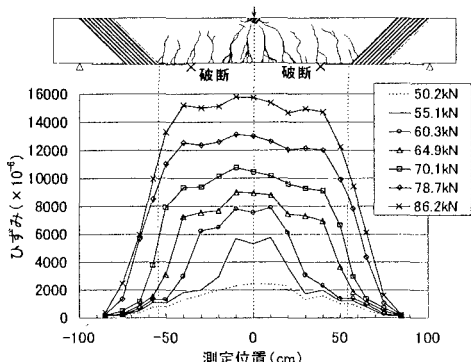


図-4 曲げ補強用シートひずみ分布 (U1-45供試体)

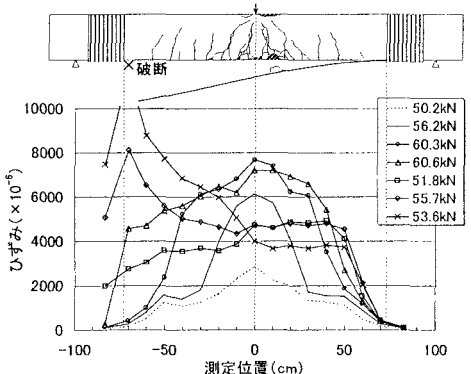


図-5 曲げ補強用シートひずみ分布 (U1-90供試体)

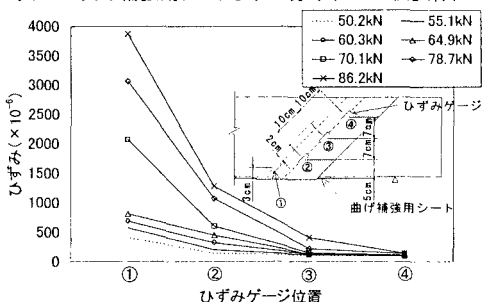


図-6 荷重-ひずみ関係 (U1-45供試体, 定着用シート)