

アラミド繊維シートによる補強に関する一実験

法政大学大学院 学員 西野仁 河津智則

ビー・エス 松木一優 三機工業 森大和

法政大学工学部 正会員 満木泰郎

1. はじめに

既存RC構造物の補強として、鋼板や鉄筋コンクリート巻き等を用いる方法がある。また、近年、高強度繊維を貼り付ける方法も提案されている。この補強方法は、繊維の持つ高強度、軽量、高耐久性等の材料特性を生かして、高い補強効果と優れた施工性を持つものである。本研究は、アラミド繊維シートを用いての柱補強及びRC梁の曲げ補強について、その効果を把握することを目的とした。

2. 実験概要

（１）使用材料及び貼り付け方法：アラミド繊維シートとして東レ・デュボン・ケブラー社製アラミド繊維、ケブラー49（表1）を、下地処理用としてショーボンド化学社製ネオプライマー（エポキシ樹脂プライマー）を、シート含浸用として同社製のDDグラウト（2液製エポキシ樹脂）を用いた。貼り付け方法は、まず供試体表面を研磨しアセトンで洗浄した後、下地処理剤を塗布し乾燥させる。その後、シート含浸用エポキシ樹脂を用いてコンクリートとアラミド繊維シートの接着を行った。

（２）曲げ補強：供試体は、コンクリートの設計基準強度を30MPa、配筋を単鉄筋(SD345-D16, $A_s=1.986 \times 2\text{cm}^2$)とし、断面を13×20cm、有効高さ $d=17\text{cm}$ 、全長250cmの梁を5体に、無補強、梁底面に0.5, 1, 1.5枚貼り、ひび割れを発生させた後1枚貼りの補強を行ったものである。ここで、梁底面の0.5, 1, 1.5枚貼りとは、梁の底面積に対してのアラミド繊維シートの占める面積の割合とし、定着は梁両端で上方に折り曲げ梁端面に接着する方法によった。梁の曲げ試験は、梁の両端から15cmのところの支点を設置し曲げスパンを50cmとし、繰り返し載荷により行った。

（３）円柱供試体の補強：コンクリートの設計基準強度を20, 30, 40MPaとし、それぞれについて、無補強, 1, 2, 3巻補強の4種類の供試体を各3本ずつ作製した。なお、円柱供試体は $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ を用い、1, 2, 3巻補強は十分な定着をさせるため定着長を半周設けた。載荷方法は、JIS A 1108（コンクリートの圧縮試験方法）に準拠した。

3. 実験結果

（１）曲げ補強：通常、曲げ試験時のRC梁の荷重－変位関係は、ひび割れ発生後もほぼ直線関係があり、引張鉄筋の降伏とともに耐力に達し変位のみが大きく伸びる。アラミド繊維シートにより補強をした梁においても荷重－変位関係は、耐力と評価される荷重点までは同様の直線関係にあり、また、耐力と考える荷重は、補強量の増加に伴い増加し、耐力の増加量はアラミド繊維補強量にほぼ比例する。この補強を行った梁について、現行の土木学会標準示方書の終局限界状態における耐力の算定方法を適用したところ実験値とほぼ一致したので、この算定方法が適用できることがわかった。また、無補強の梁に比べ補強した梁は、ひび割れの発生本数が多く、ひび割れ分散性のよいことがわかった(図-1参照)。

次に、予めひび割れを発生させ、補強した梁の荷重－変位曲線を、補強する前の残留変位を考慮して描くと、ひび割れを発生させないで補強した場合と、ほぼ一致したことからひび割れの発生の有無は剛性に影響しないことがわかった。しかし、耐力はひび割れを発生させた方が発生させない方にくらべて大きくなっている。これは、ひび割れ部に接着剤が含浸されることによりアラミド繊維シートの補強効果がより発揮されているためであると考えられる（図－2参照）。

（2）円柱供試体の補強：アラミド繊維シートの巻き付けたコンクリートの応力－ひずみ曲線では、縦ひずみが $1000\ \mu$ 付近でシートによる補強効果が現れ、補強した試験体は約 $3000\ \mu$ （コンクリートの終局ひずみ）付近から、アラミド繊維シートの巻き数の増加に伴い、拘束効果に差が現れた。これは、約 $1000\ \mu$ まではコンクリートが耐力を保持し、それ以降はコンファインド効果により、アラミド繊維シートの横方向拘束力（引張強度）が生じたためと考える。また、巻き数の増加に比例して応力－ひずみ曲線の勾配、破壊強度、最大ひずみが増加した。しかし、最大ひずみの増加は一定ではなく、これは補強方法の不良とも考えられ、巻き付け補強は施工性により大きな影響を受けると考えた。以上より破壊荷重は、コンクリート強度よりむしろ側面のアラミド繊維シートの拘束力に依存するという結果が得られた（図－3、4参照）。

4. まとめ

① 曲げ補強については、アラミド繊維シートで補強することにより耐力が向上する。またその耐力の算定には、従来の終局限界状態における破壊荷重の方法が適用できる。② 円柱供試体でのコンファインド効果について破壊荷重は巻き付けたアラミド繊維シートの拘束力に依存する、等の結果を得た。今後は、円柱供試体の巻き付け補強については、アラミド繊維シートの量を減らしたときの補強効果を検討、RC梁については、せん断補強の検討を実施する予定である。

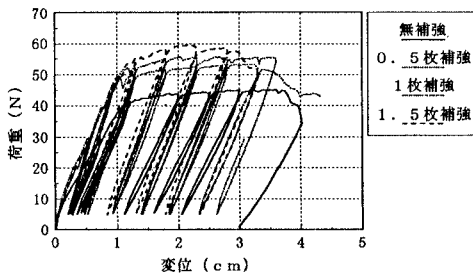


図1 曲げ補強荷重－変位曲線

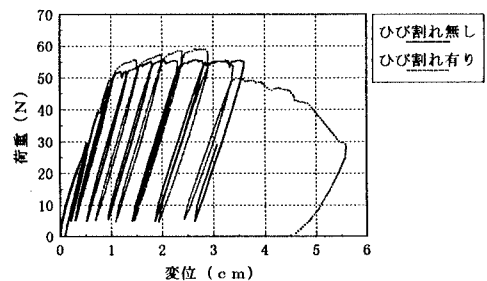


図2 ひび割れ有無の荷重－変位曲線比較図

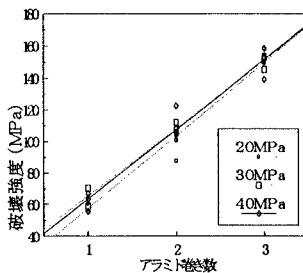


図3 アラミド巻き数と破壊強度の関係

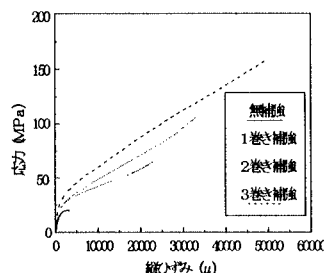


図4 強度20MPa比較図

表1 アラミド繊維の材料特性

繊維名称	アラミド繊維 ケブラー49
メーカー	東レ・デュポン・ケブラー
引張強度 (kgf/cm ²)	23,000
引張弾性率 (kgf/cm ²)	1.1×10^6
比重	1.45
耐熱性	500℃で炭化、自己消火性あり
耐久性 (紫外線・引火)	要保護
耐腐蝕性	優
電気抵抗 (Ωcm)	1.0×10^8
目付量 (g/m ²)	425
断面積 (cm ² /m)	2.93
厚さ (mm)	0.233