

【学位論文審査の要旨】

近年、腐食の心配がなく施工が容易であるという特徴から、炭素繊維（CFRP）格子筋と吹付けモルタルによる補修・補強工法が、橋梁やトンネルを始め、様々な鉄筋コンクリート（RC）構造物の補強に適用されている。

素材は同一で製品形態が若干異なる CFRP シートが阪神大震災以降、耐震補強や耐荷力向上を目的に、数多くの実構造物に適用されているが、施工性に優れる CFRP 格子筋については、その特性や力学的挙動に関して研究が行われているものの、構造部材としての挙動の検討・実構造物への適用が緒についた段階で、補強設計法の確立が課題となっている。

本論文では、CFRP 格子筋と吹付けモルタルを用いたせん断補強に着目し、母材コンクリートと吹付けモルタルの界面におけるせん断付着強度、ならびにスターラップと CFRP 格子筋のせん断抵抗特性を把握し、RC 梁の耐荷機構を解明した。

本研究で得られた主要な成果は以下のとおりである。

(1) CFRP 格子筋を含む、部材構成材料（コンクリート、鉄筋、CFRP 格子筋、吹付けモルタル）の補強特性について明らかにした。実験においては、鉄筋あるいは CFRP 格子筋の配置方法を変えた 3 体の小型試験体（断面 $100 \times 100\text{mm}$ 、長さ 500mm ）を用いている。基準試験体である No. 1 は鉄筋のみコンクリート中に軸方向に配置しており、No. 2 は CFRP 格子筋のみ側部に配置、No. 3 は鉄筋と CFRP 格子筋の両者を配置している。No. 2 および No. 3 は、吹付けモルタル施工後に No. 1 と同一の断面 $100 \times 100\text{mm}$ となる。実験の結果、補強試験体（No. 2、No. 3）は基準試験体（No. 1）に比べて終局荷重が向上することを明らかにし、鉄筋および CFRP 格子筋のひずみ特性を把握して耐荷機構を検討した。なお、CFRP 格子筋が十分に機能するには、コンクリートとモルタルの界面の一体性が重要である。本研究では、一般的な方法としてサンドブラスト処理を行い、算術平均粗さ 0.16mm の凹凸性状とした後、エポキシプライマーを塗布して吹付けモルタルを施工しているが、この条件では、補強試験体はコンクリートとモルタルの界面で終局に至っており、平均せん断付着応力 1.1MPa を示すものの、CFRP 格子筋に生じる応力は引張強度の 76%にとどまっている。これらの結果より、CFRP 格子筋の強度を十分発揮させるためには、界面の算術平均粗さを 0.3mm 以上とすることを提案した。

(2) 中規模 RC 梁試験体（ $200 \times 500 \times 2750\text{mm}$ ）を用いた 4 点載荷試験により、CFRP 格子筋のせん断耐力向上効果を検討した。実験には 3 体の試験体を用い、基準試験体 No. 1 はスターラップとして D10 を使用し、補強試験体 No. 2 は CFRP 格子筋 CR8 と D6 のスターラップの両者を、また補強試験体 No. 3 は CFRP 格子筋 CR8 のみを配置している。CFRP 格子筋は試験体の側面に配置し、その後モルタルを吹き付けている。実験の結果、載荷初期においてはスターラップと CFRP 格子筋のひずみは同様の傾向を示し、両者が共同でせん断力に抵抗するが、スターラップの降伏後において相違がみられ、最終的に CFRP 格子筋がその引張強度を十分に発揮されないことが明らかとなった。補強量ならびに耐力の向上率から、CFRP 格子筋のスターラップとしての換算法について検討し、CFRP 格子筋がその引張強度の 85%で終局に至っていることより、通常、土木学会の指針において炭素繊維シート補強した場合の安全係数（材料係数）として推奨している値 1.3 ではなく、CFRP 格子筋に対しては材料係

数 1.5 を採用すべきことを提案した。

(3) RC 梁試験体における曲げひび割れおよびせん断ひび割れの進展特性を、アコースティック・エミッション (AE) 法により検討した。AE 測定の結果、ひび割れは比較的早い段階から発生し、CFRP 格子筋のうち鉛直方向筋はせん断力に対する抵抗に有効であること、また、水平方向筋は鉛直方向筋の定着に重要な働きをしていることを示した。

(4) 上記の実験結果を踏まえ、CFRP 格子筋でせん断補強された RC 梁のせん断耐力算定式について検討した。CFRP 格子筋ならびにスターラップのそれぞれの材料特性を考慮し、またせん断ひび割れ部における残存引張応力や摩擦抵抗を含めて、終局状態における補強試験体の耐力算定式を提案した。そして、計算結果と実験結果の検討から、提案した算定式により、補強 RC 梁のせん断耐力をほぼ予測できることを明らかにした。

以上要するに、本論文は、既設コンクリートと吹付けモルタルの界面の一体性を考慮した CFRP 格子筋の適用性を示し、CFRP 格子筋の材料係数を新たに設定したせん断耐力算定式を提示しており、コンクリート工学分野の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は、博士 (工学) の学位を授与するに十分な価値があるものと認める。