

連続繊維シートによる鉄筋コンクリート

部材の補強に関する研究

学位論文内容の要旨

近年、コンクリート構造物が長い年月の使用につれて塩害などによる劣化あるいは交通荷重・交通量の増加によって、コンクリート構造物に損傷が見受けられ、また、設計荷重の見直しや阪神大震災などによる損傷から既存のコンクリート構造物の維持管理のための補修・補強による安全性の向上が大きな課題となっている。

コンクリート構造物は社会基盤を支える上で重要な役割をなし、使用の空白時間を作ることが許されず、既存のコンクリート構造物を的確かつ迅速に補修・補強する必要がある。補修・補強の工法は数多くあるが、最近、最も注目されているものが炭素繊維やアラミド繊維、ガラス繊維などで作られている連続繊維シートを用いた補強工法である。この工法は連続繊維シートを既存の構造物に接着する工法で、鋼板を用いた工法に比べて、軽量で死荷重に対する影響が少なく、使い方によってかなり耐久性に優れているという利点を持っている。

本論文は連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補強工法に着目し、鉄筋コンクリート桁に連続繊維シートを接着した場合の桁の補強効果を明らかにしている。鉄筋コンクリート部材の側面に連続繊維シートを接着した場合、曲げおよびせん断補強となるが、特にせん断補強効果を期待する場合、せん断ひび割れが卓越して、シートの剥離による破壊が発生し、シートとコンクリートの付着が大きな問題となる。本研究では、初めにコンクリートに接着した連続繊維シートの付着特性を一軸引張試験を行い、付着強さの算定式を求めている。次に、鉄筋コンクリート部材にノッチを入れてせん断ひび割れの位置を限定し、シートがせん断ひび割れに抵抗する能力を検討している。さらに、連続繊維シートを用いて補強した鉄筋コンクリート桁の耐力を求め、補強効果を明らかにしている。

本論文は、全5章から構成されており、各章の概要は次の通りである。

第1章は、本研究の序論であり、本研究の研究目的を述べるとともに、既往の連続繊維シートとコンクリートの付着挙動、連続繊維シートによる桁のせん断補強、連続繊維シートにプレストレスを導入した場合の研究、部材を連続繊維シートで補強した場合の有限要素解析に関する研究をまとめ、本研究の背景を明らかにしている。

第2章はアラミド繊維シート、カーボン繊維シートとコンクリートの付着挙動ならびに

付着強さを解明するために、最も簡単な一軸引張の応力下での実験および解析を行い、連続繊維シートとコンクリートの付着強さの算定式の構築を行っている。実験のパラメータは、繊維の種類、コンクリートの強度、シートの付着長と幅を設定し、供試体の付着破壊パターンはコンクリートの表面数mmから連続シートが剥離する破壊が最も付着機能として良好と考え、このパターンを取り扱っている。実験の結果、付着強さがコンクリートの強度に依存していること、付着長はある一定の長さ以上に越えると付着強さはそれ以上大きくなり、ある有効付着長が存在すること、シート幅はある一定以上の幅になると単位幅当たりの付着強さが小さくなること、繊維種類によって剥離するシートのひずみが違うことなどを明らかにしている。

第3章では、第2章で得た付着強さの算定式をシートが受け持つせん断耐力式に適用するために、ノッチでひび割れ位置を限定した鉄筋コンクリート部材を使用して、せん断ひび割れを強制的に導入して、せん断耐力に有効的に寄与するシートの有効付着面積を求めている。この有効付着面積に第2章で得た付着強さ算定式に適用することによって、連続繊維シートによるせん断耐力の向上効果を評価できることを明らかにしている。

第4章は鉄筋コンクリート桁の側面に接着した連続繊維シートの補強効果とシートに導入したプレストレス力の効果を検討している。接着したシートを緊張材あるいは補強材として置き換えることにより、曲げ耐力の向上を通常の曲げ理論を用いて算定できることを確認している。また、せん断耐力ではコンクリート、せん断補強筋と連続繊維シートでせん断力を分担することがわかり、シートのせん断補強効果が明らかにされている。接着したシートにプレストレス力を導入した場合、曲げ、せん断ともに耐力向上が見られ、プレストレス力による補強効果を明らかにしている。

第5章は総括であり、本研究で得られた成果を要約したものである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 佐 伯 昇
副 査 教 授 鎌 田 英 治
副 査 教 授 大 沼 博 志
副 査 教 授 角 田 興 史 雄

学 位 論 文 題 名

連続繊維シートによる鉄筋コンクリート 部材の補強に関する研究

近年、コンクリート構造物が長年月の使用につれて塩害、凍害などによる劣化あるいは交通荷重、交通量などの増加によって、コンクリート構造物に損傷が見受けられ、設計荷重の見直しや既存のコンクリート構造物の補修・補強による安全性の向上が大きな課題となっている。

コンクリート構造物は社会基盤を支える上で重要な役割をなし、供用時の空白時間を作ることが許されず、既存のコンクリート構造物を的確かつ迅速に補修・補強する必要がある。最近、最も注目されているものとして炭素繊維やアラミド繊維、ガラス繊維などで作られている連続繊維シートを用いた補強工法がある。この工法は連続繊維シートを既存の構造物に接着する工法で、鋼板を用いた工法に比べて、軽量で死荷重に対する影響が少なく、使い方によってかなり耐久性に優れているという利点を持っている。

本論文は連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補強工法に着目し、鉄筋コンクリート桁に連続繊維シートを接着した場合の桁の補強効果を明らかにしている。鉄筋コンクリート部材の側面に連続繊維シートを接着した場合、曲げおよびせん断補強となるが、特にせん断補強効果を期待する場合、シートの剥離による破壊が発生し、シートとコンクリートの付着が大きな問題となる。本研究では、初めにコンクリートに接着した連続繊維シートの付着特性を一軸引張試験により明らかにし、付着強さの算定式を求めている。次に、鉄筋コンクリート部材にノッチを入れてせん断ひび割れの位置を限定し、シートがせん断ひび割れに抵抗する能力を検討している。さらに、連続繊維シートを用いて補強した鉄筋コンクリート桁の耐力を求め、補強効果を明らかにしている。

本論文は、全5章から構成されており、各章の概要は次の通りである。

第1章は、本研究の序論であり、本研究の目的を述べるとともに、既往の連続繊維シー

トとコンクリートの付着挙動、連続繊維シートによる桁のせん断補強、連続繊維シートにプレストレスを導入した場合の研究、連続繊維シートで補強した場合の有限要素法による解析に関する研究をまとめ、本研究の背景を明らかにしている。

第2章はアラミド繊維シートおよびカーボン繊維シートとコンクリートの付着変形挙動ならびに付着強さを解明するために、一軸引張応力下での実験および有限要素法による解析を行い、連続繊維シートとコンクリートの付着強さの算定式の構築を行っている。その結果、付着強さがコンクリートの強度に依存していること、付着長はある一定の値を越えると付着強さはそれ以上大きくなり、ある有効付着長が存在すること、シート幅はある一定の値以上になると単位幅当たりの付着強さが小さくなること、繊維の種類によって剥離するシートのひずみが違うことなどを明らかにしている。

第3章では、せん断耐力に寄与するシートの有効付着面積を求め、第2章で得た付着強さの算定式をせん断耐力式に適用することにより、連続繊維シートによるせん断耐力の向上効果を評価できることを明らかにしている。

第4章は鉄筋コンクリート桁の側面に接着した連続繊維シートの補強効果とシートに導入したプレストレス力の効果を検討している。接着したシートを緊張材あるいは補強材として置き換えることにより、曲げ耐力の向上を通常の曲げ理論を用いて算定できることを確認している。また、せん断耐力ではコンクリート、せん断補強鉄筋および連続繊維シートによるせん断力の分担を把握し、シートのせん断補強効果を明らかにしている。さらに、シートにプレストレス力を導入した場合、定着を適切にすることにより曲げ、せん断ともに耐力が向上し、プレストレス力による有効性を明らかにしている。

第5章は総括であり、本研究で得られた成果を要約したものである。

これを要するに、著者はコンクリート構造物の補強に有効な連続繊維シートによる補強工法に関して検討し、多くの新知見を得たものであり、コンクリート工学および構造工学の発展に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。