

博士論文要旨

論文題名：炭素繊維強化樹脂により補強した鋼トラス部材の耐震補強効果に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科
環境都市専攻博士課程後期課程
カワムラ ヒロアキ
川村 弘昌

本研究は、炭素繊維強化樹脂（以下、CFRP）を用いた鋼部材の断面補強の効果と鋼トラス橋の部材に対してCFRP補強することによる耐震補強への適用性を確認することを目的として、種々の解析および実験をおこなったものである。

数十年前に建設された鋼トラス橋に現行の耐震設計基準で定められた地震荷重が作用すると、トラスを構成する各部材の応答値が許容値を大きく上回る可能性がある。これらのトラス橋は上部構造に対する耐震補強の実施が進んでいないことが課題である。鋼トラス橋の新たな耐震補強方法としてCFRPでの補強の適用性を確認するためには、圧縮力が作用する場合の全体座屈の現象に対する補強効果、および圧縮力と引張力が交番して作用する状態での補強効果を明らかにすることが重要である。

まず、対象とした鋼3径間連続上路式トラス橋について、橋梁全体の動的解析とその解析結果による従来工法による耐震補強の有効性を検討した。その結果、鋼材による補強は、死荷重の増加に起因した応答値の増加と接合時の母材への悪影響が明らかとなった。そこで、死荷重への影響や接合による母材への影響が小さいCFRPによる補強の適用性を研究課題とした。

次に、鋼材をCFRPで補強した場合の補強効果を確認するために、CFRPで補強した試験体を用いた載荷試験を実施した。その結果、CFRPでの補強により全体座屈の発生を抑制する効果と全体座屈後の変形性能に対する効果を示した。CFRPで補強した鋼部材の座屈耐荷力を算出する際には、圧縮時のCFRPのヤング係数が低下する影響を適切に反映する必要があることを示した。また、引張載荷時におけるCFRPの剥離に対しては、高伸度弾性パテ材の施工が有効であることを示した。圧縮載荷時において高伸度弾性パテ材を使用する場合は、座屈耐荷力の低下に対する影響と全体座屈後の変形性能が向上する効果を配慮する必要があることを示した。

交番載荷時においては、座屈変形が進展することにより鋼材の断面剛性が低下した。しかし、この鋼材の断面剛性の低下は、CFRPで補強することで抑制する効果があることを示した。

最後に、CFRPによる鋼部材の補強は、鋼トラス橋の耐震補強に対して有効であることを明らかにし、耐震補強設計に適用性があることと適用する際に配慮すべき事項をまとめた。

Abstract of Doctoral Dissertation

Title: Seismic Strengthening of Steel Truss Members with Carbon Fiber Reinforced Plastics

Doctoral Program in Advanced Architectural, Environmental and Civil Engineering
Graduate School of Science and Engineering
Ritsumeikan University

カワムラ ヒロアキ
KAWAMURA Hiroaki

This study aimed to verify the effectiveness of reinforcing of steel members using carbon fiber reinforced plastics (CFRP) and its applicability to seismic strengthening of steel truss bridges.

When old steel truss bridges are subjected to seismic loads specified in the current design specification, the response often exceed the allowable values. When strengthening members of steel truss bridges, the overall buckling phenomenon under compression loading and cyclic loadings is important to be clarified.

First, the effectiveness of seismic strengthening of bridges using conventional methods was examined. The results showed that reinforcement by the conventional method with steel material sometimes increased the bridge response due to increased dead load. Therefore, reinforcement with CFRP, which has less influence on dead load and base material, was considered.

Next, loading tests were conducted using specimens of steel members reinforced with CFRP. The results showed that reinforcement with CFRP was effective in suppressing the occurrence of overall buckling and in improving deformation performance after overall buckling. Further, it was found necessary to properly account for the reduction in Young's modulus of CFRP in compression, when calculating the buckling load capacity of steel members reinforced with CFRP. The results also showed that the application of high elongation elastic putty was effective against CFRP delamination under tensile loading. However, when high elongation elastic putty was used under compression loading, the buckling load capacity decreased and the deformation after overall buckling increased.

Under cyclic loading, the stiffness of the steel members decreased due to the development of buckling deformation. However, the reinforcement with CFRP effectively

suppressed this decrease in the stiffness.

Finally, the study clarified that CFRP is effective for seismic strengthening of steel truss bridges, and summarized considerations that should be taken into account when applying CFRP to the design of seismic strengthening.