

Title	鋼線とCFRPで断面構成したHybrid cableの超長大吊橋主ケーブルへの適用性に関する基礎的研究
Author(s)	三好, 崇夫
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1350">https://hdl.handle.net/11094/1350</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	三 好 崇 夫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 8 7 4 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科土木工学専攻
学 位 論 文 名	鋼線と CFRP で断面構成した Hybrid cable の超長大吊橋主ケーブルへの 適用性に関する基礎的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 西村 宣男  (副査) 教 授 松井 保 教 授 松井 繁之 教 授 中辻 啓二 教 授 出口 一郎 教 授 新田 保次 教 授 金 裕哲

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、超長大吊橋用の主ケーブルの軽量化のために炭素繊維強化樹脂 (CFRP) を主材料とし、せん断補強のために外周に鋼線を配置した Hybrid cable の開発に関する研究を纏めたもので、以下の 7 章から構成されている。

第 1 章では、超長大吊橋の構想と CFRP の概要を示し、超長大吊橋の主ケーブルに Hybrid cable を適用するに至った経緯と研究の目的を述べている。

第 2 章では、ケーブルバンド近傍における平行線ケーブルの二次曲げを中心とした力学挙動の解明と、ケーブルバンド部での素線間すべりの発生を検討するために実施した、平行線ケーブルの力学挙動に関する実験結果とその考察について述べている。

第 3 章では、第 2 章の実験結果から、吊橋主ケーブルのケーブルバンド部での素線間すべりの発生に関する推定式を提案し、本研究で対象とする超長大吊橋主ケーブルのケーブルバンド部では素線間すべりの発生しないことを推定式を用いて示している。

第 4 章では、超長大吊橋主ケーブルに連続体有限要素法を適用するため、平行線ケーブルの力学的・構造的な特徴を考慮した有限要素解析モデルと解析手法を提案し、第 2 章の実験結果を用いた妥当性の検証により、これらがワイヤラッピングされた素線間すべりを生じない平行線ケーブルに適用できることを示している。

第 5 章では、第 4 章で提案した解析手法と解析モデルを用いて超長大吊橋ケーブルバンド部の主ケーブルを対象とした応力解析を効率的に実施するための解析法、および CFRP の直交異方性に対応した有限要素解析法について示し、これらを用いて、吊橋全体を対象とした骨組解析結果が精度良く再現できることを示している。

第 6 章では、第 4 章および第 5 章で提案した解析モデルと解析手法を用いて、活荷重時における超長大吊橋のケーブルバンド近傍の主ケーブルに生ずる応力を算定し、Hybrid cable 断面内の CFRP に生ずるせん断応力の低減効果の把握、および多軸応力状態と CFRP の直交異方性が考慮できる破損則を用いた CFRP の強度評価を実施し、Hybrid cable がケーブルバンド部での CFRP の破損に対して有効であることを示している。

第 7 章では、本研究で得られた知見を取り纏め、今後の展望と課題について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、経済的に超長大吊橋を実現するため、軽量の CFRP を主ケーブルに適用して上部工自重の軽減を図ることに着目し、同時に、適用上の問題とされるケーブルバンド部での CFRP のせん断破損に対応した Hybrid cable を提案して、有限要素解析によってその有効性を検討している。まず、吊橋主ケーブルのケーブルバンド部を模擬した実験を実施し、実験結果に基づいて吊橋主ケーブルの力学的・構造的な特徴が再現できる有限要素解析モデルと解析手法を提案している。さらに、これらを用いて超長大吊橋主ケーブルの応力解析を実施し、CFRP に生ずるせん断応力の低減効果の把握と強度評価を行っている。本論文で得られた研究成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 吊橋主ケーブルのケーブルバンド部で発生する可能性を有する素線間すべりは、死荷重時を基準としたケーブル部材とケーブルバンド間の相対回転角度と、ケーブル張力の変動を考慮して、任意のケーブル張力下で有効に主ケーブルを締め付ける効果を及ぼす有効ラッピング張力によって支配されることを明らかにしている。
- (2) 本研究で対象とする超長大吊橋主ケーブルのケーブルバンド部では素線間すべりを生じない。即ち、本研究で対象とする活荷重時の超長大吊橋主ケーブルのケーブルバンド部では、平面保持則が成立することを明らかにしている。
- (3) 平行線ケーブルを連続体有限要素でモデル化する場合に問題となる、その断面内の空隙分布による、剛性の低下と実質断面に作用する応力は、本論文で提案する損傷力学的手法によって評価できることを確認している。
- (4) 超長大吊橋主ケーブルに連続体有限要素を適用した有限要素解析は、本論文で提案する局所解析法を用いて効率的に実施できるのみならず、吊橋全体の骨組解析結果も精度良く再現できることを示している。
- (5) Hybrid cable は、活荷重時にケーブルバンド部の CFRP に生ずるせん断応力を大幅に低減できる。また、ケーブルバンド部の多軸応力状態と CFRP の直交異方性を考慮した強度評価によっても Hybrid cable はケーブルバンド部での破損に対して有効であることを明らかにしている。

以上より、本論文は、一般的な吊橋の主ケーブル構造である、平行線ケーブルの力学挙動を実験によって解明し、実験結果に基づいて平行線ケーブルを連続体力学の枠内で取り扱う、斬新な有限要素解析モデルと解析手法を提案している。また、これらを用いることにより、Hybrid cable として CFRP を超長大吊橋主ケーブルに適用することによるケーブルバンド部での CFRP のせん断破損に対する有効性を検証した論文であり、橋梁工学の発展に寄与するところは大きい。よって、本論文は博士論文として価値があるものと認める。