

# 鋼トラス橋の補修・補強、予防保全およびリダンダンシーに関する検討

A Study on Retrofit and Preventive Maintenance for Steel Truss Bridges and their Redundancy

トピー工業株式会社 林 健治 Kenji HAYASHI Member

In this paper, a new retrofit and strengthening method with adjusting axial force of damaged members in steel truss bridges is proposed to prevent the failure of them and collapse of bridges. The validity of this method is verified through taking this working conditions and procedures into consideration. And also the new measures for preventive maintenance of steel truss bridges are suggested and examined against the effectiveness. In addition, the redundancy of total structural system is discussed taking a significant part for insuring safety and reliability of steel truss bridges.

**Keywords:** Steel Truss Bridge, Retrofit, Preventive Maintenance, Redundancy, Fracture critical member

## 1. はじめに

木曾川大橋トラス斜材の破断事故[1]や米国ミネアポリスの橋梁倒壊事故[2]等を契機として、損傷・劣化した鋼橋の備えが急務であるとの観点から、全国的に緊急点検と並行して損傷・破断部への補修・補強[3]が実施され、予防保全に対する検討が進められている。

鋼トラス橋斜材の破断部に対する補修・補強法として、現状では、応急的な工法[4]が適用され施工されているが、鋼橋の延命化・長寿命化の観点から、より合理的・恒久的な工法の開発が望まれている。また、同時に、このような事故を未然に防ぐための要素技術の開発が不可欠であると考えられている。

本研究では、以上の背景を受け、鋼トラス橋斜材の補修・補強・予防保全に関し、現行の工法を分析してその問題点を明らかにし、補修・補強の新工法を提案し、予防保全に対する新たな対策を提示するとともに、構造系の安全性を保証する上でリダンダンシーが重要な要素となることを改めて示すものである。

## 2. 鋼トラス橋の補修・補強と予防保全

### 2.1 斜材破断部の補修・補強

#### (1) 従来の鋼板当て板補強法

鋼トラス橋の斜材が床版を貫通する構造では、舗装上下面において、斜材が著しく腐食する。Fig.1に示す下路式鋼ワレントラス橋の斜材では、H型断面の部材

が、雨水等により腐食損傷し、同時に繰返し引張荷重を受けたため、き裂が進展して最終的には脆性破断した[3] (Fig.2 参照)。斜材が破断すると、それまで負担していた荷重が隣接する斜材や下弦材等に加わるため破断部周辺の部材や床版が大きく変形し、倒壊の危険性が增大する。そのため、通常、橋の安全性を確保する観点から、変形を押さえ、補修・補強の足場を設置するための仮受ベントが設けられ、鋼板当て板補強が実施される[4]。以下にその手順を示す (Fig.3 参照)。

①Step-1: 破断部の整形 (Fig.3: 図面省略)

②Step-2: 斜材のケレン (接合面周辺の素地調整)

③Step-3: 斜材接合端部の位置調整

従来法では、引き続き、以下の作業が実施されるが、Fig.3のStep-4～Step-6とは異なる。

④Step-4: 鋼材の孔明け

⑤Step-5: 当て板の施工

以上、従来法では、破断部周辺格点部のキャンバー調整が主体となるため、斜材に適正な張力が導入されているか判断できず、張力管理が不十分となる。

#### (2) 改良型鋼板当て板補強法

提案する補修・補強法 (改良法) は、Step-3 までは従来法と同じであるが、Step-4 以降、斜材張力の調整作業が含まれる (Fig.3 参照)。

④Step-4: 調整装置設置

⑤Step-5: PC 鋼材の緊張と斜材の孔明け

予め、調整プレート厚の最適板厚を算出する。また、斜材の所定の位置に孔を穿孔する。更に PC 鋼材を緊張し、所要の調整プレートを挿入する。

⑥Step-6: 当て板の施工と調整装置の撤去

以上、改良法は、予め調整量を把握でき、キャンバ

連絡先: 林 健治、〒441-8510 愛知県豊橋市明海町 1、  
トピー工業株式会社 技術統括部 技術研究所  
電話: 0532-25-5354、e-mail: k-hayashi@topy.co.jp

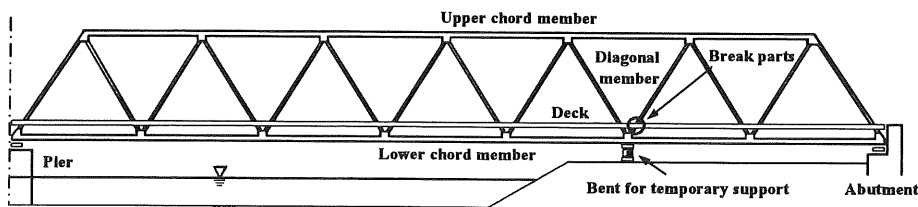


Fig.1 Damage of diagonal member in Warren truss bridge and its temporary protection.



Fig.2 Defect of diagonal member in steel truss bridge.

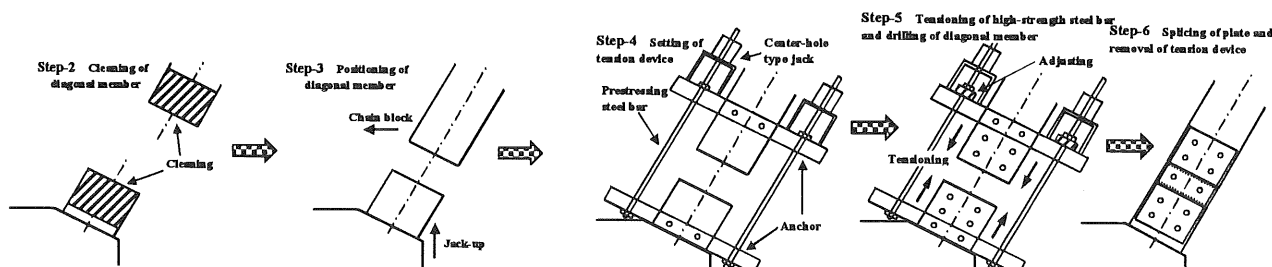


Fig.3 A new retrofit and strengthening method with adjusting axial force of diagonal member.

一調整と張力管理を併せて実施できるので、より合理的かつ恒久的な補修・補強法であると言える。

## 2.2 損傷部の補修・補強と予防保全

改良法は、破断した部位の補修・補強法としてのみならず、損傷部に対しても、また、腐食損傷や疲労損傷の発生・進展が懸念される部位の予防保全の工法として活用できる。即ち、予め板厚測定装置等を用いて残存耐荷力評価の指標となる有効板厚[5]を算定し、評価式により耐荷力を求め、要求性能を満足するか照査し、満足しない場合、以下の手順に沿って補強を行う。

まず、Step-1では、損傷部を跨ぐ部位に定着装置を設置し、前述の(2)と同様に、斜材を緊張する。これは、補修・補強を行う前に斜材が破断するのを防止するためである。つぎに、Step-2では、素地調整された面が摩擦接合としての性能を確保できるように損傷部周辺のケレンを行う。Step-3では、孔明け作業を行い、当て板補強を実施し、Step-4で調整装置を撤去して作業を完了する。予防保全の場合も基本的には同じである。

## 2.3 リダンダンシー（構造系の冗長性）

ある部材が破断すると、引き続き隣接部材が破断して全体の崩壊に繋がる場合、その部材をFracture Critical Member (FCM)と呼び、構造系の安全性の指標として用いられている[6]。ミネアポリスの橋梁の事故調査委員会では、FCMに基づくRedundancy解析を実施し、構造系の安全性を照査・検証している。

前述の木曾川大橋の斜材に対して、この解析を行うと、破断した部位の斜材はFCMとなる危険性が高い。したがって、適切な対策が望まれるが、その部位の補

修・補強を行うと、当該部位以外に影響を及ぼす可能性があり、十分注意する必要がある。本改良法では、予め各部材の変化に伴う影響を解析しているので、これらの影響を加味した調整が実施できる利点がある。

## 3. おわりに

鋼トラス橋斜材の損傷や破断に対して、損傷・破断前に近い状態にリニューアルし、性能の回復・向上を図る、斜材軸力調整法を併用した新しい補修・補強法及び予防保全法の提案を行った。実施事例がないため、その有効性を確認・検証するまでには至らないが、工法の選択肢を広げる意味では、有益であると思われる。また、鋼トラス橋の安全性を確保する上で、Redundancyの評価が不可欠になると考えられる。

## 参考文献

- [1] [http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/06/061023\\_2\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/06/061023_2_.html).
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/I-35W\\_Mississippi\\_River\\_bridge](http://en.wikipedia.org/wiki/I-35W_Mississippi_River_bridge)
- [3] [http://www.cbr.mlit.go.jp/mie/topnews\\_kisogawa/index.html](http://www.cbr.mlit.go.jp/mie/topnews_kisogawa/index.html).
- [4] 国土交通省三重河川国道事務所計画課、“国道23号木曾川大橋(上り線)の鋼材が破断”、道路、No.9、2007、pp.43-46.
- [5] 土木学会鋼構造委員会、“腐食した鋼構造物の残存耐荷性能評価および性能回復技術”、1-221、2007.
- [6] Transportation research board、“Inspection and Management of Bridges with Fracture Critical Details”、NCHRP synthesis 354、2005、pp.11-12.