

2008 年度 修士論文

鋼下路鉄道橋縦桁横桁連結部における応力性状

stress behavior at the joint of stringer to cross beam of the steel
railway bridge

主指導教員 藤澤 伸光 教授

副指導教員 重山 陽一郎 教授

論文副査 島 弘 教授

高知工科大学 大学院 工学研究科 基盤工学専攻

学籍番号 1115117

細木 達朗

【論文要旨】

1.背景・目的

プレートガーダー橋の縦桁横桁連結部において疲労亀裂が報告されている。亀裂は縦桁上フランジ及び下フランジ側ウェブ切欠き部及び縦桁と横桁を繋ぐコネクションプレートのリベットから発生している。本研究ではこれらの亀裂の内、縦桁ウェブ下フランジ側切欠き部に着目する。

本研究では、縦桁ウェブ下フランジ側切欠き部での応力低減を図るための新たな設計や、補修・補強法に対して有用な資料を提供する事を目的として、切欠き部の応力性状を調べた。亀裂発生が報告されていないトラス橋と比較検討することにより、亀裂発生部位での応力集中の原因を探る。

2.FEM 解析

本報告では FEM 解析を用いて実橋全体をモデル化し亀裂発生部位の影響線を検討した。トラス橋では斜材が下弦材側についている横桁と上弦材側についている横桁があり、横桁位置による切欠き部での応力性状が大きく異なる。前者は連続桁的挙動を示すのに対し、後者は引張り側に偏った影響線となる。プレートガーダー橋では主桁横桁連結構造が一様である為、横桁位置による切欠き部での応力性状の差は小さく、引張りの面内応力成分が顕著に現れた。

3.列車走行シミュレーション・応力範囲頻度分布

これらの影響線を用いて列車通過時の着目点における応力履歴を得ることを目的とし、数値的なシミュレーションを行った。プレートガーダー橋では非常に高い引張りが発生する応力履歴となった。トラス橋では斜材が下弦材側にある横桁の応力履歴は圧縮側に偏るが、斜材が上弦材側にある横桁では非常に高い引張りが発生する応力履歴となった。

シミュレーション結果を疲労の見地から評価するためにレインフローを用いて応力範囲頻度分布を作成した。その結果、応力範囲とその回数からプレートガーダー橋はトラス橋に比べ疲労的に厳しいという結果になった。

4.横桁の影響

プレートガーダー橋とトラス橋の応力性状が異なる原因を調べた。各橋のディテールを比べたときに、横桁長さとの割合が著しく異なる事が分かった。そこで各橋の応力性状は横桁のたわみに大きく影響されると考え、各橋の横桁の断面性能を増減させたモデルを作成し解析を行った。その結果、横桁の断面性能が応力性状に大きく影響するということが分かった。

トラス橋の斜材が上弦材側にある横桁と下弦材側にある横桁で応力性状が異なるため、その原因を調べた。斜材が下弦材側にある横桁と上弦材側にある横桁では横桁の回転に対する

拘束度合いが異なると考え、縦桁横桁交差部と横桁端部の変位から横桁の橋軸直角方向の回転とねじれを調べた。その結果、斜材が下弦材側にある横桁は斜材が上弦材側にある横桁に比べ横桁端部の回転が小さく、横桁がねじれているという事がわかった。しかし、横桁端部の回転と横桁のねじれの影響を確認する追加解析を行ったが、期待した結果は得られなかった。

【ABSTRACT】

1. Background · Purpose

The occurrence of fatigue crack is reported in the joint of stringer to cross beam in the plate girder bridge. The crack occurs from rivet of connection plate where stringer ties to cross beam, the coped detail of the stringer web of lower flange side, and the upper flange. This research pays attention to the crack from the coped detail of the web among these cracks. In this research, the stress behavior at the coped detail is examined, aiming to give useful dates for repair and reinforcement, and for a new design to reduce the stress at the web coped detail. The cause of the stress concentration of the cracking part is investigated by comparing with the truss bridge in which the cracking is not reported.

2. FEM analysis

In this research, the bridge was modeled, and the influence line of the cracking part was examined by using the FEM analysis. On truss bridges, there are two types of cross beams. One type, the diagonal members are jointed to the lower chord member, and another type, to the upper chord member. The stress behavior at the coped detail varies depending on the cross beam position. The former behaves as the continuous beam and the influence line of the latter is biased to the tension side. The variation of the stress properties of coped detail with cross beam position was small because the structure of the joint of cross beam to the main girder of the plate girder bridge was uniform, and in-plane stress component of tension appears.

3. Train running simulation · stress range histogram

The numerical simulation was conducted to aim to get a stress history at the coped detail with the train passage by using these influence lines. The stress histories of the plate girder bridge show the very high tension. On truss bridge, stress history of the cross beams that have a diagonal on the lower chord member is biased to compression side, but stress history of cross beams that have a diagonal on the upper chord member shows the high stress of tension. Stress range histogram was made by using rain flow method to evaluate the simulation result from the viewpoint of fatigue. From the stress range and the frequency the plate girder bridge was severer from the view point of fatigue comparing with the truss bridge.

4. Influence of cross beam

The cause of the difference in stress behavior of the plate girder bridge and the truss bridge was investigated. Comparing the detail of each bridge, it was found that the ratio of the

height of the cross beam to the span is remarkably different. Therefore, considering that the bending of cross beam may affect stress behavior of each bridge, the models were analyzed, in which the section of cross beams are varied. As a result, the section of the cross beam was found to influence the stress behavior greatly. The cause of difference of stress behavior was examined on the two types of cross beam of the truss bridge. It is supposed that the constraint to the cross beam by the main truss may vary depending on the cross beam types. Therefore, the rotation and the torsional deformation of the cross beam are examined from both displacements of the cross beam at the joint to the stringer and to the main truss. As a result, the rotation of cross beams at the joint to the truss that has a diagonal on the side of lower chord member is smaller than the cross beam that has a diagonal on the side of upper chord member and the cross beam is suffered from the torsional deformation. An additional analysis, to confirm the effect of the rotation and the torsion of cross beam was conducted. However, the expected result cannot be obtained.