

架設用の部材が溶接された箱桁橋の疲労耐久性評価

名古屋大学大学院 正会員 ○山田健太郎 小塩達也
名古屋大学大学院 学生員 若尾政克 因田智博

1. まえがき 鋼橋には、構造物を構成するために種々の部材が溶接されるが、設計段階では考慮されていない架設用の部材が溶接される場合がある。この部材が供用開始後も残置されるのであれば、この部材は応力集中源となるため、何らかの形で疲労耐久性を評価する必要がある。ここでは、工事に伴って現場溶接された補強部材に対し、供用下での7日間のひずみ計測結果をもとに、長期耐久性を確保する観点から検討を加えた結果を報告する。

2. 橋梁の概要 対象橋梁は、図-1に示す支間55.8m、63°の斜角を有する単純支持の鋼箱桁橋である。3車線を3箱桁で支える構造で、比較的桁の曲げ剛性が高い。本橋梁では重量物運搬のために、大型トランスポーター（重量10000kN）が通行することになり、通行時には支間中央部に仮支承を設け、変位制御したジャッキで支持した。箱桁のスパン中央部には、ジャッキからの反力を分散するため、下面にソールプレートがすみ肉溶接され、腹板には、垂直補剛材が溶接された。また、下フランジを拡幅するため、三角形の面内ガセットが溶接された。このようなソールプレートや面内ガセット溶接継手は、JSSC疲労設計指針でも疲労強度の低い部材に属する。

また、周辺の溶接継手部よりも疲労強度が低く、主桁としての疲労強度を下げることになる。さらに、この橋梁は、断面交通量が約10万台、大型車混入率が約50パーセントとわが国でも有数の重交通を支える路線にあり、過積載車両も多数走行している。そこで、長期（たとえば100年）にわたる耐久性を評価するため、主桁下フランジのひずみ計測を行い、最大応力と荷重の関係を調査するとともに、疲労耐久性を評価した。

3. 測定の概要

(1) 荷重車載荷試験：工事に伴う通行止めを利用して、荷重車（250kNのトラックと400kNのトラックレーン）を40km/h程度で走行させ、既知荷重に対する主桁スパン中央、下フランジのひずみ波形を計測した。

(2) 7日間のひずみ波形計測：最大応力と荷重との関係を調査するため、100kNの車両総重量に相当するひずみを越えた場合に、自動的に主桁のひずみ波形を計測した。このひずみ波形から、時間最大値を抽出し、このときの車両総重量を逆推定した。推定手法は文献1)による。また、車両、車種を特定するため、ビデオカメラで橋面上を撮影し、タイムラプスビデオにより連続記録した。

(3) 7日間の応力範囲頻度計測：(2)の測定と同時に、ヒストグラムレコーダーを用いて、疲労耐久性を評価する点の応力範囲頻度分布を1時間単位で測定した。

キーワード 溶接、疲労、疲労耐久性、ヘルスマニタリング、過積載

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻 TEL052-789-4618

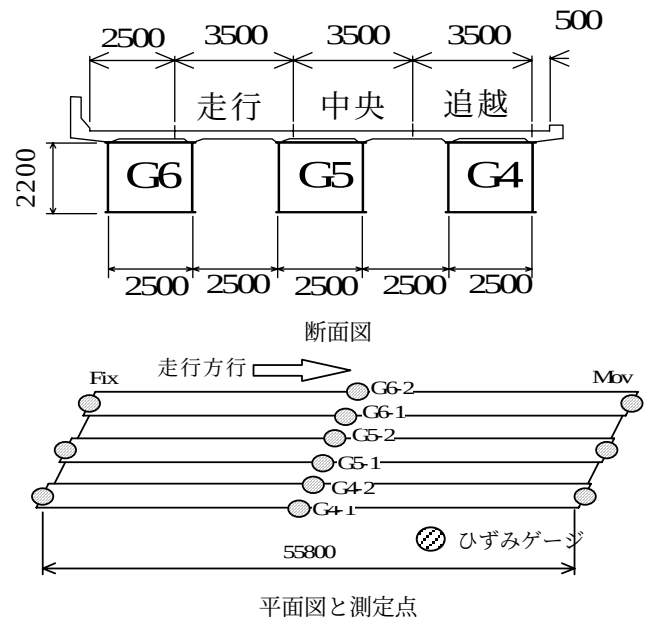


図-1 測定橋梁の概要

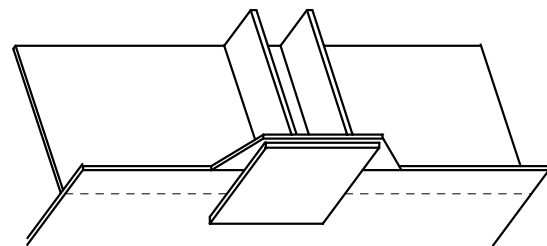


図-2 支間中央部の仮支承用ソールプレート

4. 応力頻度測定の結果 図-3にG6桁下フランジの7日間の応力範囲頻度分布を示す。250kNの荷重車を大幅に越える応力範囲が数多く計測されている。JSSC 疲労設計指針の最安全疲労設計曲線であるH等級の打ち切り限界を超過する応力範囲が約1700回計測された。応力範囲の最大値は250kN荷重車による値の約6倍となっている。この応力範囲頻度分布を用い、継手の疲労強度をH等級と仮定、修正マイナー則を用いて疲労寿命を計算したところ、100年程度の寿命が算出された。

5. 最大荷重の調査 7日間のひずみ測定結果から、1時間ごとの最大発生ひずみを抽出し、その車両の重量を推定した。走行速度は、入り口、出口の端ダイヤフラムで計測したひずみ波形から推定し、250kN荷重車の測定結果をキャリブレーション値とした。図-4に測定された時間最大荷重の1週間の推移を、図-5に1週間で最大の荷重を示した車両のひずみ波形を示す。時間最大応力はそのほとんどが重量車の単独载荷であり、応力と荷重の値から明らかに過積載車両であると考えられる。

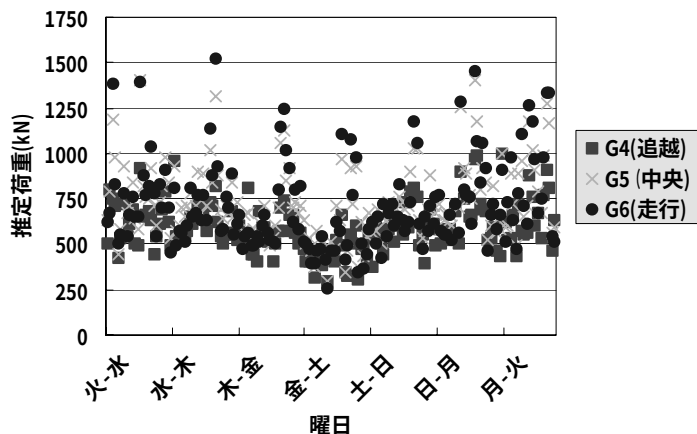


図-4 最大荷重の時間推移

この路線では、これまで規制値を大幅に越える車両が通行していることが確認されている。今回の計測でビデオ画像により確認した時間最大値の車両は4軸以上のトラッククレーン、5～6軸のセミトレーラートラックによるものである。H等級の打ち切り限界相当の応力を発生させる車両は、約500kNに相当する。このことから、明らかに過積載と考えられるごく一部の車両によってH等級の打ち切り限界を越える応力が発生していることが推測される。

6. まとめ 本研究では、架設用に溶接された部材の疲労耐久性評価を評価するため、荷重車载荷試験、および1週間のひずみ測定を行い、耐久性および最大ひずみ発生時の荷重の実態を調査した。対象とした箱桁橋が比較的曲げ剛性が高いものであり、800kNを越える「超」重量トラックがかなりな頻度で走行しているにも関わらず、計測された応力範囲頻度分布から計算された寿命は、100年程度であった。しかしながら、現場溶接された付加物がない状態での疲労強度等級はE等級程度である。この橋梁では付加物を溶接することにより、主桁の疲労強度をE等級からH等級に下げた。すなわち寿命を1/8にしたことと同義となる。また、主桁の最大応力は、ほとんどが過積載車両の単独载荷によって生じており、設計上の仮定を逸脱した荷重状態である。従って、過積載車両の取締りが急務であると考えられる。なお、本報告の見解は、著者らのものであり、対象とした橋梁管理者の見解とは、必ずしも一致しないことを付記する。

参考文献 1) (社)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、技報堂出版、1993、2) 小塩、山田、小林：鋼I桁橋の縦桁を用いた Bridge Weigh-in-Motion の開発、構造工学論文集 Vol.47A, pp.1083-1091, 2001。

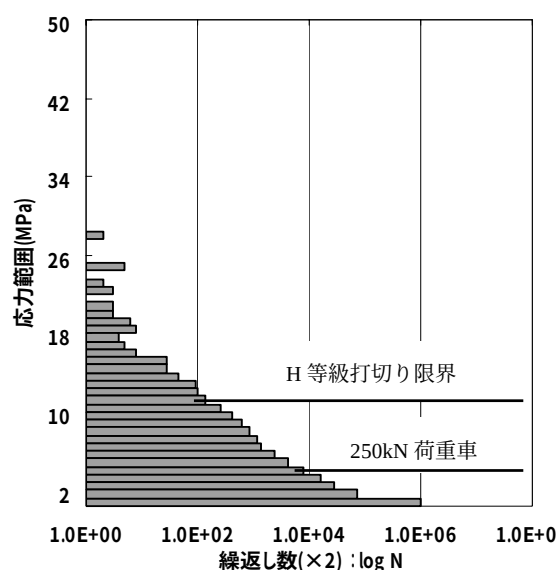


図-3 主桁下フランジの応力範囲頻度分布

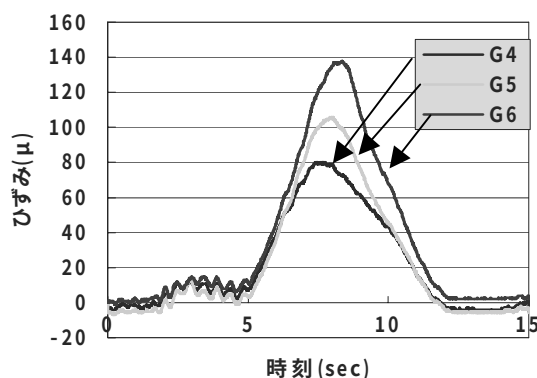


図-6 最大荷重による動ひずみ波形