

既設鋼桁橋における応力・変位測定結果の分析

独立行政法人土木研究所 正会員 高木伸也
 独立行政法人土木研究所 正会員 村越 潤
 独立行政法人土木研究所 正会員 麓興一郎
 独立行政法人土木研究所 正会員 次村英毅

1. はじめに

橋梁モニタリング（供用下における活荷重や温度の変化に対する応力・変位の状態把握及び橋梁各部の疲労耐久性の評価）の基礎検討として、実橋において20ton 荷重車の動的載荷試験を実施し、続いて約半年間の温度、応力、桁端変位等の計測を実施している。本文では、動的載荷試験の結果及び計測結果の一部についての分析結果を報告する。

2. 対象橋梁

対象とした橋梁は、一般国道17号の橋梁（国土交通省関東地方整備局大宮国道工事事務所管内）で、単純非合成I桁である。図1に対象橋梁の一般図を示す。架設年次は平成3年（平成2年道示）で、日大型車交通量は5288台/車線（平成11年センサ調査結果）である。遠望からの目視調査では鋼部材、支承、床版に特段の損傷は見つかっていない。

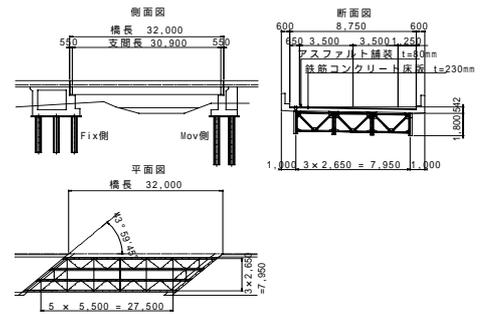


図1 対象橋梁一般図

○：ひずみゲージ設置箇所
 △：イガク変位計設置箇所
 *：桁端変位計設置箇所

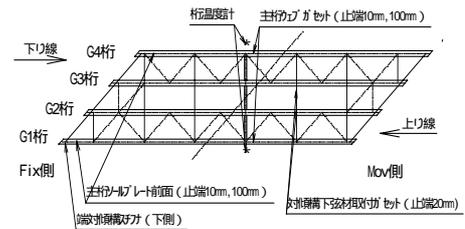


図2 センサー設置位置

(1) 荷重車走行時の応力変動計測

20tonf 荷重車（ダンプトラック：前軸 5.9tonf, 後タンデム軸 14.1tonf）を上下車線に速度60km/hで単独走行させ、その際の各部の応力を計測した。

(2) 応力、変位及び温度の時間変動計測

ヒストグラムレコーダーにより、各部の応力を、レインフロー法及びタイム法(0.01sec 間隔)により、1時間単位で頻度分布計測を行っている。また、温度及び変位については、データロガーにより、20分間毎に計測を行っている。得られた応力頻度分布より、修正マイナー則を用いて各部の継手等級を想定し疲労損傷度を求めた。

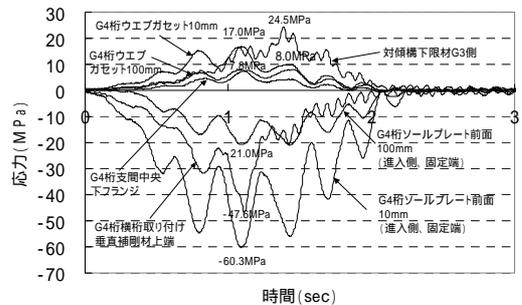


図3 20t 荷重車走行時の応力波形

4. 計測結果

(1) 荷重車走行時の応力波形及び応力頻度分布

図3に20tonf 荷重車を下り車線に走行させた場合のG4桁を中心とした主要部位の応力波形を、図4に平日3日間の応力頻度分布例を示す。図3中には最大値も併せて示す。これまでに既設橋において疲労損傷が発見されている部位（横桁取付け垂直補剛材上端部、ソールプレート前面部、横構ウェブガセット）において、

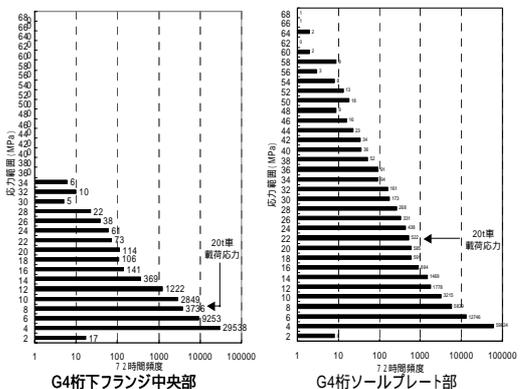


図4 平日3日間の応力頻度分布

キーワード：実橋計測、応力頻度、動的波形、温度ひずみ

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 TEL：(0298)79-6793 FAX：(0298)79-6739

溶接止端から 10mm の位置を基本に計測したが、相対的に高い応力が生じている。計測値をホットスポット応力と仮定して、平日 3 日間の応力頻度を用いて支承ソールプレート溶接部（E 等級と仮定）、スチフナ上端部（F 等級と仮定）の 50 年間疲労損傷度を計算すると、それぞれ 18.0、13.6 となっている。また、図 4 より各部位で分布形状は異なるが、20tonf の載荷時の応力範囲に対して概ね 3~4 倍程度の応力範囲が生じている。

図 5 に下フランジ応力が最大となった時点での G 4 桁支間中央の断面応力分布を示す。止端から 10mm の位置の応力が大きくなっているが、図 3 中の横桁取付け垂直補剛材上端の応力波形との対応関係から、主桁としての曲げ応力に加えて、横桁からの作用力によって面外曲げ応力が作用しているものと推測される。図中に示すウェブガセット位置での 3 応力（止端より 10mm、100mm、上下フランジ応力より求めた推定値（下フランジ応力の 0.88 倍））に対して、ウェブガセット継手（G 等級と仮定）の 50 年間換算疲労損傷度はそれぞれ 1.6、0.21、0.14 となっており、計測位置により疲労寿命に違いが見られる。

（2）応力、変位及び温度の時間・日変動の計測

図 6、図 7 に、G4 主桁について、時間単位及び日単位で整理した、主桁支間下フランジの応力、桁温度、気温、可動支承側の桁下端水平変位（橋台側への変位が負）およびウェブガセット継手の 50 年間換算疲労損傷度（図 5 中のガセット位置推定値を用いて計算）の変動を示す。時間変動をみると、水平変位及び応力ともに桁温度との相関が見られる。日変動を見ると、土、日曜日において最大・等価応力範囲の減少が見られるが、大型車交通量の減少による影響と推測される。

また、図 8 に G 4 主桁温度と桁上下端の変位（橋台側への変位が負）の時間変動の関係を示す。図中には 34 日間（2 月末～3 月末）の計測結果より求めた一次回帰式を示している。桁端の水平変位と部材温度との間には高い相関性が見られる。図中には示していないが、G 1 桁上下端の変位もほぼ同様の関係であった。ここで、鋼材の線膨張係数 12×10^{-6} から求まる主桁の伸び量は単純計算すれば 10 に対し 3.7mm となるが、実測値は概ね同程度の移動量となっている。

5. おわりに

今後、長期計測結果を詳細に分析するとともに、計測結果を基にした橋梁の状態の評価への活用方法について検討していく予定である。

謝辞

実橋計測に当たって、ご協力頂いた大宮国道工事事務所関係各位に感謝する次第である。

<参考文献>

- 1)建設省：既設構造物の点検・補修システムの開発[橋梁の長期監視システムの開発]報告書,官民連帯共同研究,平成 3 年 3 月
- 2)西川,村越,山本：実橋における長期ひずみ計測結果の分析,土木学会第 46 回年次学術講演会概要集,平成 3 年 3 月
- 3)西川,山本,鹿嶋：温度変化に伴う橋梁の挙動に関する計測結果の分析,土木学会第 47 回年次学術講演会概要集,平成 3 年 3 月

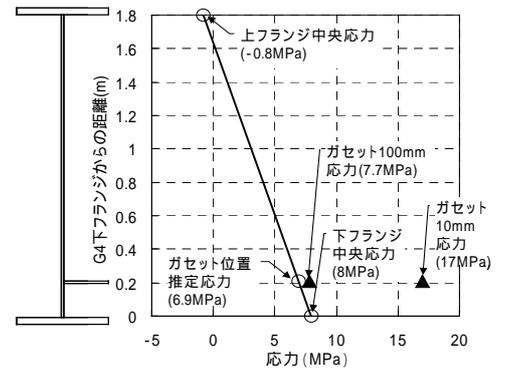


図 5 G4 桁支間中央断面応力分布

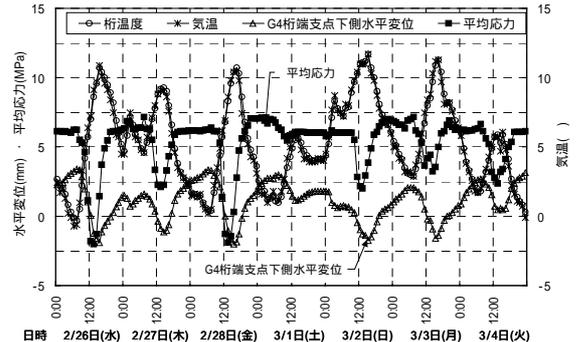


図 6 気温、桁温度及び水平変位、平均応力の時間変動

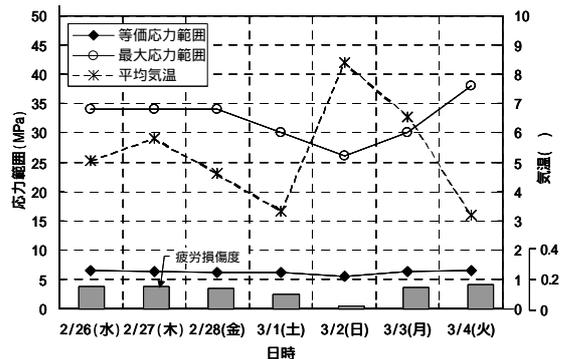


図 7 気温、応力範囲及び疲労損傷度の日変動

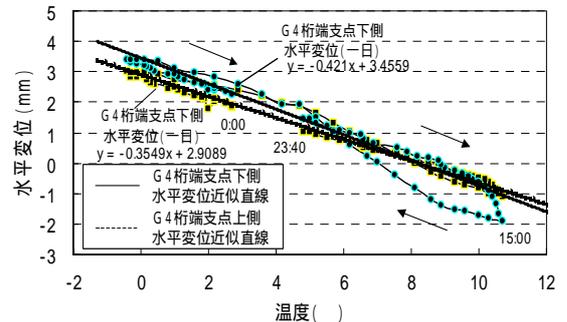


図 8 桁温度と支承水平変位の関係