

鋼プレートガーダー橋の主桁に作用する活荷重応力の実態と疲労に関する一検討

建設省土木研究所 正員 西川和廣

建設省土木研究所 正員 ○村越 潤

1. まえがき

近年、交通条件の厳しい鋼道路橋の二次部材や細部構造において、種々の疲労損傷が報告されている。今後、このような既設橋が厳しい交通条件下で長期間供用された場合に、主桁等の主要部材の溶接継手についても疲労の問題が生じないかをチェックし、さらにその結果を新設橋の疲労設計にフィードバックすることが必要と考えられる。本文では、筆者らが過去に実施した鋼プレートガーダー橋主桁における応力測定¹⁾のデータを用いて、活荷重応力および疲労ダメージの実態に関する一検討結果を報告するものである。

2. 測定概要 本文において検討対象としたブ

レートガーダー橋は支間が20~40mの27橋(単合成桁;22橋、単純非合成桁;3橋、連続非合成桁;2橋)である。ひずみの測定箇所は主桁支間中央部下フランジ下面である。主な測定内容は、①総重量20トンの3軸トラック1台を各レーンにつき支間中央に静的載荷した時の応力度(以下、T-20活荷重応力度 σ_{T-20} と呼ぶ)の測定、②交通供用下における24時間の応力頻度分布(レインフロー法により波形処理)の測定である。

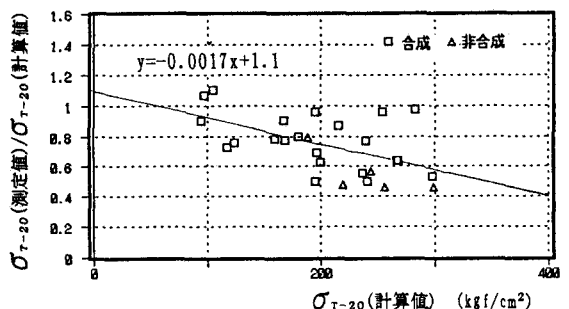
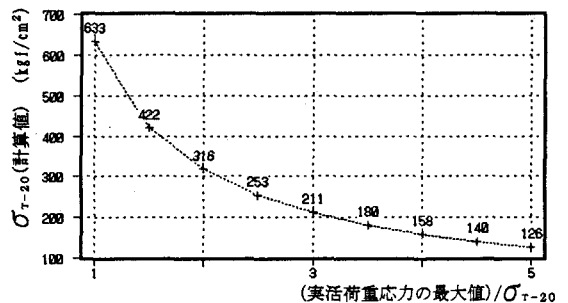
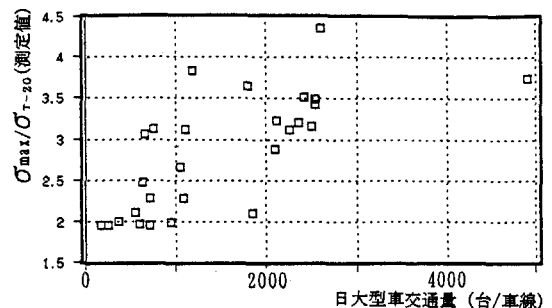
3. 測定結果と考察

(1) T-20活荷重応力度 σ_{T-20} について

図-1に各橋梁における σ_{T-20} (測定値)の最大値と σ_{T-20} の計算値に対する測定値の比の関係を示す。荷重車載荷時の主桁応力度の計算値は格子桁理論に基づき求めた。図中に回帰直線を示すが、 σ_{T-20} (計算値)が大きくなるにつれて、 σ_{T-20} の計算値に対する測定値の比は小さくなる傾向にある。ただし、1.0に近い橋梁も存在し、一概に測定値が計算値よりも小さくなるとは言えない。

次に下フランジに設けられる溶接継手を対象に既設橋の主桁に作用する活荷重応力が溶接継手の疲労限を超えているかどうかについて述べる。対象とする溶接継手は荷重集中点の垂直補剛材と下フランジとの溶接部であり、この継手は、主桁下フランジに作用する引張応力に対して、荷重非伝達型の非仕上げのすみ肉溶接継手に対応する。

JSSC疲労設計指針(案)²⁾では、この継手の疲労強度をE等級(200万回疲労強度:80MPa、一定振幅応力下での打切り限界:62MPa(633kgf/cm²))としている。図-2は交通供用下における活荷重応力の最大値(図

図-1 各橋梁における σ_{T-20} (測定値)/ σ_{T-20} (計算値)図-2 (実活荷重応力の最大値)/ σ_{T-20} (計算値)と σ_{T-20} (計算値)の関係図-3 日大型車交通量と $\sigma_{max}/\sigma_{T-20}$ (測定値)の関係

では σ_{T-20} （計算値）に対する比率で表現）を横軸に、その値をE等級の打ち切り限界62MPa以下に抑えるための σ_{T-20} （計算値）の値を縦軸にとって、両者の関係を示したものである。この図に示すように仮に実際に活荷重応力を疲労限以下に抑えるためには、 σ_{T-20} （計算値）の値を低く抑えて設計することが必要となる。図-3は24時間応力頻度測定で得られた日最大活荷重応力 σ_{max} に対する σ_{T-20} （測定値）の比を示したものである。その比は日大型車交通量の少ない橋梁でも2～3程度であり、この比と図-1, 2を照らし合わせると、大部分の橋梁では供用下における活荷重応力度の最大値がE等級の溶接継手の打ち切り限界を超えることになる。これは疲労の照査において作用応力範囲と繰返し数を考慮する必要があることを示している。

（2）橋梁部材が受ける疲労ダメージについて

図-4に各橋梁における日大型車交通量と24時間測定に基づく応力頻度の総数の関係（両対数表示）、図-5に σ_{T-20} （測定値）と等価応力範囲の関係、図-6に測定で得られた頻度分布が50年間継続くと仮定した場合に上述の溶接継手が受ける疲労ダメージ（両対数表示）を示す。図中には回帰直線を実線で示す。等価応力範囲とは測定で得られた応力頻度分布を基に次式より求めた値とする。

$$S_{req} = (\sum S_{ri} \cdot n_i / \sum n_i)^{1/m}$$

ここで S_{ri} 、 n_i はレベル i に対する応力範囲とその繰返し数であり、 $m=3$ である。また、ここでいう疲労ダメージとは修正マイナー則を適用した場合のマイナー和とし、ここでは1.0を超えた場合に寿命に達したと考える。これらの図より、各々の x 、 y 軸の諸量の間には相関が見られる。また、図-6より各橋梁の疲労ダメージの実態を概ね理解することができる。交通条件が厳しくない場合には、ここで対象とした溶接継手の疲労は問題とならないと考えられるが、交通条件が厳しいか、あるいは σ_{T-20} （測定値）が大きい等の条件下では疲労ダメージは大きいものと推測され、より詳細な分析が必要と考えられる。なお、非常に粗い方法ではあるが、図-4、5に示す関係を参考にすれば、応力頻度測定を行わなくても日大型車交通量と $T-20$ 活荷重応力 σ_{T-20} （計算値）が与えられれば、応力頻度の総数および等価応力範囲が推定でき、今後、既設橋が受けるおおよその疲労ダメージの評価にも利用できるものと可能と考えられる。

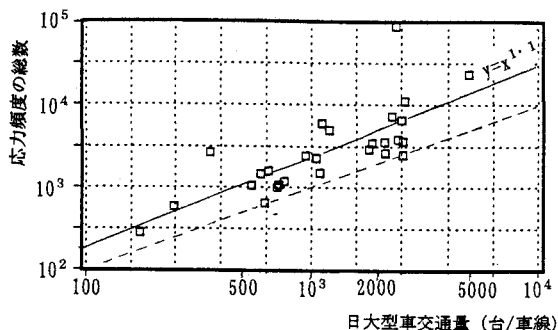


図-4 日大型車交通量と応力頻度の総数の関係

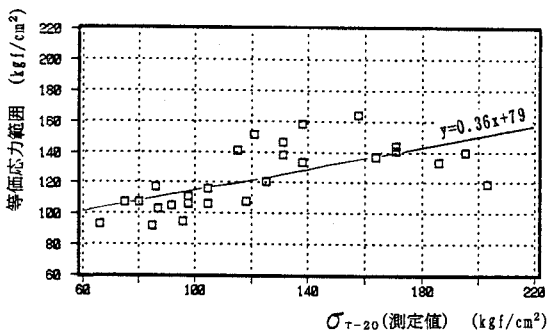


図-5 σ_{T-20} （測定値）と等価応力範囲の関係

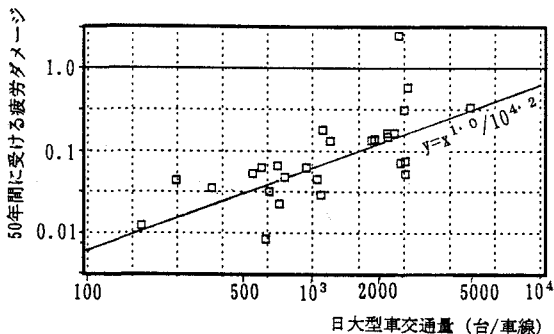


図-6 日大型車交通量と50年間に受ける疲労ダメージの関係

4. あとがき ここで得られた結果を既設橋の疲労照査および新設橋の疲労設計を検討するための基礎データとして利用していく予定である。

【参考文献】1) 藤原、村越、鹿嶋：鋼プレートガーダー橋における応力測定結果に関する報告、構造工学論文集 Vol.37A, 1991年3月 2) 日本鋼構造協会：疲労設計指針(案)、JSSCレポート No.14、平成元年11月