

# 既設橋の耐荷性能評価手法に関する一研究

建設機械化研究所 正会員 小野秀一  
建設機械化研究所 正会員 谷倉 泉  
日本道路公団 正会員 窪田賢司

## 1. はじめに

既設橋の補修や補強等に関する維持管理を最適に実施していくためには、対象橋梁が有する耐荷性能を正確に評価した上で、どの程度健全であるかを評価することが重要である。新設橋の設計段階では不確定な要素を考慮し、各種の安全率を見込んだ設計をしなければならないが、既設橋の耐荷性能を評価する場合は、実際の使用条件と荷重に対する応答が把握できることから、それらのデータを基に照査することにより、実状に即したより正確な評価が行えるものと考えられる。本研究は、既設橋の耐荷性能を評価するための一手法として、プルーフロード試験と立体FEM解析を組み合わせた方法を提案するものである。本稿では、提案する耐荷性能評価の概略要領と、これまでに検討した事例を紹介する。

## 2. 提案する既設橋の耐荷性能評価方法

耐荷性能評価の概略手順を図1に示す。本手法は、供用下で保証すべき最大荷重レベル（設計活荷重）に対して立体FEM解析による応力値で照査することを基本とし、FEM解析の精度や解析で十分に考慮できない要因（例えば損傷や劣化、支承やRC床版、主桁と床版の付着などの非線形挙動）についてはプルーフロード試験で確認または保証する方法である。

プルーフロード試験では、後述する立体FEM解析で安全性を確認した最大荷重まで段階的に載荷し、実橋各部の応力・変形挙動を測定して各部に損傷が生じていないことを確認する。これらが示す実測挙動は、対象橋梁のこれまでの施工や損傷、メンテナンスなどの様々な履歴が反映されたものと考えられる。また、プルーフロード試験においては、安全性が確認された荷重レベルが対象橋梁で保証される荷重となることと、橋梁構造には伸縮装置や支承、床版と主桁の付着等の挙動が、載荷荷重に対し非線形性を示す可能性のある構造要素が存在することから、載荷する荷重は安全な範囲で大きいほど良い。

立体FEM解析では、対象橋梁の主要部材すべてをモデル化して、応力・変形挙動を推定する。これにより、解析結果を参照してプルーフロード試験で載荷する最大荷重を設定したり、実測値と照合して解析モデルを確認した後、死荷重や設計活荷重に対する応力・変形挙動を推定し照査する。

応力照査は、立体FEM解析結果から、(1)式に示すように、それぞれに安全係数を考慮した上で、着目する部材における死荷重応力 ( $\sigma_D$ ) と活荷重応力 ( $\sigma_L$ ) の合計と、降伏応力度 ( $\sigma_Y$ ) との対比により行う。

$$\sigma_Y \cdot \gamma > \sigma_D \cdot \gamma_D + \sigma_L \cdot \gamma_L \quad (1)$$

ここで、 $\sigma_Y$  : 降伏応力度、 $\gamma$  : 材料に対する安全係数（参考値として 0.95、以下同様）、 $\gamma_D$  : 死荷重応力に対する安全係数（1.1～1.2）、 $\gamma_L$  : 活荷重応力に対する安全係数（衝撃係数含む、1.6～1.7）である。ただし、括弧内に示した安全係数の設定については別途検討が必要である。

このようにして、着目する部材すべてにおいて安全性が確認できれば、対象橋梁の照査荷重に対する耐荷性能が保証されることになるものと考えられる。

## 3. 耐荷性能評価事例

東名高速道路の代表的な非合成鋼鉄桁橋である2橋を対象に、B活荷重に対する耐荷性能評価を実施した。

キーワード：維持管理、耐荷性能、既設橋

連絡先：〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 Tel.0545-35-0212 Fax.0545-35-3575

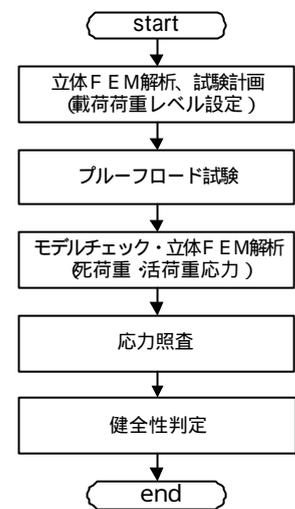


図1 全体の検討フロー

写真1に載荷試験状況を、表1に対象橋梁の主要諸元と最大載荷荷重を示す。また図2には、立体FEM解析に用いたモデル図を示す。

ブルーロード試験での最大荷重は、着目部での曲げモーメントがB活荷重載荷相当となるように、A橋では160トン（車両総重量40トン車4台）B橋は200トン（50トン車4台）とした。また、立体FEM解析でモデル化した部材は、主桁、縦桁、床版、地覆、対傾構、横構である。

図3には、耐荷性能評価例として、ブルーロード試験で最も大きい応力挙動を示した最路肩側の支間中央主桁下フランジに着目した検討結果を示す。また、参考のために荷重車単独走行時の最大応力と供用下での最大応力頻度を併記している。図中の、「死荷重」は立体FEM解析により求めた死荷重応力に係数1.1（現状の解析精度が9割程度であることを考慮）を乗じた値であり、「B活」は立体FEM解析により求めたB活荷重応力に、道示に示される算定式から求めた衝撃係数を乗じた値である。

また、現状では具体的な安全係数の決定には至っていないため、ここで示す耐荷性能は、死活荷重応力が降伏応力度に対してどのくらいの余裕があるのかを示すこととし、設計活荷重応力が降伏応力度に到達するまでの「余裕度」として整理した。これによると、B橋においては設計活荷重（B活荷重）の約2倍の載荷まで耐荷性能として余裕があり、A橋においては約3倍の余裕があると判断される。



写真1 ブルーロード試験（50トン荷重車4台、計200トンの載荷）

表1 対象橋梁主要諸元と載荷荷重

項目	単位	A橋	B橋
橋種		非合成鋼鉄桁橋（3径間連続）	
支間長	mm	3@25,180=75,540	2@33,000+30,000=96,000
主桁	本数	4	3
	間隔	mm	3,400
主要使用鋼材		SS400 SM490A,B	SS400 SM490A,B
適用示方書		道示昭和39年	道示昭和39年
ブルーロード試験最大荷重	tf	160	200

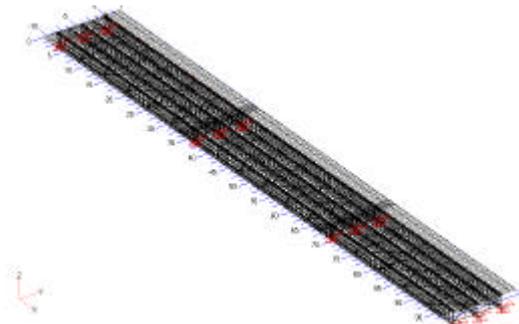


図2 立体FEM解析モデル（B橋）

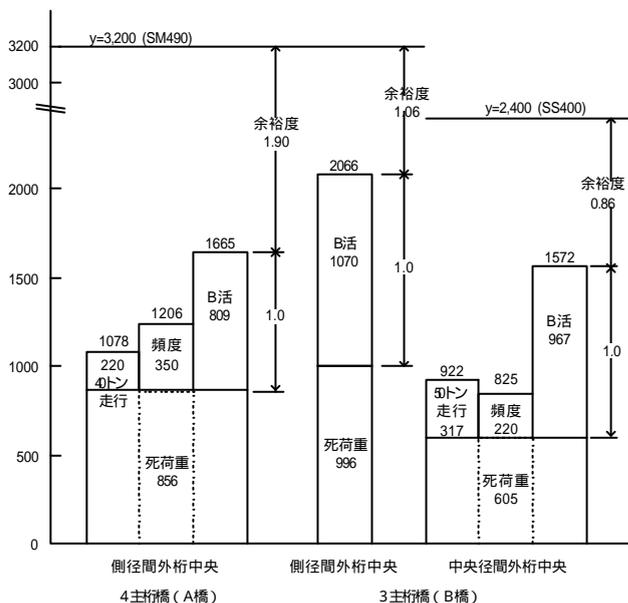


図3 耐荷性能評価結果例

#### 4. おわりに

耐荷性能を評価する上では、床版と主桁の合成効果を正確に評価することが重要であると考えられるが、現在のところこの合成効果を正確に評価する手法がない。今後は、合成挙動に影響を及ぼすと考えられる床版と主桁の付着性状やスラブアンカーによる合成効果の評価方法について検討していきたいと考えている。

本研究は「鋼橋補修・補強検討委員会」（委員長：東京工業大学 三木教授）での審議を反映しながら進めているものである。ここで関係各位に深甚なる謝意を表します。