

# 床版取替を伴う鋼単純トラス桁橋の既設鋼桁照査

## しじゅうはっせがわはし —中国自動車道 四十八瀬川橋他 1 橋床版取替工事—

大阪支店 土木技術部（九州支店駐在） 藤田知高  
大阪支店 土木技術部 田中寛規

### 1. はじめに

四十八瀬川橋（上り線・下り線）P2～P3 径間は、中国自動車道の小郡 IC～美祢東 JCT 間に位置する橋長 73.0m の鋼単純トラス桁橋である。本橋竣工当時（1974 年）の当該路線における設計荷重は TL-20 であったものの、現在は B 活荷重で供用されている。床版取替の詳細設計において、死荷重および活荷重条件の変更に伴う既設鋼桁照査を実施した。本稿は、詳細設計において実施した、立体格子解析、一定せん断流パネル解析および応力頻度計測を用いた既設鋼桁照査について報告するものである。

### 2. 橋梁概要

本稿で着目した橋梁（写真-1）の概要を以下に示す。

工事名：中国自動車道（特定更新等）

四十八瀬川橋他 1 橋床版取替工事

工事場所：山口県山口市小郡上郷～山口県美祢市美東町

発注者：西日本高速道路（株）中国支社

施工者：（株）ピーエス三菱

工期：2020 年 5 月 28 日～2023 年 6 月 11 日

構造形式：鋼単純トラス桁，橋長：73.0m，有効幅員：9.75m



写真-1 四十八瀬川橋 P2～P3 径間（手前が上り線）

### 3. 既設鋼桁照査の流れ

本橋の床版取替に伴い、床版厚：200mm→220mm，防護柵：中分側ガードレール→フロリダ型壁高欄，舗装厚：75mm→80mm，活荷重：TL-20→B 活荷重となり、床版取替後において既設鋼桁の応力が設計基準を満たさなくなることが予想された。一方で「主桁の変状発生状況や橋梁が保有する性能を把握し、対策の必要性や実施時期を検討したい」との発注者意向を受け、図-1 に示す照査フローを発注者に提案し、これに準じて照査を行った。

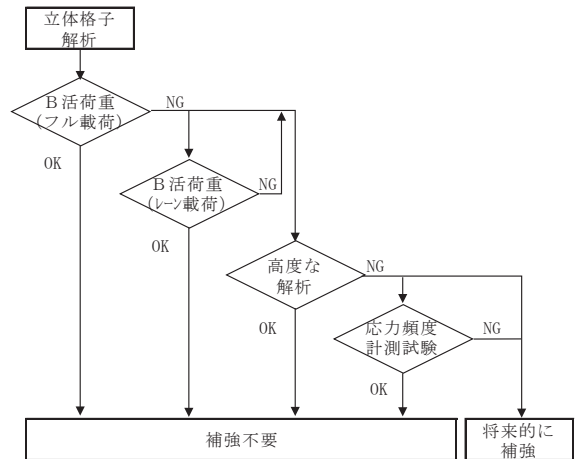


図-1 本橋で用いた既設鋼桁照査フロー

### 4. 各照査手法と照査結果

#### 4.1 立体格子解析による照査

##### 4.1.1 照査概要

立体格子解析で用いる骨組みモデルでは、主要部材を梁要素でモデル化し、上弦材・下弦材・横桁の接合部は剛構造、鉛直材・斜材・対傾構は両端ピン構造とした。二次部材である縦桁・側縦桁・上下横構・下支材はモデル化しなかった。解析で使用した立体骨組みモデルの概略図を図-2 に示す。

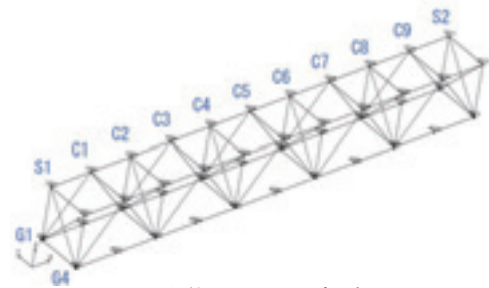


図-2 立体骨組みモデル概略図

##### 4.1.2 照査結果

立体格子解析による照査の結果、B 活荷重（フル載荷）（以下「B 活フル」という。）の条件では、上弦材の圧縮安定照査で 30.0%，局部座屈照査で 22.4%，下弦材の曲げ引張縁照査で 29.8%の応力超過が見られた。そこで、B 活荷重（レーン載荷）（以下「B 活レーン」という。）の条件にて再照査を行った結果、全ての着目部材において発生応力の改善が見られたものの、上弦材の圧縮安定照査で 20.0%，局部座屈照査で 15.2%，下弦材の曲げ引張縁照査で 16.9%の応力超過が残る結果となり、応力超過を解消することはできなかった。

## 4.2 一定せん断流パネル解析による照査

### 4.2.1 照査概要

従来の設計手法である格子解析では応力超過を解消できなかったことから、高度な解析として一定せん断流パネル解析の実施により、発生応力の改善を試みた。一定せん断流パネル解析とは、立体格子解析をベースとし、梁要素の他に一定せん断流パネル要素（四辺に線形に変化する軸力を伝える縁部材を取付けたパネルがせん断変形にのみ抵抗し、直応力には四辺に取り付けた縁部材が抵抗する要素）を追加した解析手法である。トラス桁に一定せん断流パネル解析を適用した場合の最大のメリットは、全体系断面力と床組系断面力を同時に解析できることである。床版を直接支持する上弦材には、全体系作用の軸力と格点間を支間長とする床組系作用の曲げモーメントおよびせん断力が作用する。解析モデル上で格点間を4等分して荷重を載荷することで、床組系作用に対して床版の分配効果を直接見込むことが可能となる。また、床版敷設後の後死荷重や活荷重に対してトラス桁と床版が「重ね梁」として挙動するため、鋼部材に対して若干の応力改善効果が期待できる。一定せん断流パネル解析モデルの概念図を図-3に示す。

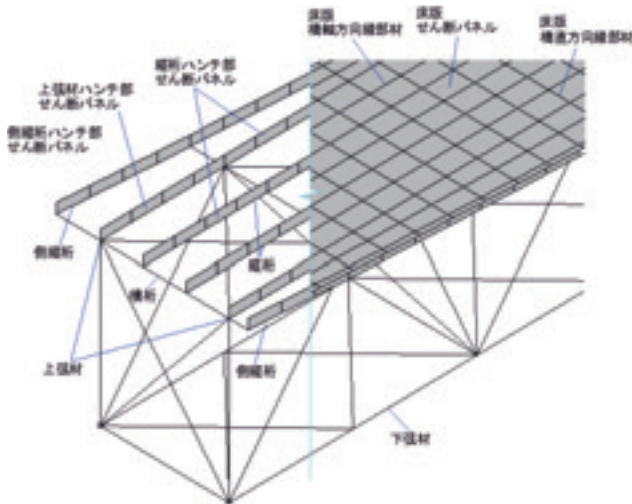


図-3 一定せん断流パネル解析モデル概念図

### 4.2.2 照査結果

一定せん断流パネル解析による照査の結果、B活フルの条件では、上弦材への応力超過は見られなかったものの、下弦材に2.0%の引張応力超過が見られた。また、斜材に12.3%の引張応力超過、張出ブラケットに17.6%の圧縮応力超過が見られた。次に、B活レーンの条件にて照査を行った結果、下弦材の引張応力超過および張出ブラケットの圧縮応力超過は解消されたものの、斜材に2.9%の引張応力超過が残留した。立体格子解析に比べて発生応力が減少したのは、トラス桁と床版の重ね梁効果および床版による分配効果が寄与したものと推察される。

応力超過を何%まで許容するのか、あるいは応力超過を一切許容しないのかの判断は、管理者や状況によって異なる。本橋においては、トラス桁という構造的な特殊性を勘案し、少なくとも実交通荷重条件では応力超過を許容しない方針となった。

## 4.3 応力頻度計測

### 4.3.1 計測および照査概要

実交通荷重での供用安全性を担保するため、実際の交通荷重条件下でのトラス桁の各着目部位に発生する応力を計測し、補強要否を判断することとなった。計測では、着目部材の着目断面にひずみゲージを貼付し、得られるひずみ値を「ピークバレー法（極大値・極小値法）」を用いて解析することにより、最大値を把握した。得られたひずみ値の最大値に鋼材のヤング係数  $E_s=200(\text{kN/mm}^2)$  を乗じることで応力度に換算した。計測箇所は、各解析モデルでの応力発生傾向および応力超過に伴う補強対策が必要となると予想される部位を対象に設定した。応力頻度計測の計測断面および計測箇所を図-4に示す。

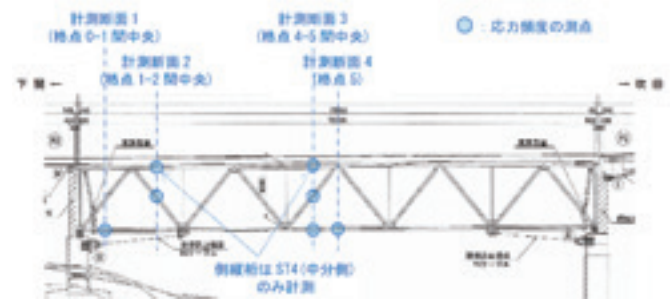


図-4 応力頻度計測の計測断面および計測箇所

### 4.3.2 計測および照査結果

応力頻度計測により得られた各着目部位における実交通荷重条件下での最大発生応力度(①)と、同一部位における一定せん断流パネル解析モデルでの計算上の発生応力度(②)より、それらの比率(活荷重比率:①/②)を確認した結果、活荷重比率は7~36%程度であった。得られた各部材の活荷重比率を一定せん断流パネル解析モデルでの活荷重断面力(B活フル)に考慮し再照査を実施した結果、全ての部材で作用応力度が許容応力度以下となり、応力超過を解消することができた。

## 5. おわりに

本工事は、2022年6月~7月に上り線の床版取替施工を実施後、同年9月~11月に下り線の床版取替施工を実施する非常にタイトな施工工程であり、本稿執筆時点では床版取替施工の最盛期である。本工事が無事故で完了することを切に願うとともに、本照査での各種取り組みが同種照査の参考になれば幸いである。

**Key Words:** トラス桁, 既設鋼桁照査, 一定せん断流パネル解析, 応力頻度計測



藤田知高



田中寛規