

## 鋼道路橋の合理的な設計解析手法に関する研究

—一定せん断流パネルを主体とした鋼道路橋の設計手法—

玉越 隆史 \*  
白戸 真大 \*\*  
横井 芳輝 \*\*\*  
水口 知樹 \*\*\*\*

### 概要

鋼道路橋における部材の設計体系は、初等はり理論に基づく棒モデルを用いた格子解析を前提に整備されてきた部分が多くある。また、道路橋の設計基準による部材の耐荷力式、安全率、許容応力度等の規定は、公称応力で整理して構築されてきたものである。すなわち、微小変形の初等はり理論で断面内の作用応力を算出することを前提にする一方で、部材としての破壊モードの違いに応じた安全性はそれらと対照することを念頭にして許容応力度として反映されている。一方、耐震補強構造や腐食のような耐久性上の損傷事例では、局所変形の影響や 2 次応力の影響など、必ずしも棒モデルを用いた計算では得られない応力性状に大きく左右されることも多く、連続体としての挙動が把握可能な高度な計算モデルである FEM 解析による評価が行われることも多い。

新設橋の設計では性能規定化や新しい構造形式の提案などにより、格子解析のみでは合理的に性能評価を行うことが難しいケースも増えるとともに、既設橋の耐荷力評価や補修補強などでも実態に則した局所的な応力評価の併用が重要となることも多い。

本研究は、鋼道路橋の性能評価のための合理的な設計手法の構築を目的として、従来の格子解析を用いた設計に対して、一定せん断流パネル要素を用いた解析、または FEM 解析のそれぞれを主体とする設計手法を比較し、それぞれの実橋への適用性と課題を整理したものである。

キーワード：鋼道路橋，有限要素解析，一定せん断流パネル解析

---

\* 橋梁研究室長  
\*\* 橋梁研究室 主任研究官  
\*\*\* 橋梁研究室 研究官  
\*\*\*\* 橋梁研究室 交流研究員

# Study on rationally analytical design method of steel highway bridges

—Design method for steel highway bridges mainly using “the constant shear flow panels”—

Takashi TAMAKOSHI	*
Masahiro SHIRATO	**
Yoshiteru YOKOI	***
Toshiki MIZUGUCHI	****

## Synopsis

The design system of the members of the steel highway bridges has been established on the premise analyzing with the grillage model based on the elementary beam theory. The allowable stress as well as the load-carrying capacity and the safety factor in the specifications for steel highway bridges in Japan are regulated as nominal stress. In other words, the acting stress which is calculated as nominal stress by the elementary beam theory shall be equal to or lower than the allowable stress which is reflected the safety in consideration of the differences among the various destruction modes to verify the safety of the member. On the other hand, actual damage of a exist bridge due to fatigue or an accident such as earthquake is often occurred by local stresses or secondary stresses those can not be analyzed by the grillage model. Then, a finite element analysis is applied to investigate the damage.

The specifications for steel highway bridges in Japan were revised in 2002 for performance-stipulated technical standards, and new structural type bridges have been proposed by degrees. Then, the bridges those performance cannot be rationally evaluated only by the grillage model analysis have been increasing. On the other hand, for exist bridges to evaluate those load carrying capacity or to repair/reinforce them, the evaluation of the local stress based on reality is important.

In this study, for the purpose of construction of rationally analytical design method to evaluate the performance of steel highway bridges, the usual grillage analysis, the finite element analysis, and the analysis using the constant shear flow panels are compared, and characteristics and issues in each analytical design method are arranged.

Key Words: steel highway bridge, finite element analysis, constant shear flow panel

---

*	Head, Bridge and Structures Division, Road Structures Department, NILIM
**	Senior Researcher, Bridge and Structures Division, Road Structures Department, NILIM
***	Researcher, Bridge and Structures Division, Road Structures Department, NILIM
****	Guest Research Engineer, Bridge and Structures Division, Road Structures Department, NILIM

## まえがき

2002年に道路橋示方書が性能規定型の基準に改定されてから、従来の標準的な仕様によらない新しい橋梁形式や構造による道路橋の採用が検討される例がみられる。設計においても、公称応力に基づいた従来の格子解析による部材の設計に加えて、FEM解析等のより高度な解析手法により局所的な応力性状なども評価して設計に反映するケースも多くあり、より高度な解析手法による照査、検討などが併用される設計実務の現状の合理化のためには、必要な照査や評価をできるだけ同じモデルによって効率的かつ整合の取れた形でできる設計手法の確立が有効と考えられる。

安全性能水準を規定する技術基準と連動した新たな設計手法の構築のためには、照査項目、照査方法、評価基準が調和した評価体系を確立する必要がある。このとき部材の設計においては、これまで一般的に行われてきた手法でかつ技術基準に基づいて行われてきた場合と、実態として期待できる安全率は、同等を確保する必要がある。例えば、FEM解析により算出した作用応力の取り扱い方法や照査方法について考えると、Von-Mises等価応力は、材料の3軸状態の応力を純引張りや主せん断を受ける一軸での応力状態に換算するものであり、部材単位での破壊モードと関連づけた応力ではないことから、各橋梁形式の各部材の破壊モードごとに確立された照査方法はない。他の応答値についても、2次応力の影響等も反映された局所応力を含み公称応力と異なることから、FEM解析結果について、現行の許容応力度や安全率と単純に比較することができない場合が多い。FEM解析についてはほかにも、設計計算ツールが整備されていないことを原因とするモデルの断面変更に関する繰り返し作業を各要素に対して手作業で行うなどの非効率さ、FEM解析では有効幅員内に載荷される活荷重に対する影響線解析が一般化されていないなど、他の課題として挙げられている。

一方、近年、従来の格子解析よりも高度な解析の一つとして、一定せん断流パネルを用いた解析（以下、「一定せん断流パネル解析」という）による橋の設計手法が検討されている。部材の設計において現行の許容応力度と比較できる作用応力度の算出が可能である一方で、格子解析では考慮できない板組形状に起因する局所的な応力状態もFEM解析と同等に算出できる。以上より、一定せん断流パネル解析は、従来の格子解析及びFEM解析の両方の長所を兼ね備えた解析手法となる可能性が期待されている。

このような背景から、本研究は、道路橋の性能評価のための高度な解析を用いた合理的な設計手法の構築を目的として、従来の格子解析、一定せん断流パネル解析、FEM解析のそれぞれの方法による照査を主体とする場合の設計の流れを整理して比較し、それぞれの実橋への適用性と課題を整理して検討したものである。