

非線形 FEM を用いたストラット下端接合部の評価

すぎたにがわばし
—杉谷川橋 下り線—

野口 光明

大阪支店 土木技術部

河中 涼一

大阪支店 土木技術部

志道 昭郎

大阪支店 土木技術部

橋野 哲郎

大阪支店 土木技術部

概要

完成形拡幅工事を行っている新名神高速道路 杉谷川橋（下り線）は、拡幅床版を鋼製ストラットで支持する計画である。ストラットを支持する下端接合部は鋼部材で構築し、ストラットとガセットプレートとの接合にはトルシア形高力ボルトによる摩擦接合（以下、A 部）を、波形鋼板ウェブとガセットプレートの接合には横向き溶接したトルシア形高力スタッドボルト（以下、スタッドボルト）による摩擦接合（以下、B 部）を採用する（図-1）。ただし、B 部はストラットからの軸力で水平力と曲げが作用するため、スタッドボルトの配置はウェブ背面に下床版コンクリートが存在する範囲に限定され、配置本数に制約を受ける。本構造は前例がないため、非線形 FEM を用いて耐荷力を評価し、実物大供試体を用いた載荷試験（以下、載荷試験）との比較で解析の妥当性を検討した。

非線形 FEM と載荷試験

1. 解析条件と試験条件

解析モデルの概要および拘束条件を図-1 に示す。考慮する荷重は、自重、摩擦接合部のボルト軸力およびストラット上端からの漸増載荷荷重である。床版の設計における終局荷重時にストラット下端接合部に生じる断面力を再現する載荷荷重は、1,000kN である。また、A 部および B 部には、すべり耐力以上のせん断力が作用した場合はすべりが生じ、最大すべり量に達した後、支圧接合に移行するモデルを設定した。解析ケースは、道路橋示方書に示された値を特性値とした解析 Case1 と、載荷試験に用いた実物大供試体の物性等を考慮した解析 Case2 の 2 ケースとした。2 ケースの解析に用いた材料特性値を表-1 に示す。

解析の妥当性を検討するため、解析モデルの寸法および拘束条件を再現した実物大供試体を製作して載荷試験を実施した。荷重の載荷にはストラット上端に取り付けた 2,000kN ジャッキを用い、漸増的に下端接合部に断面力を与えた。

2. 解析結果と載荷試験結果

解析結果と載荷試験で得られたひずみおよび変位の計測結果の比較を行った。図-2 は、載荷荷重とガセットプレート下端に生じた水平方向応力の関係を示している。この図より、解析 Case2 の解析値と載荷試験の計測値は概ね一致していることが分かる。図-3 は、載荷荷重とガセットプレートの鉛直変位の関係を示している。この図からも、解析 Case2 の解析値と載荷試験の計測値が概ね一致していることが分かる。また、いずれの図でも、解析 Case2 および載荷試験から得られた荷重-応力もしくは荷重-変位関係は、終局荷重である 1,000kN を十分に超える載荷荷重まで線形的に推移していることが分かる。

以上より、摩擦接合を採用した鋼製ストラット下端接合部の挙動を非線形 FEM で再現する場合、材料強度には実物性値を、ボルト接合部の荷重-変位関係には試験で求めたボルト軸力およびすべり係数を用いることで一定の再現性が得られることを確認した。また、非線形 FEM および載荷試験結果から、ストラット下端接合部は、終局荷重を超える十分な耐荷力を有していることを確認した。

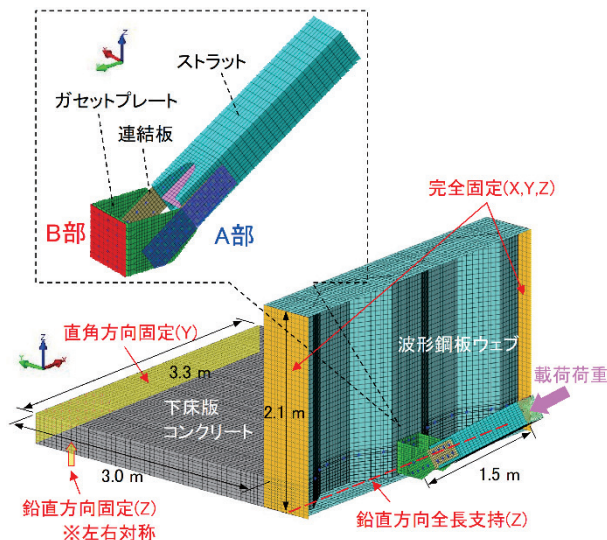


図-1 ストラット下端接合部と解析モデル

表-1 材料特性値

項目	特性値	単位	解析 Case1	解析 Case2
下床版コンクリート	圧縮強度	N/mm ²	40.0	54.0
	ヤング率	kN/mm ²	31.0	33.0
波形鋼板ウェブ	降伏応力	N/mm ²	365.0	393.0
ガセットプレート	降伏応力	N/mm ²	355.0	421.0
連結板	降伏応力	N/mm ²	235.0	282.0
ストラット	降伏応力	N/mm ²	245.0	357.0
摩擦接合 (A 部)	ボルト軸力	kN/本	205.0	210.6
	すべり係数	—	0.45	0.67
摩擦接合 (B 部)	ボルト軸力	kN/本	93.5	98.1
	すべり係数	—	0.45	0.71

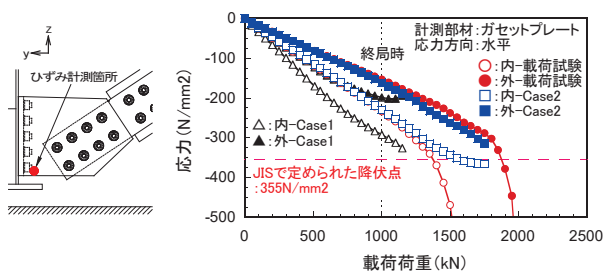


図-2 ガセットプレートの応力

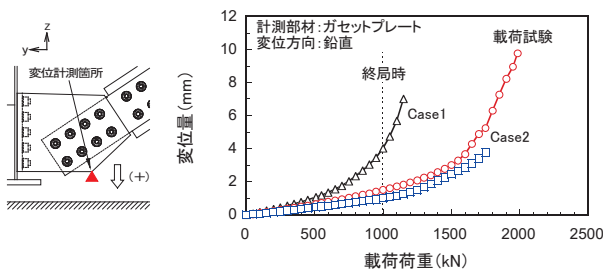


図-3 ガセットプレートの変位量

Key Words : ストラット下端接合部, 非線形 FEM, 実物大供試体載荷試験