

鋼トラス橋 (片品川橋) ジャッキアップ時の RC 巻立てコンクリートの FEM 解析

日立造船(株) ○正会員 樫本 修二 正会員 松下 裕明
 東日本高速道路(株) 正会員 浅井 貴幸 非会員 丸山 純一
 (株)コムスエンジニアリング 正会員 土屋 智史

1. はじめに

関越自動車道片品川橋は群馬県沼田市付近に位置する橋長約 1km の 3 連の 3 径間連続トラス橋である。本橋は、図 1 に示す様に多点ヒンジ支持された高橋脚上のトラス橋であり、橋梁全体の耐震性向上のために反力が大きく支承取替えが困難な P4, P5 支点以外を鋼製ピン支承から免震支承への取替えを行った¹⁾。取替え方法として中間支点は主構下弦材の補強によりジャッキアップを行ったが、端支点 (A1, P3, P6, A2) は反力条件や桁下の構造条件を考慮して免震支承を配置するために設置した RC 巻立てコンクリートを利用している。本橋は長大橋であり一般橋梁に比べて反力が大きくジャッキアップ時の巻立てコンクリートにせん断ひび割れの発生が懸念されることから、本稿では 2 次元 FEM 解析により巻立てコンクリートの変位やひび割れ損傷の進展等の検討した結果を報告する。

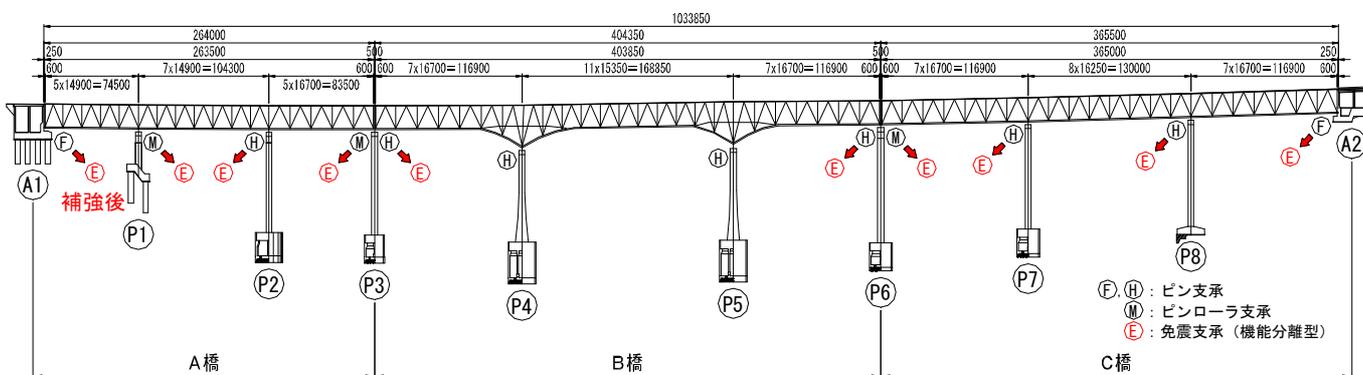


図 1 片品川橋の支承条件

2. 巻立てコンクリートの構造

巻立てコンクリートは図 2 に示す主構トラス (垂直材) 部を支点とし、鉛直方向にはジャッキ受点反力を集中荷重として曲げモーメントとせん断力を受ける RC 梁、水平方向には水平バッファ支承からの水平力を受ける RC 梁として設計した。

3. 解析対象と解析モデル

解析対象はジャッキアップ反力の最も大きい A2 橋台部 (支点反力: 約 15,300kN) とした。図 3 に示す様に骨組部材が立体的に連続するトラス構造に対し、巻立てコンクリートと主構トラス (垂直材) を 2 次元でモデル化した。実構造では垂直材は上下端でそれぞれ上弦材, 下弦材で拘束されておりその負担割合は構造ごとに異なる。そこで、2 次元モデルでは境界条件として垂直材上端側および下端側それぞれが完全固定された 2 ケースを検討した。スタッドのせん断剛性は複合構造標準示方書²⁾の頭付きスタッドのせん断力-変位関係に基づき、せん断耐力の 1/3 点の割線剛性を標準モデルとした上で、モデル化の差異が変位やひび割れ挙動に与える影響を把握するために 10 倍

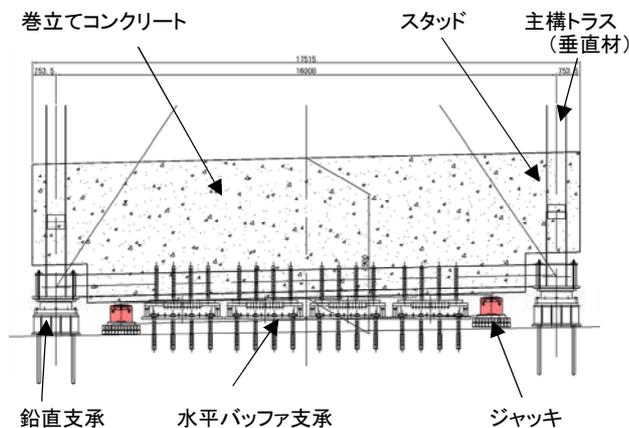


図 2 巻立てコンクリート構造

表 1 解析ケース

検討ケース	境界条件(固定位置)	スタッドのせん断剛性
A2-T1	T:垂直材上端	標準モデル: 24.9N/mm ³
A2-T2		10倍モデル: 249N/mm ³
A2-T3		1/10モデル: 2.49N/mm ³
A2-B1	B:垂直材下端	標準モデル: 24.9N/mm ³
A2-B2		10倍モデル: 249N/mm ³
A2-B3		1/10モデル: 2.49N/mm ³

キーワード 巻立てコンクリート, 2次元 FEM 解析, スタッド, ジャッキアップ

連絡先: 〒559-8559 大阪市住之江区南港北 1-7-89 日立造船(株) 鉄構・橋梁部 TEL: 06-6569-0261 FAX: 06-6569-0257

および 1/10 倍の剛性での解析も行った。鉄筋コンクリート部材は配筋状況に応じて、分散ひび割れモデルによる非線形材料構成則を用い、本体トラス部材は弾性要素とした。スタッドを配置した接触面は、前述のせん断剛性を有するジョイント要素(線形ばね要素)を配置して荷重の伝達を行った。載荷は巻立てコンクリート自重(24.5kN/mm²)を考慮し、ジャッキ位置に鉛直上向きの強制変位を単調増加させて行った。

4. 解析結果と考察

図4にジャッキアップ反力とA点-B点間の相対変位の関係を示す。いずれのケースも、ジャッキアップ反力が図中に示す設計荷重(約13,000kN)に達する前に梁上面や切欠き部にひび割れが発生するものの、設計荷重の2倍程度までは反力と相対変位が線形に変移しており、巻立てコンクリートの剛性が低下していないことが分かる。またスタッド剛性が1/10倍のA2-T3では他のケースに比べて相対変位が若干大きくなっているが、いずれのケースも巻立てコンクリートが耐力を失うのは設計荷重の5倍以上の反力が作用後であることが分かった。図5にそれぞれの境界条件でのひび割れ発生状況を示す。(a)よりスタッド剛性が大きいA2-T2の方がA2-T3よりひび割れ範囲が大きいことが分かる。(b)では設計荷重と降伏荷重が作用した時のひび割れの発生領域を示し、降伏時はひび割れが広範囲となり、垂直材付近のひび割れひずみも増加していることが分かる。いずれも設計荷重反力作用時ではジャッキアップ部直上の巻立てコンクリート上端部や垂直材下端近傍にひび割れが見られるもののその範囲は限定的であることが分かる。

5. おわりに

本稿ではA2橋台部について報告したが、P6橋脚についても同様の解析を行いジャッキアップ時の安全性を確認している。本工事の検討についてはご指導およびご検討頂いた「関越自動車道片品川橋補強検討委員会」〔委員長:早稲田大学 依田照彦教授〕の委員の皆さまに感謝の意を表します。

参考文献 1)塩畑ほか, 関越自動車道片品川橋鋼トラス上部工の耐震補強, 土木学会第68回年次学術講演概要集, 2013.9 2)土木学会, 複合構造標準示方書(設計編), 2014.5

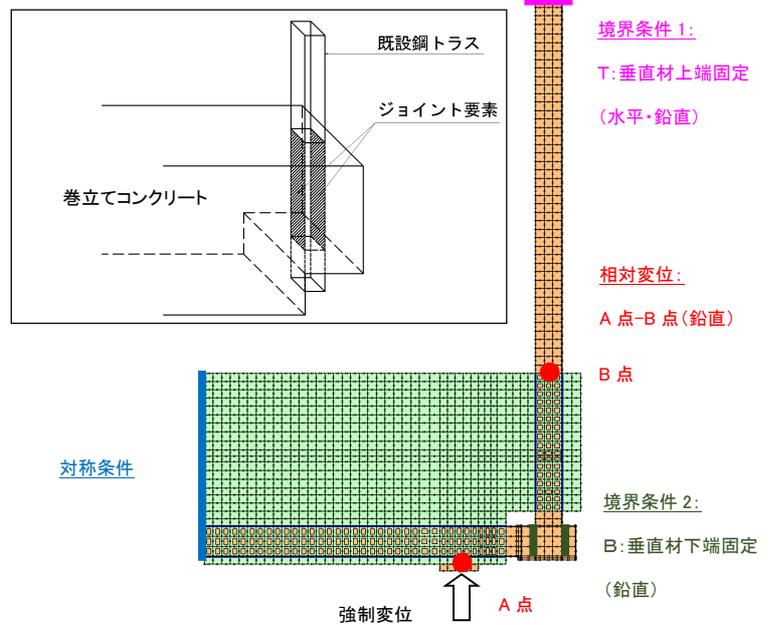


図3 解析モデル

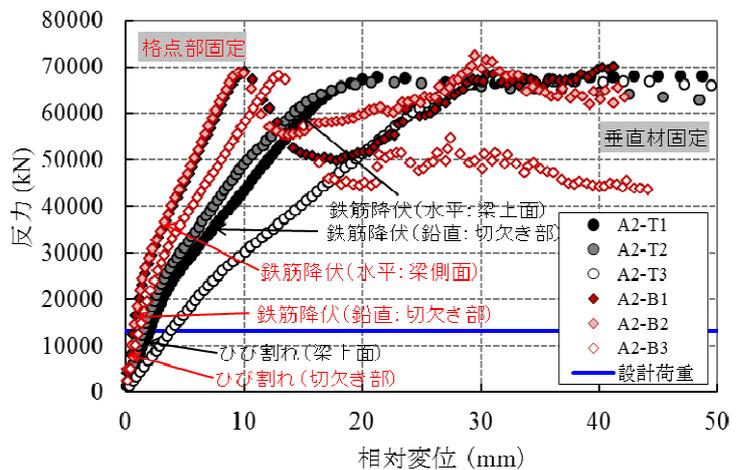
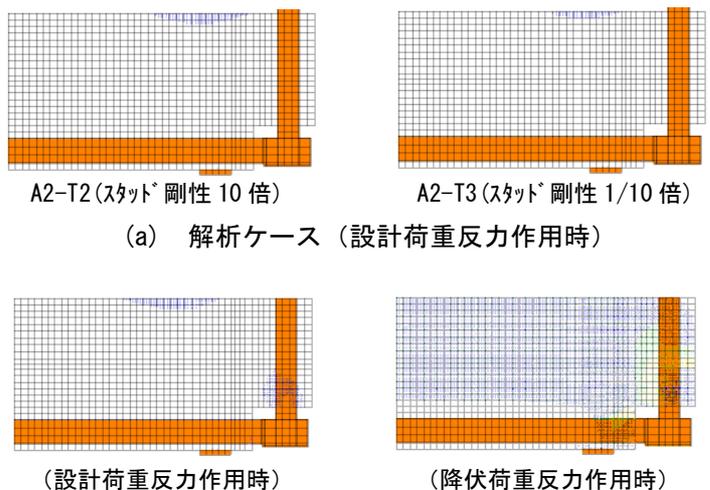


図4 反力-相対変位関係



(b) 解析ケース A2-B2

ひび割れ色分け区分(%) ϵ_t : ひび割れひずみ

青	緑	黄色	オレンジ	赤
$0.0 \leq \epsilon_t < 0.2$	$0.2 \leq \epsilon_t < 0.35$	$0.35 \leq \epsilon_t < 0.5$	$0.5 \leq \epsilon_t < 1.0$	$1.0 \leq \epsilon_t$

図5 ひび割れ発生状況