

# トラス橋の支承取替えにおける端横桁補強設計

武藤 大和<sup>1</sup> 入山 祐一<sup>2</sup> 谷 淳貴<sup>2</sup> 長瀬 弘己<sup>2</sup> 三反崎駿太<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中日本建設コンサルタント(株) (〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の内一丁目16番15号)

<sup>2</sup>中日本建設コンサルタント(株)東京支社 (〒102-0076 東京都千代田区五番町14)

本業務は鋼単純ワーレントラス橋（3連）について過年度橋梁定期点検より、A2橋台部の鋼製ローラー支承のローラー部に著しい腐食損傷が確認され、支承取替を行う事となった。ここで、鋼道路橋の橋梁形式は鉸桁橋や箱桁橋が多く、トラス橋は少ない。また支承取替にあたっては、端横桁を利用するジャッキアップを採用したが、トラス橋の端横桁は、床組反力で断面が決定される一方、ジャッキアップ時は、その30倍程度の主構反力を受けることが確認された。発生する大反力に対して、支承取替えが可能となるようトラス特有の構造に留意して設計対応を行った。

**Key Words** : 鋼単純ワーレントラス橋, 支承取替え, ジャッキアップ補強

## 1. はじめに

本業務の対象となった橋梁は鋼単純ワーレントラス橋（3連）である。過年度橋梁定期点検において、A2橋台部の鋼製ローラー支承のローラー部に著しい腐食損傷が確認され、支承取替を行う事となった。トラス橋の支承取替にあたっては、端横桁を利用するジャッキアップを採用したが、トラス橋の端横桁は、床組反力で断面が決定される一方、ジャッキアップ時は、その30倍程度の主構反力を受けることが確認された。

本稿では、一般道路では事例の少ないトラス橋の端横桁を利用した支承取替えについて報告する。



写真-1. 現況状況

## 2. 検討フロー

検討フローを図-1に示す。

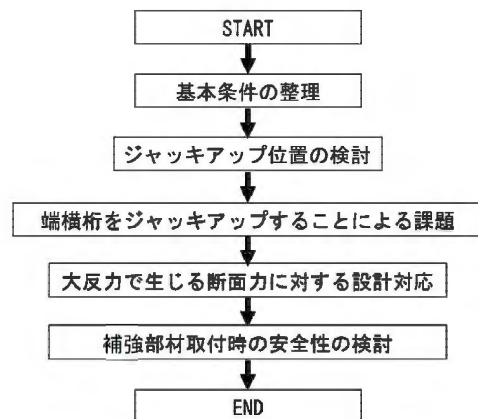


図-1. 検討フロー

## 3. 基本条件の整理

以下に本橋の橋梁諸元を示す。

路線名 : 一般県道 長沖藤代線  
竣工年 : 昭和46年3月  
橋格 : 1等橋 TL-20  
適用基準 : 鋼道路橋設計示方書（昭和39年）  
橋長 : 171.0m  
径間長 : 57m×3連  
幅員構成 : 全幅員11.5m, 有効幅員: 10.9m  
上部工形式: 鋼単純ワーレントラス橋（下路式）  
床版形式 : RC床版(車道t=190mm, 歩道t=150mm)  
縦断勾配 : 放物線1/150

#### 4. ジャッキアップ位置の検討

一般的な鋼桁橋や鋼箱桁橋（以下一般鋼橋と呼ぶ）で支承取替えを実施する場合、支点部周辺の主桁や横桁でジャッキアップを行う。しかし、トラス橋の主構は曲げモーメントの作用を考慮した設計が行われていないため、主構格点部以外でジャッキアップを行う場合、下弦材や斜材にトラス構造を維持するための補強材の設置が必要であった。また、補強材はコンクリート床版と物理的に干渉するため、床版に補強材設置のための開口部（図-2参照）を設ける必要があった。

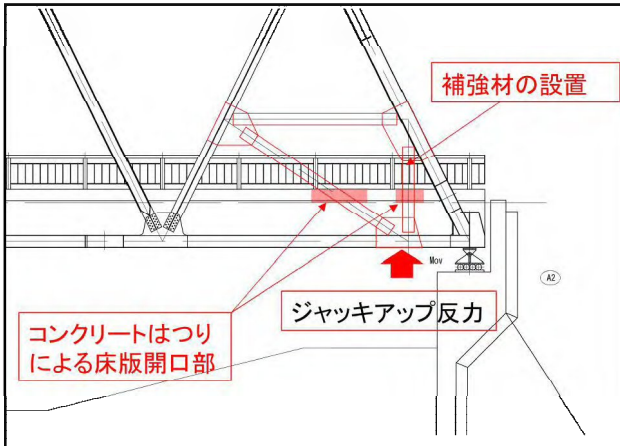


図-2. 主構位置でのジャッキアップ

一方で、端横桁位置でジャッキアップした場合、図-3に示すように、ある程度の断面補強を行う必要があるものの、主構のように物理的な干渉が少なく、桁下からの補強作業のため、交通に与える影響も少ないと考えられた。

よって、本橋の支承取替えは、端横桁をジャッキアップ位置とする方針とした。

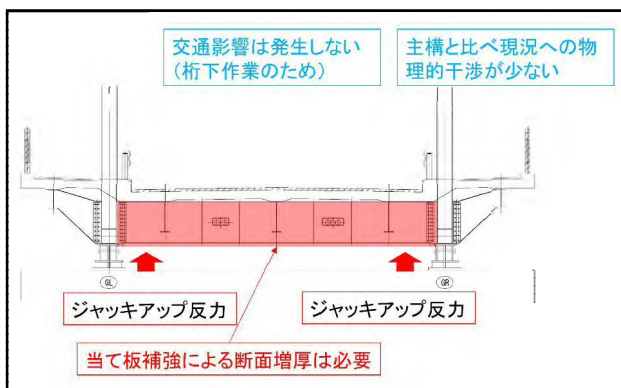


図-3. 端横桁位置でのジャッキアップ

#### 5. ジャッキアップすることによる課題

トラス橋の支点反力は「床組：端横桁」と「主構」の合計となる。（図-4、表-1参照）。これに対し、端横桁は「床組、端横桁」の荷重で部材断面が決定している。そのため、端横桁でジャッキアップ

を行った場合、端横桁には設計荷重の約30倍に相当する大反力が作用することになる。よって、いかにして端横桁でこの大反力をジャッキアップするかが課題である。

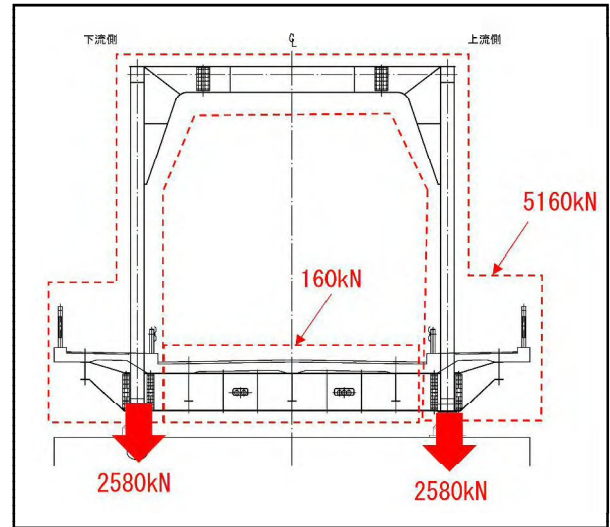


図-4. トラス橋の荷重伝達機構

表-1. トラス橋支点部の反力の内訳

	反力	全体比率
床組+端横桁	160kN	3%
支点反力	5160kN	-

#### 6. 大反力で生じる断面力に対する設計対応

端横桁ジャッキアップ時には、下記に示す断面力が作用することが考えられた（図-5参照）。

- ①端横桁の主構接続部～ジャッキアップ位置までに作用するせん断力。
- ②端横桁全長に作用する負の曲げモーメント。
- ③主構格点部に作用するねじり。

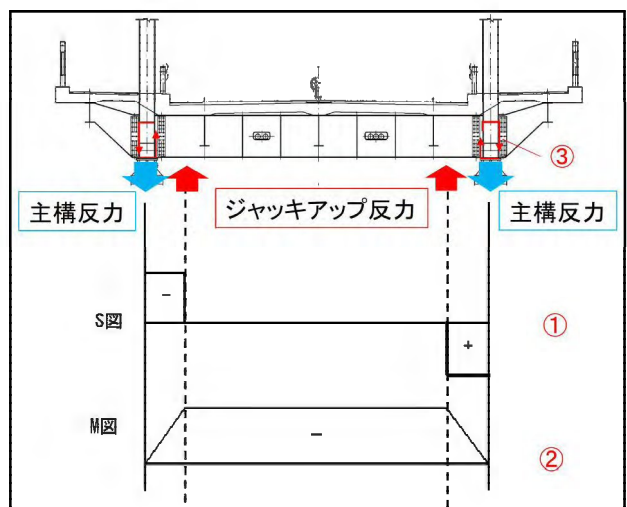


図-5. 主構反力によって発生する断面力

(1) 端横桁の断面補強対策

既設端横桁に対してジャッキアップを行ったときの応力照査結果は、表-2に示す通りとなった。この発生応力度に対して、許容応力度以下となるよう断面補強対策を行った。なお、図-6に各断面の照査位置を示す。

表-2. 既設断面での応力度結果

	断面①	断面②
断面寸法		
	材質：SS400	材質：SM490
せん断応力度	$\tau$ : 350N/mm <sup>2</sup> $\tau_a$ : 80N/mm <sup>2</sup> ・・・NG	-
曲げ応力度 (上縁)	$\sigma_t$ : 284N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ta}$ : 140N/mm <sup>2</sup> ・・・NG	$\sigma_t$ : 465 N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ta}$ : 185 N/mm <sup>2</sup> ・・・NG
曲げ応力度 (下縁)	$\sigma_c$ : 297N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ca}$ : 137 N/mm <sup>2</sup> ・・・NG	$\sigma_c$ : 499 N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ca}$ : 157N/mm <sup>2</sup> ・・・NG

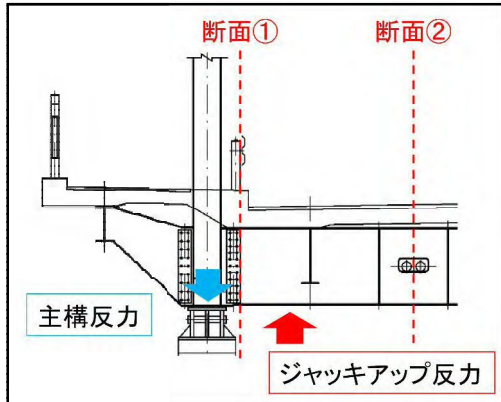


図-6. 端横桁の照査断面

a) 主構接続部～ジャッキアップ位置間における端横桁の断面補強

断面①の材質は、SS400材で構成されており、ジャッキアップ時には許容せん断応力度の4倍のせん断応力度が確認された。よって、SM490材当て板（830mm×25mm、2枚）により補強することで、せん断照査を満足させた。（図-7参照）

表-3. 断面①のせん断応力度の照査結果

	既設断面	補強断面
せん断応力度	$\tau$ : 350N/mm <sup>2</sup> $\tau_a$ : 80N/mm <sup>2</sup> ・・・NG	$\tau$ : 53N/mm <sup>2</sup> $\tau_a$ : 80N/mm <sup>2</sup> ・・・OK

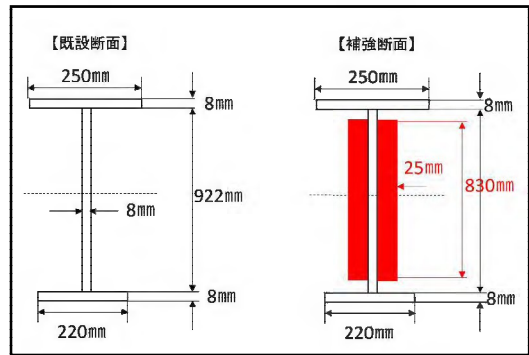


図-7. 断面①における補強断面

ただし断面①の主構取付部はリベット接合部であることから、補強板が既存の添接板やリベットに干渉し、設置が困難であった。そこで、L形補強板の内側にフィラープレートを入れて、主構格点部との取付を行った。なお、L形補強板と主構との接合は、主構が箱断面のため、ワンサイドボルトを用いた接合を行った。

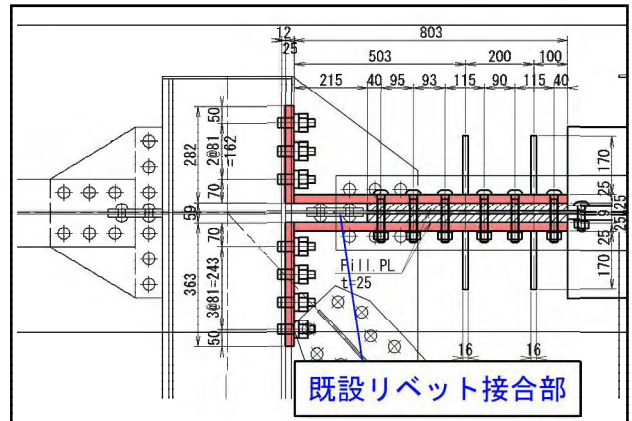


図-8. 取付部の補強平面図

b) 負の曲げモーメントに対する端横桁の断面補強  
端横桁ジャッキアップ時は端横桁全長に負の曲げモーメントが発生し、既設端横桁の断面①、②の上下縁とも許容値を大きく超過することが確認された。この曲げ応力度を小さくするためには、端横桁の断面2次モーメントを大きく（部材高を高く）することが効果的である。

そこで、端横桁の下フランジに補強桁（高さ：338mm、幅：400mm）を増設したが、補強桁を増設行っても許容曲げ応力度を満足することが出来なかった。なお、上フランジ側はRC床版が打ち下ろされており、下フランジのような補強桁増設ができないこと、下フランジ側の追加断面補強は、油圧ジャッキ設置高さ300mmを確保する必要があるため、物理的に困難である。

そこで、中立軸より上縁側にあたるウェブ断面に、T形補強板（幅230mm、板厚：16mm）を増設することで発生応力度を許容値以下におさえた。（表-4参照）

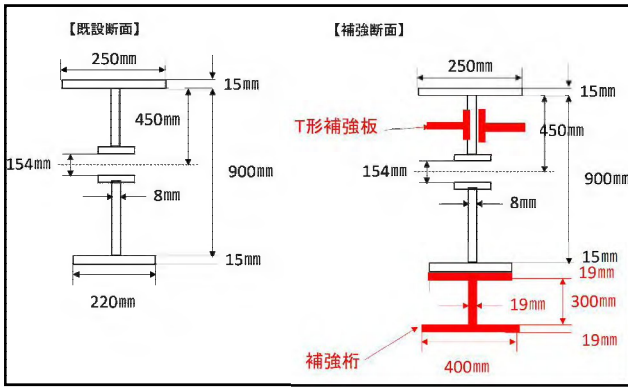


図-9. 断面②における補強断面

表-4. T形補強板追加設置した曲げ応力度照査結果

	補強断面 (補強桁設置)	補強断面 (補強桁 +T形補強板設置)
曲げ 応力度 (上縁)	$\sigma_t$ : 291N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ta}$ : 185N/mm <sup>2</sup> ... NG	$\sigma_t$ : 178N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ta}$ : 185N/mm <sup>2</sup> ... OK
曲げ 応力度 (下縁)	$\sigma_c$ : 154N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ca}$ : 144 N/mm <sup>2</sup> ... NG	$\sigma_c$ : 140N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ca}$ : 144N/mm <sup>2</sup> ... OK

表-5. 補強断面での応力度結果

	断面①	断面②
せん断 応力度	$\tau$ : 53N/mm <sup>2</sup> $\tau_a$ : 80N/mm <sup>2</sup> ... OK	-
曲げ 応力度 (上縁)	$\sigma_t$ : 56N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ta}$ : 140N/mm <sup>2</sup> ... OK	$\sigma_t$ : 178N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ta}$ : 185N/mm <sup>2</sup> ... OK
曲げ 応力度 (下縁)	$\sigma_c$ : 57N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ca}$ : 134 N/mm <sup>2</sup> ... OK	$\sigma_c$ : 140N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ca}$ : 144N/mm <sup>2</sup> ... OK

(2) 主構格点部断面に作用するねじり照査

ジャッキアップ時には、横桁接合部外側に主構の荷重として下向きの鉛直力が作用する。一般的な鋼箱桁では、設計時にねじりを考慮した設計を行っていることから、横桁でジャッキアップした際のねじり照査は省略されている。しかし、トラス橋の主構はねじりに対する設計を行っていないため、主構格点部でのねじり照査を実施し、許容値を満足していることを確認した。(図-10参照) なお、ねじりによって主構断面に生じるせん断応力度は下式で算出される。

$$\tau = \frac{T}{2 \cdot F \cdot t}$$

$\tau$ : せん断応力度  
 $T$ : ねじりモーメント  
 $F$ : ダイヤフラム面積  
 $t$ : ダイヤフラム板厚

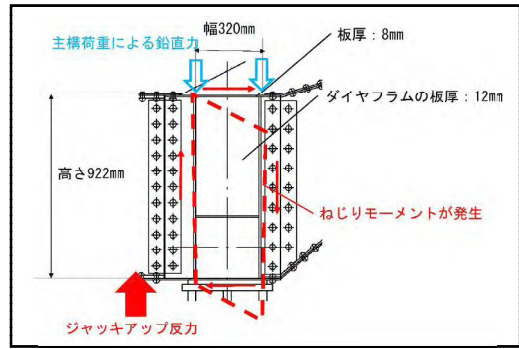


図-10. 主構箱断面に作用するねじり

表-6. せん断応力度の照査結果

せん断応力度	許容せん断応力度	判定
61N/mm <sup>2</sup>	80N/mm <sup>2</sup>	OK

7. 補強部材取付時の安全性の検討

上述したように端横桁の補強断面には、当て板補強のほかに補強桁の設置等が発生する。これによって、補強部材を取り付けるためのボルトの孔明を行う必要があるが、孔明によって死活荷重作用時に既設断面が照査を満足しないことが考えられる。よって、表-7に示す通り孔明による断面欠損を考慮した既設断面で、それぞれの活荷重作用時(T-20通行時、T-14通行時、T-20片側通行時)で照査を行った。照査結果より、T-20では、断面欠損が大きく照査を満足しない結果となったが、交通規制を想定したT-14およびT-20の片側通行時では、断面照査を満足する結果となった。なお、現地交通状況から片側交通が可能であることを踏まえ、片側交通規制を実施することを提案した。なお交通規制期間としては、17日(不稼働係数1.7込)であった。

表-7. ボルト孔明断面の照査結果

	T-20	T-14	T-20片側
せん断 応力度	$\tau$ : 71N/mm <sup>2</sup> $\tau_a$ : 105N/mm <sup>2</sup> ... OK	-	-
曲げ 応力度 (上縁)	$\sigma_c$ : 177N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ca}$ : 177N/mm <sup>2</sup> ... OK	$\sigma_c$ : 137N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ca}$ : 177N/mm <sup>2</sup> ... OK	$\sigma_c$ : 112N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ca}$ : 177N/mm <sup>2</sup> ... OK
曲げ 応力度 (下縁)	$\sigma_t$ : 217N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ta}$ : 185N/mm <sup>2</sup> ... NG	$\sigma_t$ : 188N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ta}$ : 185N/mm <sup>2</sup> ... OK	$\sigma_t$ : 137N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{ta}$ : 185N/mm <sup>2</sup> ... OK

8. 結論

本設計ではトラス特有の構造に対応する補強方法の計画・設計を実施したことで、端横桁を利用したジャッキアップが可能であることを検証できた。

道路橋のトラス橋は、その総数は少ないものの、老朽化によって今後、今回と同様のケースが発生することが考えられる。その際は、本稿が参考事例として一助となれば幸いである。