

施工計画

下路トラス橋における衝突損傷部材の取替え工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

神野 勝樹[○] 杉田 謙一

Katuki Jinno Kenichi Sugita

1. はじめに

衣浦大橋は、図-1に示すように一般国道247号の路線にあり、高浜市と半田市の衣浦港を跨ぐ重交通箇所にある橋梁である。平成23年11月18日に大型トレーラーが横転し、端柱を損傷させる事故が発生した(図-2)。トラス橋では端柱が損傷すると構造的に不安定になるため、その端柱の取替え工事を行った。



図-1 施工位置図

1.1 橋梁諸元

橋梁形式：5径間連続ゲルバー形式ワーレントラス橋

幅員：6.000m (車道)、1.500m (歩道)

橋長：350.720m

支間長：2×67.200m+80.640m
+2×67.200m

設計荷重：L-9 (主構)、T-13 (床組)

1.2 歴史

1956年1月27日 有料道路としてI期線開通

1968年4月1日 無料開放

1969年 歩道橋添架

1978年2月 II期線開通

1979年 取付橋改築、床版打換、
床組補強

2000年～2002年 B活荷重対応補強工事



図-2 事故発生状況

1-3 損傷調査と復旧方法

・端柱の変形量

端柱損傷後直ちに変形を計測した結果、図-3に示すように端柱が全体にねじれながら車両進行直角方向に約30mm、車両進行方向に約70mm変形していた。

・応急復旧の実施

衝突により部材の一部が大きく損傷し、部材耐力の低下による橋梁全体の崩壊が懸念された。健全な状態に戻す本復旧を行うためには部材の取替えが必要であるが、そのためには通行止めが必要であった。通行止めを行うには警察等との協議が必要であり時間を要すると考えられたため、緊急対策（応急復旧）として損傷部のみの補強を施すことにした。この方法は、図-4に示すように、部材の上下面にリブ付の補強鋼板をボルト接合で取付けるもので、2車線の内の片側車線のみの規制施工ができ、損傷した部材の耐力を短時間で回復させることができた。

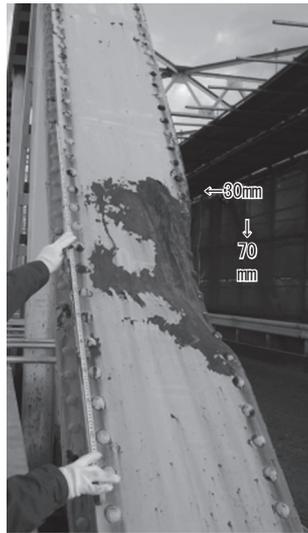


図-3 損傷状況

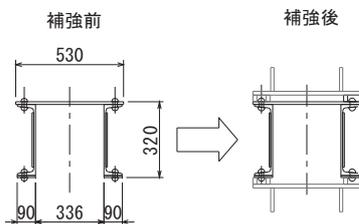


図-4 応急復旧状況

・経過観測

応急復旧で部材の耐力を確保したが、交通止めを必要とする本復旧を完了させるまでには、警察等の協議に1年程度を要すると予想された。その間の安全を確認するために、道路管理者にモニ

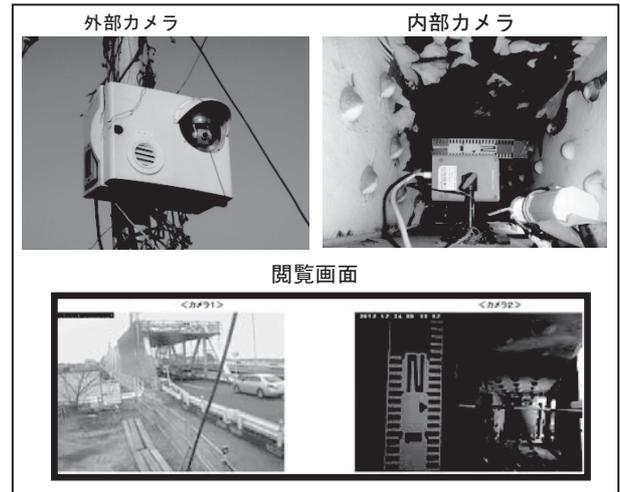


図-5 モニターカメラでの監視状況

ターカメラの設置を提案した。図-5に示すように外部と内部にカメラを設置して、遠景および損傷部材内部の映像を24時間30秒刻みで撮影した。この画像をインターネットにて閲覧可能な状態にし、損傷部材の異常を常時監視できるようにした。

・本復旧の実施

損傷部の詳細調査を実施したところ、支点上ガセット（支点と端柱を接合する部材）が面外方向に約20mm変形していたため、支点直上部分より端柱上部までの約8mの部材を取替える必要があった。

現状復旧するために、部材断面は既設と同じ形状鋼による集成構成とした。接合部は、現在使用されていないリベット接合から高力ボルト接合に変更した。

2. 現場における問題点と対応策

2.1 構造上の問題点と解決策

一般に部材を取替える方法としては、仮の形状保持材を設置する事例が多いが、端柱部材の支点直上部分のスペースがなかったこと、端柱部材が圧縮部材のため座屈を防止する必要があり、形状保持材が大きくなり建築限界内に設置することが困難であったこと、から形状保持材を設置することができない状況であった。

そこで、損傷部材に発生している応力を除去す

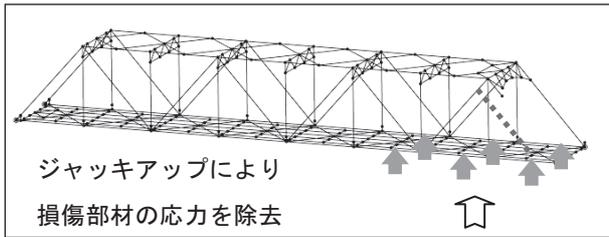


図-6 ジャッキアップ位置図

るために、橋梁を下から支持することにした。本橋はトラス橋であるため、ひとつでも部材が無い状態になると構造的に不安定になり橋梁全体の崩壊に繋がる可能性がある。この方法は、取替え時に一時的に部材が無い状態になるため、部材が無くてもトラス橋全体が不安定にならないように支持する必要がある。図-6に示すように端支点から3格点の6箇所をジャッキアップにより支持した。

応力を除去するためのジャッキアップ反力は図-7に示すモデルで算出した。一般的に直線のトラス橋の設計は、縦桁や床版を考慮しない主構造のみが荷重に対して抵抗すると仮定した平面モデルで行うことが多い。しかし、ジャッキアップ反力を算出するためには、端柱部材に発生している

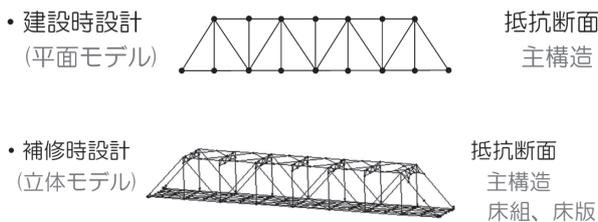


図-7 解析モデル

部材力を正しく評価する必要がある。このため、部材のモデル化にあたっては、縦桁や床版等の剛性の評価を正確に行い、実構造に近いモデルにより解析を行うことが重要になる。今回の反力の算出では、図-7に示す立体モデルにより、縦桁断面に床版剛性を考慮した合成断面としてモデル化した。

図-8に示すようにジャッキアップ位置は海上となるため、海上に築堤した盛土上に架台を設置する必要があった。支持点は多点となるため、盛土の沈下によりその高さが変化すると各支点の反力が変化し、取替え部材の応力が除去することができなくなる懸念された。

そこで、図-9に示すジャッキアップシステムを構築し、支持点の高さを自動制御させた。支持点の鉛直変位量を自動計測し、沈下量が1mmを超えた場合はジャッキを自動制御し、支持点の高さを元の位置に戻し、トラス橋の形状(高さ)を維持させるようにした。鉛直変位の計測は、6点の高さを同時に計測する必要があったため、図-10に示すようにレーザー計測器を用いて水平方向

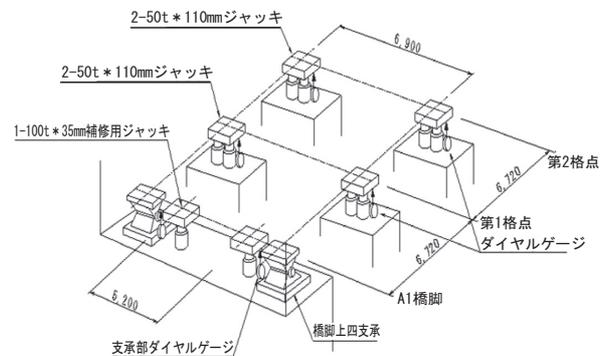


図-9 ジャッキアップシステム図



図-8 ジャッキアップ方法

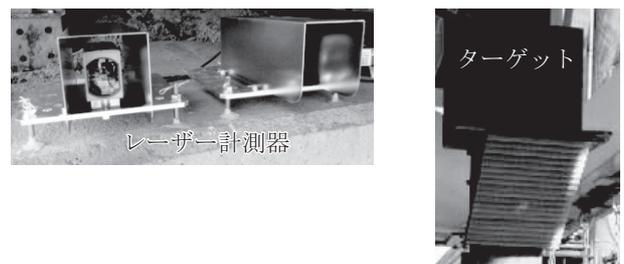


図-10 変位計測システム

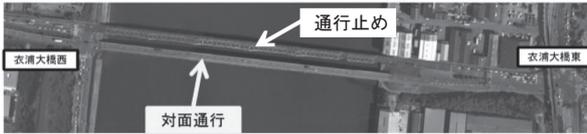


図-11 交通規制要領

から鉛直変位の計測が可能なシステムを採用した。

2.2 現場施工上の問題点と解決策

車両が橋梁上を走行すると、損傷部材を含めた各部材の応力が変動すること、ジャッキアップ支持点の反力が増大し盛土・架台設備が大きくなること、沈下量が大きくなることから、車両を通行止めにして作業する必要がある。そこで、図-11に示すように北側の東行き橋梁を通行止めにして南側の西行き橋梁を対面通行させることにした。

施工現場は交通量が非常に多い箇所であり、現状の片側2車線通行を1車線通行にした場合に、渋滞長や渋滞時間が長くなることが懸念された。この解決策として、1年間の中で比較的交通量の少ない2月の週末に工事を実施することにした。通行止めの規制時間もできる限り短縮し、土曜日の早朝2時から月曜日の早朝2時までの48時間と



図-12 広報位置図

した。また、渋滞発生時には通行者の混乱を招く恐れがあったので、図-12に示す広域な範囲にわたって様々な広報を実施した。

3. 適用結果

本復旧では規制時間内に無事故・無災害にて損傷した端柱の取替えを終えることができた。

想定したように図-13に示すように盛土の沈下量が最大7mm程度生じた。しかし、図-14に示すようにジャッキアップシステムによる制御により、トラス橋の高さを約1mmの範囲で保持する

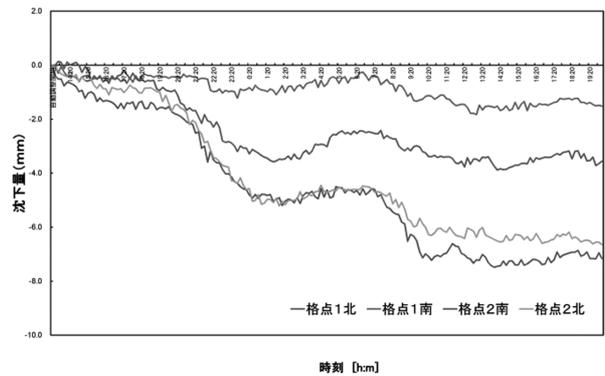


図-13 沈下量の時系列

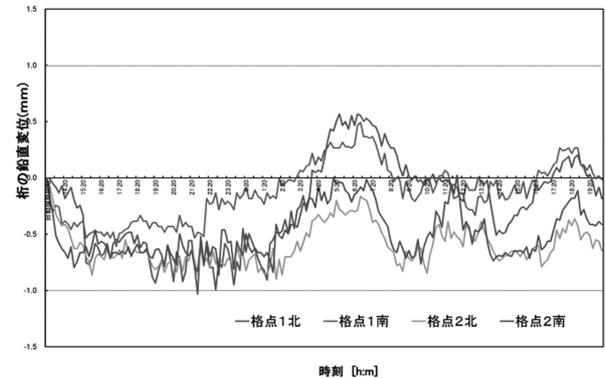


図-14 桁の鉛直変位の時系列変化

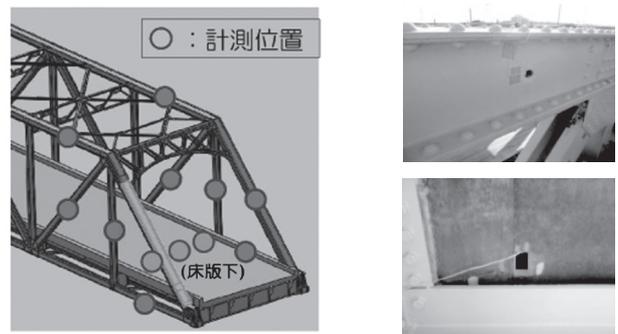


図-15 ひずみ計測位置図及び計測状況

ことができた。

事前の広報により規制による大きな混乱や苦情は無かった。道路管理者の緊急要請に対する活動実績ができた。

図-15示すように路面上のレベル計測およびトラス橋の主構および床版コンクリートのひずみ計測を行い、取替え前後での変化が無いことを確認し、各部材に施工による残留応力が生じていないことを確認した。また、縦桁と床版を考慮した解析のモデル化の妥当性も確認することができた。

4. おわりに

現時点で日本全国にある橋梁の約10%が50年以上経過し、20年後にはその数は半数以上になる。したがって、今後、補修や更新が必要になってくると考えられる。

今後、同様の補修工事施工の際の参考になれば幸いです。

最後に、この無事に施工が完了したのも、道路管理者をはじめ関係各社の協力のおかげであり、ここに厚く御礼申し上げます。