

かけ違いを有する橋梁の緊急復旧工事（熊ヶ根橋）

Emergency Repair Work on a Bridge with a Crossing Section of Plate Girders (Kumagane Bridge)

杳掛 靖夫*¹ 渡辺 智三*² 井上 泰輔*³
 Yasuo Kutsukake Tomozou Watanabe Taisuke Inoue

Summary

The bridge in this study is a steel, curved-chord, Pratt truss bridge of a deck type with suspended side-spans. It was constructed in 1953 to carry Route 48 over the Hirose River. The crossing sections of the plate girder in the side spans and the stiffeners at the intersections of stringers and the floor system had many cracks. Furthermore, the supports for the plate girders on each abutment side were deformed due to buckling and rupture. Therefore, the bridge had an inspection that included penetrating-defect-detecting tests. Based on the inspection results, the bridge had emergency repair work done that included mending cracks in both the main girder and the stringers, reinforcing the main girder and the stringers, replacing eight, old bearing-shoes that were not functioning, and installing devices that help to support the bridge. This paper describes the inspection results, the selection of the reinforcing method, and outlines the maintenance work mentioned above.

キーワード：上路式曲弦プラットトラス，腐食，亀裂

1. まえがき

本橋は、一級河川の広瀬川を国道48号線が跨ぐ位置に、架設され、昭和28年に竣工した掛け違いを有する鋼上路式曲弦プラットトラス橋である。

全体構造は（図-1）に示す。

竣工当時、設計荷重は、1等橋（TL-13）として解析されている。約46年間供用してきたが、本橋には検査路が無く、今までに詳細に目視点検を行えなかった。アーチ系、トラス系の橋梁点検は、架橋環境から特に遅れが

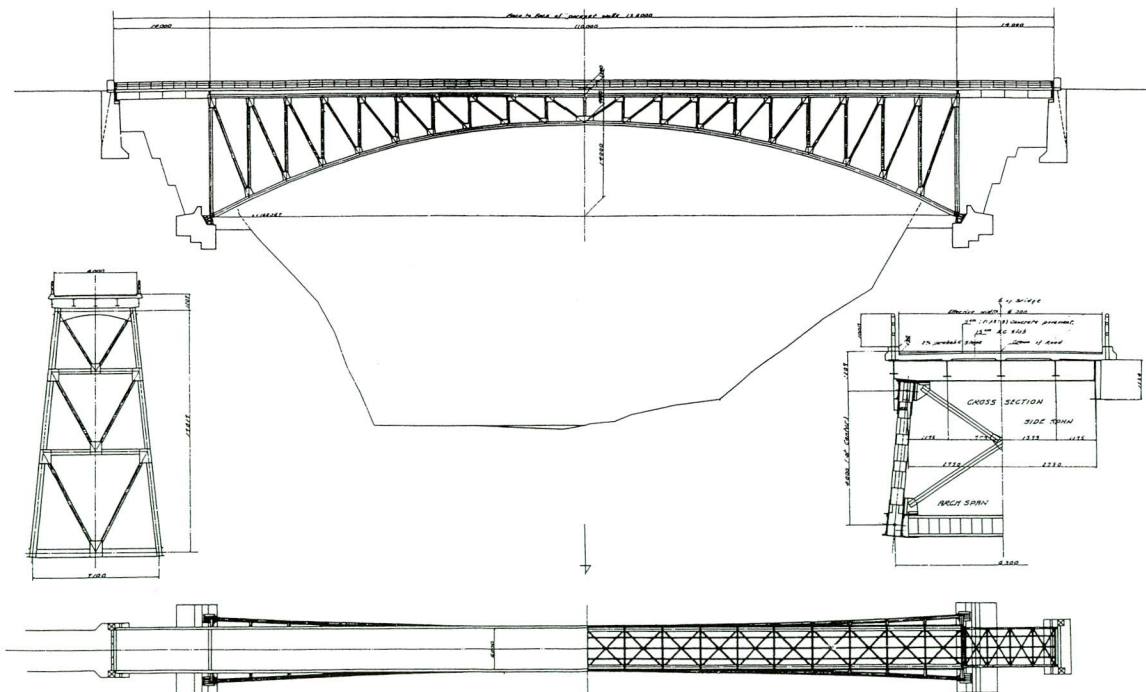


図-1 全体一般図

*技術本部保全技術室長

*技術本部工事部課長

*技術本部工事部工事課

ちである。熊ヶ根橋もその一例で、損傷の要因は腐食と言っても過言ではない。

確かに古い設計仕様で、設計荷重も現状の交通状況に合わないところも有るが、損傷の起点が全て腐食に端を発しており、設計上、構造上の問題は二次的要因である。今回、床版の損傷が著しいことから床版補修工事が発注され、吊り足場を組んだときに、掛け違い支点部及びR部、縦桁と床組の交差部の補剛材に多数の亀裂、さらに側径間の鉸桁端支点部に腐食座屈、破断による変形が発見された。

橋梁詳細点検（浸透探傷試験を含む）を実施し、各部の現状把握を行い、緊急に補修を必要とする損傷箇所、欠損部の修復など、交通解放下で、主に橋梁支点部の短期補修を行ったもので、設計上の補強はされていない。

2. 現橋概要

位置 宮城県仙台市青葉区熊ヶ根地内
 路線名 一般国道48号
 橋格 1等橋（TL-13）
 橋長 138.0m
 支間 13.30+110.0+13.30m
 幅員 有効幅員6.90m（0.6+6.0+0.30）
 形式 鋼上路式曲弦プラットラス
 （リベット構造）+単純非合成鉸桁
 （溶接構造）2連
 床版 RC床版
 架設年度 昭和29年11月（供用開始）
 準拠図書 内務省；鋼道路橋設計示方書（案）昭和14

表-1 補修履歴

年 度	補 修 内 容
昭和41年度	直轄管理移行（宮城県建造）
昭和46年度	3径間連続トラス形式の歩道橋を添架
昭和50、51年度	I型鋼格子床版に全面打替え（TL-20設計）
平成6年度	橋台縁端拡幅 橋台移動制限装置設置 伸縮装置取替 アスファルト舗装打替
平成9年度	道路センター部の床版部分打替
平成11年度	道路センター部損傷床版部分打替 側径間主桁支点部補修 側径間支承取替 トラス部の損傷縦桁応急補修

年2月

設計荷重；T-13荷重（1等橋）

歩道橋添架 昭和46年

現橋の幅員構成は有効幅員が6.0mと狭く、大型車両が普通速度ですれ違う事は困難であり、橋梁区間内に上り線、下り線に大型車両が同時に入った場合は、徐行した状態でやっとすれ違っている。

掛け違い部の伸縮装置に段差が生じており、大型車両の走行時に、より一層の衝撃が掛け違い部に加わっている。

交通量は平成9年度調査によると、24hrで16,590台、大型車両は4,206台、大型車両の混入率は25.4%と多い（補修履歴は表-1参照）。

3. 現橋調査結果

側径間の鉸桁端支点部は腹板の座屈・腐食、下フランジの湾曲変形・主桁下フランジ破断を発見、形状を（写真-1）に示す。掛け違い部の円弧部に亀裂を発見、支承部は錆付き、R部が摩耗し水平になり、サイドブロッ



写真-1 鉸桁端支点部

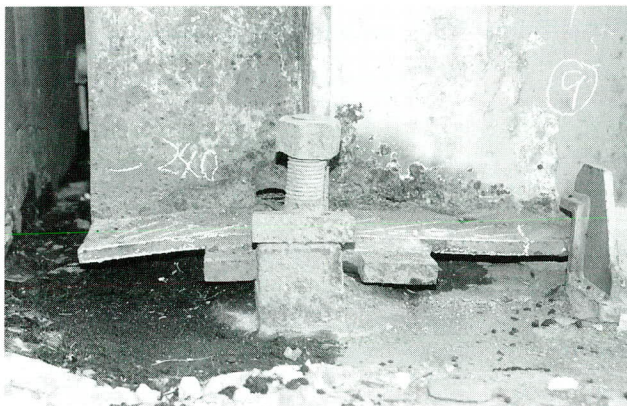
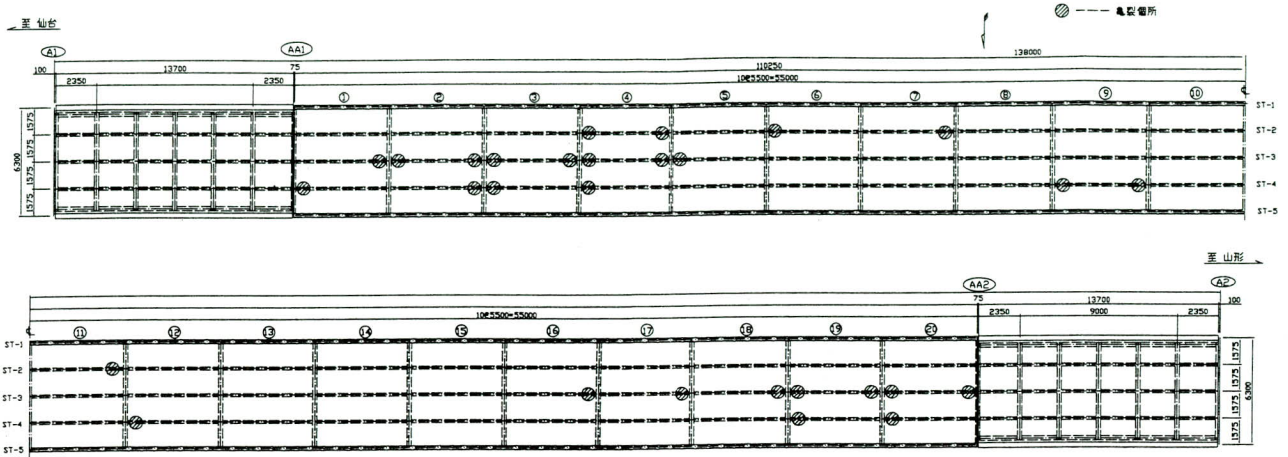


写真-2 掛け違い部支点部

浸透探査検査箇所



格間番号	起点	終点	ST番号	上, 下流	亀裂長
①	終点側	ST-4	上流側	L=19m/m	
			下流側	L=19m/m	
①	終点側	ST-3	上流側	L=24m/m	
			下流側	L=25m/m	
②	終点側	ST-3	上流側	L=24m/m	
			下流側	L=32m/m	
②	終点側	ST-3	上流側 (上層)	L=68m/m	
			下流側 (上層)	L=67m/m	
			上流側 (下層)	L=42m/m	
			下流側 (下層)	L=45m/m	
②	終点側	ST-4	上流側	L=64m/m	
			下流側	L=64m/m	
③	終点側	ST-3	上流側	L=32m/m	
			下流側	L=32m/m	
③	終点側	ST-4	上流側	L=22m/m	
			下流側	L=11m/m	
③	終点側	ST-3	上流側	L=22m/m	
			下流側	L=11m/m	
③	終点側	ST-3	下流側	L=19m/m	
			下流側	L=16m/m	
④	終点側	ST-2	上流側	L=19m/m	
			下流側	L=18m/m	
④	終点側	ST-4	上流側	L=45m/m	
			下流側	L=33m/m	
⑤	終点側	ST-3	上流側	L=46.5m/m	
			下流側	L=48.5m/m	
④	終点側	ST-2	下流側	L=6m/m	
			上流側	L=7m/m	
④	終点側	ST-3	上流側	L=10m/m	
			下流側	L=10m/m	

格間番号	起点	終点	ST番号	上, 下流	亀裂長
⑥	終点側	ST-2	上流側	L=21m/m	
			下流側	L=34m/m	
⑦	終点側	ST-2	下流側	L=20m/m	
			上流側	L=9m/m	
⑧	終点側	ST-4	上流側	L=9m/m	
			下流側	L=12m/m	
⑧	終点側	ST-4	上流側	L=12m/m	
			下流側	L=18m/m	
⑩	終点側	ST-3	上流側	L=24m/m	
			下流側	L=17m/m	
⑩	終点側	ST-3	上流側	L=19m/m	
			下流側	L=22m/m	
⑩	終点側	ST-3	下流側	L=22m/m	
			上流側	L=8m/m	
⑩	終点側	ST-3	上流側	L=60m/m	
			下流側	L=48m/m	
⑩	終点側	ST-3	上流側	L=13m/m	
			下流側	L=12m/m	
⑩	終点側	ST-3	上流側	L=16m/m	
			下流側	L=19m/m	
⑩	終点側	ST-4	上流側	L=16m/m	
			下流側	L=19m/m	
⑩	終点側	ST-3	上流側	L=19m/m	
			下流側	L=19m/m	

図-2 縦桁損傷図

クの割れ、変形、支間中央側に約60mm芯ずれを起こしていた状況を(写真-2)に示した。

本橋が位置する国道48号は交通量が多く、昭和50年のグレーチング床版打ち替え時、上下線を片側規制により

施工した経緯があり、幅員中央に床版打ち継ぎ目がある。幅員中央の床版打ち継ぎ目からの漏水により鋼材の塗膜損傷が激しく、鋼材腐食に至っており、その腐食部から亀裂が発生している。したがって、亀裂箇所は中間縦桁

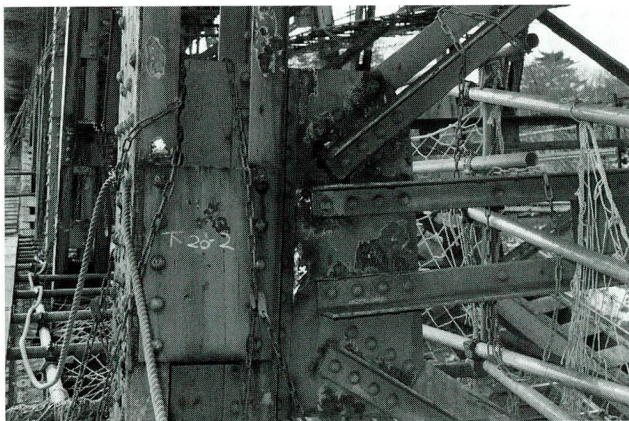


写真-3



写真-4

(図-2)に偏っている。アーチ部本体の調査結果、アーチ支点部は土砂が堆積し常時湿潤状態にあり、支承、横構ガセットは土砂に埋まれ、腐食が激しく、減厚しており、亀裂は1カ所見られた。その他中間格点部(垂直材と対傾構及び横桁)のガセット(写真-3)、アーチ部の横構は全体的に腐食が著しく(写真-4)、減厚し、発錆していた。架設地は積雪の多い箇所であり、アーチ上面、ガセット水平面等のように滞水する箇所は殆ど塗膜が劣化し、鋼材表面が露出し、発錆していた。

塗装を塗り替え施工した形跡が不明であり、竣工時塗装したままとすると約46年間経過している。

4. 補強工法の選定

(1) 現構造

掛け違い部の円弧始点はソールプレートのエッジから始まり、近傍に垂直ステイフナーが配置されている構造である。鉸桁を受けている横梁構造は箱桁形状で、支承をその箱桁上に配置している。支承構造は線支承で受け台の形状から特殊な形状である。支承と鉸桁は錆び付き、支承の機能は完全に喪失しており、約60mm支間中央側に芯ずれを起こしている。支承は同形式で、高さは現橋に合わせ調整し、製作、設置することとした。掛け違い支点部補強方法としては、従来いろいろな方法が提案されているが、最近では阪神高速道路公団方式がR部の応力集中を少なくし、且つ活荷重積載増に対して補強出来る構造として採用されているのが一般的である。ただし、既設構造によっては必ずしもこの方式が採用できない場合もあるが、基本的な主旨に則り、有効となるような補強構造を検討する必要がある。縦桁の連結方法は横桁に単せんでリベットで連結している。

(2) 補強構造

1) 掛け違い部補強

掛け違い部の支点部の下フランジと腹板の交差部が複雑に座屈、破断しており、円弧部の亀裂を含め、腹板を水平に切断し、損傷部を撤去し、新規フランジ材を現場溶接する方法を採用した。現構造と補強構造は(図-2)に示す。

2) 端支点部補強

端支点部は下フランジと腹板の交差部が座屈、破断、損傷している部分を全て切断撤去し、補強材を腹板に両

側からあて、切断した腹板の補強構造を(図-3)に示す。補強後は切欠き構造となるが、応力上問題が無いように設計し、断面を決定した。

3) 縦桁補強

アーチ部の縦桁損傷は、腐食部からの亀裂であり、上フランジ側からの亀裂が殆どであった。1カ所のみ上下フランジ側からの亀裂であり、調査時亀裂が息をしている状況であり、緊急に応急補修する必要がある。補修手順として、縦桁を受けておく必要があり、横桁の下フランジにH鋼を連結し、その箇所よりブラケットを張り出させ、縦桁を受けた。現構造の縦桁はリベットで単せんで連結しているが、補強断面は片側にフィラーを入れ、

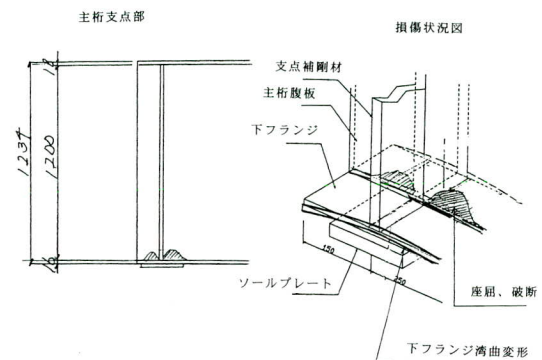
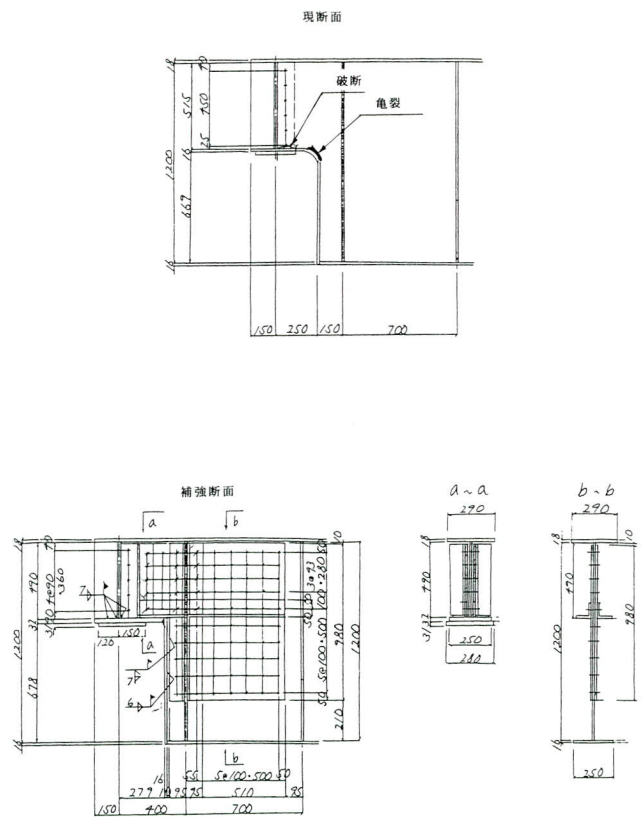


図-3 掛け違い部

鋼材の表面が腐食し粗面であることから外側にもプレートをあて、支圧ボルトを使用し、単せん構造（図-4）とした。上フランジ側から亀裂が発生している箇所は、亀裂先端にストップホールを開け、周辺を圧縮域にし、亀裂が進行しないように支圧接合高力ボルトを挿入した。理由としては、一般には摩擦接合高力ボルトであるが表面が腐食で粗面であることから、締め付け管理ができない事による。

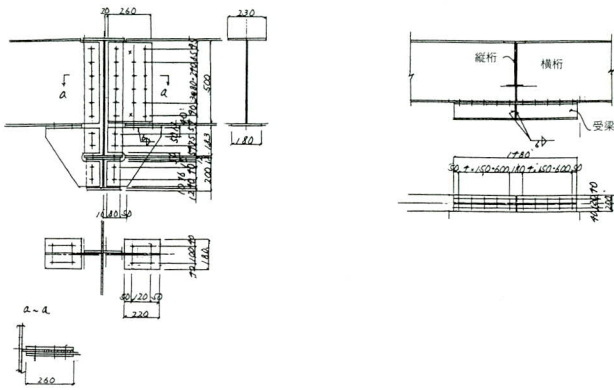


図-4 縦桁受け台

5. 施工概要

(1) 全体施工要領

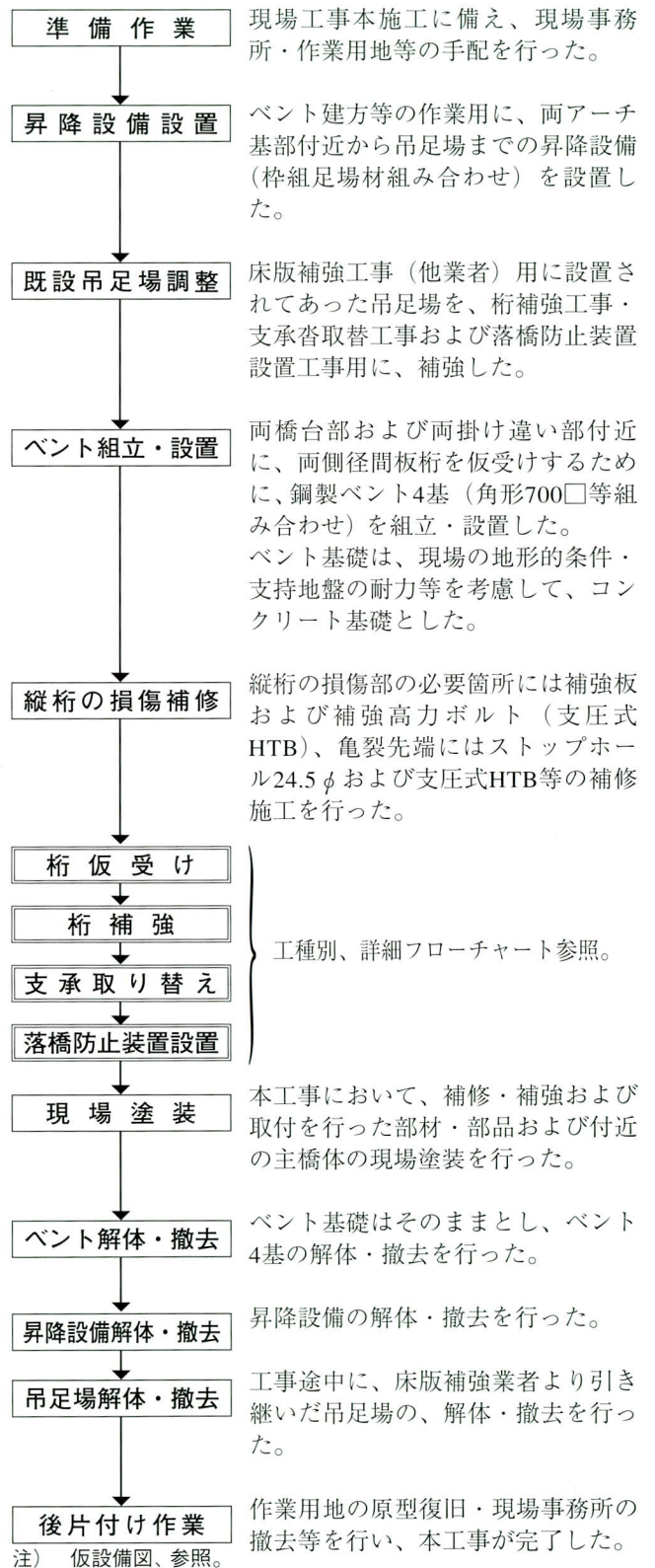
本工事では、主桁および縦桁の亀裂部分の補修・補強、機能喪失状態の8箇所（支圧ボルトの取り替え、および落橋防止装置の設置）を行った。

なお、本工事は、床版補強工事の途中で主要な箇所にて、重大な亀裂・座屈および破断による変形等が発見されたため、応急復旧工事として発注され、一般交通を全面的に遮断することなく、危険な状態を一刻も早く脱却することを余儀なくされたため、基本的には以下に示す施工順序により施工を行うことと考えたが、実際には可能な仕事は極力、重複して行い全体工期の短縮をはかったため、現場においては作業が輻輳および混乱した中での工事であった。

また、安全面においては、毎日の安全朝礼において当日の作業内容・作業手順の確認、月に1度半日以上（安全大会）では安全意識の高揚をはかり、また足場は防護足場とし、昇降設備の周囲は全面ネット張り、安全帯の完全使用等の措置を行い、安全作業の徹底をはかり、現場施工を行った。

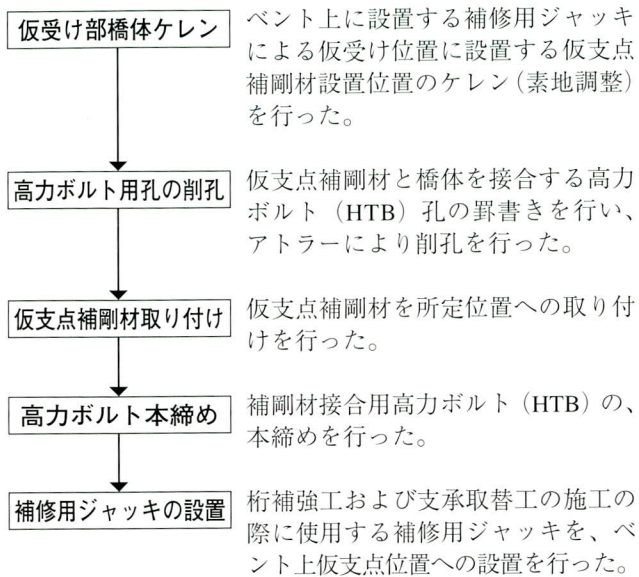
(2) 全体施工手順

本工事の全体の流れは、以下に示すフローチャートの順で、施工を行った。



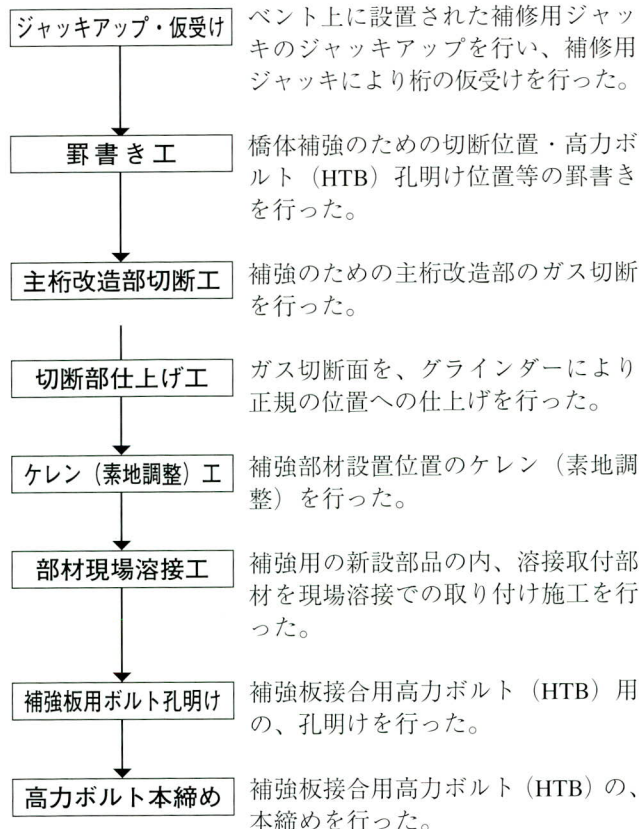
(3) 桁仮受け工（両橋台部十両掛け違い部）の施工

桁仮受け工は、下記のフローチャートの順で施工を行った。



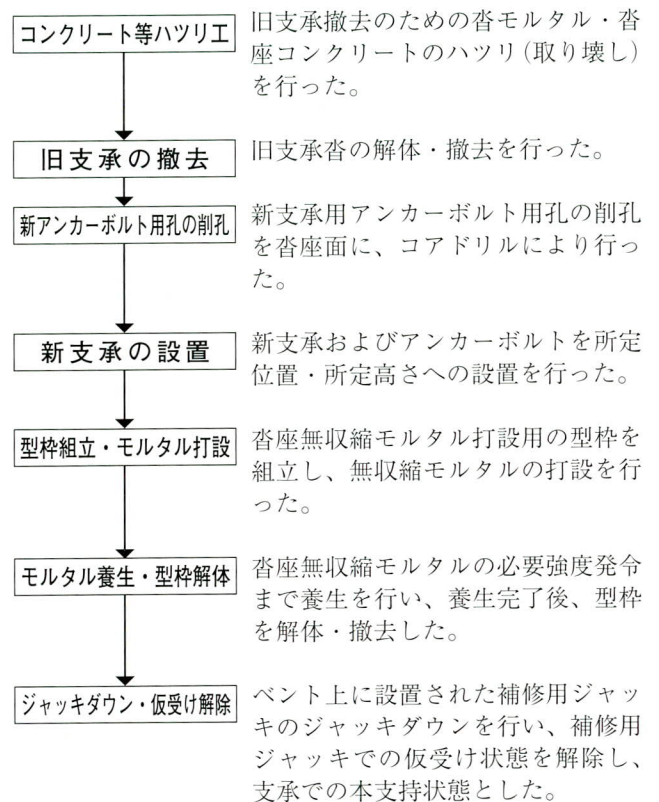
(4) 桁補強工（両橋台部十両掛け違い部）の施工

桁補強工は、下記のフローチャートの順で施工を行った。



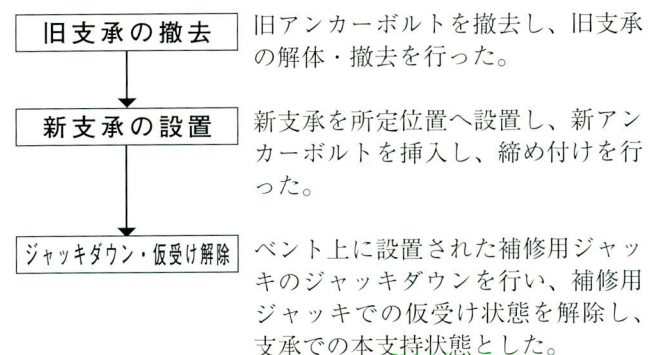
(5) 支承取替工（橋台部）の施工

支承取替工は、下記のフローチャートの順で施工を行った。



(6) 支承取替工（掛け違い部）の施工

支承取替工は、下記のフローチャートの順で施工を行った。



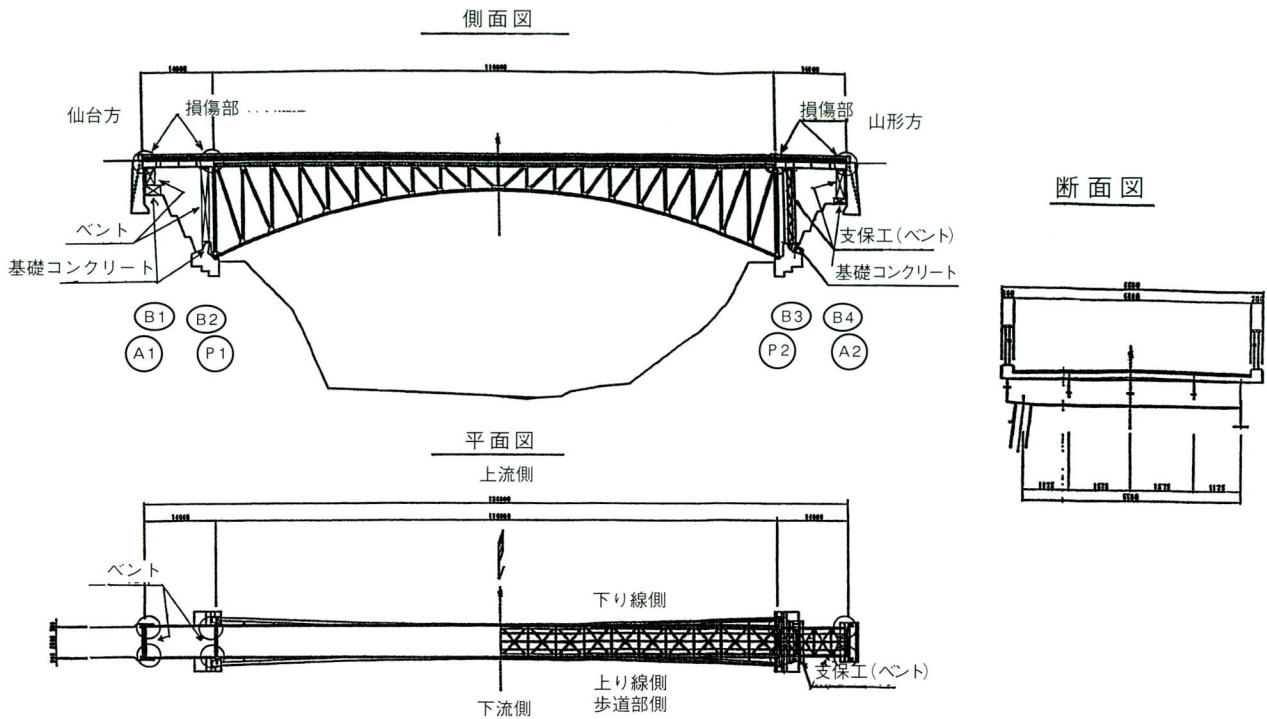


図-6 仮設備図

(7) 落橋防止装置設置工（橋台部）の施工

落橋防止装置設置工は、下記のフローチャートの順で施工を行った。

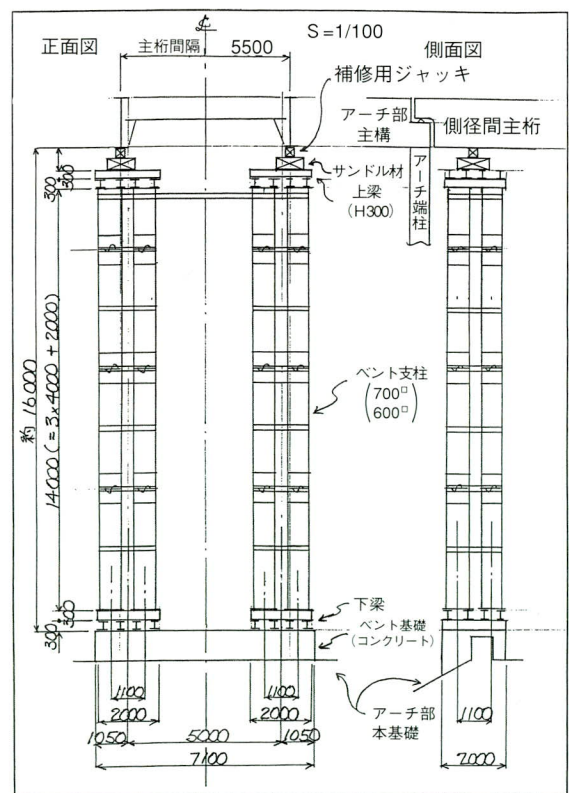
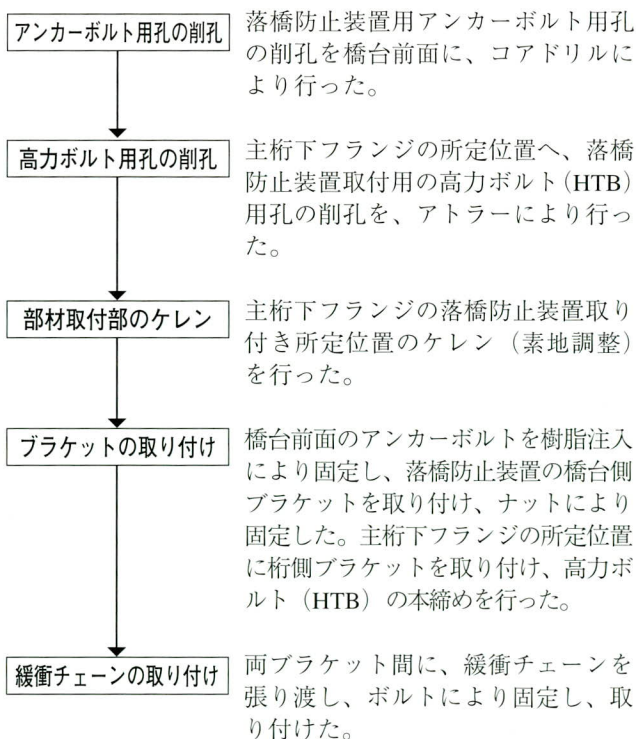


図-7 ベント組立図

6. まとめ

本橋の損傷は、鋼橋の腐食による疲労損傷の代表例である。亀裂、座脊箇所は腐食により部材が著しく減厚し、その部位に応力集中、面外変形が作用し、さらに支承の機能喪失が重複した事による。また、二次部材と二次部材の連結部、あるいは二次部材と主要部材の結合条件に対する設計思想の拡大解釈によるものもあるが、これら

が鋼橋の安全性に即影響を及ぼすものではない。

架橋位置は自然環境の良い場所だけに、塗装の塗り替えを行い、鋼橋の弱点である腐食に配慮し、日常の点検を行い、維持管理をすれば、まだ十分延命が図れるものと思われます。最後に、本文の記載に当たり、東北地方建設局仙台工事事務所の関係者にご協力を得ました事に、紙上をお借りいたしまして厚く御礼申し上げます。

2000.11.1 受付

グラビア写真説明

第二札内橋

当橋梁は、札内川と売買川の合流点に架かる新設橋梁で、全体橋長447mのうち合流点229.7mは鋼斜張橋構造であり、十勝地域では「十勝中央大橋」「十勝大橋」に続き3番目の斜張橋となります。

1本の単柱型式の塔から広幅員の桁がマルチハープ形状に吊られた斜張橋の、その高くそびえる主塔は、雄大な十勝平野の風景にアクセントを与えています。
(日沢)

名護城大橋

一般県道18号線は、沖縄本島北部の名護市東江を起点とし、名護市大浦を終点とする総延長9.6kmの一般県道で名護市街地と国道331号を連結する東西に走る本島横断道路です。沿道周辺は自然環境の豊かな地域であるため、トンネルや橋梁を多く採用した道路計画で自然改変を最小限に抑え、自然環境に配慮した道路（エコロード）として整備を進めている。

今回、東江起点側にある幸地又1号橋（名護城大橋）を宮地・金秀特定建設工事共同企業体で施工致しました。本工事の施工場所は、近郊の沖縄オリオンビール工場がこの付近の地下水を利用しており、この位置における下部工の施工は地下水に影響を及ぼすため、この範囲内には橋台・橋脚を設置出来ないという経緯からニールセンローゼ橋が採用された。
(村島)