

腐食に関する補修補強

羽子岡爾朗
横河工事株式会社

「鋼橋の腐食と疲労に対する補修補強」講習会

“鋼橋の腐食損傷事例と補修補強対策”

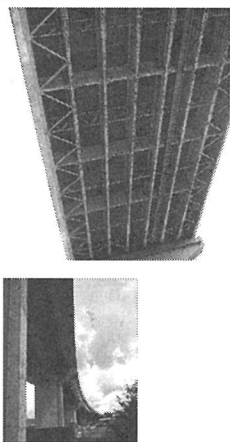
(株)ワイ・シー・イー 大阪事業所 技術部

羽子岡 爾朗

鋼橋の腐食

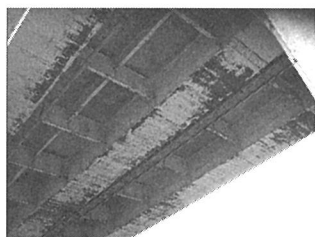
防食全体に触れるものでなく、損傷と対策事例・維持管理について紹介する。

- 鋼橋の腐食損傷状況
- 腐食損傷と構造物の安全・対策
- 腐食損傷対策事例
 - ・ゲルバーヒンジ部の改造事例
 - ・鋼鈹桁の腐食損傷補強事例
 - ・鋼アーチ橋の腐食損傷事例
- 腐食損傷に対する提案
- 腐食損傷に関する維持管理



2.1 塗装の劣化

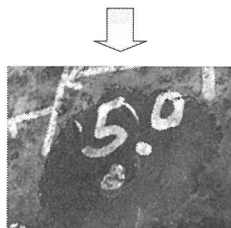
- ① 施工時の条件
 - ② 架設環境による影響
- (1) 塗装の剥離・錆び



(2) 層間剥離



(3) 鈹桁の補剛材の断面欠損・孔食部の腐食



(4) 鈹桁のさび・腐食

耐候性鋼材を使用した河川下流の鈹桁

都市内の高架橋
ピンホールは見れるが孔食はない

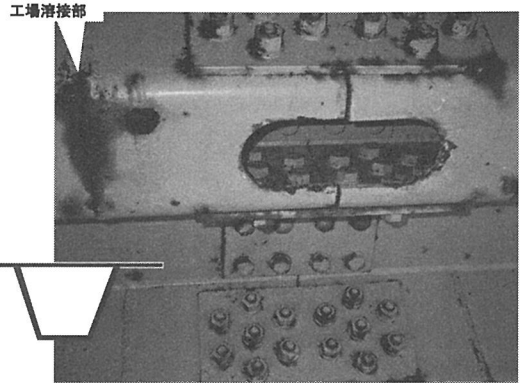


(5) 支柱基部の腐食・断面欠損

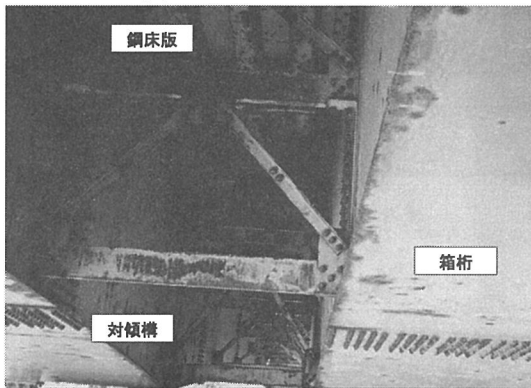


河川下流の嵩上げ用支柱基部で、潮の干満により水没を繰り返している。
河川改修で撤去が予定されている橋梁である。

(6) Uリブハンドホール

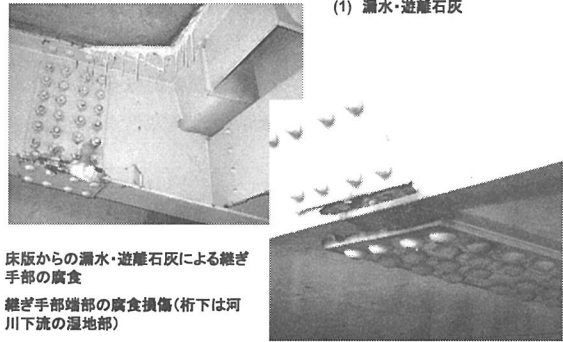


(7) 海上部の箱桁の腐食

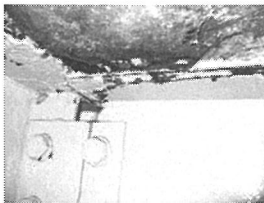


2.2 床版からの漏水による

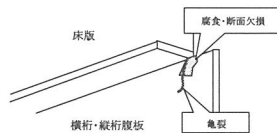
(1) 漏水・遊離石灰



(2) 桁端部漏水および床版と桁との界面剥離

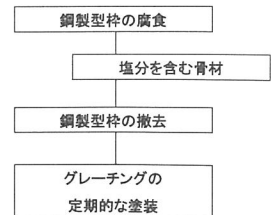
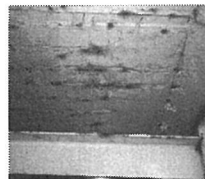


(3) 鋭角部からの亀裂の進展

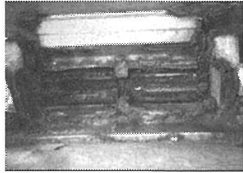


角部の腐食により母材の亀裂の発生・進展を早める恐れがある。

(4) グレーチング床版の腐食



2.3 支承の腐食・損傷

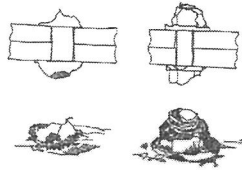


アーモローラ支承の腐食

支承の腐食
桁端部の腐食

BPA支承の腐食
橋脚天端に塩分が滞留

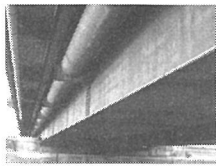
2.4 リベット・ボルト腐食



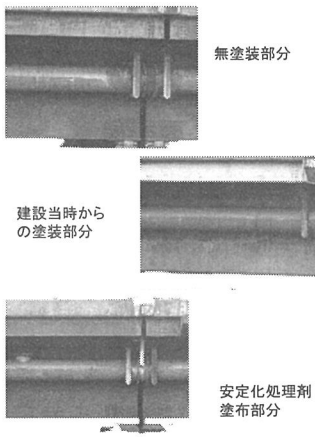
緩み・がたつきがなければ耐力は維持

ナットの腐食・断面欠損は軸力の低下に繋がる

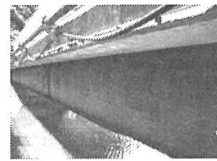
2.5 耐候性鋼材の腐食事例



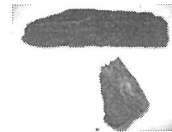
約40年経過 塗り替え時に無塗装とした。支承交換(亀裂対策)



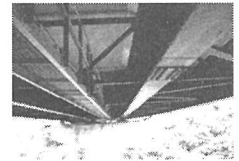
耐候性鋼材使用の事例



海岸部近傍の鋼桁の損傷



補剛材・腹板の欠損



山間部の健全な鋼桁

3. 腐食損傷と構造物の安全・対策

腐食損傷が構造物の安全どう影響するかを見極めた対策の立案が望まれる。

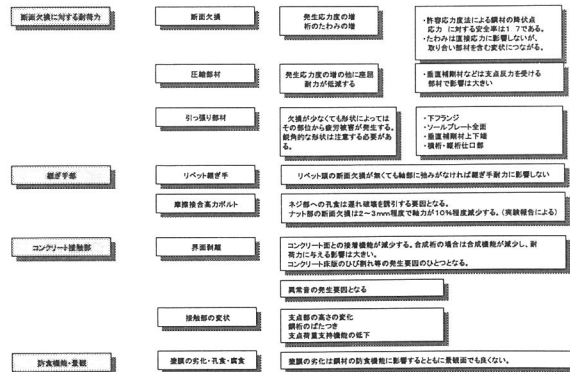
断面欠損 応力／たわみ／圧縮／引っ張り
継ぎ手 リベット・高力ボルト

コンクリート接触部
防食機能・景観



対策・維持管理

(1) 腐食損傷と構造物の安全



ヒンジ構造

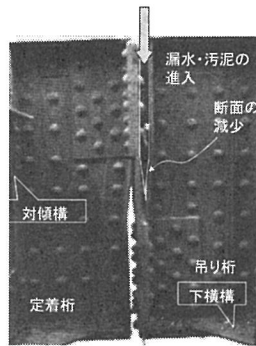
- 多数のゲルバー形式が採用されているが本橋のような構造は数少ない。
- この構造はアメリカ式と呼ばれ
- 吊り桁を1枚のプレートで吊し、橋の伸縮・回転をとれる構造としたもので、小支間の橋梁に使用されている。

4.1.2 検討手順



① 損傷状況の把握 調査結果

- 橋体の腐食は、伸縮装置部からの漏水と汚泥等により桁端部及びヒンジ部の吊りプレート付近にみられたが、桁端部は応力的に問題がない箇所であり、十分な清掃・塗装で処置できる。
- ヒンジの吊りプレートは現状のまま放置すれば将来危険な状態となることが推察された。
- 塗装状況は一部剥離箇所があったが、全体的には良好である。
- 既に床版取り替え工事は始まり、一方の路線は既に打ち替えられていた。



② 施工条件の把握

床版打ち替え工事中
交通供用下
桁下の航路制限
リベットの交換
添加物が多くある

④ 工法の比較検討

掛け違い支承構造とする

- ヒンジ部の主桁ウェブのリベット孔を利用するため、製作材との孔あわせに注意を要する。

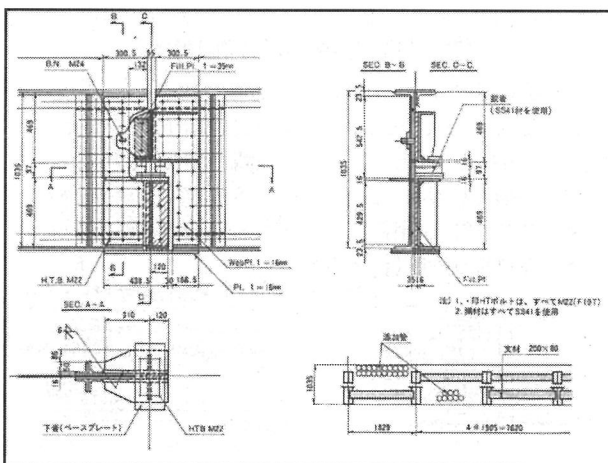
③ 要求性能

1等橋 TL20

- 仮設材も多くなる。

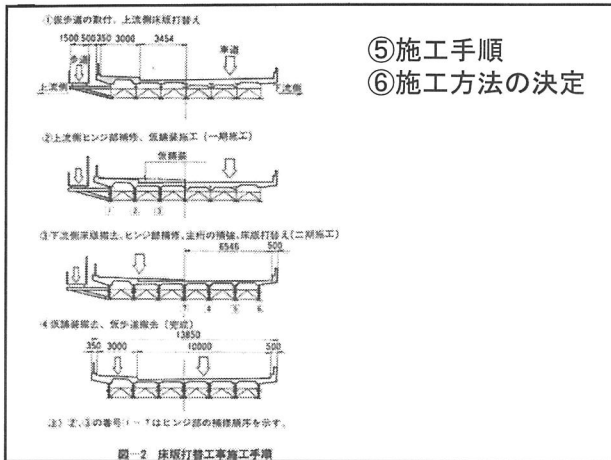
- 補強部材重量は6トン

- 現場溶接がほとんどない。



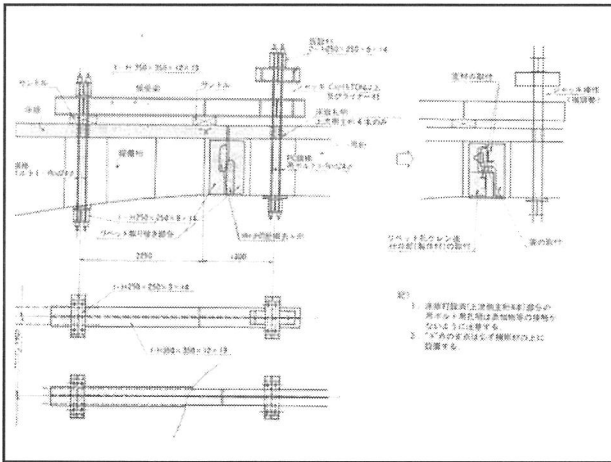
4.1.3 ヒンジ部の補修工法

- 既設腹板のリベット孔を利用する。
- ヒンジ部から400mmの位置に対傾構ある。
- 作業空間を考慮した形状・寸法とする。
- 足場の条件を考慮した搬入可能な部材重量。
- 吊り桁からの作用力を高力ボルトで伝達する。ボルトはリベットピッチに合わせ配置する。耐力は確保できた。
- 掛け違い部上フランジ側の切り欠きは、既に床版の打ち替え箇所が伸縮装置を設置済みのため不整形な形状となった。
- 橋軸方向の水平力は支承で伝達する。切り欠き桁の横ぶれ防止のために下フランジ側にプレートを取り付けた。
- 腹板に耐震連結板を取り付けた。
- 掛け違い部の支材の取り付け。([200 × 85])
- 既設リベットピッチの計測結果を製作に反映した。



4.1.4 吊り桁の仮受け方法

- 仮受設備でヒンジ部の応力を解放して施工する。
- 既に床版が取り替えられた箇所があるため、碇着桁の上に仮受け梁を設置し、PC鋼棒で吊り桁をつり上げる。
- 既設床版部は床版に孔を明けPC鋼棒を貫通させる。
- 高さ調整は、吊りボルトの受けと仮受け梁との間に設置した吊りボルト緊張用ジャッキ(15tf)を利用した。

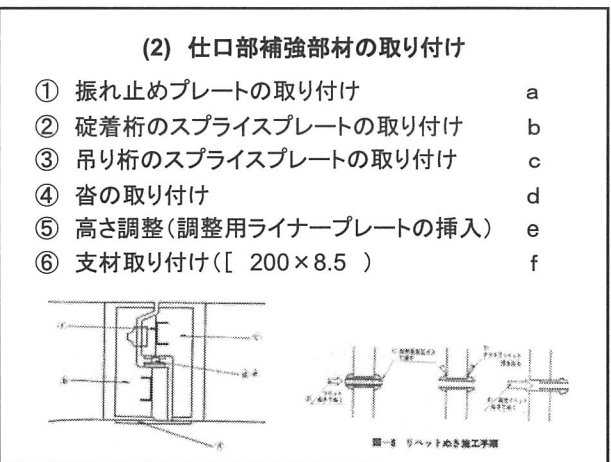
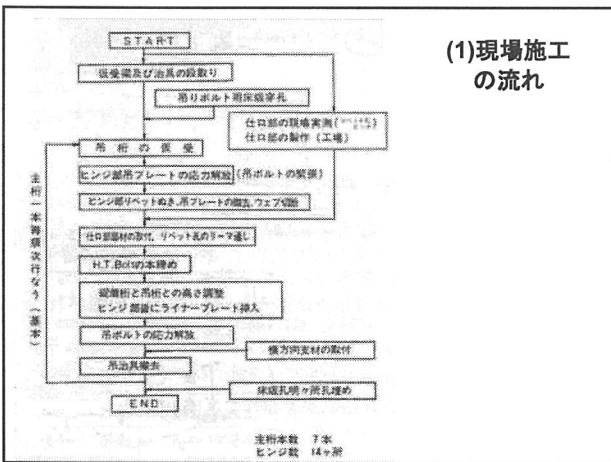


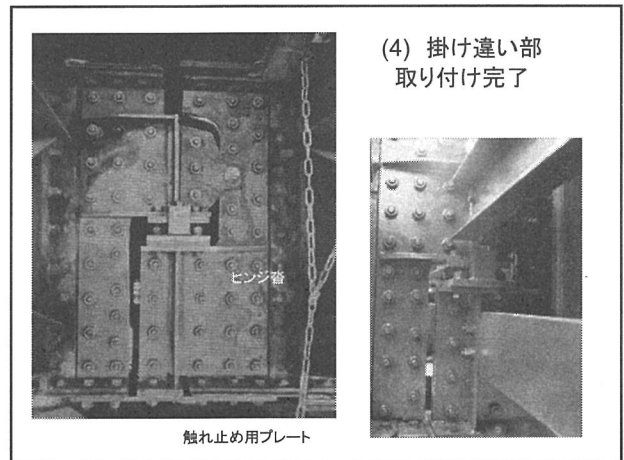
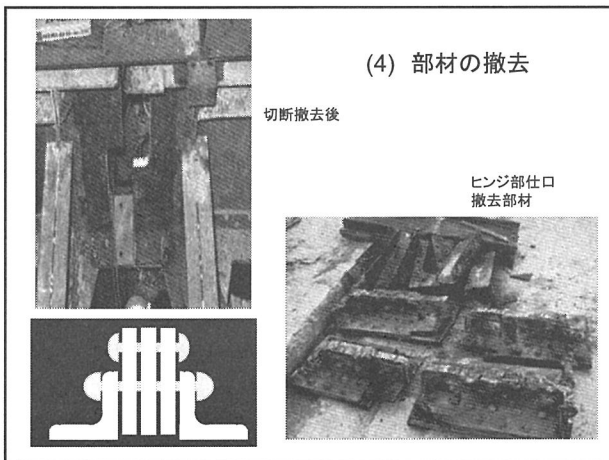
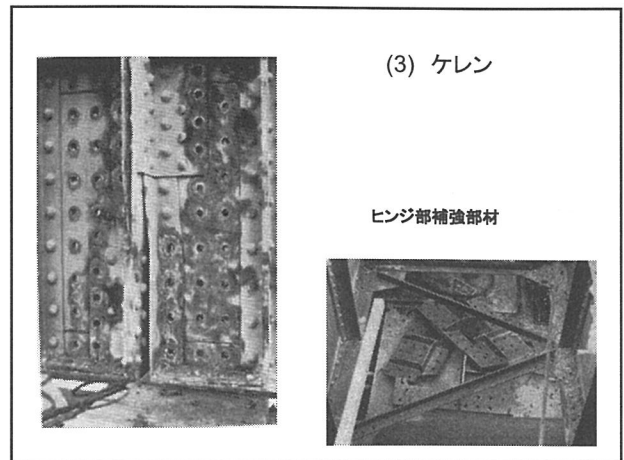
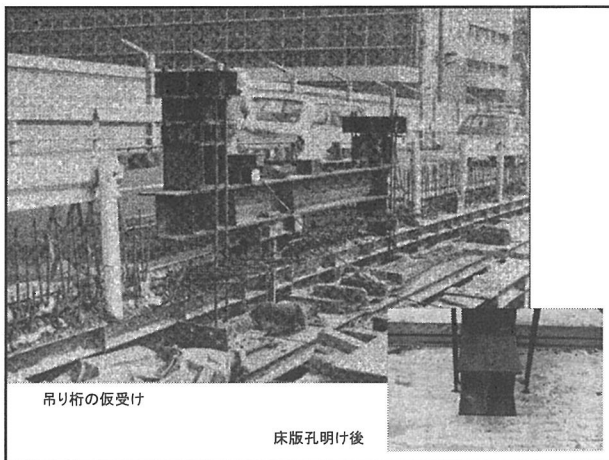
4.1.5 施工

- 床版の穿孔 床版の配筋・仮設材の断面
- リベット抜き 1000本
 - 一般的には電動ドリルで抜く
 - 加熱後高圧ガスでリベット中心を抜く
 - タガネでリベット頭を取る
 - 再度リベット抜きで抜く
 - 極厚部は両方から加熱した

精度確保・工程の短縮

- 切り欠き部はガス切断
- 摩擦面はディスクサンダーによるケレンを行う





施工上のポイント

- 既設桁との取り合い構造
- 仮受け・高さ調整
- 床版打ち替え工事との施工・工程上の調整
- 施工時の安全対策
- 伸縮装置構造の非排水化

4.2 鋼桁の腐食損傷補強例

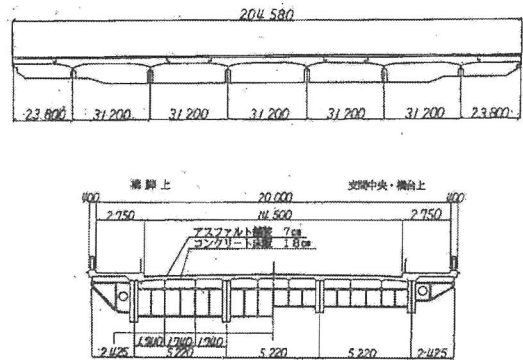
- 鋼鈹桁
- 腐食損傷
- 交通供用下
- 長期間の無作業状態

4.2.1 概要 全景




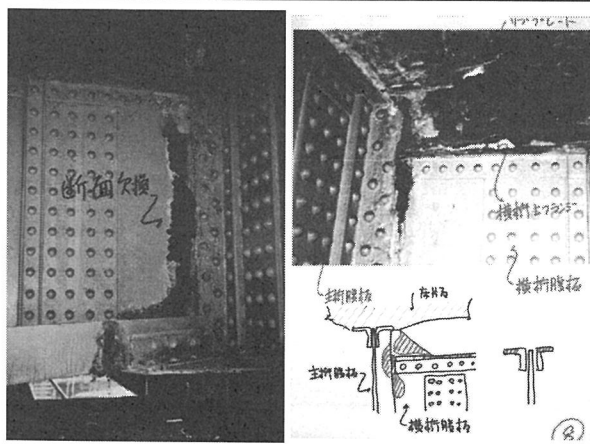
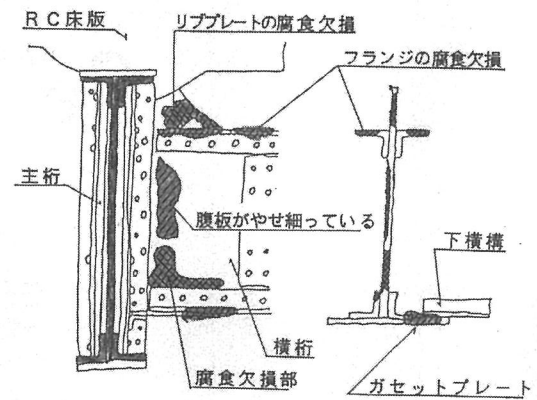
7径間連続ゲルバー桁

一般図



4.2.2 腐食損傷状況

- 歩車道境界部から漏水し、横桁の腐食があった。
 - 表面的には僅かと見えた。
 - 腹板の表面さびをたたき出すと既に腹板高さの約1/3の断面欠損があった。
 - 下横構の断面欠損
- 
- 横桁は縦桁を支持し、主桁に荷重を伝達する部材である。
 - 正月前の長期間の現場無作業状態での安全確保が難しい。
 - 応急処置が必要である。
 - 補強のために横桁腹板の継ぎ手を解放することは困難である。

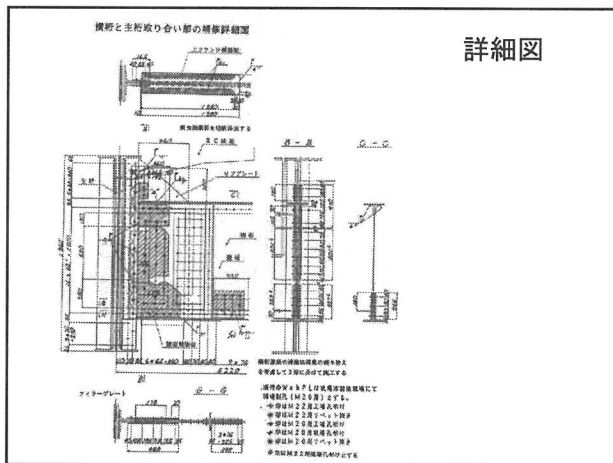
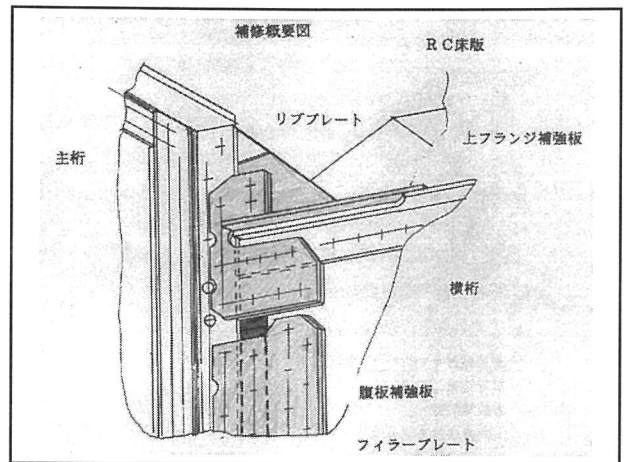


4.2.3 補強方法

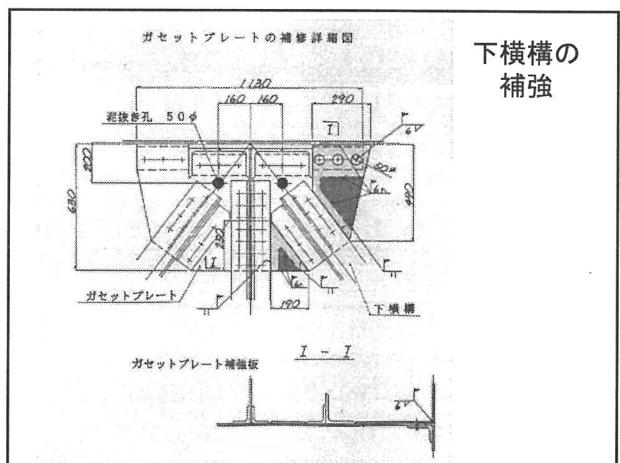
- 交通供用下
- 横桁の荷重を支持する仮受け設備の設置が困難である。(河川上)
- 溶接によるあて板は、既設構造はリベットのため、継ぎ手の併用は困難・材料・現場溶接であることから品質の確保が困難である。



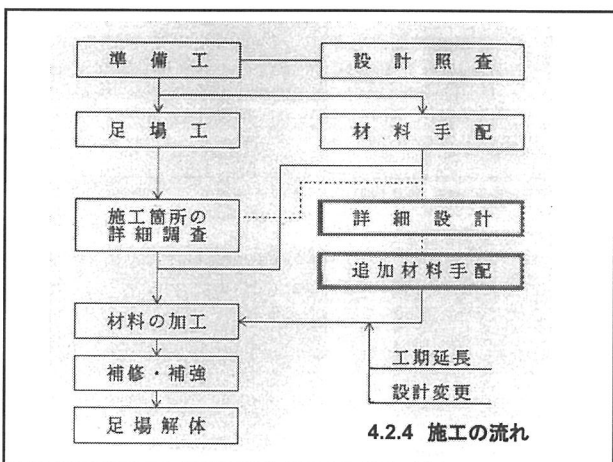
- 横桁のあて板を1/3に分けて順次盛り替えていく。



詳細図



下横構の補強

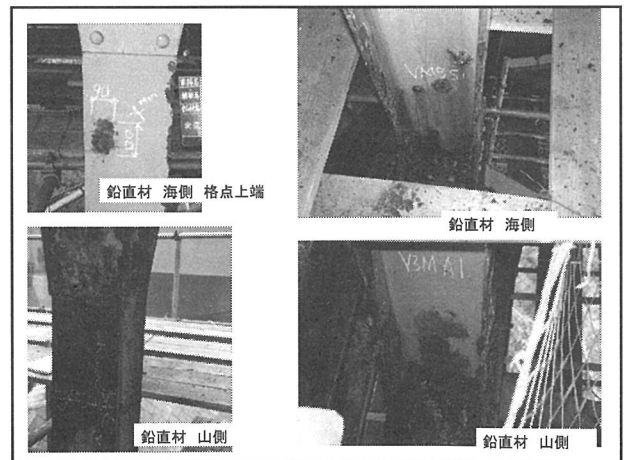
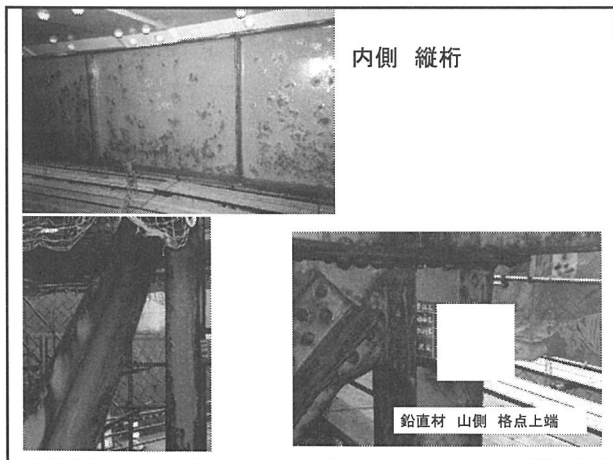
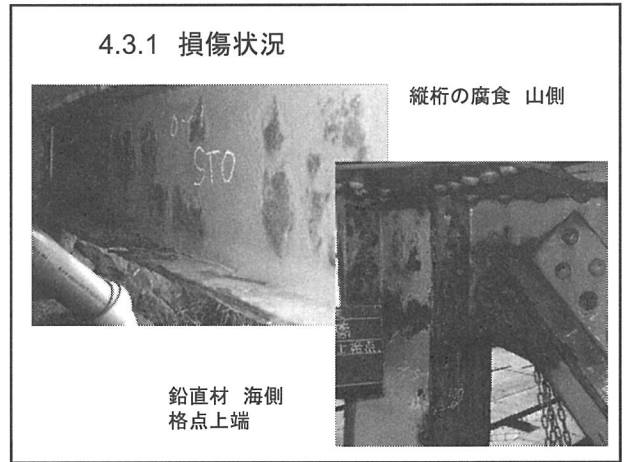
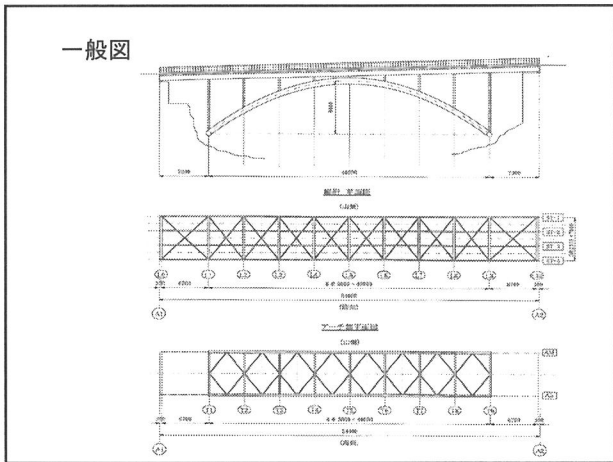
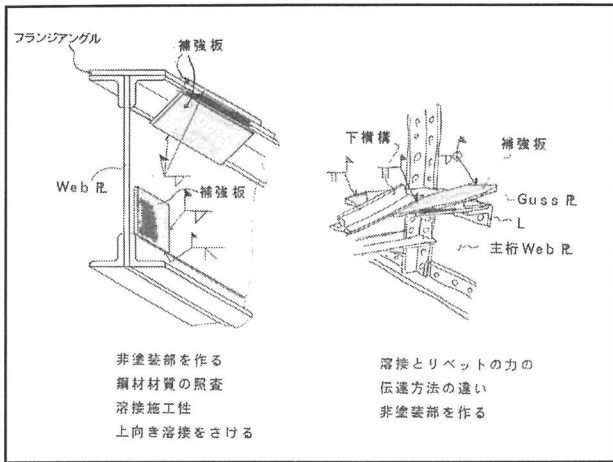


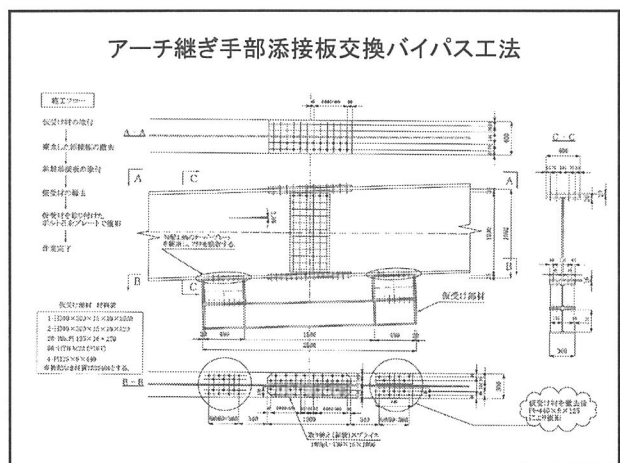
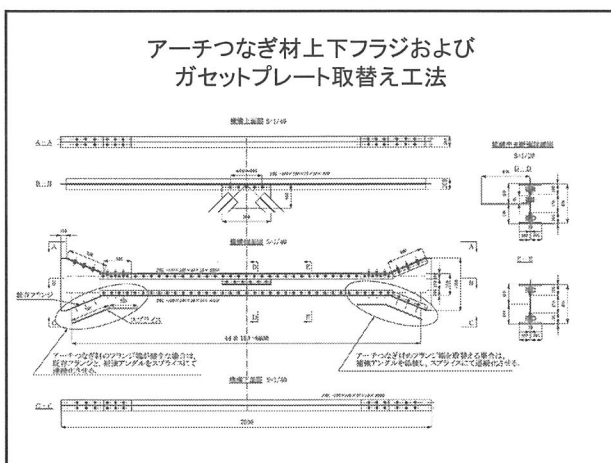
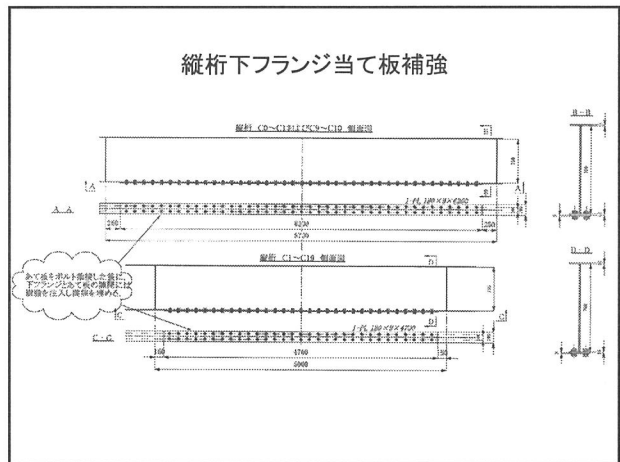
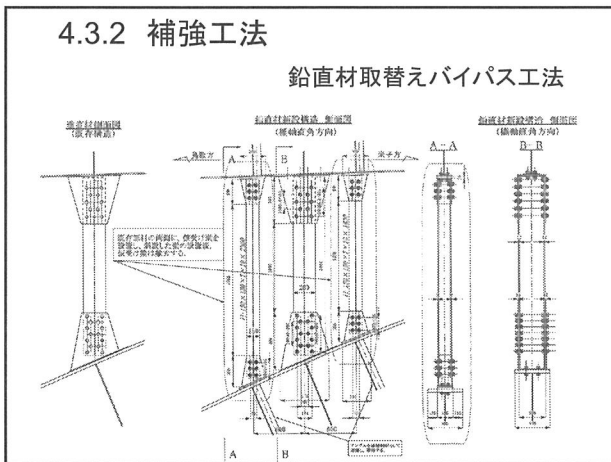
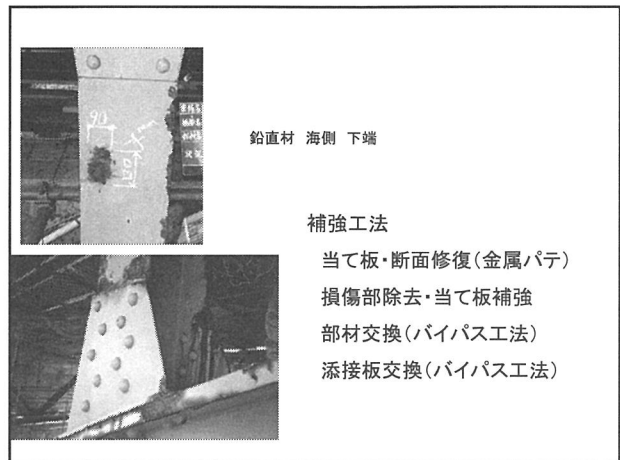
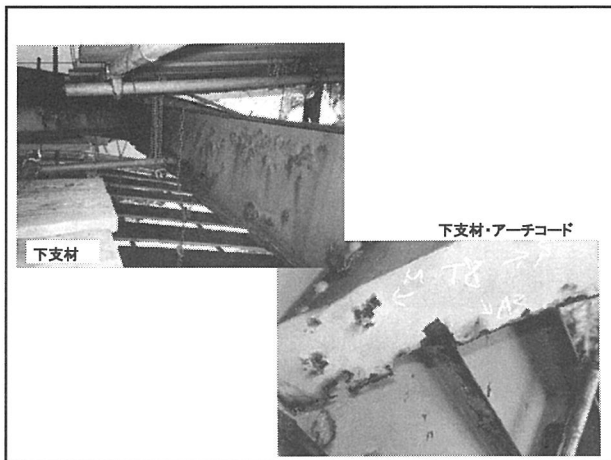
4.2.4 施工の流れ

4.2.5 溶接による補強案について



- 継ぎ手が溶接とリベットの併用になる。応力の伝達機能が異なる。
- 材料(SS400と思われる)
- 溶接姿勢が上向きとなる。
- 上フランジ部の空洞が塗装できず、腐食損傷要因を作る。
- ボルト継ぎ手が望ましい。

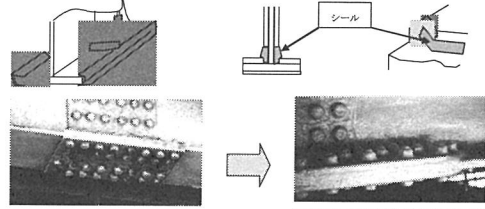




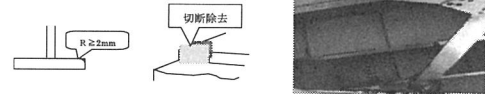
5.腐食損傷に対する提案 と 6.腐食損傷に関する維持管理

5.腐食損傷に対する提案

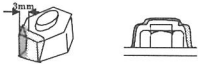
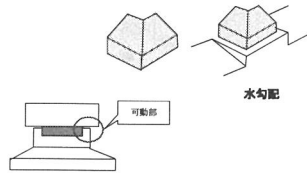
コバ面の増し塗り・継ぎ手部の重防食



コバ面R面取り 継ぎ手部の角落とし



継ぎ手のボルトキャップ・支承カバーと水勾配

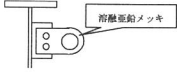
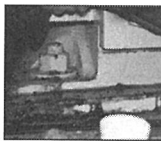


吊り金具の改造

重鉛漆射後の支承施工後
約3年



カバーされていた支承
施工後 約23年

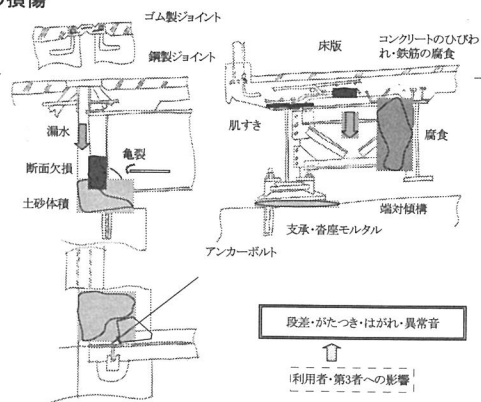


鉛漆塗布メッキ

6.腐食損傷に関する維持管理

- 各部構造については前述したが橋面に着目するとき、防水層・排水設備／伸縮装置の非排水化／床版の損傷防止は防食対策として重要である。特に伸縮装置は伸縮装置の性能を把握して定期的に取り替える。また、防水機能を適時交換もしくは2重構造にするなどの対策がある。
- 腐食損傷は適時確認・補修(タッチアップ塗装等)と、桁端部は常時清掃されている状態に置くことが重用である。架橋環境によっては、桁の中桁側は雨水にさらされないことから、桁端部とともに定期的な水洗は有効である。
- 橋脚周りの検査路の設置は点検・調査とともに構造部に近接する設備を設けることが望ましい。
- なお、鋼橋の腐食については維持管理を適切に行うこと、仮に腐食損傷が発生したとしても軽微な段階での適切な補強が望ましい。鋼は材質的にも安定した材料でどのように加工・対応が可能であることをまとめた。

桁端部の損傷



おわり