

平成24年度四国3協会合同技術講習会

# 鋼橋の維持管理に配慮した 設計・施工の留意点

～ 過去の補修・補強事例からのフィードバック ～

平成24年 9月



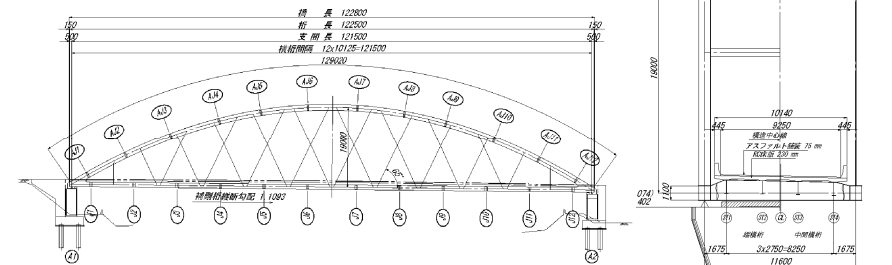
日本橋梁建設協会 保全委員会 保全技術小委員会

1

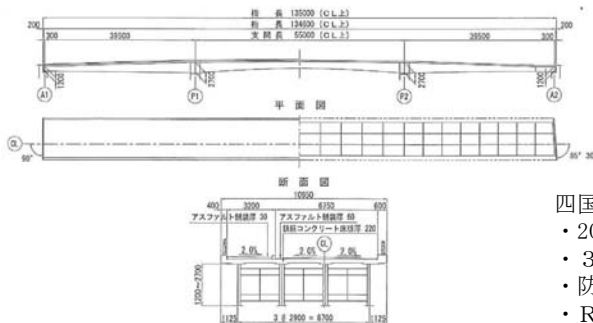
## 高知県内の鋼橋



- 四国地整・新新荘川橋
- ・2011年竣工
- ・ニールセン
- ・防食：C-5塗装
- ・RC床版

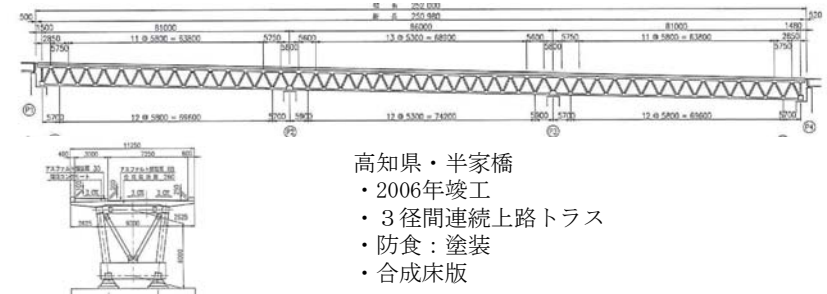


2



- 四国地整・九樹橋
- ・2008年竣工
- ・3径間連続4主桁桁
- ・防食：耐候性無塗装
- ・RC床版

3



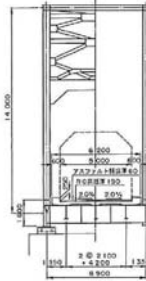
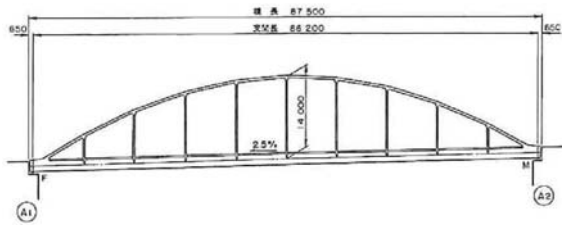
- 高知県・半家橋
- ・2006年竣工
- ・3径間連続上路トラス
- ・防食：塗装
- ・合成床版

4

1



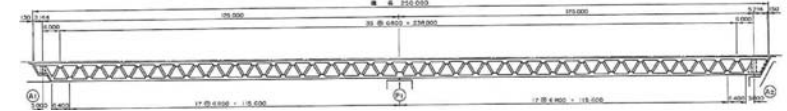
- 高知県物部村・新明神橋
- ・2004年竣工
  - ・下路ランガー
  - ・防食：耐候性無塗装
  - ・RC床版



5



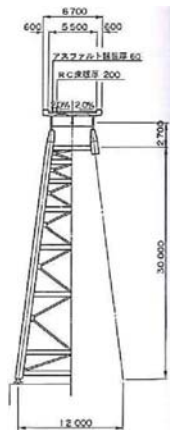
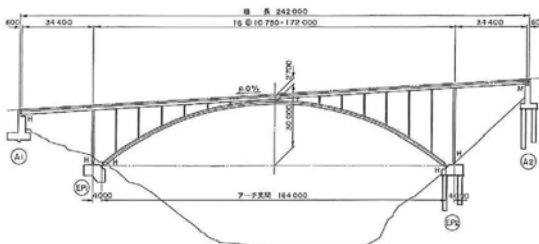
- 高知県・川平橋
- ・2003年竣工
  - ・2径間連続  
上路合理化トラス
  - ・防食：塗装
  - ・RC床版



6



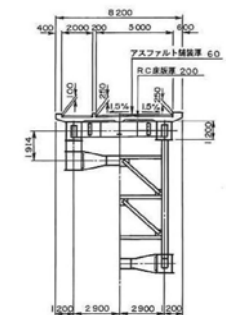
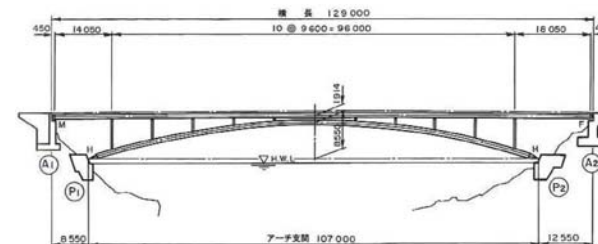
- 高知県・仙頭大橋
- ・2003年竣工
  - ・上路ローゼ
  - ・防食：耐候性無塗装
  - ・RC床版



7



- 高知県・筏津大橋
- ・2003年竣工
  - ・上路ローゼ
  - ・防食：耐候性無塗装
  - ・RC床版

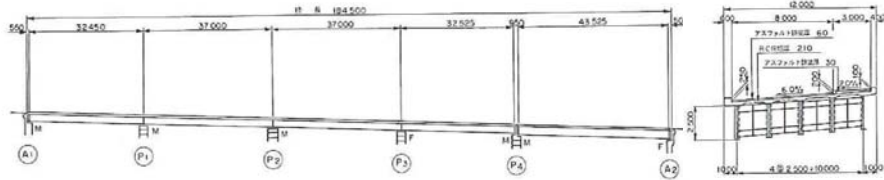


8

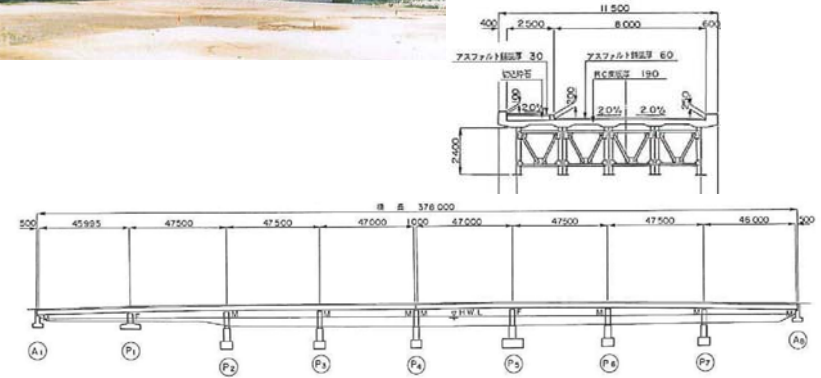




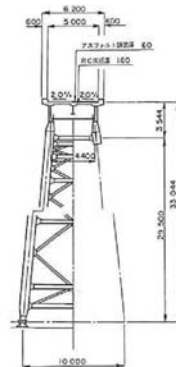
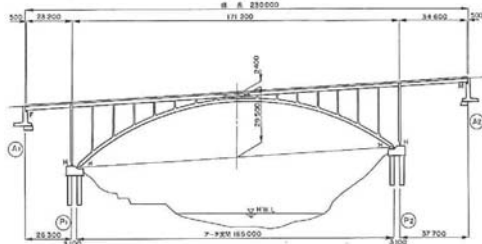
高知県・小申田橋  
 ・1996年竣工  
 ・4径間連続4主鈹桁  
 ・防食：耐候性無塗装  
 ・RC床版



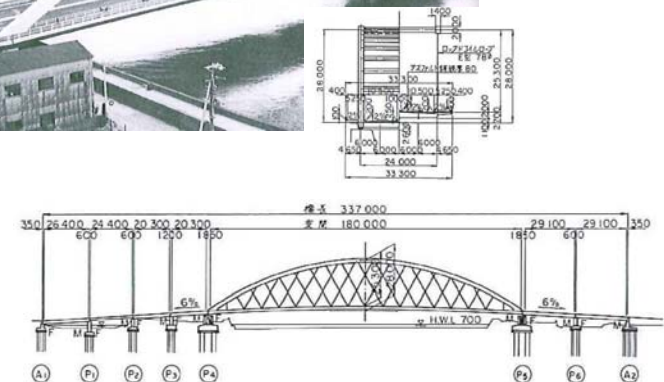
高知県・物部川橋  
 ・1994年竣工  
 ・4径間連続5主鈹桁2連  
 ・防食：耐候性無塗装  
 ・RC床版



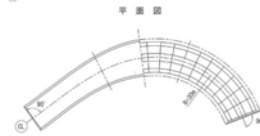
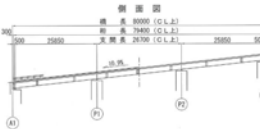
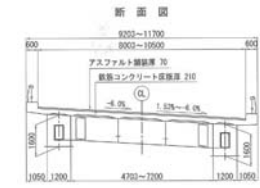
香北町・新神賀橋  
 ・1993年竣工  
 ・上路ローゼ  
 ・防食：耐候性無塗装  
 ・RC床版



高知県・鏡川大橋  
 ・1980年竣工  
 ・ニールセン  
 ・防食：塗装  
 ・鋼床版

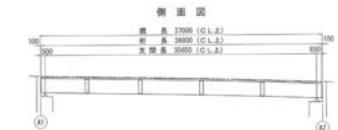
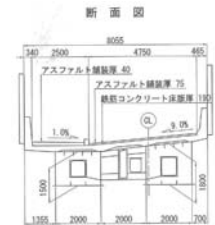


## 香川県内の鋼橋



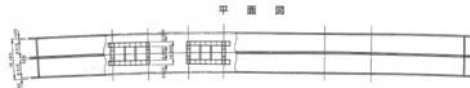
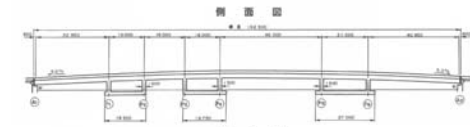
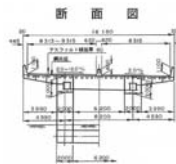
- 香川県・水晶山橋(すいしょうやまし)
- ・平成22年竣工
  - ・小豆島町福田
  - ・3径間連続曲線2主箱桁
  - ・橋長: 25.85+26.7+25.85m
  - ・幅員: 8~10.5m
  - ・防食: 耐候性無塗装 内面D5
  - ・RC床版

13



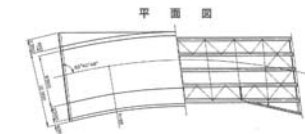
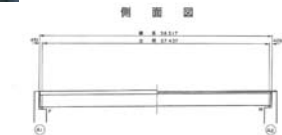
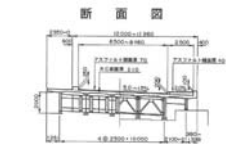
- 四国地整・西庄跨線橋(にしのしょうこせんきょう)
- ・平成20年竣工
  - ・坂出市西庄町
  - ・単純箱桁橋
  - ・橋長: 37m
  - ・幅員: 4.75+2.5m
  - ・防食: 耐候性さび安定化处理 内面D-5
  - ・RC床版
  - ・TCベント工法

14



- 四国地整・原田高架橋
- ・平成16年竣工
  - ・丸亀市原田町
  - ・ラーメン橋
  - ・橋長: 33+16+18+16+46+21+41m
  - ・幅員: 8.32+8.32m
  - ・防食: 外面C-2 内面D-3 D-4
  - ・鋼床版
  - ・急速施工立体交差工法

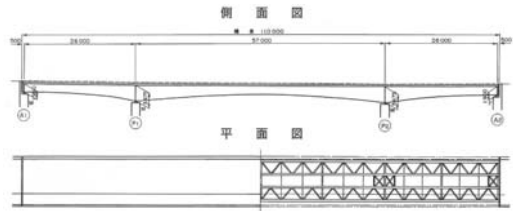
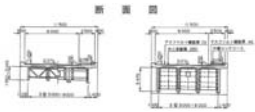
15



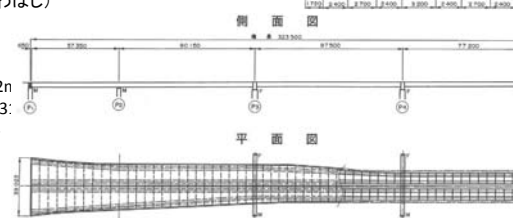
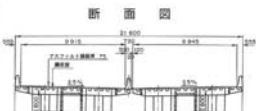
- 香川県・萱原橋(かやはらはし)
- ・平成15年竣工
  - ・綾歌郡綾川町萱原
  - ・単純鋼桁橋
  - ・橋長: 38.3m
  - ・幅員: 8.5+2.5m
  - ・防食: 溶融亜鉛メッキ仕様(550g/m<sup>2</sup>)
  - ・RC床版

16

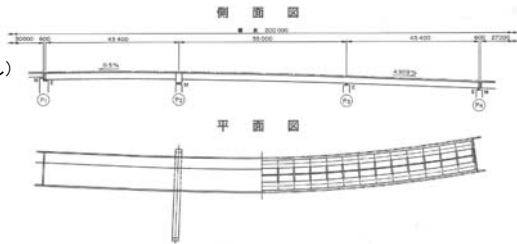
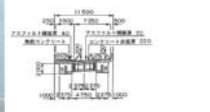




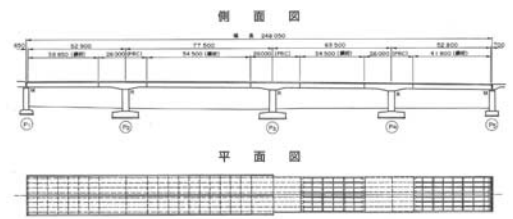
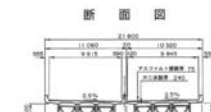
四国地整・新滝宮橋  
 ・平成14年竣工  
 ・綾歌郡綾川町滝宮  
 ・3径間連続4主桁桁橋  
 ・橋長:26+57+26m  
 ・幅員:8.0+2.5m  
 ・防食:外面C-2 内面D-3  
 ・RC床版



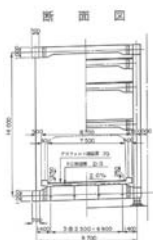
四国地整・香東川橋(こうとうがわはし)  
 ・平成14年竣工  
 ・高松市  
 ・連続箱桁橋  
 ・橋長:57.4+90.2+97.5+77.2m  
 ・幅員:9.92+9.85~17.86+19.3  
 ・防食:外面C-2 内面D-4  
 ・鋼床版



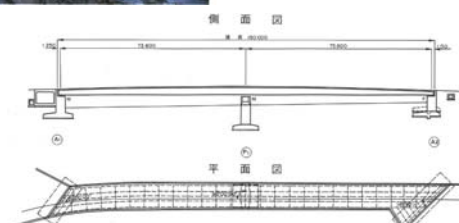
香川県・津島大橋(つしまおはし)  
 ・平成14年竣工  
 ・三豊市  
 ・連続箱桁橋  
 ・橋長:43.4+55+43.4m  
 ・幅員:7.25+3.5m  
 ・防食:外面C-2 内面D-4  
 ・RC床版



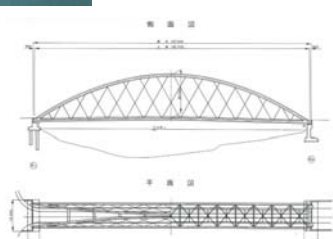
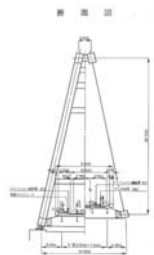
四国地整  
 ・勅使高架橋(ちよくしこうかきょう)  
 ・平成14年竣工  
 ・高松市勅使町  
 ・鋼・コンクリート複合ラーメン橋  
 ・橋長:52.9+77.5+63.5+52.8m  
 ・幅員:9.92+9.85m  
 ・RC床版



- 香川県・京極大橋(きょうごくおおはし)  
 ・平成8年竣工(上流側は昭和62年竣工)  
 ・丸亀市  
 ・ニールセン橋  
 ・橋長: 26.3+26.6+26.3+87+26.3+26.3m  
 ・幅員: 7.5m  
 ・防食: 外面B-1 内面D-1  
 ・RC床版



- 香川県・炭所大橋(すみよおおはし)  
 ・平成6年竣工  
 ・満濃町  
 ・連続箱桁橋  
 ・橋長: 73.8+73.8m  
 ・幅員: 7.25+2.5m  
 ・防食: 外面A-1 内面D-1  
 ・RC床版  
 ・欄干に満濃池の4体の竜

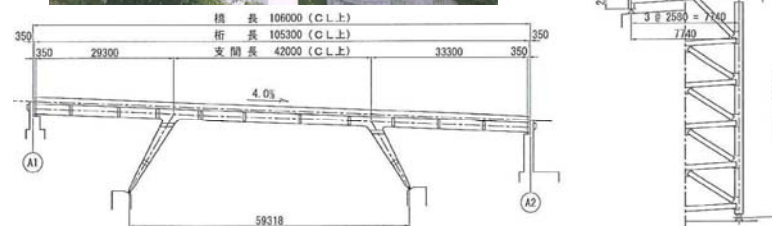


- 坂出市・府中湖大橋(ふちゅうおおはし)  
 ・平成4年竣工  
 ・坂出市  
 ・ニールセン橋  
 ・橋長: 165.4m  
 ・幅員: 6.5+2m  
 ・防食: A-1  
 ・RC床版

## 愛媛県内の鋼橋



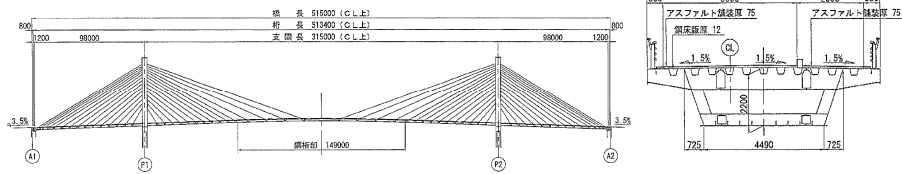
- 四国地整・つづら川第3橋  
 ・2010年竣工  
 ・方杖ラーメン  
 ・防食: 耐候性無塗装  
 ・RC床版



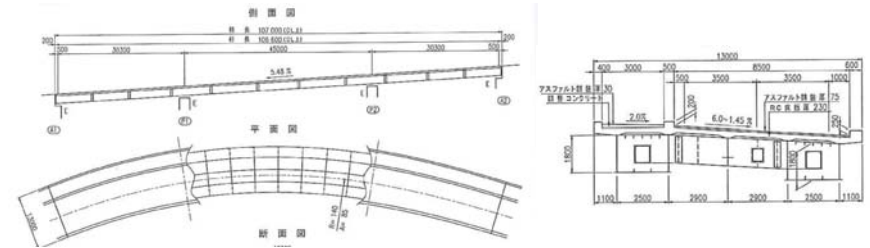




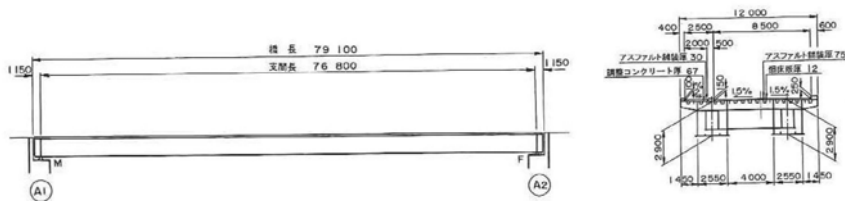
- 愛媛県・生名橋
- ・2010年竣工
  - ・3径間連続斜張橋
  - ・防食：Al・Mg合金溶射
  - ・鋼床版



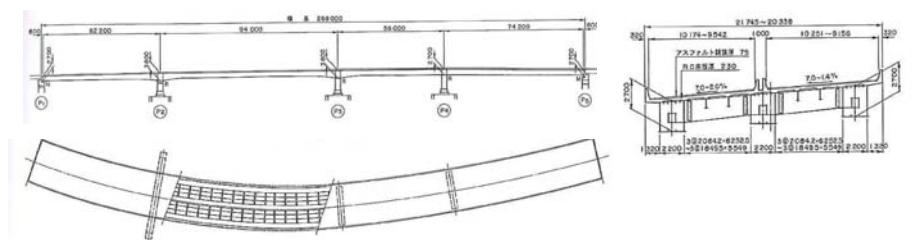
- 愛媛県・新千里口橋
- ・2006年竣工
  - ・3径間連続曲線2主箱桁
  - ・防食：耐候性無塗装
  - ・RC床版



- 愛媛県・新田橋
- ・2004年竣工
  - ・単純2主箱桁
  - ・防食：耐候性無塗装
  - ・鋼床版

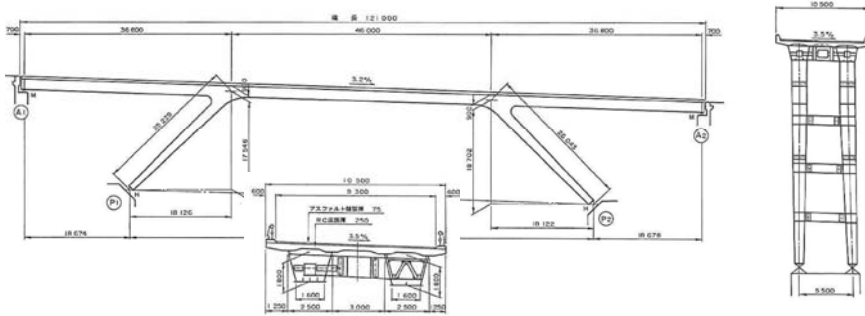


- 四国地整・新内港高架橋
- ・2003年竣工
  - ・4径間連続曲線3主箱桁 (剛結ラーメン)
  - ・防食：塗装
  - ・RC床版

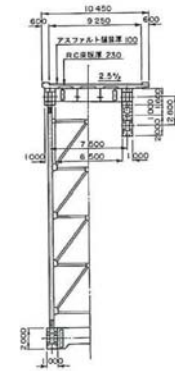
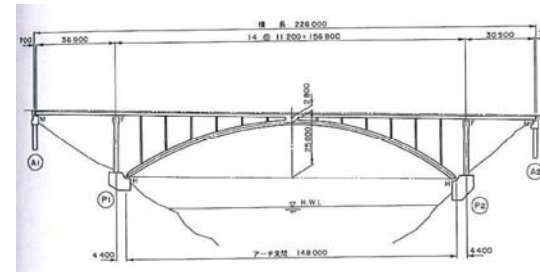




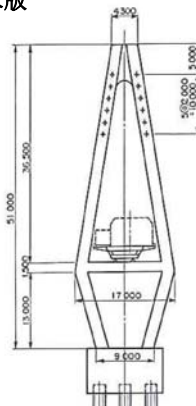
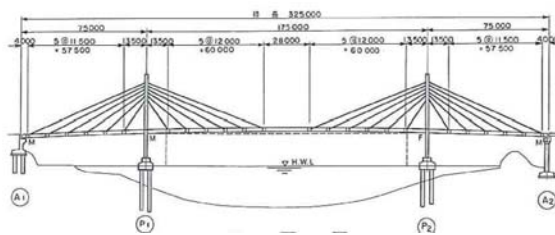
- JH・梶橋**
- ・2003年竣工
  - ・方杖ラーメン (2主箱桁)
  - ・防食：塗装
  - ・RC床版



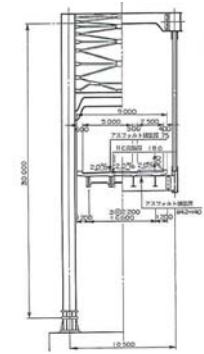
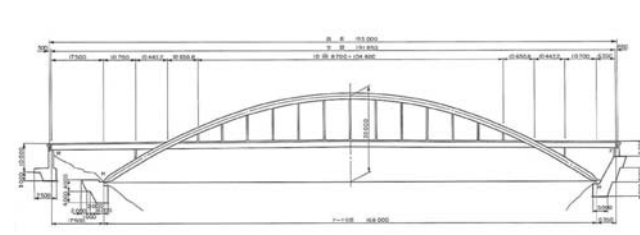
- JH・桜樹橋**
- ・2002年竣工 (上り線1994年竣工)
  - ・上路ローゼ
  - ・防食：塗装
  - ・RC床版



- 愛媛県・弓削大橋**
- ・1995年竣工
  - ・3径間連続斜張橋 (1主箱桁)
  - ・防食：塗装
  - ・鋼床版



- 愛媛県・鹿野川湖大橋**
- ・1995年竣工
  - ・中路ローゼ
  - ・防食：塗装
  - ・RC床版

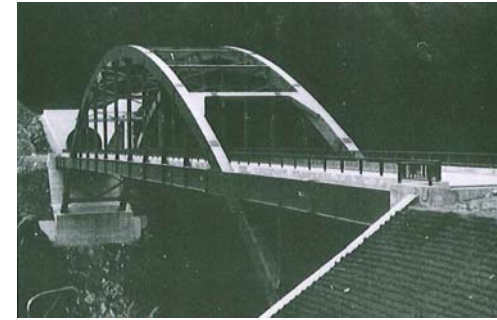
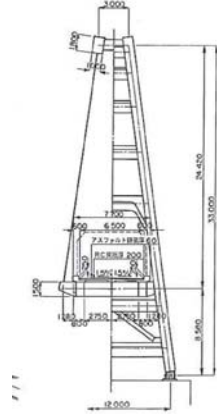
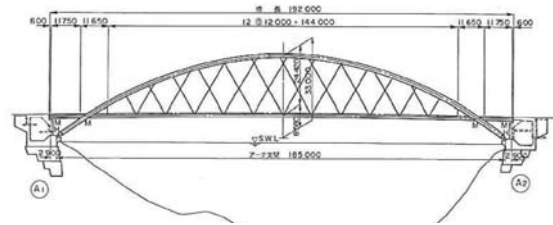






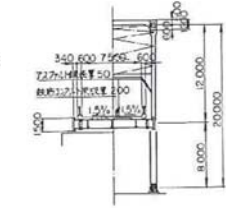
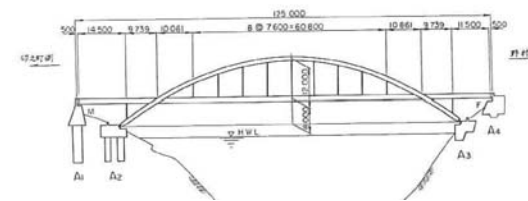
四国地建・松野大橋

- ・1991年竣工
- ・中路ローゼ
- ・防食：塗装
- ・RC床版



四国地建・出合大橋

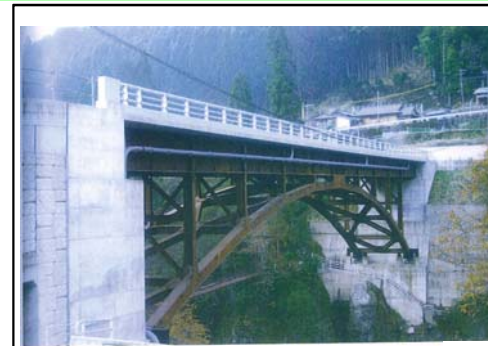
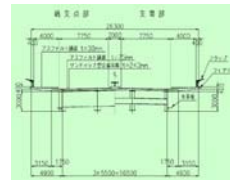
- ・1978年竣工
- ・中路ローゼ
- ・防食：塗装
- ・RC床版



徳島県内の鋼橋

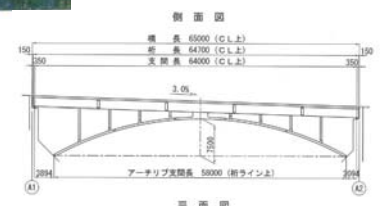
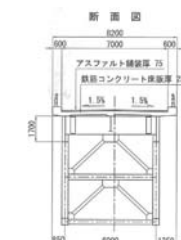


- 徳島県・阿波しらさぎ大橋
- ・平成24年3月竣工
  - ・4径間連続ケーブルイグレット橋 (少数4主鉄桁)
  - ・橋長：575.0m
  - ・幅員：26.3m
  - ・防食：塗装
  - ・サンドイッチ床版 (歩道：鋼床版)



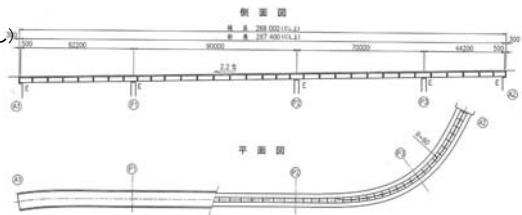
徳島県・上ミ屋地橋 (かみやじはし)

- ・平成19年竣工
- ・那賀郡那賀町木頭西宇
- ・上路ランガー
- ・橋長：65.0m
- ・幅員：7.0m
- ・防食：耐候性無塗装
- ・RC床版

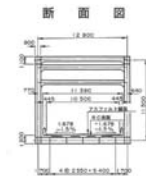
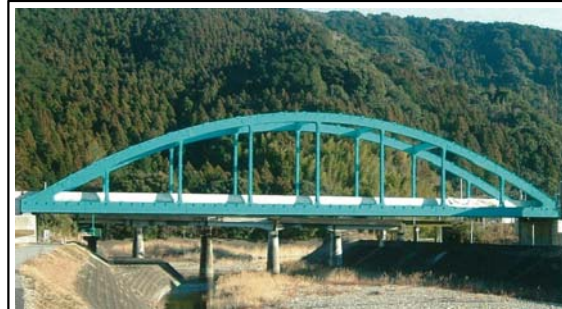




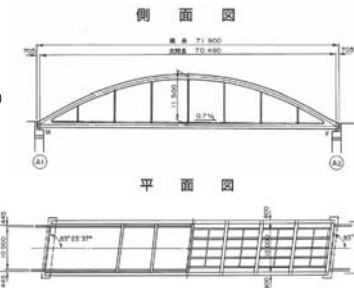
- 徳島県  
 ・秘境祖谷大橋(ひきょういやおおはし)  
 ・平成17年竣工  
 ・三好市西祖谷山村今久保  
 ・連続箱桁橋  
 ・橋長: 62.2+90+70+44.2m  
 ・幅員: 9.2~10.2m  
 ・防食: 耐候性無塗装 内面D-4  
 ・RC床版



37



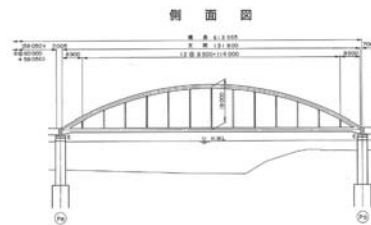
- 四国地整・北河内谷川橋(きたがわちたにがわはし)  
 ・平成16年竣工  
 ・海部郡美波町北河内字登り  
 ・下路ローゼ  
 ・橋長: 71.9m  
 ・幅員: 10.5m  
 ・防食: 外面C-2 内面D-4  
 ・RC床版



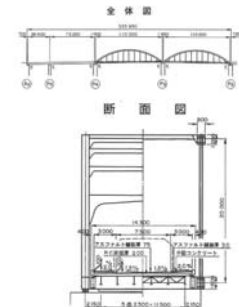
38



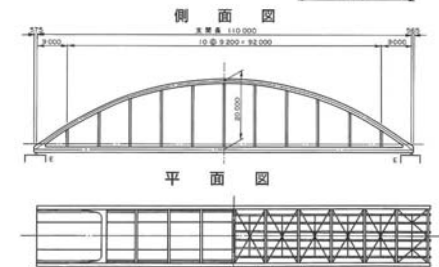
- 徳島県・西条大橋(さいじょうおおはし)  
 ・平成15年竣工  
 ・阿波市西条~吉野川市鴨島町牛島  
 ・下路ローゼ  
 ・橋長: 131.8m  
 ・幅員: 3.0+8.0+3.0m  
 ・防食: 外面C-2 内面D-4  
 ・RC床版



39



- 徳島県・角の浦大橋(すみのうらおおはし)  
 ・平成15年竣工  
 ・三好郡三加茂町中庄~三野町太刀野  
 ・ローゼ橋  
 ・橋長: 36.4+73.3+110.0+110.0m  
 ・幅員: 3.0+7.5+3.0m  
 ・防食: 外面C-2 内面D-4  
 ・RC床版

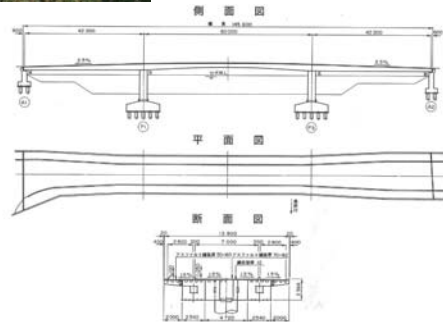


40

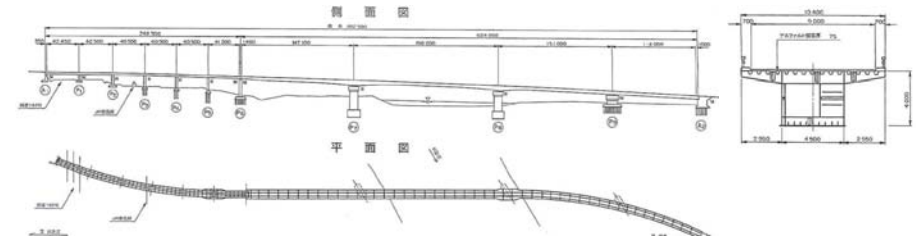




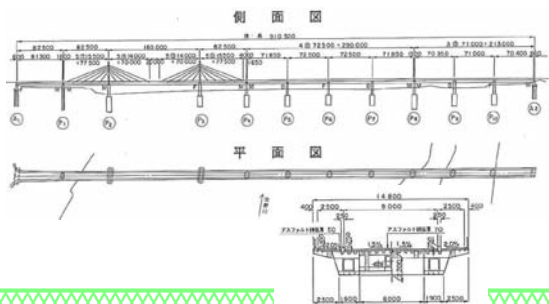
徳島県・富岡橋(とみおかはし)  
 ・平成14年竣工  
 ・阿南市富岡町  
 ・3径間連続2主箱桁ラーメン橋  
 ・橋長:42.2+60+42.2m  
 ・幅員:2.8+7.0+2.8m  
 ・防食:外面C-2 内面D-4  
 ・鋼床版



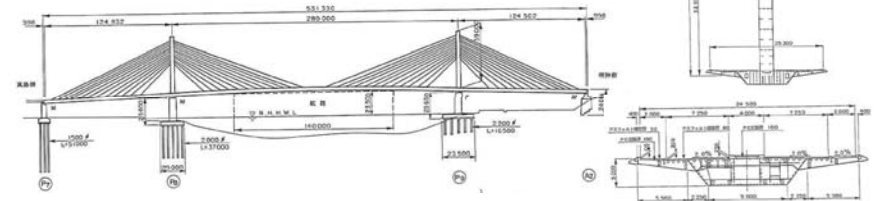
JH・吉野川橋  
 ・平成10年竣工  
 ・4径間連続1主箱桁(複合ラーメン橋)  
 ・橋長:147.1+190+151+114m  
 ・幅員:9.0m  
 ・防食:外面C-1 内面D-4  
 ・鋼床版



徳島県・四国三郎橋  
 ・平成9年竣工  
 ・3径間連続斜張橋  
 ・橋長:82.5+160+82.5m  
 ・幅員:14.0m  
 ・防食:外面C-1 内面D-3  
 ・鋼床版

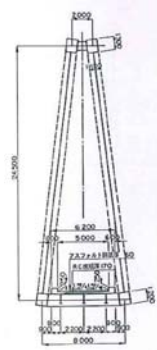
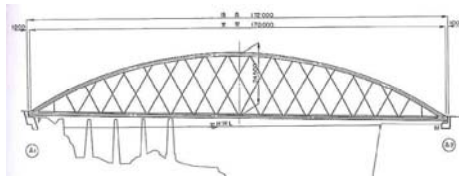


徳島県・小鳴門大橋  
 ・平成9年竣工  
 ・3径間連続斜張橋  
 ・橋長:124.8+280+124.5m  
 ・幅員:24.5m  
 ・防食:外面C-3(塔)、C-4(桁)  
 内面D-4  
 ・鋼床版

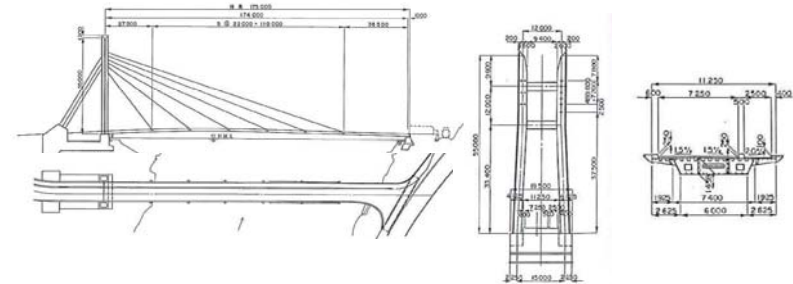




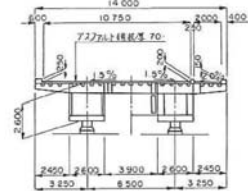
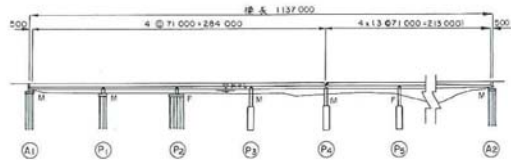
- 上那賀町・大戸橋
- ・平成6年竣工
  - ・ニールセン
  - ・橋長: 172.0m
  - ・幅員: 5.0m
  - ・防食: (アーチリブ) 耐候性安定化处理 (補剛桁) 耐候性無塗装
  - ・RC床版



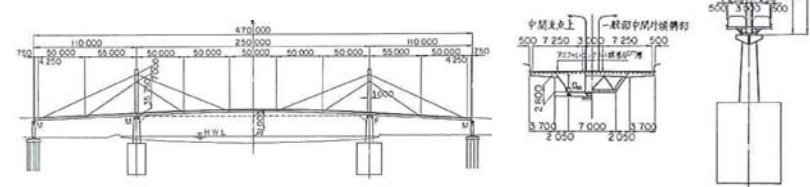
- 徳島県・岩津橋
- ・平成5年竣工
  - ・単径間斜張橋
  - ・橋長: 173.0m
  - ・幅員: 11.25m
  - ・防食: 外面C-1 内面D-4
  - ・鋼床版



- 四国地建・新吉野川橋
- ・昭和61年竣工
  - ・4径間連続2主箱桁 + 3径間連続2主箱桁4連
  - ・橋長: 1137.0m
  - ・幅員: 11.25m
  - ・防食: 外面塩化ゴム系 内面タールエポキシ樹脂系
  - ・鋼床版



- 徳島県・末広大橋
- ・昭和50年竣工
  - ・3径間連続斜張橋
  - ・橋長: 110+250+110m
  - ・幅員: 18.5m
  - ・防食: 塗装
  - ・鋼床版





## 目次 (1/2)

- 1 弱点を知って設計・施工に留意しよう！
  - 1-1 最も損傷事例が多いのはここだ！  
劣化損傷の常習犯：桁端部
  - 1-2 昔の橋はこんなところに注意！  
今は使われていない材料・構造
- 2 違いを知って設計・施工に留意しよう！
  - 2-1 そのまま補強しても効果は…  
死荷重には効かない補強
  - 2-2 通行止めは簡単にできません…  
活荷重作用下での施工
  - 2-3 こんなところにこんなものが！  
図面に載っていない構造物・付属物

49

## 目次 (2/2)

- 3 現場を知って設計・施工に留意しよう！
  - 3-1 思っている以上に狭いかも。。  
狭隘な施工空間
  - 3-2 これって人力で運ぶの？  
重機を使用できない施工箇所
  - 3-3 やって見ないと判らないことも…  
アンカーボルトの削孔
- 4 まとめ

50

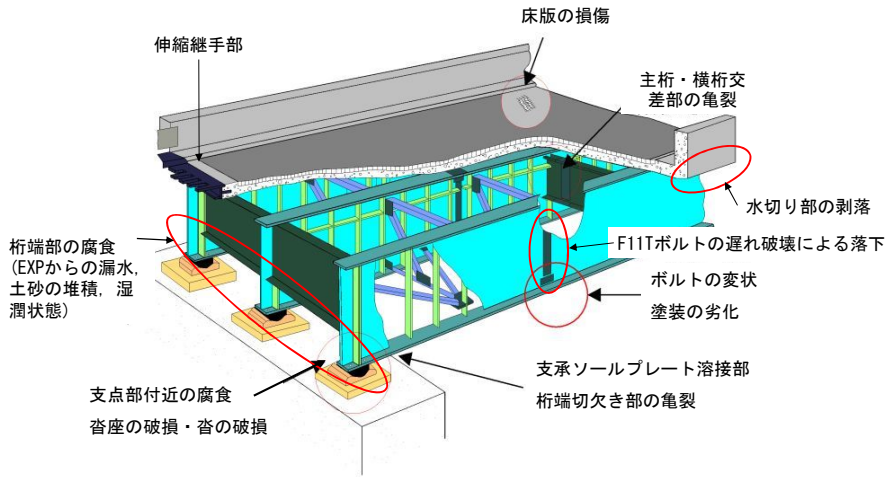
- 1 弱点を知って  
設計・施工に留意しよう

- 1-1 最も損傷事例が多いのはここだ！  
劣化損傷の常習犯：桁端部

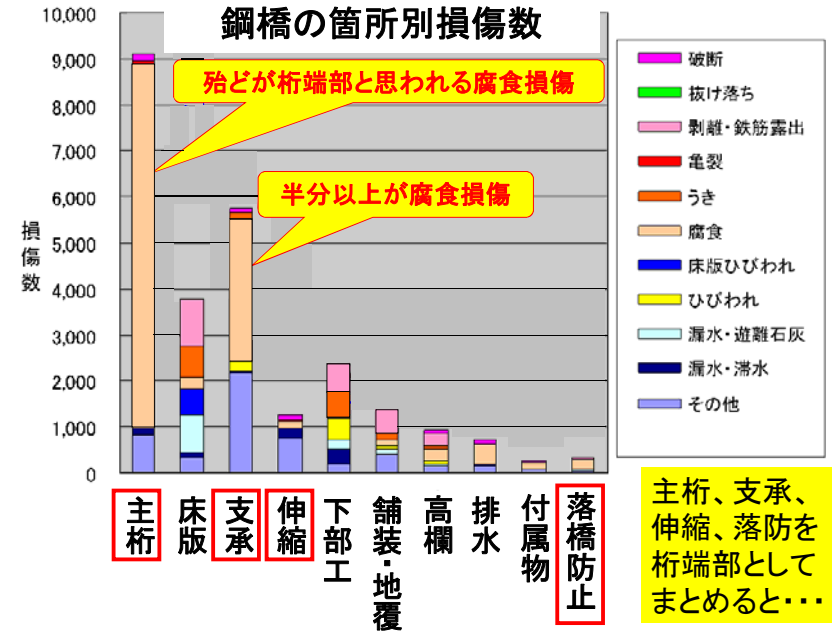
51

52

# 鋼橋の損傷マップ

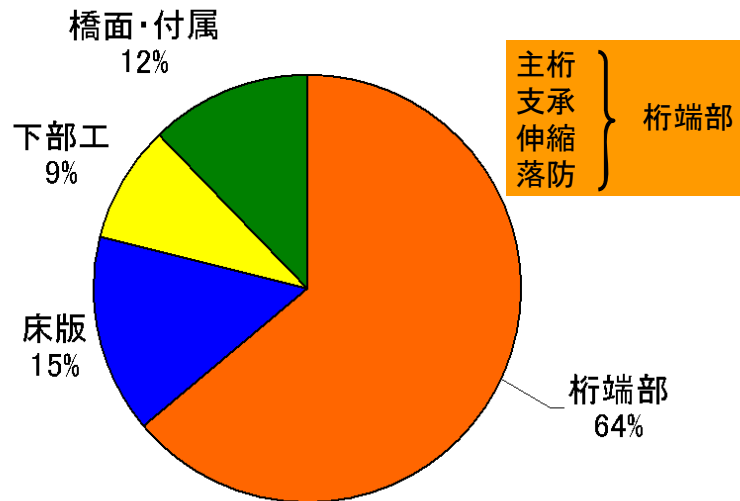


## 劣化損傷の常習犯：桁端部



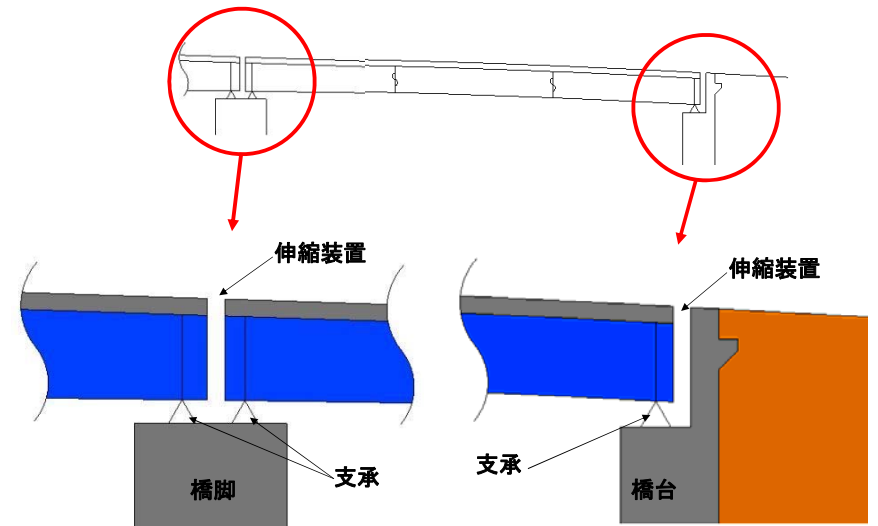
## 劣化損傷の常習犯：桁端部

# 鋼橋の箇所別損傷数



## 劣化損傷の常習犯：桁端部

# 桁端部とは？





### 桁端部の劣化・損傷例①

#### 桁端部の発錆・腐食



### 桁端部の劣化・損傷例②

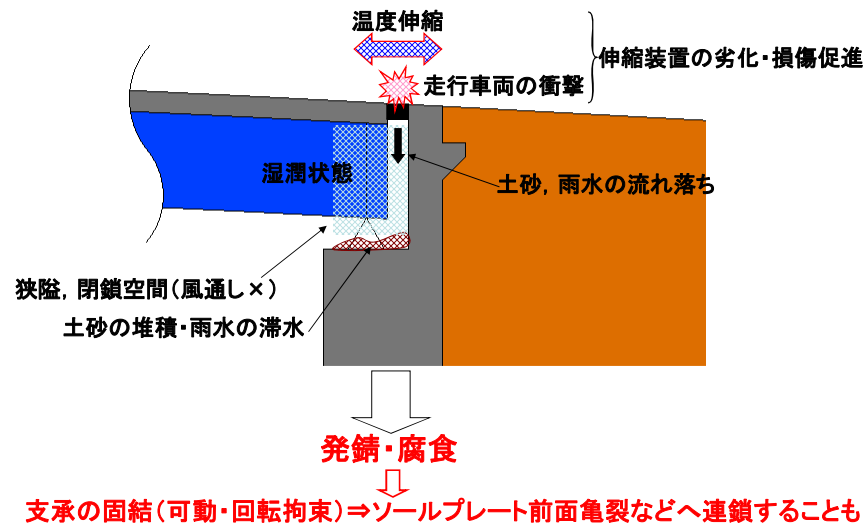
#### 支承の腐食損傷



#### 支承のソールプレート前面の疲労亀裂



### なぜ桁端部に腐食・損傷が多いのか

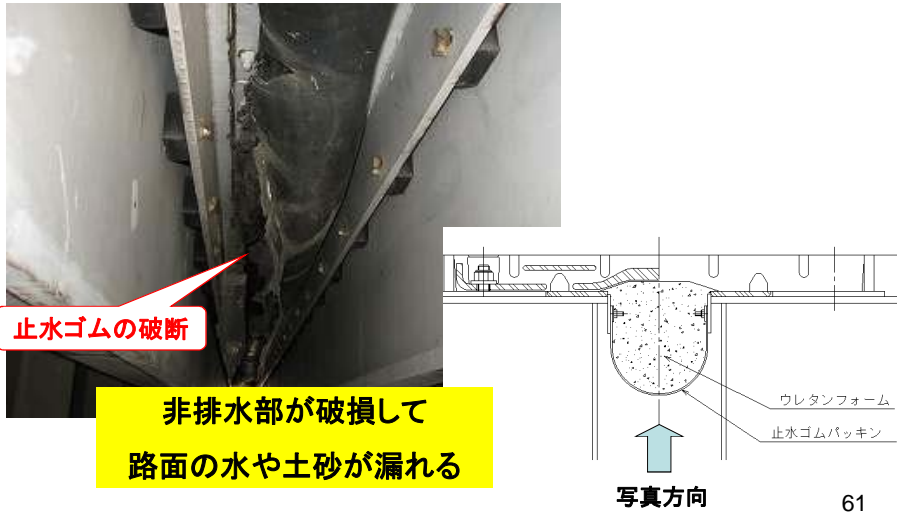


### なぜ桁端部に腐食・損傷が多いのか

- ① 伸縮装置の損傷・劣化
  - 路面からの土砂・雨水の流れ落ち
  - 土砂・雨水の堆積・滞水
- ② 閉鎖的空間・狭隘(風通しの悪さ)
  - 堆積物の滞留
  - 湿気の滞留
  - メンテナンス性の悪さ

①伸縮装置の損傷・劣化(土砂・雨水の流れ落ち)

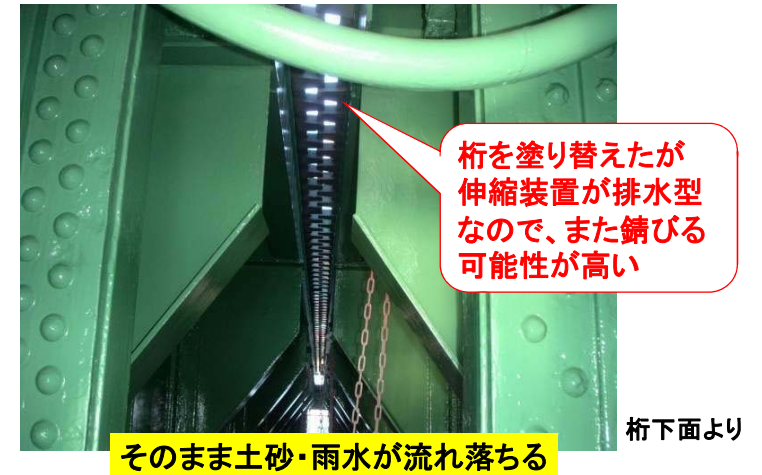
非排水部の損傷



61

①伸縮装置の損傷・劣化(土砂・雨水の流れ落ち)

排水型伸縮装置



62

①伸縮装置の損傷・劣化(土砂・雨水の流れ落ち)

土砂の堆積



伸縮装置からの土砂が堆積、支承も埋まっている

63

伸縮装置の損傷・劣化原因

- ・通行車両による繰り返される衝撃
- ・過積載車両による過大な衝撃
- ・非排水部材などの経年劣化



ある程度は避けられないため定期的なメンテナンス(点検, 交換)が必要

64

# 桁端部の損傷・劣化を防ぐには・・・

## ①伸縮装置の損傷・劣化(土砂・雨水の流れ落ち)

**定期的な点検と補修・交換  
を容易にするために・・・**

### 定期点検を容易にする

- 点検の都度、足場を設置しなくても良いように、検査路・梯子等を設置し、伸縮装置下側にアクセスできるようにしておく

### 補修・交換を容易にする

- レーンマーク位置で伸縮装置を分割しておくなど交換しやすい構造の採用

## ②閉鎖的空間・狭隘(風通しの悪さ)

### 狭隘な桁端部の事例①



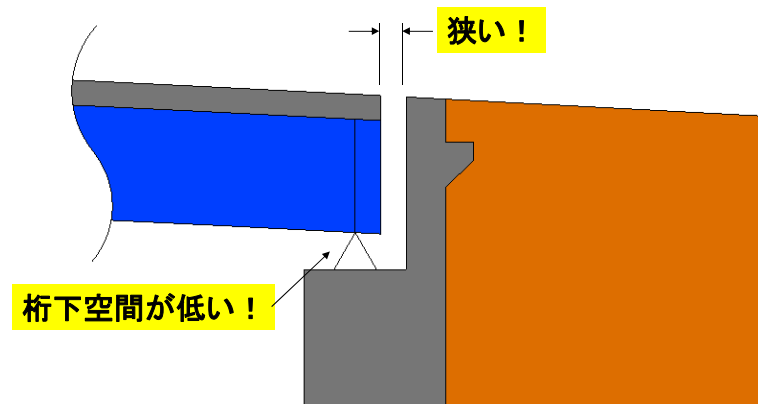
## ②閉鎖的空間・狭隘(風通しの悪さ)

### 狭隘な桁端部の事例②



## ②閉鎖的空間・狭隘(風通しの悪さ)

維持管理を考慮していない構造





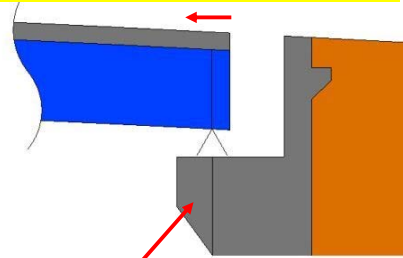
### 桁端部の損傷・劣化を防ぐには・・・

②閉鎖的空間・狭隘（風通しの悪さ）

桁端部の空間確保－新設橋梁設計時の配慮

－Step1－

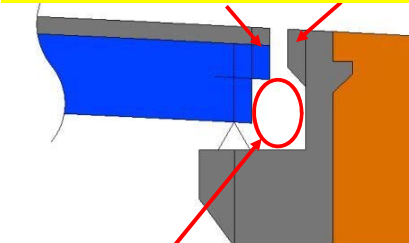
② 支点を支間中央側に移動する



① 橋台天端を  
広くする

－Step2－

③ 主桁の上側と床版を延ばす  
④ 橋台パラペットの上側を広げる



スペースができて  
風通しが良くなる

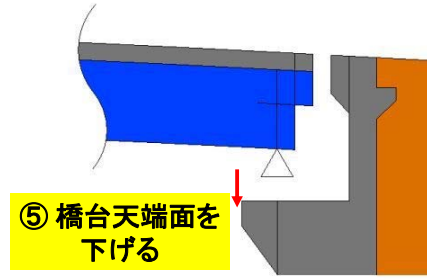
### 桁端部の損傷・劣化を防ぐには・・・

②閉鎖的空間・狭隘（風通しの悪さ）

桁端部の空間確保－新設橋梁設計時の配慮

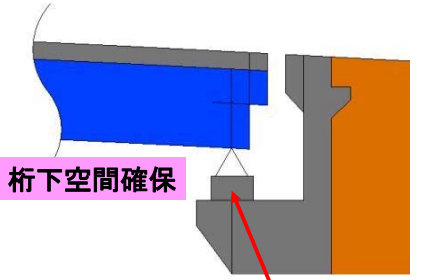
－Step3－

⑤ 橋台天端面を  
下げる



－Step4－

桁下空間確保

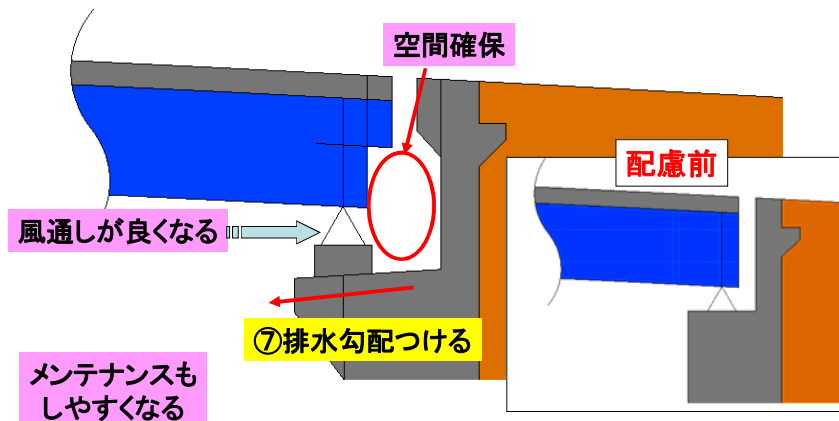


⑥ 沓座を設ける

### 桁端部の損傷・劣化を防ぐには・・・

②閉鎖的空間・狭隘（風通しの悪さ）

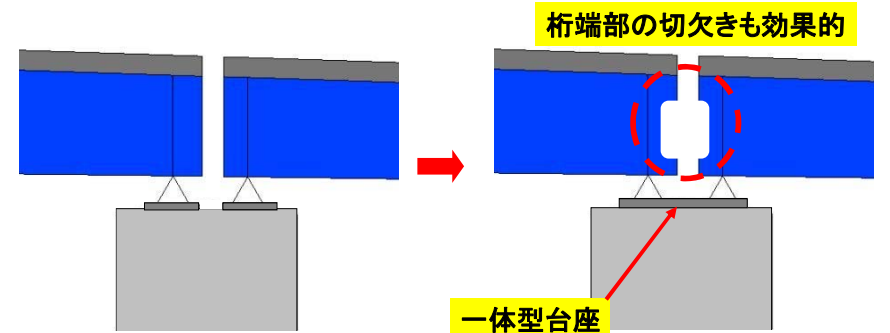
桁端部の空間確保－新設橋梁設計時の配慮



### 桁端部の損傷・劣化を防ぐには・・・

②閉鎖的空間・狭隘（風通しの悪さ）

桁端部の空間確保－既設橋梁の場合



落橋防止装置の配置の際は、維持管理に配慮！

## 桁端部の損傷・劣化を防ぐには・・・

②閉鎖的空間・狭隘（風通しの悪さ）

桁端部の空間確保－既設橋梁の場合



73

1-2 昔の橋はこんなところに注意！

今は使われていない材料・構造

74

① リベット

② 高力ボルト F11T

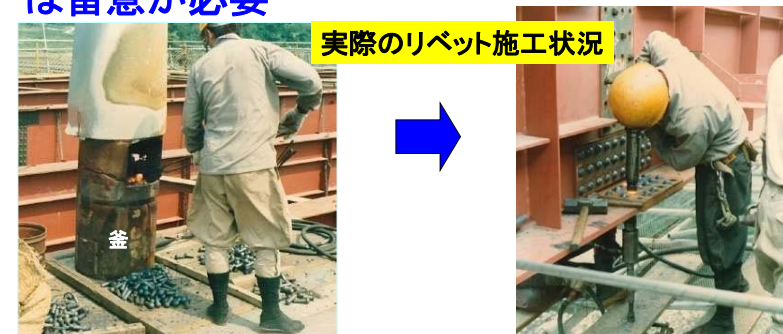
③ 古材（硫黄含有量の多い鋼材）

④ 桁高変化部 フランジ曲げ構造

### リベット

① リベット

- ・高力ボルト使用以前の一般的な継手構造
- ・昭和50年初頭くらいが最後
- ・支圧接合
- ・リベット自体は問題ではないが、補修時には留意が必要

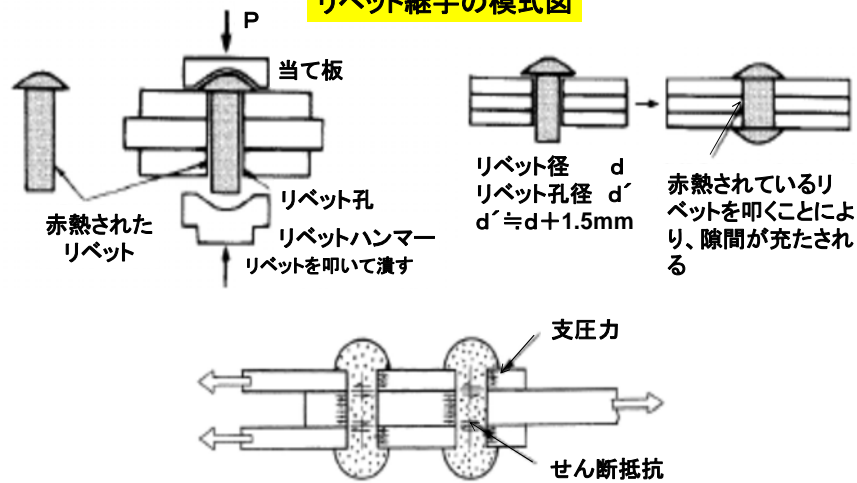


75

76

# ① リベット

リベット継手の模式図

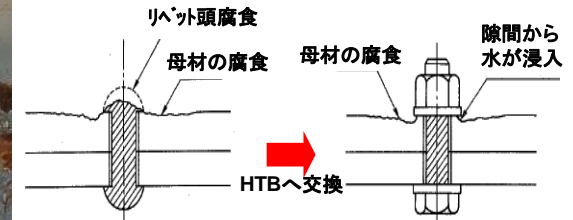


# リベットの留意点

## (1) 腐食リベットの取替え

リベット頭が腐食しているのみで緩んでいない場合  
 ...取替えにより、逆に隙間から水が浸入し腐食が進行した事例もあり

・取替えより、腐食対策が好ましい場合が多い



腐食リベットの取替えによる水の浸入

# リベットの留意点

## (2) リベットの高力ボルトへの取替え

リベットの接合面は防錆塗装として鉛丹錆止塗料が塗布されている場合が多い  
 ⇒摩擦係数0.4を確保することが困難



- ・接合面の処理
- ・高力ボルトのサイズアップ
- ・打込式高力ボルトの使用
- 等の検討が必要な場合がある

# ② 高力ボルト F11T

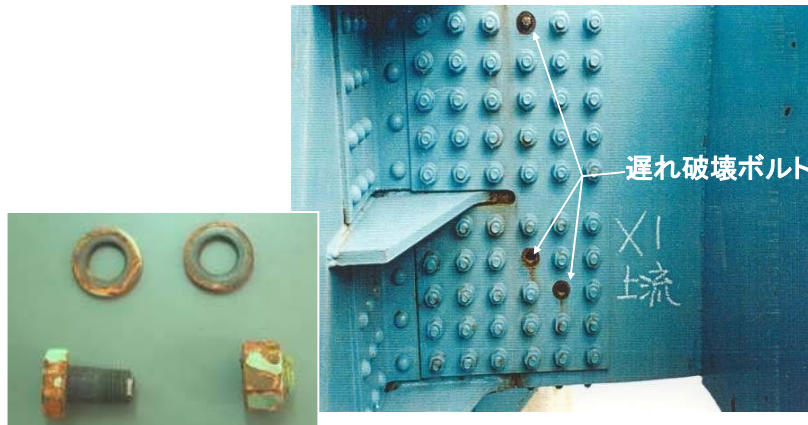
昭和40年代後半～50年代初頭  
 高力ボルト F11T が使用された

通常の F10T と比較して1割程度高強度  
 → ボルト本数の削減  
 → 盛んに使われた

F13Tというものも一部に使われた



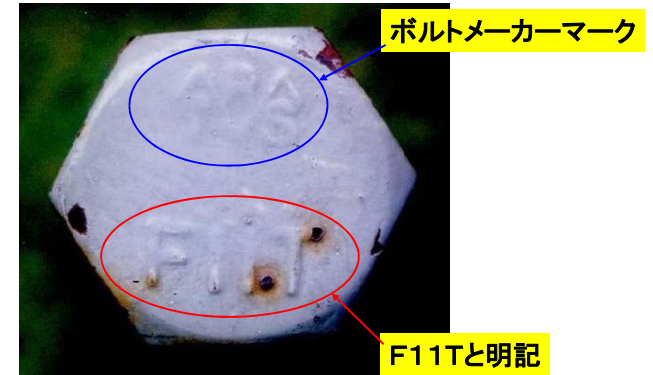
しかし ある時間が経過したのち  
突然 脆性的に破壊！！



高張力鋼特有の「遅れ破壊」

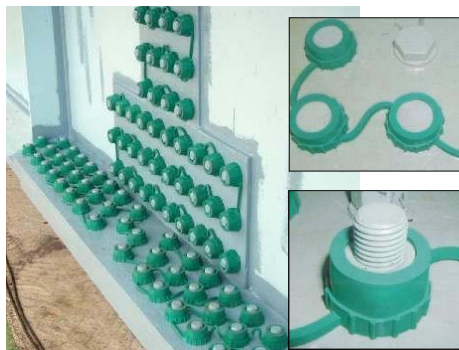
### F11Tの確認

- (1) 図面での確認: 3種という表現の場合もあり
- (2) 現地での確認: ボルトヘッドマークで確認

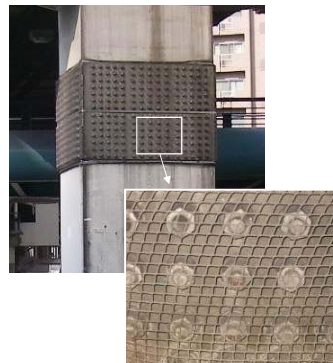


### F11Tを見つけたら、どうする？

まずは、破断したボルトが落ちて第三者に  
被害を与えないよう落下防止措置を実施



落下防止キャップの取付例



落下防止ネットの取付例

### 抜本対策はボルトの取替え

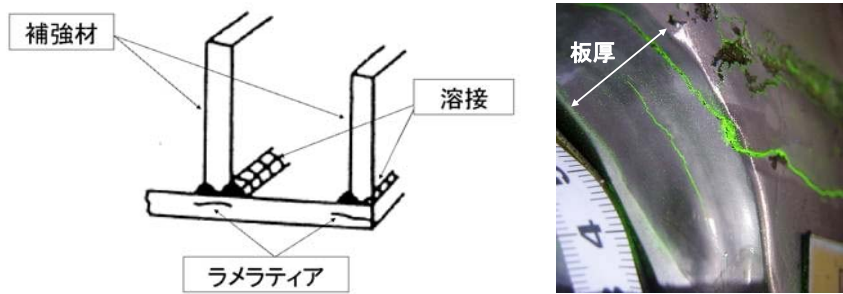
但し、F10Tに替えると継手強度が  
下がってしまう（要応力照査）

照査結果によっては、ボルト径を  
上げるなどの処置が必要

M22 F11T → M24 F10T

### ③ 古材(硫黄含有量の多い鋼材)

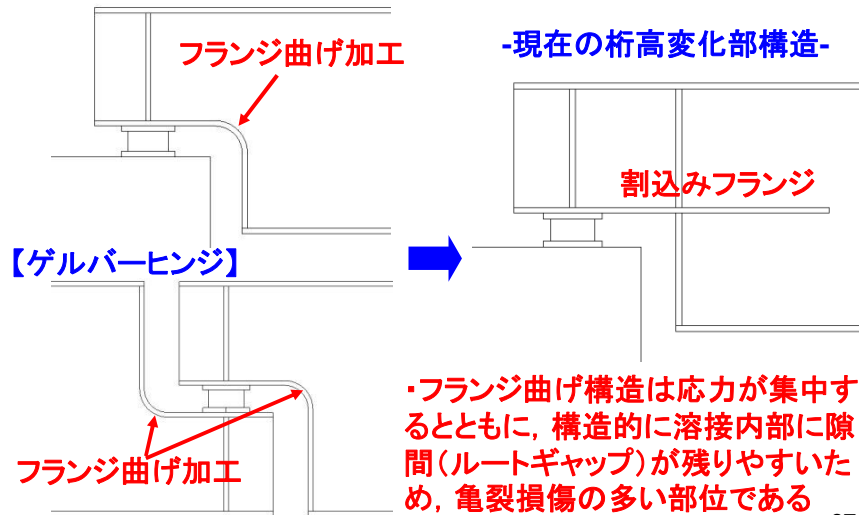
ラメラティアに注意!



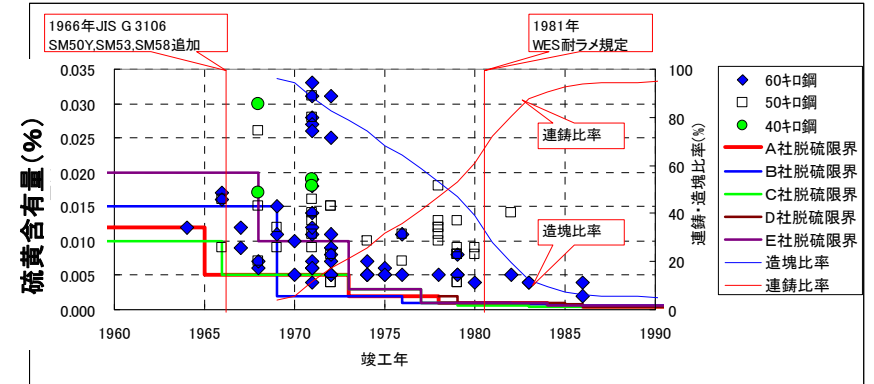
硫黄含有量の多い鋼材に拘束の高い溶接をすると、ラメラティア(層状の割れ)の発生の可能性が高い。

### ④ 桁高変化部(フランジ曲げ構造)

【桁端切欠】



### 鋼材の硫黄含有量の推移



・硫黄含有量は1970年代半ばに急激に減少。溶接性は格段に向上しているものと考えられる。

溶接はきわめて有用な手法であるが、古材に対しての適用は慎重な検討が必要

### 桁高変化部の亀裂補修事例①

【桁端切欠部】

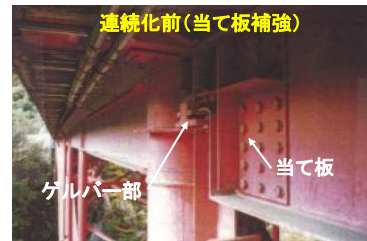
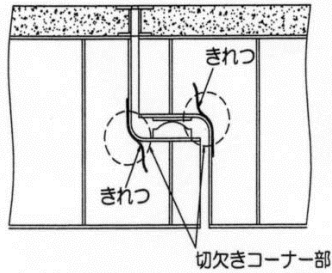
補強板による補強



## 桁高変化部の亀裂補修事例②

### 【ゲルバーヒンジ部】

補強板⇒桁連続化



89

## 2 違いを知って 設計・施工に留意しよう

### 補修・補強工事の特徴

90

### 補修・補強工事の特徴

既設桁＝死荷重載荷状態

補強材を付けたら・・・

活荷重には効く

死荷重には効かない

B活荷重対応が目的なら

それでもOKだが・・・

## 2-1 そのまま補強しても効果は・・・

死荷重には効かない補強

91

92



死荷重応力も負担させたい場合

**Step1** ジャッキアップで  
死荷重キャンバーを戻す

**Step2** 補強材を設置

**Step3** ジャッキダウン

というステップが必要

設計時にも上記ステップでの解析が必要

93

2-2 通行止めは簡単にはできません・・・

活荷重作用下での施工

94

ボルト孔を明けたら・・・

既設部材の断面が欠損し応力超過

→ 孔引状態での応力照査が必要

溶接で部材を付けようとしたら・・・

車両通行時の振動で部材が揺れる

→ 振動状態の測定と検討が必要

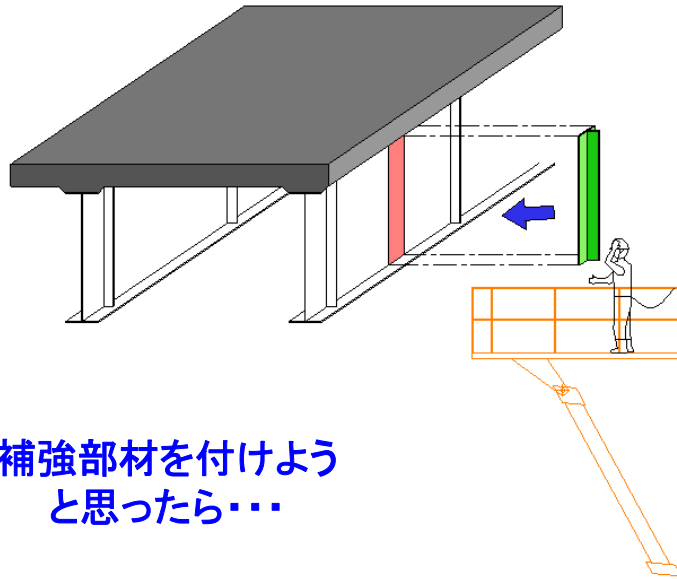
( JSSC 共用下にある鋼構造物の  
溶接施工指針 参照 )

95

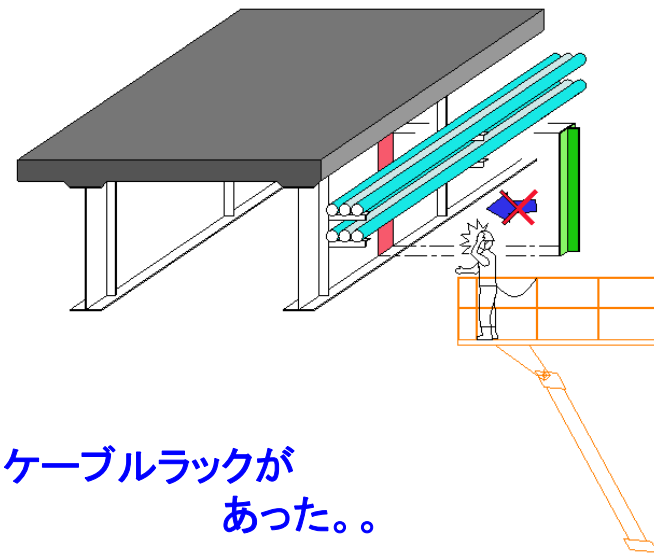
2-3 こんなところにこんなものが・・・

図面に載っていない構造物・付属物

96

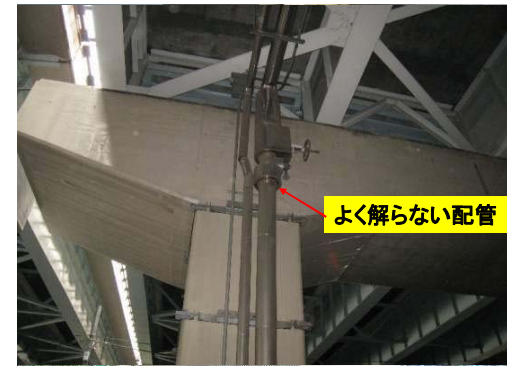


補強部材を付けよう  
と思ったら・・・



ケーブルラックが  
あった。。

- 現地** 補強図面には載ってないぞ！
- 設計** 土木の竣工図には載って  
いなかったのだから判らなかった。
- 現地** 現場を見ろ、現場を！
- 設計** 1回は行ったんだけどなあ。  
当初はそこに付ける予定じゃ  
なかったから気付かなかったよ。



特に施設関係は、土木の竣工図に  
載っていないことが多い  
意識していない箇所は  
1度見ても覚えていないもの

図面だけで判断，設計を進めるのは危険



まずは現場を見よう！  
(現場にあわせた柔軟な設計を)

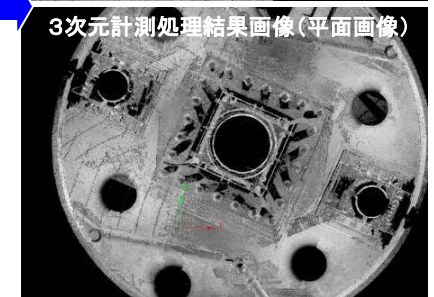
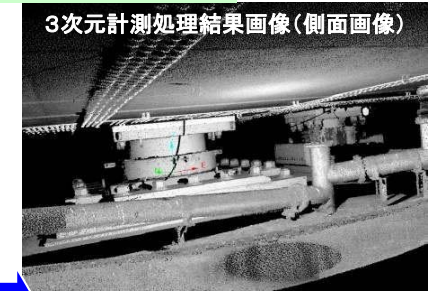


- ・ デジタル写真
  - ・ 三次元計測
  - ・ ビデオ撮影
- などで現場を記録しておくとな非常に有効

現場実測(3次元計測の例)



現場実測では，その実測方法の計測精度，誤差を理解しておくことが重要



3 現場を知って  
設計・施工に留意しよう

補修・補強現場の実態

3-1 思っている以上に狭いかも。

狭隘な施工空間





現場孔明・取付け・HTB締付け



部材取付け・HTB締付け



沓座のはつり

図面で想像するより、  
実際はもっと狭いこ  
とが多いかも・・・

## 施工スペースを考慮した構造, チェック

(例)

- アンカー削孔・・・コアドリルの高さ
- 部材搬入・・・マンホールと部材の関係
- 高力ボルト・・・締付け機の大きさ

## 3-2 これって人力で運ぶの？

重機を使用できない施工箇所



部材の箱内への搬入

重機が使えないこと  
がほとんど。



部材の運搬

## 部材の分割・小型化

重機を使えない場合がほとんど

チェーンブロック等で少しずつ地道に持ち上げるしかない

場所によっては人力になる



**部材の分割・小型化は必須**

109

## 3-3 やって見ないと判らないことも・・・

アンカーボルトの削孔の場合

110

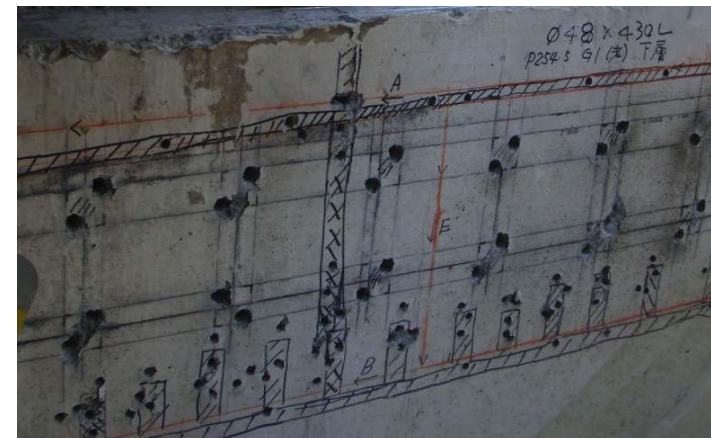
## 電磁レーダによる鉄筋探査



探査可能深さは20cm程度  
→ 2段目以降の鉄筋は探査できない

111

## パイロットホールによる鉄筋確認



2段目以降の鉄筋を探るため、鉄筋は切れない小径ドリルによる確認の繰り返し

112

### ダイヤモンドコアドリルによる削孔



鉄筋センサーによる鉄筋切断の防止

113

### アンカー削孔跡 (トライ&エラーの跡)



孔埋め作業も発生する

114

やってみないと解らないからこそ設計時の配慮を...



↓  
製作反映

- アンカーボルトの場合
- ・アンカー位置の移動に対応出来るようリブ間隔を広めに設定
  - ・補強部材のベースを若干大きめにしておく
  - ・アンカー孔は出来るだけ細径, 少本数
- などの設計時の配慮でかなり助かる

115

## 4 まとめ

116



## まとめ (1/3)

### 1 弱点を知って設計・施工に留意しよう！

- ・ 桁端はもっとも損傷事例が多い。  
桁端の損傷原因を理解し、桁端構造に留意することでかなりの損傷を防ぐことができる。
- ・ 昔の材料・構造を補修・補強する際はその背景、特性を良く理解しておく必要がある。

117

## まとめ (2/3)

### 2 違いを知って設計・施工に留意しよう！

- ・ 既に作用している荷重と補強の目的を理解して設計することが必要。
- ・ 供用下での施工となることを考えておくことが必要。
- ・ 図面に載っていない構造物もある。まずは現地確認が重要。

118

## まとめ (3/3)

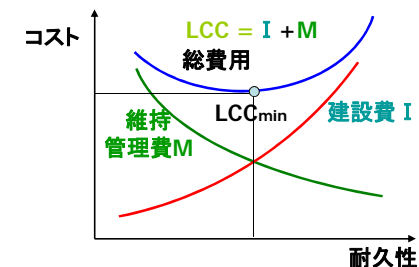
### 3 現場を知って設計・施工に留意しよう！

- ・ 補修現場は思っている以上に狭い。施工を考慮した設計が必要。
- ・ やって見ないと解らないことがある。  
だからこそ設計時の工夫、配慮が必要。

119

## 橋梁のライフサイクルコスト (LCC)

- ライフサイクルコスト (LCC) のイメージ  
 $LCC = I + \sum M$  (架替え費用は除く)



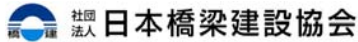
120

# 鋼橋 LCCソフト(2011年版)

好評 発売中

- 長寿命化のニーズに対応
- 最適LCCコストの算出

販売価格 ￥10,000円

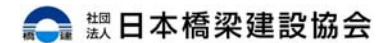


121

# 各種橋梁形式

- 最適なLCC
- 初期建設費
- 維持管理費

計算



122

入出力画面

計算結果

比較表の出力

仕様の選択

橋長、幅員入力



123

エクセルの出力

仕様出力

維持費と耐久年数

数量集計表



124

ご清聴 ありがとうございます

125