

# 供用開始後 40 年を迎える山間部橋梁の補修事例 — 国道 186 号長田橋 —

## Repair of a Bridge in Mountains after 40 Years' Use - Nagata Bridge on Route 186 -

藤井一成\*  
Kazunari FUJII

### Summary

This bridge in Shimane prefecture, constructed in 1965 near the prefecture's border with Hiroshima prefecture, is a 2-hinge knee brace steel rigid-frame bridge with side spans. The recent poor drainage performance led to deterioration of the base plates and coating. Accordingly, repairs were conducted mainly by water treatment of the bridge. The resin was injected to fix the anchor bolts for bearings that had become loose. Also, because severe deterioration of some parts of the concrete slabs was found, they were partially replaced by jet concrete. Though the contents of this construction are general, they may be useful for future repair works.

キーワード：橋梁補修、橋梁水処理、床板コンクリート補修、支承アンカーボルト固定

### 1. まえがき

長田橋は、昭和40年に建設された側径間を有する2-ヒンジ方杖式鋼ラーメン橋であり、国道186号の広島県境に程近い島根県の中津川に位置し、建設以来、島根県と広島県を結ぶ重要な国道の橋梁として供用されてきた(図-1, 2)。過去に2度の補修・改良工事が行われてきたが(表-1)、今回は部分的な塗装補修工事として本工事の施工に着手した。しかし、作業足場設置後、詳細に各所を確認したところ、塗膜劣化の他に変状箇所が幾つか発見されたことから、全橋体の補修工事へと方針を変更した。

本稿は、今回実施した長田橋補修工事のうち(表-2)、橋台支承補修、排水管延長、橋面排水処理、床版コンク

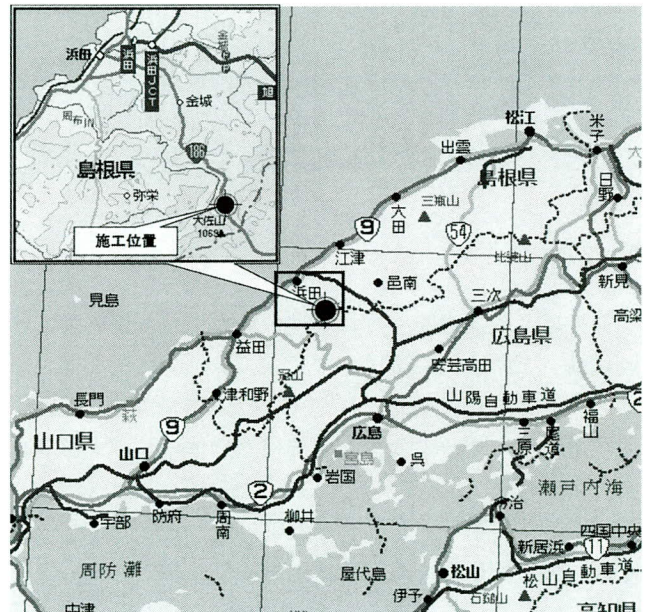


図-1 施工位置図

表-1 過去の補修内容

施工時期	施工内容
昭和40年	新規橋梁架設工事
昭和54年	床板張出部・ハンチ部の断面補修・沓座拡幅 伸縮装置取り替え・橋梁塗り替え など
平成8年	床板張出部・ハンチ部の断面補修 床板クラック樹脂注入・床板鋼板接着補強 伸縮装置取り替え(中間支点のみ) 縦桁増設・地覆拡幅・高欄取り替え 橋梁塗り替え・落橋防止装置取付け など

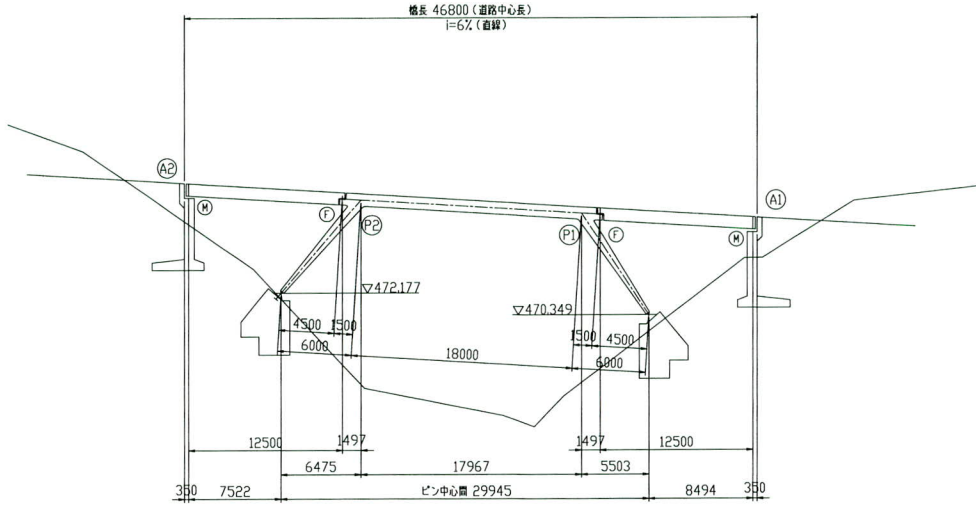
表-2 本工事補修内容

施工時期	施工内容
平成15年 ～ 平成16年	A1・A2橋台支承補修・排水管延長 橋面排水処理・床板コンクリート部分打替え 橋体塗り替え・床板ハンチ断面補修 鋼製高欄レール取替え・盛土部排水柵設置 地覆天端水切り設置・伸縮装置排水管延長 親柱塗り替え 太字は本報告書記載工種

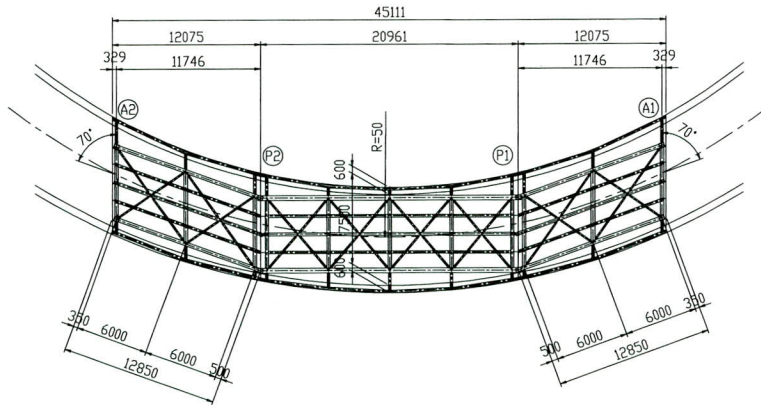
\*工事本部工事計画部工事計画課

# 長田橋全体一般図

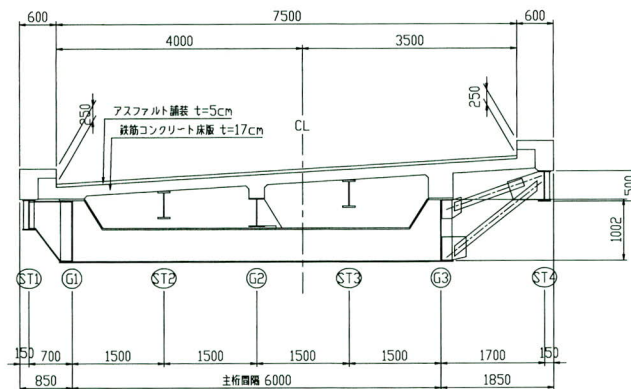
## 側面図



## 平面図



## 断面図



図一 長田橋橋梁一般図



リート部分打換え、および橋体塗替えについて報告するものである。

## 2. 補修工事内容

### (1) A1・A2橋台支承補修

#### 1) 変状と原因

橋台支承の点検を行ったところ、アンカーボルトナットとキーププレートとの間の隙間や、キーププレートの回転が確認された(写真-1)。

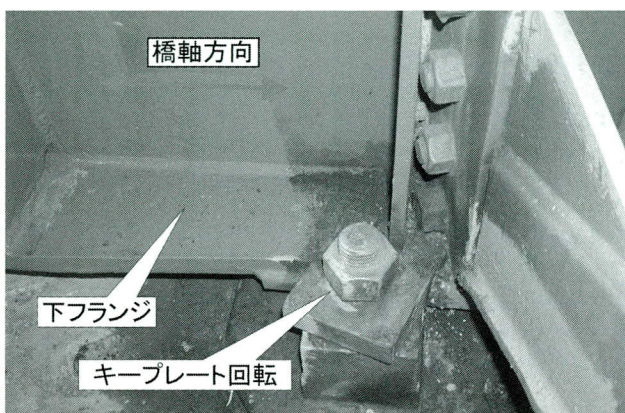
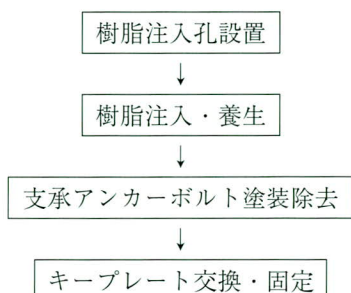


写真-1 支承部の変状

そこでその隙間を詰めようとナットを締め込んだところ、若干ではあるが、ナットと共にアンカーボルトが回転した。これは、橋台コンクリートの一部に締め固めが不十分な箇所があり、その部分の風化が通常より著しく進んでいたことと、ボルトねじ切り部の塗装もしくは錆によりボルトとナットが密着していたために、ボルトとコンクリートが縁切れしたものと考えられた。また、キーププレートの回転は、橋台もしくは、桁の過大な移動により発生したものと推測された。

#### 2) 補修方法

本作業のフローチャートを以下に示す。



アンカーボルトをコンクリートに固定するため、その隙間に樹脂をシリンダー工法で注入した。

本工法は、コンクリートのひび割れ補修に通常採用されるものであり、注射器のような形をした注入器に、輪ゴムを掛け、その輪ゴムの収縮力により、低圧・低速で樹脂を注入できるものである(写真-2)。本変状の場合、アンカーボルトとその周りを取巻くコンクリートとの隙間が微細であることから、シリンダー工法を最適な工法と判断し採用した。

なお、樹脂の粘性にはいくつかの種類があり、施工時期(気温)により使い分ける必要がある。

樹脂注入口は、橋台天端より斜めにアンカーボルトに向けてハンマードリルにて削孔することによって設けた(図-3)。また、エポキシ樹脂の充填は、樹脂がアンカーボルトに沿って上部に浸み出すことで確認した(写真-3)。

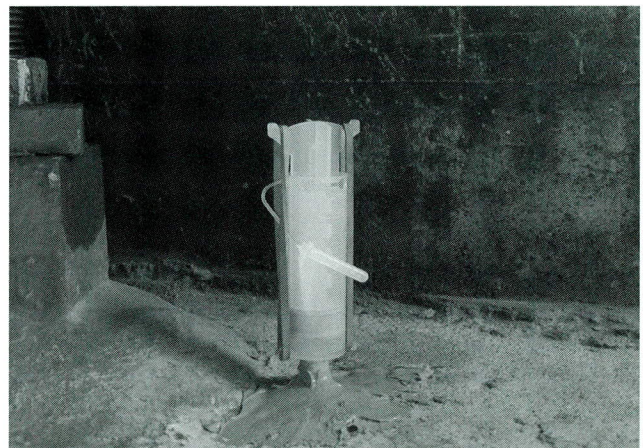


写真-2 樹脂注入状況(シリンダー工法)

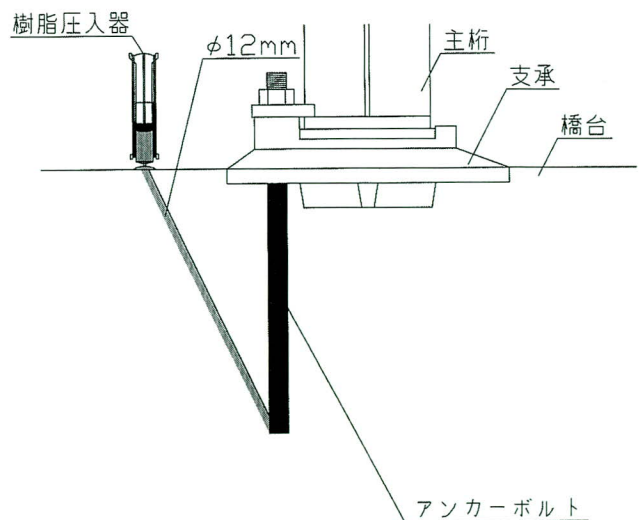


図-3 樹脂注入孔設置要領





写真-3 樹脂充填確認

橋台もしくは桁の過大な移動により、キーププレートがアンカーボルトを中心に回転しており、的確に主桁下フランジを押さえ込んでいなかったため、キーププレートを現状の桁位置に合わせて再製作・交換した（写真-4）。また、支承本体の健全度については、比較的良好であった。



写真-4 支承キーププレート交換



写真-5 既設排水管

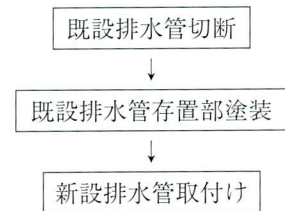
## (2) 排水管延長

### 1) 変状と原因

経年劣化から、橋面排水柵より床版下方へ突出していた排水管が著しく腐食していた。さらに、その突出長が不足していたことから（写真-5）、周辺の橋体に排水が飛散し塗装を劣化させていた。

### 2) 補修方法

本作業のフローチャートを以下に示す。



既設の排水管を切断撤去し、既設管より排水延長の大きい排水管を新規に製作し、交換した。本管の取付けは、管上端部にフランジを設け、それを床板下面に打込み式アンカーを用いて固定した。また、管の横ぶれ防止は、ラーメン脚に新規に取付けた金具によって対応した。なお、本橋は山間部の積雪地帯に位置しており、凍結防止剤による塩害を考慮し、管の防錆処理には、防錆性能の良い溶融亜鉛メッキ（HDZ55）を採用した（写真-6）。

アンカーの打込み孔は、部材を取り付け位置に仮固定

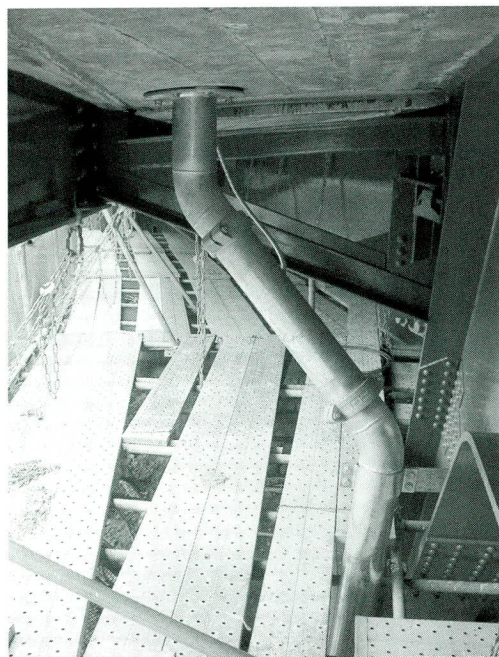


写真-6 新設排水管



しておき、部材のボルト孔にハンマードリルの刃を挿入して床板を削孔する方法（俗にいう当て揉み）により設けた。しかし、所定深さまで削孔する間に鉄筋と干渉した場合、仮に固定した部材を撤去し、現地にて部材へ別の孔を設けることとなり、容易な作業ではない。しかも、新たに設けた孔の位置で再び鉄筋に干渉しないとは限らない。そこで、排水管フランジに必要ボルト本数に対して2倍のボルト孔を設けることによって、仮固定した部材を再度撤去することなく、容易に別の位置にアンカー打込み孔を設けることが可能となった（図-4）。

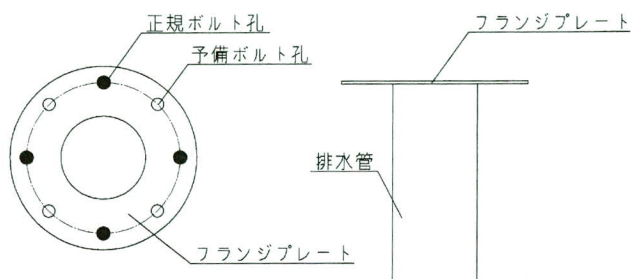


図-4 排水管フランジボルト孔

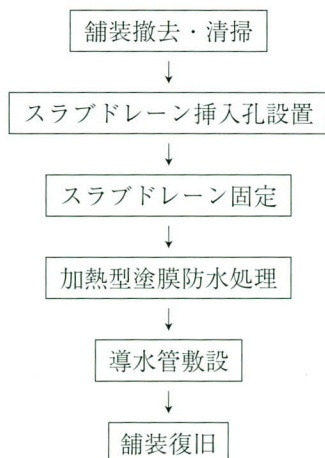
### (3) 橋面排水処理

#### 1) 変状と原因

伸縮装置付近の床板下面より橋面の水が浸み出していることが確認された。これは、伸縮装置付近の床版上面に雨水や凍結防止剤を含んだ雪解け水が溜まり、上面より床版が劣化したためと思われた。

#### 2) 補修方法

本作業のフローチャートを以下に示す。



床版上面より水が浸透しないように、伸縮装置より縦断勾配上側1~2m程度の橋面舗装を撤去し、床板天端に加熱型塗膜防水処理を施した（写真-7）。



写真-7 加熱型塗膜防水処理

また、舗装より浸透し、伸縮装置付近に滞留する水を排水する目的で、最も勾配の低い箇所にスラブドレーン（既設橋取付けタイプ）を設置した（図-5）。さらに、滞留する水を効率良く排水させるために、集水機能を持つコイル状の導水管を地覆前面および伸縮装置前面に配置し、舗装内に埋設した。なお、その止端部はスラブドレーンと接続した（写真-8）。

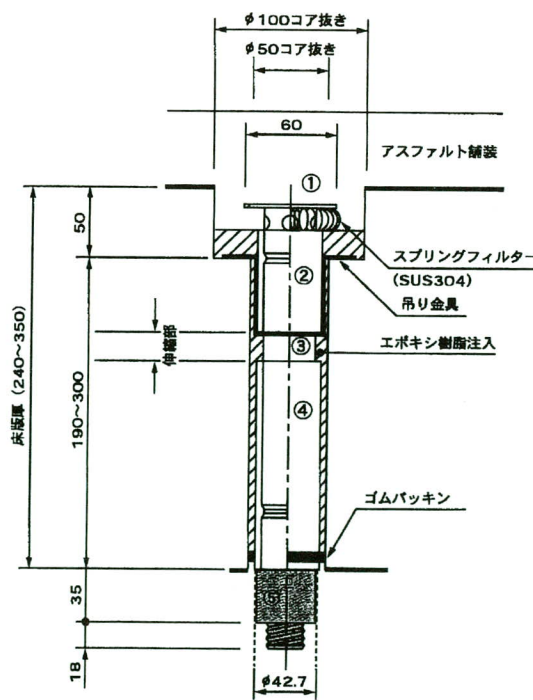


図-5 スラブドレーン概要図（既設橋取付けタイプ）





写真-8 導水管敷設

本作業後に復旧する舗装の材料については、あくまで排水桝が主となる排水設備と考え、透水性ではなく、通常の合材を使用した。

#### (4) 床板コンクリート部分打替え

##### 1) 変状と原因

伸縮装置前面の床板防水処理のため、既設舗装を撤去した際に、橋梁建設当時のコンクリート舗装が現われた。さらに、そのコンクリート舗装と床版との間に水が浸み出していることが確認されたため、コンクリート舗装板を撤去したところ、局所的ではあるが床板コンクリートが著しく劣化しており、金属棒で容易にコンクリート中の骨材を摘出できるような状態であった（写真-9）。

##### 2) 補修方法

本作業のフローチャートを以下に示す。

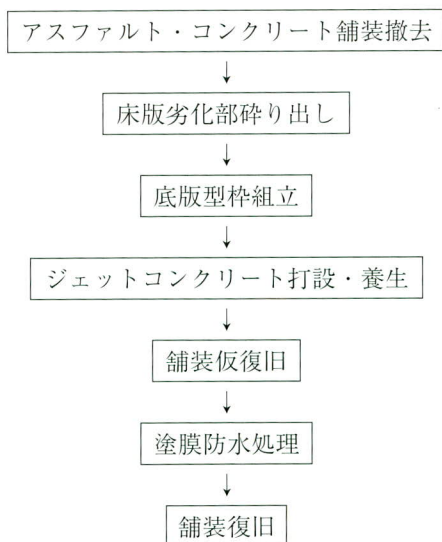


写真-9 床版コンクリート劣化部

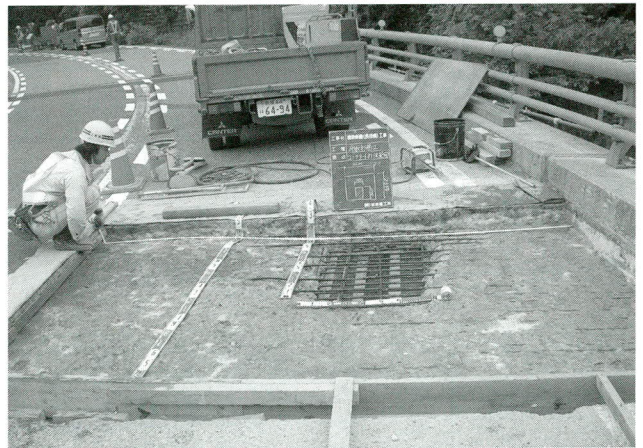


写真-10 床版コンクリート劣化部

床板本来の強度を確保するため、本工事では床版を部分的に打ち替えることにした。

コンクリートの劣化が著しい部分を中心にコンクリートを取り除いたが、床版全厚に渡って劣化している箇所は極めて一部であった（写真-10）。建設より40年経過しているにも関わらずコンクリートの状態は健全でありハンマーで打音検査を行ったが、乾いた清音が確認できた。

また、劣化部分の鉄筋の状態は、表面に微細な錆はあるものの、断面欠損までには至っておらず状態は良好であったことから、鉄筋の交換は不要と判断した。

なお、床版の鉄筋には、異形棒鋼ではなく丸鋼が使用されており、本橋建設時からの時間の流れを感じた。

本橋は、主要国道であるとともにおよび急カーブの非常に見通しの悪い場所に位置しており、長期に渡り交通規制を行うことが困難である。よって、交通規制の期間を短縮するために、早期に強度を発現するジェットコン





写真-11 バッチャージェットミキサー車



写真-12 圧縮強度簡易測定器

クリートを使用した。

ジェットコンクリートとは、セメントのアルミン酸カルシウムの量が多く、その急激な水和反応により著しく速く硬化し、さらに高性能減水剤を添加することにより、水セメント比を限界まで低くして（ $W/C = 40\%$ 以下）2～3時間で $20N/mm^2$ 以上の強度を発現させるものである。また、単位水量が少ないことや、高性能減水剤を使用していることから、練り混ぜたコンクリートは粘性が高く、非常に仕上げにくいコンクリートとなっており、仕上げ補助剤を兼ねた被膜養生剤を使用することによって、その施工性を補っている。

また、ジェットコンクリートはコンクリート材料を搭載した専用のバッチャージェットミキサー車により、現地で練り混ぜられる（写真-11）。さらにコンクリートの硬化が極端速く、プラントの万能試験機までテストピースを運搬している間に、強度を確認する材齢（3時間）に達してしまうため、手動ジャッキにより加圧する簡易測定器により現場にて圧縮強度を行った（写真-12）。

ジェットコンクリートの打設は、コンクリートの硬化が著しく速いことを除けば、通常のコンクリートと変わらない（写真-13）。今回使用したジェットコンクリートのハンドリングタイム（練り混ぜ開始から仕上げ完了までの時間）は、45分間程度と非常に短く、全般に迅速な施工を求められるが、それ以上にコンクリートの金ゴテ仕上げが可能な時間帯が極端に少ないため、通常の2～3倍の仕上げ担当の作業員が必要となる。

今回新たに打設したコンクリートにも、塗膜防水処理を施した。しかし、その処理はコンクリートが所定強度まで発現した時点はなく、コンクリート中の水分が十分に低下してから行う必要がある（2週間程度必要）。しか



写真-13 コンクリート打設状況

し、本橋では長期間の交通規制は困難なことから、所定強度が発現された時点で仮舗装を行い、コンクリート打設より2週間の養生期間をおくことにより、コンクリート中の水分を低下させた後に、再度仮舗装を撤去して塗膜防水処理を行った。その防水処理方法については、前述の(3)橋面排水処理のとおりである。

#### (5) 橋体塗り替え

##### 1) 変状と原因

本橋は山間部の積雪地帯に位置しており、冬期には凍結防止剤が散布される。雨天時に橋面水が伸縮装置付近の床版より浸透しており、その付近の桁部材の塗装を劣化させていた（写真-14）。また、橋面排水がラーメン脚に直接飛散していたため、特に塗装の劣化が著しかった（写真-15）。



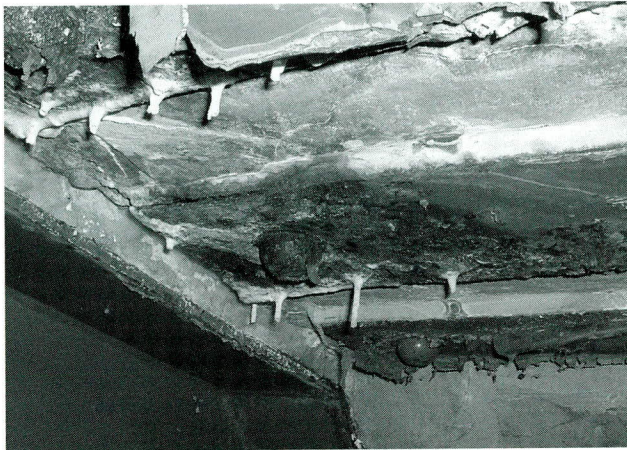


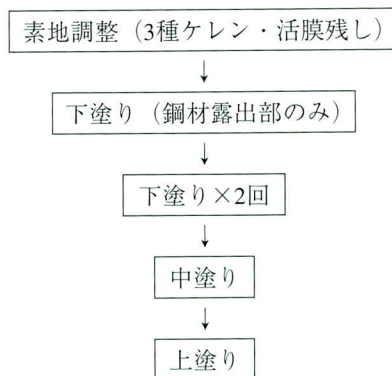
写真-14 伸縮装置付近の塗装劣化部



写真-15 ラーメン脚の塗装劣化部

## 2) 補修方法

本作業のフローチャートを以下に示す。



平成8年の工事では、A-1塗装系が採用されたが、今回の工事では更に防錆効果が高いC-1塗装系を採用した。その塗装仕様を表-3に示す。

素地調整の程度は3種Cケレンが要求され、平面部で

表-3 本橋塗装仕様 (C-1)

工程	商品名	色相	標準 使用量 (g/m <sup>2</sup> /回)	目標 膜厚 (μm/回)	塗装 方法	シンナー希釈率 (%)	塗り重ね 塗装間隔 (20℃)	
素地調整	さび、劣化塗膜を除去し鋼材面を露出させる。ただし、劣化していない塗膜(活膜)は残す。 (素地調整後の種別 … 3種ケレン)						4時間 以内	
現場	*下塗り	ハイボン20デクロ	グレー	(240)	(60)	はけ	ハイボンエポキシ シンナー (0~5%)	1日~ 10日
	第1層	ハイボン20デクロ	ブラウン	240	60	はけ	同上	
	第2層	ハイボン20デクロ	グレー	240	60	はけ	(0~5%) 同上	
場中	第3層	ハイボン20デクロ	グレー	240	60	はけ	(0~5%) 同上	1日~ 10日
	中塗り	ハイボン30マスタック中塗K	指定色淡	140	30	はけ	(0~5%) 同上	
場上	上塗り	ハイボン50上塗	指定色	120	25	はけ	ハイボンウレタン シンナー (0~10%)	1日~ 10日



写真-16 ケレン状況・膜厚測定点

は電動工具、狭所では手工具を使用し、入念にケレン作業を行った。

塗り替え塗装の場合、鋼材に旧塗装が残っていた箇所塗り重ねた部分と、鋼材が露出していた箇所に塗り重ねた部分が連続するため、塗膜厚測定位置によって著しくばらついたデータが測定されることから、平均膜厚・最小膜厚・標準偏差を用いた通常の塗膜厚管理が不能となる。鋼道路橋塗装便覧によれば、塗り替え塗装の場合、標準偏差の規定を適用せずに、平均膜厚や最小膜厚のみを規定し管理する手法が記載されている。しかし、本橋においては、完全に鋼材を露出させた測定点を設け(写真-16)、その位置で塗膜厚を測定することによって、測定箇所毎のばらつきを無し、通常の品質管理を行った。

## 3. 今後の工事の留意点

本工事の経験から、以下の点に留意して今後の工事に取り組みたい。

### ① シリンダー工法

今回は、支承アンカーボルト周辺の微細な隙間を埋め



るために本工法を採用したが、低速・低圧で注入することから、粘性を持つ樹脂を確実に充填出来た。低速・低圧の注入では、樹脂充填部の空気を抜く孔（空気孔）は小さなもので良く、今回の注入では空気孔を特に設けず、アンカーボルトと橋台コンクリートとの微細な隙間を空気孔として機能させた。しかし、シリンダーに一度に入る樹脂の量が50ccと少ないことや、低速・低圧で注入することから、施工速度は遅い。よって、全体の注入量が大きく、注入する隙間がそれほど微細でない場合には、本工法は不向きと判断される。

## ②排水管

今回の橋梁では、排水管長さが主桁部材高さより短いため、桁下を通り抜ける風によって橋面からの排水を周囲の橋体に巻き散らしていた。排水管延長を、主桁部材高さより大きくすることはもちろんのこと、ラーメン構造では脚部、下路アーチ構造ではアーチ部材の位置にも配慮して排水管延長を決定する必要がある。

また、今回は既設構造物を実測し、排水管を製作・取付けを行ったが、実測結果と既設構造物形状が合わなく、その取付け作業に必要以上の時間を要した。そこで、今回のような場合には、実測誤差を吸収できるように伸縮部を排水管の一部に設けた方が良いと思われる。

## ③後施工アンカー

後施工アンカーの施工は、コンクリート内部に障害となる鉄筋などが無い場合には容易に行えるが、打込み長がコンクリート構造物の鉄筋かぶりより大きいなど内部に障害物がある場合は、非常に困難である。

アンカー打込み孔を設ける位置に、鉄筋が配置されている場合は、その位置を避けて打込み孔を設ける必要がある。そこで、取付け部材に所定数より多い孔を明けておけば、万一鉄筋に干渉されたとしても予備の孔を利用してアンカーの施工が可能であり、取付け部材を現場搬入後に加工することもなく、防錆上の観点からも有利である。また、新設構造物の場合には、積極的に先施工アンカーを採用するべきである。

## ④埋設型導水管・スラブドレーン

伸縮装置付近の床版コンクリートが著しく劣化していた原因に、伸縮装置付近に滞留する水が挙げられる。本橋が位置するような寒冷地では、冬期には凍結防止剤が撒かれることが多く、それが溶け込んだ水が床版上面に

滞留することは、床版にとって非常に過酷な状況にあることはもちろんのこと、鋼桁にとっても同じである。したがって、伸縮装置前面に集水機能を持つ導水管を埋設し、最下部にスラブドレーンを設けることは、橋体の耐用年数を延ばすために有効な手段と判断される。

## ⑤ジェットコンクリート

ジェットコンクリートは、硬化が速いことを除けば、通常のコンクリートと同様に施工可能である。しかし、コンクリート硬化時に急激な化学反応を起こしているため、硬化熱は他のコンクリートに比べて大である。よって、その使用に際し、硬化熱の影響を考慮する必要がある。今回使用したバッチャージェットミキサー車では、1回に0.1m<sup>3</sup>のコンクリートを練り混ぜることが可能で、その供給に要する時間は5分/回程度である。また、本コンクリートの使用量が極少（0.8m<sup>3</sup>以下）の場合、その購入価格が割高となることから、注意が必要である。

## 4. あとがき

今回の点検により、前述のとおり多種にわたる補修が行われた。本橋は、塗装劣化が目立ったり、支承アンカーに緩みが確認されたものの、建設より約40年経過しているにも関わらず、その機能を満足していた。また、特筆すべきは、床版コンクリートの健全度である。今回局所的に著しく劣化している部分が発見されたものの、大半は健全であった。これは、過去の点検・補修工事において発見された劣化部が、的確な方法で補修・改良されたことを示している。これを踏まえて、今後、社会資本である橋梁をより長く使用していくためには、引き続き定期的な点検と的確な維持補修が必要である、と考える。

最後に、今回古く痛んだ橋梁を初めて目にしたときは、その光景に衝撃を感じた。橋が古くなっていく様は、人が老いていく様と重なって見え、それを直接見たり触れたりすることで、多くのことを学んだ。今後、一日も長く長田橋が使用されつづけることを願う。

本工事を進めるにあたり、島根県浜田土木事務所には、多大なる御指導を頂いた。ここに深く感謝の意を表す。

2004.12.27 受付