

本四技報

HONSHI TECHNICAL REPORT

Vol.35 No.115 2010.9

本州四国連絡高速道路株式会社編集

EDITED BY HONSHU-SHIKOKU BRIDGE EXPRESSWAY COMPANY LIMITED

本四技報 第115号 目次

Contents of Honshi Technical Report No.115

【巻頭言】

| | | | |
|---|----------|----------|---|
| 弛み無い技術開発を…………… | 保全部 保全部長 | 帆 足 博 明… | 1 |
| Technological development without loosening | | | |

【技術論分】

| | | | |
|---|---------------------------------------|--------------------|---|
| 瀬戸大橋の鋼ケーソン干満帯・飛沫帯の防食…………… | 坂出管理センター 橋梁維持第一課長代理 | 宮 口 典 博… | 2 |
| Corrosion protection of tidal and splash area of steel caisson in Seto-Ohashi Bridges | 坂出管理センター 橋梁維持第一課長 坂出管理センター 橋梁維持第一課 | 大 川 宗 男 坂 本 佳 也 | |

| | | | |
|---|---------------------------------------|---------|---|
| 大鳴門橋（バックステイ径間部）落橋防止システム設置…………… | 鳴門管理センター 橋梁維持課長代理 | 越 野 勝… | 8 |
| Installation of unseating prevention system for the Backstay Span Truss Bridge of the Ohnaruto Bridge | 神戸管理センター 計画課付 （前）鳴門管理センター 橋梁維持課長代理 | 溝 上 善 昭 | |

| | | | |
|---|--|--------------------|----|
| 舞子トンネル除塵装置のWJ方式への改修効果…………… | 神戸管理センター 施設課長代理 | 小 野 祥 史… | 14 |
| Improvement effect to Water Jet filter-regeneration equipment | 鳴門管理センター 施設課長代理 （前）神戸管理センター 施設課長代理 しまなみ尾道管理センター 施設課 （前）神戸管理センター 施設課 | 亀 井 敏 行 引 田 晋 一 | |

| | | | |
|--|----------------------------|--------------------|----|
| 米国長大吊橋の維持管理の現状報告…………… | 企画部 企画課長代理 | 西 谷 雅 弘… | 19 |
| Report on maintenance of long-span suspension bridges in the United States | 保全部 橋梁保全課長 保全部 道路保全課長代理 | 栗 野 純 孝 杉 山 剛 史 | |

【海外報告】

| | | | |
|--|-------------------------|----------|----|
| コンゴ マタディ橋の現況…………… | 長大橋技術センター 総括・防食グループリーダー | 萩 原 勝 也… | 27 |
| Overseas Report (Democratic Republic of the Congo - Matadi Bridge -) | | | |

【長大橋技術センター アニュアルレポート】

| | | | |
|--|---------------------------|----------|----|
| 新材料を活用した橋梁付属物の検討…………… | 長大橋技術センター 総括・防食グループリーダー | 萩 原 勝 也… | 31 |
| (FRP製橋梁管理路の適用性検討) | 長大橋技術センター 総括・防食グループサブリーダー | 森 下 尊 久 | |
| Study on application of fiber reinforced plastic (FRP) to inspection way | | | |

| | | | |
|---|---|---------|----|
| 円形ケーブル制振対策検討…………… | 長大橋技術センター 耐風・耐振グループリーダー | 福 永 勸… | 33 |
| Investigation of aerodynamic characteristics of circular section cables | 保全部 橋梁保全課長代理 （前）長大橋技術センター耐風・耐振グループサブリーダー | 楠 原 栄 樹 | |

| | | | |
|---|---|---------|----|
| 門崎高架橋の動態観測結果報告…………… | 長大橋技術センター 耐風・耐振グループリーダー | 福 永 勸… | 35 |
| Results of structural health monitoring on Tozaki Viaduct | 保全部 橋梁保全課長代理 （前）長大橋技術センター耐風・耐振グループサブリーダー | 楠 原 栄 樹 | |

| | | | |
|---|--|--------------------|----|
| 耐震性能評価用大規模地震動の設定（瀬戸大橋）…………… | 長大橋技術センター 耐風・耐振グループリーダー | 福 永 勸… | 37 |
| Definition of site-specific large-scale earthquakes at Seto-Ohashi Bridges for seismic performance verification | 長大橋技術センター 耐風・耐振グループサブリーダー 長大橋技術センター 耐風・耐振グループサブリーダー | 竹 口 昌 弘 遠 藤 和 男 | |

| | | | |
|--|--|--------------------|----|
| 海峡部橋梁の耐震補強検討…………… | 長大橋技術センター 耐風・耐振グループリーダー | 福 永 勸… | 39 |
| Study on seismic retrofit of strait crossing bridges | 長大橋技術センター 耐風・耐振グループサブリーダー 長大橋技術センター 耐風・耐振グループサブリーダー | 竹 口 昌 弘 遠 藤 和 男 | |

| | | | |
|------------------------------------|--|------------------|----|
| 鋼橋の疲労に関する検討…………… | 長大橋技術センター 診断・構造グループリーダー | 山 田 郁 夫… | 41 |
| A study on fatigue of steel bridge | 長大橋技術センター 診断・構造グループサブリーダー 長大橋技術センター 診断・構造グループサブリーダー | 山 口 和 範 川 端 淳 | |

| | | | |
|--|--|------------------|----|
| ケーブルバンドのすべり安全性の検討…………… | 長大橋技術センター 診断・構造グループリーダー | 山 田 郁 夫… | 43 |
| A study on slip safety of pin-plate type cable bands | 長大橋技術センター 診断・構造グループサブリーダー 長大橋技術センター 診断・構造グループサブリーダー | 山 口 和 範 川 端 淳 | |

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|----|
| 【技術ニュース】 The latest information …………… | | | 45 |
|---------------------------------------|--|--|----|

| | | | |
|--|--|--|----|
| 【文献紹介】 Related technical report in other publications…………… | | | 48 |
|--|--|--|----|

| | | | |
|---|--|--|----|
| 【総目次】 List of All Contents of Honshi Technical Report …………… | | | 50 |
|---|--|--|----|

本四技報総目次：次回掲載予定：第125号

瀬戸大橋の鋼ケーソン干満帯・飛沫帯の防食

Corrosion protection of tidal and splash area of steel caisson in
Seto-Ohashi Bridges



写真-1 試験施工前
Before corrosion protection work



写真-2 試験施工完了後
After corrosion protection work

大鳴門橋（バックスティ径間）落橋防止システム設置

Installation of unseating prevention system for the Backstay Span Truss Bridge of
the Ohnaruto Bridget

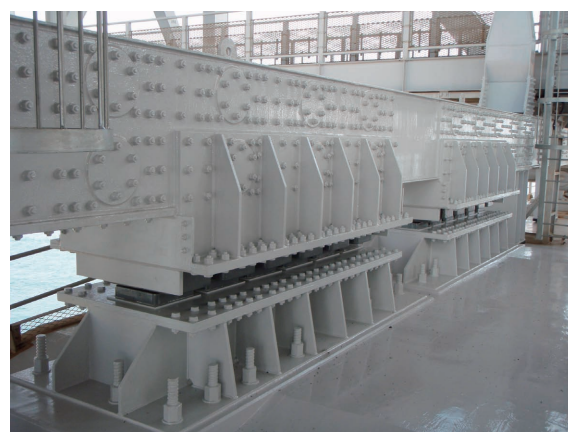


写真-3 トラス橋変位制限構造設置状況 (2P)
Displacement control devices of a lower chord (2P)

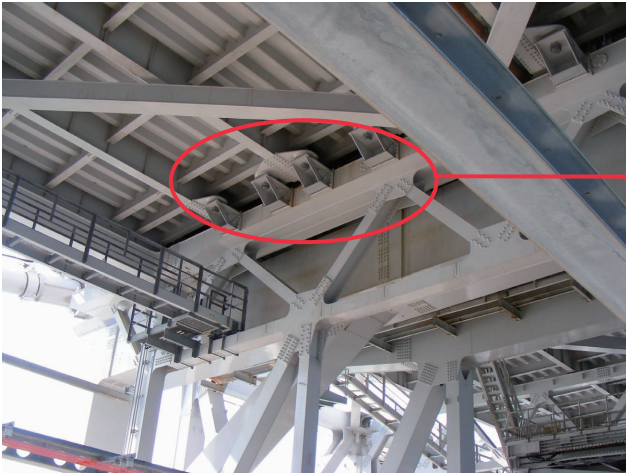
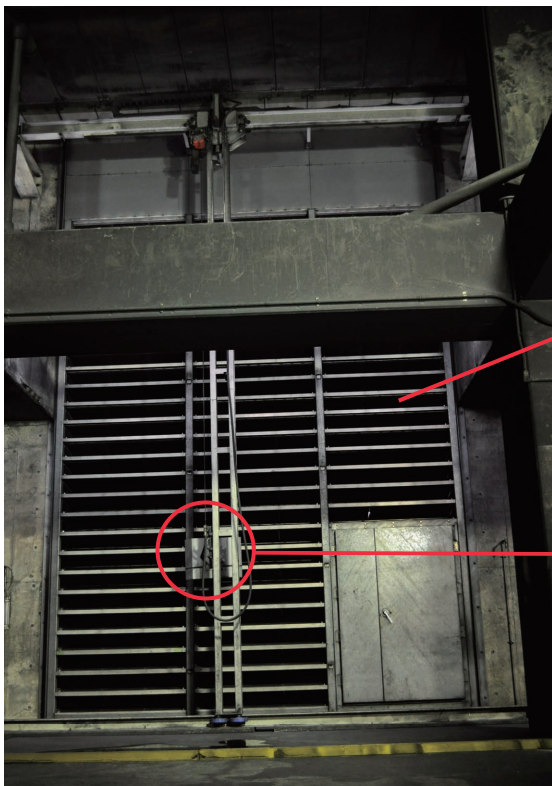


写真-4 道路桁変位制限構造設置状況
Displacement control devices of stringers

舞子トンネル除塵装置WJ方式への改修効果

Improvement effect to Water Jet filter-regeneration equipment



カセットフィルタ



洗浄ユニット

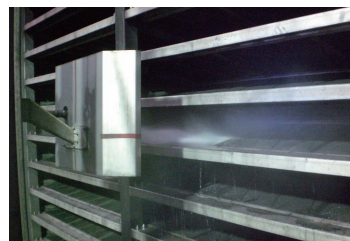


写真-5 トンネル換気装置の除塵フィルタ洗浄装置（舞子トンネル上り線換気所）

Water Jet filter-regeneration equipment (Maiko Tunnel Ventilating Station)

弛み無い技術開発を

Technological development without loosening

保全部長 帆 足 博 明

Hiroaki Hoashi

本四連絡橋は、大三島橋が完成して31年、多々羅大橋、来島海峡大橋が完成して11年が経過した。長期間の維持管理の経験を有する欧米に比べるとその経験は長いとは言えず、現在においても維持管理技術・手法の確立もその途上にあると考えている。

本四高速は、経営理念に200年以上の長期にわたり利用される橋をめざし、万全な維持管理に努めることを掲げている。経営理念にこのような長期間の目標を掲げた会社は、本四高速を除いては他には見あたらない。1883年に完成した米国の有名な吊橋であるブルックリン橋が既に建設後130年近く経過するが、今も現役で重要交通を担っている。また1890年に完成した英国の有名なグルバートラス橋であるフォース鉄道橋も既に120年間使われ続けており、最新技術のもとで建設された本四連絡橋が200年以上利用される橋を目指しても決して無謀な目標だとは思えない。しかし、日本は、①高温多湿で鋼材にとっては厳しい腐食環境にあること、②架橋地点が海峡に位置し、塩害環境にあること、③世界有数の地震の常襲国であること、④台風の経路になっていること、等を考慮すると200年以上にわたり長大橋を健全に維持することは容易なことではないと思われる。また取り巻く社会情勢の影響を受けることも考えられる。

投入される管理費が橋梁の寿命に影響することは明白であるが、昨今の経済情勢や高速道路の料金体系の見直しなどで長期的に安定した維持管理費の確保ができるかなど不安要素もある。

アメリカでは、1973年のオイルショック以降、経済成長が鈍化し、維持管理費を含む資本投資が減少し、その結果、後年に社会資本の荒廃を招いている。当時出版された「荒廃するアメリカ」では、道路機能が著しく低下し、悪路や欠陥橋梁が増加し経済的・社会的に大きな損失をもたらされることが指摘されている。また、NY市のウィリアムズバーグ橋（吊橋）は、検査と緊急補修のために数ヶ月間全面閉鎖された実績もある。短期間であっても本四道路にこのようなことが発生することは社会的にも許されない。課題を先送りしないよう必要な最低限の予算は確保していかなければならない。

橋梁の寿命に最も影響するのは、鋼橋においては鋼材の疲労や腐食である。疲労に関しては、交通量に関係するためすべての橋梁に被害が出るわけではないが、腐食については鋼構造物すべてが被害対象である。

管理において現時点までに技術開発され、実況に適用されている主なものは、①吊橋主ケーブルの防食対策としての送気乾燥システム、②ハンガーロープの内部腐食を把握するための全磁束法による非破壊検査と定着部の防食方法、③同定着腐食部の部分取り替え工法、④海中基礎の防食対策としての電着工法、⑤建設時から一般外面部に採用してきた長期防錆型塗装系の管理手法、などである。

一旦開発したらこれが終わりではなく、実橋への適用後は必ず検証を行い、不具合部分の改良や高度化が必要である。上記のうち、長期防錆型塗装系については、管理する塗装面積が全体で約400万㎡もあり塗装費用が全保全費用に占める割合は最も高くなっている。このため、塗替え費用を極力抑えるため塗膜厚の損耗量で精度良く管理することにし、塗替え着手時期や塗替え期間を決め塗替計画に反映させている。この長期防錆型塗装系のパフォーマンスは一般的な塗装系に比べると格段に耐久性が向上しているが、反面局部的な損傷が生じると減肉が進行する欠点がある。塗装管理については最も重要な技術開発課題の一つと考えている。

一方、コンクリート構造物に関しては瀬戸内の地条件的な条件を考えれば寿命に影響するものは主に塩害、中性化による鉄筋の腐食とこれに伴うコンクリートの劣化を考えればよいと思われる。コンクリート構造物の管理については、定期点検の中で非破壊検査を行うことにしており、その結果をもとに塩害、中性化に対する劣化予測を行い、適切な時期に簡易な対応で長寿命化を行うことを基本としている。

このように管理に必要な工法や技術について順次検討や開発を行い実橋に適用してきたが、対象構造物の平均年齢が25年近くなり、これからが管理の正念場を迎えることになる。さらに今後確実に進む少子高齢化社会での労働力不足への対応や管理に要するコストを如何に削減できるかなど課題は山積している。

本四高速では、民営化以降、点検業務の一部インハウス化も導入しておりJB社員自らがグループ会社の点検員とともに点検・診断業務を行ってきた。インハウス化は本四高速を除いては国内での例はない。今後も管理全体にわたり、新たな取り組みや技術開発を積極的に行い実橋に試行・導入し、常に進化する長大橋保全にしたい。

瀬戸大橋の鋼ケーソン干満帯・飛沫帯の防食

Corrosion protection of tidal and splash area of steel caisson in Seto-Ohashi Bridges

| | | |
|----------|------------|-----------------------------|
| 坂出管理センター | 橋梁維持第一課長代理 | 宮口 典博 Norihiko Miyaguchi |
| 坂出管理センター | 橋梁維持第一課長 | 大川 宗男 Muneo Okawa |
| 坂出管理センター | 橋梁維持第一課 | 坂本 佳也 Yoshiya Sakamoto |

概要

腐食環境の厳しい瀬戸大橋の鋼ケーソン干満帯・飛沫帯の防食を行うにあたって、本州四国連絡橋で施工実績のある各塗料メーカーの材料により施工性を確認することを目的とした試験施工を行った。試験施工において、干満帯で電着物が確認され室内試験においても成分的に有効活用できることが判明したため、既設電着物を活用した電気防食との併用により施工を進めることとした。

Corrosion protection for tidal and splash area of the steel caissons in Seto-Ohashi Bridges, which are under severe corrosion condition, need to be executed. Then, test construction was executed by using material of each paint company that has construction results in Honshu-Shikoku Bridges. As a result of the test construction, electro deposit covered the steel surface even in the tidal area and it was confirmed in laboratory test that the ingredients of the electro deposit are effective as corrosion protection. We are therefore going to apply both existing and newly developed techniques for corrosion protection in such area.

1. はじめに

本州四国連絡橋の海中基礎のうち、鋼ケーソンを用いた設置ケーソン工法が採用されている基礎は、鋼殻の形状保持や補強のため、内部は二重隔壁・ストラット・ブレース・補剛材などの鋼材が多数配置されている。

瀬戸大橋では、設置後10年程度経過した鋼ケーソン外壁（以下「スキンプレート」）で、全面的に均一に減っていく全面腐食に比べ4倍程度の速度で局部的に孔状に腐食する孔食が多数発見されたため、海中に陽極を設置して海水中に微弱電流を流すことにより、「炭酸カルシウム」、「水酸化マグネシウム」等を主成分とする無機質系物質（以下「電着物」）を形成させることでスキンプレートの孔食部を閉塞し海中部の防食（TP-1.0m以深）を行う「電着工法」を進めてきている。

しかしながら、海中部に比べ腐食環境が厳しい干満帯・飛沫帯の防食は、部分的に試験施工を実施しているが、信頼性が高く長期耐久性が期待できる防食工法に関するデータが乏しく、合理的となる工法等の選定が遅れ対策が実施されていなかった。

本稿では、本州四国連絡橋で施工実績のある各塗料メーカーの材料等により施工性を確認することを目的に櫃石島橋 3P（以下「HB3P」）で行った試験施工の概要とその結果を踏まえた「鋼ケーソン干満帯・飛沫帯の防食工法」について報告する。

2. 鋼ケーソン防食の概要と現状

2.1 鋼ケーソン防食の概要

海中の鋼構造物の腐食傾向は、一般的に図-1に鋼管杭の例を示すように飛沫帯及び平均干潮面直下付近で鋼材の腐食速度が大きい。飛沫帯部が最も大きくなるのは、鋼表面が十分に酸素を含む薄い水膜で濡れている状態にあることが要因である。

一方、干満帯部では中央において腐食速度が低く、平均干潮面の直下付近で腐食速度がまた高くなるが、これは、この領域において溶存酸素濃度が高い干満帯部の鋼がカソード、溶存酸素濃度が低い平均干潮面付近の鋼がアノードとなるマクロセルが形成されることによる¹⁾ものである。

同様な腐食環境下にあると思われる本州四国連絡橋の鋼ケーソンの防食状況は、表-1に示すとおりである。

海中部の防食では、瀬戸大橋で供用開始後に電着工法による防食を、多々羅大橋、来島海峡大橋では建設時に流電陽極方式による電気防食を行っている。

一方、海中部よりも腐食環境が厳しいと考えられている干満帯・飛沫帯の防食は、明石海峡大橋、多々羅大橋、来島海峡大橋においては、建設時に長期耐久性を有する塗装を行っているが、瀬戸大橋では施工期間中を対象とした防食のみしか行っていない。

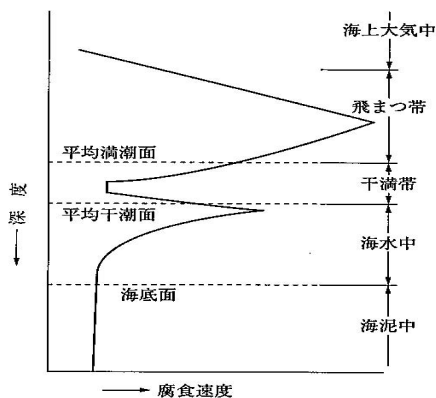


図-1 海中鋼管杭の腐食傾向
Fig.1 Corrosion trend of steel pipe in the sea

表-1 鋼ケーソンの防食状況

Table.1 Corrosion protection method of steel caisson

| 橋梁名 | 基礎 | 設置年月 | 防食方法 | |
|----------|------|--------|---------------------|----------------------------|
| | | | 海中部 | 干満・飛沫帯部 |
| 明石海峡大橋 | 2P | H元.3 | 無機ゾウカ | 有機ゾウカプライマー+超厚膜型珪砂(現場施工) |
| | 3P | H元.6 | 無機ゾウカ | 超厚膜型珪砂(現場施工) |
| 櫃石島橋 | HB2P | S59.5 | 無機ゾウカ+塩ゴム→電着 | 塩ゴム |
| | HB3P | S58.9 | 無機ゾウカ→電着 | - |
| 岩黒島橋 | IB2P | S58.3 | 無機ゾウカ | - |
| | IB3P | S58.8 | 無機ゾウカ→電着施工中 | - |
| | IB4P | S58.7 | 無機ゾウカ | - |
| 南北備讃瀬戸大橋 | BB2P | S57.11 | 無機ゾウカ+塩ゴム | 塩ゴム |
| | BB3P | S56.2 | 無機ゾウカ+塩ゴム | 塩ゴム |
| | BB4A | S56.12 | 無機ゾウカ | - |
| | BB5P | S55.10 | 無機ゾウカ+塩ゴム→電着 | 塩ゴム |
| | BB6P | S58.6 | 無機ゾウカ+塩ゴム | 塩ゴム |
| | BB7A | S57.3 | 無機ゾウカ+塩ゴム | 塩ゴム |
| 多々羅大橋 | 2P | H5.9 | 無機ゾウカ+珪砂+珪砂 電気防食 | 有機ゾウカプライマー+超厚膜型珪砂+珪砂中塗+フッ素 |
| | 3P | H5.12 | 無機ゾウカ+珪砂+珪砂 電気防食 | |
| 来島海峡大橋 | 3P | H5.10 | 無機ゾウカ+珪砂+珪砂 電気防食 | 有機ゾウカプライマー+超厚膜型珪砂+珪砂中塗+フッ素 |
| | 4A | H4.2 | 電気防食 | |
| | 5P | H5.1 | 無機ゾウカ+珪砂+珪砂 電気防食 | |

2.2 鋼ケーソン防食の施工状況

瀬戸大橋の鋼ケーソン11基の状況としては、H11年度から本格的に施工を開始した海中部における電着工法による防食をH20年度末までに3基(HB2P、HB3P、BB5P)が完了し、現在、IB3Pでの施工を行っている。また、大気部及び干満帯・飛沫帯については、H21年度

からHB3Pで試験施工に着手し、現在、その結果を踏まえ本施工を実施中であり完了したのち、引き続きHB2Pに着手する予定である。

3. 干満帯・飛沫帯の腐食状況

3.1 腐食状況調査の概要

H20年度(H21.1)、ケーソン設置後28年が経過した南北備讃瀬戸大橋4A(以下「BB4A」)の東西南北面の各10箇所において、干満帯・飛沫帯の腐食状況調査(板厚の消耗量、孔食)を実施した。写真-1にスキンプレートの外観を示しているが、錆による「こぶ状の膨れや剥がれの跡」が数多く確認される。

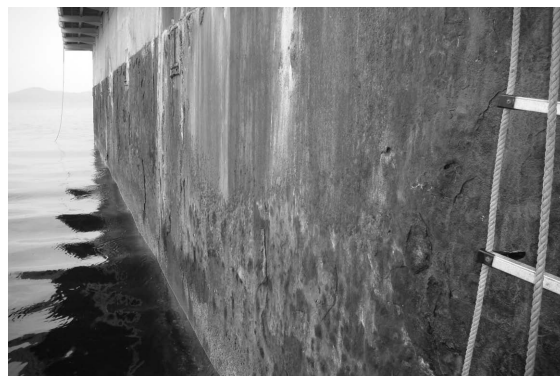


写真-1 干満帯・飛沫帯の状況 (BB4A)
Photo.1 Situation of tidal and splash area (BB4A)

3.2 調査結果

(1) 腐食速度

図-2にスキンプレートの消耗量(設計板厚10mmから計測板厚を減じて算出した値)を示す。これより南面以外ではTP+1.75m付近が最大となっており、経過年数からこの位置での平均腐食速度を算出すると概ね0.1mm/年となる。これは、H18年度に調査した南備讃瀬戸大橋7A(以下「BB7A」)の海中部の平均腐食速度0.04mm/年の2倍以上の値に相当し、図-1の傾向と同様に飛沫帯が厳しい腐食環境にあることが再確認できる。

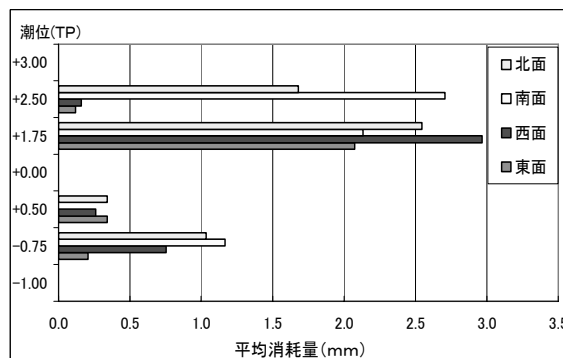


図-2 スキンプレートの消耗量
Fig.2 Amount of decrease in skin plate

(2) 孔食

孔食面積率（50cm×50cm/箇所に対する孔食の発生面積）を図-3に、状況を写真-2を示す。これより、西面以外では海生生物が付着しているTP-0.75m付近で孔食の発生が多いことが確認できる。孔食面積率としては、北面で3%を超えており、H18年度調査でのBB7A海中部の約1%よりも大きい値となっている。なお、西面のTP+2.50m付近に多く発生している理由については、西風の影響が考えられたが要因の特定には至らなかった。

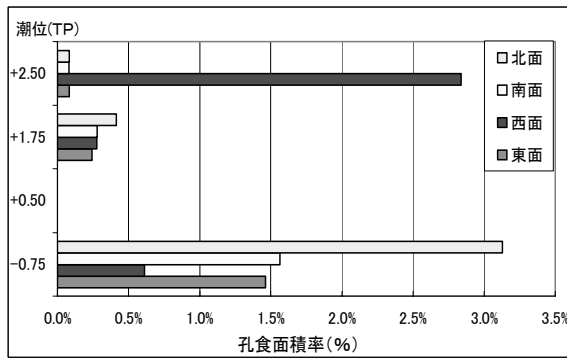


図-3 スキンプレーートの孔食面積

Fig.3 Pitting hole areas in skin plate

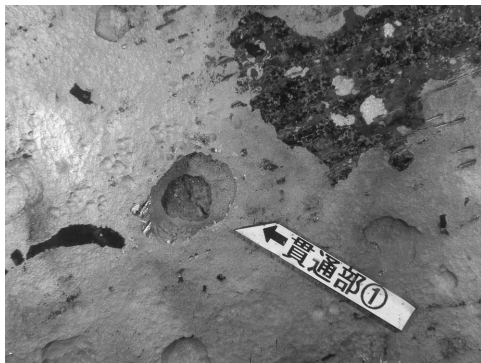


写真-2 孔食の状況 (BB4A北面東側)

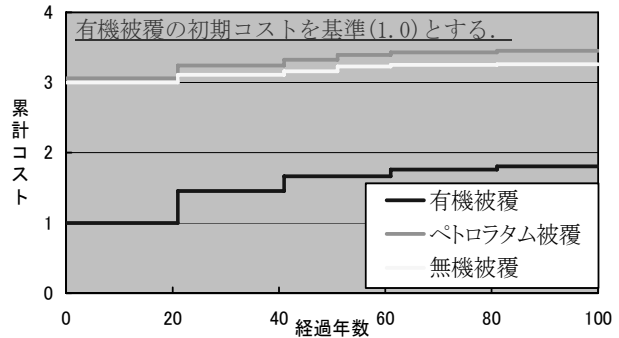
Photo.2 Pitting hole situation (BB4A north face east side)

4. 干満帯・飛沫帯の防食

4.1 防食工法の選定

選定にあたっては、本州四国連絡橋における施工実績を含めた既往の防食工法の中から、表-2に示すとおり比較検討し、施工性や図-4に示す経済性（LCC）から有機被覆による防食工法を選定した。

ライフサイクルコスト



【試算条件】

- 有機被覆 → 耐用年数を20年として塗替
- ペトロラタム被覆及び無機被覆
- 電気防食の耐用年数を50年として交換
- 端部処理（エポキシ樹脂）は20年で塗替
- 社会的割引率は4%を適用

図-4 経済性 (LCC) の比較

Fig.4 Comparison of economy (LCC)

4.2 有機被覆による試験施工と評価

瀬戸大橋では、有機被覆工法の中から耐久性に優れ水中施工が可能な水中施工型エポキシ樹脂塗料（手で圧着して被覆するパテタイプ）による試験を、H4年にBB7A西・南面（TP+2.5～+5.0）で気中施工により、また、H11年に北備讃瀬戸大橋2P（以下「BB2P」）南面（TP-2.0～+2.5）で水中施工により行っている。（表-3）

表-2 防食方法の比較

Table.2 Comparison of corrosion protection method

| | 有機被覆 [※] (湿潤面用エポキシ樹脂塗料) | ペトロラタム被覆 (ペトロラタム被覆+チタンカバー) | 無機被覆 (モルタル被覆+チタンカバー) |
|-----------|-------------------------------------|---|---|
| 構造的・施工性 | ・ブラスト処理が必要 ・突起物による問題なし（弱点となりやすい） | ・カバー形状保持の固定金物が多い ・下地処理は軽度でよい ・異種金属の腐食対策に電気防食必要 ・突起物による影響あり | ・カバー形状保持のため固定金物が多い ・下地処理は軽度でよい ・異種金属の腐食対策に電気防食必要 ・突起物による問題なし |
| 工程 | 約6～7カ月 | | |
| 環境への影響 | ブラストの海中への飛散 | 問題なし | モルタルの漏洩 |
| 耐久性 | 20年 | 20年以上 | 長期耐久性が期待されるが実績はなし |
| 維持管理 | 塗り替えが必要 | ・端部処理部の塗替えが必要 ・定期的なモニタリング | 定期的なモニタリング |
| 実績 | 栈橋等で実績あり | 大鳴門橋等 | チタンカバーでの実績はなし |
| 経済性 (LCC) | (1.0) | (3.1) | (3.0) |
| 評価 | ○ | △ | △ |

※ 有機被覆は気中施工による

表-3 有機被覆による試験施工

Table.3 Test construction using organic coating

| 施工箇所 | BB7A | | BB2P | | |
|---------------------|-------------------------|------|-----------------|---------------|------------------|
| 施工内容 | 水中施工型被覆(パテ)+中塗+上塗 | | 水中施工型被覆(パテ) | | |
| 塗装仕様 | A社仕様 | B社仕様 | A | B | C |
| 第1層 | エポキシ樹脂プライマー | | 水中硬化型エポキシ樹脂(パテ) | | |
| 第2層 | 水中硬化型エポキシ樹脂(パテ) | | | | |
| 第3層 | エポキシ樹脂中塗 | | | | |
| 第4層 | ポリウレタン樹脂上塗 | | | | |
| 施工年 | H11.11 | | H11.2 | | |
| 経過年数 ^(※) | 16年 | | 10年 | | |
| 施工範囲 | TP+2.5~TP+5.0m | | TP-2.0m~TP+2.0m | | |
| 素地調整 (ブラスト手法) | ウォーターサンドブラスト | | エアースンド ブラスト | ウォーター ジェット | ウォーターサンド ブラスト |
| 膜厚 | 4mm | | 5mm | | |
| 施工方法 | 第2層はハンドレイアップ それ以外はハケ | | ハンドレイアップ | | |

※経過年数は、H21.7調査時点

施工後の状況確認のため、追跡調査をH12~H21年まで、継続的に実施してきた結果を以下に示す。

- (1) 気中施工部の状況 (BB7A)
 - 1). 塗膜の裏面では、ほとんど発錆が見られず健全であった。(写真-3)
 - 2). 塗装の塗り重ね部の表面で錆汁を確認した。
- (2) 水中施工部の状況 (BB2P)
 - 1). 気中に曝される時間の長い平均潮位以浅の範囲では、塗装の変色、塗り重ね部からの錆汁が確認され、塗膜の裏面では発錆が著しく、付着力も大きく低下していた。(写真-4)
 - 2). 平均潮位以深の水中部分では、発錆も見られず健全であった。

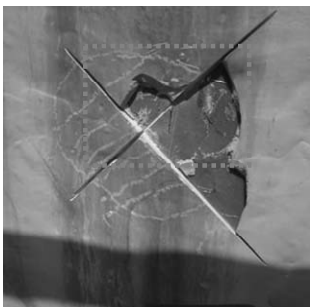


写真-3 気中施工部



写真-4 水中施工部

Photo.3 Condition tested in the atmosphere Photo.4 Condition tested in the sea

- (3) 評価
 - 1). 干満帯での水中施工は、品質が劣りダイバーの技量に依存する。
 - 2). 長期耐久性を確保するには、気中施工と同様の施工環境が必要条件となる。
 - 3). 水中施工での有機被覆の耐用年数としては10年程度が限界である。
 - 4). 最適な素地調整を確認する目的の3種類の方法では優位な差は見られなかった。

5. 干満帯・飛沫帯の防食試験施工

5.1 試験施工の概要

H21試験施工の範囲として、塗膜の品質(塗料の塗り重ね状況等)やドライアップ設備(以下「DB」)の施工性を確認する必要性から各仕様ごとに3区画を設定し、HB3P北面の約230m²で実施した。(図-5、写真-5)

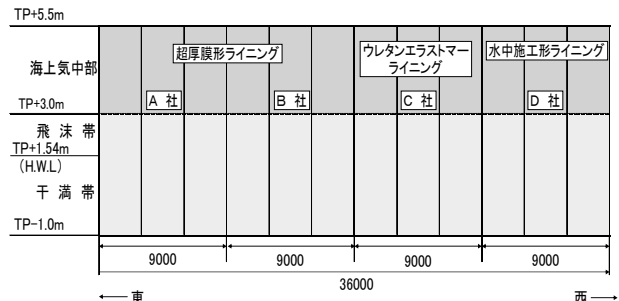


図-5 試験施工の範囲図

Fig.5 Area of test construction



写真-5 施工状況の全景(北面)

Photo.5 Construction situation (facing north)

5.2 防食仕様の選定

防食仕様としては、前述の有機被覆による試験施工の評価を踏まえて、水中施工型ライニングの材料ではパテからペイントタイプに変えて、また、今回の試験施工では品質上の結論が早期に確認できないが、将来的に耐久性を比較することを目的に、本州四国連絡橋で使用実績のある塗料メーカーの3仕様を含め4種類を選定した。

なお、海上大気部には耐候性の向上を図る必要があるため、全ての仕様にふっ素樹脂塗料を上塗りに採用した(表-4)

5.3 施工法の選定

干満帯・飛沫帯の施工法については、以下の理由からDBによることとした。

- (1) 気中施工と同様の施工環境が確保できること。
 - (2) ブラスト研削材を含めて全て回収でき、海洋へに対する環境面での影響がない。
 - (3) 起重機船を使用しないでケーソン上に設置する移動設備で施工できるため漁業への影響がない。
- なお、海上大気部は吊足場により実施した。

表-4 防食仕様

Table.4 Specification of corrosion protection

| 塗装仕様 | | ウレタンエラストマーライニング | | 超厚膜形ライニング | | | | 水中施工形ライニング(ペイント) | |
|-------------|---------|--------------------------|---------|---------------|---------|--------------------|--------|--------------------------|-----|
| | | ①大日本塗料 | | ②日本ペイント | | ③関西ペイント | | ④中国塗料 | |
| | | 塗料名 | 膜厚 | 塗料名 | 膜厚 | 塗料名 | 膜厚 | 塗料名 | 膜厚 |
| 干満帯・飛沫帯 | 第1層 | エポキシ樹脂プライマー | 20 | 有機ジンクリッチプライマー | 20 | 有機ジンクリッチプライマー | 20 | 湿潤面用エポキシ樹脂下塗 | 300 |
| | 第2層 | ウレタンエラストマー | 2500 | 超厚膜形エポキシ樹脂 | 1250 | 超厚膜形エポキシ樹脂 | 1500 | 湿潤面用エポキシ樹脂上塗 | 250 |
| | 第3層 | | | 超厚膜形エポキシ樹脂 | 1250 | 超厚膜形エポキシ樹脂 | 1500 | | |
| | 計 | 2520 μm | | 2520 μm | | 3020 μm | | 550 μm | |
| 塗装間隔(気温20℃) | | 16~24時間 | | 16~24時間 | | 16~24時間 | | 12時間 | |
| 耐年年数 | | 30 | | 20 | | 30 | | 20 | |
| 素地調整(プラスト) | | ISO Sa2 1/2 | | ISO Sa2 1/2 | | ISO Sa2 1/2 | | ISO Sa2 1/2 | |
| 施工方法 | | 特殊スプレー | | スプレーorはけ・ローラ | | スプレー | | スプレー又はコテ | |
| 塗装環境 | 気温 | 第1層:気温5℃以上 第2層:気温0℃以上 | | 気温5℃以上 | | 冬季困難(気温20℃程度が望ましい) | | 気温10℃以上 | |
| | 湿度 | 湿度85%以下 | | ドライ状態 | | 湿度85%以下 | | 3・4層はドライ状態 | |
| 海上大気部 | 第1層 | エポキシ樹脂プライマー | 20 | 有機ジンクリッチプライマー | 20 | 有機ジンクリッチプライマー | 20 | 湿潤面用エポキシ樹脂下塗 | 300 |
| | 第2層 | ウレタンエラストマー | 2500 | 超厚膜形エポキシ樹脂 | 1250 | 超厚膜形エポキシ樹脂 | 1500 | 湿潤面用エポキシ樹脂上塗 | 250 |
| | 第3層 | エポキシ樹脂 | 30 | フッ素樹脂 | 30 | 超厚膜形エポキシ樹脂 | 1500 | フッ素樹脂 | 30 |
| | 第4層 | フッ素樹脂 | 25 | フッ素樹脂 | 25 | エポキシ樹脂 | 30 | フッ素樹脂 | 25 |
| | 第5層 | | | | | フッ素樹脂 | 25 | | |
| 計 | 2575 μm | | 1325 μm | | 3075 μm | | 605 μm | | |
| 塗装間隔(気温20℃) | | 16~24時間 | | 16~24時間 | | 16~24時間 | | 12~14時間 | |
| 耐年年数 | | 30 | | 20 | | 40(耐年性15年) | | 20 | |
| 施工方法 | | スプレー(3・4層はハケ・ローラーも可) | | スプレーorはけ・ローラー | | スプレー | | スプレー又はコテ(3・4層はハケ・ローラーも可) | |
| 塗装環境 | 湿度 | 湿度85%以下 | | ドライ状態 | | 湿度85%以下 | | 3・4層はドライ状態 | |
| 実績 | | 明石3P(改良型) | | 明石2P(改良型) | | 来島3P・5P | | 港湾構造物他 | |

注) 海上大気部の素地調整、塗装環境(気温)は、干満帯・飛沫帯と同一条件のため省略

5.4 施工

DBは、高さ5.1m・奥行き1.0m・幅3.6m(内空3.0m)・重量約4.0tonの3段ブロックから構成され、スキンプレートとの接触部には止水用のゴム製パッキンを取り付ける構造となっている。

仮設作業は、DB搬入までに橋脚上にH鋼、スライドレール等を小型クレーンで事前に設置しておき、25ton吊りラフタークレーンにより吊り下ろした後、チェンブロック等の工具により組み立てを行った。

また、所定位置での固定方法は、スキンプレートに溶接した上下の固定用ピース(上段は浮上がり防止を兼ねる)とチェンブロック等により連結させた。

なお、試験施工の途中段階で高潮位・航跡波の悪条件下でDB内に海水の浸水を受けたため、当初のDB高さ3.7mから1段1.4m分のブロックを中段に増設している。

写真-6にDBの設置状況を示す。

素地調整では、先行してスキンプレートに付着している電着物を含む海生生物、錆、突起物の切断面等をパワーツール、手工具によりかき落とし・粗ケレンを行ったが、予想以上に多大の時間を要した結果であった。その後、環境面に配慮したバキューム式によるサンドブラスト工法により処理グレード ISO Sa2 1/2(表面には油や異物等がなく、残存する汚れの痕跡は、斑点あるいはすじ状の僅かな染みのみ。)に仕上げた。(写真-7、8)

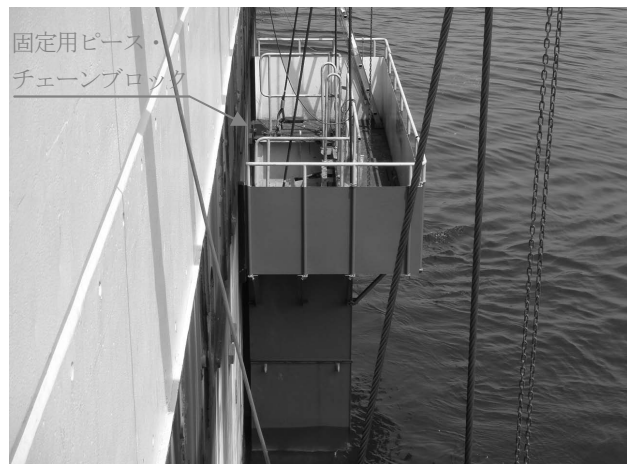


写真-6 DB設置状況

Photo.6 Situation of setting up DB



写真-7 粗ケレン状況

Photo.7 Situation of rough surface treatment



写真-8 ブラスト状況
Photo.8 Situation of blasting

塗装作業では、ブラスト処理後、原則として4h以内に1層目を施工し、その後は仕様毎の塗装間隔を確保して実施し、ウェットゲージにより塗膜厚の品質管理を行った。施工性では、各仕様ともハンドリングや塗り重ね等での問題はなかった。(写真-9、10)



写真-9 スプレー塗装
Photo.9 Spray coating



写真-10 ローラー塗装
Photo.10 Roller coating

5.5 干満帯の電着物の析出状況

DB内でのスキンプレーートの腐食、電着物の状況を近接目視したことにより以下のことが確認された。

- (1) スキンプレーートの腐食は、TP+1.0~2.5m付近で積層さびが波状に発生しており、著しく腐食が進行している。
- (2) 電着物の析出は、TP+1.0m付近から以深で100%確認され、さらにTP+0.5m付近から緻密で容易に除去できない強固なものとなっている。

また、干満帯から電着物を採取し、室内試験にて被膜組成分析、膜厚測定を行った結果、TP+1.2m以下で電着物が形成されていることが確認され、組成比(CaCO₃/Mg(OH)₂)は1~4程度、膜厚は1mm程度であったが、電着物の要求厚さ(耐久性能:最低2mm、平均5mm以上)は確保できていなかった。干満帯上部の方がCaCO₃リッチ(組成比が大)の電着物であり、被膜組成の観点から防食効果を有すると判断できるが、断面観察より錆上に電着物が形成されており、錆上の電着物によって、鋼材の腐食が抑制されていたかどうかの判断はできない。(写真-11)

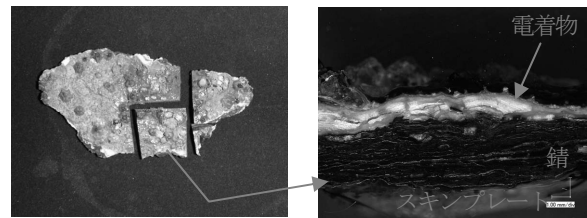


写真-11 電着物のサンプル及び断面写真
Photo.11 Sample and cross section picture of electro deposit

6. 干満帯・飛沫帯の防食(併用工法)

干満帯・飛沫帯の腐食環境は海中部より厳しいため、電着設計基準上の要求品質を満足しない電着物だけでは海中部と同程度の防食効果は期待できないこと、また、錆上に電着物が形成されているため、長期的な観点では錆層からの剥離の懸念があることから、既設電着物を有効活用するためには、電気防食を併用することが必要と考えられる。

電気防食の併用により、電着物を含む海生生物の除去に要する時間と労力がなくなること、電着と塗装との境界部の発錆による塗膜の弱点を回避できる等のメリットがある。適用範囲としては、前述の電着物の析出状況からTP-1.0~TP+0.5mとし、塗装仕様については、施工サイクル、経済性から水中施工型ライニングを採用した。

(図-6)

| TP+5.5m | | |
|-----------------|-------|---------|
| 海上大気部 | 塗装被覆 | 塗装被覆 |
| TP+3.0m | | |
| 飛沫帯 | | |
| TP+1.54m(H.W.L) | | 湿潤型被覆 |
| 干満帯 | 湿潤型被覆 | TP+0.5m |
| TP-1.0m | | 電着+電防 |
| 海中部 | 電着 | 電着 |

図-6 干満帯・飛沫帯の防食概念図
(左は試験施工、右は併用工法)

Fig.6 The concept of corrosion protection in tidal and splash area
(Left: trial stage, Right: actual stage)

7. おわりに

今回、電着工法の施工済み鋼ケーソンでの試験施工の結果から、干満帯・飛沫帯の防食において併用工法を採用する方向性を確認した。HB3Pでの試験施工に引き続き進めていく併用工法では、電気防食の設計に必要な自然電位や電着物の付着状況下での防食効果を確認して最適な併用工法を確立していきたい。

参考文献

- 1) (財)沿岸技術研究センター：港湾構造物防食・補修マニュアル、pp.11-12,29-30、2009.11

大鳴門橋(バックステイ径間部) 落橋防止システム設置

Installation of unseating prevention system for the Backstay Span Truss Bridge of the Ohnaruto Bridge

鳴門管理センター 橋梁維持課長代理

越 野 勝

Masaru Koshino

神戸管理センター 計画課付

溝 上 善 昭

(前) 鳴門管理センター 橋梁維持課長代理 Yoshiaki Mizokami

概 要

昭和 60 年に供用開始した大鳴門橋は、本州四国連絡橋の建設のために制定した設計基準及び昭和 55 年の道路橋示方書で設計・建設された。一方、兵庫県南部地震以降、発生する確率は低いが大きな強度を持つ内陸直下型地震による地震動も考慮して、橋梁の設計がなされることになり、本四高速では、代替路のない海峡部直近 IC 間の橋梁の耐震補強を優先的に進めることとした。その後、国土交通省より「道路、新幹線の橋梁の耐震補強の推進について」が記者発表され、これに基づき、大鳴門橋の 1A～2P 間のバックステイ径間トラス支承・鋼床版支承に変位制限構造・段差防止構造を設置した。本稿では、上記工事の概要を報告するものである。

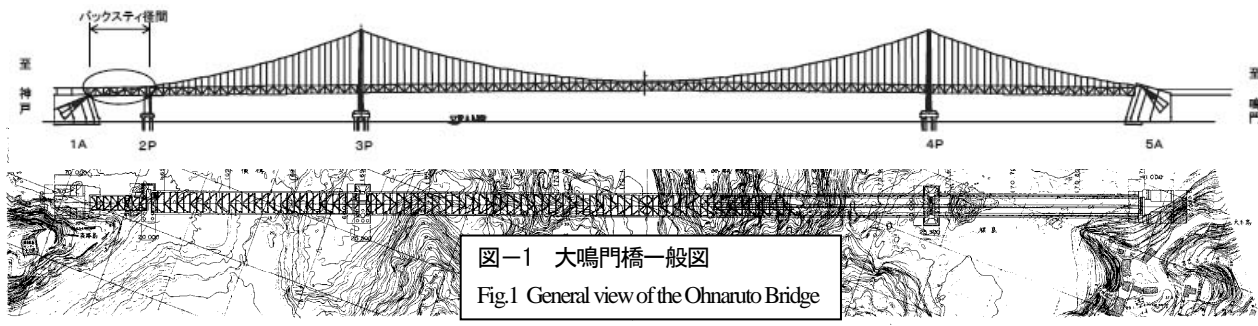
The Ohnaruto Bridge, opened in 1985, had been designed under the original seismic resistance design codes and the Specifications for Highway Bridges(1980). Inland near field type earthquake, which has low occurrence possibility but has strong intensity, has also to be considered to redesign bridges after the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake, so HSBA decided to take priority measures of seismic retrofit for the bridges located in the closest-interchange section of highway which goes across the straits and has no alternative way. After that, "promotion of seismic retrofit for road bridges and bullet train bridges" was announced by the Ministry of Land, Infrastructure and Transportation in 2005. Based on the announcement, we installed the unseating prevention system for the bearings and the steel deck bearings of the Backstay Span Truss Bridge (single span truss bridge) of the Ohnaruto Bridge. This paper reports those installation works.

1. はじめに

大鳴門橋は、神戸淡路鳴門自動車道・淡路島南 IC～鳴門北 IC 間の淡路島と四国を結ぶ橋長 1,629m の 3 径間 2 ヒンジ補剛トラス形式で自然条件から淡路島側に側塔を設けた非対称吊橋であり、当時の本四公団が本州四国連絡橋のために制定した設計基準及び昭和 55 年の道路橋示方書により設計・建設され、設計荷重として列車荷重(新幹線荷重 N-18 または P-19 単線載荷)が考慮されているが、昭和 60 年に自動車道のみで供用開始した。

橋梁の耐震設計に関しては、平成 7 年 1 月に発生した兵庫県南部地震以降、発生する確率は低いが大きな強度

を持つ内陸直下型地震による地震動も考慮することとなり、本四高速では、代替路のない海峡部直近 IC 間の橋梁の耐震補強を優先的に進めることとした。その後、中越地震の発生や東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震等の大規模地震の逼迫性が指摘されていること等を踏まえて、平成 17 年 3 月に国土交通省より「道路、新幹線の橋梁の耐震補強の推進について」が記者発表され、「緊急輸送道路の橋梁耐震補強 3 箇年プログラム」が策定された。このプログラムの中で、長大橋梁については、「専門的な解析を行い、その結果に基づき、プログラム期間内に必要な措置を行う」とされた。これを受け、JB 本四高速では、大鳴門橋について、兵庫県南部地震時に



神戸海洋気象台で得られた強震記録(NS成分)から推定した工学的基盤面の地震動(以下、「JMA 神戸」という)による専門的な解析を行い、内陸直下型地震に対する耐震性能を高めるため、1A~2P間のバックステイ径間(以下、「単径間」という)トラス支承・鋼床版支承に変位制限構造・段差防止構造を設置した。以下、その概要を報告する。

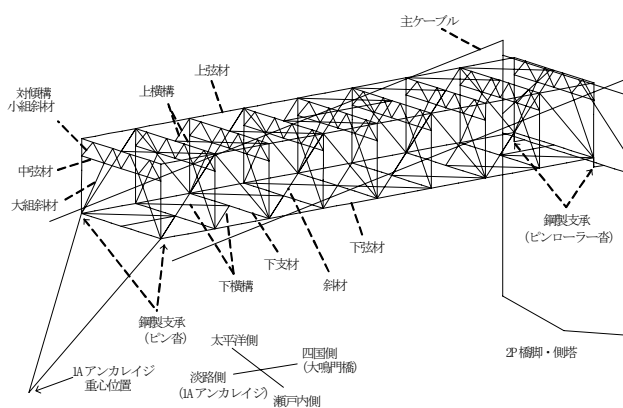
2. 落橋防止システム設計の概要

2.1 地震応答解析

JMA 神戸を入力地震動として、以下の流れで解析を行った。

- 1) 橋梁全体系における地震動による影響が的確に考慮できる解析モデルを作成する。
- 2) 地震応答解析を実施して地震時における詳細挙動を把握する。また、地震動下における各部材の損傷の発生の過程、程度、またそれら橋全体系の安定に及ぼす影響を検討する。
- 3) 上記の結果さらなる詳細な解析として、損傷の程度を部材のひずみにより直接的に判断できるファイバー要素による複合非線形解析を実施する。

上記 1) で単径間部については、トラス桁の主たる部材をあるがままの構造としてモデル化した。これは、単径間のトラス桁が固定・可動支承により支持されており、地震時に損傷する可能性が高いため、各部材の応答を的確に評価する必要があるからである。上記 2) の解析は、線型モデルにより行い、圧縮側と引張側で異なる耐力を算出して損傷の有無を判断することとし、損傷を許容できる部材、損傷を許容できない部材に分類し、それぞれの部材にどの程度の損傷が生じるかを推定した。

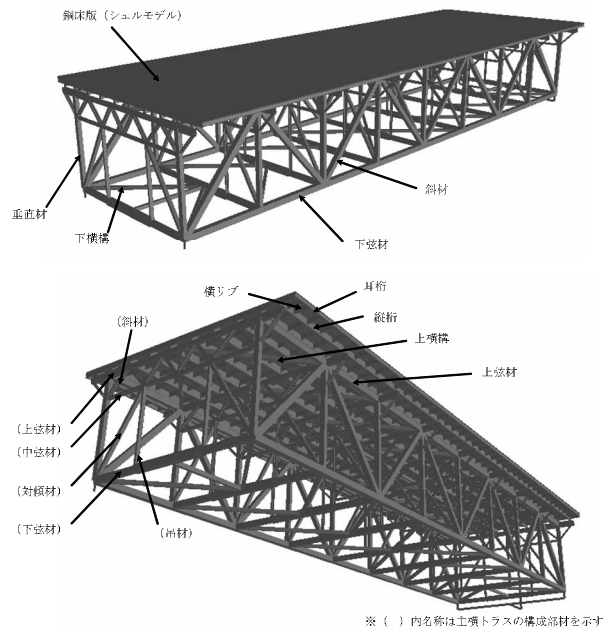


図一 単径間のモデル化 (橋全体系モデルの部分表示)

Fig.2 The model of the single span truss bridge (a part of whole model)

上記 3) では、実構造としてトラスを構成する全ての

部材を、材料非線形性、軸力変動や2軸曲げの影響が考慮できるファイバー要素としてモデル化し、損傷の程度を部材の発生ひずみにより確認した。



図一 単径間のモデル化 (ファイバー要素による部分モデル)

Fig.3 The fiber model of the single span truss bridge (a partial model)

2.2 解析結果と落橋防止システム設計

解析結果から、トラス支承と鋼床版支承に対する対策を検討した。

1A側の支承(固定)の部品毎の耐力算出を行った結果、橋軸方向については、応答値が耐力を上回ると共に、耐力の小さい順に上弦主桁取付部、下弦溶接部となっていることが確認された。損傷を上弦側に生じさせた場合、トラス支承取付部も損傷する可能性が高いことからトラス桁と上弦のセットボルトの強度アップを図ることで、地震時には強度の低い下弦溶接部を優先的に破損させ、ピン支承としての機能確保と地震後の復旧が容易に出来るよう配慮した。

また変位制限構造を追加設置することにより、最大水平変位量を±20mm以下に抑え、耐震安全性と固定機能を確保することとした。

橋軸直角方向についても応答値が耐力を上回ると共に、耐力の小さい順にピン、下弦突起となっていることが確認された。このためピンの抜け落ちにより回転機能及び鉛直支持機能が損なわれ、路面に段差が生じてしまうことになると推定した。これについては、変位制限構造と段差防止構造を追加設置することで、支承が破壊した状態でもトラス桁の安定性と路面の走行性を確保することとした。

鉛直方向については、橋軸直角方向倒れ込みによる支承部の負反力は発生しないことを地震応答解析により確認した。また鉛直力(支圧)についても既設支承の耐力値以下であることを確認した。

2P側の支承(橋軸方向：可動)は、移動可能量が95mmであるのに対し、地震時での移動量が97mmと2mm超過している結果となった。しかしながら、超過の程度は僅かで下沓とサイドブロック接触時の双方の変形により吸収されることを期待し、対策は不要と判断した。

橋軸直角方向に対しては、応答値が耐力を上回ると共に、耐力の小さい順にサイドブロック、ピン、主桁取付部となっていることを確認したが、耐力値に大差がないことから、これら部品の何れかが破損することが推定される。支承が破損した場合、支承としての鉛直支持機能が損なわれ路面に段差が生じてしまうことになる。そのため変位制限構造と段差防止構造を追加設置することで支承が破壊した状態でもトラス桁の安定性と路面の走行性を確保することとした。さらに段差防止機能が作用した状態での横トラス(フレーム構造)の安定性が確保できるよう内面垂直材をより強度の大きなものに取り替えることで、鉛直方向のストラット材として機能するよう改良することとした。

鉛直方向については、トラス桁の橋軸直角方向倒れ込みによる支承部の負反力は発生しないことを確認した。また鉛直力(支圧)についても既設支承の耐力値以下であることを確認した。

鋼床版支承については、応答値が耐力を上回り、損傷することが予想された。一方トラス桁は鋼床版との合成作用は考慮しないものとして設計されているが、トラス桁と鋼床版の合成作用を考慮することで、トラス桁各部材の応答が低減され、致命的な損傷が回避できることが分かった。このため、トラス桁と鋼床版の合成作用を更に確実にするために、鋼床版支承に変位制限構造を設置することとした。

以上を踏まえ、大鳴門橋単径間部の落橋防止システムは、1A支承部については段差防止を兼ねた変位制限構造、2P支承部については変位制限構造・段差防止構造・トラス桁垂直材の取替、鋼床版支承については変位制限構造を設置することとした。

3. 落橋防止システム設置工事

3.1 1A支承部変位制限構造

1A 支承部の変位制限構造は、せん断ストッパータイプとし、トラス桁と上沓のセットボルト交換・RC 製台座の拡幅・鋼板増厚による下弦材の補強を行った上で設置した。

補強部材の設置場所は、1A 支承付近であり、TP+40mの高所であること、構造的に長さ 9m 最大重量 7t/個の

巨大な部材であること等により、道路面から直接クレーンを使って取付けすることが不可能である。従って、路面上から-12m 下にある 1A アンカレイジ上屋天端上へ16t 吊ラフテレーンクレーンを吊り降ろし、そのクレーンにより既設部材の狭隘な空間に補強部材の設置作業を効率的に実施した。

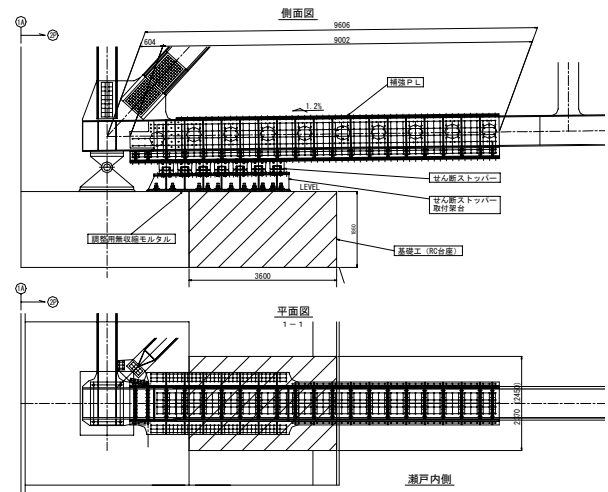


図-4 1A支承部変位制限構造図

Fig.4 A draw of the displacement limiting devise at 1A



写真-1 1Aアンカレイジ上屋天端での補強部材搬入状況

Fig.1 Bringing in retrofit parts at 1A



写真-2 1A下弦材の補強部材取付状況

Photo 2 The low beam retrofiting at 1A

せん断ストッパーの設置は、既設桁と台座との空間が狭く、下側せん断ストッパーを取付プレートBにセットした状態では設置できないため、取付プレートBを小割りし、以下の手順で設置した。

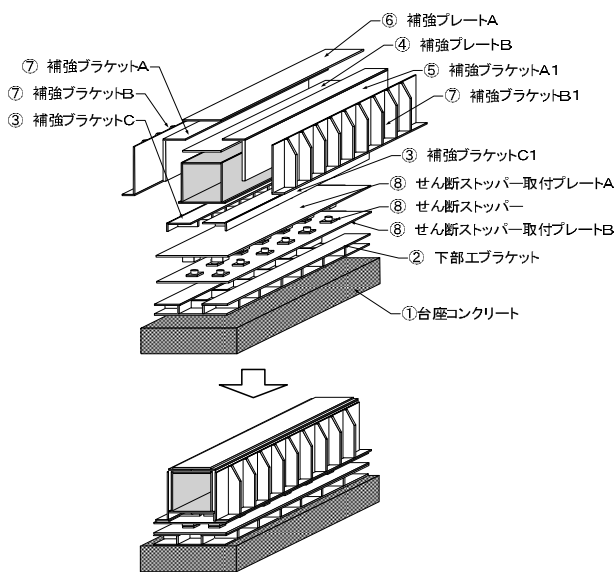


図-5 1A 変位制限構造イメージ図

Fig.5 An image of the displacement limiting devise at 1A

- 1) 下部工ブラケットの取付け
- 2) 下弦材の補強部材の取付け
- 3) せん断ストッパーの上部材を取り付けた取付プレート A の取付け
- 4) 取付プレート A の高力ボルト本締め
- 5) テフロン板の設置
- 6) せん断ストッパーの下部材をテフロン板上をスライドさせて一旦持ち上げ

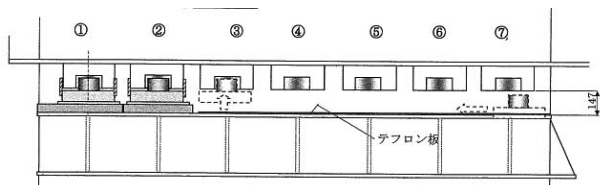


図-6 ストッパー取付要領図

Fig.6 The setting procedure of the stoppers

- 7) せん断ストッパー取付プレート B の挿入
 - 8) せん断ストッパー下部材のセットボルト本締め
 - 9) 取付プレート B の本締め
 - 6)~9)の繰り返しによりせん断ストッパーを設置
- なお、14 個のせん断ストッパーが同時に作用するよう個々の位置決めを慎重に行いセットした。

最後に下部工ブラケットの中央部は、取付プレート B を小割したことにより橋軸方向の作用力に対して弱いため、取付プレート B と下部工ブラケットを一体化させ段差防止兼用台座として機能させるよう無収縮モルタルを充填した。

3.2 ハンドホール設置

当初設計では、トラス桁の密閉箱断面に孔明して、ワンサイドボルト(表面からボルトを差し込み締め付けることにより裏面のスリーブがつぶれボルト頭の機能を果たす片側施工タイプの高力ボルト)で補強部材を取り付ける構造としていたため、密閉断面内に、ワンサイドボルトの施工不良物、孔明時の切り粉等の腐食要因を残してしまうことになる。これに対し、その腐食要因を取り除くことと今後の維持管理のためハンドホールを設けることとし、これを利用することにより多くのワンサイドボルトを六角高力ボルトに変更した。

ハンドホールを設けるにあたり、口径・位置等を決めるため模型を作成し、人の肩まで入れることが出来、裏面の高力ボルトにアプローチできることを確認したうえで、詳細設計を実施し耐力を満足するよう部材の変更等を行った。

トラス桁孔明に際して、清掃が容易な水溶性切削油を使用し、孔明後のかえり(内面)はハンドホールからグラインダーにて仕上げ、ウエス、マグネット・掃除機を使用し清掃した後、部材取付までの間、錆の発生及び水・埃が入らないよう養生テープにて塞いだ。なお、密閉断面内の状況を調査したところ、建設から 25 年以上経過しているが、一般部は原板ブラスト後のジンクリッチプライマーが残っており、溶接部・熱影響部についても腐食が進行している様子は全く見られず良好な状態であった。



写真-3 密閉断面内の状況

Photo3 Inside of the closed beam

補強部材設置後に施工するハンドホール部の約半数の蓋はワンサイドボルトにて施工した。

ワンサイドボルトは1蓋当たり6本である。その中で施工不良箇所があれば、その蓋全てのワンサイドボルトを外し、桁内面に残材を残さない様回収した後、再度施工をやり直した。ワンサイドボルトの特性から施工不良が1~2%程度発生するといわれていたが、幸いにも本工事では892本中3本の施工不良で済み、再施工は3回

で取付を完了した。なお、孔明したことにより完全密閉構造ではなくなったため、長期的にはハンドホール開放により内部状況の調査は必要と考えている。

3.3 高力ボルト摩擦接合面の処理

当初設計では、既設弦材と新設補強部材の接合面は、既設部材側がグラインダー仕上げ、新設補強部材側が無機ジンクを塗布した接合面としている。しかしながら文献等において、グラインダー仕上げと無機ジンク塗布面との接合面では道路橋示方書¹⁾に規定する摩擦係数 0.4 を確保できないとの調査結果もあるため、本工事では必要摩擦係数を満足するよう下地処理方法を検討し、施工した。

「高力ボルト摩擦接合継ぎ手の設計・施工・維持管理指針(案)土木学会(H18.12)」²⁾のすべり係数の推奨値は、赤錆面で 0.55、薬剤による発錆面で 0.45、粗面状態(グラインダー・錆無し)で 0.25、ブラスト処理面(表面粗さの指定 $10\mu\text{m} > \text{Ra} > 5\mu\text{m}$)で 0.4 である。

赤錆面及び薬剤による発錆は、進行中の錆が安定した錆かの判断が必要であること、また母材表面に錆を残すことになり無機ジンクが接触しているものの維持管理上課題が残る。粗面状態(グラインダー・錆無し)では、摩擦係数 0.4 との乖離が大きく、仮に 0.25 で設計した場合は、ボルト配置等が構造的にできないこととなる。ブラスト処理は現場条件及び施工工程を考慮すると非常に困難である。

このことから、各部材毎の必要摩擦係数を割り出し、0.25 以下の部材については、通常のグラインダーによる塗膜除去で必要な摩擦係数を確保できると判断した。

一方、0.25 を超える部材については、摩擦係数を直接確認することが出来ないことから「すべり係数と算術平均粗さ Ra との関係」より、平均粗さ Ra が $5\mu\text{m}$ 以上であれば摩擦係数 0.4 が確保されるものと判断したうえで、平均粗さ Ra が $5\mu\text{m}$ 以上となるようグラインダーにより目荒らしを行うことで、ブラスト処理相当の摩擦係数が得られると判断した。

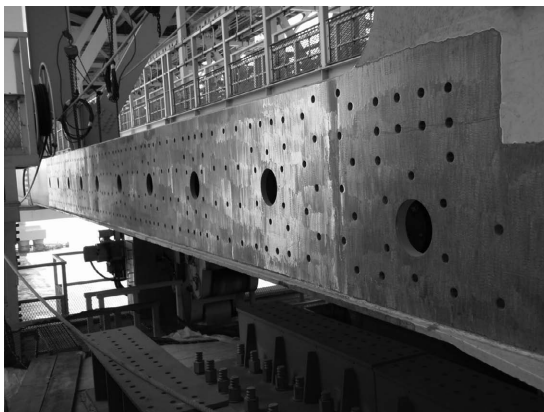


写真-4 下地処理状況
Photo 4 The surface preparation

グラインダーによる目荒らしは作業者の技量によりバラツキがあるため、あらかじめ同じ材質の鉄板を準備し、実際の作業者が表面粗さ Ra $5\mu\text{m}$ 以上を満足できる削り方が出来るよう刃の番手、刃先の当てる角度、削るスピードを試行錯誤を重ねながら練習を行い、充分習熟した後、実際の施工にあたり、Ra 測定により管理を行った。

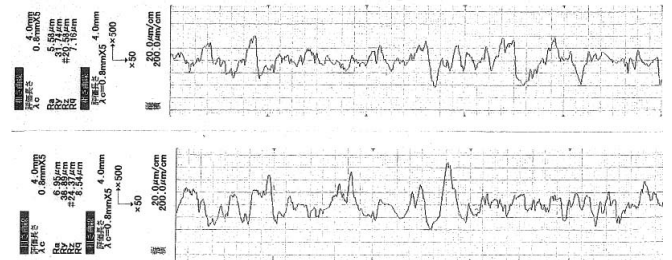


図-8 Ra 計測波形
Fig.8 The Ra graph

3.4 道路桁変位制限構造

道路桁の変位制限構造は、部材毎に生じる応力に応じて、縦型緩衝ピンタイプを7種類74基、せん断ストッパータイプを2種類2基、桁補強4箇所を施工した。

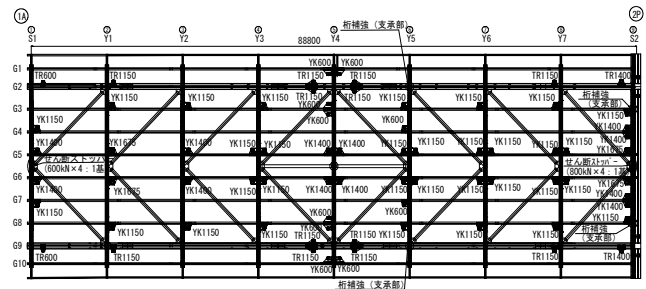


図-9 道路桁変位制限構造配置図

Fig.9 The displacement limiting devise layout for road deck girder

縦型緩衝ピンタイプは緩衝ピンと桁側取付金具との遊間の管理が重要で、事前調査により箇所毎の詳細な測量を実施し、製作・設置に反映させた。設置にあたっては、トラス上弦材腹板と道路桁下フランジにブラケットを取付け緩衝ピンをボルトにて固定した。

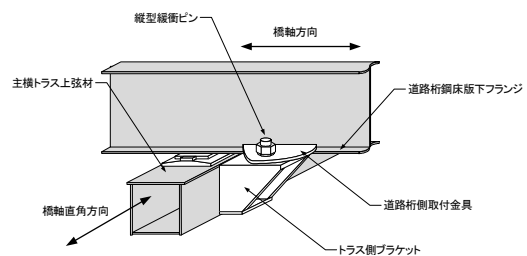


図-10 道路桁変位制限構造縦型緩衝ピンタイプイメージ図

Fig.10 An image of the displacement limiting devise

また、トラス桁に縦断勾配がついているため、ブラケットの下フランジ上面に雨水等が溜まるのを防止するため、軽量エポキシ樹脂モルタルで排水勾配を確保した。



写真-5 道路桁変位制限構造設置状況
Photo 5 The displacement limiting device

3.5 2P落橋防止システム

2Pにおける落橋防止システムのうち変位制限構造は、せん断ストッパータイプとし、鋼板増厚による下弦材の補強を行った上で、1A支承部と同様の施工方法で設置し、鋼製の段差防止構造を設置した。

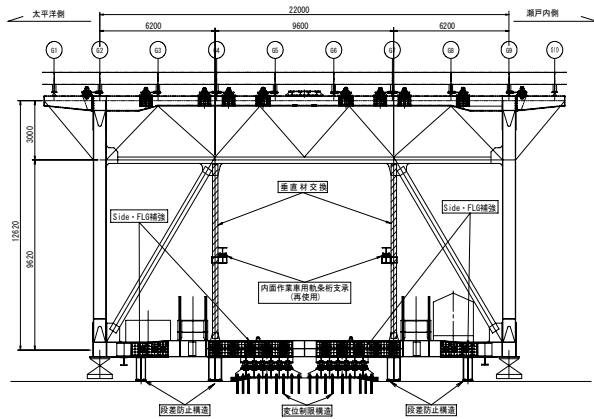


図-11 2P落橋防止システム図
Fig.11 A draw of the unseating prevention system

取り替える内面垂直材は、設計図書との誤差、軌条桁支承部の溶接ひずみ等が懸念されたため、新設垂直材のボルト孔明に先行して、既設垂直材を取り外し、ボルト配置を実測するとともに内面作業車用軌条桁の支承部（再使用）を切断撤去した。その支承部を製作工場に運搬し、新設垂直材に支承部を溶接した後、予め現場で計測した既設桁のボルト配置に合わせ新設垂直材に孔明した。取付にあたっては、路面上に25t吊ラフテレーンクレーンを設置し、2P下部工天端上へ荷卸した後、チェー

ンブロック等で所定の位置へ設置した。



写真-6 垂直材設置状況
Photo 6 The installation of the vertical beam

3.6 付帯工

その他工事として、上部工管理路の腐食が著しかったため、腐食による板厚の減肉調査を実施し、再めっきを実施した。再めっきの仕様は、従来の溶融亜鉛めっきより防食性能が優れる溶融亜鉛アルミニウムめっきにより実施している。また、管理路を取り外した際、トラス桁に溶接で接合されている管理路取付ブラケットの腐食が著しく、トラス桁が減肉しているのを確認した。設計照査により減肉量は本体構造には影響しないものの、再度の溶接による取付では健全な既存塗膜にも影響を与えるため、ブラケットを切断撤去し、補修塗装をした後、今後の維持管理を考慮し、桁を囲い長尺ボルトで取り付け新しいブラケット形状に変更し管理路を再設置した。

4. おわりに

大鳴門橋単径間部の落橋防止システム設置工事は、国立公園内での工事であること、1Aアンカレージ上に設けられた展望施設が直下にあることなどの制約が多く、また既存トラス桁本体に変位制限構造を取り付けるため、完成図では解らない部材のそりや微妙な勾配、ダイヤフラム位置の確認など現地計測を行った後に製作を行っている。また、通信線・管路や点検作業車との取り合いなど現場合合せ的なものが数多くある難工事であったが、無事に施工を完了した。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編、H14.3
- 2) 土木学会：高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針(案)、H18.12
- 3) 福永勲、岡澤達男、長谷川芳己：本四連絡橋の耐震補強、本四技報、Vol.32、No.110、2008.3

舞子トンネル除塵装置のWJ方式への改修効果

Improvement effect to Water Jet filter-regeneration equipment

神戸管理センター 施設課長代理 小野 祥史
Yoshifumi Ono

鳴門管理センター 施設課長代理 亀井 敏行
(前) 神戸管理センター 施設課長代理 Toshiyuki Kamei

しまなみ尾道管理センター 施設課 引田 晋一
(前) 神戸管理センター 施設課 Shinichi Hikida

概要

舞子トンネル上り線除塵装置は、圧縮空気をフィルタに吹き付けて付着煤塵を除去する再生機能付きのロールフィルタ方式である。本装置のフィルタも下り線同様に再生能力不足による早期フィルタ交換及び鋼製部材の腐食劣化による故障多発により、装置の改修を余儀なくされていた。

本装置の改修にあたっては、先行して改修し、良好な運転を継続している下り線と同様なウォータージェット（以下、「WJ」という。）方式を採用した。今回、その工事報告とWJ方式へ改修した後の運転状況、保守費用への影響等の改修効果および今後の課題を報告する。

The dust removal equipment for the north-bound lane of the Maiko Tunnel was the roll filter method with the regenerative function of the filter on which the adhesion soot was removed by spraying compressed air. Because early exchanges had been needed for ability shortage of the regenerative function of the filter and the trouble due to the corrosion deterioration of the steel members had happened frequently moreover, the equipment was under the necessity of improvement. In the improvement of the equipment, the Water Jet method, which had excellent results on the equipment improvement of the ventilation station for the south-bound lane, was adopted. This paper reports outline of the improvement construction work on the WJ method, the improvement effects such as the influence on maintenance costs and the future tasks.

1. まえがき

舞子トンネルは、周辺地域の環境保全のために通過車両の排気ガスから発生する煤塵を除塵フィルタで除去し、集中排気するトンネル換気設備を上下線のトンネルに設

置している(図-1)。このうち、上り線の除塵装置は、3系列の排風機の各吸い込み口にロール式のフィルタを8枚ずつ計24枚配置しており、トンネル内の空気を通過させて煤塵を捕集している(図-2)。

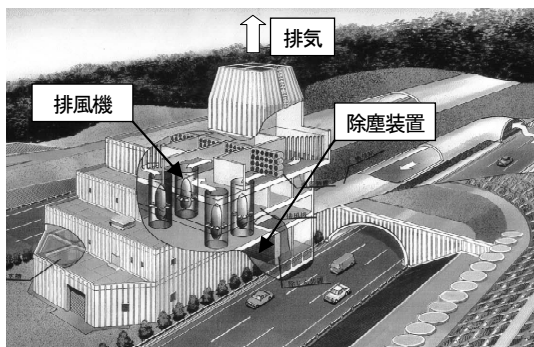


図-1 舞子トンネル上り線換気所

Fig.1 Ventilation station in north-bound lane of Maiko tunnel

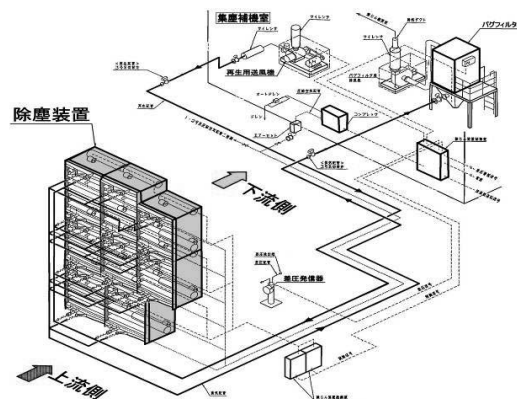


図-2 除塵フィルタ装置

Fig.2 Dust filtering system

2. 上り線除塵装置のWJ方式への改修

2.1 現行の除塵装置再生システム

上り線除塵装置は、除塵フィルタ前後の差圧が高くなると、両端にガイド用のゴムを取り付けた長さ20mのロール式フィルタを上部または下部に巻き取りながら、エアブローで圧縮空気を吹き付けることにより堆積した煤塵を除去するシステムとなっている(図-3)。

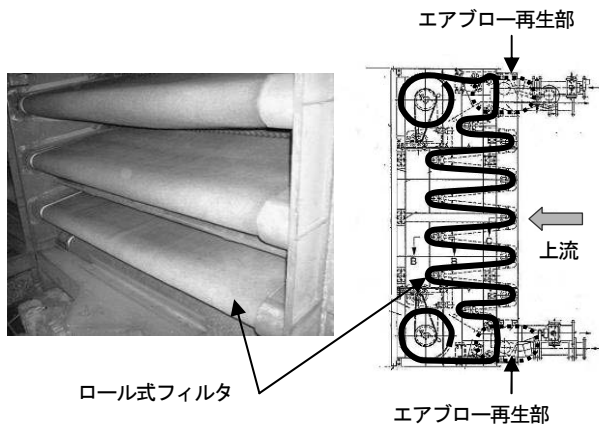


図-3 ロール式フィルタ
Fig.3 Roll type filter

2.2 下り線WJ式除塵装置¹⁾

下り線のWJ式除塵装置は、水平・昇降の2自由度の駆動装置を有している洗浄ノズルユニットでW形に配置された除塵フィルタの上流側及び下流側からWJを吹き付け、付着煤塵を洗い流す構造となっている。

洗浄ノズルユニットの水平移動は上部の走行レール上をラック・ピニオン駆動のトロリが移動する方式とし、昇降移動はノズルユニットを吊り下げた電動チェーンブロックで駆動する構造となっている(写真-1)。

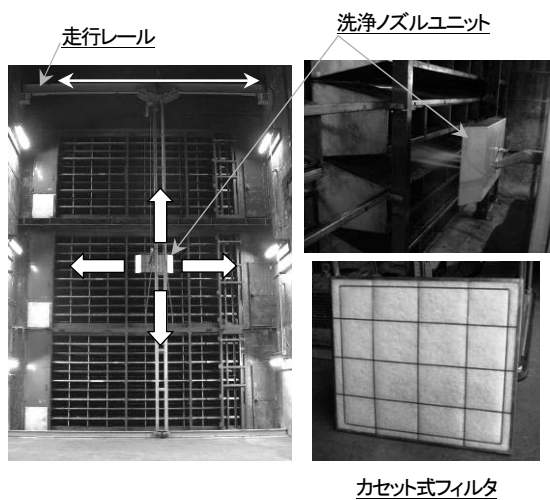


写真-1 下り線換所WJ式除塵装置
Photol Water jet filter regeneration equipment of ventilation station in south-bound Lane

2.3 上り線除塵装置の問題点と改修計画

(1) 上り線除塵装置の問題点

1) 年度別故障発生件数

上り線除塵装置は、ロール式フィルタ、エアブロー装置、フィルタ巻取装置、リミットスイッチ及び各種弁類により構成されており、故障発生件数および保全費用ともに平成16年頃から増加しており、今後も経年による故障発生件数やそれに伴う保全費用の増加が懸念された。

なお、平成18年度以降保全費用が減少しているのは、下り線除塵装置をWJ方式に改修したことで上り線エアブロー式除塵装置の大規模な整備を見合わせたためである(図-4)。

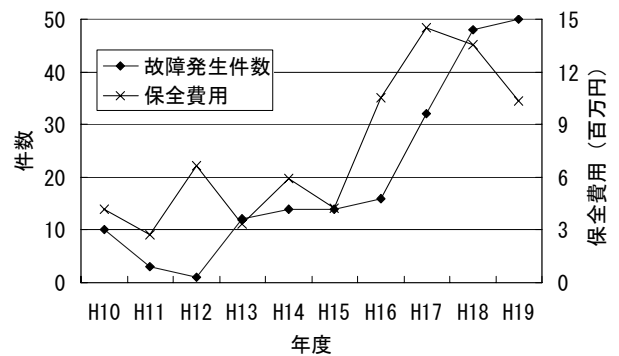


図-4 故障発生件数および保全費用の推移

Fig.4 Changes in the number of failures and maintenance costs

2) モード別故障発生状況

平成20年6月から8月に発生した故障を細分化したところ、エアブロー装置(吹付弁、排気弁)の動作不良、ロール式フィルタの引っかかりやローラの固着の不良件数が故障全体の88%を超えていることがわかった(図-5、写真-2)。

なお、図-4の故障件数は図-5の故障を一括して施設制御室へ発報しているため、件数は異なる。

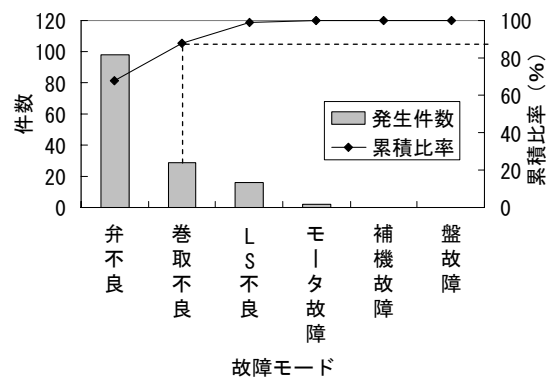
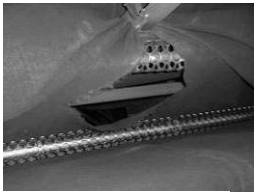
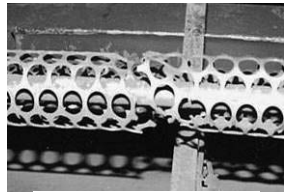


図-5モード別故障発生状況

Fig.5 Incidence of each failure mode



フィルタの破れ



ローラーの破損

写真-2 除塵装置破損状況

Photo2 Damaged dust removal equipment

3) 差圧異常によるフィルタの交換

除塵フィルタ前後の差圧が40mmAqになると自動的に再生するシステムとなっているが、目詰まりの進行により約9ヶ月で再生不能となるため、毎年フィルタを交換する状況となった。図-6 にフィルタを交換してからの差圧異常発生状況を示す。

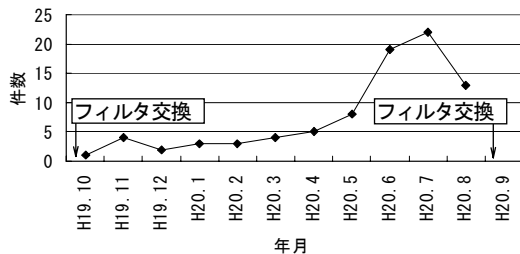


図-6 差圧異常発生件数の推移

Fig.6 Changes in the number of abnormal pressure

(2) 改修計画

1) フィルタ再生方式

上り線除塵装置の改修にあたり、フィルタの再生方式は下り線除塵装置で実績のあるW J式洗浄装置を採用することとした。

また、従来のロール式フィルタは上記に示すように故障の発生頻度およびその保全費用が高いため、下り線と同様のカセット式フィルタを採用することとした。

2) 経済効果

上り線除塵装置の改修において、エアブロー方式の除塵装置を整備した場合とW J方式に改修した場合の更新費用と保全費用を比較し、W J式洗浄装置を採用した方が長期的に有利であることを確認している(図-7)。

なお、更新時期は既設エアブロー方式が20年毎、W J方式が30年毎とした。

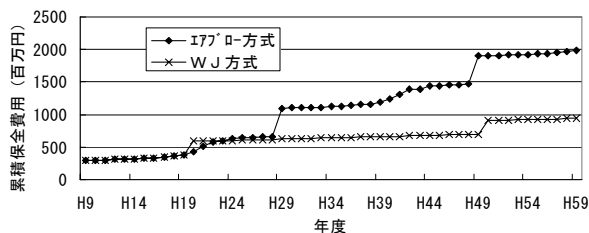


図-7 除塵装置累計保全費用の推移

Fig.7 Changes in total maintenance costs

3) 洗浄汚水の処理

舞子トンネル上り線には電気集塵機を配置しており、その洗浄汚水は下り線換気所へポンプ圧送し、汚水処理設備で処理後、トンネル郊外へ排出している。

上り線除塵装置の洗浄汚水は、電気集塵機用の既設配管に接続することで汚水処理設備の有効利用を図った(図-8)。

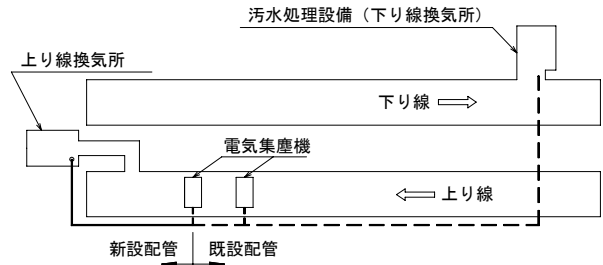


図-8 洗浄汚水配管系統図

Fig.8 Diagram of washing sewage piping distribution

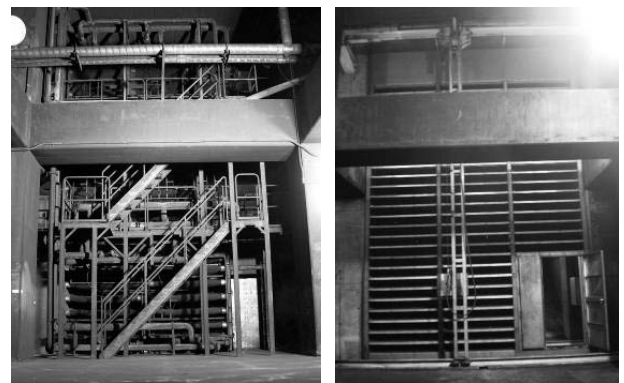
2.4 工事施工方法と費用

現地着手から試験運転完了まで長期間の排風機の停止を伴うため、全3系統のうち1系統ずつ順次施工し、排風機のダウンタイムの低減を図った。

本工事の主な内容は以下のとおりで、工事費は約210百万円であった。

- ①既設除塵装置の撤去
- ②既設送風機・制御盤等の撤去
- ③除塵装置(フィルタ部)の製作・据付
- ④洗浄装置の製作・据付
- ⑤洗浄汚水配管設置

改修前の除塵装置は、除塵フィルタ前後にエアブロー装置、各種配管、弁類およびメンテナンス用の管理路が配置されていたが、改修後は除塵フィルタおよび洗浄ユニットのみとなった(写真-3、図-9)。



改修前

改修後

写真-3 除塵装置改修状況

Photo3 Improvement situation of dust removal equipment

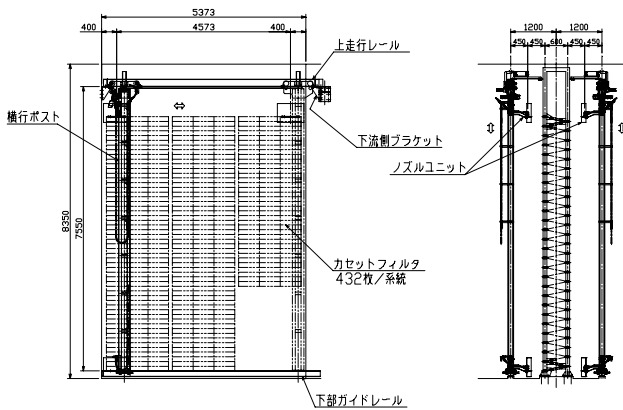


図-9 除塵装置改修図

Fig.9 Drawing of Dust Removal Equipment Improvement

3. WJ式除塵装置への改修効果

3.1 安定的な除塵機能の確保

エアブロー方式除塵装置では、フィルタ前後の差圧を検知し自動的に再生していたが、昼夜を問わず故障が頻発したため、故障発生に備え、社員または施設保全点検員が即時対応できる体制を整え、除塵機能の確保に努める必要があった。

WJ方式に改修後は、フィルタ再生時の故障発生が非常に少なく且つフィルタ再生能力も高いため、計画的に1台ずつ順次再生することができるため、特別な体制を整えることなく安定的に除塵機能が確保出来るようになった。

3.2 アベイラビリティの向上

WJ方式除塵装置は、従来のエアブロー方式除塵装置に比べ部品点数が少ないため、故障発生回数の減少とそれに伴う保全費用及びダウンタイムの減少が見込まれる(表-1)。

表-1 除塵装置構成部品

Table1 Component parts of a dust removal equipment

| 区分 | 装置名 | 数量 |
|---------|------------|------|
| エアブロー方式 | フィルタ巻取装置 | 48台 |
| | ローラー | 396本 |
| | 送風機、コンプレッサ | 6台 |
| | 吹付弁、排気弁 | 48個 |
| | リミットスイッチ | 96個 |
| | 制御盤 | 8面 |
| | 機側操作盤 | 3面 |
| WJ方式 | 洗浄ノズルユニット | 3台 |
| | 高圧ポンプ | 1台 |
| | 洗浄水タンク | 1台 |
| | 排水ポンプ | 1台 |
| | 制御盤 | 1面 |

4. 今後の課題

4.1 再生効果の向上

(1) 再生周期の適正化

除塵フィルタ表面に付着した煤塵は、風圧によりフィルタ内部に押し込まれ、WJで洗浄しても除去不可能な煤塵がフィルタに蓄積され、目詰まり状態となるため、上下線とも概ね1年周期で除塵装置からフィルタを取り外して手洗い洗浄を行っている(写真-4)。

手洗い洗浄は、洗車用ノズル付高圧ホースをWJの配管に接続し換気所内で作業しているが、作業環境の厳しい換気所内での作業の回数を少なくするためにも再生効果の向上は重要な課題である。



写真-4 除塵フィルタ手洗い作業

Photo 4 Washing of filter

除塵装置の再生周期は、図-10に示すように設置場所により差圧の上昇傾向が異なるため、現在は上り線3台及び下り線3号系を2週間、下り線1号系及び2号系を4週間としているが、個別の目詰まりの進行速度を分析し、設置場所毎の再生周期の適正化を図り、手洗い作業頻度を低減する。

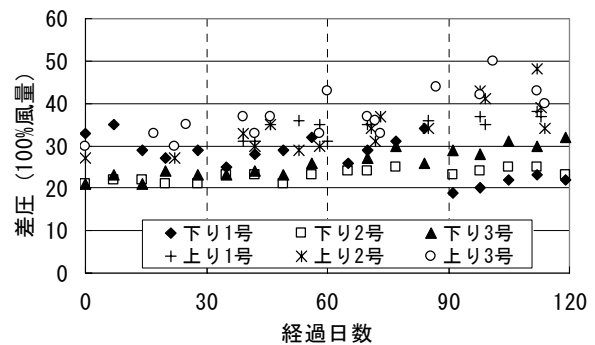


図-10 上り線除塵装置の差圧推移

Fig.10 Pressure changes in dust removal equipment

(2) 圧力損失の低減

WJはフィルタ表面に対して近距離且つ垂直に当てる方が圧力損失が少なく洗浄効果が高い。しかし、WJの水圧は、カセットフィルタ表面に到達するまでに様々な要因により圧力損失を生じているため、その低減方法を検証し、更なる再生効果の向上を図る。

1) ノズルとフィルタとの設置間隔の変更

流体の圧力損失は距離に比例するため、圧力損失を低減させるためには、ノズルヘッドとカセットフィルタの設置間隔を短くする必要がある。

現在、WJ式洗淨装置の横行レーンとフィルタとの設置間隔は、換気所の構造上、1200mmとしているが、ノズル取付配管を延長し、ノズルヘッドをフィルタ側に近づける方法を検討している(図-11)。

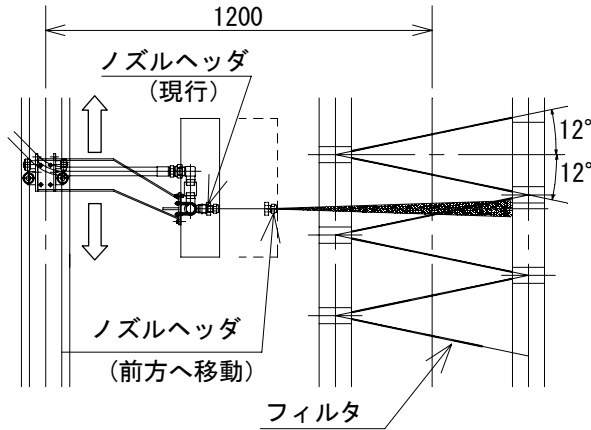


図-11 ノズル配管延長
Fig.11 Piping nozzle extended

2) WJ吹き付け角度の変更

除塵フィルタは水平に対して±12度の角度で設置しており、厚さ10mmの除塵フィルタにWJを水平に吹き付けた場合のWJの通過長さは48mmとなるが、仮にフィルタに対し24度の角度で吹き付けた場合、通過長さが25mmとなり、約48%の圧力損失が低減され、再生効果の向上が見込まれる(図-12)。

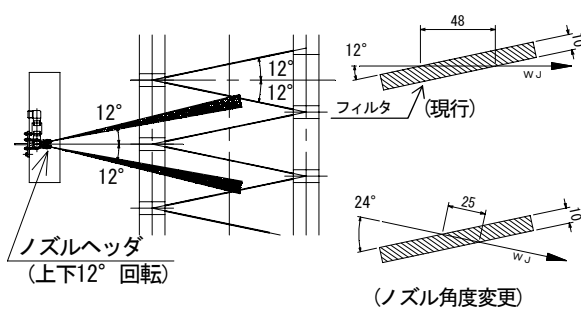


図-12 ノズル角度変更
Fig.12 Change of the nozzle angle

WJの吹き付け角度は、ノズル本体の角度を調整するか、若しくは除塵フィルタの取付角度を大きくすることで対応が可能である。フィルタの角度を20度とした場合の通過長さは29mmとなり、約40%の圧力損失の低減が見込まれる(図-13)。

フィルタの取付角度は、自動車から排出される煤塵の捕集に必要な通風面積と風洞面積から求められるが、排

出ガス規制に伴う自動車の高性能化により、排出される煤塵が減少しているため、風洞面積に対する最適な通風面積を見直し、WJとフィルタとの相対角度を大きくする方法を検討する。

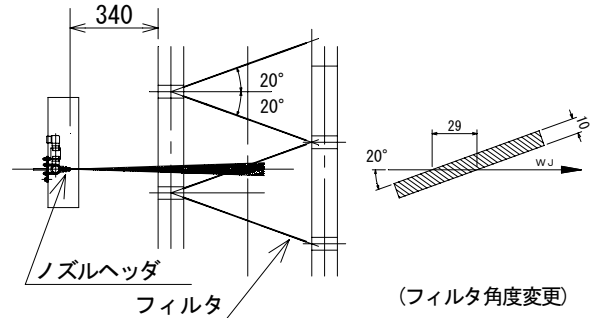


図-13 フィルタ角度変更
Fig.13 Change of the filter angle

4.2 完全自動化の検討

現在、上下線の除塵装置の再生は、換気所内に設置している制御盤を社員または施設保全点検員が操作しフィルタを再生している。

換気所内は、壁面や床面に煤塵が堆積している厳しい環境であるため、自動化により換気所へ入室する回数をできるだけ減少させることが望ましい。

再生方法は、主に換気所内の制御盤の操作によるが、事前に当該排風機を機側盤で停止させなければならない。

そこで、除塵装置の再生日の定刻に当該排風機を自動停止し、排風機停止を受けて除塵装置の自動再生を行う制御方法を取り入れることを検討している。

5. あとがき

舞子トンネル除塵装置は、トンネルを通行されるお客様に安全安心に利用していただき、かつ周辺地域の環境保全のため、常に適正に再生しなければならない。

また、除塵装置の維持作業は、我々社員と委託先であるグループ会社の保全員が共同で実施しており、WJ式除塵装置に改修したことで労働環境は大きく改善された。

なお、ノズル配管の延長とWJ吹き付け角度の変更は、配管材を追加するだけで容易に対応が可能のため、順次その効果を確認しているところであり、更なる再生効果の向上に努める所存である。

参考文献

1) 政田 潔：舞子トンネル下り線換気所除塵装置の改修、本四技報、Vol.31、No.109、pp.25-30、2007.9

米国長大吊橋の維持管理の現状報告

Report on maintenance of long-span suspension bridges in the United States

企画部 企画課長代理 西谷 雅弘
Masahiro Nishitani
保全部 橋梁保全課長 栗野 純孝
Sumitaka Kurino
保全部 道路保全課長代理 杉山 剛史
Takeshi Sugiyama

概要

本州四国連絡高速道路株式会社は 10 橋の長大吊橋を維持管理しており、将来これらの長大橋にどの程度の維持管理コストが必要になるのかを把握し、計画的に管理していく必要がある。そのため 2009 年末に米国において、長大吊橋の維持管理状況を調査した。本文は、4 つの吊橋の維持管理体制・塗装状況・ケーブル保全方針・過去の大規模な補修・補強内容について報告する。なお、最後に収集した情報を元に総維持管理費と供用年数の関係について考察を加えた。

The Honshu-Shikoku Bridge Expressway Co.Ltd has maintained ten long span suspension bridges and needs to maintain the bridges by estimating long-term maintenance cost and using appropriate plan. Therefore a study on maintenance was carried out for the present condition of long span suspension bridges of the United States in the end of 2009. This report describes maintenance organization, present condition of paints, rust protection policy of cables and major repair/ reinforcement undertaken in the past of four suspension bridges. At the last part of the report, some comments on the relation between total maintenance cost and service year are given using collected data.

1. はじめに

本州四国連絡橋は、経営理念に掲げる 200 年以上の長期にわたり利用される橋を目指し、長寿命化をはかるべく維持管理を実施している。維持管理には料金収入があてられているが、今般高速道路の料金体系が議論される中、収入の減収による維持管理コストのさらなる削減を迫られる恐れがある。本州四国連絡高速道路株式会社は 10 橋の長大吊橋を含む道路を管理しており、将来これらの長大橋にどの程度の維持管理コストが必要になるのかを把握し、計画的に管理していく必要がある。そこで長大吊橋の先駆者であり、また供用後 70 年を超える吊橋を数多く保有する米国において、長大吊橋の維持管理状況を調査した¹⁾。今回の調査対象は通行料金を徴収し、維持管理を実施している橋梁とし、これまでの主な長大吊橋にかかる補修の内容やその費用について調査した。

1.1 調査対象橋梁

今回の調査対象橋梁は米国東部から西部にかけて 6 橋の有料道路橋の現地調査と各管理担当者へのヒアリングを実施した。

表-1 調査対象吊橋一覧

Table-1 List of bridges for the study

| 米国長大吊橋 | 供用年月 | 供用年数 | 中央径間長 | 備考(略称) |
|---------------------|----------|------|-------|--------|
| ベラザノ・ナロウズ橋 | 1964年11月 | 45 | 1298m | VNB |
| ジョージ・ワシントン橋 | 1931年10月 | 78 | 1067m | GWB |
| ベア・マウンテン橋 | 1924年11月 | 85 | 498m | BMB |
| マキノ橋 | 1957年11月 | 52 | 1158m | MKB |
| ゴールデン・ゲート橋 | 1937年5月 | 72 | 1280m | GGB |
| サンフランシスコ・オークランド・ベイ橋 | 1936年11月 | 73 | 704m | SOB |

※ 供用年数は、2010年4月現在

本文ではデータの公開について同意が得られたゴールデン・ゲート橋、ジョージ・ワシントン橋、ベア・マウンテン橋およびマキノ橋に関してその調査報告を行う。

2. 各橋梁の維持管理の現状

2.1 ゴールデン・ゲート橋

(1) 概要

中央支間長 1,280m を有するゴールデン・ゲート橋は1937年に供用され70年以上経過した長大吊橋である。サンフランシスコ湾の入り口に位置する本橋は、観光地サンフランシスコのシンボリックな存在であり、本橋の道路両縁に設けられた歩道には観光客も多い。本橋は、湾口にあるため、たえず海峡からの霧が流入しかつ潮風が直撃し同湾の他の橋梁に比べ厳しい腐食環境にある。



写真-1 ゴールデン・ゲート橋
Photo-1 Golden Gate Bridge

(2) 維持管理体制

ゴールデン・ゲート橋はゴールデン・ゲート橋ハイウェイ運輸公社が管理しており、公社には電気、塗装工、鉄工など約100人の技術スタッフからなる直営の維持補修部隊がある。彼らにより簡易な点検や補修および大規模な塗装工事が直営で実施されている。管理事務所敷地内には事務所の他、車両や機材整備のための施設や鉄工所などを有し、作業員が直営で整備や金具等の製作を行っている。



写真-2 管理事務所内の整備工場
Photo-2 Maintenance shop at the operation office

(3) 塗装状況

塗装の状況は、近傍で見ると鋼材の腐食が至るところ

に見られ、全体的には良いとは言えない状況である。



写真-3 鋼床版裏面の腐食の補修状況（北高架橋）

Photo-3 Repair of corrosion of steel deck at the North Viaduct

点検は2年に1回の頻度で実施されており、構造部材毎にその点検結果をとりまとめている。ゴールデン・ゲート橋では塗替塗装の判断は、塗膜性能に関する基準ではなく部材の構造に影響を及ぼす損傷により評価されている。横軸に格点番号、縦軸に部材名を表示し評価点を付け、赤（補修必要）・黄・緑の色分けがされている。部材名は、桁を床版・床桁・主構・対傾構等の部位に細分されている。

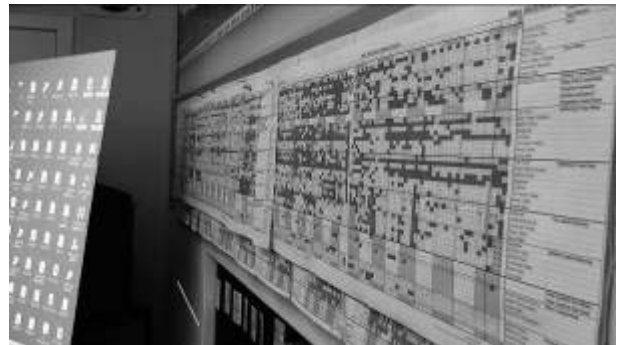


写真-4 点検結果評価一覧表
Photo-4 A table of inspection results with flags

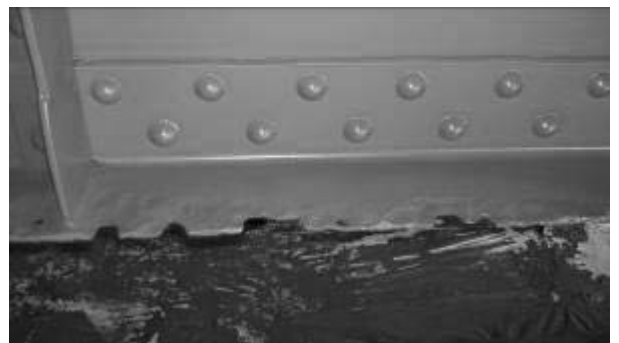


写真-5 断面欠損した部材

Photo-5 A member with corrosion

全般的に桁の塗装は傷んでおり鋼材には腐食による部分的な断面欠損が生じている。このような部分は塗替の前に、ボルトやブレーシングの取替・簡易なあて板による補強がされている。また塔やケーブルの塗装も劣化や剥がれがあり、今後大規模な塗替が必要とされている。



写真-6 リベットをボルトに交換した部材

Photo-6 Replacement of rivets with bolts

塗替塗装作業はクイックデッキというユニット式の転用足場を使用し、さらにシュリンクラップというシートで足場を覆い、塗装工場のような密閉した作業空間が確保されていた。



写真-7 北高架橋の塗替塗装作業状況

Photo-7 Repainting condition of the North Viaduct



写真-8 クイックデッキと呼ばれる仮設足場

Photo-8 Temporary scaffoldings called *Quick Deck*

塗装作業はブラストとスプレー塗装で実施され、塗料は有機ジンクを下地に水性アクリルペイント2層の仕様である。試験的取組として取付橋付近でウォータージェット方式による素地調整を実施しその効果を検証している。施工費がサンドブラストに比べ1/3程度になるが、設備が大規模となるため全橋採用までには至っていないとのことである。またハンガーロープの自動塗装機械(ケレン込み)の試験も実施されている。

(4) ケーブル保全方針

ケーブルは1990年(西)と1998年(東)に開放調査されているが問題はなかったとのことである。ケーブル送気は実施されていない。

(5) 過去における大規模な補修・補強

ハンガーロープについては、ハンガーロープ定着部から水が抜けない構造となっていたため腐食し、1973年～1976年にかけて全数取替が実施されている。現在は定着部に水を抜くための隙間が出来るように改良されている。またハンガーロープ定着部を傷つけないよう垂鉛のサポート金具を取り付けているが、このような簡易な金具は全て直営の維持補修部隊が製作している。

ゴールデン・ゲート橋は前述の補修の他、現在耐震補強が進められており、訪問時点では、取付高架部分の工事が完了間近であった。今後本橋の基礎補強等が進められていく予定とのことである。

表-2 ゴールデン・ゲート橋の主な補修・補強工事

Table-2 Major repair/ reinforcement of the Golden Gate Bridge

| 年次 | 主な補修・補強工事 | 工事費 (百万ドル) |
|-------------|-----------------|---------------|
| 1953 ~ 1954 | 耐風対策(下横構の設置) | 3.5 |
| 1973 ~ 1976 | ハンガーロープ交換 | 9.0 |
| 1980 ~ 1982 | 耐震補強 | 2.8 |
| 1982 ~ 1986 | コンクリート床版を鋼床版に交換 | 68.0 |
| 1993 ~ 1994 | 高欄の交換 | 1.3 |
| 1997 ~ | 耐震補強 | 645.0 |

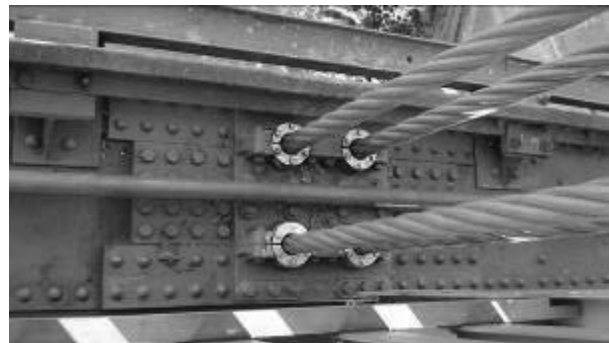


写真-9 ハンガーロープ定着部

Photo-9 An anchorage part of suspender ropes



写真-10 製作したハンガーロープ定着部金具

Photo-10 Metal parts of suspender ropes casted at the shop

2.2 ジョージ・ワシントン橋

(1) 概要

ジョージ・ワシントン橋は、1931年に世界で初めて中央支間長 1,000m を超えた吊橋であり、ハドソン川を跨ぎ、ニュージャージーとマンハッタンを繋ぐ重要な路線として 300,000 台/日の交通量を支えている。

供用当時は 6 車線であったが、交通需要に対応し 1946 年には 2 車線追加し 8 車線とし、1962 年には下層デッキ 6 車線を追加している。合計 14 車線は世界の中でも最も多い車線を有する吊橋である。



写真-11 ジョージ・ワシントン橋

Photo-11 George Washington Bridge

(2) 維持管理体制

ジョージ・ワシントン橋はニューヨーク・ニュージャージー港湾公団によって管理されている。この組織はニュージャージー州およびニューヨーク州から独立した組織であり、両州の管轄に縛られることなく効率的に管理運営がなされている。ハドソン川を跨ぐジョージワシントン橋やリンカーントンネルなど 4 つの橋梁と 2 つのトンネルに加え、5 空港、3 バスターミナル、港湾、鉄道、不動産など多くの施設を管理・運営している。9.11 テロで倒壊した世界貿易センタービルもこの組織が所管しており、現在跡地の再開発を進めている。また独自の警察・消防を有する巨大な組織である。

当公団は、直営の維持補修部隊を有している。タッチアップ塗装や簡易な補修は直営で実施されているが、大規模な塗装工事や補修は請負工事により実施されている。

(3) 塗装状況

主塔上部は 70 周年に合わせ全面塗替が実施されており、良好な状態である。塗装当時の写真を見ると、総組足場で立ち上げ、ゴールデン・ゲート橋でも採用しているシュリンクラップで完全に覆った状態で塗装作業が実施されている。

塔などの塗装作業はプラストで旧塗膜を除去し、下地に有機ジンクを入れエポキシ樹脂塗料+ポリウレタン樹脂仕様で塗装されている。ケーブルの上塗りアル

ミニウムペイントを使用しており本橋のイメージカラーとなっている。桁のエッジ部等に多少の腐食は見られるが、全体的に塗装状態は良く、タッチアップ等も実施されており適切な管理がされている。



写真-12 塗装されたケーブルの状況

Photo-12 A condition of painted cables



写真-13 トラス桁部エッジ部の錆

Photo-13 Rust of edges at a truss girder

(4) ケーブル保全方針

1992 年にケーブル開放調査が実施されている。ワイヤ表面に軽微な腐食があったが状態は良好とのことであった。また主ケーブルの定着は、良好な岩盤に支持されたトンネルアンカーであり、ケーブル定着部付近の素線破断が確認され、この部分のストランド補強工事が実施されている。現在スプレー室内は膜で定着部を覆い除湿し相対湿度 40% を目標に管理がなされている。ケーブルは 2000 年にも開放調査が実施されているが、腐食の進行は見られておらず、その際にケーブル内へオイルを注入する防食対策が実施されたとのことである。

(5) 過去における大規模な補修・補強

供用後 30 年経過し、コンクリート床版の損傷がひどくなったことと、維持管理出来ない箇所があったため鋼床版に取り替える工事が実施されている。ハンガーロープについてはゴールデン・ゲート橋と同様に定着部の構造が水の抜けにくい構造となっていたため腐食していたとのことである。腐食したハンガーロープを取り外し引張試験等を実施した結果、腐食による断面減少に伴う強度低下が確認されたため、全数のハンガーロープを取り替えている。

ジョージ・ワシントン橋の資料は、2001年9月11日のアメリカ同時多発テロの際に倒壊した世界貿易センタービル内に保管されていたため消失し、古いデータについては詳細なものは残っていないとのことであった。

表-3 ジョージ・ワシントン橋の主な補修・補強工事
Table-3 Major repair/ reinforcement of the George Washington Br.

| 年次 | 主な補修・補強工事 | 工事費 (百万ドル) |
|-------------|---------------|---------------|
| 1988 ~ 1997 | 上部鋼床版補修 | 34 |
| 1997 | 補剛桁および鋼床版塗替塗装 | 60 |
| 1997 | 下部構造補修 | 10 |
| 2000 | 主塔(2基)塗替塗装 | 64 |
| 2009 | アンカレイジ内除湿装置設置 | 10 |

2.3 ベア・マウンテン橋

(1) 概要

ハドソン川上流ニューヨーク郊外のベア・マウンテン州立公園に位置するこの橋は、ニューヨーク州橋梁公団が管理している。1924年完成当時中央支間長498mは世界第一位であった。この橋は民間会社によって建設され、その後35年間橋を運営した後、州に移管されている。



写真-14 ベア・マウンテン橋
Photo-14 Bear Mountain Bridge

(2) 維持管理体制

現在、ニューヨーク州橋梁公団はベア・マウンテン橋を含む6橋を管理している。当公団は、国際吊構造橋梁管理者会議 (ICSBOC) の共催者であり、主任技師が長大橋の維持管理に力を注いでいる。簡単な点検や補修は直営の維持補修部隊で実施されており、大規模な補修は請負工事としている。直営補修部隊は、7人程度の規模で、専門職ではないが、勉強し維持作業にあたっていた。

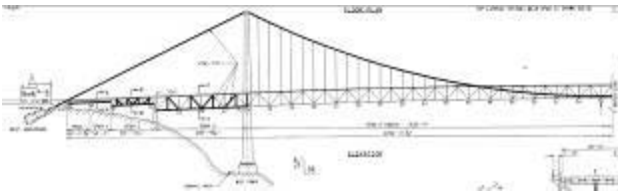


図-1 ベア・マウンテン橋のFCM部材(太線)
Fig-1 FCM of the Bear Mountain Bridge (Thick lines)

基本点検は、法律で定められた2年に1回以外の年も、コンサルタントに発注されている。入手した報告書には、重要な点検部位として本橋のFCM (Fracture-Critical Member) 部材が記載されている。FCMは、引張のかかる部材もしくは部位であり、これが破壊すると橋の一部や橋全体が崩壊に直結するものである²⁾。

ベア・マウンテン橋は古い橋でもあることから管理路等の維持管理設備が整っているわけではないが、部材に張り渡したワイヤーに命綱を預けて細部まで点検や補修を実施したり、スパイダーチェアと呼ばれるゴンドラを足がかりに通常では接近不可能な場所へ近接して点検・補修するなどきめ細かな維持管理がされている。また最近路面から床版下面への連絡口を設置している。



写真-15 桁のトラスに張られた点検用ロープ
Photo-15 Ropes in a girder for inspection purpose

(3) 塗装状況

本橋は供用後85年経過しているが、塗装管理状況は非常に良好である。



写真-16 床版縦桁支承の塗装後の発錆

Photo-16 Rust on paint of a bearing shoe on a stringer

床版の縦桁支承に腐食が見られているが、それ以外は腐食が見られず、頻りに手を入れられており、局部補修等もしっかり実施されている。特にリベット周りやエッジ部等の腐食し易い箇所は厚塗塗装が施されている。

(4) ケーブル保全方針

ベア・マウンテン橋のケーブルは1969年に最初の開放調査がなされており、その際に白錆の発生が確認されている。その後70年代より急に腐食が進行し1994年の開放調査では赤錆の発生とともに、ワイヤーの破断が確認されている。

2000年～2002年にかけてケーブル全長にわたり再ラッピングと、防食対策としてケーブル内へのオイル注入を行う大規模な補修工事がなされている。2003年には側径間側の主ケーブルを補強する工事が実施され、その際に追加されたロープにひずみ計を取付け、応力の変化がモニタリングされている。また主ケーブルにはアコースティック・モニタリング・システムが導入されており、ワイヤが破断する際の音を検知出来るようにしている。このモニタリングシステム設置で、オイル注入時点で2本のワイヤの破断が確認され、オイル注入後は破断の確認はされていないとのことである。アンカレイジ内は除湿しており相対湿度40%を目標に管理されている。



写真-17 破断したワイヤー（アンカレイジ内）
Photo-17 A broken wire in an anchorage



写真-18 側径間部補強ケーブル（主ケーブルの下）
Photo-18 A main cable with reinforcing ropes (beneath the cable)

(4) 過去における大規模な補修・補強

ベア・マウンテン橋のこれまでの大規模な補強は供用後50年経過した時点でのコンクリート床版の交換である。そのほか前述のケーブル関係の補修に費用が投じられている。

表-4 ベア・マウンテン橋の主な補修・補強工事

Table 4 Major repair/ reinforcement of the Bear Mountain Bridge

| 年次 | 主な補修・補強工事 | 工事費 (百万ドル) |
|------|-----------|---------------|
| 1975 | 床版交換 | 4.3 |
| 1995 | 舗装打替え | 1.3 |
| 1997 | 主塔塗装 | 3.5 |
| 1999 | 主ケーブル補修 | 5.8 |
| 2002 | 補修塗装 | 7.9 |
| 2003 | 主ケーブル補強 | 1.1 |
| 2006 | 電気設備更新 | 1.2 |

2.4 マキノ橋

(1) 概要

マキノ橋はミシガン州北部のミシガン湖とヒューロン湖の間のマキノ水峡に位置し、セントイグナスとマキノシティを結んでいる。本橋周辺はマキノ国立公園に指定されたマキノ島などリゾート地として人気があり、夏場は観光客も多い。橋の供用以前はフェリーが運行していたが、冬季になると湖が氷結し年間を通じて、フェリーの運行が困難であることなどから本橋の建設が熱望され1957年に完成した。また本橋は道路面（4車線のうち2車線）にオープングレーチングを採用していることが大きな特徴の一つである。



写真-19 マキノ橋
Photo-19 Mackinac Straits Bridge

(2) 維持管理体制

マキノ橋公団がマキノ橋とその関連道路を管理している。約40名の直営維持補修部隊を有しており、簡単な点検および小規模な塗装や補修が行われているが、大規模な塗替塗装などの工事は請負工事で実施されている。冬季は厳しい気象条件下にあるため、雪氷対策や交通管理業務のみを実施しており、点検や維持作業は4月上旬から10月下旬までの7ヶ月程度に限られている。夏場は交通量が増大するため臨時のパート職員を増員するなどの措置を取って管理運営が行われている。

(3) 塗装状況

今回の調査日程が12月の厳冬季であったため、他の橋梁のように色々な部材に近接して確認する事はできなかったが、トラス部材に一部腐食は見られたものの全体的には良好な状態である。塗装については、供用後5年後から局部的な補修塗装が4～5年をかけて3サイクル実施されている。供用40年後からブラストにより旧塗膜を完全に除去する本格的な塗替塗装が実施されている。



写真-20 トラス部材の発錆状況
Photo-20 Rust on truss members

(4) ケーブル保全方針

1998年から10年毎に主ケーブル開放調査が実施されており8箇所のケーブルを開いて素線の状況が確認されている。本橋のケーブルは鉛丹ペーストを施した上にラッピングワイヤと塗装を行った防食システムであるが、開放した結果、腐食はなく健全な状態であったとのことである。以前、ケーブルバンド下部のコーキングを除去した際に水が出てきたため、それ以降下部のコーキングをしておらず、塗装のみの状態としている。また、アンカレイジにも除湿装置は入れていないとのことである。ケーブルワイヤに腐食の発生が少ないのは、本橋の架橋地点が淡水湖上であることや、冬季に凍結防止剤を使用していない事が理由と考えている。



写真-21 ケーブル外観
Photo-21 External appearance of a cable

(5) 過去における大規模な補修・補強

マキノ橋は内側車線にはメッキされたオープングレーチングが使用されている。オープングレーチングの補修方法は点検結果により状態を評価し、痛んでいるものから順次新品に取り替える方法としている。グレーチング部材が細かいので補修塗装は手間がかかるため、取り替えた方が安価であるとのことである。

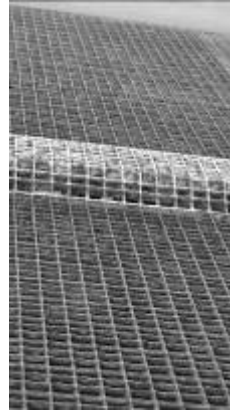


写真-22 オープングレーチングの腐食状況

Photo-22 Corrosion of an open grating

マキノ橋の主な大規模工事として、コンクリート床版の交換、橋梁付属物（伸縮装置、タワーリンクなど）の交換、電気・機械設備の更新などが実施されている。コンクリート床版の交換は、過去に2回実施されており、1回目の実施は、供用してから約35年後であり、その約15年後には2回目を実施されている。電気・機械設備の更新には、主塔エレベータの交換、電気設備の配線の交換、点検用作業車（桁用全8基）の交換などが含まれている。これらは、供用約40年後から実施されている。

表-5 マキノ橋の主な補修・補強工事

Table-5 Major repair/ reinforcement of the Mackinac Straits Bridge

| 年次 | 主な補修・補強工事 | 工事費 (百万ドル) |
|-------------|------------------|---------------|
| 1963 ~ 1968 | 補修塗装(塔、桁、ケーブル) | 0.5 |
| 1974 ~ 1978 | 補修塗装(塔、桁、ハンガー) | 3.5 |
| 1984 ~ 1988 | 補修塗装(塔、桁) | 3.5 |
| 1992 ~ 1993 | コンクリート床版補修、舗装打替え | 2.0 |
| 1995 | タワーリンク交換(1基) | 0.3 |
| 1996 ~ | 塗替塗装 | 38.7 |
| 1997 ~ 1998 | 伸縮装置交換(2基) | 1.0 |
| 1997 ~ 2001 | 電気・機械設備更新 | 16.7 |
| 1998 ~ | オープングレーチング交換 | 0.5 |
| 2008 ~ 2009 | コンクリート床版補修、舗装打替え | 3.0 |

3. 米国長大橋の総維持管理費用

3.1 これまでの補修・補強費のまとめ

供用後からの累計した総維持管理費用に関して考察を加える。まず、長大吊橋の維持管理費を増加させる主な補修・補強工事としては、①鋼部材における完全な塗替塗装（既設部分をブラスト処理し、一層目から塗り替える）、②ハンガーロープの交換（全数交換）、③床版の交換（コンクリート床版全ての交換やコンクリート床版を鋼床版に交換）、④主ケーブルの点検や腐食対策、⑤耐震補強などがあげられる。特に、①～④に共通するのは、鋼材の腐食である。

3.2 米国長大吊橋の総維持管理費の傾向

上述した大規模な補修・補強工事の内容に加えて、点検費等も含めた供用後からの総維持管理費用（累計）を

算出した。当時の費用は、米国における消費者物価指数を用いて 2008 年度価格に換算した³⁾。各吊橋の完成当時の建設費も 2008 年度価格に換算した。総維持管理費は、換算した建設費への比率で比較 (図-2) した。

表-6 長大吊橋の建設費

Table-6 Construction cost of bridges

| 米国長大吊橋 | 供用年 | 建設費(当初) (百万ドル) | 建設費(2008年) (百万ドル) |
|-------------|-------|-------------------|----------------------|
| ジョージ・ワシントン橋 | 1931年 | 59 | 973 |
| ベア・マウンテン橋 | 1924年 | 5 | 68 |
| マキノ橋 | 1957年 | 99 | 760 |
| ゴールデン・ゲート橋 | 1937年 | 35 | 525 |

※ GWBのデータは、参考文献4)による。

なお、資料が消失したジョージ・ワシントン橋の古いデータについては参考文献⁴⁾から引用した。

長大吊橋の供用年数が長くなるにつれて大規模な補修・補強工事の実施数が増え、維持管理費は累進的に増加していく傾向がある。米国の長大吊橋4橋の実績より、①供用後約 20~30 年経過した頃から維持管理費が増大する傾向が見られ、供用後約 50 年間における累積の維持管理費は概ね建設費に相当する額に達する、②供用後約 70~80 年間では概ね建設費の 2 倍に相当する額に達する、③特に、供用してから 50 年以降は、維持管理費が増加する傾向がさらに大きくなる、ということが確認できた。

4. おわりに

本調査は 2009 年 11 月から 12 月にかけて実施した。吊橋管理者から維持管理状況をヒアリングし、現地を視察しながら、供用年数 70 年を超える吊橋が過去に大規

模な補修工事を経験しながら、今なお大都市の交通需要を支えていることに感動した。さらに、ジョージ・ワシントン橋は 2001 年に起きた同時多発テロにより過去の資料の大半を消失してしまったので、現在は資料を分散し保管するなどの措置を取っており、技術文書を保存することの重要性を再認識した。当社は、200 年以上の長期にわたり利用される橋をめざし、また、橋梁技術のフロントランナーとして、技術の継承・高度化を推進することを経営理念としている。今後も、先人たちの経験や教訓を踏まえながら、万全な維持管理を確実に実践していく必要がある。

なお、本調査にあたっては、米国各長大吊橋管理者に大変親切にご対応いただいた。本誌面をお借りし、あらためて感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 西谷雅弘、杉山剛史、栗野純孝：米国長大吊橋の現状と総維持管理費用、道路 Vol.830、pp.66-71、2010.5
- 2) FHWA：Inspection of Fracture Critical Bridge Members, U.S. Department of Transportation, 1986
- 3) US Bureau of Labor Statistics：CPI Inflation Calculator (<http://data.bls.gov/cgi-bin/cpicalc.pl>)
- 4) Yingchun Zhang、David A. Novick、Ahmad Hadavi、Raymond J. Krizek：Life Cycle Cost Analysis of Bridges and Tunnels, A final report for TEA-21 (A468, A472 and A491) (発表年月不明)

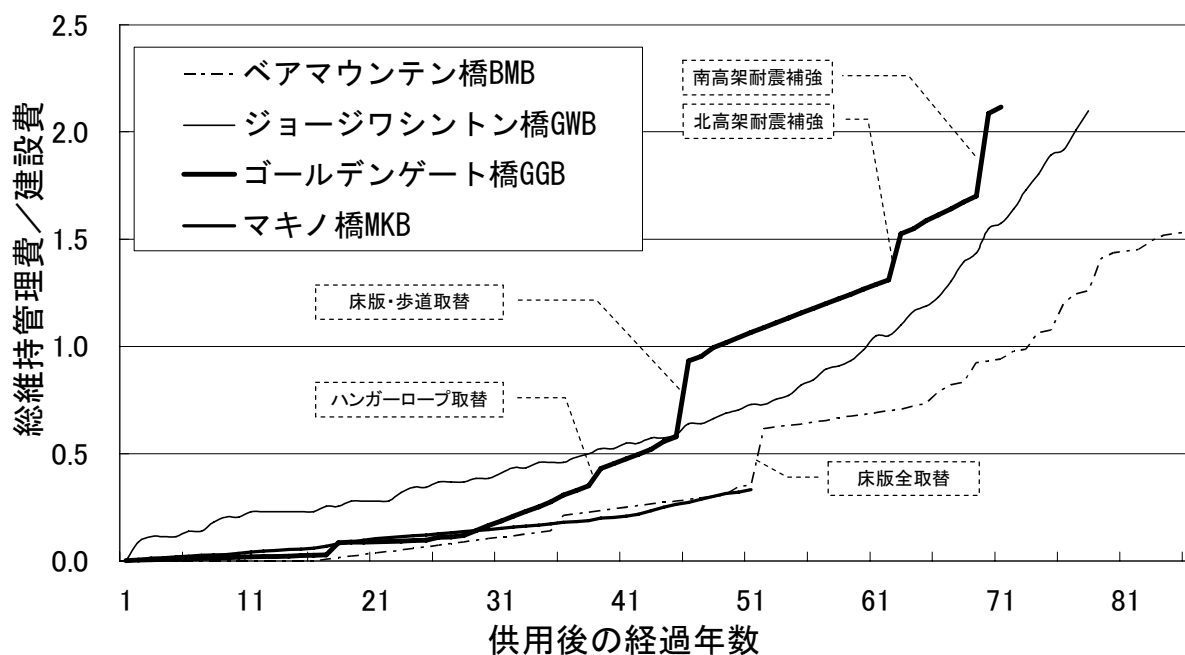


図-2 総維持管理費と供用年数の関係

Fig-2 Relation between total maintenance cost and service year

海外報告（コンゴ マタディ橋の現況）

Overseas Report (Democratic Republic of the Congo —Matadi Bridge—)

長大橋技術センター 総括・防食グループリーダー 荻原 勝也
Katsuya Ogihara

1. はじめに

筆者は、2010年5月27日より6月7日にかけて、日本の有償資金協力で1983年に建設されたマタディ橋の現況を調査することを目的とした、国際協力機構（JICA）の「コンゴ民主共和国橋梁維持管理情報収集・確認調査」の一員としてコンゴ民主共和国を訪問した。完成後28年が経過したマタディ橋の現況を報告する。

2. コンゴ民主共和国の概要

コンゴ民主共和国は、中部アフリカに位置し、わずかに大西洋に面した内陸国で、面積は日本の約6倍、人口は約6千万人である。国土の大部分は熱帯雨林で、乾期と雨期があり、赤道直下で年間を通じて気温の変化が少ない。

豊富な天然資源に恵まれており、それらを目当てに世界各国が進出しているが、長年の内乱、紛争の影響で国土は荒廃し、経済は疲弊しており、国民一人当たりのGNIが150米ドル（2008年）の世界の最貧国のひとつである。

首都は中部アフリカ最大の都市キンシャサである。今回は調査団として訪問したが、国際協力に関連する業務以外で、例えば観光で気軽に訪問できる国ではないことが、治安やインフラ整備の状況などで実感された。

また、中国による資源確保のための道路整備が、いろいろところで実施されており印象的であった。

ところでアフリカにはコンゴと呼ばれる国が2つあり、一つはコンゴ民主共和国、他の一つはコンゴ共和国である。かつて一体のコンゴ王国であったがヨーロッパ諸国の植民地にされ、ベルギーの植民地であった地区とフランスの植民地であった地区がそれぞれ1960年に独立し2つの国となった。コンゴ民主共和国（以下「コンゴ」）は旧ベルギーの植民地の現在の国名である。



図-1 コンゴ民主共和国位置図
Fig.1 Democratic Republic of the Congo



図-2 マタディ位置図
Fig.2 Matadi



写真-1 マタディ橋 遠景
Photo 1 Matadi Bridge

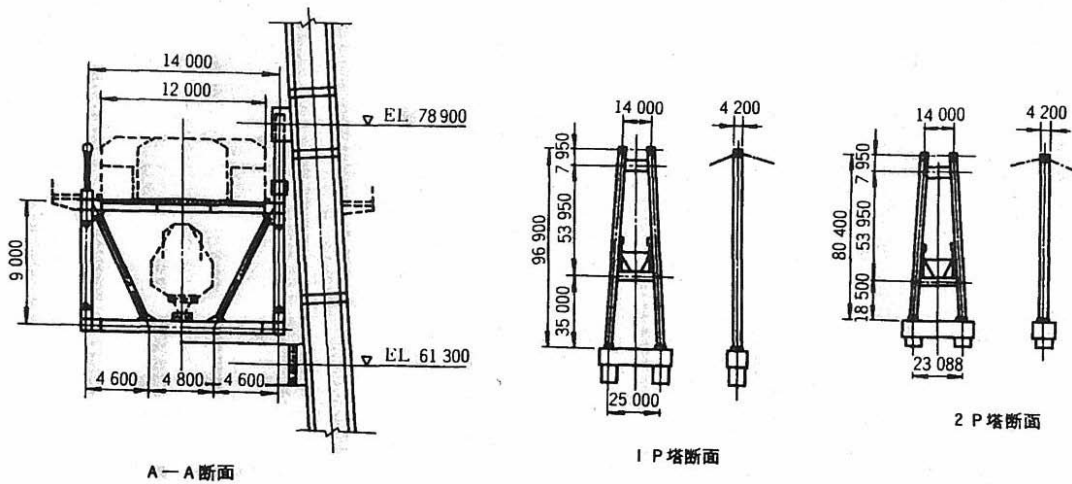
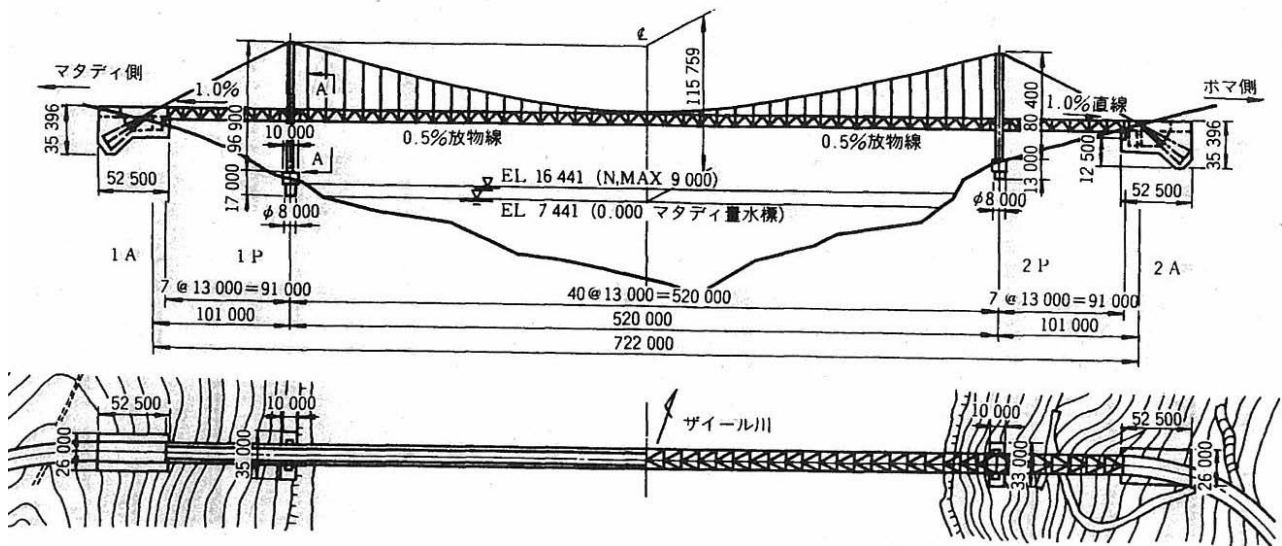


図-3 一般図
Fig. 3 General Profile



写真-2 マタディ橋 近景
Photo 2 Matadi Bridge



写真-3 ハンガーロープ
Photo 3 hanger ropes



写真-4 主ケーブル
Photo 4 Main Cable

日本は様々な分野でコンゴへ協力を行っており、その中でもマタディ橋の建設は 345 億円の超大型の援助案件であった。

3. マタディ橋

マタディ橋は、マタディにおいて日本の有償資金援助によりコンゴ河に架けられた中央径間長 520m の、3 径間連続補剛吊橋（道路・鉄道併用橋）である。1983 年の完成当時、同形式の橋梁としては世界有数の規模を誇っていた。

この橋は大鳴門橋や下津井瀬戸大橋と建設時期、橋梁規模、構造的な特徴等において類似点が多く、当時の日本の最新の技術を活用して建設された。

本四高速(株)は、公団時代に JICA 長期専門家を 3 名派遣するなどマタディ橋の計画・設計・建設業務に深く携わってきた。

3.1 バナナ・キンシャサ交通公団

マタディ橋はバナナ・キンシャサ交通公団 (OEBK) により取付道路も含めて有料道路として管理されている。OEBK は、1972 年に運輸省の下に設立された公共機関で、大西洋岸のバナナに港湾施設を整備し、バナナからキンシャサまでを連絡する鉄道等を整備することを目的としている。

しかし大西洋岸のバナナ港も、バナナとマタディの間の鉄道も未だ整備されておらず、マタディからバナナに向かう途中にあるマタディ橋は有料の道路のみで供用されている。そのため道路を管轄するインフラ省と鉄道や港湾を管轄する運輸省で、OEBK の帰属についての議論を続けているとのことである。

3.2 マタディ橋の現況

マタディ橋は、日常点検のほか最初の塗替塗装も実施されており、全体として概ね橋梁は良好な状態を保たれていた。とりわけ、主ケーブル内部の腐食は発見されたが、比較的腐食しやすい個所であるハンガーロープの補剛桁側定着部は確認した限りでは良好であった。

しかし、現有機材・技術力に限界があり、一部補修が追いついていない部分や、補修や更新が必要な機材が確認された。

以下に不具合部分の個別の状況を説明する。

(1) 主ケーブル

主ケーブルのケーブルバンドのコーキングを 5 箇所撤去し、内部を確認したところ、素線に錆が発生していることが確認された。

主ケーブル内部の湿度については、調査期間中 48 時間連続して計測し、変動を確認した結果、乾季でありかつ好天であったにもかかわらず、相対湿度が最大 75%



写真-5 点検作業車
Photo 5 Inspection Gantry

(3)点検作業車

補剛桁点検作業車の一部の移動車輪が傾いており、将来脱輪して落下の危険性があるため、補修を行う必要があることが確認された。

(4)付属物

ウインドシューのボルトや伸縮装置に一部不具合が生じていた。これらに対する対応が必要である。

(5)維持管理用機材

維持管理用機材は橋梁建設時に日本より供与されたものがほとんどであるが整理されて保管され、全般的に丁寧に活用されているが、ひどく老朽化が進んでいた。そのため消耗により機能が低下しているものや、スペアパーツの生産が終了しているもの、既に使用不能となり廃棄せざるをえないものが出てきている状況となっている。

(6)電力設備

直接橋本体の状況ではないが、橋本体を含む OEBK への電力供給設備は、周辺地域の住宅へも電力を供給している。しかし増加する住宅への電力需要が増大し OEBK への電力供給に支障をきたしており、新たな変圧器の整備が必要な状況となっていることが確認された。

(7)その他

OEBK は大規模な機材更新ができる財政状況にはないため、調査団に対し、日本での研修、専門家の派遣、機材供与及び橋梁補修工事などを要望していた。

4. おわりに

今回、JICA のマタディ橋の現況調査に参加する機会を得た。調査対象のマタディ橋は完成後 27 年が過ぎていたが、塗替塗装を終えたばかりということも割り引いても、良好な状態であった。

道路と鉄道の両方を載せることのできる、建設当時としては世界の最先端を行く吊橋が日本の援助で建設され、コンゴの技術者の手により立派に管理されていることは驚きであった。

今回の調査結果が活用され、コンゴの発展の役に立つものであることを願いたい。



写真-6 橋の周りの住宅
Photo 6 Houses around the bridge

に上り、ケーブルが腐食しやすい環境であることが確認された。

(2)アンカレイジ

アンカレイジ内部に水漏れが確認され、主ケーブルの素線上に雨水が滴っているため、防水・防食対策が必要であることが確認された。

アンカレイジの上屋部分にひび割れが発生しており、一部は鉄筋まで到達していると思われるひび割れも確認された。

新材料を活用した橋梁付属物の検討 (FRP製橋梁管理路の適用性検討)

Study on application of fiber reinforced plastic (FRP) to inspection way

長大橋技術センター 総括・防食グループ リーダー 荻原 勝也

Katsuya Ogihara

長大橋技術センター 総括・防食グループ サブリーダー 森下 尊久

Takahisa Morishita

1. 研究目的および経緯

本四連絡橋を維持管理するにあたって、適切な維持管理レベルを保ちつつ維持管理費の削減を図ることが重要である。FRP（繊維強化プラスチック）製の橋梁管理路の適用性検討はその取り組みの一つである。

適用性検討にあたって設定した条件を、以下に示す。

- ・使用材料：GFRP(ガラス繊維強化プラスチック)
- ・管理路の設計条件：既設の鋼製管理路と同じ
- ・製作：市中品の引抜成形材を組み立てる

本文では、平成 17 年度に開始した適用性検討のうち、平成 21 年度に行った内容について報告する。

2. 研究内容

2.1 現地暴露試験および環境計測

FRP 材料（GFRP：ガラス繊維強化プラスチック）の耐久性を調査するため、大鳴門橋において平成 17 年度末から現地暴露試験を行っている。

平成 21 年度には現地暴露試験（GFRP 母材および接合部）および環境計測（飛来塩分量、紫外線量）を継続した。ここでは、現地暴露試験のうち、暴露 4 年を経過した母材破断時の引張応力等について、過年度の結果と合わせて図-1 に示す（図中左から A-1：GFRP 板、A-2：GFRP 板に不織布を貼り付けたもの、A-3：GFRP 板に塗装を行ったものを示す）。破断時の引張応力は、母材の長手方向、幅方向ともに 1 年後にやや大きく低下するなどばらつきも見られるが、全体的には緩やかな減少傾向（長手方向の引張強度について 4 年間で 10%程度）にあり、顕著な低下は生じていない。

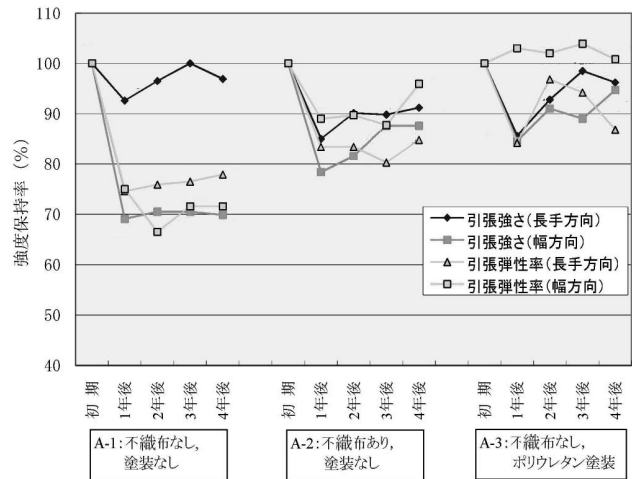


図-1 母材破断時の引張応力等の経年変化

Fig.1 Time history of tensile stress

2.2 試験施工体の現状確認

GFRP 製橋梁管理路の施工性、使用性を把握するため、および継続的な状況確認を行うため、試験施工体の設置を平成 17 年度、19 年度および 20 年度に行った。

試験施工①：海上部 [大鳴門橋の管理路内に仮設置]

試験施工②：海上部 [南備讃瀬戸大橋 4A の外周管理路の一部を交換設置]

試験施工③：狭隘部 [櫃石島高架橋の管理路の一部を交換設置]

平成 21 年度には、上記の試験施工体の状況確認を行った（写真-1～写真-3 参照）。それぞれの管理路の概要と状況確認の結果を、表-1～表-3 に示す。

表-1 試験施工①：概要と状況確認の結果

Table 1 Outline and opinion of body①

| | |
|------|---|
| 設置年月 | 2006年3月 |
| 場所 | 大鳴門橋2P・3P間の横断管理路内 |
| 寸法 | 通路幅400×長さ1500mm[2体] |
| 重量 | グレーチング形式 : 54kg 平板形式 : 38kg |
| 設置環境 | 海上約40m, 上空構造物(道路部鋼床版)との離隔約13m |
| 塗装 | あり(ポリウレタン55 μ m, グレー) |
| 所見 | 設置後4年経過 : 塗装の光沢は失われておらず, 床や手摺りの固定状況は良好である。ただし, グレーチング締付金物, ブラインドリベットのSUS304材にさびが見られる。 |



写真-1 試験施工①：大鳴門橋

Photo 1 Trial construction (Ohnaruto Bridge)

表-2 試験施工②：概要と状況確認の結果

Table 2 Outline and opinion of body②

| | |
|------|--|
| 設置年月 | 2008年3月 |
| 場所 | 南備讃瀬戸大橋4Aアンカレイジ外周管理路の一部 |
| 寸法 | 通路幅1210mm×長さ3060mm |
| 重量 | 110kg(桁部材, グレーチングおよび片側手摺りの3パネルで構成) |
| 設置環境 | 海上約5m, 上空構造物(道路部鋼床版)との離隔約80m |
| 塗装 | なし |
| 所見 | 設置後2年経過 : GFRP母材および支柱部の固定ボルトに変状はない。ただし, グレーチング締付金物(SUS304材)にさびが見られる。 |



写真-2 試験施工②：南備讃瀬戸大橋

Photo 2 Trial construction (Minami-Bisanseto Bridge)

表-3 試験施工③：概要と状況確認の結果

Table 2 Outline and opinion of body③

| | |
|------|--|
| 設置年月 | 2009年3月 |
| 場所 | 櫃石島高架橋13P(南北面), 14P(北面)管理路の一部 |
| 寸法 | 通路幅750mm×長さ5400mm[長さ1800mmの3ユニットで構成。1ユニットは床板と両側の手摺りの3パネルからなる] |
| 重量 | 136kg(床板62 kg, 手摺り37 kg×2) |
| 設置環境 | 道路階と鉄道階に挟まれた箇所 管理路の床からPC桁下端までの離隔1.5m |
| 塗装 | なし |
| 所見 | 設置後1年経過 : GFRP母材および支柱部の固定ボルトに変状はない。ただし, グレーチング締付金物(SUS304材)にさびが見られる。 |



写真-3 試験施工③：櫃石島高架橋

Photo 3 Trial construction (Hitsuishijima Viaduct)

3. まとめ

GFRP製橋梁管理路について、過去5年間の調査検討によって得ることができた評価は、以下のとおりである。

- ・耐久性：短・中期の材料性能については問題のない範囲にある。ただし、長期的な推移については継続調査を要する。
- ・構造安全性：特段の問題はない。
- ・使用性：特段の問題はない。ただし、手摺りの固定方法に配慮を要する。
- ・施工性：良好
- ・経済性：製作費、架設費および維持管理費を合わせた鋼製検査路との比較において適用できる範囲にある。

今後は、管理路の設計条件（たわみ制限）を緩和した場合、GFRP材を床材や手摺りに部分的使用した場合の適用性について整理し、過去5年間の検討結果とあわせてとりまとめる予定である。

関連公表論文等

- 1) 荻原勝也、森下尊久：長大橋技術センター アニュアルレポート「新材料を活用した橋梁付属物の検討（FRP製橋梁管理路の適用性検討）」、本四技報、Vol34、No.113、pp.24-26、2009.9（なお、上記論文の末尾にその他4編の関連公表論文名を記載している。）

円形ケーブル制振対策検討

Investigation of aerodynamic characteristics of circular section cables

長大橋技術センター 耐風・耐震グループリーダー

福永 勸

Susumu Fukunaga

保全部 橋梁保全課長代理

楠原 栄樹

(前)長大橋技術センター耐風・耐震グループサブリーダー

Shigeki Kusuhara

1. 研究目的及び経緯

円形断面を有するケーブル部材は橋梁の各所に採用されており、明石海峡大橋のハンガーロープ、斜張橋(櫃石島橋、岩黒島橋)の並列ケーブルを始めとして、風による振動も数多く報告されている(表-1)。一般に、円形断面ケーブルの適用にあたっては、建設時に風洞試験を始めとした様々な検討を実施し、構造上の問題が発生しないように必要な対策を実施している。一方、風洞試験だけでは明らかにできない現象や検討時点では明らかとなっていなかった現象も存在することから、供用後においても検討が必要となっている。

このような背景のもと、2006年度より供用後に確認された新たな振動および当初の制振対策の効果の確認を実施している(表-2)。本報告では、2009年度までに実施した明石海峡大橋および多々羅大橋の現地振動計測結果について報告するものである。

表-1 本四連絡橋のケーブル構造と風による振動

Table 1 Cable systems of HSB and wind-induced vibration

| 橋梁名 | ケーブル形式 | 発生振動 | | | | |
|-------|----------|---------|----|----|----|---|
| | | KV | RV | WF | WG | |
| 吊橋 | 明石海峡大橋 | PE被覆PWS | ○ | — | ○ | |
| | 大鳴門橋 | CFRC | | — | — | — |
| | 下津井瀬戸大橋 | CFRC | | — | — | — |
| | 南北備讃瀬戸大橋 | CFRC | | — | — | — |
| | 因島大橋 | CFRC | | — | — | — |
| | 大島大橋 | CFRC | | — | — | — |
| 斜張橋 | 来島海峡大橋 | PE被覆PWS | ○ | — | — | — |
| | 櫃石島・岩黒島橋 | PE被覆PWS | ○ | ○ | | ○ |
| | 新尾道大橋 | ステンレスカー | ○ | | — | — |
| | 生口橋 | PE被覆PWS | ○ | | — | — |
| 多々羅大橋 | PE被覆PWS | ○ | ○ | — | — | |

注1) KV:渦励振、RV:レインバイブレーション、WF:ウエイクフラッター、WG:ウエイクギャロッピング

注2) ○:発生を確認、—:対象外振動

表-2 調査スケジュール

Table 2 Schedule of investigation

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 来島海峡大橋 | ===== | | | | | |
| 多々羅大橋 | | ===== | ===== | ===== | ===== | ===== |
| 明石海峡大橋 | | | ===== | ===== | ===== | ===== |

=====:現地観測、=====:評価

2. 研究内容

2.1 明石海峡大橋イルミネーションケーブル

明石海峡大橋のケーブル照明(イルミネーションシステム)用の電源供給用ケーブルおよび信号制御用ケーブルにおいて破損の発生が数カ所確認された。これらのケーブルは主ケーブル上の点検管理用に設置しているハンドロープに敷設されており、このハンドロープの振動が原因で損傷したものと考えられた。この振動原因を調査するため、2008年2月より実橋に加速度計(FBG(Fiber Bragg Grating)型光ファイバセンサ)および超音波風速計を取り付け、振動状況の把握を実施中である。

センサ設置後1年間のデータにおいては風速と振動加速度の間に明確な関係が見受けられておらず、2009年度も引き続き現地観測を実施したが、上半期(4~9月)において、強風データは得られなかった。また、下半期(10~3月)については、損傷が発生しにくい定着構造に変更したイルミネーションケーブルへの更新作業が実施されたため、データの蓄積はなされなかった。

2.2 多々羅大橋ケーブル

多々羅大橋については、以下の事項を明らかにすることを目的として、2007年9月より振動および現地風の計測を実施している。

- 1) レインバイブレーション対策として採用したインデントケーブルの実橋での制振効果の検証

2) 建設段階では明らかとされていなかったドライギャロッピングの発生可能性の調査
計測機器(風速計、加速度計、雨量計)の配置は、図-1に示すとおりである。

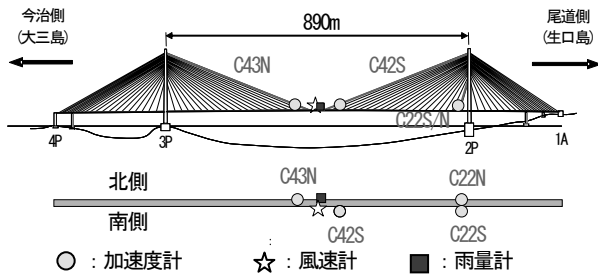


図-1 多々羅大橋ケーブルの計測機器設置状況

Fig.1 Sensor arrangement for Tatara Bridge

計測を開始してからの2年7ヶ月間(2007.9-2010.3)における風速と風向の関係は図-2のとおりであり、北側の橋軸直角方向から吹く風の頻度が比較的高いことが明らかとなった。また、これまでの現地計測においては、台風が近傍を通過することがなかったため、最大でも18m/s程度の風しか観測されなかった。

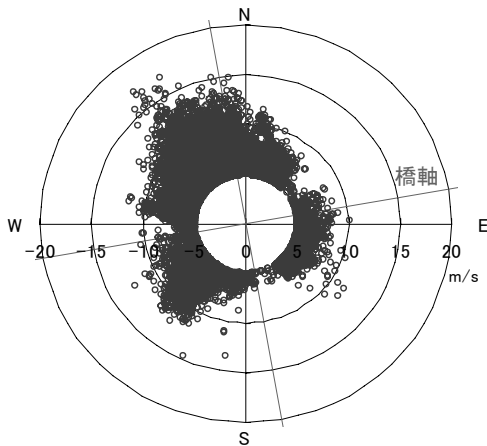


図-2 風速と風向の関係(2007.9-2010.3)

Fig.2 Relation between wind speed and wind direction

橋軸直角方向からの風を対象として、ケーブルの振動(鉛直方向加速度の標準偏差)と風速の関係を整理した結果を図-3に示す。なお、その他の風向では、いずれのケーブルにおいても大きな振動は確認されなかった。

インデントケーブルを採用しなければレインバイブレーションが発生すると考えられる長尺ケーブル(C43N)においては、風速の増加に伴う振動の発達状況が認められておらず、これまでに得られたデータの範囲においては、インデントケーブルは有効に制振効果を発揮していることが確認された。

一方、鉛直に近い角度で設置された短尺ケーブル(C22N)は、レインバイブレーションを考慮しなくても良いケーブルであるが、風速10m/s程度で降雨時に振動が発達する兆候が確認された。記録された加速度を振幅に変換したところ、許容値の半分以下であったことから、構造上の問題はないことを確認した。

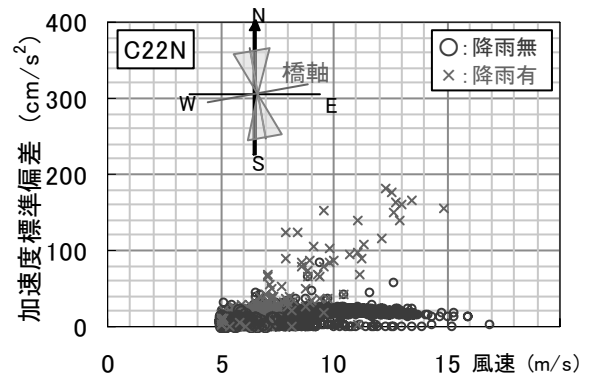
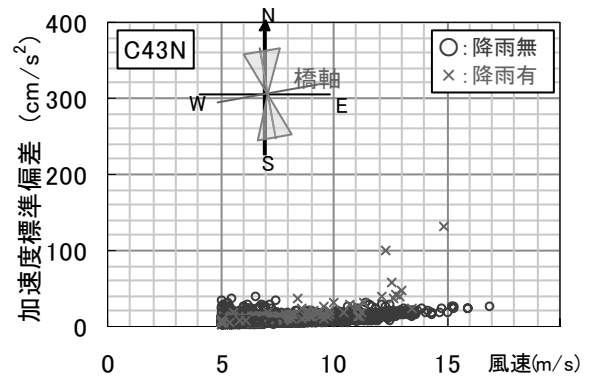


図-3 現地観測結果(2007.9-2010.3)

Fig.3 Result of field measurement (2007.9-2009.8)

3. まとめ

明石海峡大橋のイルミネーションケーブルについては、損傷が発生しにくい定着構造に更新されたことから、2010年度は更新後のケーブルに対する現地計測を行い、構造の安全性を評価する予定である。

多々羅大橋のインデントケーブルについては、短尺ケーブルの振動発生原因を特定するに至っておらず、2010年度も引き続き振動計測を継続中である。

参考文献

- 1) 楠原栄樹、横井芳輝：明石海峡大橋イルミネーションケーブルの振動計測(中間報告)、本四技報、Vol.33、No.111、pp.2-5、2008.9
- 2) 山田郁夫、楠原栄樹：多々羅大橋ケーブルの耐風性検証(中間報告)、本四技報、Vol.33、No.112、pp.25-30、2009.3
- 3) 楠原栄樹、山田郁夫、福永 勸：多々羅大橋のケーブル振動計測結果(第一報)、土木学会第64回年次学術講演会、I-508、2009.9
- 4) Shigeki Kusuhara, Susumu Fukunaga and Naoki Toyama: Field Observation of Wind-induced Vibration for Circular Cable of Long-span Bridges, 7th International Cable Supported Bridge Operators' Conference, 2010.5

門崎高架橋の動態観測結果報告

Results of structural health monitoring on Tozaki Viaduct

長大橋技術センター 耐風・耐震グループリーダー

福永 勸

Susumu Fukunaga

保全部 橋梁保全課長代理

楠原 栄樹

(前)長大橋技術センター耐風・耐震グループサブリーダー

Shigeki Kusahara

1. 研究目的及び経緯

門崎高架橋は、厳しい風環境下に位置する比較的天まみ剛性の低い箱桁橋であることから、建設時において風洞試験を実施し、耐風安定化部材としてダブルフラップ（三径間部、四径間部）と下部スカート（四径間部のみ）が設置された（図-1）。

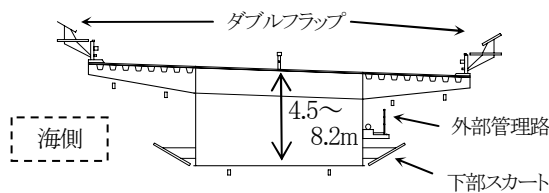


図-1 桁断面図（4径間部、桁幅は18.25m）
Fig.1 Cross-section of girder (4 span-continuous section)

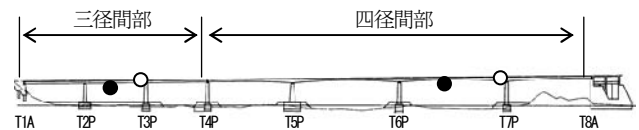
これらの耐風安定化部材は、約20年にわたり鳴門海峡の厳しい腐食環境に曝されたことから、部材劣化が進行し、維持管理上の課題となった。このため、供用後に得られた知見をもとに、耐風安定性の再評価を実施した結果、岬側の耐風安定化部材は撤去可能であると判断し、撤去が完了している。しかしながら、これらの部材を撤去することに伴い、橋体の振動特性（振動数、減衰特性）や対風応答特性が変化することが懸念された。そのため、耐風安定化部材撤去前後における実橋の動態観測を実施し、橋梁の振動性状の変化を調査することで、耐風安定化部材撤去後の橋体の安全性を確認した。

2. 研究内容

2.1 実橋振動観測設備

門崎高架橋の振動特性を把握するため、三径間部はT2PとT3Pの径間の中央部の、四径間部はT6PとT7Pの

径間の中央部の桁内に加速度計を設置し、風況を記録するためT3PおよびT7P付近の海側に超音波風速計を2004年4月に設置した（図-2）。



●：加速度計，○：超音波風速計

図-2 計測機器配置図

Fig.2 Sensor arrangement for Tozaki Viaduct

2.2 実橋振動観測結果

(1) 現地風特性

2004年4月から2008年3月までの4年間に記録されたデータについて、10分間平均風速と風向の関係を図-3に示す。これらの結果より、現地風は海側橋軸直角方向の風の発生頻度が高く、紙面の都合で図示していないが、三径間部の方が四径間部より若干高い風速を示す傾向にあることが明らかとなった。

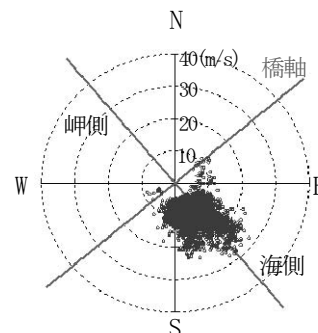


図-3 三径間部の風速と風向の関係

Fig.3 Relation between wind velocity and direction

(2) 橋体の対風応答特性

観測データのうち、橋軸直角方向±30deg.の範囲のデータについて平均風速と加速度の標準偏差の関係で整理した結果を図-4に示す。

図中の×印が耐風安定化部材撤去前のデータで、○印が撤去後のデータである。いずれのプロットも風速の増加に伴い加速度の標準偏差は二次曲線的な増加傾向を示しているが、耐風安定化部材の撤去による対風応答特性が悪化する傾向は見受けられなかった。

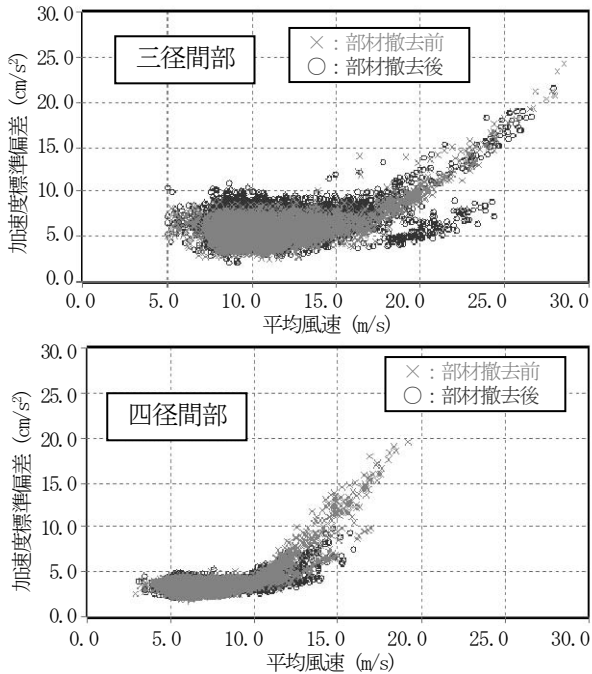
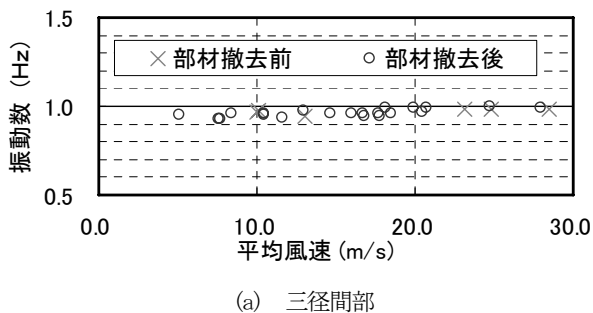


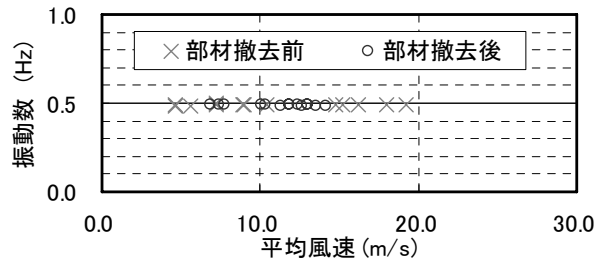
図-4 風速と加速度標準偏差の関係
Fig.4 Relation between wind velocity and SD of acceleration

(3) 橋体の振動特性

耐風安定化部材の撤去前後の橋梁の振動数と構造減衰の変化を、観測データを基に調査した。図-5 に示すように、耐風安定化部材撤去前後で橋梁の固有振動数の変化は見られない。また、RD 法により算出された対数減衰率と風速の関係を整理すると図-6 のとおりである。振動振幅は常時微動的な若干小さめの値ではあるものの、耐風安定化部材の撤去前後で対数減衰率の変化は見受けられず、風洞試験で想定した値 ($\delta=0.05$) をいずれも上回っていることが確認された。以上から、耐風安定化部材の撤去前後で橋梁の振動特性に変化はないと考えられる。



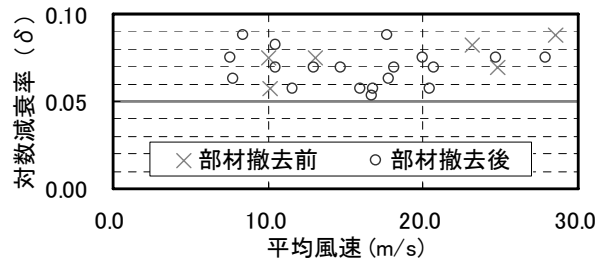
(a) 三径間部



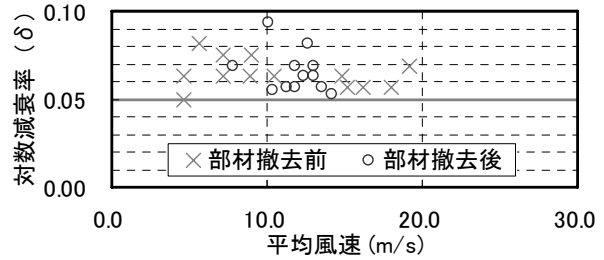
(b) 四径間部

図-5 風速と振動数の関係

Fig.5 Relation between wind velocity and frequency



(a) 三径間部



(b) 四径間部

図-6 風速と構造減衰の関係

Fig.6 Relation between wind velocity and structural damping

3. まとめ

門崎高架橋に対して、供用後に得られた最新の知見による耐風性再評価の実施により、今後の耐風安定化部材に対する維持管理費を半減することが可能となり、耐風性再評価結果を検証するための動態観測を行うことにより、耐風安定化部材撤去後の橋体の安全性を確認できた。

参考文献

- 1) Shigeki Kusuhara, Susumu Fukunaga and Naoki Toyama:Reevaluation on Aerodynamic Stability of Steel Approach Bridge, The 7th Asia-Pacific Conference on Wind Engineering, 2009. 11
- 2) 楠原栄樹、福永 勸、遠山直樹：門崎高架橋耐風安定性の再検証、構造工学論文集、Vol.56A、2010.3
- 3) 楠原栄樹、福永 勸：門崎高架橋耐風安定化部材撤去後の振動特性、土木学会第65回年次学術講演会、2010.9 (投稿中)

耐震性能評価用大規模地震動の設定(瀬戸大橋)

Definition of site-specific large-scale earthquakes at Seto-Ohashi Bridges for seismic performance verification

| | | |
|-----------|-----------------|--------------------|
| 長大橋技術センター | 耐風・耐震グループリーダー | 福永 勸 |
| | | Susumu Fukunaga |
| 長大橋技術センター | 耐風・耐震グループサブリーダー | 竹口 昌弘 |
| | | Masahiro Takeguchi |
| 長大橋技術センター | 耐風・耐震グループサブリーダー | 遠藤 和男 |
| | | Kazuo Endo |

1. はじめに

近い将来に東南海・南海地震等のプレート境界型の大規模地震の発生が予想されると共に、近年、内閣府中央防災会議等の政府関係機関から新たな地震情報が公表され、本州四国連絡橋の設計時に想定した地震力を上回る規模の地震の発生が懸念される状況となっている。この様な背景から、代替道路が無く重要構造物である本州四国連絡橋の大規模地震に対する耐震補強検討を鋭意実施しているところである。平成 21 年度は、瀬戸大橋海峡部橋梁の耐震性能評価に用いる大規模地震動を設定したので、その概要について報告する。

2. 設定方針

- ① 大規模地震動は、政府関係機関から公表されている最新の地震情報に基づき、サイト毎にプレート境界型地震、スラブ内地震及び内陸地殻内地震についてシナリオ地震を想定して設定する。また、内陸地殻内地震については、未知なる活断層（伏在断層）の存在の可能性に配慮して、 $M_j 6.8$ の地震が直下域で発生する場合の地震動も考慮する。
- ② ①で想定する地震の断層破壊シナリオは、過去の履歴が蓄積されているプレート境界型地震については公表されているシナリオに従うものとし、不確定性の大きいスラブ内地震及び内陸地殻内地震については当該橋梁に大きな影響を及ぼすと考えられるシナリオを想定する。この場合、対象橋梁は様々な振動特性をもつ構造要素から構成される長大橋梁であるため、特定の周期帯でなく広帯域の地震動強度が大きくなるように、アスペリティの位置や大きさ、破壊開始点を変化させた複数ケースのシナリオを考慮する。

- ③ 大規模地震動の推定は、震源特性、伝播経路特性及びサイト周辺の地盤特性を適切に考慮するとともに、広帯域（0.05～30 秒程度）での地震動を精度良く推定するため、ハイブリッド法（プレート境界型地震：経験的グリーン関数法+3次元差分法、スラブ内地震及び内陸地殻内地震：統計的グリーン関数法+離散化波数法）により行う。
- ④ 大規模地震動の表現方法は、加速度応答スペクトルと時刻歴加速度波形とする。
- ⑤ ④の加速度応答スペクトルは、地震動の平均的な特性を考慮するため、③の試算より算出された時刻歴加速度波形に基づく加速度応答スペクトル（複数の断層破壊シナリオを考慮した場合は複数のスペクトル）を概ね包含するとともに、特別なピークを平滑化して定める。
- ⑥ ④の時刻歴加速度波形は、⑤の加速度応答スペクトル設定に支配的となった③の試算より算出された時刻歴加速度波形を振幅調整して定める（位相特性はそのまま用いる）。また、位相特性の違いによって非線形応答に差異を生じる可能性があることから、複数の破壊シナリオを考慮するスラブ内地震及び内陸地殻内地震では複数波を定める。

なお、上記⑤、⑥に関して、地震動の平均的な特性を考慮するため直線的に加速度応答スペクトルを設定し、それに適合するよう振幅調整することとしたが、これにより推定した地震動の各種特性が薄まる可能性がある。一方、断層パラメータや地盤の物性等の地震動推定に用いる条件設定により応答スペクトル特性は変化する可能性があるが、条件のばらつきを考慮した多くの地震動推定及び地震応答計算は実際上困難である。ここでは後者に重きを置いて、それらばらつきに対する配慮として凹凸のあるスペクトル形状を持つ地震動による設計は避けるべきとの判断をしたものである。また、この分野の調査、研究は現在も精力的に実施されていることから、新

たな知見が得られた場合には再度見直しを行うことも必要であると考えている。

3. 瀬戸大橋サイトにおける大規模地震動

瀬戸大橋の工学的基盤面 ($V_s=1500, 2500\text{m/s}$) においてハイブリッド法により推定した東南海・南海地震、鳴門一石鎚断層帯及び伏在断層による地震動を図-1に示す。瀬戸大橋は下津井瀬戸大橋から番の州高架橋まで南北約10kmに渡ることから8地点での地震動を推定したが、各地点での地震動強度はほぼ同等であったことから、東南海・南海地震、鳴門一石鎚断層帯を対象とした大規模地震動の加速度応答スペクトルは一種類とし、図-1には番の州高架橋サイトにおける推定結果のみ示している。以下に各地震による地震動の推定概要について述べる。なお、東南海・南海地震及び伏在断層の推定方法は、明石海峡大橋サイト¹⁾と同様とした。

○ 東南海・南海地震

プレート境界型のシナリオ地震としては東南海・南海地震を想定して、その断層パラメーター等は内閣府中央防災会議の設定に準拠した。

○ 鳴門一石鎚断層帯

内陸型のシナリオ地震としては鳴門一石鎚断層帯を

想定して、その断層パラメーター等は基本的に文部科学省地震調査研究推進本部の設定に準拠した。断層破壊シナリオは、長周期域で大きめの地震動が推定されるように、架橋サイト近傍にアスペリティを集中して配置するとともに、破壊の伝播方向が架橋サイトに向かうように破壊開始点を設定した1ケースとした。

○ 伏在断層

$M_j6.8$ の規模を有する断層を対象として2種類の断層破壊シナリオ(鉛直横ずれ断層、傾斜60度の逆断層)を設定し、地震動強度が大きくなると考えられるほぼ断層直上の複数点における地震動を計算して、それらを評価することによって伏在断層による地震動を設定した。

4. おわりに

設定した大規模地震動に基づき、瀬戸大橋海峡部橋梁の耐震性能照査を実施し、補強が必要な範囲や規模の推定を実施する予定としている。

参考文献

- 1) 福永勲、遠藤和男：耐震補強検討に用いる大規模地震動の設定、本四技報Vol.33、No.111、pp.18-23、2008.9.

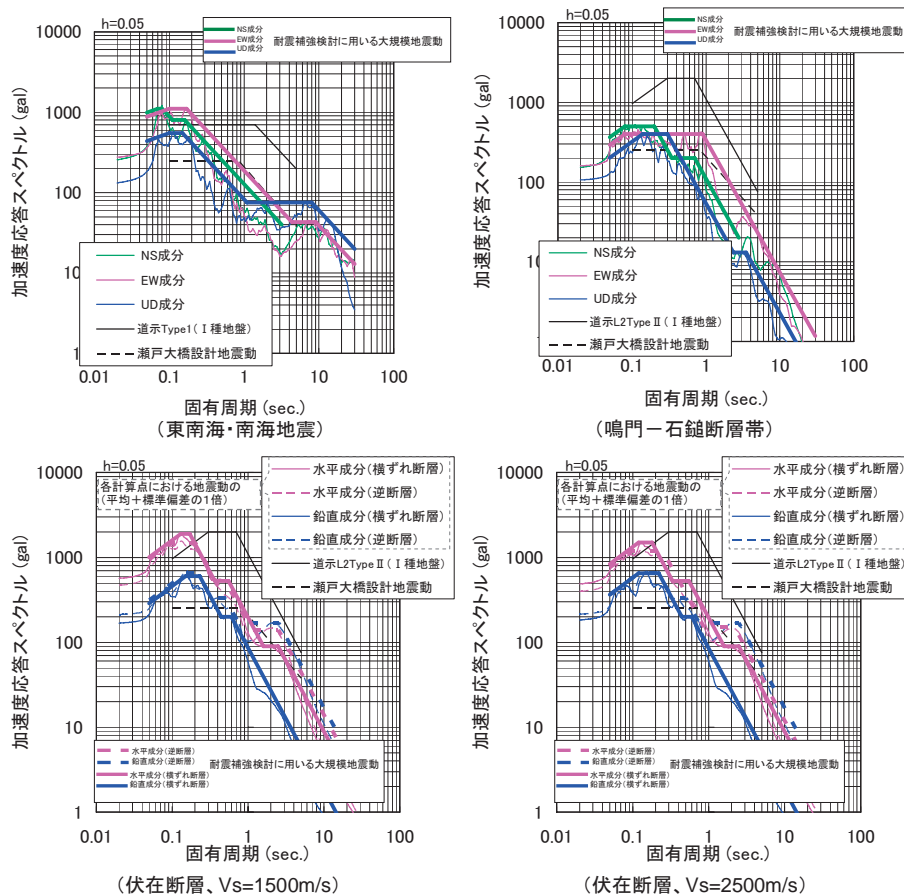


図-1 瀬戸大橋における大規模地震動

Fig.1 Site-specific Large-scale Earthquakes at Seto-Ohashi Bridges

海峡部橋梁の耐震補強検討

Study on seismic retrofit of strait crossing bridges

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 長大橋技術センター 耐風・耐震グループリーダー | 福永 勸 Susumu Fukunaga |
| 長大橋技術センター 耐風・耐震グループサブリーダー | 竹口 昌弘 Masahiro Takeguchi |
| 長大橋技術センター 耐風・耐震グループサブリーダー | 遠藤 和男 Kazuo Endo |

1. 目的及び経緯

近い将来に東南海・南海地震等のプレート境界型の大規模地震の発生が予想されるとともに、兵庫県南部地震以降に実施された断層調査等により新たな地震情報が公表され、本四連絡橋では、設計地震力を上回る規模の地震の発生が懸念されるようになってきた。このような背景から、代替道路が無く重要構造物である本四連絡橋の海峡部橋梁（取付橋含む）について、目標とする耐震性能を「大規模地震による損傷が限定的なものにとどまり、落橋や倒壊が起きず、緊急輸送路および橋としての機能回復は速やかに行いうる性能」として、大規模地震動に対する耐震補強検討を、鋭意、実施しているところである。本報告では、平成21年度に実施した耐震補強検討のうち、撫養橋（取付橋含む）に対する検討結果の概要について報告する¹⁾。

2. 撫養橋の耐震補強検討

2.1 照査方法

撫養橋（図-1）は小鳴門海峡を跨ぐ橋長約536mの4径間連続鋼床版箱桁橋であり、3基の海中部橋脚を有している。そのうち4P橋脚の基礎（直径16.0m、高さ42.5m）はオープンケーソン基礎としては当時の国内最大級規模である。これらの海中部基礎の耐震補強は非常に困難となるため、地震時の挙動をより精度良く推定できる方法で耐震性能を評価することが要求される。そこで、撫養橋（取付橋含む）の耐震性能照査は、全橋骨組みモデルを用いた動的応答解析により、架橋地点の地盤条件や地震環境を考慮して設定したサイト固有の大規模地震動に対して実施した。さらに、海中部基礎については、大規模地震時に損傷することが懸念されたため、基礎の非線形挙動を考慮した動的応答解析による詳細な検討により

耐震性能を評価することとした。

2.2 照査結果と補強項目

撫養橋（取付橋含む）の耐震性能照査結果と耐震補強項目を表-1に示す。

支承部の照査では、過半数の支承部で水平方向反力が支承耐力を上回る結果となった。また、撫養橋 3P の上り線側の支承部では、鉛直上向きの反力（負反力）が支承耐力を上回った。これらの耐力が不足する支承部については、変位制限構造による補強を行うこととした。その他、落橋防止システムとして、けたかかり長の確保や落橋防止構造を設置することとした。さらに、撫養橋の支承は、ピボット支承またはピボットローラー支承であり支承高さ（800～1200mm）が高いため、端支点部に段差防止構造を設置することとした。

橋脚の照査では、撫養橋 4P および南高架橋 P2、P3、P6 で、いずれもせん断耐力が不足する結果となった。これらについては、炭素繊維シート巻立てまたはRC巻立てによる補強を行うこととした。

基礎については、基礎の非線形挙動を考慮した解析を行うことで、海中部のケーソン基礎を含めてすべての基礎で所要の耐震性能を満足することが確認された。

3. まとめ

今年度で神戸淡路鳴門ルートにおける海峡部橋梁の耐震補強検討は概ね完了した。今後は、他ルートにおける海峡部橋梁に対しても耐震補強検討を順次進めていく予定である。

関係公表論文等

- 1) 福永勸、竹口昌弘：撫養橋および南・北高架橋の耐震補強検討、本四技報 Vol.34、No.114、pp.12-19、2010.3.

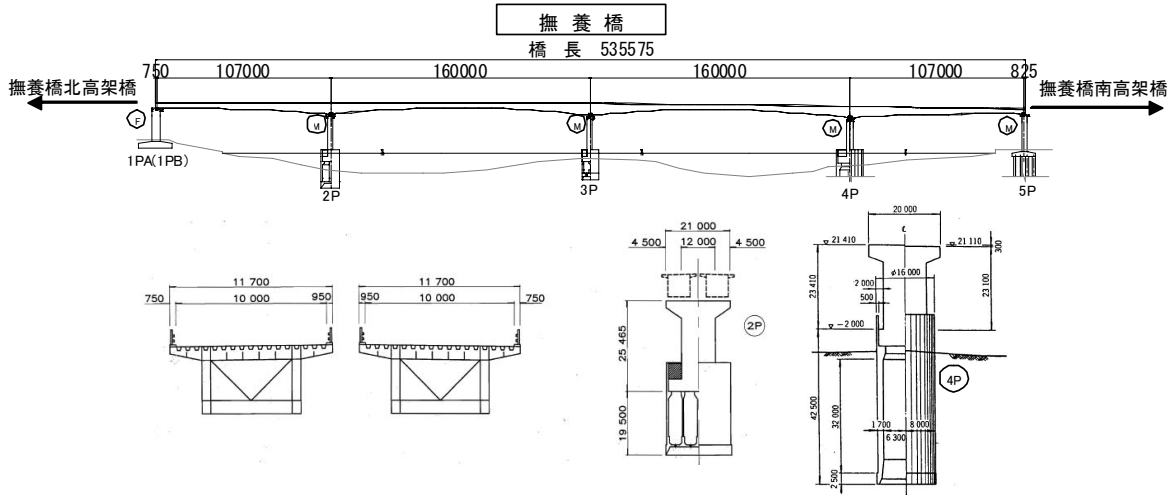


図-1 撫養橋 概要図

Fig.1 General view of Muya Bridge

表-1 照査結果および耐震対策項目

Table 1 Verification result and seismic retrofit

| 橋梁名 | | | | 撫養橋北高架橋 | | | | | 撫養橋 | | | | | 撫養橋南高架橋 | | | | | | | |
|--------|----------|--------|--------|------------|------------|------------|----------|------------|---------------|----|----|----|----|----------|----|----|----------|----|------------|-----|---|
| 上部工形式 | | 下り線 | | 鋼4径間連続鉄桁 | | | | | 鋼4径間連続床版箱桁 | | | | | 鋼7径間連続鉄桁 | | | | | | | |
| | | 上り線 | | 鋼3径間連続鉄桁 | | | | | 鋼4径間連続床版箱桁 | | | | | 鋼3径間連続鉄桁 | | | 鋼4径間連続鉄桁 | | | | |
| 支承条件 | | 下り線 | | M | M | F | F | M | F | M | M | M | M | E | E | E | E | E | E | E | E |
| | | 上り線 | | F | M | M | - | M | F | M | M | M | M | M | F | F | M | M | M | M | F |
| 部材 | 路線 | 解析方向 | 照査項目 | AB1 AA1 | PB1 PA1 | PB2 PA2 | PB3 - | 1PB 1PA | 2P | 3P | 4P | 5P | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | AB7 AA7 | | |
| | 桁遊間 | 下り線 | 橋軸 | 移動量 | ○ | - | - | - | ○ | - | - | - | ○ | - | - | - | - | - | - | ○ | |
| 上り線 | | 橋軸 | 移動量 | ○ | - | - | - | ○ | - | - | - | ○ | - | - | - | - | - | - | ○ | | |
| 支承 | 下り線 | 橋軸 | 水平耐力 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | | 移動量 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | 直角 | 水平耐力 | ○ | × | ○ | ○ | × | ○ | × | × | × | × | × | ○ | × | ○ | ○ | × | × | × |
| | 負反力 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | 上り線 | 橋軸 | 水平耐力 | × | ○ | ○ | - | ○ | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | | 移動量 | ○ | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 直角 | | 水平耐力 | × | ○ | ○ | - | × | ○ | × | × | × | × | × | ○ | × | × | ○ | × | × | | |
| 橋脚 | 下り線 | 橋軸 | 曲げ耐力 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | 2P~P6 下部工一体構造 | | | | | | | | | | | | |
| | | | せん断耐力 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | | |
| | | 直角 | 曲げ耐力 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | | |
| | 上り線 | 橋軸 | 曲げ耐力 | - | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | | せん断耐力 | ○ | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | 直角 | 曲げ耐力 | ○ | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | × | × | ○ | ○ | ○ | × | |
| 基礎 | 下り線 | 橋軸 | 降伏 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | 2P~P6 下部工一体構造 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 直角 | 降伏 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | | |
| | 上り線 | 橋軸 | 降伏 | - | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 直角 | | | 降伏 | ○ | ○ | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | - | |
| 補強設計項目 | 落橋防止システム | 下り線 | 沓座拡幅 | ● | - | - | - | 既設 | 既設 | - | - | - | 既設 | 既設 | - | - | - | - | - | 既・改 | |
| | | | 落橋防止構造 | ● | - | - | - | 既設 | 既設 | - | - | - | 既設 | 既・改 | - | - | - | - | - | 既・改 | |
| | | 変位制限構造 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | | 段差防止構造 | ● | - | - | - | ● | 既設 | - | - | - | ● | ● | - | - | - | - | - | - | ● | |
| | 上り線 | 下り線 | 沓座拡幅 | ● | - | - | - | ● | ● | - | - | - | ● | ● | - | ● | ● | - | - | ● | |
| | | | 落橋防止構造 | ● | - | - | - | ● | ● | - | - | - | ● | ● | - | ● | ● | - | - | ● | |
| | | 変位制限構造 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | | 段差防止構造 | ● | - | - | - | ● | ● | - | - | - | ● | ● | - | ● | ● | - | - | - | ● | |
| 橋脚補強 | せん断補強 | - | - | - | - | - | - | - | - | ● | - | - | ● | ● | - | - | - | ● | - | | |

○ : 照査を満足
 × : 照査を満足せず
 ● : 新設
 既設 : 既設部材を活用
 既・改 : 既設部材を改造して活用

鋼橋の疲労に関する検討

A study on fatigue of steel bridge

長大橋技術センター 診断・構造グループリーダー

山田 郁夫

Ikuo Yamada

長大橋技術センター 診断・構造グループサブリーダー

山口 和範

Kazunori Yamaguchi

長大橋技術センター 診断・構造グループサブリーダー

川端 淳

Kawabata Sunao

1. 研究目的及び経緯

鋼橋の疲労は大型車両の交通量が多い都市高速道路などで問題となっている。本州四国連絡橋（海峡部長大橋）では、建設時に大型疲労試験を実施して、疲労耐久性の高い構造を採用していることや、供用年数が短く、交通量も比較的少ないため、現時点で本体構造物に疲労損傷の発生は確認していないが、将来的には疲労損傷の発生可能性がある。このため、点検管理の効率化を図ることを目的に海峡部長大橋及び陸上部道路橋において疲労損傷の可能性が高い箇所を図示した「疲労点検重要箇所図」^{1)・2)}の作成を行っている。

平成21年度は、下津井瀬戸大橋（吊橋）および岩黒島橋（斜張橋）において、有識者および専門技術者によって疲労に関する講義及び着目した点検を「疲労点検実習」として実施して、点検員の技術向上を図るとともに、別途実施した疲労照査を基にして瀬戸大橋の「疲労点検重要箇所図」を作成した。

2. 研究内容

2.1 瀬戸大橋の疲労点検結果



写真-1 縦桁と横リブの交差部
Phot.1 Connection of stringer and lateral rib

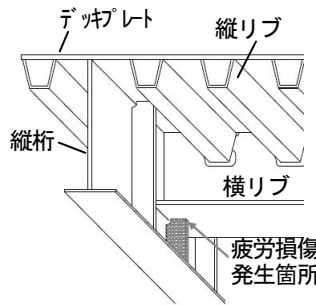


図-1 縦桁と横リブの交差部
Fig.1 Connection of stringer and lateral rib

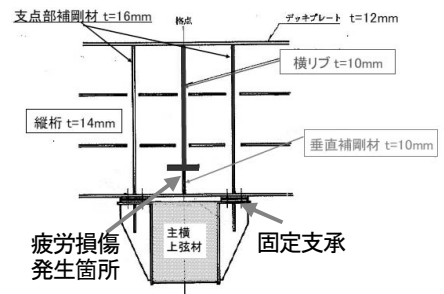


図-2 縦桁と横リブの交差部（側面図）
Fig.2 Connection of stringer and lateral rib (Side view)

平成21年度に実施した「疲労点検実習」において、10月22日に岩黒島橋の合成鋼床版（3P主塔近傍の中央径間側2パネル）で、また、23日には下津井瀬戸大橋の非剛性鋼床版（2P主塔側中央径間の全幅鋼床版1パネル、一部グレーチングの鋼床版区間1パネルの計2パネル）で内面作業車を用い疲労点検を行った。点検方法は近接目視を基本としたが、塗膜割れがある箇所については塗膜を剥がし、MT（磁粉探傷検査）を実施した。

点検の結果、両橋のデッキプレートや縦リブ（Uリブ）周りなどの鋼床版上面の一般的なディテールでは健全であったが、岩黒島橋の縦桁と横リブ交差部（固定支承付近）の垂直補剛材のすみ肉溶接部で塗膜割れおよび疲労損傷が発見された（写真-1、図-1,2）。疲労損傷が発見されたのは2箇所、いずれも鋼床版支承上の縦桁と横リブの交差部で、かつ走行車線の近傍の縦桁（ST1、ST2；図-4）で発生していた。

岩黒島橋の鋼床版は斜張橋の軸方向圧縮力を伝達する合成鋼床版で、固定支承部においても鋼床版が連続しており、今回、疲労損傷が発見されたディテールは斜張橋固有のディテールである。なお、縦リブ（Uリブ）周りで数箇所、微細な塗膜割れが発見されたが、MTの結果、疲労損傷がないことを確認した。

2.2 瀬戸大橋鋼床版の累積疲労損傷度の分析

これまで、大鳴門橋の鋼床版などで累積疲労損傷度を分析したデータを参考に、瀬戸大橋（吊橋および斜張橋）の累積疲労損傷度を算出し、「疲労点検重要箇所図」を作成した。今回疲労損傷が発見されたディテール（G等級）の100年間の累積疲労損傷度の推計値を図-3に示す。図中で累積疲労損傷度が1.0を超えているものが100年以内に疲労損傷が生じる可能性のある部位である。①支承部横リブの方が中間横リブよりも累積疲労損傷度が大きい、②走行車線近傍の縦桁部の方が累積疲労損傷度が大きく、実橋での疲労損傷の発生傾向と一致している。なお、この推計値は梁モデル（鋼床版）およびトラスモデル（主構トラス）による簡易なモデル化により算出した。

2.3 瀬戸大橋鋼床版の疲労点検重要箇所図

今回の点検結果および累積疲労損傷度の推計値を参考にして作成した瀬戸大橋（斜張橋）鋼床版の「疲労点検重要箇所図」を図-4に示す。これらの箇所図は点検管理の

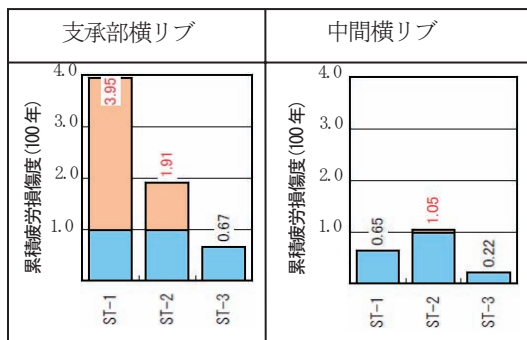


図-3 累積疲労損傷度 (縦桁と横リブの交差部)
Fig.3 Cumulative fatigue damage (Connection of stringer and lateral rib)

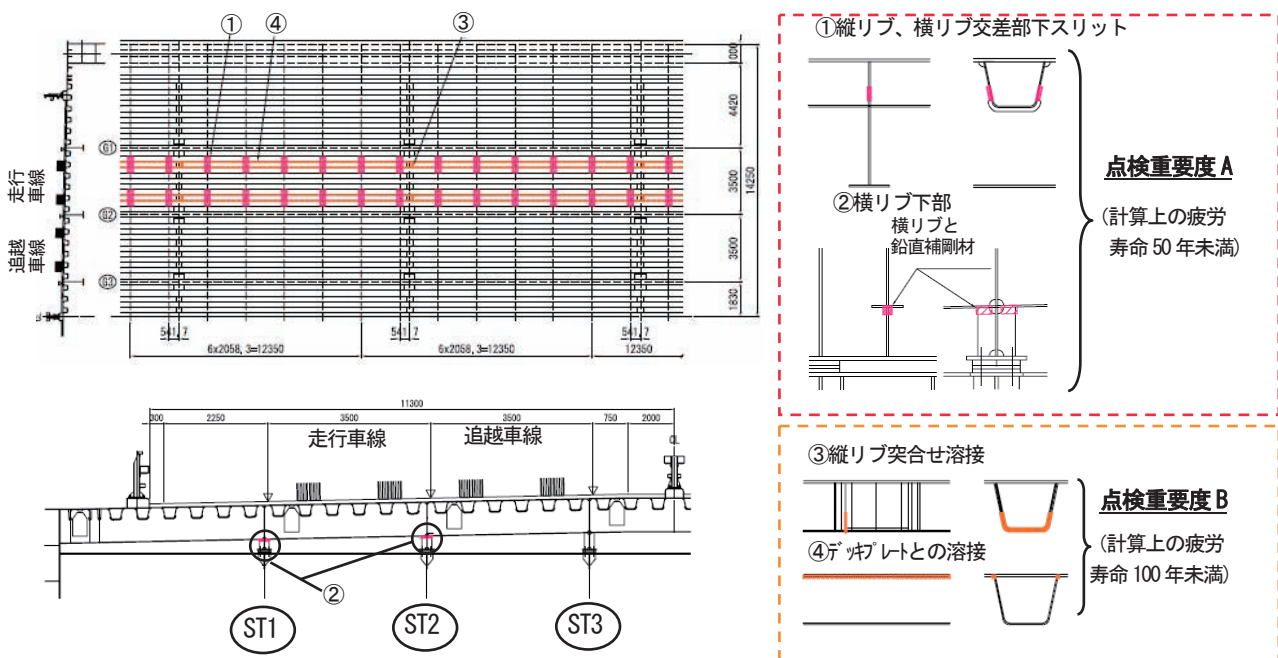


図-4 瀬戸大橋（斜張橋）鋼床版疲労点検重要箇所図
Fig.4 Important inspection points for the steel deck of Seto-Ohashi Bridges (Cable-stayed bridges)

参考資料として活用していきたいと考えている。

3. まとめ

瀬戸大橋の疲労点検で岩黒島橋の鋼床版支承部の縦桁と横リブの交差部の垂直補剛材で疲労損傷が発見された。このディテールは瀬戸大橋の斜張橋（櫃石島橋・岩黒島橋）固有のものであり、その他の鋼床版の一般的なディテールには疲労損傷が生じていなかった。また、このディテールに対して累積疲労損傷度の推計を行い、疲労損傷発生傾向と一致していることを確認した。

なお、今回の疲労損傷箇所は、鋼床版の主構造に与える影響は小さいと考えられるが、斜張橋2橋について同様の箇所を点検中であり、今後必要な対策（補修方法など）を検討する予定である。

謝辞

「疲労点検実習」の実施において東京工業大学の三木千壽教授、（財）首都高速道路技術センターの小西拓洋構造物技術開発室長他にご指導を賜った。記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 森山 彰、薄井稔弘：鋼橋の疲労に着目した点検箇所に関する考察、本四技報、Vol.30、No.107、2006.9
- 2) 横井芳輝：鋼床版の疲労ハザードマップの検討、本四高速（株）第17回技術発表会発表論文集、pp.47～50、2007.7

ケーブルバンドのすべり安全性の検討

A study on slip safety of pin-plate type cable bands

長大橋技術センター 診断・構造グループリーダー

山田 郁夫

Ikuo Yamada

長大橋技術センター 診断・構造グループサブリーダー

山口 和範

Kazunori Yamaguchi

長大橋技術センター 診断・構造グループサブリーダー

川端 淳

Kawabata Sunao

1. 研究目的及び経緯

吊橋のケーブルバンド（以下、「バンド」という）は鞍掛け方式バンドとピン定着方式バンドがある。鞍掛け方式バンドの場合、ハンガーロープをバンド上面に鞍掛けしているため側圧効果¹⁾が期待できるが、ピン定着方式バンドの場合、ハンガーロープがバンド下面にピン定着されているためボルト軸力が低下したときバンド下面の内圧が減少しケーブルとの摩擦が切れる可能性がある。このため、平成20年度には明石海峡大橋のケーブルバンドで採用されているピン定着横締め方式（2本ハンガー）のケーブルバンドに対して3次元の弾塑性有限変位FEM解析を実施し、バンドのすべりに対し十分な安全性を有していることを確認した²⁾。

これに対し、三連吊橋である来島海峡大橋のケーブルバンドはピン定着縦締め方式（1本ハンガー）であることや、特に来島海峡第一大橋の場合は主ケーブルの径が小さい（φ426mm）ことから、平成21年度にピン定着縦締め方式のケーブルバンドに対して3次元の弾塑性有限変位解析を実施して、ケーブルバンドのすべり安全性の確認を行った³⁾。本稿でその検討概要を報告する。

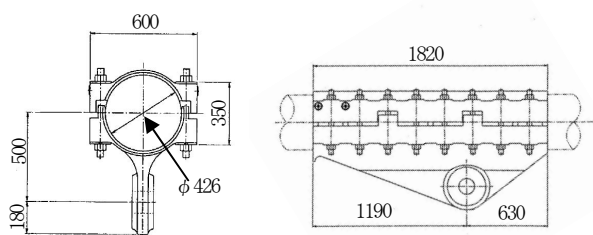


図-1 タイプEケーブルバンド（来島海峡第一大橋）

Fig.1 Type E cable band (1st Kurusima Kaikyo Br.)

2. 研究内容

来島海峡第一大橋の主ケーブルで最も傾斜角が大きい大島側側径間のP2主塔直近のケーブルバンド（タイプE、図-1）を対象としてピン定着縦締め方式ケーブルバンドのすべり安全性を検討した。

2.1 解析モデル

バンドのすべりに対する解析は図-2に示すソリッド要素などによる3次元弾塑性有限変位FEM解析で実施した。ここで、ケーブルの剛性（ヤング係数）は空隙の影響を考慮し鋼材の3%（5,900N/mm²）に低減している。また、ケーブルとバンドはギャップ要素で接続してケーブルとバンドが局部的に非接触になった場合を考慮できるようにするとともに、摩擦係数はバンドの設計値である0.15を採用した。

2.2 解析ケース

解析ケースはボルト軸力が初期導入軸力の100%、50%、30%の3ケースを設定し、ハンガー張力を設計張力の100%から300%に漸増させた。

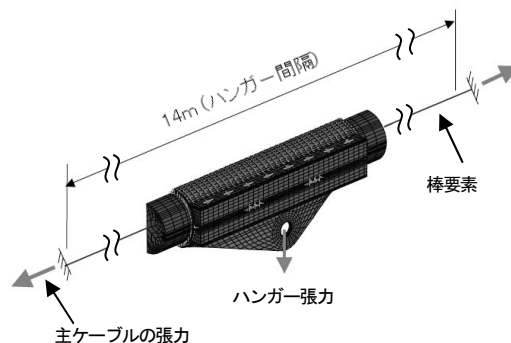


図-2 解析モデル（来島海峡第一大橋）

Fig.2 Analysis model (1st Kurusima Kaikyo Br.)

2.3 ケーブルバンドのすべり安全性

ケーブル軸線方向の作用力と摩擦抵抗力の関係を図-3に示す。ボルトの残存軸力が50%のケースでハンガー張力が設計張力の272%でバンドのすべりが発生しており、ピン定着縦締め方式のケーブルバンドでもすべりに対して十分な安全性を有していることが分かる。明石海峡大橋のピン定着横締め方式ケーブルバンドの解析では、ボルトの残存軸力が50%のケースでハンガー張力が設計張力の300%でバンドのすべりが発生しており、縦締め方式ケーブルバンドの方がすべり抵抗力が1割程度小さくなっている。

図-4にボルトの残存軸力が50%、ハンガー張力が設計張力の272%のときのケーブルバンドの内圧分を示す。下面の一部で非接触箇所が生じている。両端に行くほど非接触部の面積が大きくなっており、逆に上面側の内圧が大きくなっている。

2.4 上下バンドのずれ止め突起の相対変位

来島海峡大橋のピン定着縦締め方式の場合、バンド本体が上下に分かれているため、ずれ止め用の突起（下バンドが凸型の突起、上バンドが凹形状）が片側当たり2箇所設けられている。凹凸の余裕幅は5mmであるため、片方向当たり2.5mmの遊間があるものとして解析した。図-5に上下バンドのずれ止め突起の相対変位を解析した結果を示す。ボルトの残留軸力が50%より小さくなると、ずれ止め同士が接触するまで下バンドが滑動（2.5mm滑動）することが分かる。

3. まとめ

本検討により、ボルトの軸力が低下してハンガー張力が増加したとき、バンド下面の一部でケーブルと非接触の箇所ができるが、仮にボルトの残留軸力が1/2になったとしても十分なすべり抵抗力を確保していることが確認できた。また、明石海峡大橋と来島海峡大橋のケーブルバンドの比較から、バンドの締め付け方向（横締め、縦締め）の違いがすべり耐力に及ぼす影響が小さいことが確認できた。ただし、来島海峡大橋のピン定着縦締め方式の場合、ボルトの残留軸力が1/2程度より小さくなると下バンドが滑動する可能性があると考えられる。

参考文献

- 1) 森山 彰、山田郁夫、横井芳輝：吊橋ケーブルバンドのすべり安全性に関する検討、土木学会第62回年次学術講演会 I-148、2007.9
- 2) 山田郁夫、森山彰、山口和範：吊橋ケーブルバンドのすべり安全性評価、本四技報、Vol. 34、No. 113、2009.9
- 3) 山口和範、山田郁夫、川端淳：吊橋ケーブルバンド（ピン定着方式）のすべり安全性に関する検討、土木学会第65回年次学術講演会、2010.9

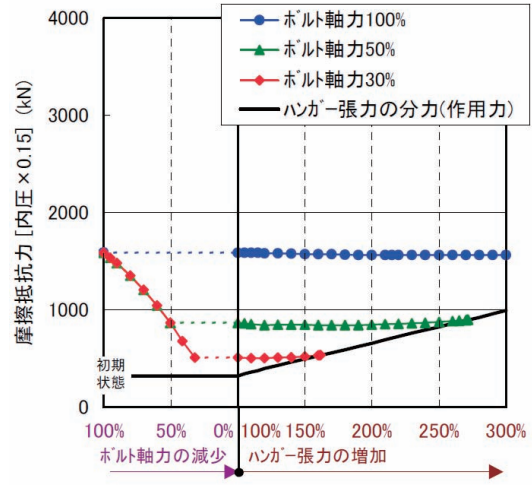


図-3 ケーブルバンドのすべり安全性

Fig.3 Slip safety of cable bands

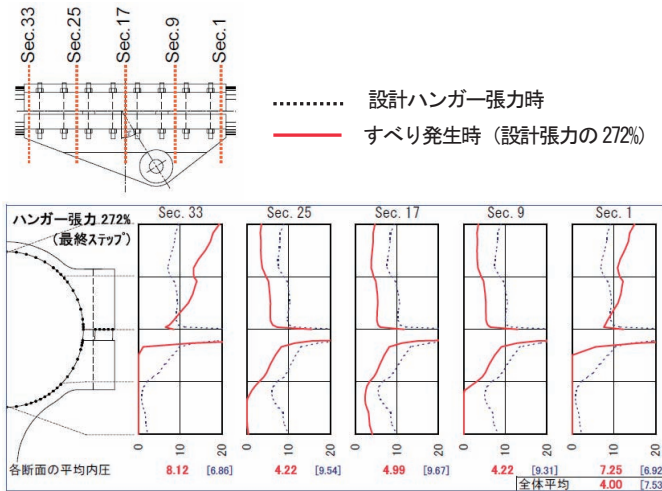


図-4 ケーブルバンドの内圧分布

Fig.4 Inner Pressure of cable bands

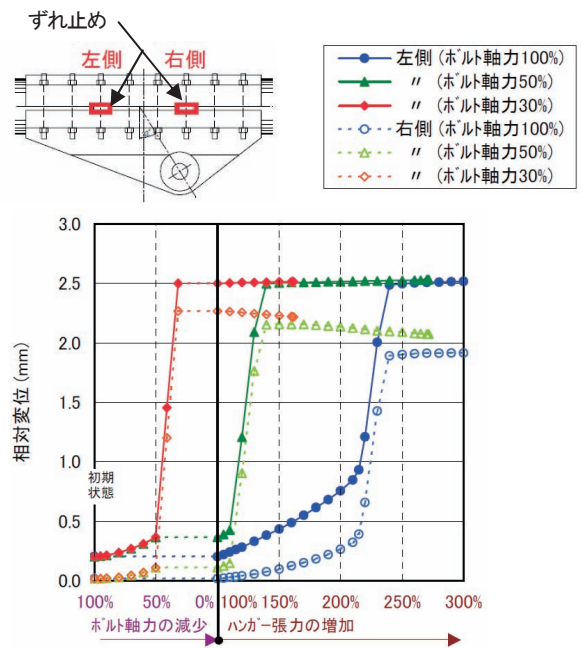


図-5 上下バンドのずれ止め突起の相対変位

Fig.5 Relative displacement of sliding block for upper and lower cable bands

■ 第7回国際吊構造橋梁管理者会議

「第7回国際吊構造橋梁管理者会議 (International Cable Supported Bridge Operators' Conference)」が2010年5月18日から20日まで初めて中国鎮江市の鎮江金陵潤揚大橋ホテルで開催された。この会議は、これまでにアメリカ、デンマークまたは日本で2年ごとに開催されている。今回の会議には約200名の橋梁管理者等が参加し、鋼床版舗装、疲労、橋梁管理、ケーブル管理、モニタリング、革新的維持管理技術および雪氷対策等のテーマについて21の口頭発表があり、活発な討論が行われた。

本四高速(株)からは、中村前常務取締役、奥田長大橋センター長、徳永道路保全課長、栗野橋梁保全課長、楠原橋梁保全課長代理および山口診断・構造グループサブリーダーが参加し、「鋼床版補修舗装におけるマイクロサーフェッシング試験施工」、「本四連絡橋吊橋ハンガーロープの予防保全」、「長大橋円形断面ケーブルの

風による振動の動態観測」および「吊橋ケーブルバンドボルトの合理的な維持管理」について発表した。

5月20日のテクニカルツアーでは、潤揚長江公路大橋と蘇通長江公路大橋を視察した。潤揚長江公路大橋は、中央支間長1490m(供用中の吊橋で世界第4位)の単径間吊橋で2005年4月に開通している。主ケーブルの防食として、来島海峡大橋と同じS字ラッピングによる送気乾燥システムが採用されている。一方、蘇通長江公路大橋は、中央支間長1088m(供用中の斜張橋で世界第1位)を有する3径間連続斜張橋であり、2008年6月に開通している。斜ケーブルのレインバイブレーション対策として多々羅大橋と同タイプのインデントケーブルが採用されている。

次回の会議は2013年に英国のエディンバラで開催される予定である。

(長大橋技術センター 診断・構造グループ
サブリーダー 山口和範)



写真-1 開会式 (鎮江金陵潤揚大橋ホテル)



写真-3 潤揚長江公路大橋 (2005年完成)



写真-2 発表の様子 (同ホテル)



写真-4 蘇通長江公路大橋 (2008年完成)

■ 第16回国際道路連盟総会

第16回国際道路連盟総会（International Road Federation World Meeting）が2010年5月25日から28日の4日間にかけてポルトガルのリスボン市にあるLisbon Congress Centerで開催された。本総会は、4年に1回開催され、道路政策、道路計画、交通管理や道路技術等の多分野に渡って情報交換を行う場である。

今回の総会は、「Sharing the Road」をテーマに、基調講演、論文発表そして展示会が開催された。基調講演は①モビリティ、交通とインフラ、②道路の安全性とセキュリティ、③持続可能な道路、④道路財政とマネジメント、⑤技術と革新の5テーマについて行われた。また、論文発表は基調講演の5テーマに沿う33カテゴリーについて行われ、環境、アセットマネジメント、新技術等に関する発表が行われた。さらに、基調講演及び論文発表と並行して、展示会が行われ、世界62の国と機関が参加した。

今回、本四高速（株）からは、道路保全課竹内代理及

び坂出管理センター橋梁維持第一課坂本が、総会及び技術論文「Maintenance Policy of Steel Deck Pavement（MS工法）」に関するポスターセッションに参加した。また、総会中に開催された展示会に（社）日本道路協会が「世界に誇る日本の先端技術」をテーマに参加し、その中に高速道路6会社及び民間会社が展示を行った。本四高速（株）は「200年以上長大橋を維持管理するための技術」と題して、ケーブル送気システム、電着工法等の展示・紹介を行った。

さらに、総会の開催期間中にテクニカルビジットが開催され、ポルトガルの長大橋の一つであるヴァスコ・ダ・ガマ橋や料金所を含めたリスボン周辺の高速度道路の視察を行った。

なお、次回の開催時期について未定であり、本総会中では2011年にメキシコのメキシコシティで開催される第24回PIARC（Permanent International Association of Road Congress）の紹介が行われた。

（坂出管理センター 橋梁維持第一課 坂本佳也）



写真-1 会場外観（Lisbon Congress Center）

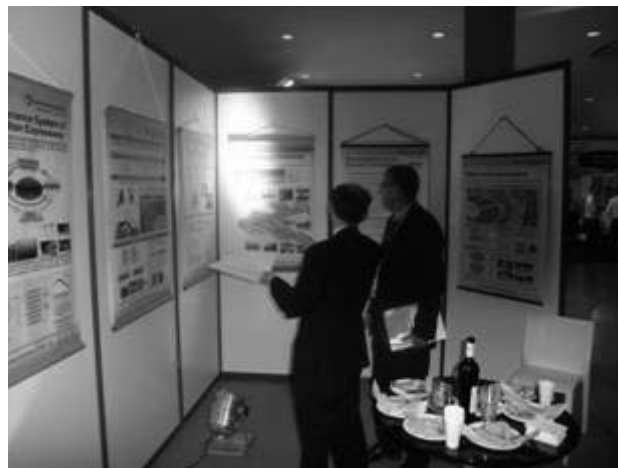


写真-3 展示会場での説明状況



写真-2 展示会場
（Lisbon Congress Center 内部）



写真-4 4月25日橋
（Lisbon Congress Center の近傍に位置）

技術ニュース

■第5回 IABMAS（構造物の維持管理安全性に関する国際会議）

第5回 IABMAS（International Association for Bridge Maintenance and Safety：構造物の維持管理安全性に関する国際会議）が2010年7月11日～7月15日にかけて米国ペンシルバニア州フィラデルフィア市のローズホテルで開催された。会議の目的は、世界中で痛んだ橋梁が増えており、それを補修補強するには、資金が大幅に不足している。橋梁の安全な管理にとってそれらの手当を柔軟に管理運営することが世界での重大な関心を得る事になってきている。世界での良好な事例の収集と議論をすることを目的として2002年からこの会議は始められた。

今回、本四高速（株）からは、長大橋技術センターの奥田 基が参加し発表したもので報告する。本会議は、従来、2年に1回開催し、バルセロナ・京都・ポルト・ソウルで開催してきた。今回は、10カ国以上から約600名が参加した。学会系の会議なので大学・研究所からの参加が多く、メーカーと行政機関は少ない。日本からは、米国に次いで多く60名が参加。大学は、京大・関大・横浜国大・北大など、高速道路会社は、中日本・阪神・本四で、行政機関は、大阪府・大阪市など、民間企業では、計測リサーチ・鹿島・ニコンなどが参加した。

本四高速（株）からの発表は、次のとおりである。

「Preventive Maintenance and Technical Development on Long-Span Bridges」の題で予防保全と保全技術開発を講演した。

基調講演では、中国、韓国からプロジェクトの紹介、米国から破壊事例・木橋の疲労などが興味を引いた。また、デンマークから COWI の業績、日本から渡辺英一先生（京都大学名誉教授）のインフラストックの維持管理の難しさなどの講演があった。また、地元ペンシルバニア州の Edward G. Rendell 知事からの歓迎スピーチは、「予算を300%に増やした。それで、雇用も創造した。今は、大統領とも同調してインフラの整備（維持）に多くの予算を投入する予定である。」という内容で、インフラ整備推進派であった。

全体を通じて、中国・韓国からプロジェクト報告が多く、勢いがあるとの印象を受けた。また、調査研究の方向性としてセンサーを使って欠陥を早期発見できる技術の開発に力点が置かれている傾向があった。

最後の7月15日にモーニンググルーズが、開催され、船上からベンジャミンフランクリン橋などを視察した。

次回の第6回（2012年）はイタリアのコモ湖で、第7回（2014年）は、上海にて開催の予定である。

（長大橋技術センター長 奥田 基）

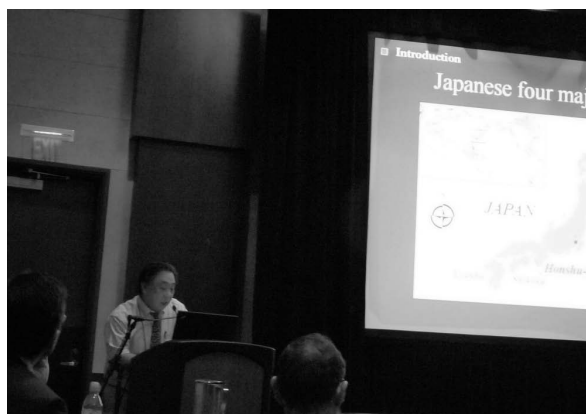


写真-1 発表の様子



写真-2 会議会場



写真-3 デラウェア川を渡るベンジャミンフランクリン橋



写真-4 ベンジャミンフランクリン橋のアンカレイジ

文 献 紹 介

本州四国連絡橋関連技術文献紹介 (10.02~10.07 HOLMES登録分)

| 題 名 | 著 者 | 雑誌名等 | 巻 | 号 | 年月 | 頁 |
|--|-------------------------------|---|----|---|--------|----|
| 本州四国連絡高速道路の鋼橋疲労に関する取り組み(Fatigue Design, Evaluation and Inspection for Steel Bridges on the Honshu-Shikoku Expressways) (英語) | 山田郁夫 森山彰 麓興一郎 | ICOSSAR 2009 | | | 200909 | 8 |
| 供用中の吊橋ケーブルバンドの実用的な管理 (Practical Management for Cable Band Bolts on Suspension Bridges during Operation) (英語) | 山田郁夫 森山彰 横井芳輝 | Strait Crossings 2009 | | | 200906 | 6 |
| 明石海峡大橋のフラッター発生時における水平応答(Horizontal response of full elastic model of Akashi-Kaikyo Bridge at flutter onset) (英語) | 楠原栄樹 松本勝 | 第9回英国風工学会議 WES2010 | | | 201009 | 1 |
| 高速道路会社の技術開発への取り組み 6本州四国連絡高速道路株式会社 | 長大橋技術センター | 高速道路と自動車 第53巻 第2号 | 53 | 2 | 201002 | 3 |
| 吊橋ケーブルバンドボルトの合理的な維持管理 (Reasonable Maintenance for Cable Band Bolts on Suspension Bridges) (英語) | 奥田基 山田郁夫 山口和範 | ICSBOC2010(国際吊橋構造橋梁管理者会議) | | | 201005 | 8 |
| 長大橋の予防保全と技術開発(Preventive Maintenance and Technical Development on Long-Span Bridges) (英語) | 奥田基 山田郁夫 長谷川芳己 | IABMAS2010(第5回橋梁の維持、安全性及び管理に関する国際会議) | | | 201007 | 8 |
| 本四高速の橋梁に対する免震支承による耐震補強検討(Study on seismic retrofit of the bridge in the Honshu-Shikoku expressway using isolation bearings) (英語) | 福永勲 遠藤和男 小河正次 | 第23回日米橋梁ワークショップ | | | 200911 | 9 |
| 長大橋ケーブルシステムの振動制御(Vibration Control for Cable Systems of Long-span Bridges) (英語) | 森邦久 山田郁夫 楠原栄樹 | 第6回国際吊橋構造橋梁管理者会議 (ICSBOC) | | | 200805 | 8 |
| 長大橋ケーブルシステムに風による振動と対策 (Wind-induced Vibrations and Countermeasures for Cable Systems on Long-span Bridges) (英語) | 山田郁夫 楠原栄樹 麓興一郎 遠山直樹 | IABMAS'08 | | | 200807 | 8 |
| 吊橋の動態観測システムと動態観測データの計測 (Monitoring system of suspension bridges and the utilization of recorded data) (英語) | 河藤千尋 楠原栄樹 福永勲 遠山直樹 | IABMAS'08 | | | 200807 | 8 |
| 長大橋のレベル2地震時における損傷と補修に関する検討 | 甲斐誠生 貴志友基 池末泰輔 山田郁夫 | 国土交通研究会 | | | 200808 | 6 |
| 本州四国連絡橋のモニタリングシステム(Health Monitoring System for the Honshu-Shikoku Bridges) (英語) | 楠原栄樹 山田郁夫 福永勲 遠藤和男 | SIMO-RCES Joint Seminar on Health Monitoring of Bridges山口大学 | | | 200903 | 15 |
| 車両通行時における鋼床版およびアスファルト舗装面の実動ひずみ計測 | 山口隆司 橋本国太郎 杉浦邦征 古田均 山田郁夫 木村真志 | 土木学会第64回年次学術講演会 | | | 200909 | 2 |

| | | | | | |
|---|-------------------------|---------------------------------------|--|--------|----|
| 明石海峡大橋耐震性能照査(Seismic Performance Verification of the Akashi-Kaikyo Bridge) (英語) | 竹口昌弘 遠藤和男 福永勸 | The 33rd IABSE Symposium | | 200909 | 8 |
| 門崎高架橋耐風安定性の再検証 | 楠原栄樹 福永勸 遠山直樹 | 構造工学論文集 Vol. 56A | | 201003 | 8 |
| 本四連絡橋の耐震補強検討に用いる大規模地震動 | 福永勸 遠藤和男 香川敬生 | 土木学会第63回年次学術講演会 | | 200809 | 2 |
| 大規模地震時における長大吊橋の終局限界状態に関する解析的研究 | 遠藤和男 福永勸 家村浩和 八田政仁 野中哲也 | 構造工学論文集 Vol. 55A | | 200903 | 14 |
| 瀬戸内海に夢を架けた技術者たち | 星野満 | 土木学会誌 2010. 02 Vol. 95 | | 201002 | 3 |
| 瀬戸大橋塗替塗装の現況 | 真辺保仁 | Structure Painting 2009 Vol. 37 No. 2 | | 200909 | 8 |
| バン格拉デシュを知っていますか? | 栗原敏広 | Structure Painting 2009 Vol. 37 No. 2 | | 200909 | 4 |
| PIARC TC D.3 コンクリート橋に関する国際セミナー開催報告 | 加島聡 今井清裕 | 道路 2009. 12 | | 200912 | 3 |
| 社会資本ストックの管理に求められる技術力とその継承ー道路橋を素材としてー | 大川宗男 | 道路 2010. 01 | | 201001 | 2 |
| PIARC実行委員会・総会報告(仁川) | 中野穰治 松本育之 林昌弘 | 道路 2010. 01 | | 201001 | 5 |

※本四技報，技術発表会は除外。

本四技報総目次(No. 1 ~No. 115)

| 題 名 | 執 筆 者 | 号 | 年月 |
|--------------------|--------|-------|--------|
| ■巻頭言 | | | |
| 発刊にあたって | 尾之内由紀夫 | No.1 | '77.7 |
| 発刊にあたって | 蓑輪健二郎 | No.1 | '77.7 |
| 本四技報の充実発展を願って | 井上義光 | No.2 | '77.10 |
| 「悪くても」と「うまくゆけば」 | 川崎偉志夫 | No.3 | '78.1 |
| 技術雑感 | 浅間敏雄 | No.4 | '78.3 |
| 技術感想 | 松崎彬磨 | No.5 | '78.7 |
| 工事と安全技術 | 多田安夫 | No.6 | '78.10 |
| カレンダーによせて | 山本成美 | No.7 | '79.1 |
| 豊かさは自らの心の中にある | 平石茂義 | No.8 | '79.4 |
| 或る連想—大三島橋の開通式に出席して | 富樫勘七 | No.9 | '79.7 |
| 再び船上会談を | 大富 宏 | No.10 | '79.10 |
| 大三島橋のしゅん功にあやかって | 久保村圭助 | No.11 | '80.1 |
| ある橋の話 | 浅谷輝雄 | No.12 | '80.4 |
| 新しい芽を育てよう | 尾之内由紀夫 | No.13 | '80.7 |
| 文科と橋 | 向井 清 | No.14 | '80.10 |
| 橋の建設と維持 | 下川浩資 | No.15 | '81.1 |
| 本州四国連絡橋を考える | 山根 孟 | No.16 | '81.4 |
| Seeing「見ること」 | 松崎彬磨 | No.17 | '81.7 |
| 美観・安全性・経済性 | 大島 久 | No.18 | '81.10 |
| 基礎とその認識 | 吉田 巖 | No.19 | '82.1 |
| 新しい技術と経験 | 沖中浩一郎 | No.20 | '82.4 |
| 経験について—森有正の思想をかりて | 山本成美 | No.21 | '82.7 |
| 荒廃するアメリカの躍動 | 山根 孟 | No.22 | '82.10 |
| 新しいものへの挑戦 | 高橋弘篤 | No.23 | '83.1 |
| 人口をめぐって | 柴田啓次 | No.24 | '83.4 |
| 土木工事雑感 | 高山 昭 | No.25 | '83.7 |
| 文科と理科 | 柴田啓次 | No.26 | '83.10 |
| 新たなる目標 | 松崎彬磨 | No.27 | '84.1 |
| 現場からの土産話 | 吉田 巖 | No.28 | '84.4 |
| 因島大橋雑感 | 大橋昭光 | No.29 | '84.6 |
| 地域開発橋 | 高橋信夫 | No.30 | '84.7 |
| 窓外雑感(みなと・神戸) | 今中靖雄 | No.31 | '84.10 |
| 本州四国連絡橋事業を支える技術 | 山根 孟 | No.32 | '85.1 |
| 技術と人間あれこれ | 山下文利 | No.33 | '85.4 |
| 技術開発に思うこと | 林 宣熙 | No.34 | '85.7 |
| 明石海峡大橋への課題 | 大橋昭光 | No.35 | '85.10 |
| 大鳴門橋建設をふりかえって | 今中靖雄 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋と関連区間の開通 | 奈良平竣彦 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋と関連区間の開通 | 松本弘輝 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋に関する二、三の思い出 | 小川英信 | No.36 | '85.12 |
| 明石への道 | 高橋弘篤 | No.37 | '86.1 |
| トップランナーの努め | 吉田 巖 | No.38 | '86.4 |

| | | | |
|----------------------|-------|-------|--------|
| 道路の管理について | 高橋信夫 | No.39 | '86.7 |
| 「明石」の事業再開にあたって | 遠藤武夫 | No.40 | '86.10 |
| 最善の努力を結集しよう | 山根 孟 | No.41 | '87.1 |
| 技術力の向上 | 深田彰一 | No.42 | '87.4 |
| 視点 | 花市穎悟 | No.43 | '87.7 |
| 開通6ヶ月前 | 松崎 実 | No.44 | '87.10 |
| 道路整備こそ国家繁栄への道 | 加瀬正蔵 | No.45 | '88.1 |
| 伯方・大島大橋の開通によせて | 花市穎悟 | No.46 | '88.4 |
| 伯方・大島大橋の開通 | 小川英信 | No.46 | '88.4 |
| 技術に謙虚さを | 萩原 浩 | No.47 | '88.7 |
| 「器用人」と技術者 | 吉住俊彦 | No.48 | '88.10 |
| アメリカズカップ | 岡田哲夫 | No.49 | '89.1 |
| 「技術」雑感 | 平井 清 | No.50 | '89.4 |
| 着工一年 | 森本隆也 | No.51 | '89.7 |
| 道 | 永井 滋 | No.52 | '89.10 |
| 本四架橋技術の今後の課題 | 遠藤武夫 | No.53 | '90.1 |
| 沙弥島の風景 | 石山四郎 | No.54 | '90.4 |
| 本四公団の三つの目的 | 中平一郎 | No.55 | '90.7 |
| 天の浮橋、その過去と現在 | 木村敬宇 | No.56 | '90.10 |
| 多々羅大橋の起工式を迎えて | 旭 一穂 | No.57 | '91.1 |
| 「豊かさの感じられる社会」の実現のために | 高田雅夫 | No.58 | '91.4 |
| 超長大吊橋と風 | 飯島武明 | No.59 | '91.7 |
| 「共生・協調」の重視へ | 杉岡 浩 | No.60 | '91.10 |
| “道路技術の分野でも国際貢献を” | 萩原 浩 | No.61 | '92.1 |
| 明石海峡大橋の主塔基礎の完成 | 佐伯彰一 | No.62 | '92.4 |
| 海洋架橋の歴史 | 岡田哲夫 | No.63 | '92.7 |
| 瀬戸大橋を守り、伝える | 松本弘輝 | No.64 | '92.10 |
| ネクストウェイ | 玉田博亮 | No.65 | '93.1 |
| 科学技術雑感 | 西内 彬 | No.66 | '93.4 |
| 役割分担 | 新野 博 | No.67 | '93.7 |
| 秋菊の物語 | 平林忠正 | No.68 | '93.10 |
| 鉄道再評価と技術的鳥瞰 | 野村紀夫 | No.69 | '94.1 |
| 子供達の心に響いた本四架橋 | 宮崎 潮 | No.70 | '94.4 |
| 岡山 今と昔 | 松本敦義 | No.71 | '94.7 |
| ポスト四全総への期待 | 藤原良一 | No.72 | '94.10 |
| ケーブル工事雑感 | 越村一雄 | No.73 | '95.1 |
| 自然の威力を直視しよう | 萩原 浩 | No.74 | '95.4 |
| 兵庫県南部地震に思う | 佐伯彰一 | No.75 | '95.7 |
| うまし | 松本弘輝 | No.76 | '95.10 |
| 子規に思う | 藤川寛之 | No.77 | '96.1 |
| 瀬戸大橋雑感 | 多田和夫 | No.78 | '96.4 |
| 長大橋技術の継承、高度化 | 縣 保佑 | No.79 | '96.7 |
| 瀬戸内しまなみ海道 | 加島 聰 | No.80 | '96.10 |
| I S O9000との出会い | 日野西光温 | No.81 | '97.1 |
| 125年前 | 菊池徳彌 | No.82 | '97.4 |
| 企業マインドの実践 | 辰巳正明 | No.83 | '97.7 |
| 人工停滞の時代 | 安田達男 | No.84 | '97.10 |
| 外国語の奨め | 蟹澤康人 | No.85 | '98.1 |
| 明石海峡大橋にあたって思うこと | 佐伯彰一 | No.86 | '98.4 |
| 印象に残る海中工事 | 加島 聰 | No.86 | '98.4 |

| | | | |
|----------------------|-------|--------|--------|
| 明石海峡大橋と私 | 北川 信 | No.86 | '98.4 |
| 長大橋管理のコスト縮減 | 星野 満 | No.87 | '98.7 |
| 未来の古道 | 中嶋幸彦 | No.88 | '98.10 |
| 明石大橋の管理元年 | 奥川淳志 | No.89 | '99.1 |
| 本四3ルート完成 | 加島 聡 | No.90 | '99.4 |
| 二つの斜張橋で目指したもの | 谷中幸和 | No.90 | '99.4 |
| 新尾道大橋と多々羅大橋に関して思うこと | 秋山晴樹 | No.90 | '99.4 |
| 長大橋建設の明日に向けて | 蟹沢康人 | No.91 | '99.7 |
| 自航台船「うましま」の開発について | 平山純一 | No.91 | '99.7 |
| 開通に思う | 藤井周志 | No.91 | '99.7 |
| 採算性の向上について | 木挽孝紀 | No.92 | '99.12 |
| はるかな未来に向けて | 村田正信 | No.93 | '00.4 |
| 管理時代における技術者の視点 | 縣 保佑 | No.94 | '00.8 |
| 13年目の瀬戸大橋 | 平山純一 | No.95 | '00.12 |
| 青函トンネルと本州四国連絡橋 | 小笠原憲一 | No.96 | '01.4 |
| 予防保全の視点 | 谷中幸和 | No.97 | '01.8 |
| 最近の動きなどー20世紀から21世紀へー | 佐野徹治 | No.98 | '02.3 |
| 最適管理基準 | 星野 満 | No.99 | '02.9 |
| リスク管理 | 北川 信 | No.100 | '03.3 |
| 先達はあらまほしき事なり | 森 章 | No.101 | '03.9 |
| 自然を畏怖する心 | 高澤 勤 | No.102 | '04.3 |
| 民営化雑感 | 中村 守 | No.103 | '04.9 |
| なぜだろう なぜかしら1 藤井周志 | | No.104 | '05.3 |
| 私の神様論 | 村田正信 | No.105 | '05.9 |
| 本四技報に期待する | 堀切民喜 | No.106 | '06.3 |
| 技術開発重点プログラムへの期待 | 星野 満 | No.107 | '06.9 |
| 廣井 勇に学ぶ | 北川 信 | No.108 | '07.3 |
| 落橋の映像 | 中村 守 | No.109 | '07.9 |
| 「現場力」に思う | 伊藤周雄 | No.110 | '08.3 |
| 道路構造物のリスクマネジメント | 富田大造 | No.111 | '08.9 |
| 技術者マインド | 岸本良孝 | No.112 | '09.3 |
| 目 | 仁木清貴 | No.113 | '09.9 |
| 瀬戸内企業ということ | 奥田 基 | No.114 | '10.3 |
| 弛み無い技術開発を | 帆足博明 | No.115 | '10.9 |

■共通（橋梁下部工）

| | | | |
|----------------------------|-----------------|-------|--------|
| 流れと波が共存する場における流体力の評価について | 野村直茂 | No.2 | '77.10 |
| 太径鉄筋の継手と付着に関する調査 | 佐伯康二 | No.2 | '77.10 |
| 風化花崗岩のクリープ特性について | 喜岡直太郎・森本則行・谷中幸和 | No.2 | '77.10 |
| 吊橋塔基部のグラウト注入実験 | 佐伯康二 | No.6 | '78.10 |
| 鋼設置ケーソン設計要領（案） | 奈良平俊彦 | No.7 | '79.1 |
| 船舶の衝突に対する緩衝工模型実験 | 大町武司 | No.13 | '80.7 |
| 大型鉄骨鉄筋コンクリート設計要領・同解説（案） | 金光 宏・大町武司・樋口康三 | No.13 | '80.7 |
| 深いニューマチックケーソンの掘削工法に関する検討 | 金光 宏・野村直茂・大町武司 | No.19 | '82.1 |
| 大型鉄骨鉄筋コンクリート橋脚設計要領（案）の確認実験 | 金光 宏・樋口康三・栗野純孝 | No.21 | '82.7 |
| 緩衝工の設計要領（案） | 神 弘夫・栗野純孝 | No.24 | '83.4 |
| 耐震壁付きRC橋脚の設計（解析編） | 塩井幸武・神 弘夫・吉田好孝 | No.26 | '83.10 |
| 耐震壁付きRC橋脚の設計（実験編） | 塩井幸武・加島 聡・吉田好孝 | No.27 | '84.1 |

| | | | |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| FEM・RBSMによる基礎の支持力・変形解析 | 栗野純孝 | No.28 | '84.4 |
| 脚付ケーソン基礎の耐震安定性 | 塩井幸武・吉田好孝 | No.32 | '85.1 |
| 吊橋アンカレッジに用いたマスコンクリートの品質分析 | 宮下 力・吉田好孝 | No.50 | '89.4 |
| 低発熱コンクリート | 山田勝彦・新田篤志・二宮仁司 | No.54 | '90.4 |
| マスコンクリートの塗装に関する調査 | 山田勝彦 | No.58 | '91.4 |
| マスコンクリート用高流動コンクリート設計・施工基準 同解説 | 森下尊久 | No.73 | '95.1 |
| マスコンクリートの塗装に関する調査(その2) | 野村直茂・森下尊久 | No.74 | '95.4 |
| 高架橋の多径間連続化における耐震設計 | 山岸一彦・池田 博・大和屋豊・高月俊治 | No.75 | '95.7 |
| 長大橋の耐震照査に用いる大規模地震動の検討 | 二宮仁司 | No.95 | '00.12 |
| マスコンクリートの塗装に関する調査及び評価 | 川上賢明・大西貴浩 | No.96 | '01.4 |
| 海峽部コンクリート構造物の現況 | 川上賢明・林 昌弘 | No.97 | '01.8 |
| 水中鉄筋コンクリート(水中RC)の施工性確認実験 | 角 和男 | No.100 | '03.3 |
| 海峽部PC橋の長寿命化対策 | 津留和彦・山田郁夫 | No.100 | '03.3 |
| コンクリート構造物の点検手法と長寿命化対策の事例 | 津留和彦・石原和幸 | No.102 | '04.3 |
| 耐震補強検討に用いる大規模地震動の設定 | 福永 勲・遠藤和男 | No.111 | '08.9 |

■共通(橋梁上部工)

| | | | |
|--------------------------|----------------|-------|--------|
| 吊橋塔基部の模型実験 | 加島 聰 | No.1 | '77.7 |
| 東大維橋におけるケーブル応力の測定調査 | 北川 信 | No.1 | '77.7 |
| 80キロ鋼溶接継手の疲労試験 | 奥川淳志 | No.2 | '77.10 |
| 吊橋ケーブルの二次応力測定(平戸大橋) | 北川 信 | No.3 | '78.1 |
| 鋼床版の変形特性に関する調査 | 福井幸夫 | No.4 | '78.3 |
| 吊橋ハンガーロープの引張および疲労試験 | 奥川淳志 | No.5 | '78.7 |
| 塗装を施した摩擦接合継手の性能試験 | 榎波義幸・越智 勝・森 邦久 | No.6 | '78.10 |
| ケーブルバンド耐荷力に関する調査試験 | 多田和夫 | No.7 | '79.1 |
| 長支間道路吊橋の計画(要約) | 川崎偉志夫 | No.8 | '79.4 |
| 橋梁用ロープの曲げ疲労試験 | 岸本良孝・竹之内博行 | No.11 | '80.1 |
| PWS用ゲージワイヤの測長精度 | 鈴木周一 | No.12 | '80.4 |
| PC斜張橋の紹介 | 小川英信・岡野 哲 | No.13 | '80.7 |
| リブ十字継手の疲労許容応力 | 竹名興英・岸本良孝・伊藤文夫 | No.16 | '81.4 |
| 吊構造物を有する橋梁の変位制御に関する考察 | 金光 宏・樋口康三 | No.18 | '81.10 |
| 疲労許容応力見直し | 旭 一穂・竹名興英・平野 茂 | No.18 | '81.10 |
| 緩衝桁伸縮装置 | 松浦章夫 | No.20 | '82.4 |
| 吊橋主塔架設時の制振対策 | 成井 信・金崎智樹 | No.21 | '82.7 |
| 長大橋梁の点検補修用作業車 | 室谷貞雄 | No.22 | '82.10 |
| 鋼床版舗装 | 村上憲司・新田篤志 | No.22 | '82.10 |
| 高力ボルト摩擦接合継手のすべり試験 | 香川祐次・岸本良孝 | No.25 | '83.7 |
| 疲労を考慮したトラス部材の製作と検査 | 阪本謙二・鳥海隆一 | No.35 | '85.10 |
| 主ケーブル材料としての高強度鋼線 | 森山 彰 | No.50 | '89.4 |
| 強風下での吊橋の挙動解析 | 辰巳正明・秦 健作 | No.53 | '90.1 |
| 二径間吊橋の構造検討 | 吉田 修 | No.56 | '90.10 |
| 上部構造設計基準の改訂と運用 | 奥川淳志・高城信彦 | No.58 | '91.4 |
| 本州四国連絡橋での摩擦接合用高力ボルトの使用実績 | 奥川淳志・高城信彦・大江慎一 | No.59 | '91.7 |
| 大型風洞施設 | 保田雅彦・鈴木周一・勝地 弘 | No.59 | '91.7 |
| 本州四国連絡橋におけるFEM解析の適用事例 | 奥川淳志・高城信彦・山口和範 | No.60 | '91.10 |
| 長大橋梁の維持管理 | 糸日谷淑光 | No.60 | '91.10 |
| 高力皿ボルトを使用した鋼床版現場継手の特性 | 奥川淳志・高城信彦・大江慎一 | No.61 | '92.1 |

| | | | |
|---|-------------------|--------|--------|
| 吊橋ケーブル防食方法の検討 | 保田雅彦・鈴木周一・木村一也…… | No.61 | '92.1 |
| 鋼橋等塗装基準の改訂 | 糸日谷淑光…… | No.62 | '92.4 |
| 耐力点締付法を用いる摩擦接合用高力ボルトの品質 | 高城信彦…… | No.63 | '92.7 |
| 吊橋ケーブルバンドボルトの軸力管理 | 林 義信・平野信一…… | No.65 | '93.1 |
| 中間橋脚を有する斜張橋の構造特性 | 奥川淳志・高城信彦・山口和範…… | No.65 | '93.1 |
| 吊橋主塔設計要領の安定照査法 | 高城信彦…… | No.66 | '93.4 |
| 鋼床版の横リブ設計法に関する調査試験 | 松本 毅・遠藤和男…… | No.66 | '93.4 |
| 高張力鋼の長寿命での疲労強度 | 奥川淳志・大江慎一…… | No.66 | '93.4 |
| ピン定着ケーブルバンドの構造特性 | 大橋治一…… | No.67 | '93.7 |
| 新たな機構の碍子活線洗浄装置の疲労実験 | 井上 徹・広田昭次…… | No.67 | '93.7 |
| デッキとスティフナの溶接部の疲労実験 | 松本 毅・遠藤和男…… | No.67 | '93.7 |
| 鋼圧縮部材の残留応力調査 | 奥川淳志・高城信彦・大江慎一…… | No.68 | '93.10 |
| 海上橋梁における横風による自動車走行性への影響 | 田島照義…… | No.71 | '94.7 |
| 斜張橋主桁腹板の座屈実験報告 | 藤井裕司・山口和範・遠藤和男…… | No.71 | '94.7 |
| 長期防錆型塗装の塗膜劣化メカニズム解明へのアプローチ | 中元雄治…… | No.72 | '94.10 |
| 新設計活荷重と既設橋の照査 | 藤井裕司・松本 毅…… | No.72 | '94.10 |
| 吊橋式橋梁鋼床版箱桁ダイヤフラム部の疲労試験 | 奥川淳志・大江慎一…… | No.72 | '94.10 |
| 「鋼上部構造の設計にFEM解析を適用するためのガイドライン(案)」の運用上の留意点 | 大橋治一・大川宗男…… | No.75 | '95.7 |
| 鋼橋における固定支承の地震時の挙動と支点部補強 | 樋口康三・大橋治一…… | No.77 | '96.1 |
| ボルト締付試験報告 | 奥田 基・矢野賢晃・末廣弘靖…… | No.77 | '96.1 |
| 高力ボルトの緩み確認へのアプローチ | 林 義信・森脇正生…… | No.78 | '96.4 |
| 吊橋主塔の引張接合継手の製作架設 | 佐々木雅敏・宮口典博・山口和範…… | No.82 | '97.4 |
| 長大トラス吊橋のハンガーピン定着部補強構造の力の伝達機構と疲労挙動 | 大橋治一・大川宗男…… | No.82 | '97.4 |
| 送気乾燥による吊橋ケーブル防食試験 | 古家和彦…… | No.84 | '97.10 |
| 鋼床版構造の長寿命域疲労試験結果 | 大橋治一・梁取直樹…… | No.85 | '98.1 |
| 主塔点検補修用ロボットの開発 | 土山正己・坂本光重…… | No.85 | '98.1 |
| 吊形式橋梁箱桁のトラス・横桁接合部の疲労挙動 | 大橋治一・梁取直樹…… | No.89 | '99.1 |
| 主塔・主桁に用いる補剛板の初期たわみの実測データ | 大橋治一・森山 彰・山口和範…… | No.89 | '99.1 |
| 鋼床版実物大試験体の載荷試験結果 | 大橋治一・梁取直樹…… | No.89 | '99.1 |
| 海峡部橋梁用車両防護柵の性能確認 | 山田郁夫…… | No.95 | '00.12 |
| 鋼床版の疲労に関する調査・検討 | 森山 彰・薄井稔弘…… | No.103 | '04.9 |
| 吊橋ケーブル送気乾燥システムにおける腐食物質調査および改善等の検討 | 上村博文・池田秀継…… | No.103 | '04.9 |
| 劣化した亜鉛めっき部材の補修検討 | 杉本 健…… | No.104 | '05.3 |
| 吊橋ケーブル用高強度亜鉛めっき鋼線の遅れ破壊に対する安全性評価 | 秦 健作・森下尊久・遠山直樹…… | No.105 | '05.9 |
| 高耐久性ふっ素樹脂塗料(仮称)の開発 | 小林克己…… | No.107 | '06.9 |
| ハンガーロープの長期防錆を目的とした浸漬塗装工法の確立 | 岩垣富春・末廣弘靖・小原 誠…… | No.107 | '06.9 |
| 鋼橋の疲労に着目した点検箇所に関する考察 | 森山 彰・薄井稔弘…… | No.107 | '06.9 |
| ケーブルの腐食環境下における水素侵入の実験的研究 | 小林克己・菊池祥子…… | No.108 | '07.3 |
| 吊橋ケーブルバンドボルトの管理手法に関する検討 | 森山 彰…… | No.108 | '07.3 |
| 無機ジンクリッチペイントの剥離に関する調査検討 | 長尾幸雄…… | No.109 | '07.9 |
| 舗装維持修繕要領(案)とマイクロサーフェシング適用指針(案)の制定 | 矢野保広・田村 正…… | No.109 | '07.9 |
| 橋梁管理路に対するFRP材料の適用性検討 | 秦 健作・大谷康史・薄井稔弘…… | No.109 | '07.9 |
| 吊橋ケーブルバンドの維持管理 | 山田郁夫・森山 彰…… | No.110 | '08.3 |
| 本四連絡橋のケーブル振動と耐震対策 | 山田郁夫・楠原栄樹・麓興一郎…… | No.110 | '08.3 |
| 本四連絡橋の塗替塗装 | 長尾幸雄…… | No.110 | '08.3 |

■共通（その他）

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------|--------|--------|
| 気象海象予測手法 | 西野新造 | No.3 | '78.1 |
| 閃光式航空障害灯調査 | 亀山正俊 | No.4 | '78.3 |
| 架橋関連地域の経済・輸送構造の予測手法 | 黒滝義則・加島延行 | No.4 | '78.3 |
| 架橋関連地域の経済・輸送構造の予測結果 | 黒滝義則 | No.8 | '79.4 |
| 埋蔵文化財調査 | 長尾和守 | No.11 | '80.1 |
| 海中工事における潮流条件の設定 | 山田勝彦 | No.12 | '80.4 |
| 大気測定車による大気質調査 | 阿部明弘 | No.15 | '81.1 |
| 既存橋梁の架橋インパクト分析 | 黒瀧義則 | No.23 | '83.1 |
| 本州四国連絡橋におけるレーダ電波障害軽減策 | 佃 長次 | No.51 | '89.7 |
| 改良型灯浮標の設計・製作 | 石橋良哉・井上 徹 | No.51 | '89.7 |
| 本州四国連絡橋公団の工業所有権について | 森谷俊美 | No.63 | '92.7 |
| トンネル内ラジオ再放送設備 | 山中 清 | No.64 | '92.10 |
| 磁石車輪ゴンドラの開発 | 土山正己・坂本光重 | No.88 | '98.10 |
| 鋼斜張橋ケーブル材料としての高強度亜鉛めっきPC鋼より線の物理特性 | 金子正猪・秋山晴樹・村瀬佐太美 | No.93 | '00.4 |
| 本四疲労設計のデータベース化 | 貴志友基 | No.96 | '01.4 |
| 建設CALS/ECの動向 | 下村 稔・古村 学 | No.96 | '01.4 |
| 剛体基礎の簡易応答計算法の開発 | 福永 勸 | No.97 | '01.8 |
| 我が国におけるITSの現況 | 塚原 修 | No.97 | '01.8 |
| 本州四国連絡橋耐風設計基準（2001）の制定 | 楠原栄樹・花井 拓 | No.98 | '02.3 |
| 主塔用塗替塗装装置の開発 | 坂本光重・香川 晃・河野正樹 | No.101 | '03.9 |
| 海峡部鋼箱桁内の腐食環境調査と塗装管理計画 | 村上博基・杉本 健 | No.102 | '04.3 |
| 簡易型トンネル壁面掃除装置の検討 | 山崎純一・廣田昭次・谷 大治 | No.103 | '04.9 |
| 真空吸着車輪ゴンドラの開発 | 坂本光重・中村 修 | No.104 | '05.3 |
| 平成16年台風被害報告 | 川田政史・山本和弘・杉本祐一 | No.104 | '05.3 |
| 機械設備の障害事例ネットワークの評価と改善 | 坂本光重・朝倉義博・中村 修 | No.106 | '06.3 |
| 防災における強風予測と対応について | 藤谷邦夫・藤澤幸廣 | No.106 | '06.3 |
| 瀬戸中央道管制システムの刷新 | 馬場伸二・近藤貴重 | No.107 | '06.9 |
| 簡易型トンネル壁面清掃装置の最適化 | 廣田昭次・香川 晃 | No.108 | '07.3 |
| 真空吸着車輪ゴンドラの実用化試験 | 三谷宣博・今井清裕・西井智紀 | No.109 | '07.9 |
| 明石海峡大橋10周年、瀬戸大橋20周年特集号について | 森 邦久 | No.110 | '08.3 |
| 本四高速道路の維持管理 | 毛利徳成 | No.110 | '08.3 |
| 本四高速道路の保安全管理 概要 | 岩垣富春・河野晴彦 | No.110 | '08.3 |
| 本四高速道路の防災管理 | 竹野 毅・坂本佳也 | No.110 | '08.3 |
| 本四高速道路の交通管理 | 石原和幸・坂本佳也 | No.110 | '08.3 |
| 本四連絡橋の動態観測 | 楠原栄樹・河藤千尋 | No.110 | '08.3 |
| 本四連絡橋の防食 | 酒井和吉・菊池祥子 | No.110 | '08.3 |
| 料金割引による交通量の変動と経済効果 | 重松 豊・杉本 健 | No.114 | '10.3 |
| 休息施設における太陽光発電設備の整備 | 松永陽次・近藤貴重 | No.114 | '10.3 |
| 埋設ジョイントの損傷原因と補修についての一考察 | 金田崇男・石橋清美 | No.114 | '10.3 |
| 排水処理を工夫した尾道館内高機能舗装化工事 | 胸永和頼・熊野善彦・石井一知 | No.114 | '10.3 |
| 米国長大吊橋の維持管理の現状報告 | 西谷雅弘・栗野純孝・杉山剛史 | No.115 | '10.9 |

■神戸～鳴門ルート

・明石海峡大橋

| | | | |
|----------------|------|------|-------|
| 明石海峡における海中防食試験 | 森本隆也 | No.1 | '77.7 |
|----------------|------|------|-------|

| | | | |
|---|----------------------|-------|--------|
| 大型振動台による下部構造-地盤系の模型実験 (その1) | 樋口康三 | No.3 | '78.1 |
| 大型振動台による下部構造-地盤系の模型実験 (その2) | 樋口康三 | No.4 | '78.3 |
| 神戸層水ジェット掘削試験 | 藍谷武紀 | No.5 | '78.7 |
| 神戸層載荷試験 | 高橋幸蔵・有田 稔 | No.5 | '78.7 |
| 明石海峡大橋補剛桁風洞実験 | 加島 聰・大橋治一・秋山晴樹 | No.6 | '78.10 |
| 明石海峡大橋主塔基礎洗掘防止工実験 | 加島 聰・田中宗博 | No.7 | '79.1 |
| 舞子沖地質調査 (その1) 工事報告 | 神 弘夫 | No.10 | '79.10 |
| 明石海峡大橋主塔基礎洗掘防止工実験 (その2) | 加島 聰・古屋信明 | No.14 | '80.10 |
| 明石海峡大橋海中基礎の調査概況 | 奈良平俊彦 | No.15 | '81.1 |
| 明石海峡大橋主塔基礎の施工法検討 | 奈良平俊彦・加島 聰 | No.16 | '81.4 |
| 舞子沖地質調査 (その2) 工事報告 | 神 弘夫 | No.17 | '81.7 |
| 舞子沖地質調査工事報告 (3) | 神 弘夫・岩屋勝司・土田 宝 | No.23 | '83.1 |
| 傾斜二層地盤の支持力に関する検討 | 塩井幸武・神 弘夫・栗野純孝 | No.25 | '83.7 |
| 松帆沖地質調査 | 岩屋勝司・土田 宝・小林克己 | No.28 | '84.4 |
| 明石海峡大橋主塔基礎洗掘防止工実験 (その3) | 北川 信・森 邦久 | No.34 | '85.7 |
| 明石海峡大橋主塔基礎施工調査 | 岩屋勝司・土田 宝・植村和宏 | No.34 | '85.7 |
| 明石海峡大橋の耐震設計 | 河口浩二 | No.49 | '89.1 |
| 明石海峡大橋2P・3Pケーソン設計・製作 | 鈴木幹啓・佐々木雅敏・鳥海隆一・土谷政治 | No.51 | '89.7 |
| 明石海峡大橋大規模水中コンクリート実験 | 坂本光重・樋口康三・北口雅章 | No.51 | '89.7 |
| 明石海峡大橋主塔基礎洗掘防止工実験 (その4) | 高塚正修・佐々木雅敏・土谷政治 | No.52 | '89.10 |
| 明石海峡大橋主塔基礎の設計 (第一報) | 保田雅彦・鈴木幹啓・樋口康三 | No.52 | '89.10 |
| 明石海峡大橋耐風設計要領 (案) | 辰巳正明・秦 健作・竹内政彦 | No.52 | '89.10 |
| 明石海峡大橋補剛桁の耐風性 (中間報告) | 保田雅彦・平原伸幸 | No.52 | '89.10 |
| 明石海峡大橋2P・3P鋼ケーソン設置 | 高塚正修・佐々木雅敏・北口雅章 | No.53 | '90.1 |
| 明石海峡大橋ケーソン沈設設備 | 坂本光重・藤原洋一・広田昭次 | No.53 | '90.1 |
| 明石海峡大橋主塔の安定性 (主塔断面形状の選定) | 岡野 哲・栗野純孝・森下尊久 | No.54 | '90.4 |
| 明石海峡大橋作業基地の設計と施工 | 阿部明宏・栗原敏広・池田定三 | No.55 | '90.7 |
| 明石海峡大橋上部工耐震設計法の検討 | 辰巳正明・藤田和朗・池末泰輔 | No.56 | '90.10 |
| 明石海峡大橋1Aアンカレイジ基礎の設計・施工 (その1) | 加島 聰・佐野幸洋 | No.59 | '91.7 |
| 明石海峡大橋2P・3P主塔基礎特殊水中コンクリートの施工 | 岡田凌太・上田忠夫・那須清吾 | No.59 | '91.7 |
| 明石海峡大橋1Aアンカレイジ基礎の設計・施工 (その2) | 加島 聰・佐野幸洋 | No.60 | '91.10 |
| 明石海峡大橋大型風洞試験全橋模型 | 保田雅彦・鈴木周一・勝地 弘 | No.60 | '91.10 |
| 橋梁用マスコンクリートにおける二成分系低発熱型高流動コンクリートの開発 (その1) | 金沢克美・有馬 勇・末永清冬・村田知司 | No.62 | '92.4 |
| 明石海峡大橋4Aアンカレイジ土留工の設計と施工 | 有馬 勇・末永清冬・村田知司 | No.62 | '92.4 |
| 橋梁用マスコンクリートにおける二成分系低発熱型高流動コンクリートの開発 (その2) | 有馬 勇・末永清冬 | No.63 | '92.7 |
| 明石海峡大橋ケーブルアンカーフレームの設計 | 平野 茂・矢野賢晃 | No.63 | '92.7 |
| 明石海峡大橋主塔基礎2Pコンクリートプラント船の動揺計測解析 | 岡田凌太 | No.64 | '92.10 |
| 明石海峡大橋2P・3P気中コンクリート工事 | 岡田凌太・上田忠夫・那須清吾 | No.66 | '93.4 |
| 明石海峡大橋主塔基礎地盤変位の計測と評価 (第一報) | 山縣 守・吉田好孝・岡田凌太・那須清吾 | No.66 | '93.4 |
| 明石海峡大橋大型風洞試験 (一様流試験結果) | 保田雅彦・鈴木周一・勝地 弘 | No.67 | '93.7 |
| 明石海峡大橋主塔の景観設計 | 保田雅彦・吉田好孝 | No.67 | '93.7 |
| 明石海峡大橋大型風洞試験の乱流試験結果 (第一報) | 北川 信・鈴木周一・勝地 弘 | No.68 | '93.10 |
| 明石海峡大橋の主塔制振対策 | 辰巳正明・森 邦久・秦 健作 | No.68 | '93.10 |
| 明石海峡大橋1A・4Aケーブルアンカーフレーム工事施工実績 | 糸日谷淑光・有馬 勇 | No.69 | '94.1 |
| 低発熱型コンクリートの温度応力ひび割れ特性 | 那須清吾 | No.69 | '94.1 |
| 明石海峡大橋サドルの設計・製作 | 吉元郁男・福永 勸 | No.69 | '94.1 |

| | | | |
|--------------------------------|---------------------|--------|--------|
| 明石海峡大橋のバンド・ハンガー構造 (その1) | 河口浩二・福永 勸 | No.70 | '94.4 |
| 低発熱型コンクリートの耐ひび割れ特性とその評価方法 | 那須清吾 | No.70 | '94.4 |
| 明石海峡大橋主塔の製作・精度管理 | 秦 健作・小林義弘 | No.70 | '94.4 |
| 明石海峡大橋のフラッター特性に関する検討 | 北川 信・鈴木周一・勝地 弘 | No.71 | '94.7 |
| 明石海峡大橋のパイロットロープ渡海 | 河口浩二・福永 勸・北川竜三 | No.71 | '94.7 |
| 明石海峡大橋のバンド・ハンガー構造 (その2) | 河口浩二・福永 勸 | No.71 | '94.7 |
| 明石海峡大橋1 Aアンカレイジ基礎中詰コンクリートの施工 | 糸日谷淑光・斉藤哲男 | No.72 | '94.10 |
| 明石海峡大橋1 A・4 Aアンカレイジの施工報告 | 有馬 勇・糸日谷淑光 | No.73 | '95.1 |
| 明石海峡大橋の道路床組の設計 | 金崎智樹・大江慎一・井上純三 | No.73 | '95.1 |
| 明石海峡大橋のキャットウォーク構造 | 河口浩二・福永 勸 | No.74 | '95.4 |
| 明石海峡大橋大型風洞試験でのガスト応答特性に関する検討 | 北川 信・金崎智樹・勝地 弘 | No.75 | '95.7 |
| 明石海峡大橋補剛トラスの設計 | 金崎智樹・大江慎一・井上純三 | No.75 | '95.7 |
| 明石海峡大橋プレキャストパネルの設計・施工 | 那須清吾・斉藤哲男 | No.76 | '95.10 |
| 兵庫県南部地震による明石海峡大橋の修正設計 | 保田雅彦・大江慎一・河口浩二 | No.77 | '96.1 |
| 明石海峡大橋主塔架設工事報告 | 秦 健作・小林義弘 | No.78 | '96.4 |
| 明石海峡大橋補剛桁架設 (大ブロック架設) | 大江慎一・伊藤進一郎・河藤千尋 | No.79 | '96.7 |
| 明石海峡大橋アンカレイジの上屋計画 | 徳永剛平・石原和幸 | No.81 | '97.1 |
| 明石海峡大橋船舶緩衝工の設計 | 帆足博明・谷口貴成 | No.81 | '97.1 |
| 明石海峡大橋ケーブルの製作・架設 | 河口浩二 | No.86 | '98.4 |
| 明石海峡大橋補剛桁製作・架設工事 | 大江慎一・今井清裕・杉本 健 | No.86 | '98.4 |
| 明石海峡大橋鋼床版舗装 | 栗野純孝・森下尊久 | No.86 | '98.4 |
| 明石海峡大橋動態観測システム | 阿部和智・天野耕一 | No.86 | '98.4 |
| 明石海峡大橋の維持管理設備 | 越智数夫・山本浩之・小野祥史・小谷 剛 | No.86 | '98.4 |
| 明石海峡大橋のライトアップ | 阿部和智・日里正夫 | No.86 | '98.4 |
| 明石海峡大橋の景観検討作業 | 藤田和朗 | No.86 | '98.4 |
| 明石海峡大橋の耐震設計と兵庫県南部地震時の地質応答解析 | 森谷俊美・栗原敏広・後藤 敦 | No.86 | '98.4 |
| 明石海峡大橋のケーブル防食システム | 下村 稔・杉山剛史・花井 拓 | No.86 | '98.4 |
| 明石海峡大橋のケーブル後期工事施工報告 | 下村 稔・杉山剛史・西岡早和子 | No.92 | '99.12 |
| 明石海峡大橋のハンガーロープ制振対策 | 竹口昌弘 | No.93 | '00.4 |
| 明石海峡大橋における台風時の桁応答観測・解析 | 大廻 聡 | No.94 | '00.8 |
| G P Sによる明石海峡大橋の吊橋形状調査結果 | 鈴木周一・竹口昌弘・梁取直樹 | No.95 | '00.12 |
| 海峡部橋梁箱桁用塗装装置の開発 | 坂本光重・廣田昭次 | No.99 | '02.9 |
| 明石海峡大橋伸縮装置取付部の補強 | 上村博文・弓山茂樹 | No.101 | '03.9 |
| 明石海峡大橋の動態観測データを用いた振動特性同定手法の検討 | 楠原栄樹 | No.108 | '07.3 |
| 明石海峡大橋の維持管理 | 仁木清貴 | No.110 | '08.3 |
| 明石海峡大橋イルミネーションケーブルの振動計測 (中間報告) | 楠原栄樹・横井芳輝 | No.111 | '08.9 |
| 明石海峡大橋の大規模地震に対する耐震性照査 | 福永 勸・遠藤和男 | No.111 | '08.9 |
| ・大鳴門橋 | | | |
| 大鳴門橋における多柱式基礎の設計 | 上田浩司・土田泰秀 | No.7 | '79.1 |
| 大鳴門橋多柱式基礎の施工報告 | 遠藤武夫・赤間 信 | No.10 | '79.10 |
| 大鳴門橋支持岩盤の確認 | 宮島圭司 | No.11 | '80.1 |
| 大鳴門橋ケーブルアンカーフレームの設計 | 田中淳之 | No.13 | '80.7 |
| 大鳴門橋主塔風洞実験 | 田中淳之 | No.16 | '81.4 |
| 大鳴門橋ケーブルサドルの設計 | 田中淳之・藤井裕司 | No.18 | '81.10 |
| 大鳴門橋アンカレイジの施工報告 | 山口浩二 | No.19 | '82.1 |
| 大鳴門橋主塔の製作・架設 | 田中淳之 | No.21 | '82.7 |
| 大鳴門橋バックステイ径間の製作 | 多田和夫 | No.24 | '83.4 |
| 大鳴門橋ケーブルサドルの製作 | 鈴木周一 | No.26 | '83.10 |

| | | | |
|------------------------------|----------------------|--------|--------|
| 大鳴門橋ケーブル製作 | 奥田 基 | No.27 | '84.1 |
| 大鳴門橋ケーブルバンドの設計 | 淵田政信・鈴木周一 | No.28 | '84.4 |
| 側塔を有する吊橋のケーブル架設工法（大鳴門橋） | 淵田政信・鈴木周一 | No.30 | '84.7 |
| 大鳴門橋の補剛桁製作工事 | 淵田政信・江藤隆男 | No.34 | '85.7 |
| 大鳴門橋と関連区間の開通 | 松本弘輝 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋補剛桁架設工事 | 淵田政信 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋と関連区間の開通 | 奈良平俊彦 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋関連区間の維持管理設備 | 谷口 肇 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋照明用柱の耐風検討 | 山田勝彦・秋元茂男 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋ケーブル工事—その品質・精度 | 多田和夫 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋基礎の挙動計測 | 樋口康三・小野下武 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋関連区間の陸上部工事 | 西川雅博 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋振動実験の報告 | 田中淳之・岩屋勝司・淵田政信 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋の橋面舗装 | 淵田政信・川西芳則 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋動態観測システム | 多田和夫・亀山正俊・森下尊久 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋緩衝工計画 | 金沢克義 | No.36 | '85.12 |
| 大鳴門橋関連区間陸上部橋梁の塗膜劣化調査 | 中元雄治 | No.70 | '94.4 |
| 大鳴門橋定点塗膜調査結果の報告 | 石橋清美・大西貴浩 | No.95 | '00.12 |
| 大鳴門橋 1 A 道路桁補修工事 | 酒井和吉・石元靖二 | No.100 | '03.03 |
| 大鳴門橋補剛桁塗替塗装 | 角 和夫・石井一知・石元靖二 | No.102 | '04.03 |
| 大鳴門橋における吊橋ハンガーロープの現況および対策 | 角 和夫・石井一知 | No.103 | '04.09 |
| 大鳴門橋多柱基礎の耐震照査および耐震対策 | 古村 学・河藤千尋・角 和夫・石井 一知 | No.104 | '05.03 |
| 省力化を目指した主塔塗替塗装 | 角 和夫・松葉真人 | No.105 | '05.09 |
| 共用道路における路面防護工の設置 | 角 和夫 | No.105 | '05.09 |
| 大鳴門橋管理20年 | 佐藤昭光・角 和夫 | No.106 | '06.03 |
| 大鳴門橋における吊橋ハンガーロープの定着部補修工法の検討 | 北川竜三・長尾幸雄 | No.107 | '06.9 |
| 大鳴門橋の耐震補強対策検討 | 吉田茂司・真辺保仁・河藤千尋 | No.108 | '07.3 |
| 大鳴門橋の維持管理 | 帆足博明 | No.110 | '08.3 |
| 大鳴門橋（バックスティ径間部）落橋防止システム設置 | 越野 勝・溝上善昭 | No.115 | '10.9 |
| ・ 門崎高架橋 | | | |
| 門崎高架橋の橋梁計画 | 宮下 力・古家和彦・熊野善彦 | No.19 | '82.1 |
| 門崎高架橋岩ケーソン施工報告 | 宮下 力・土居敏彦・矢野保広 | No.21 | '82.7 |
| 門崎高架橋の風洞試験 | 大島 久・宮下 力・大橋治一 | No.22 | '82.10 |
| 門崎高架橋上部工の架設（計画編） | 宮下 力・大橋治一・真辺保仁 | No.26 | '83.10 |
| 門崎高架橋上部工の設計・製作 | 土居敏彦・大橋治一・中尾俊哉 | No.26 | '83.10 |
| 門崎高架橋上部工の架設（架設編） | 宮下 力・大橋治一・真辺保仁 | No.27 | '84.1 |
| 門崎高架橋の橋面舗装 | 吉田 修・中尾俊哉 | No.30 | '84.7 |
| 門崎高架橋の振動実験 よび風による振動計測 | 吉田 修 | No.36 | '85.12 |
| 門崎高架橋仮設備撤去工事 | 淵田政信・川西芳則 | No.41 | '87.1 |
| 門崎高架橋（3 径間部）の耐風安定性の再評価 | 楠原栄樹 | No.99 | '02.9 |
| 門崎高架橋（4 径間部）の耐風安定性の再評価 | 楠原栄樹・遠山直樹 | No.101 | '03.9 |
| 門崎高架橋耐風安定化部材の補修と耐風性確認計画 | 本田 学 | No.102 | '04.3 |
| 門崎高架橋における塩害の実情と対策 | 村田知司・大西貴浩 | No.111 | '08.9 |
| ・ 上記以外の橋梁 | | | |
| 撫養橋 4 P オープンケーソン施工報告 | 大町武司・武山哲郎・中尾俊哉 | No.21 | '82.7 |
| 亀裏高架橋の施工 | 富岡 紘・山本茂樹 | No.24 | '83.4 |
| 伊毘高架橋下部工施工計画 | 植田正弘・才川 勉・中村富二夫 | No.25 | '83.7 |

| | | | |
|-------------------------------|------------------|--------|--------|
| 撫養高架橋杭の載荷試験 | 吉田 修・加藤嘉津次…………… | No.31 | '84.10 |
| 撫養橋の風洞実験 | 田中淳之・多田和夫・長谷川芳己… | No.33 | '85.4 |
| 撫養橋上部工の設計と施工 | 秋山晴樹・加藤嘉津次・秦 健作… | No.40 | '86.10 |
| 松帆高架橋におけるアフターボンドP C鋼より線の施工 | 徳永剛平・吉中眞一郎…………… | No.80 | '96.10 |
| 撫養南高架橋の動的解析 | 高月俊治・谷口貴成…………… | No.80 | '96.10 |
| 舞子高架橋ケーソン基礎の施工 | 山田郁夫・西野直均・小河正次… | No.81 | '97.1 |
| 撫養橋（上下線並列橋）の耐風応答特性 | 帆足博明・谷口貴成・貴志友基… | No.82 | '97.4 |
| 灘川橋の設計と施工 | 川戸 彰・大川宗男…………… | No.83 | '97.7 |
| 茶間川橋の設計と施工 | 川戸 彰・大川宗男…………… | No.84 | '97.10 |
| 応力調整を用いたP C単径間ラーメン橋の設計と施工 | 大川宗男・弓山茂樹…………… | No.87 | '98.7 |
| 太径P C鋼より線を用いた鶴崎川の設計 | 大川宗男・弓山茂樹…………… | No.87 | '98.7 |
| 立石川橋工事報告 | 高塚正修・山根 彰…………… | No.87 | '98.7 |
| 多径間連続鋼桁形式の採用と施工上の特徴 | 木村一也…………… | No.87 | '98.7 |
| フレキシブル橋脚を有する伊弉高架橋の耐震補強設計 | 中村哲也・本田 学…………… | No.103 | '04.9 |
| 伊弉高架橋の耐震補強工事 | 本田 学・川端 淳…………… | No.105 | '05.9 |
| 亀浦架橋耐震補強工事の施工報告 | 越野 勝・藤澤幸廣…………… | No.113 | '09.9 |
| 撫養橋および南・北高架橋の耐震補強検討 | 福永 勸・竹口昌弘…………… | No.114 | '10.3 |
| | | | |
| ・その他 | | | |
| 和泉層群ののり面工 | 原崎郁夫…………… | No.11 | '80.1 |
| 津名一宮I C・洲本I C間における地盤改良工 | 阿部和智・高嶋 勉…………… | No.38 | '86.4 |
| 西淡一大毛地区の修景緑化 | 伊吹浩太・岩垣富春・鎌田義人… | No.38 | '86.4 |
| 淡路島南パーキングエリアの土壌式無放流・汚水処理設備 | 谷口 肇・中田昌利・谷 進… | No.38 | '86.4 |
| 鳴門黒山地区の強風対策 | 山田勝彦・池田昭欣…………… | No.41 | '87.1 |
| 道路建設と埋蔵文化財調査—淡路島内本四連絡道路における例— | 細井 忍・原崎郁夫・平下忠一… | No.44 | '87.10 |
| 切土のり肩の設計施工（淡路島内本四連絡道路緑P A） | 永井俊男・山本茂樹…………… | No.45 | '88.1 |
| 神戸側陸上部道路計画概要 | 蟹沢康人・森 章…………… | No.53 | '90.1 |
| 舞子トンネル区間の地質と調査坑試験 | 河野英雄・鳥居 聡…………… | No.57 | '91.1 |
| 舞子トンネルの設計・施工 | 河野英雄・三島功裕…………… | No.64 | '92.10 |
| T B Mによる掘削工事報告 | 三島 功…………… | No.65 | '93.1 |
| テレビ電波障害影響予測と対策 | 綾 敬三…………… | No.68 | '93.10 |
| 淡路島側陸上部津名以北区間における大阪層群軟質泥岩の現位置 | 徳永剛平…………… | No.72 | '94.10 |
| 舞子トンネルにおける作業振動の限界と岩の掘削方法 | 岡澤達男・板垣勝則…………… | No.73 | '95.1 |
| 未固結土砂地山における大断面トンネルの掘削 | 岩垣富春・青野 宏・浜村吉昭… | No.80 | '96.10 |
| 舞子トンネル明り巻部におけるプレキャスト化工法の設計・施工 | 岩垣富春・浜村吉昭…………… | No.82 | '97.4 |
| 舞子高架橋P C上部工の設計・施工 | 山田郁夫・宮口典博・小河正次… | No.83 | '97.7 |
| 舞子トンネル北坑口の長大切土法面対策工 | 青野 宏・石倉健治・亀山寿仁… | No.83 | '97.7 |
| 神戸—鳴門ルート of 交通管理・施設維持管理 | 住吉実雄・吉崎建一・村上茂之… | No.84 | '97.10 |
| 舞子地区遮光施設等工事の設計・施工 | 古家和彦・宮口典博・小河正次… | No.85 | '98.1 |
| 石の寝屋切土の動態観測結果 | 大川宗男・弓山茂樹…………… | No.87 | '98.7 |
| 淡路I C・S Aの大規模盛土と濁水対策について | 川戸 彰・平下忠一・池田秀継… | No.87 | '98.7 |
| 舞子バスストップ連絡施設の施工 | 古家和彦・福田 誠…………… | No.87 | '98.7 |
| 舞子トンネル換気防災設備 | 藤原洋一・廣田昭次・大浦義司… | No.87 | '98.7 |
| 淡路島内の切土法面樹林化工法 | 足立克久…………… | No.87 | '98.7 |
| 舞子トンネル下り線換気所除塵装置の改修 | 政田 潔・廣田昭次・香川 晃… | No.109 | '07.9 |
| 舞子トンネル除塵装置W J方式への改修効果 | 小野祥史・亀井敏行・引田晋一… | No.115 | '10.9 |

■ 児島～坂出ルート

・ 下津井瀬戸大橋

| | | |
|---|------------------------|----------|
| 吊橋トンネル式アンカレイジの極限引抜き耐力の算定法 (下津井瀬戸大橋 1 A) | 金光 宏・大町武司・樋口康三…… No.14 | ’ 80. 10 |
| 吊橋トンネル式アンカレイジの極限引抜き耐力の算定法 (下津井瀬戸大橋 1 A) (その 2) | 金光 宏・大町武司・樋口康三…… No.15 | ’ 81. 1 |
| 吊橋トンネル式アンカレイジの極限引抜き耐力の算定法 (下津井瀬戸大橋 1 A) (その 3) | 金光 宏・大町武司・樋口康三…… No.16 | ’ 81. 4 |
| 下津井瀬戸大橋の塔頂構造の設計 | 山根哲雄・村瀬佐太美…………… No.17 | ’ 81. 7 |
| 下津井瀬戸大橋ケーブル定着部構造検討 | 加島 聰・田中美宇…………… No.20 | ’ 82. 4 |
| 下津井瀬戸大橋ケーブル定着用ロッド疲労試験 | 谷中幸和・村瀬佐太美…………… No.26 | ’ 83. 10 |
| 下津井瀬戸大橋 4 A アンカレイジの施工 (その 1) | 山本紀夫・秋山晴樹・中元雄治…… No.31 | ’ 84. 10 |
| 下津井瀬戸大橋 4 A アンカレイジの施工 (その 2) | 中元雄治・武藤礼布・上村博文…… No.32 | ’ 85. 1 |
| 下津井瀬戸大橋 1 A トンネルアンカーの設計施工 | 竹内覚夫・吉田好孝…………… No.33 | ’ 85. 4 |
| 下津井瀬戸大橋タワーリンクの設計製作 | 奥川淳志・村瀬佐太美…………… No.34 | ’ 85. 7 |
| 下津井瀬戸大橋塔の製作 | 奥川淳志・村瀬佐太美…………… No.34 | ’ 85. 7 |
| 下津井瀬戸大橋塔架設工事 | 奥川淳志・下村 稔…………… No.37 | ’ 86. 1 |
| 下津井瀬戸大橋キャットウォーク架設 (その 1) | 奥川淳志・平原伸幸…………… No.39 | ’ 86. 7 |
| 下津井瀬戸大橋キャットウォーク架設 (その 2) | 奥川淳志・平原伸幸…………… No.40 | ’ 86. 10 |
| 下津井瀬戸大橋のケーブル架設 | 奥川淳志・平原伸幸…………… No.45 | ’ 88. 1 |
| 吊橋エンドリンクの精密点検 | 村卸靖訓・渡辺 諭…………… No.78 | ’ 96. 4 |
| 下津井瀬戸大橋 A 3 エンドリンク補修工事報告 | 池田定三・中西 治…………… No.81 | ’ 97. 1 |

・ 櫃石島高架橋

| | | |
|--------------------|------------------------|----------|
| 櫃石島高架橋剛結横梁の設計 | 大町武司・吉田 茂・北口雅章…… No.33 | ’ 85. 4 |
| 櫃石島高架橋トラス用点検補修用作業車 | 坂本光重…………… No.39 | ’ 86. 7 |
| 櫃石島高架橋トラスの設計・製作・架設 | 藤井裕司・佐々木忠俊…………… No.40 | ’ 86. 10 |
| 櫃石島高架橋下部工の施工 | 北川 信・武田 茂…………… No.41 | ’ 87. 1 |
| 櫃石島高架橋 P C 上部工の施工 | 北川 信・池田 博…………… No.43 | ’ 87. 7 |

・ 櫃石島橋・岩黒島橋・岩黒島高架橋・羽佐島高架橋

| | | |
|---------------------------|------------------------|----------|
| 櫃石島橋・岩黒島橋の設計 | 旭 一穂・新田篤志・田中美宇…… No.17 | ’ 81. 7 |
| 櫃石島橋・岩黒島橋の架設検討 | 加島 聰・田中美宇・大江慎一…… No.19 | ’ 82. 1 |
| 櫃石島橋 3 P 鋼製ケーソン設計 | 田島照義・高城信彦…………… No.30 | ’ 84. 7 |
| 岩黒島橋下部工事施工報告 (その 1) | 山根哲雄・飯塚力也・田村 隆…… No.31 | ’ 84. 10 |
| 岩黒島橋下部工事施工報告 (その 2) | 丸尾 進・有馬 勇・田村 隆…… No.32 | ’ 85. 1 |
| 岩黒島橋下部工の詳細設計 | 保田雅彦・日里正夫・大廣 始…… No.35 | ’ 85. 10 |
| 岩黒島橋上部工の製作 | 保田雅彦・毛利徳成・大廣 始…… No.38 | ’ 86. 4 |
| 櫃石島橋塔底板下面グラウト施工報告 | 金沢克義・伊藤豊秋…………… No.38 | ’ 86. 4 |
| 岩黒島橋ケーブルの設計と製作 | 保田雅彦・武山哲郎・野沢 学…… No.39 | ’ 86. 7 |
| 櫃石島橋塔架設時の動吸振器式制振装置 | 金沢克義・河口浩二…………… No.41 | ’ 87. 1 |
| 羽佐島高架橋大ブロック架設 | 飯島邦治・勝地 弘…………… No.41 | ’ 87. 1 |
| 櫃石島橋の形状管理 | 金沢克義・佐藤昭光・武山哲郎…… No.42 | ’ 87. 4 |
| 鋼床版現場溶接の自動超音波探傷検査 | 金沢克義…………… No.43 | ’ 87. 7 |
| 岩黒島橋のケーブル定着ブロック及び支承の設計・製作 | 大田 亨・藤原 亨…………… No.43 | ’ 87. 7 |
| 櫃石島橋大ブロック架設 | 金沢克義・佐藤昭光…………… No.45 | ’ 88. 1 |
| 櫃石島橋の船舶緩衝工 | 金沢克義…………… No.47 | ’ 88. 7 |
| 櫃石島橋・岩黒島橋ケーブル制振装置 | 馬場賢三・大田 亨・勝地 弘…… No.47 | ’ 88. 7 |
| 櫃石島橋実橋振動実験 | 大田 亨・勝地 弘…………… No.48 | ’ 88. 10 |

岩黒島高架橋の設計・施工
 リンク式伸縮装置に関する現地計測
 斜張橋ケーブル角折れ緩衝装置の損傷とその補修
 斜張橋並列ケーブルのスペーサ型制振ダンパーの開発
 斜張橋並列ケーブルの制振対策の検討

大田 享・川戸 彰…………… No.51 '89.7
 丸尾 進・藤谷邦夫・石橋清美… No.76 '95.10
 藤井裕司・土井俊秋・平下忠一… No.93 '00.4
 藤谷邦夫・久米昌夫・矢野賢晃… No.101 '03.9
 楠原栄樹・秦 健作・遠山直樹・花井 拓
 …………… No.105 '05.9

・与島橋・与島高架橋

与島高架橋の設計
 与島高架橋地下連続壁の施工
 与島橋3P可動支承の設計とローラー耐久試験
 与島橋の設計
 与島高架橋ループ部上部工の設計
 与島高架橋の施工
 与島高架橋ループ部鋼桁の製作・架設

加島 聰・森谷俊美…………… No.25 '83.7
 加島 聰・森谷俊美・川田政史… No.31 '84.10
 平山純一・山岸一彦…………… No.37 '86.1
 平山純一・山岸一彦…………… No.37 '86.1
 多田一正・村瀬佐太美・富田大造… No.40 '86.10
 村瀬佐太美・富田大造…………… No.42 '87.4
 村瀬佐太美・川上明彦…………… No.45 '88.1

・南北備讃瀬戸大橋

水中発破(その1)
 水中発破(その2)
 900tonシンカーの製作
 南北備讃瀬戸大橋5P鋼製ケーソン設計・製作
 南北備讃瀬戸大橋5Pケーソン沈設作業
 南北備讃瀬戸大橋の海底掘削
 南北備讃瀬戸大橋5P海中コンクリートの施工
 南北備讃瀬戸大橋3P・4Pケーソン製作施工
 南北備讃瀬戸大橋のアンカレイジ表面仕上
 大型クレーン船を用いたパイロットロープ渡海実験
 南北備讃瀬戸大橋4Aケーブルアンカーフレームの設計
 南北備讃瀬戸大橋7A海中コンクリートの施工
 北備讃瀬戸大橋塔の詳細設計
 北備讃瀬戸大橋ケーブルサドルの設計(その1)
 北備讃瀬戸大橋ケーブルサドルの設計(その2)
 北備讃瀬戸大橋塔の風洞試験
 南北備讃瀬戸大橋6Pケーソン曳航・沈設～海中コンクリート施工
 南北備讃瀬戸大橋5P緩衝工の調査
 南北備讃瀬戸大橋4A・7Aケーブルアンカーフレームの一括設計
 南北備讃瀬戸大橋1Aアンカレイジの施工
 南北備讃瀬戸大橋4A供用アンカレイジの設計
 南北備讃瀬戸大橋(上部工)の基本設計
 北備讃瀬戸大橋塔製作
 北備讃瀬戸大橋ケーブルサドルの製作
 北備讃瀬戸大橋塔架設工事
 南北備讃瀬戸大橋4Aアンカレイジの施工
 南北備讃瀬戸大橋の耐風性(その1)
 南北備讃瀬戸大橋の耐風性(その2)
 南北備讃瀬戸大橋塔製作・架設
 南北備讃瀬戸大橋補剛桁の溶接施工性試験
 南北備讃瀬戸大橋7Aアンカレイジの施工
 南北備讃瀬戸大橋補剛桁の溶接施工性試験(第二報)
 南北備讃瀬戸大橋補剛桁の詳細設計

長坂 進…………… No.1 '77.7
 長坂 進…………… No.2 '77.10
 佐野幸洋…………… No.12 '80.4
 奥川淳志・仁木清貴…………… No.15 '81.1
 山下理雄・仁木清貴…………… No.17 '81.7
 山下理雄・大塚岩男…………… No.20 '82.4
 山中鷹志・坂本光重…………… No.22 '82.10
 山中鷹志・岡澤達男…………… No.22 '82.10
 村田正信…………… No.23 '83.1
 馬場賢三・平野 茂・吉元郁男… No.24 '83.4
 山中鷹志・栗原敏広…………… No.24 '83.4
 三木啓造…………… No.26 '83.10
 馬場賢三・成井 信・平野 茂… No.27 '84.1
 馬場賢三・成井 信・吉元郁男… No.28 '84.4
 馬場賢三・成井 信・吉元郁男… No.30 '84.7
 馬場賢三・成井 信・平野 茂… No.30 '84.7
 三木啓造・飯間秀雄・吉川章三… No.31 '84.10
 山中鷹志…………… No.31 '84.10
 栗原敏広・吉川章三…………… No.31 '84.10
 加島 聰・森谷俊美・徳永剛平… No.32 '85.1
 馬場賢三…………… No.32 '85.1
 森本隆也・馬場賢三…………… No.33 '85.4
 成井 信・平野 茂・古家和彦… No.33 '85.4
 成井 信・平野 茂・古家和彦… No.34 '85.7
 成井 信・平野 茂・古家和彦… No.35 '85.10
 山中鷹志・栗原敏広…………… No.35 '85.10
 成井 信…………… No.37 '86.1
 成井 信…………… No.38 '86.4
 山中鷹志・林 義信・金崎智樹… No.39 '86.7
 成井 信・平野 茂・古家和彦… No.39 '86.7
 高木 浩…………… No.40 '86.10
 成井 信…………… No.41 '87.1
 成井 信…………… No.42 '87.4

| | | |
|-------------------------------|------------------------|----------|
| 南北備讃瀬戸大橋のケーブル架設工事 | 神 弘夫・奥田 基・梶尾光邦…… No.43 | ' 87. 7 |
| 北備讃瀬戸大橋道路伸縮装置の設計・製作 | 成井 信…………… No.44 | ' 87. 10 |
| 北備讃瀬戸大橋緩衝桁軌道伸縮装置の製作 | 成井 信…………… No.44 | ' 87. 10 |
| 北備讃瀬戸大橋補剛桁架設工事 | 成井 信…………… No.45 | ' 88. 1 |
| 自動超音波探傷システムを用いた北備讃瀬戸大橋補剛桁部材検査 | 成井 信…………… No.47 | ' 88. 7 |
| 南備讃瀬戸大橋補剛桁架設工事 | 奥田 基…………… No.47 | ' 88. 7 |
| グースアスファルト舗装時における鋼床版の挙動 | 奥田 基…………… No.48 | ' 88. 10 |
| 南北備讃瀬戸大橋上屋工事 | 北川 信・長谷川芳己…………… No.49 | ' 89. 1 |
| 南備讃瀬戸大橋振動実験 | 奥田 基・大川宗男…………… No.49 | ' 89. 1 |
| 南備讃瀬戸大橋緩衝工 | 奥田 基…………… No.49 | ' 89. 1 |
| 南備讃瀬戸大橋の橋体精密点検 | 林 義信・池田定三・中西 治…… No.80 | ' 96. 10 |
| 北備讃瀬戸大橋ケーブル送気試験 | 奥田 基・山下五月・伊香賀信文… No.82 | ' 97. 4 |
| 北備讃瀬戸大橋緩衝工の改良 | 長谷川芳己・杉本 健…………… No.98 | ' 02. 3 |
| | | |
| ・ 番の州高架橋 | | |
| 番の州高架橋基礎杭試験 (その 1) | 山本紀夫・兼田和弘…………… No.5 | ' 78. 7 |
| 番の州高架橋基礎杭試験 (その 2) | 山本紀夫・兼田和弘…………… No.6 | ' 78. 10 |
| 番の州高架橋下部工設計 | 樋口康三…………… No.23 | ' 83. 1 |
| 番の州高架橋リバース杭施工報告 | 大田 享…………… No.23 | ' 83. 1 |
| 番の州高架橋下部工の施工 | 岸 寛・河端哲郎…………… No.37 | ' 86. 1 |
| 番の州高架橋トラスの設計・製作 | 高木 浩…………… No.42 | ' 87. 4 |
| 番の州高架橋鉄道桁の施工 | 松田大六・大坪正行・山岸 明…… No.44 | ' 87. 10 |
| 番の州高架橋トラスの架設 | 松田大六…………… No.48 | ' 88. 10 |
| 番の州高架橋鋼箱桁の架設 | 松田大六…………… No.48 | ' 88. 10 |
| | | |
| ・ 上記以外の橋梁 | | |
| 北浦港橋梁の設計 | 松田大六・大坪正行・山岸 明…… No.39 | ' 86. 7 |
| 阿津川橋梁上部工の施工 | 寺坂典正・佐藤真太郎・磯井祥二… No.42 | ' 87. 4 |
| 塩生橋下部工工事 | 卜部孝夫・成瀬善果…………… No.43 | ' 87. 7 |
| 北浦港橋梁下部工の施工 | 松田大六・大坪正行・山岸 明…… No.43 | ' 87. 7 |
| 岸ノ上高架橋 P C 上部工の設計・施工 | 藤井周志・角 和夫…………… No.45 | ' 88. 1 |
| 塩生橋上部工の設計・施工 | 藤井周志・角 和夫…………… No.47 | ' 88. 7 |
| 北浦港橋梁上部工の施工 | 松田大六…………… No.47 | ' 88. 7 |
| | | |
| ・ その他 | | |
| 児島～坂出ルート海峡部地質調査 (その 1) | 山縣 守…………… No.3 | ' 78. 1 |
| 児島～坂出ルート海峡部地質調査 (その 2) | 山縣 守…………… No.4 | ' 78. 1 |
| 鷺羽山の地質調査 | 宮下 力・江藤隆男・田村 隆…… No.12 | ' 80. 4 |
| 鷺羽山トンネル構造形式検討 | 藤井周志…………… No.16 | ' 81. 4 |
| 鷺羽山地区運搬用坑道の計測結果 | 呉藤 満・藤井周志・富田大造…… No.19 | ' 82. 1 |
| 本四備讃線の電気設備 | 吉田昌弘…………… No.23 | ' 83. 1 |
| 鷺羽山トンネルの施工 | 長谷川 滋・佐藤正人…………… No.35 | ' 85. 10 |
| 下村トンネルの施工と計測 | 福代博志…………… No.37 | ' 86. 1 |
| 早島 I C 軟弱地盤対策 | 城野治三郎・天野弘也…………… No.39 | ' 86. 7 |
| 神道山地区工事 | 藤井秀夫…………… No.41 | ' 87. 1 |
| 蟻峰山及び福南山両トンネルの施工 | 菊池浩一・萬藤博志・栗野純孝…… No.42 | ' 88. 4 |
| 児島～坂出ルート吊橋ハンガーブラケット疲労試験 | 鳥海隆一…………… No.47 | ' 88. 7 |
| 本四備讃線供用部の軌道工事の施工 | 山岸 明・真鍋秀志…………… No.48 | ' 88. 10 |
| 児島～坂出ルート橋梁点検補修用作業車 | 久保田良司…………… No.49 | ' 89. 1 |
| 与島 P A 上下水道設備 | 伊藤六兵衛・岩崎洋二…………… No.49 | ' 89. 1 |

| | | | |
|------------------------------|------------------|--------|--------|
| 瀬戸中央自動車道の遠隔監視制御システム | 西野盛雄・笠松邦安・山見一馬…… | No.50 | '89.4 |
| 瀬戸中央自動車道の道路管理用機械設備 | 久保田良司・古賀 昇…………… | No.50 | '89.4 |
| 児島～坂出ルートにおける道路造園及び修景緑化 | 北 肇夫…………… | No.50 | '89.4 |
| 瀬戸中央自動車道集中局（電気通信）設備 | 西野盛雄・田中俊雄・矢野 稔…… | No.50 | '89.4 |
| 瀬戸中央自動車道の料金収受システム | 土山正己・小笠原 保…………… | No.53 | '90.1 |
| 瀬戸大橋（吊橋・斜張橋）における列車走行試験 | 岩田充一・梶原博通…………… | No.54 | '90.4 |
| 路面温度予測システム | 森谷俊美・金子正猪…………… | No.57 | '91.1 |
| 瀬戸大橋の動態観測 | 岩屋勝司・武山哲郎・大川宗男…… | No.57 | '91.1 |
| 瀬戸中央自動車道の開通以来の交通量動静分析 | 岡田凌太・宮下正之…………… | No.77 | '96.1 |
| 瀬戸中央道における雪氷予測の改良 | 土居雅彦・大麻 毅…………… | No.77 | '96.1 |
| 瀬戸中央自動車道鴻ノ池SAの駐車場改良 | 佃 長次・磯井祥二・日高裕司…… | No.78 | '96.4 |
| リンク式伸縮装置の改良 | 林 義信・藤谷邦夫・佐伯成己…… | No.79 | '96.7 |
| 瀬戸大橋の維持管理、十年（主な損傷とその補修について） | 保田雅彦・松本 毅…………… | No.85 | '98.1 |
| 「電着工法」による鋼製ケーソン防食 | 岩垣富春・岡本浩幸…………… | No.95 | '00.12 |
| 高密度ポリエチレン管の亀裂防止対策 | 政田 潔・香川 晃…………… | No.98 | '02.3 |
| 瀬戸中央自動車道交通管理システムの更新計画 | 大江慎一・中島国雄…………… | No.100 | '03.3 |
| 塗装変状部の調査と分析 | 岡澤達男…………… | No.100 | '03.3 |
| 舗装精密点検の分析と保全計画 | 川西芳則…………… | No.102 | '04.3 |
| 共用後15年を経た海峡部長大橋郡の塗装の現況 | 石橋清美・門田整達…………… | No.103 | '04.9 |
| 鋼製ケーソンの電着工法による防食の現況 | 寺下孝男・岡本浩幸…………… | No.103 | '04.9 |
| 瀬戸中央自動車道（早島管内）伸縮装置の補修計画 | 金保 勉・高木 久…………… | No.103 | '04.9 |
| 瀬戸大橋の橋面塗装の現況と補修 | 平井良樹・橋本 龍…………… | No.105 | '04.9 |
| ローリングリーフ横移動吸収板の想定外変位と固定ピンの破断 | 徳永剛平…………… | No.106 | '06.3 |
| 瀬戸大橋の塗膜評価 | 長尾幸雄…………… | No.106 | '06.3 |
| 瀬戸大橋ケーブル送気乾燥システムの改良とその効果 | 花井 拓・寺下孝男・熊井貴弘…… | No.108 | '07.3 |
| 瀬戸大橋の維持管理 | 岡本泰臣…………… | No.110 | '08.3 |
| 鋼ケーソン電着防食の防食性能 | 坂本佳也・大川宗男・宮口典博…… | No.113 | '09.9 |
| 瀬戸大橋トラス3橋段差防止工事 | 真辺保仁・平下忠一・大爺健司…… | No.113 | '09.9 |
| 瀬戸大橋の鋼ケーソン干満帯・飛沫帯の防食 | 宮口典博・大川宗男・坂本佳也…… | No.115 | '10.9 |

■尾道～今治ルート

・因島大橋

| | | | |
|---------------------|-----------------|-------|--------|
| 因島大橋アンカレイジ基礎地盤の確認 | 宮島圭司・村上憲司…………… | No.3 | '78.1 |
| 因島大橋ケーブル施工性試験 | 林有一郎・中村 守…………… | No.5 | '78.7 |
| 因島大橋下部工工事に使用した海砂の品質 | 平山純一…………… | No.7 | '79.1 |
| 因島大橋及び大三島橋の塗装色の選定 | 吉川利治・阿部和智…………… | No.8 | '79.4 |
| 因島大橋エンドリンクの設計 | 林有一郎・淵田政信…………… | No.8 | '79.4 |
| 因島大橋下部工工事報告 | 竹内覚夫・平山純一…………… | No.10 | '79.10 |
| 因島大橋ケーブルアンカーフレームの設計 | 林有一郎…………… | No.11 | '80.1 |
| 因島大橋風洞試験 | 中村 守・岡野 哲…………… | No.14 | '80.10 |
| 因島大橋塔工事施工報告 | 竹内覚夫・池田 博…………… | No.14 | '80.10 |
| 因島大橋塔の製作 | 松崎 実・池田 博…………… | No.15 | '81.1 |
| 因島大橋塔の振動観測 | 松崎 実・池田 博…………… | No.17 | '81.7 |
| 因島大橋ケーブル製作 | 香川祐次…………… | No.18 | '81.10 |
| 因島大橋ケーブル架設 | 香川祐次・平野信一…………… | No.20 | '82.4 |
| 因島大橋補剛桁架設 | 香川祐次・平原伸幸…………… | No.25 | '83.7 |
| 因島大橋の橋面舗装 | 岸本良孝・小林義弘…………… | No.29 | '84.6 |
| 因島大橋の維持管理設備 | 第三建設局機械電気課…………… | No.29 | '84.6 |

| | | | |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|
| 因島大橋上部工工事の回想 | 旭 一穂 | No.29 | '84.6 |
| 因島大橋と関連区間の概要 | 松崎 実 | No.29 | '84.6 |
| 因島大橋関連区間の陸上部工事 | 越智啓登 | No.29 | '84.6 |
| 因島大橋の補剛桁閉合と架設時の形状測定・応力測定・振動測定 | 青野 宏 | No.29 | '84.6 |
| 因島大橋アンカレイジ上屋工事報告 | 榎原房之助・池田 博 | No.29 | '84.6 |
| 因島大橋のケーブル後期工事 | 香川祐次 | No.29 | '84.6 |
| 点検補修用作業車を利用した因島大橋のメンテナンス | 高橋 信・平野 茂・末広弘靖 | No.41 | '87.1 |
| 因島大橋における塗装の維持管理報告 | 松井 勉・平野 茂・金子正猪 | No.43 | '87.7 |
| 因島大橋の橋体形状測定とケーブルバンドボルト軸力調査 | 松井 勉・平野 茂・金子正猪 | No.44 | '87.10 |
| 因島大橋塗膜調査 | 山本紀夫・古家和彦・杉山剛史 | No.61 | '92.1 |
| ケーブル被覆構造の評価とアンカレイジ内防食工法 | 石橋清美・簀戸喜一・橋本 龍 | No.85 | '98.1 |
| 因島大橋関連区間の陸上部橋梁橋脚耐震補強工事 | 末廣弘靖・長友浩信 | No.92 | '99.12 |
| 因島大橋の薄層舗装工事報告 | 田向和則 | No.96 | '01.4 |
| 因島大橋ハンガーロープ開放調査について | 前田泰男 | No.97 | '01.8 |
| 因島大橋の鋼床版裏面塗膜調査 | 末廣弘靖・熊井貴弘 | No.101 | '03.9 |
| 大粒径Asを用いた塗装改良工事 | 簀戸喜一 | No.105 | '05.9 |
| 因島大橋ケーブルバンドボルトの再締め付けにおける軸力管理 | 岩垣富春・蔵森和生 | No.106 | '06.3 |
| 因島大橋東高架橋の耐震補強計画（設計） | 吉田茂司・真辺保仁・小河正次 | No.108 | '07.3 |
| 因島大橋塗替塗装工事（主塔・ハンガーロープ） | 森脇正生・吉丸直明・橋本 龍 | No.112 | '09.3 |
| 免震支承と炭素繊維シート巻立てによる因島大橋東高架橋の耐震補強 | 橋本 龍・末廣弘靖・森脇正生 | No.114 | '10.3 |
| ・生口橋 | | | |
| 生口橋の計画と下部工設計 | 富岡 紘・天野弘也・仁木清貴 | No.44 | '87.10 |
| 生口橋接合部実験報告 | 森 邦久・帆足博明・木村一也 | No.49 | '89.1 |
| 生口橋基礎工におけるリーバス杭の施工 | 岡田凌太・岡本正美 | No.52 | '89.10 |
| 生口橋下部工工事（締切～完成） | 山本茂樹・竹本祐造 | No.55 | '90.7 |
| 生口橋の耐震固定法と支承構造 | 山岸一彦・西本 聡 | No.56 | '90.10 |
| 生口橋鋼桁の疲労に関する検討 | 山岸一彦・矢野保広 | No.57 | '91.1 |
| 生口橋PC桁ケーブル定着部の設計 | 山岸一彦・西本 聡・矢野保広 | No.58 | '91.4 |
| 生口橋主桁接合部の設計・施工 | 山岸一彦・西本 聡・矢野保広 | No.58 | '91.4 |
| 生口橋の管理用電気通信施設 | 山中 清 | No.61 | '92.1 |
| 生口橋塔独立時の同調液体型制振装置 | 藤原 亨 | No.62 | '92.4 |
| 生口橋上部工の設計・製作（その1） | 藤原 亨 | No.63 | '92.7 |
| 生口橋照明設計 | 山中 清 | No.63 | '92.7 |
| 生口橋上部工の設計・製作（その2） | 藤原 亨 | No.64 | '92.10 |
| 生口橋実橋振動実験 | 藤原 亨・玉越隆史 | No.65 | '93.1 |
| 生口橋箱桁内の腐食環境調査 | 古家和彦・磯江 浩・大串弘幸 | No.100 | '03.3 |
| 複合構造特性の生口橋維持管理 | 末廣弘靖・森脇正生・橋本 龍 | No.112 | '09.3 |
| ・大三島橋 | | | |
| 大三島橋下部工工事報告 | 榎波義幸 | No.1 | '77.7 |
| 大三島橋のコンクリート | 高須賀博一・福本英一郎 | No.6 | '78.10 |
| 大三島橋及び因島大橋の塗装色の選定 | 吉川利治・阿部和智 | No.8 | '79.4 |
| 大三島橋架設時の耐風対策 | 山岸一彦 | No.9 | '79.7 |
| 大三島橋関連陸上部工事 | 日高誠一・神野隆義 | No.9 | '79.7 |
| 大三島橋と関連区間の概要 | 大島 久 | No.9 | '79.7 |
| 大三島橋の塗装 | 村上憲司 | No.9 | '79.7 |
| 大三島橋関連維持管理施設の計画と施工 | 第三建設局機械課 | No.9 | '79.7 |
| 大三島橋の床版と橋面舗装 | 山縣 守・福本英一郎 | No.9 | '79.7 |

| | | | |
|---|----------------|--------|--------|
| 大三島橋載荷試験 | 村上憲司 | No.10 | '79.10 |
| 大三島橋補剛板の座屈実験 | 吉田好孝 | No.12 | '80.4 |
| 大三島橋鋼格子床版上の漏水防止対策 | 帆足博明・日高裕司 | No.74 | '95.4 |
| 大三島橋の床版劣化と補修 | 山下五月・西山 傳 | No.100 | '03.3 |
| 大三島橋床版の予防保全をめざした橋面舗装の改良 | 木村一也・中村哲也 | No.112 | '09.3 |
| | | | |
| ・伯方・大島大橋 | | | |
| 伯方・大島大橋岩盤試験 | 山縣 守 | No.14 | '80.10 |
| 伯方・大島大橋岩盤試験解析 | 井上真三 | No.18 | '81.10 |
| 伯方・大島大橋の橋梁形式選定 | 岩屋勝司 | No.20 | '82.4 |
| 大島大橋上部工基本設計(その1) | 山田勝彦・正田伸二 | No.28 | '84.4 |
| 大島大橋上部工基本設計(その2) | 山田勝彦・正田伸二 | No.30 | '84.7 |
| 伯方・大島大橋下部工施工報告 | 重村公登・高島 豊 | No.35 | '85.10 |
| 大島大橋塔の設計製作 | 谷中幸和 | No.37 | '86.1 |
| 大島大橋塔架設工事 | 谷中幸和・福永 勸 | No.40 | '86.10 |
| 伯方橋上部工の設計製作 | 谷中幸和・越智節雄 | No.40 | '86.10 |
| 大島大橋ケーブルストランド架設工事 | 平野信一・平塚義久 | No.44 | '87.10 |
| 大島大橋補剛桁ハンガーブラケットの疲労試験 | 谷中幸和・福永 勸 | No.46 | '88.4 |
| 大島大橋補剛桁直下吊上げ工法 | 平野信一 | No.46 | '88.4 |
| 大島大橋の耐風安定性 | 平塚義久 | No.46 | '88.4 |
| 大島大橋補剛桁の製作・架設 | 福井幸夫・平野信一 | No.46 | '88.4 |
| 伯方・大島大橋の開通 | 小川英信 | No.46 | '88.4 |
| 伯方・大島大橋維持管理設備 | 吉本正徳・末宗仁吉 | No.46 | '88.4 |
| 伯方・大島大橋の橋面舗装 | 日高裕司 | No.46 | '88.4 |
| 伯方橋上部工の架設 | 越智節雄 | No.46 | '88.4 |
| 伯方・大島大橋関連陸上部工事 | 高嶋 勉 | No.46 | '88.4 |
| 大島大橋振動実験 | 平塚義久 | No.48 | '88.10 |
| 大島大橋の橋体計画 | 栗原敏広 | No.64 | '92.10 |
| 大島大橋箱桁内腐食環境調査 | 森 幸夫 | No.96 | '01.4 |
| 大島大橋ケーブルバンドの維持管理 | 山田郁夫・森山 彰 | No.112 | '09.3 |
| | | | |
| ・多々羅大橋 | | | |
| 多々羅大橋海峡部地質調査 | 山本茂樹・小野下武・岡本正美 | No.61 | '92.1 |
| 多々羅大橋全体耐荷力試験 | 藤井裕司・鳥海隆一 | No.65 | '93.1 |
| 多々羅大橋大規模載荷試験 | 山田勝彦・山縣 守・山本茂樹 | No.68 | '93.10 |
| 多々羅大橋ジャケット工法 | 成瀬善果 | No.73 | '95.1 |
| 多々羅大橋塔完成時の耐風性 | 藤原 亨・森山 彰 | No.74 | '95.4 |
| 斜張橋鋼床版の圧縮疲労強度 | 藤井裕司・大橋治一 | No.76 | '95.10 |
| 多々羅大橋の下部工施工報告 | 成瀬善果 | No.76 | '95.10 |
| 高密度電気探査法による水理地質調査 | 中元雄治 | No.76 | '95.10 |
| 多々羅大橋の大型風洞試験(第一報) | 北川 信・鳥海隆一・勝地 弘 | No.77 | '96.1 |
| 長大斜張橋鋼床版の圧縮強度の評価 | 大橋治一・大川宗男 | No.78 | '96.4 |
| 多々羅大橋の景観設計 | 森山 彰 | No.79 | '96.7 |
| 多々羅大橋ケーブル制振対策 | 藤原 亨・森山 彰 | No.79 | '96.7 |
| 多々羅大橋主塔架設系の風洞試験 | 平原伸幸・森山 彰 | No.80 | '97.1 |
| 多々羅大橋の大型風洞試験(第2報)ー複雑な地形の中での ガスト応答についてー | 秋山晴樹・鳥海隆一・大谷康史 | No.83 | '97.7 |
| 多々羅大橋上部工の架設(第一報)ー塔架設および塔付き桁 大ブロック架設ー | 平原伸幸 | No.84 | '97.10 |
| 多々羅大橋上部工の実施設計 | 藤原 亨・森山 彰・川西直樹 | No.88 | '98.10 |

| | | |
|--|------------------------------------|--------|
| 多々羅大橋上部工の架設(第二報)ー鋼桁及びケーブルの架設ー | 平原伸幸・村田知司…………… No.88 | '98.10 |
| 多々羅大橋全体構造の安全性照査 | 大橋治一…………… No.90 | '99.4 |
| 多々羅大橋高架橋鋼上部工の省力化検討報告 | 武藤禮布・横山 浩・石元靖二………… No.90 | '99.4 |
| 多々羅大橋の振動実験 | 河口浩二・森山 彰・真辺保仁・山口和範 …………… No.90 | '99.4 |
| 実橋振動実験による斜張橋ケーブルと主桁の連成振動の検証 | 山口和範…………… No.96 | '01.4 |
| 多々羅大橋鉛直支承のすべり板改良 | 末廣弘靖・森脇正生…………… No.111 | '08.9 |
| 多々羅大橋ケーブルの耐風性検証(中間報告) | 山田郁夫・楠原栄樹…………… No.112 | '09.3 |
| ・来島大橋 | | |
| 来島大橋海峡部地質調査 | 加島延行…………… No.54 | '90.4 |
| 来島大橋原位置岩盤試験 | 毛利徳成・下村 稔・野間俊男………… No.55 | '90.7 |
| 来島大橋山留工試験 | 白石哲磨・平井良樹・井上仲男………… No.55 | '90.7 |
| 来島大橋の橋梁計画 | 片山英二・藤井裕司・荻原勝也………… No.56 | '90.1 |
| 来島大橋の耐震設計 | 山田勝彦・福永 勸…………… No.57 | '91.1 |
| 来島大橋の設計地盤定数(領家型風化花崗岩を対象として) | 山田勝彦・福永 勸…………… No.58 | '91.4 |
| 来島大橋主塔の耐風特性 | 大橋治一・楠原栄樹…………… No.59 | '91.7 |
| 来島大橋上部工の耐震性 | 大橋治一・中村哲也…………… No.62 | '92.4 |
| 来島大橋補剛桁の耐風性 | 大橋治一…………… No.65 | '93.1 |
| 来島大橋建設工事用海底ケーブルの敷設 | 中島国雄・矢野 稔…………… No.67 | '93.7 |
| 来島大橋下部工の設計概要 | 森 邦久・山田郁夫…………… No.69 | '94.1 |
| 来島大橋5Pケーソンの電気防食 | 高城信彦・金保 勉・清見博英………… No.69 | '94.1 |
| 来島大橋主塔の景観設計 | 大橋治一・磯江 浩…………… No.70 | '94.4 |
| 来島大橋主塔の継手構造 | 大橋治一…………… No.71 | '94.7 |
| 来島大橋主塔の耐風・耐震設計 | 大橋治一・山口和範…………… No.72 | '94.1 |
| 来島大橋2P・9Pコンクリートケーソン設計・施工 | 富田大造・吉田茂司…………… No.75 | '95.7 |
| 来島大橋6P・7A山留工(鉄筋補強土工法)の設計・施工 | 伊藤稔明・金保 勉・遠藤和男………… No.79 | '96.7 |
| 来島大橋主塔架設時耐風対策 | 鈴木周一・佐々木雅敏・山口和範… No.80 | '96.10 |
| 来島大橋10A高流動コンクリートの試験練り、現場施工実験 および実施工 | 吉川章三・鳥羽保行…………… No.80 | '96.10 |
| 吊橋主塔の引張接合継手の製作架設 | 佐々木雅敏・宮口典博・山口和範… No.82 | '97.4 |
| 来島大橋3P・5P・6P・8P主塔基礎の設計・施工 | 高城信彦・伊藤稔明・遠藤和男………… No.83 | '97.7 |
| 来島大橋4A・7Aケーブルアンカーフレームの設計・施工 | 伊藤稔明・五十嵐光徳・森 敦郎… No.84 | '97.10 |
| 来島大橋ハンガー・バンドの設計 | 平野信一・麓興一郎・薄井稔弘………… No.85 | '98.1 |
| 来島大橋大型風洞試験報告 | 古屋信明・鳥海隆一・竹口昌弘………… No.88 | '98.10 |
| 来島海峡大橋ケーブル製作・架設工事報告 | 平野信一…………… No.91 | '99.7 |
| 来島海峡大橋補剛桁架設 | 伊藤進一郎・大谷康史…………… No.91 | '99.7 |
| 来島海峡大橋10ATunnelアンカレイジ工事報告 | 吉川章三…………… No.91 | '99.7 |
| 来島海峡大橋馬島高架部鋼上部工の設計・施工 | 伊藤稔明・祖父江泰孝…………… No.91 | '99.7 |
| 来島海峡大橋補剛桁の設計・製作 | 伊藤進一郎…………… No.93 | '00.4 |
| 来島海峡大橋の鋼床版舗装の設計・施工報告 | 伊藤稔明・日高裕司…………… No.94 | '00.8 |
| 来島海峡大橋南高架橋の図面にない溶接線に係わる現地調査と 対策 | 斎藤哲男・大塚雅裕・田中輝良………… No.104 | '05.3 |
| 実橋における工場板継ぎ溶接の品質の調査と考察 | 帆足博明・森山彰・大塚雅裕・田中輝良 …………… No.104 | '05.3 |
| 来島海峡大橋ケーブル送気システムによる防錆対策の評価 | 田向和則・横井芳輝・朝倉義博………… No.112 | '09.3 |
| ・その他 | | |
| 道路のり面の植生試験 | 重村公登…………… No.3 | '78.1 |
| 岩塊を使用した高盛土の施工 | 榎原房之助・山中鷹志・芹川省三… No.17 | '81.7 |

| | | |
|-------------------------------|------------------------|--------|
| 宮窪トンネルの計測管理 | 有田 稔・中村富二夫・平塚義久… No.38 | '86.4 |
| 宮窪トンネルの施工 | 有田 稔・中村富二夫・平塚義久… No.42 | '87.4 |
| 尾道大橋橋体点検 | 上原靖視・杉山剛史…………… No.53 | '90.1 |
| 尾道大橋塗装工事 | 上原靖視・古家和彦・杉山剛史… No.61 | '92.1 |
| 尾道大橋塗装工事（その2） | 古家和彦・杉山剛史…………… No.66 | '93.4 |
| 新尾道大橋の景観設計 | 武山哲郎…………… No.79 | '96.7 |
| 新尾道大橋の橋梁連続化の検討 | 鈴木周一・田口松義・大塚雅裕… No.85 | '98.5 |
| 多々羅大橋・来島大橋船舶緩衝工の設計 | 河口浩二・森山 彰…………… No.89 | '99.1 |
| 新尾道大橋2P鋼管矢板締切工事 | 金子正猪…………… No.89 | '99.1 |
| 西瀬戸自動車道の電気通信設備計画-交通管理施設の節減- | 中島国雄・石川信人・明野晃治… No.90 | '99.4 |
| 多々羅大橋・新尾道大橋の橋面舗装 | 小松原仁・金子正猪・真辺保仁… No.90 | '99.4 |
| 新尾道上部工の設計 | 森山 彰…………… No.90 | '99.4 |
| 新尾道大橋の上部工架設報告 | 小松原仁・金子正猪…………… No.90 | '99.4 |
| 自航台船の開発 | 瀧下健二・亀井敏行・中村修… No.91 | '99.7 |
| 西瀬戸自動車道の維持管理用機械設備 | 田上幸雄・小林晃市・大崎弘道… No.91 | '99.7 |
| 曲線を持つ連続PC箱桁の押出し架設 | 若月豊・川端淳…………… No.91 | '99.7 |
| 一下田水高架橋PC上部工工事報告一 | | |
| 小浦高架橋工事報告 | 村卸靖訓・加藤嘉朗…………… No.91 | '99.7 |
| 尾道小橋の補修改良検討及び工事報告 | 末廣弘靖・中村哲也…………… No.92 | '99.12 |
| 陸上部橋梁の電気防食工事 | 杉山剛史…………… No.97 | '01.8 |
| 新尾道大橋桁内除湿設備の最適運転の試み | 廣田昭次・小島久邦・東 秀樹… No.98 | '02.3 |
| 芸予地震における多々羅大橋西高架橋横異動制限装置の挙動 | 古家和彦・磯江 浩・森 幸夫… No.98 | '02.3 |
| 芸予地震における海峡部橋梁の被災復旧状況及び橋体の挙動 | 古家和彦・磯江 浩・森 幸夫… No.99 | '02.9 |
| | | |
| 阿方高架橋すべりゴム支承の変状と対策 | 藤田 太…………… No.107 | '06.9 |
| 西瀬戸自動車道の維持管理 | 毛利徳成…………… No.112 | '09.3 |
| しまなみ尾道管理センターでの長大橋の維持管理 | 吉川章三…………… No.112 | '09.3 |
| 西瀬戸自動車道(瀬戸内しまなみ海道)・愛媛県区間の維持管理 | 平原伸幸…………… No.112 | '09.3 |
| 新尾道大橋箱桁内除湿管理 | 末廣弘靖・吉丸直明・橋本 龍… No.112 | '09.3 |

■海外報告

| | | |
|---------------------------|-----------------------|--------|
| 欧米長大橋視察報告（1） | 多田安夫・松崎 実…………… No.8 | '79.4 |
| 欧米長大橋視察報告（2） | 多田安夫…………… No.10 | '79.10 |
| 第50回IABSEシンポジウムに参加して | 旭 一穂…………… No.11 | '80.1 |
| 欧州レーダ対策視察報告 | 北風 潔…………… No.13 | '80.7 |
| 米国の航行安全に関する調査報告 | 小川英信…………… No.16 | '81.4 |
| Humber 橋訪問記 | 奥川淳志…………… No.24 | '83.4 |
| オーストラリアの橋梁 | 辰巳正明・山縣 守…………… No.27 | '84.1 |
| UJNR・橋梁ワークショップの報告 | 秋山晴樹…………… No.48 | '88.10 |
| アメリカ土木学会発表報告 | 辰巳正明…………… No.49 | '89.1 |
| 第6回日中道路交流会議報告 | 山根哲雄…………… No.50 | '89.4 |
| 北欧5カ国の国際橋梁会議“Bridge 88” | 加島 聰…………… No.51 | '89.7 |
| 第11回IRF世界道路会議報告 | 飯島武明・秦 健作…………… No.52 | '89.10 |
| 米国長大橋の維持管理 | 藤井秀夫…………… No.53 | '90.1 |
| ヨーロッパの長大橋調査一橋梁計画と景観設計について | 馬場賢三・吉田好孝・原崎郁夫… No.54 | '90.4 |
| ロマプリータ地震調査報告 | 辰巳正明…………… No.55 | '90.7 |
| イラン国際橋梁会議報告 | 北川 信…………… No.55 | '90.7 |
| ノルマンディー橋の近況 | 奥川淳志・原崎郁夫…………… No.56 | '90.10 |

| | | | |
|---|-----------|-------|--------|
| 第二回海峡部横断シンポジウム | 吉田 修 | No.56 | '90.10 |
| ホンジュラス国を訪ねて | 有田 稔 | No.57 | '91.1 |
| 平成2年度 海外調査団報告 | 高木 浩 | No.58 | '91.4 |
| 中国への橋梁技術協力 | 田島照義 | No.59 | '91.7 |
| チュニジアを訪ねて | 森谷俊美 | No.60 | '91.10 |
| 米国の道路関連事業に関する調査報告 | 谷中幸和 | No.61 | '92.1 |
| I A B S E出張報告 | 松本弘輝 | No.62 | '92.4 |
| ネパールでの基本計画調査報告 | 山縣 守 | No.63 | '92.7 |
| 中国の幹線道路網計画 | 毛利徳成 | No.64 | '92.10 |
| トルコでの有料道路セミナー報告 | 吉川章三 | No.65 | '93.1 |
| インドネシア4島連結計画 | 河口浩二 | No.66 | '93.4 |
| ニカラグアを訪ねて | 山中鷹志 | No.67 | '93.7 |
| 厦門西通道橋梁建設計画 | 高澤 勤 | No.68 | '93.10 |
| 内戦終結後のエル・サルバドルを訪ねて | 越智啓登 | No.69 | '94.1 |
| 発展途上国での橋梁技術指導に関する一考案(ケニア共和国での勤務経験から) | 栗野純孝 | No.70 | '94.4 |
| ノースリッジ地震調査報告 | 吉田好孝 | No.70 | '94.4 |
| インド国ボンベイ市を訪ねて | 中村 守 | No.71 | '94.7 |
| ニューヨーク市橋梁リハビリテーション視察報告 | 古家和彦 | No.72 | '94.10 |
| インドネシアと私(雑感) | 奥田 基 | No.73 | '95.1 |
| ミンダナオ島探訪記 | 金澤克義 | No.74 | '95.4 |
| オマーンを訪ねて | 高島 豊 | No.74 | '95.4 |
| トルコの道と橋 | 岡野 哲 | No.75 | '95.7 |
| スエズ運河に架ける | 平原伸幸 | No.75 | '95.7 |
| エチオピア国にて | 日里正夫 | No.76 | '95.10 |
| アメリカ留学報告 | 荻原勝也 | No.76 | '95.10 |
| 新チョルテカ橋基本設計調査(ホンジュラス) | 岡本泰臣 | No.77 | '96.1 |
| カンボジアのメコン河架橋計画 | 神 弘夫 | No.78 | '96.4 |
| モザンビーク国幹線道路橋再建計画基本設計調査 | 佃 長次 | No.79 | '96.7 |
| モロッコを訪問して | 酒井和吉 | No.80 | '96.10 |
| アジアの橋梁の現状 | 栗野純孝 | No.81 | '97.1 |
| インドネシアの吊橋 | 松本 毅 | No.81 | '97.1 |
| 鋼橋の耐震設計、評価、補修に関する米国の最近の情報(セミナー報告) | 秋山晴樹 | No.82 | '97.4 |
| タンザニア動物保護区における道路及び橋梁の建設・補修工事の現状報告 | 藤田 太 | No.82 | '97.4 |
| スリ・ランカ国全国橋梁改修計画調査に参加して | 山本茂樹 | No.83 | '97.7 |
| チリ国全国橋梁補修整備計画調査フェーズ2 | 長尾日出男 | No.83 | '97.7 |
| グレナダ国道路整備計画調査 | 佐野幸洋 | No.84 | '97.10 |
| ブータン王国を訪ねて | 有田 稔 | No.84 | '97.10 |
| 4月25日橋の鉄道載荷および車線幅に伴う改築工事 | 原崎郁夫・大橋治一 | No.85 | '98.1 |
| 中南米道路調査の旅 | 徳永剛平 | No.85 | '98.1 |
| 海外報告(ベトナム) | 加島延行 | No.87 | '98.7 |
| ザンビア・ジンバブエ国 チルンド橋の建設計画調査 | 吉田好孝 | No.87 | '98.7 |
| オープングレーチング床版を用いた橋梁の調査 | 仁木清貴 | No.88 | '98.10 |
| デンマーク・スウェーデンの海峡連絡路ーグレートベルト橋、オーレスン海峡連絡路ー | 鳥海隆一 | No.88 | '98.10 |
| エチオピア国橋梁現況調査 | 長尾日出男 | No.89 | '99.1 |
| 海外報告(サウディ・アラビア王国) | 山田和彦 | No.89 | '99.1 |
| バラオ国新KB橋建設計画 | 村田正信 | No.90 | '99.4 |

| | | | |
|-------------------------------|-------|--------|--------|
| マラウイ国マンゴチ道路橋架替計画調査 | 山岸一彦 | No.90 | '99.4 |
| マレーシアの道路と橋 | 高城信彦 | No.91 | '99.7 |
| 海外報告 (トルコ共和国) | 川上賢明 | No.91 | '99.7 |
| 海外でのBOT事業 | 佃 長次 | No.92 | '99.12 |
| エジプト報告 | 新田篤志 | No.92 | '99.12 |
| 海外報告 (ジンバブエ) ヴィクトリア フォールズ橋 | 飯塚力也 | No.93 | '00.4 |
| 日本・ペルー友好橋建設計画 | 天野耕一 | No.93 | '00.4 |
| 第2回国際吊橋管理者会議報告 | 川上賢明 | No.94 | '00.8 |
| ジブラルタル海峡横断路構想の現状 | 星野 満 | No.94 | '00.8 |
| 海外報告 (ジンバブエ) 新チルド橋の建設 | 飯塚力也 | No.94 | '00.8 |
| トルコ地震による道路施設の被害 | 帆足博明 | No.94 | '00.8 |
| 海外報告 (バングラデシュ) | 大川宗男 | No.94 | '00.8 |
| 海外報告 (ラオス) | 高城信彦 | No.96 | '01.4 |
| 海外報告 (ザンビア共和国) | 竹内政彦 | No.96 | '01.4 |
| 海外報告 (エチオピア) | 長尾日出男 | No.97 | '01.8 |
| 海外報告 (エジプト) スエズ運河連絡橋 | 金沢克義 | No.97 | '01.8 |
| 海外報告 (ケニア) | 徳永剛平 | No.98 | '02.3 |
| 海外報告 (ミャンマー) | 大川宗男 | No.98 | '02.3 |
| 海外報告 (マレーシア、橋には花が咲き乱れ) | 吉田好孝 | No.100 | '03.3 |
| 海外報告 (フィリピン橋梁事情) | 奥田 基 | No.100 | '03.3 |
| 海外報告 (雷龍の国ブータン橋梁事情) | 佐々木政敏 | No.101 | '03.9 |
| 海外報告 (トルコ報告) | 新田篤志 | No.101 | '03.9 |
| 海外報告 (シバの女王の国エチオピア便り) | 林 昌弘 | No.102 | '04.3 |
| 海外報告 (バングラデシュの道路及び橋事情) | 塚原 修 | No.102 | '04.3 |
| 海外報告 (カンボジア) | 大川宗男 | No.102 | '04.3 |
| 海外報告 (フィリピンの鋼橋の品質管理・維持に関して) | 栗野純孝 | No.103 | '04.9 |
| 海外報告 (ケニア共和国における道路維持管理プロジェクト) | 竹内政彦 | No.103 | '04.9 |
| 海外報告 (エチオピア/新青ナイル橋計画) | 林 昌弘 | No.104 | '05.3 |
| 海外報告 (東ティモール国の道路分野概要) | 上村博文 | No.105 | '05.9 |
| 海外報告 (トルコ事情) | 松本 毅 | No.106 | '06.3 |
| 海外報告 (バングラデシュ事情) | 西谷雅弘 | No.107 | '06.9 |
| 海外報告 (インド) | 森山 彰 | No.107 | '06.9 |
| 海外報告 (エチオピア) | 石原和幸 | No.108 | '07.3 |
| 海外報告 (ケニア) | 荻原勝也 | No.109 | '07.9 |
| 海外報告 (バングラデシュ) | 栗原敏広 | No.111 | '08.9 |
| 海外報告 (フィリピン国) | 長尾日出男 | No.113 | '09.9 |
| 海外報告 (エチオピア) | 高城信彦 | No.114 | '10.3 |
| 海外報告 (コンゴ) -マタディ橋の現況 | 荻原勝也 | No.115 | '10.9 |

■講演会等

| | | | |
|----------------------------|------------------|-------|--------|
| ニューヨーク市での経験に基づく橋梁の維持管理システム | Bojidars Yanev | No.92 | '99.12 |
| 国際化の中での技術とその課題 | 日下部治 | No.93 | '00.4 |
| 道路橋の最適保全計画 | Dan M. Frangopol | No.94 | '00.8 |
| アジア大洋州橋梁交流フォーラム開催報告 | 酒井和吉 | No.95 | '00.12 |
| 第3回国際吊橋管理者会議報告 | 吉川章三・鈴木周一・伊藤豊秋 | No.99 | '02.9 |

■インタビュー

道路橋示方書の改訂作業への取り組み

西川和廣…………… No.92 '99.12

■長大橋技術センター アニュアルレポート

新材料を活用した橋梁付属物の検討 (FRP製橋梁管理路の適用性検討)

荻原勝也・森下尊久…………… No.113 '09.9

鋼橋の疲労に関する検討

山田郁夫・森山 彰・山口和範…………… No.113 '09.9

ケーブルバンドすべり安全性の検討

山田郁夫・森山 彰・山口和範…………… No.113 '09.9

円形断面ケーブルの制振対策検討

福永 勸・楠原栄樹…………… No.113 '09.9

海峡部橋梁の耐震補強検討

福永 勸・竹口昌弘・遠藤和男…………… No.113 '09.9

新材料を活用した橋梁付属物の検討 (FRP製橋梁管理路の適用性検討)

荻原勝也・森下尊久…………… No.115 '10.9

円形ケーブル制振対策検討

福永 勸・楠原栄樹…………… No.115 '10.9

門崎高架橋の動態観測結果報告

福永 勸・楠原栄樹…………… No.115 '10.9

耐震性能評価用大規模地震動の設定 (瀬戸大橋)

福永 勸・竹口昌弘・遠藤和男…………… No.115 '10.9

海峡部橋梁の耐震補強検討

福永 勸・竹口昌弘・遠藤和男…………… No.115 '10.9

鋼橋の疲労に関する検討

山田郁夫・山口和範・川端 淳…………… No.115 '10.9

ケーブルバンドのすべり安全性の検討

山田郁夫・山口和範・川端 淳…………… No.115 '10.9

本四技報編集委員会・幹事会名簿(五十音順)平成22年8月31日現在

| | | | |
|-----|-------|-----|------|
| 委員長 | 奥田基 | 幹事長 | 荻原勝也 |
| 委員 | 伊藤進一郎 | 幹事 | 大塚雅裕 |
| | 大江慎一 | | 小川和也 |
| | 岡野哲 | | 梶尾光邦 |
| | 荻原勝也 | | 川西芳則 |
| | 北口雅章 | | 川端淳樹 |
| | 栗野純孝 | | 楠原栄 |
| | 下村稔 | | 古村学 |
| | 徳永剛平 | | 後藤敦彦 |
| | 福永勸 | | 竹内政彦 |
| | 山田郁夫 | | 田中伸二 |
| | | | 林昌弘 |
| | | | 比原英治 |
| | | | 廣田昭次 |
| | | | 森田一幸 |
| | | | 矢野賢晃 |

本四技報 第115号

発行 平成22年9月15日
編集・発行 本州四国連絡高速道路株式会社
印刷 有限会社 セキグチ

本州四国連絡高速道路株式会社
Honshu-Shikoku Bridge Expressway Company Limited
〒651-0088 神戸市中央区小野柄通4-1-22
アーバンエース三宮ビル内
電話番号：078(291)1000(代表)
<http://www.jb-honshi.co.jp>



