

両鬼橋の塩害架替え工事 — 桁下空間のボックスカルバート化について —

土田 稔*1・脇本 直樹*2

高田河川国道事務所が管理する国道8号のうち、新潟県上越市郷津地先から糸魚川市市振地先の約74km間は、そのほとんどが日本海に面していることから、塩害による橋梁の損傷が進んでいる状況にある。このうち塩害による損傷がとくに著しい橋梁9橋（有間川橋、筒石橋、弁天大橋、能生大橋、両鬼橋、青海跨線橋、青海川橋、歌高架橋、境橋）について詳細な現地調査等を踏まえて、管理限界を定め順次架替えを行う計画である。さらにこのうちの4橋（能生大橋、筒石橋、両鬼橋、青海跨線橋）は2009年より新規事業化に着手し、事業を進めている。本報告は、両鬼橋における架替えの新しい考え方および施工状況の中間報告を行うものである。

キーワード：塩害、橋梁架替え、ボックスカルバート

1. 両鬼橋の現状

両鬼橋は一般国道8号の新潟県糸魚川市鬼伏～鬼舞地先（図-1、写真-1）に架かる橋（ $L = 60\text{m}$ 、単純PCプレテンT桁）であるが、1966年に建造され45年が経過しており、橋梁のコンクリートにひび割れや鉄筋の破断が発生していた（写真-2、3）。原因としては主に塩害によるものである。

両鬼橋のように海岸に面した橋梁では、海水の塩分が波浪や風により表面に付着する。コンクリート構造物の表面に付着した塩分は経年とともにコンクリート内部に浸透し、内部の鉄筋に到達する。これにより内部の鉄筋が腐食し、錆が発生することで体積膨張が起こり、内部からの膨

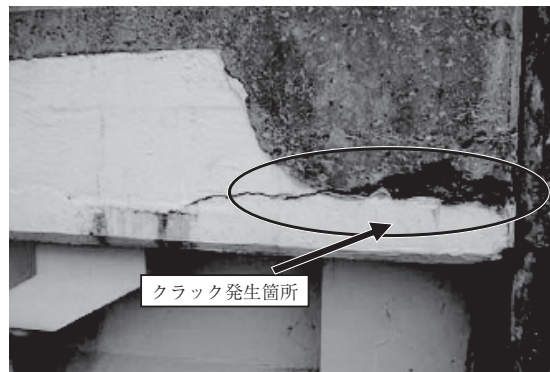


写真-2 橋台部塩害状況



図-1 位置図



写真-1 両鬼橋

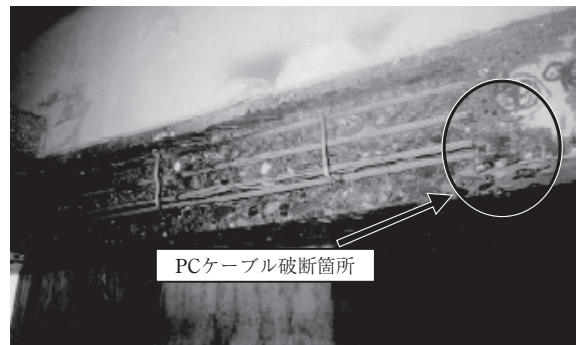
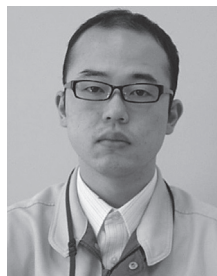


写真-3 上部工塩害状況



*1 Minoru TUTIDA

国土交通省 北陸地方整備局 高田河川国道事務所 工務第二課長



*2 Naoki WAKIMOTO

国土交通省 北陸地方整備局 高田河川国道事務所 工務第二課 技官

張圧によりコンクリートにひび割れやはく離が発生する。さらに、ひび割れやはく離が発生すると内部の鉄筋は塩分に直接さらされることとなり腐食はいっそう促進される。

両鬼橋においてもこのような損傷が発生しており過去に補修（S59：上部工塩害防食塗装，H12：主桁断面修復）を行っている。

しかし海岸に近接する以上塩害そのものの影響を完全に防ぐことはできず、今後も補修等の維持管理費用がかかることが予想された。また、補修を行ったとしても、塩害によるコンクリートや鉄筋の劣化で橋梁自体の機能や性能は

低下していく。

そのため、抜本的な対策として損傷を受けた橋梁の架替えを検討した。

2. 設計内容

2.1 補修方法

(1) 架替え方法

2008年度の塩害橋梁設計業務において両鬼橋の架替えの検討を行った。

設計にあたっては、塩害により劣化した既設橋梁を撤去する場合と、既設橋梁を存置する場合の二とおりの検討を行った。

既設橋梁撤去の場合は工事期間中の国道8号の完全通行止めが必要となり、代わりとなる迂回路を設置する必要がある。しかし現地は狭隘で一車線の迂回路しか確保できず、主要幹線道路である国道8号が工事の間、長期間にわたって片側交互通行となり現道交通への影響が非常に大きくなる。

また、両鬼橋は桁下を漁港の船揚場として利用しているが、橋梁撤去作業中は作業ヤードとなるため利用が不可能となり海岸利用への影響も大きい。

以上のことから、既設橋梁撤去案ではなく、既設橋梁を存置したまま架替え工事を行うこととした。

具体的な方法としては、既設橋梁は存置して現道交通を確保したまま、桁下の空間にボックスカルバートを設置することを検討した。これにより、交通荷重や橋梁の死荷重を塩害により劣化の進行している橋脚ではなくボックスカルバートで受けるものとした。

既設橋梁を撤去して迂回路を設置する場合は約5億円（迂回路約1.8億円、既設橋梁撤去約1.1億円、橋梁新設約2億円）かかるが、ボックスカルバート案の場合は約3億円（プレキャストボックス4基約2.9億円）ですむため約2億円のコスト縮減となった。

(2) ボックスカルバート

ボックスカルバートの内空断面については、橋梁位置が漁港区域であり、既設上部工下が漁港施設となっている事を踏まえて幅10m、高さ2.5mを確保することとした（図-2、3）。

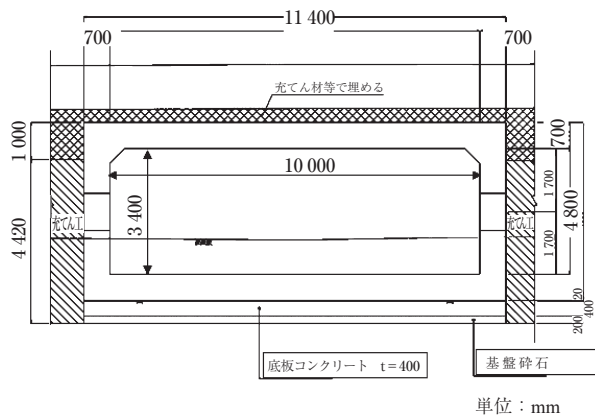


図-2 ボックス断面図

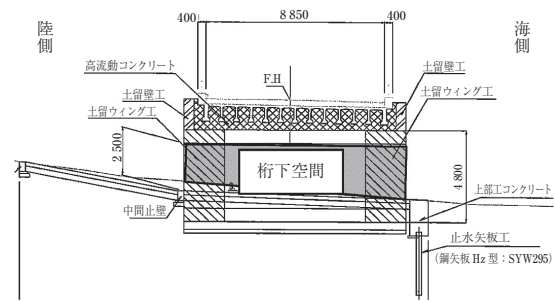


図-3 横断面図

既設橋の床版および桁についても、橋脚と同様にそのまま存置するものとし、桁下に高流動コンクリートを充てんすることで荷重を伝達しボックスカルバートで受ける構造とした。ボックスカルバート側部の既設橋脚との空間については、締固めを行うスペースがないため流動化処理土で中詰めを行うこととした。

(3) 波浪対策

両鬼橋は海に面しており冬期の激しい波浪（写真-4）により基礎地盤の洗掘などが発生する事が懸念されるため、洗掘及び浸透流を防ぐために、ボックスカルバートの海側端部に止水矢板を施工した。

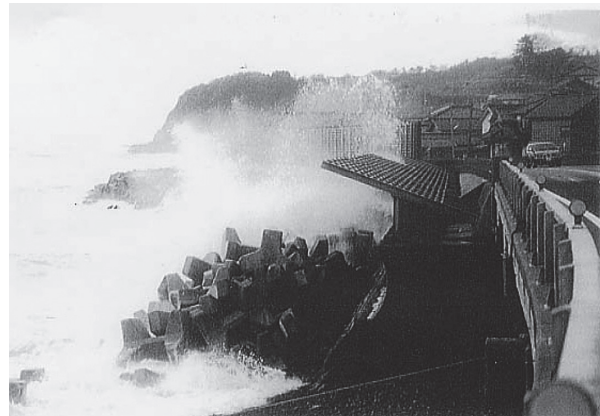


写真-4 冬期波浪状況

(4) 施工計画

ボックスカルバートは全部で4径間（図-4）であるが、全4径間を2箇年で2径間ずつ施工する計画とし、施工時においても漁港機能を確保し漁港関係者への影響が小さくなるように計画した。

2.2 塩害対策

構造上の塩害対策として、道路橋示方書・同解説（下部構造編）¹⁾に準じ、ボックスカルバートの鉄筋のかぶりを90mmとした。また使用する鉄筋は通常の鉄筋ではなく塩害への耐久性に優れるエポキシ樹脂塗装鉄筋とした（写真-5）。なお、樹脂塗装部は衝撃に弱く非常に破損しやすいため、組み立てる際には塗装を傷つけないように作業を行い、樹脂の損傷箇所を発見した場合は補修材を使用して現場でタッチアップを行った。鉄筋の結束線も、鉄筋と同様に樹脂塗装されたものを使用することとした。

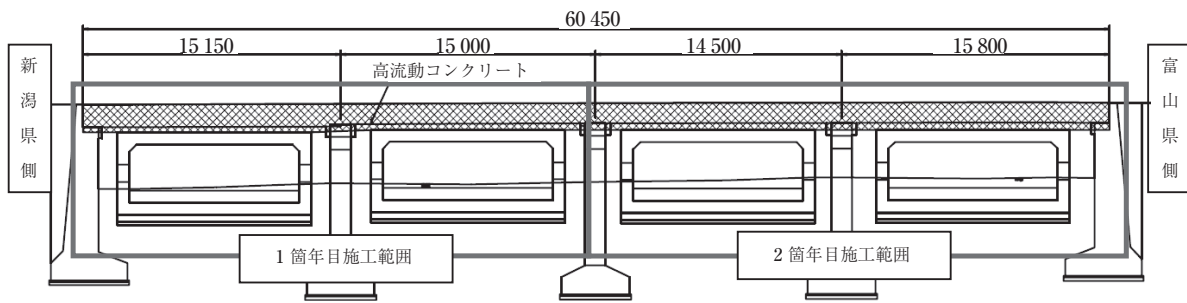


図 - 4 一般図

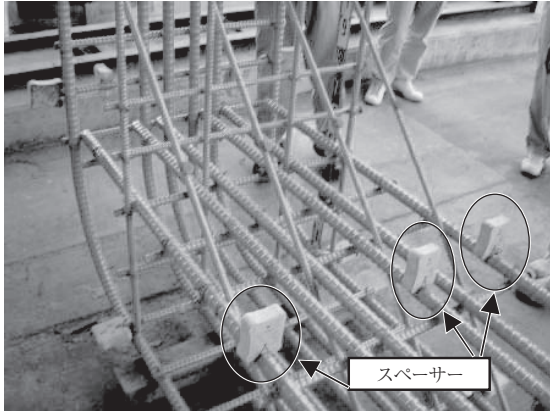


写真 - 5 エポキシ樹脂塗装鉄筋

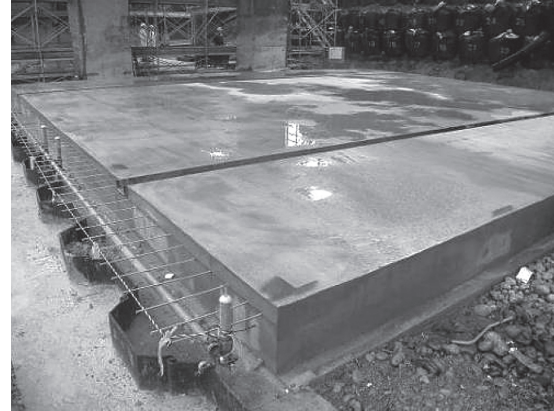


写真 - 7 底板コンクリート

3. 施工内容

3.1 底板部

既設上部工下の内空高さは2.5～3.4mであり作業可能な建設重機がかぎられ、掘削には0.4m³級の小型のバックホウを使用した。

まず底板部の掘削を行い、海側に止水矢板を打設する(写真 - 6)。次に、既設橋梁およびボックスカルバートの荷重を受ける底板コンクリートを打設した(厚さ:400mm, コンクリートの仕様:24-8-40BB)(写真 - 7)。



写真 - 6 止水矢板打設

3.2 ボックスカルバート

既設上部工下の空間は狭く型枠や足場の設置が難しく、ボックスカルバートの現場打ちでの施工は困難であることから、工場で製作した二次製品を現地で組み立てることとした。形式は上ピース、中ピース、下ピースの3分割構造(Ⅲ型、内空3400×10000mm、製品長1000mm、コンクリート設計基準強度40N/mm²)であり、現地まで各ピースを陸送運搬して、造成した組立てヤード上でクレーンを用いて組み立てた(図 - 5)。

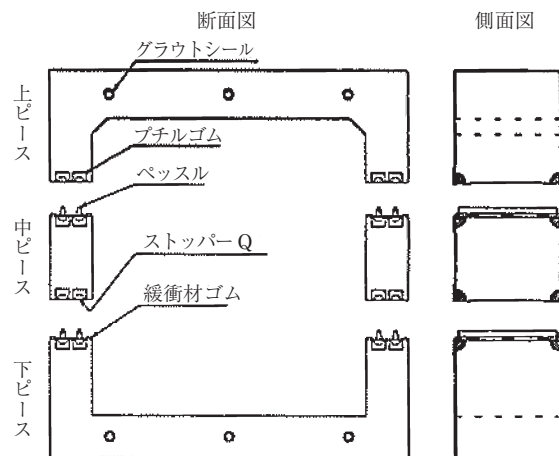


図 - 5 ボックスカルバート構造図

ボックスカルバートには上下方向にPC棒鋼を通し緊張した。連結部には止水ゴムを入れて海水の侵入を防ぐ構造

○特集／設計報告○

とした。まず組立てヤード上の溝形鋼（レール）にチルトンク（ローラー）をセットした。各ピースに止水ゴムを貼り付け、下ピースをクレーンで降ろし、下ピースに上下接続用のPC棒鋼をセットし、中ピース、上ピースを降ろしてPC棒鋼を緊張した（写真 - 8）。周囲には架空線が存在しており、ボックスをクレーンで移動させる際には接触しないように細心の注意を払った。

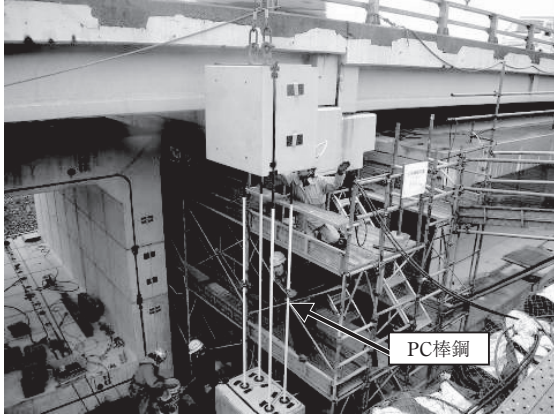


写真 - 8 ボックス組み立て（中ピース）

ボックスの上、中、下のピースを緊張し一組の構造として一体化させた後、ボックスカルバートをウインチで引っ張り、桁下の所定の位置へと横引き移動した（写真 - 9）。11組すべてを設置後、ボックスカルバート間の継目にグラウトを注入し、11組のボックスをPC鋼材で横方向に緊張し一体化させた（写真 - 10, 11）。最後に、上下連結用のPC棒鋼および横連結用のPC鋼材の孔、底板コンクリートとボックスカルバートの間の空隙に無収縮モルタルを注入した。

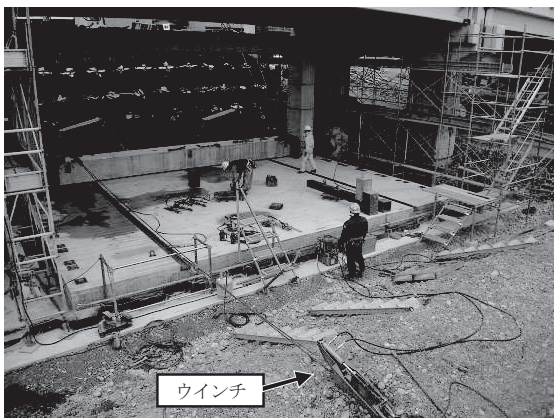


写真 - 9 ボックス中引き

3.3 ボックスカルバート側部中詰め工

ボックスカルバート側部と既設橋脚との間は流動化処理土により中詰めを行った。作業スペースが非常に狭く内部での型枠設置作業が困難であり、打設後に型枠を撤去することができないので、埋設型枠を使用することとした（写真 - 12）。

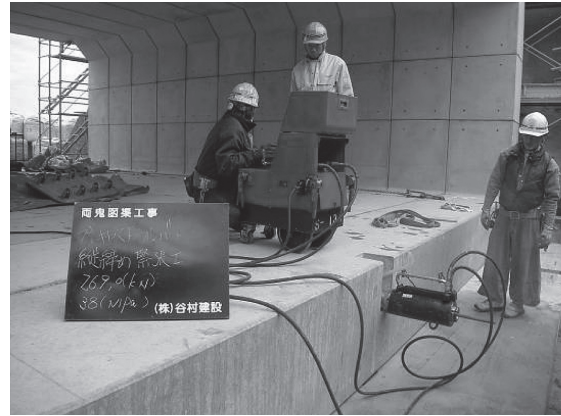


写真 - 10 ボックスカルバートの緊張（横連結）



写真 - 11 ボックスカルバート完成

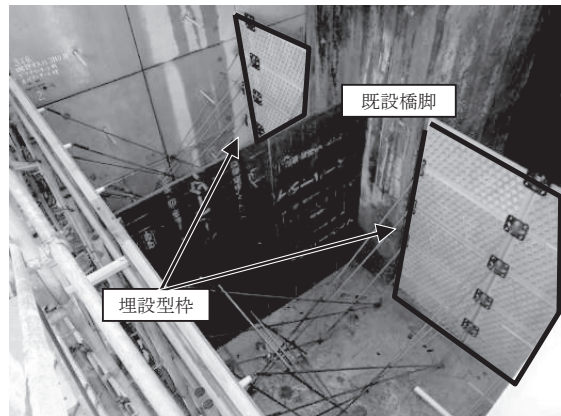


写真 - 12 ボックスカルバート側部 埋設型枠

中詰めに使用する材料についても、作業スペースが狭く締固めが困難であることから、流動性が高く締固めを必要としない流動化処理土を使用した（写真 - 13）。

流動化処理土は工事の発生汚泥などを材料として、固化剤や薬剤を混合した製品であり、費用についてもコンクリートと比較して若干経済的となった。配合は試験練りによって決定し、規格は表 - 1 のとおりである。必要に応じ、含水比、フロー値、圧縮強度などを調整することが可能であり、写真 - 13 に示すようにほとんど液状であり、高い流動性をもつため狭く複雑な空間に対しても転圧・締固め

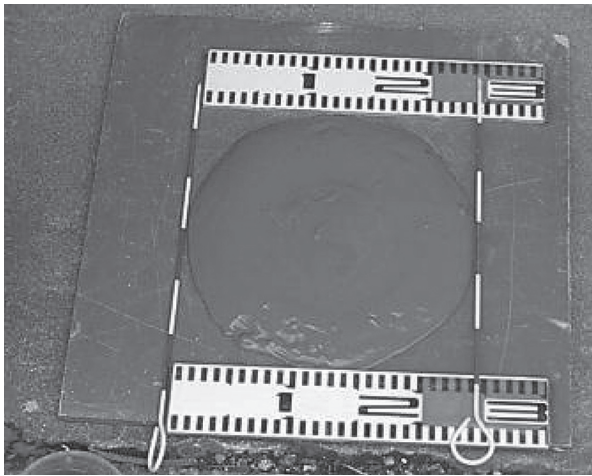


写真 - 13 流動化処理土

表 - 1 流動化処理土の規格

配合原料	調整泥水 (粘性土+砂+水)		固化剤添加量	流動化処理土の比重
	m ³	比重	Kg/m ³	g/cm ³
	1.0	1.4	130	1.5
1 軸圧縮強度	$\sigma_{28} = 500 \text{ kN/m}^2$ 以上			
フロー値試験	200 mm 以上 (シリンダー法)			
プリーディング率試験	3 % 未満 (24 時間後)			
湿潤密度試験	1.45 g/cm ³ 以上			

を行うことなく埋め戻すことが可能である。使用例として側溝、埋設管、ボックスカルバート等の埋戻し、路面空洞の充てんなどがあげられる。

3.4 ボックスカルバート上部充てん工

両鬼橋の既設床版とボックスカルバート上部の空隙については、既設 PC 桁とボックス上部との埋戻しが不可能であることや、荷重伝達のために桁とボックスの一体化を図るため、高流動コンクリートを打設した (写真 - 14)。

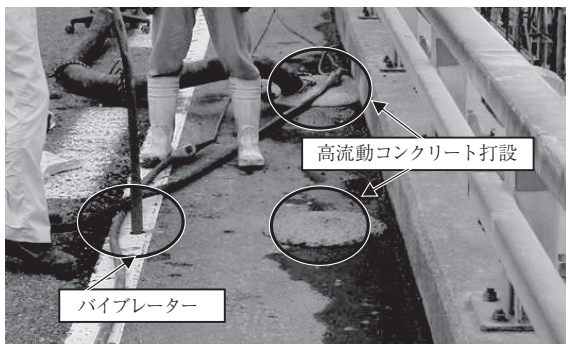


写真 - 14 ボックス上部高流動コンクリート打設

3.5 施工上の工夫

(1) 目地材

道路上の雨水については排水施設を設けているが、床版の劣化とともに上部構造から塩分を含んだ水が浸透し、雨

水がボックスカルバート頂部へと到達することが考えられる。雨水が長期間滞留しボックスカルバート頂部の連結部目地に浸透すると内部の PC ケーブルなどに悪影響を及ぼす可能性があるため、止水構造について検討を行い目地内部の止水パッキンを二重に施工している。またボックスカルバート頂部の目地には防水塗膜を施工している (図 - 6、写真 - 15、16)。

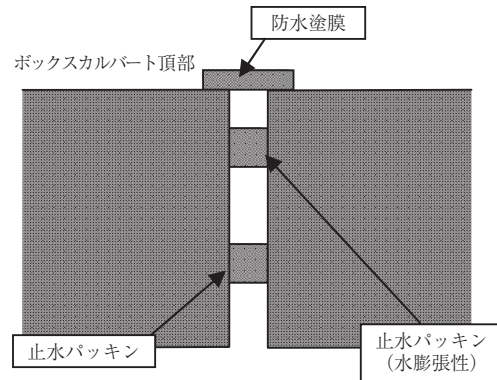


図 - 6 ボックスカルバート連結部 止水構造

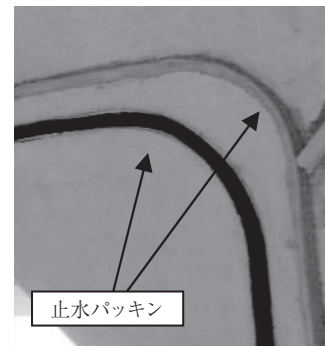


写真 - 15 止水パッキン



写真 - 16 防水塗膜

(2) ボックスカルバート上部充てん工

ボックスカルバート上部への高流動コンクリートの打設に際しては片側交互通行を行った。

養生期間中両鬼橋を通る交通車両の振動により打設したコンクリートの品質に影響が出ることが考えられた。そのため早強コンクリートを使用し、強度発現までの期間を

○ 特集／設計報告 ○

28日から7日に短縮し、振動によるコンクリートの品質への影響を抑えた。

4. おわりに

4.1 地元対応

鬼伏漁港にかかる両鬼橋は桁下が船揚場として利用されていたため、施工に伴う漁船の移動等が生じ地元漁師の方々の協力が必要とされた。また本工事施工箇所は民家も隣接していることから、地域住民とのコミュニケーションが必要不可欠であった。

その為工事着手に先立ち工事説明会を開催し、工事の円滑な進捗を図るとともに地元からの要望についても迅速に対応できるように努めた。また施工の進捗に合せ、工事説明パンフレットを配布することによりコミュニケーションの確保および第三者災害の防止に努めた。

4.2 現場見学会

富山側二径間の施工中に、塩害橋梁架替への参考事例として現場見学会を開催し、県・市職員および業界関係者約45名に参加いただいた（写真-17）。

4.3 今後の課題

塩害橋梁のボックスカルバート化を図った工事であるが、大型ボックスカルバートの製作、施工および活用や海岸沿いで工事について経験を蓄積することができた。今後の塩害橋梁の架替え等についても、今回の経験を活かすことができると思われる。

今後は、構造物の全体的な挙動を確認したうえ本工法の確立を行い、同様な現場条件における塩害架替え橋梁の対策として活用する（写真-18）。



写真 - 17 現場見学会



写真 - 18 現況写真

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編，pp.169-172，1996.

【2011年1月17日受付】



刊行物案内

コンクリート構造診断技術 コンクリート構造診断技術講習会テキスト

2010年5月

定 価 7,500 円／送料 500 円

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会