

荒川河口橋の鋼床版き裂補修

Crack Repair Work of the Steel Deck of Arakawa-Kakokyo Bridge



雲 越 隆 一*¹
Ryuichi KUMOKOSHI



稲 田 博 史*²
Hiroshi INADA



村 井 向 一*³
Koichi MURAI

要 旨

1996年から供用を開始した荒川河口橋は、1994年の道路橋示方書にて設計されていることにより、鋼床版デッキプレートの板厚が12mmであること、また、工場地帯に近接していることから交通量、大型車両の通行とも多く、2005年にデッキプレート貫通き裂の発見以降、鋼床版のき裂箇所数が増加しつづけている。本報告書はSFRC舗装による本格的な鋼床版の補強を行う前に、鋼床版のき裂の調査、補修を行った工事の報告である。

キーワード：鋼床版，き裂，疲労，応急復旧，当て板

1. はじめに

荒川河口橋は東京都江戸川区と江東区を結ぶ平成8年に供用された一般国道357号の橋梁で、首都高速湾岸線の荒川湾岸橋を上り線（海側）、下り線（山川）で挟むように架橋されている。

平均交通量は約5万2千台/日（大型車混入率45.9%）であり工場地帯に近接していることから大型車の通行も非常に多い。

荒川河口橋 橋梁緒元

路 線 名：一般国道357号

橋 梁 形 式：主径間：3径間連続鋼床版箱桁橋
側径間：2径間連続鋼床版箱桁橋

橋 長：840m

径 間 長：220.4m+400.0m+220.4m

幅 員：0.5m+3@3.5m+0.5m（車道部）

平面線形：直線

適用示方書：1994年（平成6年）道路橋示方書

開 通 年：1996年（平成8年）

本橋梁は前述した重交通に加え、1994年（平成6年）の道路橋示方書を適用していることから、鋼床版デッキプレートの板厚が12mmとなっており、2005年（平成17年）にはデッキプレート貫通き裂を発見、応急復旧工事を行っている。



図一 施工箇所位置図

また、2012年度（平成24年度）以降にはSFRC舗装による鋼床版の補強工事が予定されていることから、事前に本工事で鋼床版のき裂補修を行った。

2. 工事概要

発 注 者：国土交通省 関東地方整備局 東京国道事務所

工 事 名：H23京浜大橋（山側）外補修工事

路 線 名：国道357号

工事場所：東京都大田区京浜島3丁目地先他

*¹建設事業本部 保全事業部保全工事部保全工事グループ

*²建設事業本部 保全事業部保全技術部保全技術グループ 主任

*³建設事業本部 保全事業部保全技術部保全技術グループ サブリーダー

工 期：(自) 平成23年12月27日
 ～当初：(至) 平成24年6月29日
 ～変更：(至) 平成24年9月28日

なお、本工事では京浜大橋（山側）の補修工事と荒川河口橋（海側、山側）の補修工事を行ったが、今回報告書で記述するのは荒川河口橋の鋼床版き裂調査、補修工事である。

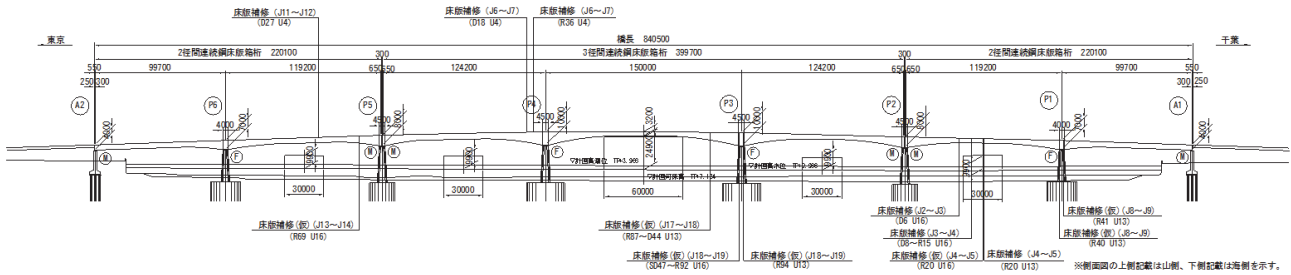


図-2 荒川河口橋 側面図

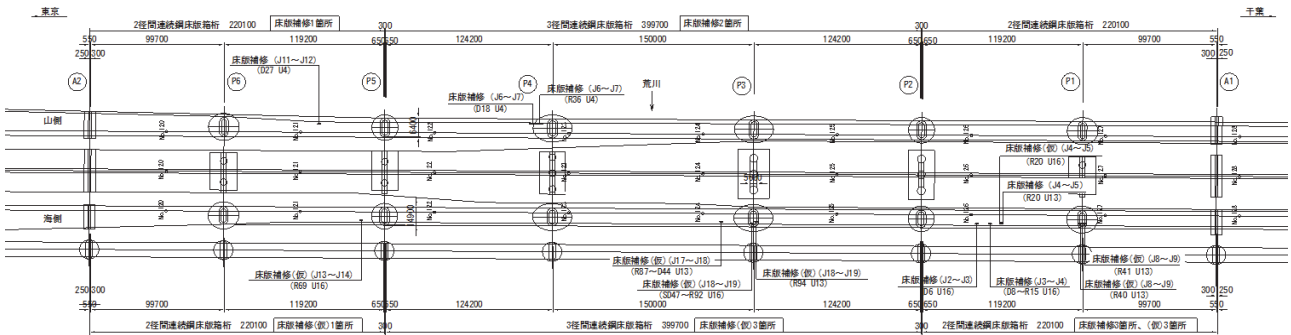


図-3 荒川河口橋 平面図

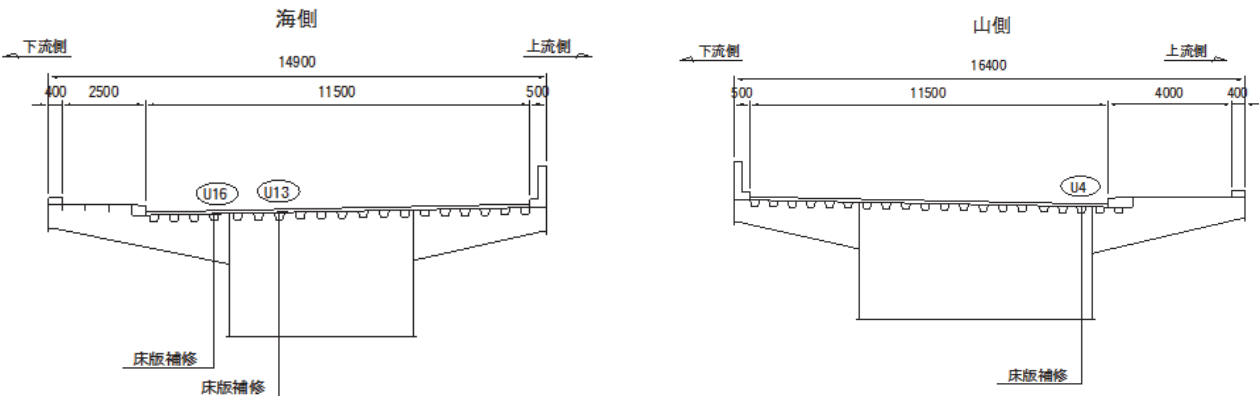


図-4 荒川河口橋 断面図



写真-1 荒川河口橋（山側）全景

3. 点検・調査

(1) 過去の経歴

<山側>

平成7年度（1995年）

山側完成：橋齢18年（2013年現在）

平成17年度（2005年）

デッキプレート貫通き裂部1箇所にて板補修。

平成22年度（2010年）

定期点検により、1,461箇所にて塗膜割れを確認。

維持工事により、鋼床版デッキプレートの貫通き裂にて板補修4箇所及びストップホール16箇所の施工を行う。

<海側>

平成7年度（1995年）

海側完成：橋齢18年（2013年現在）

平成22年度（2010年）

定期点検により、2,405箇所にて塗膜割れを確認。

(2) 過去の調査結果

本橋梁は平成22年の点検業務にて、鋼床版の塗膜割れの調査を行っている。

本工事では平成22年度の橋梁点検調査より約1年経過した平成24年の3月に平成22年度の塗膜割れ確認箇所の目視による追跡調査を行った。

表-1 過去の点検結果

	H22点検業務
点検方法	CCDカメラを使用 一部吊足場を使用
塗膜割れ（山側） 箇所数	1806箇所
塗膜割れ（海側） 箇所数	2449箇所

(3) き裂調査工

き裂調査については、橋面舗装き裂調査及び桁内からのき裂調査を行った。

桁内の調査手順について下記に示す。

① 目視点検

き裂箇所の確認を行うため、平成22年度橋梁点検調査を基に、桁内検査路からの目視点検を行った。

目視点検は主に図-5のき裂について行った。

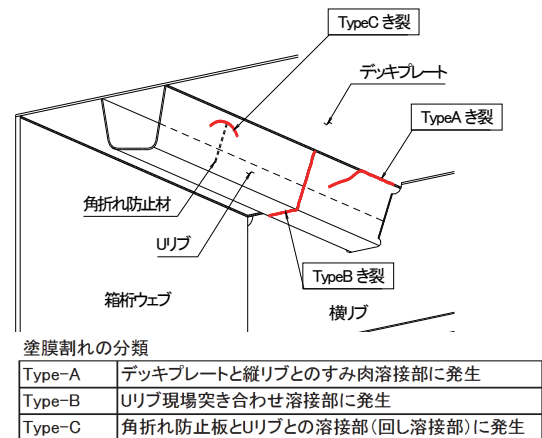


図-5 き裂の種類

② 桁内足場設置

き裂部の詳細点検を行うため、単管足場を設置した。足場を設置して詳細点検を行う箇所は下記の通りとした。

- I. Type-Aき裂のうち、Uリブに進展しているもの。
- II. Type-Bき裂のうち、Uリブ側面、底面に進展しているもの。

Ⅲ. Type-Cき裂のうち、Uリブ側面に進展しているもの。

足場材は橋台から荷上げし、桁端部のマンホールより搬入し、桁内は検査路を使用して人力にて運搬した。

③ き裂進展調査

Uリブ側面に進展しているき裂の進展調査を行った。調査は1週間毎に実施し、き裂進展の有無を記録した。

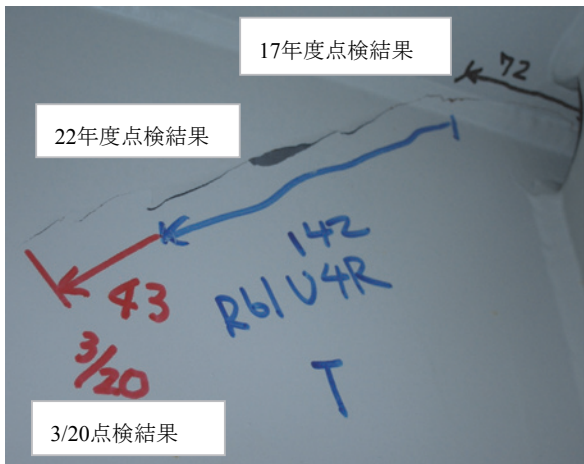


写真-2 点検時の記録

④ き裂部詳細調査

Uリブとデッキプレートとのすみ肉溶接部は、磁粉探傷試験及び超音波探傷試験を行い、デッキプレートへのき裂進展の有無を確認した。

⑤ 報告書作成

調査結果をまとめて報告書を提出した。

4. 調査結果

(1) 塗膜割れの進展

平成22年の点検時記録から代表的な塗膜割れの個所の目視点検を行ったところ、前回の調査から1年程度しか経過していないにもかかわらず、ほとんどの個所で約20mmから40mm程度の塗膜割れの進展が見られた。

また、本工事での初回点検日3月20日を初期値として1週間ごとの点検を行ったところ、3週間の間に最大で15mmの塗膜割れの進展が確認された。

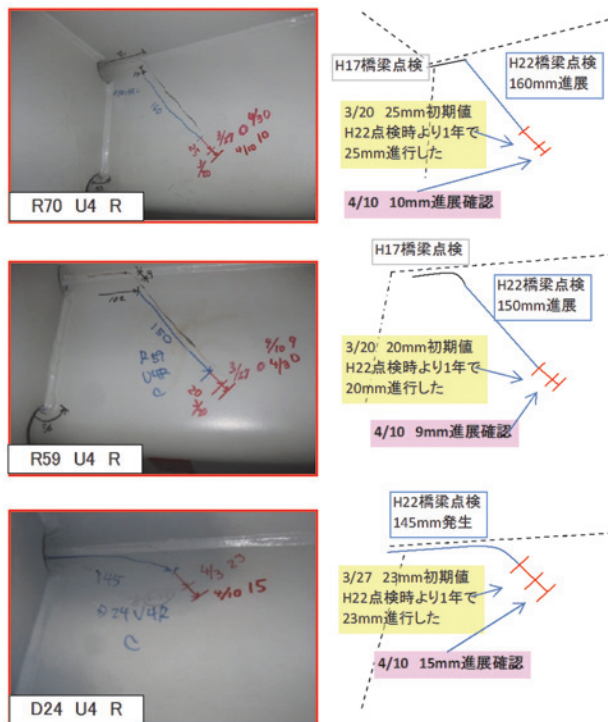


図-6 塗膜割れ進展箇所抜粋

表-2 Uリブ塗膜割れ進展調査リスト (山側)

位置	A1				
	H17橋梁点検	H22橋梁点検	3/20初期値	3/27進展調査	4/3進展調査
R70	0	150	+25		10
	0	160	+0		+8
R66	0	160	+29		+10
	0	75	+31		
R61	0	142	+33	+1	+1
	0	140	+43		+5
R60	0	80	+7		
	0	110	+16		+5
R59	0	140	+20		+9
	0	150	+3		
D28	0	160	+38		+4
	0	128	+43		
R52	0	160	+38		+6
	0	120	+25		
D26	0	195		+3	
	0	160		+29	+5
R50	0	144		+38	+5
	0	135		+49	
D24	0	0			
	0	145		+23	+15
P1					
D16	0	90		+51	
	0	130		+54	
D15	0	60		+14	
	0	75		+12	
R28	0	140		+22	
	0	0			
R27	0	150		+8	
	0	135		+12	
D14	0	0			
	0	140		+70	
R25	0	65		+13	
	0	120		+32	
R1~R9はき裂長が大きい					
P2					

図-7, 8はリブ位置に塗膜割れ箇所数を棒グラフで表したものである。山側、海側とも第一走行車線の輪荷重直下の塗膜割れ箇所数が多いことが解る。

特に山側のA1からP2の間で母材方向に進展したき裂が多数見られたが、これは下り坂(4%勾配)でトレーラーの走行速度が増して衝撃荷重が増大したこと、き裂進展ヶ所はブレーキで速度を落とす車両が多いことから、制動荷重の影響があることが考えられる。

なお、山側は3車線の内1車線を未供用として2車線で供用している。

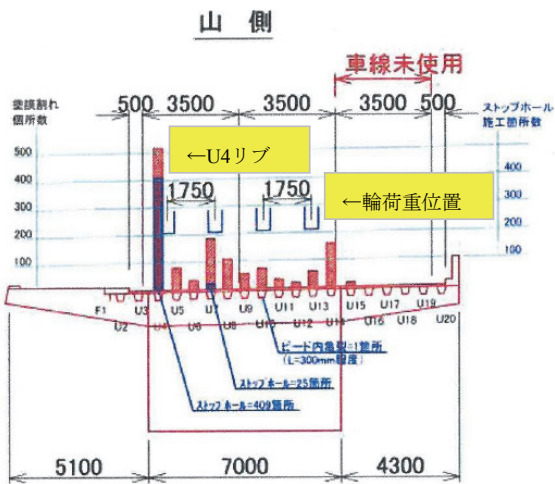


図-7 リブ位置と塗膜割れ箇所 (山側)

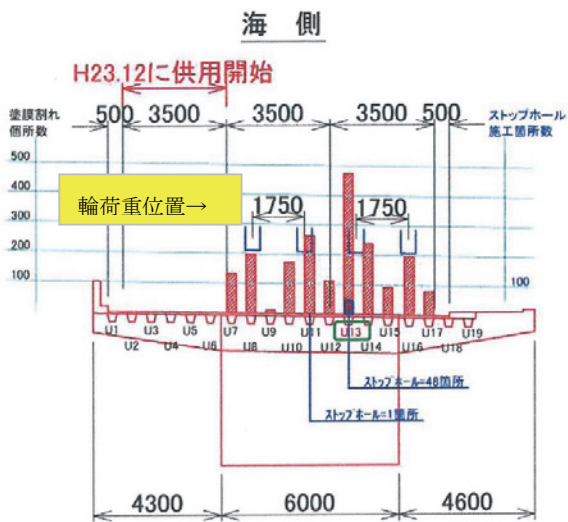


図-8 リブ位置と塗膜割れ箇所 (海側)

(2) き裂判定

本格的な補修・補強工事については次年度以降に行う事から、本工事ではき裂の大きさによって3段階の判定を行い、応急対策として行うストップホール施工の判断基準とした。

ただしデッキプレート貫通き裂については判定の判断によらず速やかに補修対策を行っている。

① き裂判定1 (小)

き裂が溶接ビード内に留まっているまたはUリブ腹板にき裂が30mm未満進行している。

② き裂判定2 (中)

き裂が30mm以上進行しUリブ高さの1/2以下のき裂。

③ き裂判定3 (大)

Uリブ腹板にUリブ高さの1/2以上進行したき裂。

前述の判定結果区分を発注者に提出し、最終的にはき裂判定2 (中) と3 (大) についてストップホールの施工を行うものとした。

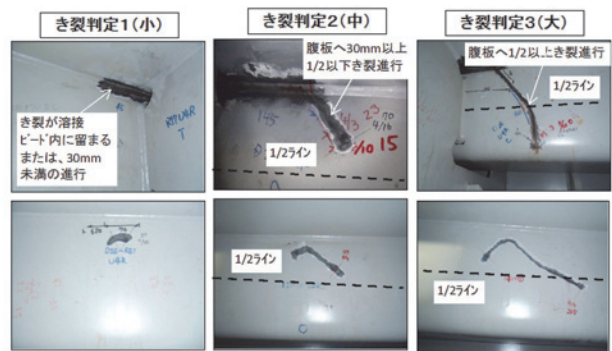


写真-3 き裂判定比較写真

(3) 荒川河口橋の鋼床版き裂の特徴

荒川河口橋の鋼床版Uリブに入るき裂の特徴として、Type-Cき裂がある。

図-7を確認すると特に山側のU4リブに多くき裂が発生していることが解るが、これは角折れ防止板設置個所にType-Cき裂が多く発生していることが原因である。

角折れ防止板は図-9のように主桁ウェブに近接するUリブの変形をプレートにて拘束する形状となっている。これは図-10のように主桁ウェブ直上のデッキプレートの変形により舗装のひび割れが生じる事を防ぐ目的で取り付けられていると予想できるが、図-11に示すようにU4リブ直上に輪荷重が載荷されることにより、U4リブ側面の角折れ防止板溶接部よりき裂が発生する結果となっている。

道路橋示方書では、車道部に主桁や縦桁が配置される場合には、腹板直上の橋軸方向の舗装ひび割れの抑制に配慮するように記載があるが、本橋梁に設置された角折れ防止板については他の橋梁ではあまり見られない特徴である。

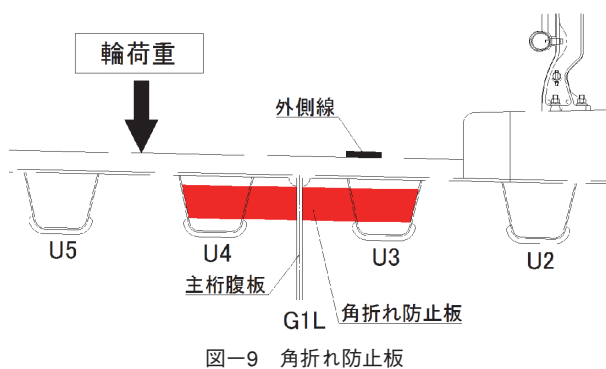


図-9 角折れ防止板

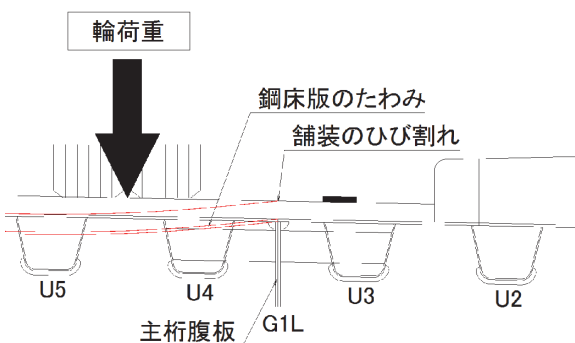


図-10 舗装のひび割れ

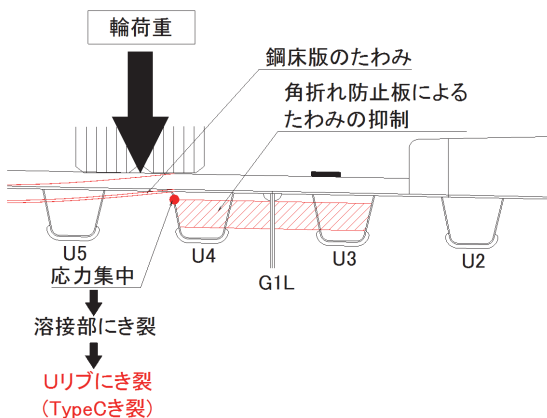


図-11 舗装のひび割れ抑制

5. 鋼床版き裂補修

現場調査の結果、き裂損傷箇所数が膨大であること、今後に発注される別途工事で恒久対策が行われることから、本工事ではあくまで緊急性の高いき裂損傷に対して対策工事を行うものとした。

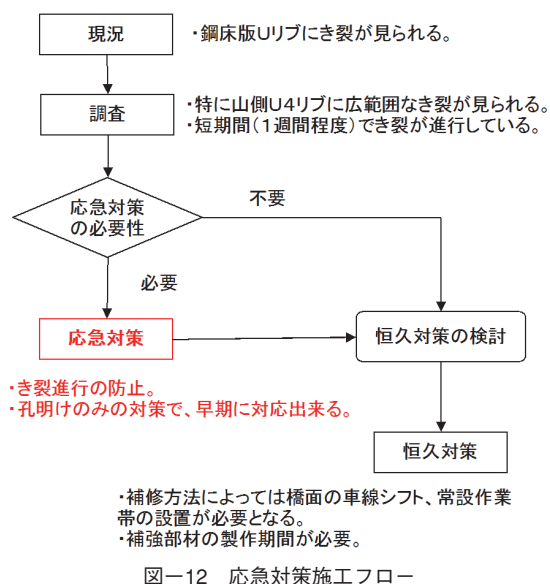


図-12 応急対策施工フロー

現場調査結果、応急対策施工フローに基づき、以下の応急対策工事を行った。

<山側>

- デッキプレート当て板補修 : 3箇所
- ストップホール : 388箇所
- Uリブ突合せ溶接部の当て板補修 : 14箇所

<海側>

- デッキプレート当て板補修 : 1箇所
- ストップホール : 48箇所
- Uリブ突合せ溶接部の当て板補修 : 4箇所

(1) デッキプレート当て板補修

本工事における現場調査によって橋面舗装のき裂やUリブ内の滞水、Uリブき裂からの漏水が発見された。

本工事では前述したデッキプレート貫通き裂に対して山側3箇所、海側1箇所の当て板補修工事を行ったが、本工事しゅん功後にもき裂の進展によって度々新たなデッキプレート貫通き裂が発見され、表-3に示すように本工事しゅん功後にも応急復旧工事を行うこととなった。本工事しゅん功後に対応した当て板補修については最終的に海側の9箇所について応急復旧工事を行っている。

デッキプレートの応急復旧工事については、原則夜間の緊急規制を行い、舗装の撤去、き裂長さの確認、ストップホールの施工、仮当て板の設置、舗装の復旧を行った後、後日き裂の長さに合わせた当て板等の補修部材の製作を行ってから本復旧を行った。

ただし、後に発注される恒久対策工事で本復旧に対応出来る箇所については仮復旧のみ行った。

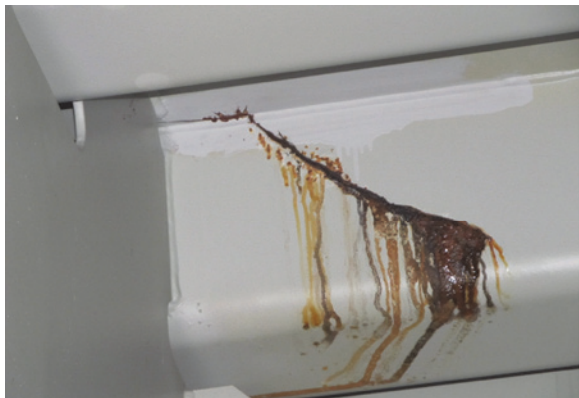


写真-4 Uリブき裂からの漏水

表-3 応急復旧工事施工日

本工事施工中の応急復旧工事

施工日	工種	施工箇所		
2012年3月28日	調査・仮復旧	山側	R36	U4
2012年7月9日	本復旧	山側	D18	U4
	調査・仮復旧	山側	D27	U4
2012年8月8日	本復旧	山側	D27	U4
	調査・本復旧	海側	R20	U13

本工事しゅん功後の応急復旧工事

施工日	工種	施工箇所		
2012年11月19日	調査・仮復旧	海側	D6	U16
2012年12月5日	本復旧	海側	D6	U16
2012年12月25日	調査・仮復旧	海側	D8	U16
2013年2月25日	本復旧	海側	D8	U16
2013年2月27日	調査・仮復旧	海側	R87	U13
			R92	U16
			R94	U13
2013年2月28日	調査・仮復旧	海側	R20	U16
			R40	U13
			R41	U13
2013年3月5日	調査・仮復旧	海側	R69	U16

① 調査、仮復旧施工写真

本復旧前に橋面舗装の切削、き裂長さを確認し、ストップホールの施工、仮当て板による補修を行った。



写真-5 舗装のき裂



写真-6 き裂先端確認



写真-7 ストップホールの施工



写真-8 仮当て板による補修

② 本復旧施工写真

本復旧ではUリブ内にボルトを配置するため、Uリブ側面に補強板を設置してハンドホールの孔明けを行った。



写真-9 ハンドホール設置



写真-10 本復旧当て板

(2) ストップホール補修

ストップホールの施工は調査結果のき裂判定区分により、緊急性の高い判定2（損傷度“中”）及び判定3（損傷度“大”）について行った。

なお、判定1（損傷度“小”）については、今後の調査において判定2（損傷度“中”）まで進展した場合にストップホールの施工を行うものとした。



写真-11 ストップホール施工前

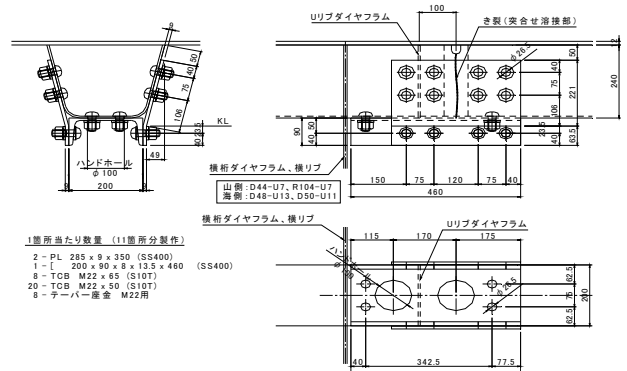


図-13 当て板補修図

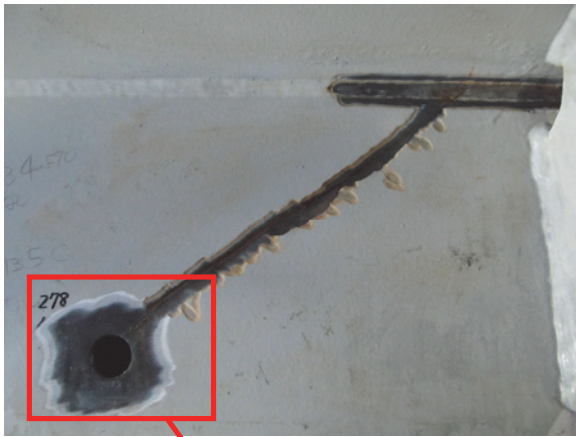


写真-13 Uリブの突合せ溶接部の当て板補修前

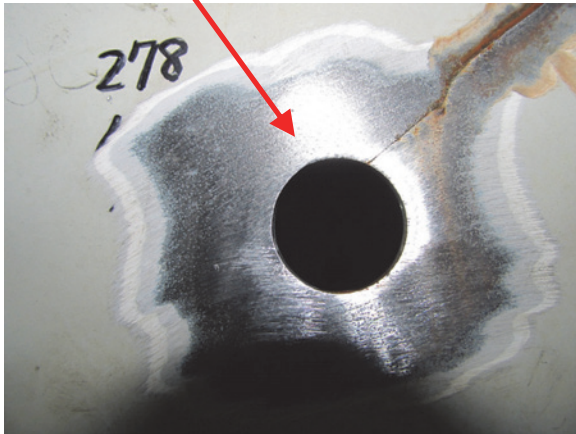


写真-12 ストップホール施工後



写真-14 Uリブの突合せ溶接部の当て板補修後

(3) Uリブの突合せ溶接部の当て板補修

Uリブの突合せ溶接部のき裂 (Type-Bき裂) については、Uリブ側面及び下面の3面に当て板補修を行った。

また、Uリブの突合せ溶接がデッキプレートとUリブのすみ肉溶接部と交差する位置には、デッキプレート側へのき裂進展を防止するためのストップホールの施工を行った。

(4) その他の対策

山側のU4リブのき裂損傷が激しいことから、別途維持工事にて平成23年3月から平成24年4月にかけて車線を300mmから600mmシフトして、U4リブ直上に輪荷重が載荷されないように対策が行われた。

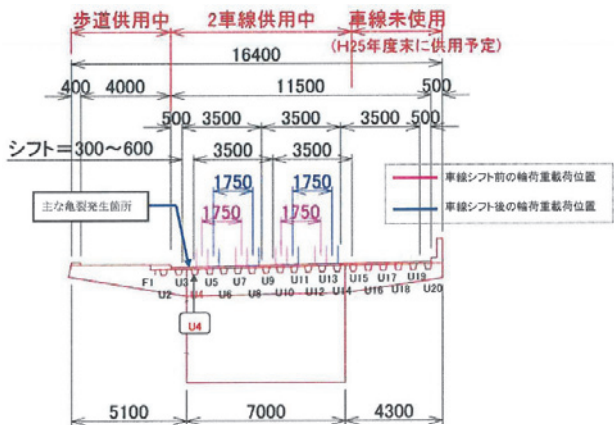


図-14 車線シフト図

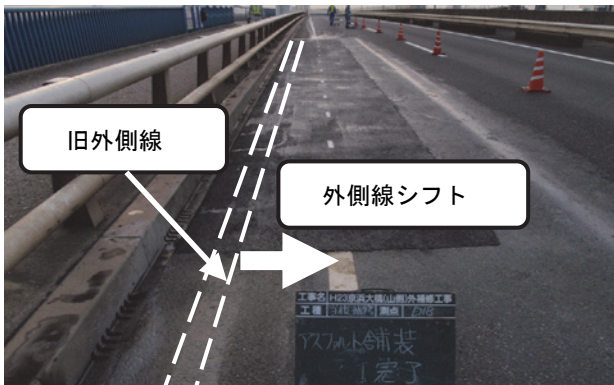


写真-15 車線シフト後の写真

6. おわりに

本工事期間中は工事担当者、計画担当者とも日々進展するき裂に苦勞が絶えませんでした。東京国道事務所のご担当者様を初めとして、工事関係者及び社内においても各部署の方にご指導して頂き、完工後には難工事表彰を受けることが出来ました。

ご指導頂きました関係各位に深く感謝致します。

2013.12.2 受付

<参考文献>

- 1) 道路橋示方書・同解説, II 鋼橋編, (社) 日本道路協会, 平成6年2月, 14年3月
- 2) 鋼橋の疲労, (社) 日本道路協会, 平成9年5月
- 3) 道路橋補修・補強事例集2009年版, (社) 日本道路協会, 平成21年11月
- 4) 鋼床版の疲労 2010年改訂版, (社) 土木学会
- 5) 山田健太郎, 近藤明雅: 鋼部材の亀裂補修・補修後の疲れ挙動, 土木学会論文集, PP.411~415, 1986. 4.
- 6) 荒川河口橋 鋼床版補修に向けた技術相談資料, 国土交通省 関東地方整備局 東京国道事務所, 平成24年9月28日

グラビア写真説明

根岸高架橋

東京湾岸道路は、神奈川県・東京都・千葉県の東京湾に接する各都市、港湾、埋立地に立地する都市機能を連絡する延長約160kmの主要幹線道路であり、自動車専用道路（首都高速道路）と一般道路（一般国道357号）で構成されています。

根岸高架橋は一般道路の起点A1（本牧側）～終点A2（杉田側）の総延長3043mの高架橋であり、3径間～5径間の連続桁が12橋梁で構成されています。

本工事ではこの根岸高架橋の内、終点側の4径間（連続鋼床版箱桁）の製作・架設を行いました。

平成26年3月31日に根岸高架橋が開通し、今後全ての湾岸道路（一般道路部）が開通する事により、内陸部の交通混雑緩和及び湾岸地域の機能の効率化が期待されます。（清水 康史）