

第4章 鋼床版現地調査

4.1 はじめに

1章から3章の検討に並行して、鋼床版の段階的スクリーニング調査手法及び点検技術の適用性について実橋での調査を行って検討した。

4.2 調査の流れ

ここでは、調査点検をその内容によって表4.2-1に示す4段階で行った。本章では現地調査を行っている当時の想定で様々な調査の内容を便宜上4段階に区分しているが、本研究で最終的に提案している調査段階のフローとは必ずしも一致していない。本章で区分してあつかう調査の段階を表4.2-1に示す。

表 4.2-1 調査点検の種類

ステップ	目的と内容		方法	
机上調査 (Step-1)	調査橋梁の選定	図面の収集分析 交通センサス等のデータ分析	----	----
簡易調査 (Step-2)	現地情報の収集 損傷度合の予測	現地調査 (交通実態、舗装の劣化など)	目視、体感、 計数	主に橋面からの目視調査
桁内調査 (Step-3)	損傷調査	桁内部調査を含む本格調査	目視、 非破壊検査	鋼床版裏面、箱桁内部からの調査、足場からの調査
詳細調査 (Step-4)	損傷調査 損傷要因調査	桁内部調査を含む本格調査	非破壊検査、 応力頻度測定	鋼床版裏面、箱桁内部からの調査、足場からの調査

(1) 机上検討

机上検討は、橋梁台帳などの橋梁リストから、点検・調査対象としてスクリーニングを行う橋梁を選定する。

1) 調査対象地域の選定

「地域」とは、阪神湾岸地域というような広域地域や、特定の路線を意味する。調査対象地域の選定にあたっては、その地域で予想される交通実態や地域特性を考慮した。本共同研究では、鋼床版の疲労損傷が主に都市部で報告されていることを鑑み、図4.2-1に示す全国10地区のうち、北海道地区、関東地区、名古屋地区、阪神地区、北九州地区の5地区を抽出した。図4.2-1は、(社)日本橋梁建設協会のデータベース^{4.1)}より、1961年～2004年に完成した鋼床版橋梁の所在を調査し計数したものである。これら5地区に該当しない橋梁は、「その他の地区」として分類することとしたが、この場合、その橋梁のおかれている地理的条件等を十分に把握した。

2) 調査対象地域における鋼床版橋梁リストの作成

調査対象地域を選定した後、橋梁台帳や橋建協などのデータベースから地域内の全ての鋼床版橋梁リストを作成した。

3) 調査対象橋梁の選定

橋梁リストの全橋について、以下に示す項目をチェックし、あらかじめ設定したスクリーニング条件により、簡易調査対象橋梁の選定を行った。ここでは、本研究において設定したスクリーニング条件を示す。

①供用年数

データベースや参考図書などから供用年数を確認した。本研究では、10年～19年、20年～29年、30年以上の3つにおおよそ分類した。

②鋼床版の構造諸元

完成図書から、鋼床版構造を確認した。例として、縦リブの種類（デッキプレート貫通き裂が発生する閉断面の縦リブを優先）、縦リブ支間（2,500mmを超えるものを優先）、主桁と輪荷重位置（一致しているものを優先）、縦リブの現場継手形式（突合せ溶接継手を優先）、などを確認項目とし、調査の優先順位を決めた。

③交通実態

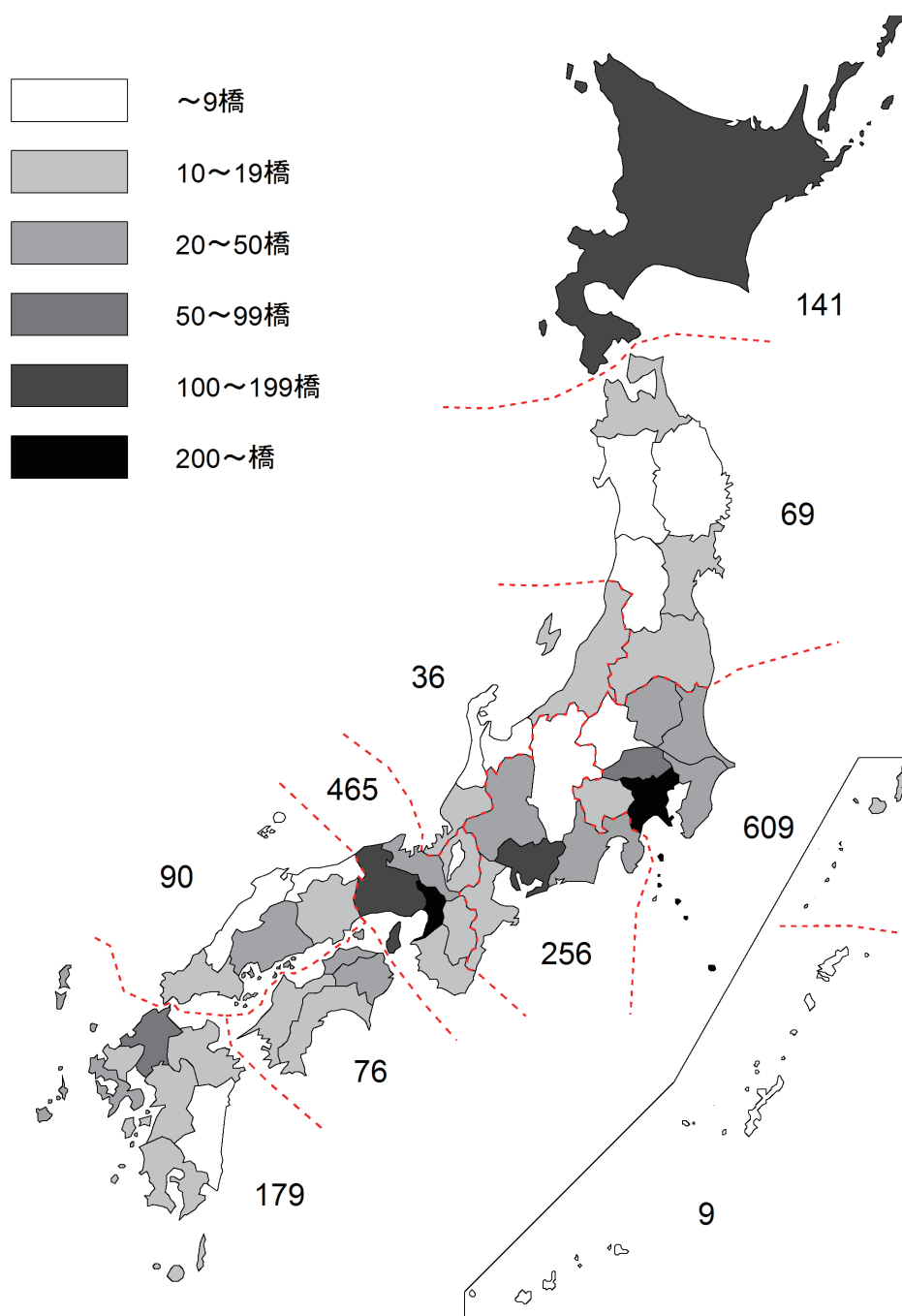
過去の交通センサスデータなどから、各路線の大型車交通量と混入率を概略把握した。また、過去の交通センサスデータを利用して、累積大型車交通量を推定した。この場合、1車線あたりの大型車交通量として把握した。

④地域特性

選定した地域の特性を把握することで、各橋梁における交通実態を推測した。地域特性とは、地理、土地利用、産業、交通網など、いわゆる交通計画学的な視点が必要となる。具体的には、一般に交通量が少ないと思われた田園地区の橋梁が、実際には大型車の抜け道になっていた事例や、重量物の製作工場からの大型車の日常的な通行路線になっていた事例などがあった。

以上の条件を考慮し、調査対象橋梁の優先度を設定した。本研究では、これまで疲労損傷の報告がなされている橋梁が位置する地域特性を考察し、特に港湾、重工業地区の重交通路線に位置する橋梁に重点を置いた。また、対象橋梁が河川の最も河口側（下流側）に位置する場合は、交通の要衝となっている可能性が高く、重要性も高いと判断した。

以上の手順により1次スクリーニングを行った。その結果、次の段階で行う簡易調査の対象とした計49橋（延べ50橋）のリストを表4.2-2に、それぞれの所在位置を図4.2-2に示す。



注: 延べ数には, 直轄以外の道路管理者による鋼床版橋梁を含む。

図 4. 2-1 机上検討の対象とした橋梁の延べ数

表 4.2-2 机上検討で抽出された橋梁一覧

地区	記号	完 成 (年)	所 在	路 線	発注者 道路管理者	橋梁形式	橋長 (m)	縦リブ種類と形状(mm)			床版厚 (mm)	大型車 交通量※ ³
								形状※ ²	板厚	寸法		
北海道	H1	1975	北海道石狩市	国道231号	札幌開建	斜張橋ほか	1,413	U	6	330×250	12	402
	H2	1983	札幌市・石狩市	国道231号	札幌開建	2径間連続鉄桁橋	127	U	6	320×240	12	616
	H3	1984	札幌市厚別区	市道(山本線)	札幌市	3径間連続箱桁橋	93	U	6	300×220	12	128
	H4	1986	札幌市中央区	市道(南郷線)	札幌市	ニールセンローゼ橋	150	U	6	320×260	12	データなし
	H5	1988	札幌市・当別町	国道337号	札幌開建	3径間連続箱桁／2主鉄桁橋	985	U	6	320×240	12.16	1,211
	H6	1990	北海道石狩市	国道337号	札幌開建	2径間連続斜張橋	230	U	6	320×260	12	1,941
	H7	1993	札幌市・石狩市	国道337号	札幌開建	3径間連続箱桁橋	281	U	6	320×240	12	1,520
	H8	2005	北海道江別市	国道337号	北海道開発局	3径間連続斜張橋ほか	972	U	6	320×240	12	169
関東	M1	1973	千葉県船橋市	国道357号	関東地整	連続箱桁橋	612	B	11	230×11	14	2,535
	M2	1980	千葉県市川市	国道357号	関東地整	3径間連続箱桁橋ほか	408	U	8	340×288	12	3,798
	M3	1980	千葉県市川市	国道357号	関東地整	3径間連続箱桁橋	210	U	8	310×274	12	3,798
	M4	1989	東京都江戸川区	国道357号	関東地整	連続箱桁橋	1,036	U	8	340×274	12	3,169
	M5	1980	東京都江戸川区	環状7号	東京都	連続箱桁橋	267	B	11	230×11	12	データなし
	M6	1989	東京都品川区	都道	東京都	3径間連続箱桁橋	310	U	6	320×240	12	データなし
	M7-1	1972	東京都品川区	都道	東京都	3径間連続箱桁橋	268.2	B	10	200×10	12	データなし
	M7-2	1983					268.2	U	8	310×220	16	
	M8-1	1974	東京都品川区	国道357号	関東地整	3径間連続箱桁橋	392	U	8	337×217	12	2,572
	M8-2	1984					392	U	8	337×217	12	
	M9	1974	横浜市鶴見区	市道	横浜市	斜張橋	678	U	6	300×200	12	データなし
	M10	1979	神奈川県平塚市	国道134号	神奈川県	3径間連続箱桁橋	698	U	8	320×250	12 ²⁰	2,023
名古屋	M11	1982(期)	栃木県小山市	国道50号	関東地整	連続箱桁橋	※1	U	8	320×200	12	3,690
	M12	1978	茨城県猿島郡	国道4号	関東地整	単純箱桁橋	58.8	U	8	310×246	12	2,009
	C1	1978	名古屋市南区	地方道55号	名古屋市	3径間連続箱桁橋	192	U	8	348×280	12	1,220
	C2-1	1966	名古屋市南区	国道247号	愛知県	4径間連続箱桁橋	180	B	9.5	180×9.5	12	データなし
	C2-2	1983				4径間連続鉄桁橋	180	B	9.5	180×9.5	12	
	C3	1987	名古屋市南区	国道23号	中部地整	単純箱桁	71.6	U	6	320×240	12	3,310
	C4	1990	名古屋市瑞穂区	環状線	名古屋市	単純鉄桁	32	B	10,19	200×10(19)	12	608
	C5	1989	名古屋市守山区	国道19号	中部地整	単純箱桁	33.4	U	6	320×240	12	データなし
	C6	1991	名古屋市守山区	国道19号	中部地整	単純箱桁	33.4	U	6	320×240	12	データなし
	C7	1983	愛知県立田村	地方道125号	愛知県	3径間連続箱桁橋	240.3	U	8	320×230	12	1,912
	C8	1980	三重県四日市市	国道23号	四日市市	単純箱桁	32	不明				688
	C9	1990	静岡県静岡市	国道1号	中部地整	3径間連続箱桁橋	191	U	8	320×240	12	919
阪神	O1	1982~1985	神戸市中央区ほか	国道2号	近畿地整	2層連続高架橋	※1	U	不明			2,053
	O2	1966	神戸市中央区	市道	神戸市(港)	斜張橋	210	B	11	230×11	12	3,053
	O3	1975	神戸市中央区	神戸ハーバーハイウェイ	神戸市(港)	3径間連続箱桁橋	360	U	8	768x8	12~26	1,376
	O4	1982	兵庫県西宮市	市道	兵庫県	3径間連続箱桁橋	590	B	11	230×11	12	データなし
	O5	1987	兵庫県西宮市	県道	兵庫県	3径間連続箱桁橋	143	U	6	320x240	12	461
	O6	1972	大阪府大正区	市道	大阪府	連続箱桁橋	323.5	U	6	320x250	12~16	1,723
	O7	1993	大阪府大正区	市道	大阪府	連続アーチ橋	305	不明				1,680
	O8	1975	大阪府住之江区	府道	大阪府	連続箱桁橋	205	B	9.5	180×9.5	12	1,680
	O9-1	1964	大阪府住之江区	府道	大阪府	3径間連続ゲルバー箱桁橋	275	V	8	300×300	12	825
	O9-2	1974				3径間連続ゲルバー箱桁橋	275	U	8	300×250	12	825
	O10	1975	大阪府住之江区	市道	大阪府	斜張橋	442	不明				データなし
	O11	1983	大阪府住之江区	市道	大阪府	単純鉄桁	45.2	B	10	200×10	12	1,519
	O12	1984	大阪府・堺市	市道	大阪府	3径間連続箱桁橋	224	U	8	320×250	12	2,118
	O13	1981	兵庫県市川町	播但道	兵庫県	3径間連続箱桁橋	272	U	8	320×250	12	データなし
	O14	1992	神戸市	神戸ハーバーハイウェイ	神戸市(港)	5径間連続V脚ラーメン橋	400	U	6	320x240	12	2,752
北九州	Q1	1962	北九州市	有料道路	道路公団	吊橋	680.3	B				データなし
	Q2	1975	福岡県岡垣町	国道3号	九州地整	3径間連続箱桁橋他	380	U	6	320x6x240	12	2,033
	Q3	1984	太宰府市	国道3号	九州地整	単純箱桁	42.0	U	6	320x6x240	12	データなし
	Q4	1988	福岡市東区	市道	福岡市	3径間連続箱桁橋	226	U	6	320x6x240	12	151
	Q5	1990	北九州市	市道	北九州市	2径間連続箱桁橋	79.2	U	6	320x6x240	12	137
	Q6	1993	福岡市東区	市道	運輸省	3径間連続箱桁橋	510	U	6	320x6x240	12	データなし
	Q7	1994	北九州市門司区	市道	北九州市	単純箱桁	82.0	U	6	324x6x242	12	データなし

【注意】

※1:連続高架橋のため鋼床版部分の橋長が不明。

※2:縦リブ形状のうち、UまたはV:Uリブ等の閉断面リブ、B:バルブプレートをを用いた閉断面リブを表す。

※3:大型車交通量は平成11年度交通センサステータより、1車線あたりの12時間大型車交通量を表す。

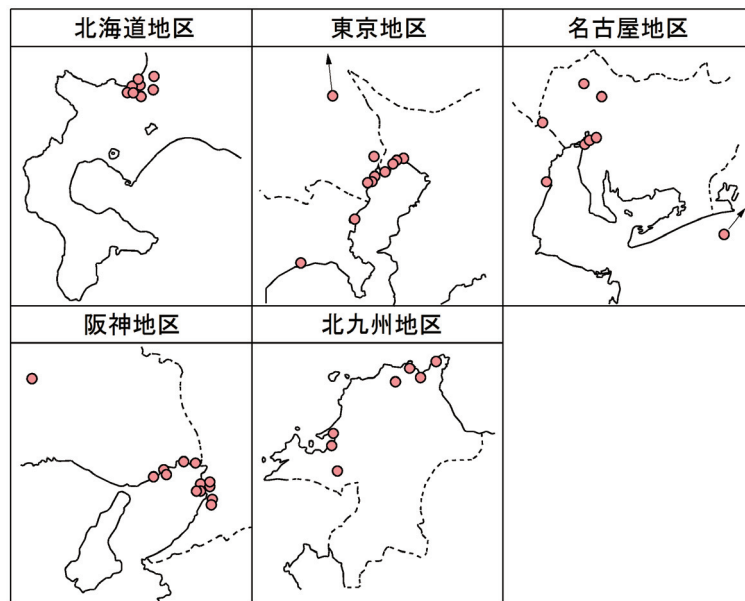


図 4.2-2 机上検討で1次スクリーニングされた橋梁の位置
(図中矢印は欄外であることを示す。)

(2) 簡易調査

簡易調査は、机上検討で作成した対象橋梁リストに基づき、現地情報の収集を目的として現地に赴いて調査するものである。簡易調査にあたっては、調査員は以下に示す調査項目を事前に確認し、調査に赴くこととした。

① 完成図書との整合性の確認

机上検討で確認した完成図書と、現地の状況が大きく異なっている場合があるため、両者の整合性を確認した。両者が異なるような事例として、供用開始からの車線数の増減やレーンマーク位置の変更、橋梁本体の改造などが例として挙げられる。

② 舗装劣化状況の確認

鋼床版の舗装は、その路線の交通実態や、鋼床版の健全性を把握する重要なバロメータといえる。また、部分的な補修が頻繁になされている場合は、鋼床版の疲労の危険性が高いといえる。なお、舗装の劣化と鋼床版の疲労との関係については、3.3 節において詳述する。

③ 交通実態の把握

交通実態を把握するために、路線交通量、大型車交通量、大型車の種類や荷物の種類、走行速度などのパラメータを調査した。この場合、簡易な交通量実態調査（車輛台数、車種、軸数等）を行うのが有効である。本共同研究では、簡易調査において、歩道部などからの目視による簡易交通量調査を実施している。3.4 節において詳述する。

④ 交通状況の把握

交通状況とは、各車線が実際にどのような使用をされているか把握した。これは、

橋梁の完成図書のみで把握することは困難であり、現地で確認することでのみ把握できることである。現地で把握した特異な交通状況の例を、3.4 節において示している。

⑤ 輪荷重走行位置の確認

舗装のわだち掘れなどの状態や目視調査から、大型車の輪荷重走行位置を確認した。路面の幅員が狭い場合や、片側 1 車線の対面交通の場合（写真 4.2-1）、さらに簡易の壁高欄やガードレールが設置されている場合など、ドライバーの心理的に狭隘な印象を与え、走行位置のばらつきを小さくし、これが鋼床版の疲労に大きく影響するような場合も考えられた（写真 4.2-2）。

⑥ その他

現地で確認された事項については、全て調査事項とした。例としては、伸縮装置や高欄の損傷、塗装の劣化、桁の振動などが挙げられた。また、桁内調査の実施に向けて、マンホールの位置の確認など桁内へのアプローチ方法についても検討した。



写真 4.2-1 大型車の対面交通の状況



写真 4.2-2 路肩のガードレール設置例

(3) 桁内調査

桁内調査は、簡易調査の結果、疲労損傷の発生が懸念される橋梁を対象に、疲労損傷の有無の確認を目的として実施するものである。具体的には、箱桁内部や検査路などから鋼床版下面の損傷の有無を目視により調査した。

① 目視調査の留意点

目視調査を行うにあたって、調査員は鋼床版の疲労損傷の種類と、その発生位置や損傷の要因について理解し、重点的な調査位置を把握しておく必要がある。例えば、デッキプレート貫通き裂の場合、簡易調査において舗装に異常が認められた部分を調査重点部として、超音波探傷試験を行った。また、ビード貫通型クラックは、輪荷重直下の溶接線を中心に目視調査することを基本とした。また、縦リブと横リブ交差部のスリット周辺の損傷については、縦リブ内部に設けられる密閉ダイヤフラムによる拘束が交差部の応力に与える影響^{4.2),4.3)}を考慮して、縦リブのボルト現場継手部に隣

接する交差部を重点的に調査した。

② 溶接部の調査

デッキプレートと縦リブの溶接部などにおけるビード形状を把握するため、印象材などによる型取りや、超音波探傷法を利用した溶込み量の確認を行った。これらの技術については、3.10 節において説明する。

③ 橋梁本体の健全性の確認

塗装の健全性や排水機能の確認、高力ボルト接合部の不具合など、疲労損傷の確認とともに橋梁本体の健全性についても確認した。

④ 超音波探傷試験

超音波探傷試験は、目視調査によって塗膜割れなど、疲労損傷の可能性がある部位はもちろんのこと、デッキプレート貫通き裂の発生の可能性を把握することを目的に実施した。しかし、溶接線全長を対象に超音波探傷試験を実施することは極めて困難であり、あらかじめ探傷箇所を絞り込む必要がある。具体的には、簡易調査において、舗装劣化が激しい箇所を中心に実施するのが効率的である。超音波探傷試験については、3.7 節に詳細を示す。

⑤ 打音検査と赤外線カメラによる調査

デッキプレート貫通き裂が発生した場合、き裂部分から縦リブ内部に路面の雨水およびアスファルト成分を含んだ泥分が流入し、これが堆積している場合が多い（写真 4.2-3）。本共同研究では、デッキプレート貫通き裂による縦リブ内部への堆積物の有無を確認することを目的に、縦リブの打音検査や、アプローチが困難な箇所については赤外線サーモレーサによる遠隔撮影による調査を行い、その適用性の検討を行った。赤外線サーモレーサを用いた非破壊検査については、3.9 節において詳述する。



写真 4.2-3 トラフリブ内部に堆積した土砂

(4) 詳細調査と応力測定

詳細調査は、実橋で応力測定を実施し、疲労損傷が確認された鋼床版の応力状態を把握するとともに、今後の点検調査の優先度を定める基本資料を得るものである。

本共同研究においても、デッキプレート貫通き裂が発生した鋼床版を中心に 6 橋（橋梁記号：H2, H7, M2, C1, C7, O12）で応力測定を行った。また、これまでの疲労損傷事例を整理することで、デッキプレート貫通き裂の発生した鋼床版の特性について考察した。詳細は、第 5 章に述べる。

4.3 調査結果

4.3.1 各調査段階における対象橋梁

各調査段階における調査対象橋梁の推移を、表 4.3-1 に示す。記号は、表 4.2-2 で示した橋梁を表している。

(1) 北海道地区

北海道地区は、平成 17 年 6 月に 8 橋を対象に簡易調査を実施した。その後、交通量の多い路線に位置した橋梁（H5, H7）や、舗装の劣化が見られた橋梁（H2）を対象に桁内調査を実施した。この 3 橋のうち、比較的交通量の多い H7 橋梁で荷重車載荷試験・応力頻度測定を実施し、H2 橋梁では、舗装の劣化と鋼床版の局部応力との関係を把握する荷重車載荷試験を実施した。

(2) 関東地区

北海道地区は、平成 16 年 10 月に 8 橋を対象に簡易調査を実施した。このうち、M2 橋で後にデッキプレートき裂が確認された。そこで、平成 17 年 8 月に M2 橋を対象に桁内調査および荷重車載荷試験・応力頻度測定を実施した。同様に、デッキプレート貫通型クラックが発生した M3 橋では、舗装の切削調査を行った。M10 橋は、共同研究範囲外での調査が実施されている。

(3) 名古屋地区

名古屋地区は、平成 16 年 6 月に 9 橋を対象に簡易調査を実施した。うち、C8 橋は、所在が確認できなかった。このうち、C7 橋では、舗装の損傷がみられたため、同年 8 月に桁内調査をした結果、疲労損傷が確認された。そこで、平成 18 年 3 月に、荷重車載荷試験・応力頻度測定を実施した。なお、デッキプレート貫通型クラックが発生した C1 橋は、共同研究範囲外での応力測定が実施されている。

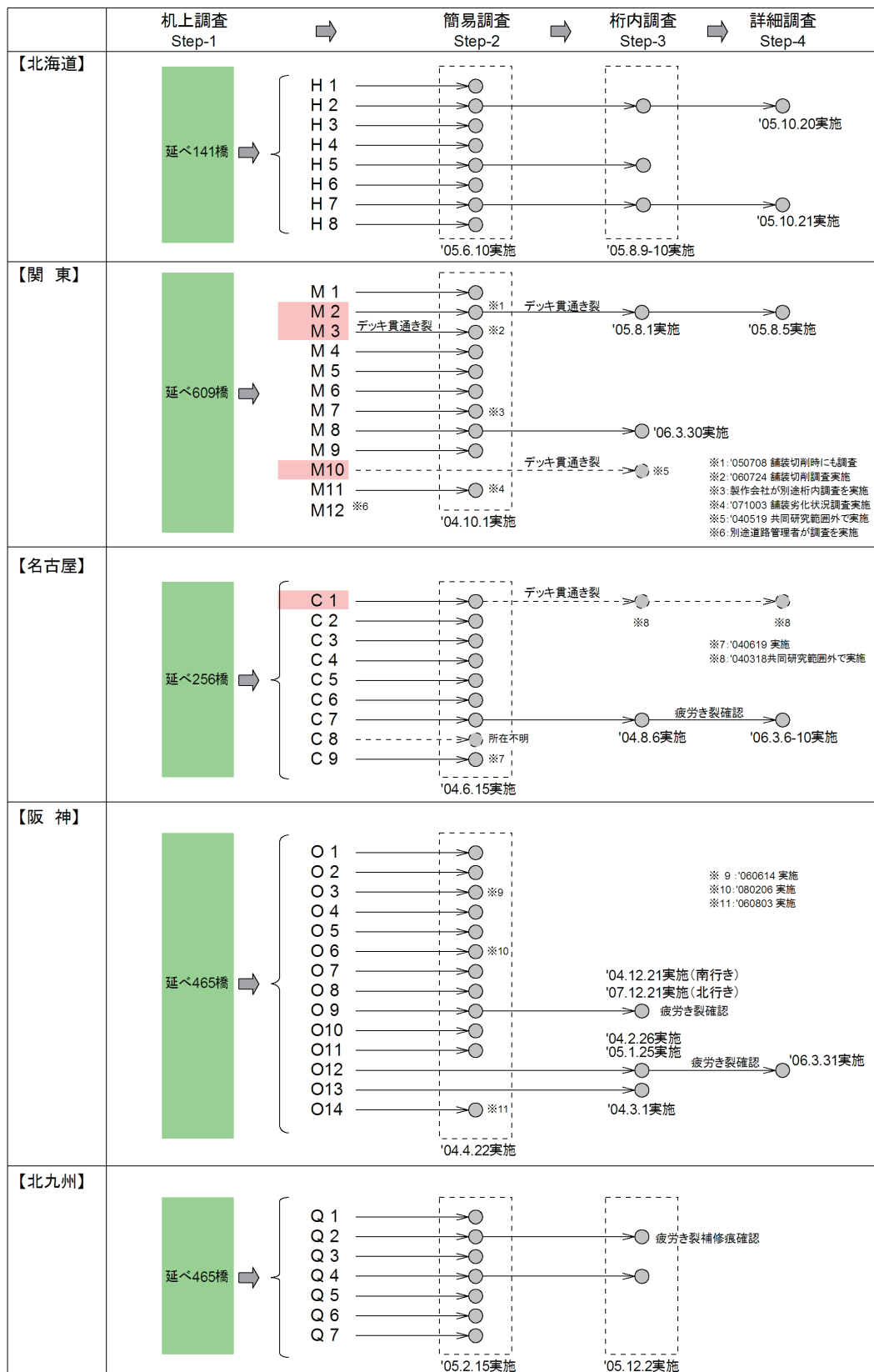
(4) 阪神地区

阪神地区は、平成 16 年 4 月に 10 橋を対象に簡易調査を実施した。このうち、交通実態が特に厳しいと判断された O9 橋について、平成 16 年と平成 19 年に桁内調査を実施した。その結果、多くの疲労損傷を確認した。一方、トラフリブ厚が 8 mm である O12 橋についても、平成 16 年、17 年に桁内調査を実施し、疲労損傷を確認した。この O12 橋では、平成 18 年に荷重車載荷試験・応力頻度測定を実施した。

(5) 北九州地区

北九州地区は、平成 17 年 2 月に 7 橋を対象に簡易調査を実施した。このうち、舗装の損傷が見られた Q2 橋と、港湾地区に位置する Q4 橋の桁内調査を実施した。結果、Q2 橋の縦リブ・横リブ交差部において溶接補修の痕と思われる箇所を確認した。

表 4.3-1 各調査段階における調査対象橋梁の推移



4.3.2 各橋梁の調査結果概要

(1) 北海道地区

① H1 橋

H1 橋は、国道 231 号に位置し一級河川の河口に架かる斜張橋である(写真 4.3-1)。簡易調査の結果、交通量は多くはないが、大型車の混入率は高く感じられた。路面観察の結果、主桁ウェブ位置に舗装ひび割れが確認された(写真 4.3-2)。本橋は、過去にトラフリブ突き合わせ溶接部などにおいて疲労損傷が報告^{4.4)}されており、補強がなされている。



写真 4.3-1 H1 橋全景



写真 4.3-2 舗装ひび割れ

② H2 橋

H2 橋は、国道 231 号に位置し一級河川に架かる鈑桁橋である(写真 4.3-3)。簡易調査において路面調査を行った結果、ほぼ全長にわたって舗装の劣化や損傷が見られた。そこで、桁内調査(点検通路からの調査)を実施したが、縦リブと横リブ交差部などにおいて塗膜割れはあったものの、疲労き裂は確認されなかった。H2 橋は、舗装の損傷が多く見られたため、舗装の劣化が鋼床版の局部応力に与える影響を検討する荷重車載荷試験を実施した。詳細は、第 5 章において示す。



写真 4.3-3 H2 橋全景



写真 4.3-4 超音波探傷試験

③H3 橋

H3 橋は、市道が JR を跨ぐ位置に架けられた耐候性橋梁である（写真 4.3-5）。ダンプトラックの交通量が多い。簡易調査の結果、舗装の劣化は特に認められなかったが、排水枳の閉塞や凍結防止剤の影響と思われる排水管の腐食（写真 4.3-6）が見られた。また、内桁側の鋼材表面では十分に安定した保護性さびとはなっていないかった。



写真 4.3-5 H3 橋全景



写真 4.3-6 排水管の腐食

④H4 橋

H4 橋は、都市内の河川に架けられたニールセンローゼ橋である（写真 4.3-7）。大型車の交通量は少なく、ほとんどが乗用車である。簡易調査の結果、舗装の大きな劣化は認められなかったが、排水枳が閉塞し機能が低下していた。また、横構と主桁との取り合いに一箇所、塗膜割れが認められた（写真 4.3-8）。



写真 4.3-7 H4 橋全景



写真 4.3-8 塗膜割れ

⑤H5 橋

H5 橋は、国道 337 号の一級河川上に架けられた、橋長 1km 近い長大橋である(写真 4.3-9)。都市間の連絡道として使われる一方、ダンプトラックの交通量が多い(写真 4.3-10)。また、片側 1 車線のため、車両の通行が連続する。

簡易調査では、舗装の損傷が複数箇所で見られたほか、伸縮装置の損傷や地覆コンクリートの凍害も確認された。また、簡易調査に引き続いて、桁内調査を実施した。その結果、縦リブと横リブの交差部において塗膜割れが多数確認されたが、磁粉探傷試験の結果、疲労き裂は確認されなかった。しかし、本橋の交通実態を考慮すると、今後も継続的な点検・調査が必要であると考えられる。



写真 4.3-9 H5 橋全景



写真 4.3-10 交通実態



写真 4.3-11 伸縮装置の腐食



写真 4.3-12 舗装の損傷

⑥H6 橋

H6 橋は、国道 337 号に位置する斜張橋である（写真 4.3-13）。国道 231 号と合流する部分にあり、交通量も多く、ダンプトラックやトレーラなどの大型車も多い（写真 4.3-14）。

簡易調査の結果、主桁位置と思われる箇所に舗装の縦ひび割れがあり、ダイアフラム位置と思われる箇所に横方向のひび割れが確認された（写真 4.3-15）。また、中央分離帯の鋼製高欄に腐食や車両衝突痕が認められるとともに、箱桁下フランジのボルト添接部が腐食していることから、箱桁内部が滞水している可能性がある（写真 4.3-16）。



写真 4.3-13 H6 橋全景



写真 4.3-14 交通実態



写真 4.3-15 縦方向の舗装ひび割れ



写真 4.3-16 ボルト添接部の腐食

⑦H7 橋

H7 橋は、国道 337 号に位置する上下線分離の 3 径間連続箱桁橋である（写真 4.3-17）。国道 337 号は、都市間を結ぶ道路で、ダンプトラックやトレーラなどの大型車も多い。簡易調査において路面調査を行った結果、ほぼ全長にわたって主桁位置の舗装のひび割れが見られた（写真 4.3-18）。引き続き、桁内調査を実施したが、供用年数が浅いこともあり、目視調査や超音波探傷試験で疲労き裂は確認されなかった。ただし、H7 橋は、交通実態が厳しいこともあり、荷重車載荷試験と応力頻度測定を実施した。詳細は、第 5 章において示す。



写真 4.3-17 H7 橋全景



写真 4.3-18 舗装のひび割れと損傷

⑧H8 橋

H8 橋は、江別市に位置し、2005 年に供用を開始した斜張橋である（写真 4.3-19）。本橋では、鋼床版の疲労耐久性向上を目的とした ECC（HPFRCC）舗装が採用されている^{4,5)}。簡易調査当時、本橋の前後区間が未開通であったこともあり、交通量は極めて少なく、路面状況も良好であった（写真 4.3-20）。



写真 4.3-19 H8 橋全景



写真 4.3-20 交通実態と路面の状況

(2) 関東地区

①M1 橋

M1 橋は、国道 357 号に位置するバルブプレート縦リブとする鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-21）。国道 357 号は、東京湾に沿う形で延びる湾岸道路であり、交通実態は極めて厳しい。簡易調査を実施した結果、舗装の打ち換えがなされているためか舗装の状態は良好であったが（写真 4.3-22）、一部の排水枳が機能していないことを確認した。本橋は、重交通路線に位置していることから、今後も継続的な調査・点検が必要であると考えられる。



写真 4.3-21 M1 橋全景



写真 4.3-22 交通実態と路面の状況

②M2 橋

M2 橋は、国道 357 号が一級河川を渡る箇所に架かる鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-23）。当該路線の交通実態は、大型トレーラなどの通行も多く極めて厳しい。平成 16 年 10 月に簡易調査を実施した結果、舗装のわだち掘れやひび割れなどの損傷も著しく、疲労損傷の発生が懸念されていた（写真 4.3-24）。そして、M2 橋では翌年 6 月にデッキプレート貫通き裂が発生した。これを受けて、同年 7 月に路面切削調査、8 月に桁内調査および荷重車載荷試験、応力頻度測定を行った。荷重車載荷試験と応力頻度測定の詳細は、第 5 章において示す。なお、本橋では、主桁垂直補剛材上端部にも疲労き裂が多数確認されている。



写真 4.3-23 M2 橋全景



写真 4.3-24 路面の状況

③M3 橋

M3 橋は、M2 橋に近接する国道 357 号の鋼床版箱桁橋であり、国内で 2 例目となるデッキプレート貫通き裂が確認された橋梁である(写真 4.3-25, 写真 4.3-26)。本共同研究では、調査等の実施はないが、平成 18 年 7 月に、桁端部の舗装の損傷部分について舗装切削調査を実施し、新たなデッキプレート貫通き裂が発生していないことを確認した(写真 4.3-27)。



写真 4.3-25 M3 橋の交通状況

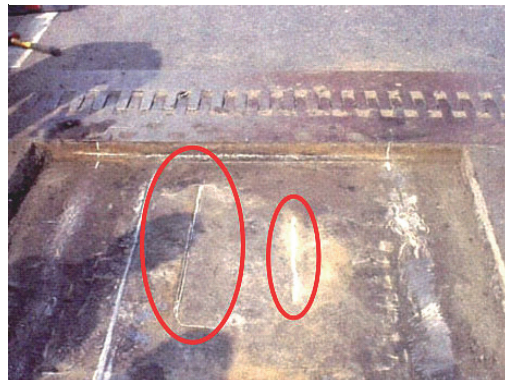


写真 4.3-26 疲労き裂の発生状況



写真 4.3-27 舗装切削調査状況

④M4 橋

M4 橋は、M1 橋、M2 橋と同一路線である国道 357 号の鋼床版箱桁橋である(写真 4.3-28)。簡易調査で路面の確認をした結果、舗装の状態は良好であったが、打ち換え工事がなされている可能性もある(写真 4.3-29)。本橋は、M2 橋と同じ重交通路線上に位置しているため、今後も継続的な調査・点検の実施が必要であると考えられる。



写真 4.3-28 M4 橋全景



写真 4.3-29 路面の状況

⑤M5 橋

M5 橋は、東京環状 7 号線に位置する陸橋で、バルブプレートを縦リブとする鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-30）。簡易調査では、歩道部がないため桁下からの目視調査のみの実施となったが、特に変状は認められなかった（写真 4.3-31）。



写真 4.3-30 M5 橋全景



写真 4.3-31 鋼床版の状況

⑥M6 橋

M6 橋は、東京湾岸の埋め立て地に架かる 3 径間連続鋼床版箱桁橋である。架橋地点が港湾地区であり、コンテナトレーラなど大型車の交通量は多い（写真 4.3-32）。簡易調査の結果、舗装の補修痕が点在しており、交通実態の厳しさを鑑みると、疲労損傷の発生の可能性は相対的に高い橋であると考えられる（写真 4.3-33）。



写真 4.3-32 M6 橋全景



写真 4.3-33 舗装の補修痕と劣化箇所

⑦M7 橋

M7 橋は、M6 橋に隣接しており、同様に 3 径間連続鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-34）。架橋地点が港湾地区であり、コンテナトレーラやダンプトラックなど大型車の交通量は多い。簡易調査の結果、舗装の劣化箇所が点在しており、疲労損傷の発生の可能性が指摘された（写真 4.3-35）。そこで後日、製作会社による桁内調査が実施されたが、疲労損傷は確認されなかったと報告されている。

なお、本橋は上下線分離構造で、縦リブ形状など両者の鋼床版構造は異なっている。



写真 4.3-34 M7 橋の全景



写真 4.3-35 舗装の補修痕

⑧M8 橋

M8 橋は、M1～M4 橋と同じ、国道 357 号に位置する 3 径間連続箱桁橋であるが、国道 357 号が途中で分断されていることから、交通実態は若干異なり、先述の 4 橋に比べると厳しくはないと考えられる（写真 4.3-36～写真 4.3-37）。しかし、湾岸

路線特有の地域特性や荷重条件が予想されたため、路面調査を含む桁内調査を実施することとした。

路面調査では、亀甲状の舗装ひび割れなどが複数箇所確認されたため、鋼床版の疲労損傷の発生が懸念された（写真 4.3-38）。引き続いて実施した桁内調査では、縦リブと横リブ交差部やトラフリブ突き合わせ溶接部などに塗膜割れが確認された（写真 4.3-39）。しかしながら、物理的な都合により、当該部位の非破壊検査の実施を行うことができなかったため、これらの塗膜割れが疲労き裂かどうかの判定をすることができなかった。

M8 橋における桁内調査の結果では、本橋は比較的健全であると考えられたが、供用年数や交通実態、舗装の損傷を鑑みる限り、今後の疲労損傷の発生の可能性も否定できないことから、継続的な調査・点検の実施が必要であると考えられる。



写真 4.3-36 M8 橋の全景



写真 4.3-37 交通状況

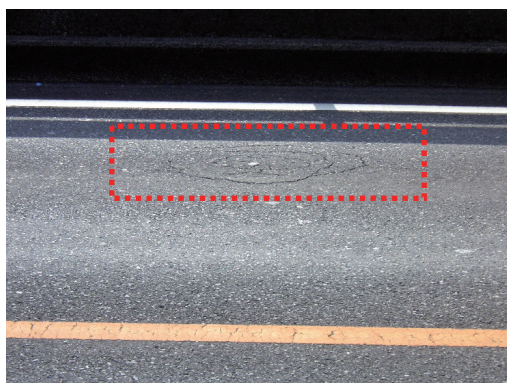


写真 4.3-38 舗装損傷の一例

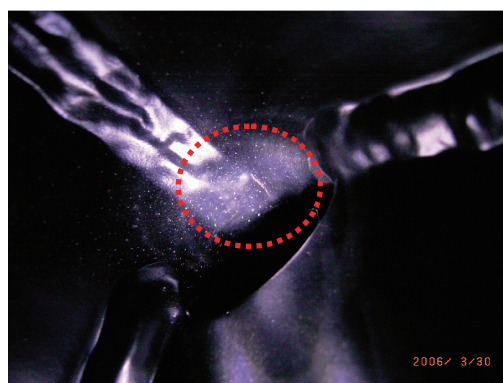


写真 4.3-39 塗膜割れの一例

⑨M9 橋

M9 橋は、Y 港内に位置する斜張橋である（写真 4.3-40）。簡易調査の結果、舗装の剥離やひび割れ、ずれ等の劣化・損傷が著しく、鋼床版の疲労損傷も懸念される（写真 4.3-41）。また、橋台周辺の地盤沈下も確認された。本橋の交通実態は厳しいことが予想されるため、今後も継続的な調査・点検の実施が必要であると考えられる。



写真 4.3-40 M9 橋全景



写真 4.3-41 舗装の劣化状況

⑩M10 橋

M10 橋は、国道 134 号にあり一級河川の河口に架けられた鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-42）。本橋では、ビード貫通き裂のほかに、国内で初めてデッキプレート貫通き裂が発生した橋梁であり、これまでも他機関によって種類の検討がなされている（写真 4.3-43）。

本共同研究の範囲での調査は行っていないが、(社)日本橋梁建設協会では路面調査や現地調査（ブラケット部のみの目視調査）を実施している（写真 4.3-44）。なお、本橋は平成 17 年に、鋼床版の疲労耐久性向上を目的に、S F R C（鋼繊維補強コンクリート）舗装が施工されている（写真 4.3-45）。



写真 4.3-42 M10 橋全景

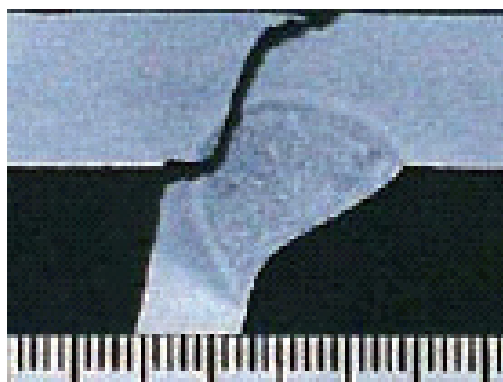


写真 4.3-43 疲労き裂のマクロ写真



写真 4.3-44 現地調査の状況



写真 4.3-45 SFRF 舗装

⑪M11 橋

M11 橋は、栃木県の国道 50 号にある高架橋の一部を構成する鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-46）。トラフリブとデッキプレート溶接部におけるビード貫通き裂の報告があり、その補強として鋼板のあて板の施工と SFRF 舗装が施工された。

本共同研究では、SFRF 舗装の施工前に、鋼床版の疲労損傷と舗装ひび割れとの関係を把握する現地調査を実施した（写真 4.3-47）。



写真 4.3-46 M11 橋全景



写真 4.3-47 路面調査状況

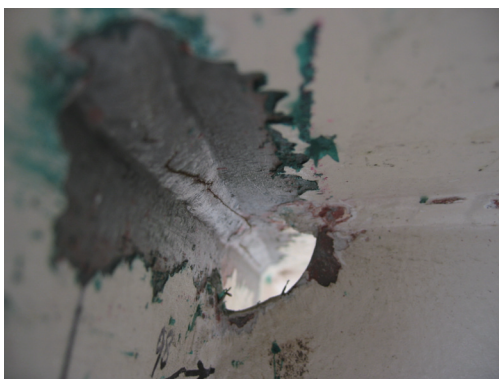


写真 4.3-48 ビード貫通き裂



写真 4.3-49 ストップホール

⑫M12 橋

M12 橋は、茨城県の一般国道 4 号にある高架橋の一部を構成する鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-50）。トラフリブとデッキプレート溶接部におけるビード貫通き裂があり、その補強として実施したデッキプレート上面のあて板とデッキプレートとを接合するボルト孔からさらにき裂が生じるという報告（写真 4.3-54）があった。

その他の箇所においてもビード貫通き裂（写真 4.3-55）が多数見つかったほか、垂直補剛材上端部の疲労き裂（写真 4.3-56）、トラフリブの突き合わせ溶接部（写真 4.3-57）においても疲労き裂が発見されている。

補強として、デッキプレートの上面のあて板、ストップホール、H形鋼による補強など（写真 4.3-58～写真 4.3-59）を実施している。



写真 4. 3-50 M12 橋全景



写真 4. 3-51 交通状況



写真 4. 3-52 路面損傷状況



写真 4. 3-53 路面損傷状況



写真 4. 3-54 トラフリブ継手部からのき裂

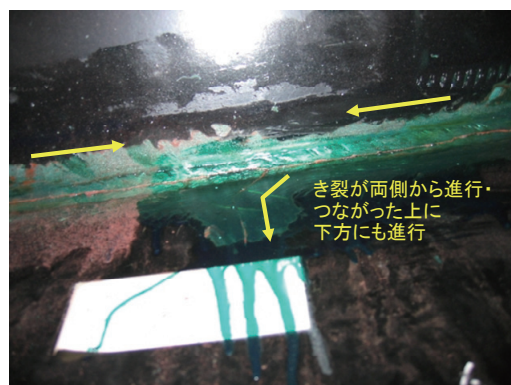


写真 4. 3-55 ビード貫通き裂

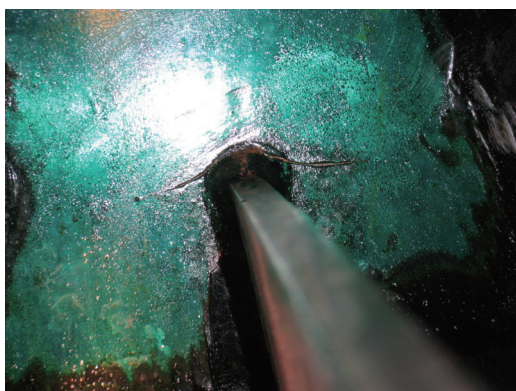


写真 4. 3-56 垂直補剛材上端部のき裂



写真 4. 3-57 ビード貫通き裂



写真 4. 3-58 H型鋼による補強



写真 4. 3-59 突き合わせ部の補強

(3) 中部地区

⑬C1 橋

C1 橋は、名古屋市南部の市道に位置する 3 径間連続鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-60）。本橋では、平成 15 年に国内 3 例目となるデッキプレート貫通き裂が確認された（写真 4.3-61）。（社）日本橋梁建設協会では、平成 16 年 3 月に荷重車載荷試験と応力頻度測定を実施している。これらの詳細は、第 5 章にて示す。

一方、本共同研究では、疲労損傷の発生後に簡易調査を実施しており、本橋の交通実態や舗装の損傷実態を観察した。本橋は、工業地帯に近い臨海地区に位置していることから通行する車両は鉄鋼関係の荷役が多く、またそれらの多くが疲労損傷の発生した第二車線に集中していることが確認された（写真 4.3-62）。また、この第二車線の路面では、舗装のひび割れやポットホールなどの損傷が進んでおり、新たな疲労損傷の発生が懸念される（写真 4.3-63）。



写真 4.3-60 C1 橋全景



写真 4.3-61 疲労き裂の補強状況 4.6)



写真 4.3-62 交通状況



写真 4.3-63 舗装の損傷状況

⑭C2 橋

C2 橋は、名古屋市南区の国道 247 号に位置する 4 径間連続の箱桁および鈑桁橋でバルブプレートあるいは板リブを縦リブとした鋼床版橋である（写真 4.3-64）。簡易調査を実施した結果、通行車両は乗用車が多く、荷重実態は厳しくないと考えられた。舗装端部に、わずかな舗装ひび割れが確認された程度で、大きな損傷は見られなかった（写真 4.3-65）。



写真 4.3-64 C2 橋全景



写真 4.3-65 路面の状況

⑮C3 橋

C3 橋は、名古屋市南区の重交通路線である国道 23 号に位置する単純箱桁橋である（写真 4.3-66）。簡易調査の結果、当該路線は大型車の交通量が多く、かつ渋滞していることが明らかになるとともに、主桁位置の舗装の縦ひび割れが多数確認された（写真 4.3-67～写真 4.3-68）。これを受け、引き続き平成 18 年 3 月に桁内調査を実施した。桁内調査の結果、トラフリブと横リブ交差部に塗膜割れが確認されたほか、磁粉探傷試験により主桁垂直補剛材上端部に疲労き裂を確認した（写真 4.3-69）。

国道 23 号は、国内有数の重交通路線であることから、今後も継続的な調査・点検が必要であると考えられる。



写真 4.3-66 C3 橋全景



写真 4.3-67 交通状況



写真 4.3-68 主桁位置の舗装ひび割れ

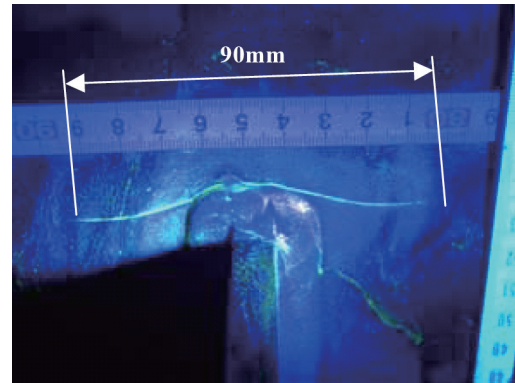


写真 4.3-69 垂直補剛材部の疲労き裂

⑩C4 橋

C4 橋は、名古屋市瑞穂区の市街地に位置する単純鈑桁橋で、バルブプレート縦リブとする鋼床版橋である（写真 4.3-70）。簡易調査の結果、通行車両のほとんどが乗用車であり、交通荷重の実態は厳しい状況にはないと考えられた。また、路面の状態も良く、舗装の損傷などはみられなかった（写真 4.3-71）。



写真 4.3-70 C4 橋全景



写真 4.3-71 路面の状況

⑪C5 橋, C6 橋

C5, C6 橋は、名古屋市瑞穂区の市街地に位置する単純鈑桁橋で、トラフリブ縦リブとする鋼床版橋である（写真 4.3-72）。上下線分離構造で、それぞれ供用年が異なる。簡易調査の結果、C5 橋と同様に通行車両のほとんどが乗用車であり、交通荷重の実態は厳しい状況にはないと考えられた。また、路面の状態も良く、舗装の損傷などはみられなかった（写真 4.3-73）。



写真 4.3-72 C5 橋全景



写真 4.3-73 路面の状況

⑮C7 橋

C7 橋は、県道 125 号が木曽川を渡る位置に架かる 3 径間連続鋼床版箱桁 4 連の長大橋である。トラフリブの板厚 8 mm、横リブ間隔が 4,450 mm の鋼床版構造である（写真 4.3-74～写真 4.3-75）。1 箱主桁で、片側 1 車線の対面交通であるが、両車線ともに輪荷重の走行位置と主桁位置とが一致している。

本共同研究では、平成 16 年 6 月に簡易調査を行った結果、本橋は周辺国道の抜け道として使用されており、交通量は多く、大型車の混入率も高いことが判明した（写真 4.3-76）。さらに、輪荷重位置（右輪）が主桁位置と一致していることから、輪荷重直下の鋼床版の疲労損傷の発生が懸念された。そこで、同年 8 月に桁内調査を実施することとした。

桁内調査に先だって実施した路面調査により、舗装の劣化が簡易調査実施時に比べて進行していることが明らかとなった（写真 4.3-77）。続いて、桁内調査を実施したが、鳥害の影響により橋長の 1/2 程度を調査することが不可能となった。しかし、この調査において、主桁垂直補剛材上端部に多数の疲労損傷が確認された（写真 4.3-78）。これは、主桁直上を輪荷重が通過していることと、その交通荷重実態が厳しいことが疲労損傷の原因の一つであると考えられた。鳥害の影響で、桁内調査が十分にできなかったことから、道路管理者により、桁内の清掃が行われることとなり、平成 17 年 2 月に実施された。

この桁内の清掃の際に、前回の桁内調査未実施区間において、トラフリブの突合せ溶接で疲労き裂と、垂直補剛材上端部の疲労き裂がデッキプレート側に進展し、土砂が流入している箇所が発見された（写真 4.3-79）。後者の疲労損傷に対しては、既に補修・補強工事がなされている。本共同研究では、本橋の荷重実態や鋼床版の応力状態を把握するために、荷重車載荷試験と応力頻度測定を実施した。これらの結果については、第 5 章において詳細を示す。



写真 4.3-74 C7 橋全景



写真 4.3-75 ブラケット部の鋼床版



写真 4.3-76 交通状況



写真 4.3-77 舗装の損傷状況



写真 4.3-78 垂直補剛材部の疲労き裂



写真 4.3-79 垂直補剛材部の疲労き裂

⑭C8 橋

C8 橋は、データベース上では、三重県四日市市の国道 23 号にあるとされていたが、簡易調査では時間的な制約もあり、その所在を確認することができなかった。

⑮C9 橋

C9 橋は、静岡市内の国道 1 号線に位置する 3 径間連続鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-80）。平成 16 年 6 月に、（社）日本橋梁建設協会による簡易調査が行われた。

簡易調査の結果、本路線が国道 1 号線のバイパスであるため、その交通量は昼夜問わず多いものと考えられた（写真 4.3-81）。また、舗装の損傷がみられたものの、鋼床版の裏面の目視では変状は確認されなかった（写真 4.3-82～写真 4.3-83）。



写真 4.3-80 C9 橋全景



写真 4.3-81 交通状況

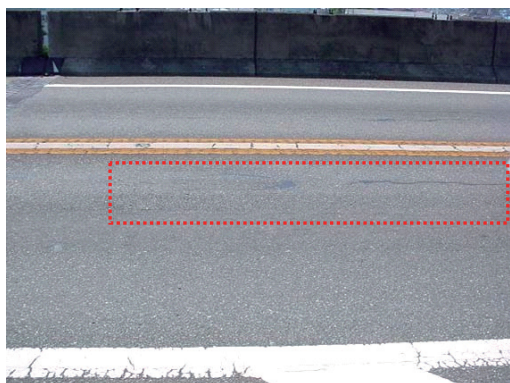


写真 4.3-82 舗装損傷の一例



写真 4.3-83 鋼床版の状況

(4) 近畿地区

① O1 橋

O1 橋は、神戸市内に位置する国道 2 号のバイパス高架橋であり、縦リブにはトラフリブの他、場所によってバルブプレートを用いている（写真 4.3-84）。幹線国道であることから、大型車交通量も多く、簡易調査では、主桁位置と思われる箇所に舗装ひび割れを確認した（写真 4.3-85）。

本橋は、供用後 25 年程度経過しており、交通実態を考えると鋼床版の疲労損傷の発生が懸念される。



写真 4.3-84 O1 橋

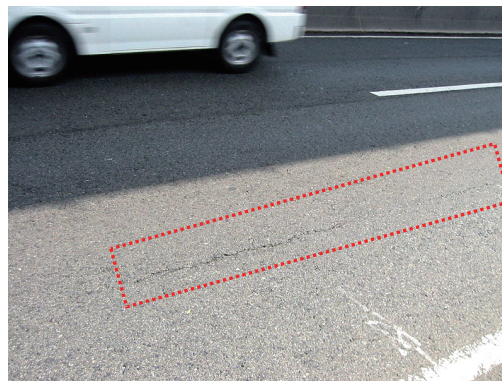


写真 4.3-85 舗装のひび割れ状況

② O2 橋

O2 橋は、神戸港湾部に位置する斜張橋で、バルブプレートを縦リブとしている（写真 4.3-86～写真 4.3-87）。1966 年（昭和 41 年）完成の初期の斜張橋である。

簡易調査の結果、本橋の交通実態はかなり厳しい状況にあった。本橋は、コンテナ埠頭どうしを連結している形となっているため、写真 4.3-88 に示すように、コンテナトレーラの混入率が極めて高い。また、大型車が通行するたびに、桁が上下に振動している。一方、路面の調査の結果、舗装の劣化が進んでおり、横断方向のひび割れのほか、亀甲状のひび割れやポットホールが確認された（写真 4.3-89）。

本橋は、バルブプレートを縦リブとする鋼床版のため、桁内調査は実施していないが、交通実態や舗装の損傷を鑑みると、鋼床版の疲労損傷の発生が懸念される。



写真 4. 3-86 02 橋全景



写真 4. 3-87 ブラケット部鋼床版



写真 4. 3-88 交通状況



写真 4. 3-89 舗装損傷の一例

③03 橋

03 橋は、02 橋に平行して架かる 3 径間連続鋼床版箱桁橋（有料道路）であり、国内で初めて中央支間が 200m を超えた箱桁橋でもある（写真 4. 3-90）。本橋は、経済設計がなされており、トラフリブの板厚は 8 mm であるが、デッキプレートは場所によって段階的に 12 mm から最大 26 mm の板厚のものを使用している。

本共同研究では、平成 18 年 6 月に、交通規制下での路面調査を実施した。その結果、03 橋は 02 橋と同様に、交通量そのものに加え、大型コンテナトレーラの通行が多く、交通実態は厳しい状態にあることがわかった（写真 4. 3-91）。また、路面調査を行い、図 4. 3-1 の①～⑧に示すような様々な舗装の損傷を確認した。

本共同研究では、桁内調査を実施していないが、本橋には、複数種の板厚のデッキプレートが使用されていることから、デッキプレートの板厚をパラメータとした鋼床版の疲労検討を行う場合には、最適な鋼床版橋梁であると言える。



写真 4.3-90 03 橋全景



写真 4.3-91 交通状況

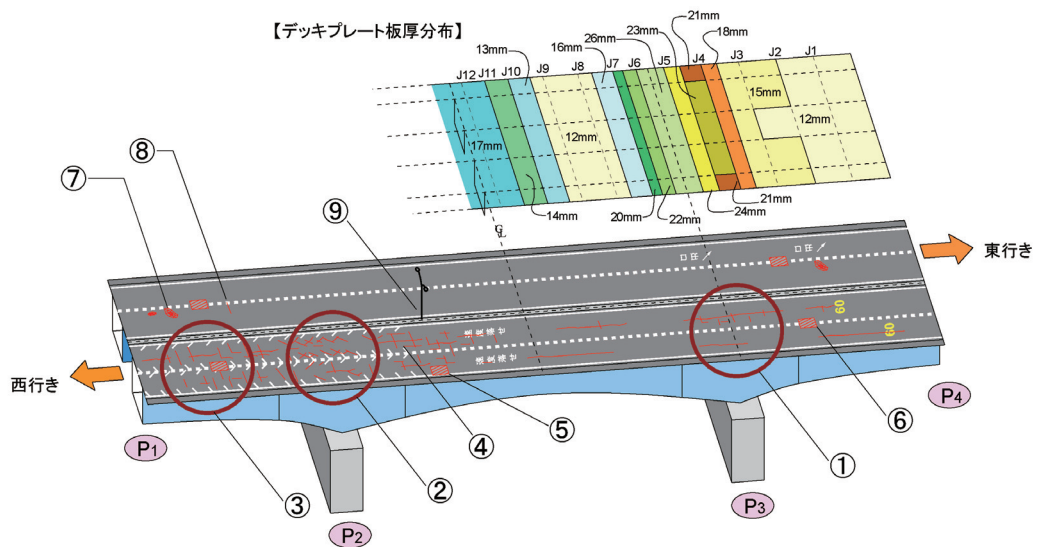


図 4.3-1 03 橋における路面調査結果（①～⑧が舗装の損傷）

④04 橋

O4 橋は、西宮市の港湾部に架かる 3 径間連続鋼床版箱桁橋であり、バルブプレート縦リブとする鋼床版橋である（写真 4.3-92）。簡易調査の結果、本橋は、比較的交通量が多いものの、舗装の損傷も少なく、大きな問題はみられなかった（写真 4.3-93）。なお、桁端部で漏水が発生しており、防水および排水機能の向上などの対策が必要であると考えられる（写真 4.3-94）。



写真 4.3-92 04 橋全景



写真 4.3-93 路面の状況



写真 4.3-94 桁端部における漏水と遊離石灰

⑤05 橋

05 橋は、兵庫県が管理する 3 径間連続鋼床版箱桁橋である（写真 4.3-95）。簡易調査の結果、伸縮装置の破損はみられるものの、本橋の交通量は少なく、鋼床版の疲労上の問題は少ないと考えられた（写真 4.3-96）。



写真 4.3-95 05 橋全景



写真 4.3-96 伸縮装置の破損

⑥06 橋

O6 橋は、大阪の臨海地区の一級河川上に架けられた連続箱桁橋である（写真 4.3-97）。本共同研究での簡易調査は未実施であるが、平成 20 年 2 月に（社）日本橋梁建設協会による簡易調査が行われた。

本橋は、ループ橋のアプローチ部分を有する橋梁であるが、大型車の交通量は多く、交通実態は比較的厳しいものと考えられる（写真 4.3-98）。路面観察の結果、トラフリブに沿っていると思われる舗装ひび割れが確認されたほか、地覆コンクリートブロックの破損などがみられた（写真 4.3-99～写真 4.3.100）



写真 4.3-97 06 橋全景



写真 4.3-98 交通状況

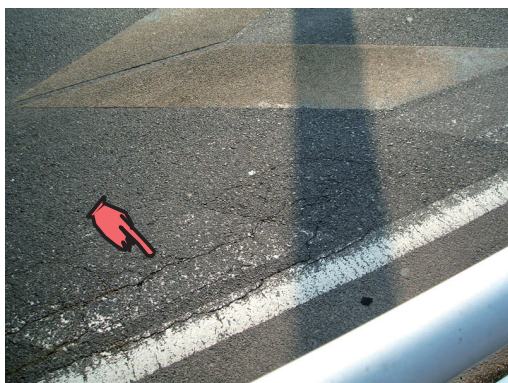


写真 4.3-99 舗装ひび割れの状況



写真 4.3-100 地覆コンクリートの破損

⑦07 橋

O7 橋は、大阪の臨海地区に位置するアーチ橋である（写真 4.3-101）。簡易調査を実施したが、本橋には歩道部がないため、車内から路面の調査を行うこととした。写真 4.3-102 に示すように、輪荷重走行位置に舗装の縦ひび割れが確認された。本橋は、鉄鋼関係が中心の工業地帯に位置していることから、交通荷重が厳しいと予想されるため、詳細な点検・調査を行うことが必要であると考えられる。



写真 4. 3-101 07 橋全景 ^{4. 1)}

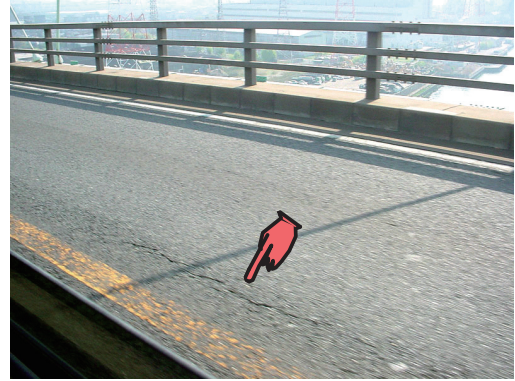


写真 4. 3-102 舗装の損傷

⑧08 橋

08 橋は、大阪の臨港地区に位置するバルブプレート縦リブとする連続箱桁橋である（写真 4. 3-103）。簡易調査を実施した結果、主桁位置と思われる箇所に舗装の縦ひび割れ（写真 4. 3-104）のほか、舗装の流動なども確認された。また、一部の排水桝が閉塞していた（写真 4. 3-105）。交通車両は大型車も多く、臨港道路の特徴を表している。

08 の前後に RC 床版を有するアプローチ橋があり、RC 床版の裏面よりその状態を確認した。その結果、多数のひび割れや補修痕を確認した（写真 4. 3-106）。このように、本橋における交通実態は、鋼床版や RC 床版にも厳しいものと考えられる。



写真 4. 3-103 08 橋全景

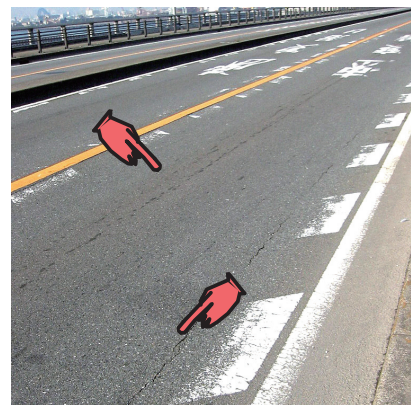


写真 4. 3-104 舗装ひび割れの状況



写真 4. 3-105 排水柵の閉塞



写真 4. 3-106 RC 床版の補修痕

⑨09-1 橋

09-1 橋は、08 橋に近い 09 橋の I 期工事分で、大阪市道の臨港地区に位置する 3 径間連続箱桁橋である（写真 4. 3-107）。1964 年（昭和 41 年）完成で、板厚 8mm の V リブを縦リブとしているのが特徴である。簡易調査を実施したところ、当該路線の交通実態が極めて厳しいことが判明したため、供用年数も 40 年以上経過していることから、平成 16 年 12 月に桁内調査を実施することとなった（写真 4. 3-108～写真 4. 3-109）。

桁内調査の結果、本橋では、多数の溶接補修の痕跡を確認した。主なものを列挙すると、①V リブとダイアフラムのウェブの突合せ溶接部（写真 4. 3-110）、②V リブとデッキプレートのすみ肉溶接部（一般部）（写真 4. 3-111）、③V リブとデッキプレートのすみ肉溶接部（交差部）（写真 4. 3-102）、などが確認された。しかし、②の溶接補修をした箇所において、磁粉探傷試験により、その先端から疲労き裂が再度進展していることを確認したことから、溶接補修にあたっては、き裂の除去方法などに関して十分な検討を行う必要があることを示唆している。なお、溶接補修についての詳細は不明である。



写真 4. 3-107 09-1 橋全景（左）



写真 4. 3-108 交通状況



写真 4.3-109 桁内調査状況

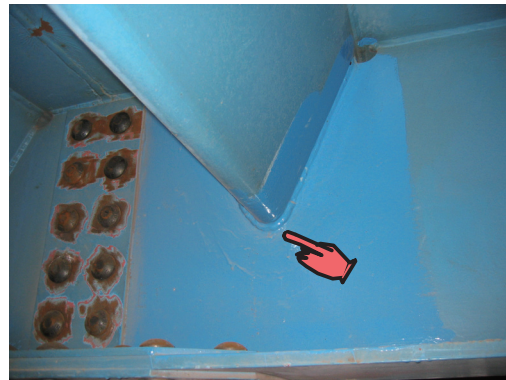


写真 4.3-110 溶接補修の痕跡



写真 4.3-111 溶接補修の痕跡



写真 4.3-112 溶接補修の痕跡

⑩O9-2 橋

O9-2 橋は、O9 橋のⅡ期工事分で、Ⅰ期（O9-1 橋）の 10 年後に架けられた 3 径間連続箱桁橋である（写真 4.3-113）。Ⅰ期とは異なり、縦リブには板厚 8 mm のトラフリブを使用している。Ⅰ期（O9-1 橋）において、多数の溶接補修痕を確認したため、平成 19 年 12 月に、本橋についても桁内調査を実施することとした（写真 4.3-114）。

桁内調査の結果、Ⅰ期（O9-1 橋）と同様に多数の溶接補修痕や疲労損傷を確認した。主なものを列挙すると、以下のとおりである。

- 1) トラフリブ突き合わせ溶接部（写真 4.3-115）
- 2) トラフリブとダイアフラムとの交差部（写真 4.3-116）
- 3) コーナープレートとダイアフラムの溶接部（写真 4.3-117）
- 4) 主桁水平補剛材とダイアフラムの溶接部（写真 4.3-118）
- 5) ダイアフラムボルト添接部のスカラップ近傍（写真 4.3-119）

6) デッキプレート突合せ溶接部 (写真 4.3-120)

このうち、2)～6)については、溶接補修をしたと思われる痕跡を確認している。

本橋のおかれている荷重実態は相当厳しいものと予想されるため、今後も継続的な調査・点検の実施が必要であると考えられる。



写真 4.3-113 09-2 橋全景



写真 4.3-114 桁内調査状況



写真 4.3-115 疲労き裂の一例



写真 4.3-116 疲労き裂の一例



写真 4.3-117 溶接補修の痕跡



写真 4.3-118 溶接補修の痕跡



写真 4. 3-119 溶接補修の痕跡



写真 4. 3-120 溶接補修の痕跡

⑪O10 橋

O10 橋は、港湾地区に位置する斜張橋である（写真 4. 3-121）。簡易調査では、車上からの路面観察のみ実施したが、主桁位置に若干の舗装ひび割れを確認したが、大きな損傷はみられなかった（写真 4. 3-122）。



写真 4. 3-121 O10 橋全景^{4.1)}



写真 4. 3-122 路面の状況

⑫O11 橋

O11 橋は、大阪市住之江区の市道に位置する単純鉸桁橋で、バルブプレートを通りとする鋼床版橋である（写真 4. 3-123～写真 4. 3-124）。簡易調査では、路面に凹状の舗装陥没箇所が確認されたが、後日、製作会社による調査が行われ、鋼床版側に異常がないことが確認されている（写真 4. 3-125）。また、当該部位の舗装の補修工事についてもその後行われていることを確認した（写真 4. 3-126）。



写真 4. 3-123 011 橋全景



写真 4. 3-124 鋼床版裏面の状況

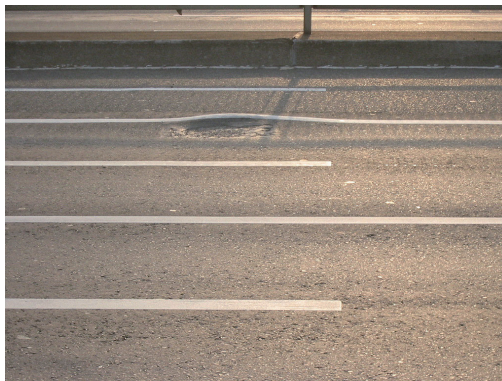


写真 4. 3-125 舗装の凹面の状況



写真 4. 3-126 舗装の補修状況

⑬O12 橋

O12 橋は、大阪市南部の一級河川を横断する市道に位置する 3 径間連続箱桁橋である（写真 4. 3-127）。旧橋からの段階的な架け替えを行った経緯で、中床版の支間長が 20m を超える（写真 4. 3-128）。本橋の鋼床版は、板厚 8 mm のトラフリブを使用していることもあり、本共同研究では、簡易調査を省略し当初より桁内調査を行った。

第 1 回目の桁内調査は、平成 16 年 2 月に実施した。まず、交通状況を確認したところ、本橋は製鉄所やコンテナ埠頭が近いことから、大型車の通行量が特に多いことがわかった（写真 4. 3-129）。また、舗装の損傷として、主桁近傍の縦ひび割れや写真 4. 3-130 に示すような亀甲状の舗装ひび割れが確認された。また、多くの排水桝が閉塞しており機能が低下していることが指摘された（写真 4. 3-131）。一方、箱桁内部では、排水管の損傷部からの漏水により、箱桁下フランジに耐水がみられ、ボルト添接部では写真 4. 3-132 に示すように、著しい腐食が進行していた。

このような状況を把握した後、さらに翌年 1 月に、第 2 回目の桁内調査を実施し

た。その結果、機能が低下していた排水桝の取替えが進められており、さらに箱桁下フランジの腐食箇所も補修がおこなわれていることを確認した（写真 4.3-133～写真 4.3-134）。これにより、本橋の健全性が向上していると言える。次に、箱桁内部と中床版部の鋼床版の、近接目視による調査を行った。その結果、①主桁垂直補剛材部上端部のき裂、②デッキプレートとトラフリズ溶接部のビード貫通き裂、をそれぞれ2箇所確認した。後者のき裂進展速度は、一般に速いことが知られており、早急な対策が求められる。

本橋のおかれている荷重実態は厳しいものと予想されるため、今後も継続的な調査・点検の実施が必要であると考えられる。また、鋼床版の疲労損傷の全容を把握するために、足場等を設置した上で、中床版部を対象とした詳細調査を実施することが必要であると考えられる。



写真 4.3-127 012 橋全景



写真 4.3-128 中床版の鋼床版状況



写真 4.3-129 交通状況



写真 4.3-130 舗装の損傷



写真 4. 3-131 排水柵の機能低下



写真 4. 3-132 主桁下フランジの腐食



写真 4. 3-133 排水柵の取替え状況



写真 4. 3-134 腐食部の補修状況

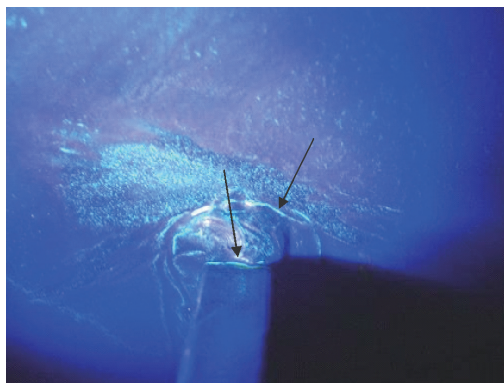


写真 4. 3-135 垂直補剛材部の疲労き裂



写真 4. 3-136 ビード貫通き裂

⑭013 橋

013 橋は、兵庫県の播但自動車道に位置する 1 ボックスの 3 径間連続鋼床版箱桁橋である（写真 4. 3-137）。山間部に近く、交通量は比較的少ない。

本橋の鋼床版で板厚 8 mm のトラフリブを用いていることから、本共同研究では、簡易調査を省略し、平成 16 年 3 月に桁内調査を実施した（写真 4. 3-138）。その結果、①排水管の損傷部からの漏水により箱桁内部に雨水が滞水しており（写真 4. 3-139）、さらに、②コーナープレート溶接部に塗膜割れを確認した。②については、磁粉探傷試験を実施し、溶接部にき裂が発生していることを確認した（写真 4. 3-140）。ただし、本路線の交通実態や、コーナープレートの構造を考慮すると、このき裂は、製作時の溶接の拘束割れの可能性もあると高いと考えられた。

本橋は、鋼床版の疲労上の問題は少ないと考えられるが、桁内部の滞水については、早急に対処することが必要であると考えられる。



写真 4. 3-137 013 橋全景



写真 4. 3-138 桁内調査の実施状況



写真 4. 3-139 箱桁内部の滞水状況



写真 4. 3-140 磁粉探傷試験状況

⑮014 橋

O14 橋は、O3 橋と同一路線に位置する 5 径間連続ラーメン橋である（写真 4.3-141）。本橋は、O3 橋と同様に、デッキプレートの板厚が 12 mm から最大 20 mm まで段階的に変えられている（図 4.3-2）。

本共同研究では、平成 18 年 6 月に O3 橋に引き続いて交通規制下での路面調査を実施した（写真 4.3-142）。路面の調査結果を図 4.3-3 に示す。本橋では、図中の①～⑦に示す舗装の損傷と、⑧、⑨に示すその他の劣化、損傷が確認された。このうち、舗装の損傷はデッキプレートの板厚が比較的薄い箇所、あるいは中間支点部に集中していることが分かる。

本共同研究では、桁内調査を実施していないが、本橋は、O3 橋と同様に複数種の板厚のデッキプレートが使用されていることから、デッキプレートの板厚をパラメータとした鋼床版の疲労検討を行う場合には、最適な鋼床版橋梁であると言える。なお、本橋は O3 橋と同様に、重交通路線に位置していることから、詳細な桁内調査の実施が必要であると考えられる。

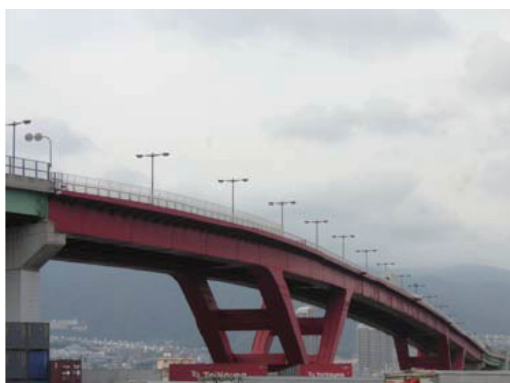


写真 4.3-141 O14 橋全景



写真 4.3-142 路面調査状況

鋼床版デッキプレート板厚分布

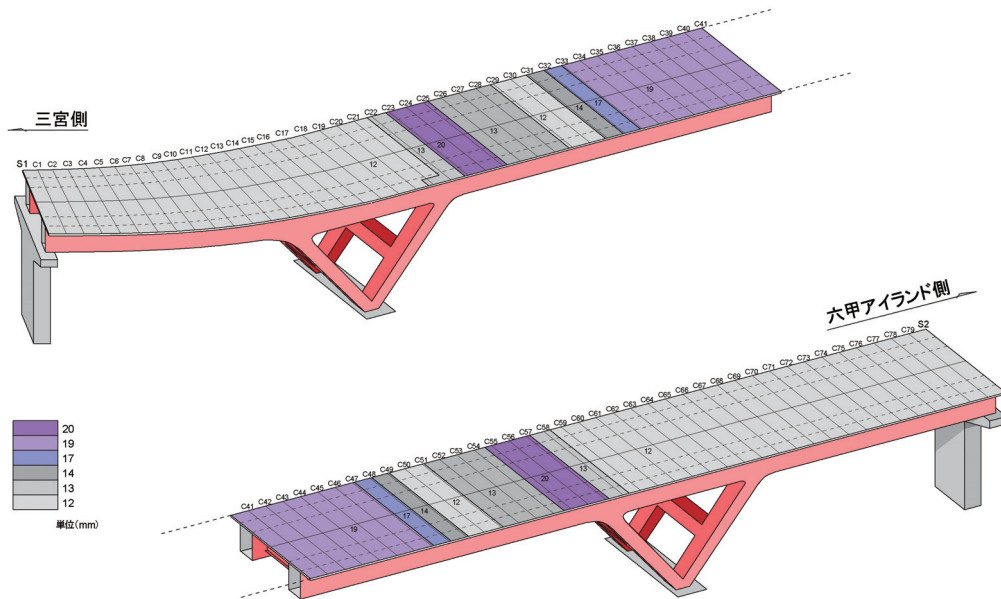


図 4.3-2 014 橋のデッキプレートの板厚分布

鋼床版舗装損傷分布

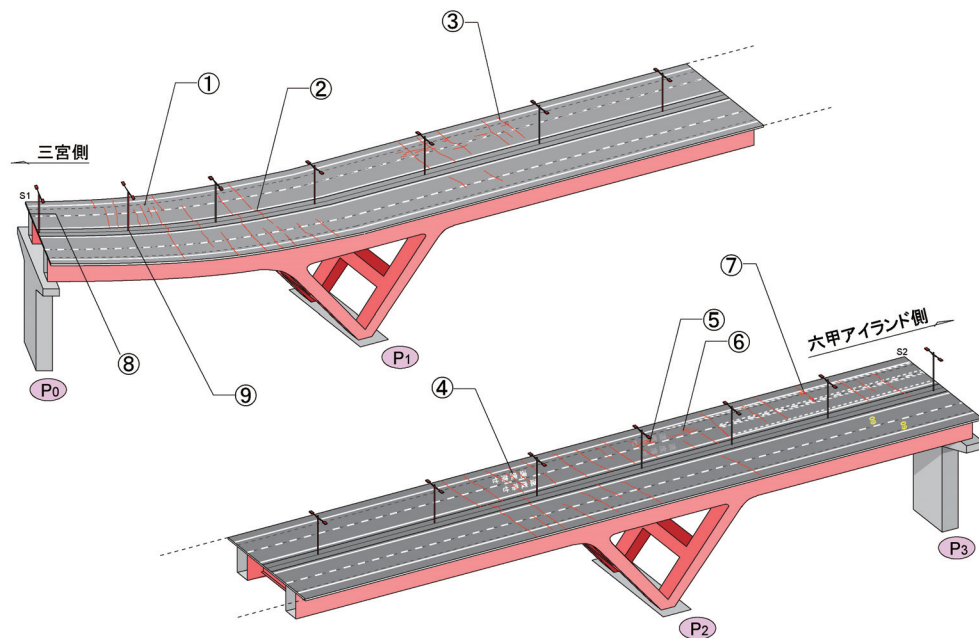


図 4.3-3 014 橋における路面調査結果（①～⑦が舗装の損傷）

(5) 九州地区

① Q1 橋

Q1 橋は、北九州市の港湾部に架かる長大吊橋である（写真 4.3-143）。1990 年に RC 床版から鋼床版に取替えられた。歩道部がないため、簡易調査は、車上からの路面観察のみであったが、舗装の大きな損傷や劣化は認められなかった。



写真 4.3-143 Q1 橋全景^{4.1)}

② Q2 橋

Q2 橋は、北九州市近郊に位置し、国道 3 号線が一級河川を横断する箇所に架かる 3 径間連続鋼床版橋である（写真 4.3-144）。北九州市と福岡市を結ぶ国道上に位置することから、交通量、大型車混入量も大きい（写真 4.3-145）。

簡易調査を実施した結果、主桁位置と輪荷重走行位置とが一致しており、ほぼ全長にわたって舗装の縦ひび割れが確認された。したがって、C7 橋と同様に垂直補剛材上端部の疲労損傷が懸念された。そこで、Q2 橋では、平成 17 年 12 月に桁内調査を実施した。

桁内調査の結果、主桁の垂直補剛材上端部に塗膜割れが確認され、磁粉探傷試験により疲労き裂であると判断された（写真 4.3-146）。また、トラフリブとダイアフラムの交差部の下側スリット端部の回し溶接部に、溶接補修と思われる増し盛り溶接の痕跡が複数箇所で見られた（写真 4.3-147）。これらは、疲労損傷に対する補修と考えられるため、本橋の交通実態を考慮すれば、引き続いて継続的な点検・調査を実施するのが必要であると考えられる。



写真 4. 3-144 Q2 橋全景



写真 4. 3-145 交通状況

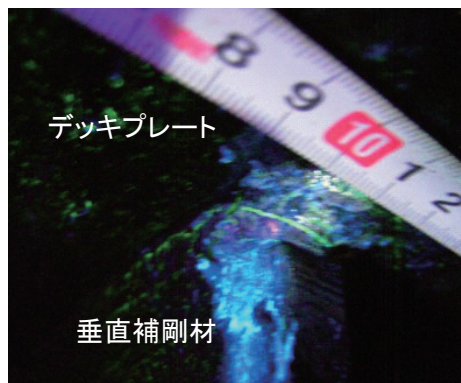


写真 4. 3-146 垂直補剛材の疲労き裂



写真 4. 3-147 増し盛り溶接部

③ Q3 橋

Q3 橋は、太宰府市の旧国道 3 号線に位置する単純箱桁橋である(写真 4. 3-148)。高架橋構造のバイパスが開通し交通の切り替えがなされたため、現在では交通量は少なく、そのほとんどが乗用車である。簡易調査の結果、路面の状態は良好であり、また鋼床版下面からの目視調査においても異常は認められなかったことから、本橋は鋼床版の疲労上の問題は少ないと考えられる(写真 4. 3-149)。



写真 4. 3-148 Q3 橋全景



写真 4. 3-149 路面の状況

④ Q4 橋

Q4 橋は、博多湾の臨海部に位置する市道の 3 径間連続鋼床版橋である（写真 4.3-150）。臨海部に位置していることから、港湾荷役関係の大型車の交通量が多い（写真 4.3-151）。簡易調査を実施した結果、東行き車線において舗装のひび割れや流動などの損傷が多数確認された（写真 4.3-152）。そこで、平成 17 年 12 月に桁内調査を実施することとした。

桁内調査の結果、部分的な腐食や、トラフリブとダイアフラムの交差部に塗膜割れが認められたものの（写真 4.3-153）、鋼床版の大きな疲労損傷は認められなかった。しかしながら、本橋の交通実態を考慮すると、今後も継続的な点検・調査を実施することが必要であると考えられる。



写真 4.3-150 Q4 橋全景^{4.1)}



写真 4.3-151 交通状況



写真 4.3-152 舗装ひび割れの例

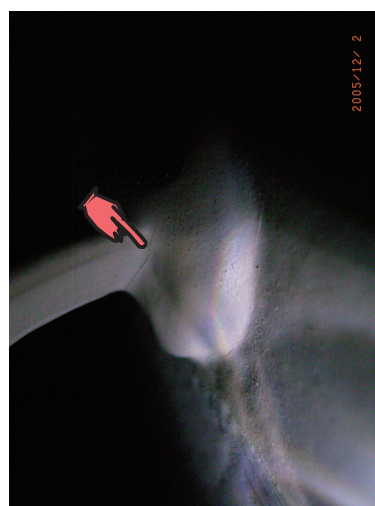


写真 4.3-153 塗膜割れの例

⑤ Q5 橋

Q5 橋は、北九州市内の市街地に位置する 2 径間連続箱桁橋である（写真 4. 3-154）。市街地に位置することから、通行車両は乗用車がほとんどである（写真 4. 3-155）。

簡易調査の結果、路面にわずかながら主桁上の舗装ひび割れが確認されたが、舗装の大きな劣化や損傷はみられなかった。また、排水管や排水柵の機能は健全であったが、鋼床版裏面に塗膜劣化が見られた。

本橋の交通実態を考慮すれば、本橋では鋼床版の疲労上の問題は少ないと考えられる。



写真 4. 3-154 Q5 橋全景



写真 4. 3-155 交通状況

⑥ Q6 橋

Q6 橋は、博多湾に新しく建設された埋め立て地に 1993 年に建設された 3 径間連続箱桁橋である（写真 4. 3-156）。埠頭間を連絡する橋梁であるため、コンテナトラレーラの交通量が多い（写真 4. 3-157）。

簡易調査の結果、舗装等に大きな損傷は見られなかったものの、実質的に供用され始めた時期が最近であること、これからの交通量の増大が見込まれることなどから、今後は継続的な点検・調査を実施することが必要であると考えられる。



写真 4. 3-156 Q6 橋全景



写真 4. 3-157 交通状況

⑦ Q7 橋

Q7 橋は、北九州市の市道が JR 鹿児島本線を跨ぐ箇所に位置する単純箱桁橋である（写真 4. 3-158）。産業道路であるため、トレーラなどの大型車が多い。

簡易調査の結果、路面の状態は良いが、主桁位置にわずかながら舗装ひび割れが見られた。本橋は交差点に位置しているが、交差点の分岐条件のために、第二車線に大型車の通行が集中していた（写真 4. 3-159）。また、排水枥がモルタル成分の流入により閉塞しており、排水機能が低下している（写真 4. 3-160）。



写真 4. 3-158 Q7 橋全景



写真 4. 3-159 第二車線への交通集中



写真 4. 3-160 排水枥の閉塞状況

4.4 まとめ

4.3節で示した調査結果より、対象橋梁の損傷状況等をまとめると表 4.4-1 となる。

調査対象となった橋ではデッキプレート貫通き裂を含む様々なき裂やその他の損傷、変状が多く確認された。このように厳しい交通環境で供用されてきた鋼床版橋梁では、膨大な溶接線を有する鋼床版構造に経年に従ってさまざまな損傷が生じる可能性も高まってくるのが想定され、これらを効率的に発見してできるだけ早期に適切な補修や補強の対策を実施するためには、ここで見当したような段階的なスクリーニングによる調査手法がある程度有効なものと考えられる。

表 4.4-1 調査結果のとりまとめ

地区	記号	判定	備 考	地区	記号	判定	備 考
北海道	H1	×	過去の補修補強箇所の再点検が望まれる。	阪神	O1	…	別途、簡易調査の必要あり。
	H2	○	舗装の損傷箇所の補修が望まれる。		O2	△	桁内調査の実施が望まれる。
	H3	○	防食性能の向上が望まれる。		O3	△	桁内調査の実施が望まれる。
	H4	○			O4	○	
	H5	△	継続的な点検・調査の実施が望まれる。		O5	○	
	H6	△	箱桁内(下フランジ)の腐食が懸念される。		O6	…	別途、簡易調査の必要あり。
	H7	△	継続的な点検・調査の実施が望まれる。		O7	…	別途、簡易調査の必要あり。
	H8	○	ECC舗装の経過観察が望まれる。		O8	△	桁内調査の実施が望まれる。
関東	M1	△			O9-1	×	疲労損傷の溶接補修の痕跡が多数あり。
	M2	×	デッキプレート貫通き裂が発生。		O9-2		
	M3	×	デッキプレート貫通き裂が発生。		O10	…	別途、簡易調査の必要あり。
	M4	△	交通実態は厳しく、疲労損傷が懸念される。		O11	○	
	M5	…	別途、簡易調査の必要あり。		O12	×	ビード貫通き裂などが発生。
	M6	△	継続的な点検・調査の実施が望まれる。		O13	○	箱桁内の滞水対策が課題。
	M7-1	△	継続的な点検・調査の実施が望まれる。		O14	△	桁内調査の実施が望まれる。
	M7-2			北九州	Q1	○	
	M8-1	△	継続的な点検・調査の実施が望まれる。		Q2	×	疲労損傷の溶接補修の痕跡あり。
	M8-2				Q3	○	
	M9	△	疲労損傷の発生が懸念される。		Q4	△	継続的な点検・調査の実施が望まれる。
	M10	×	デッキプレート貫通き裂が発生。		Q5	○	
	M11	×	ビード貫通き裂が発生。		Q6	△	継続的な点検・調査の実施が望まれる。
					Q7	△	継続的な点検・調査の実施が望まれる。
名古屋	C1	×	デッキプレート貫通き裂が発生。				
	C2-1	○					
	C2-2						
	C3	×	垂直補剛材上端部に疲労損傷を確認。				
	C4	○					
	C5	○					
	C6	○					
	C7	×	垂直補剛材上端部などに疲労損傷を確認。				
	C8	…	別途、簡易調査の必要あり。				
	C9	△	継続的な点検・調査の実施が望まれる。				

注) 判定結果のうち、○：比較的健全であること、△：経過観察が必要であること、×：損傷が発生していること、をそれぞれ示している。

参考文献

- 4.1) (社)日本橋梁建設協会ホームページ：<http://www.jasbc.or.jp/>
- 4.2) 勝俣盛，小笠原照夫，町田文孝，川瀬篤志，溝江慶久：合理化鋼床版のＵリブ・横桁交差部の局部応力特性について，構造工学論文集 Vol.45A, pp.1047-1054, 2001.3
- 4.3) 井口進，寺尾圭史，西野崇史，村越潤：鋼床版ＳＦＲＣ舗装施工前の静的載荷試験，土木学会第 60 回年次学術講演会概要集，CS-10, pp.17-18, 2005.9
- 4.4) 新山惇，佐藤昌志，三田村浩，岩崎雅紀，石井博典：鋼床版縦リブ溶接部の疲労補強対策に関する一検討，構造工学論文集 Vol.47A, pp.1047-1054, 2001.3
- 4.5) 三田村浩，坂田昇，赤代恵司，須田久美子，平石剛紀：鋼床版への高靱性繊維補強セメント複合材料 ECC を用いた補強工法の適用－美原大橋における施工－，橋梁と基礎 2005-8, pp.88-91, 2005.8
- 4.6) 齋藤史朗，後藤良和，倉田幸宏，杉村誠：「天白大橋」鋼床版あて板補強の施工と解析，石川島播磨技報 2007 特集号，pp.95-102, 2007