

鋼床版の維持管理における調査方法

一 実態調査に基づく鋼床版の点検手法の検討 一

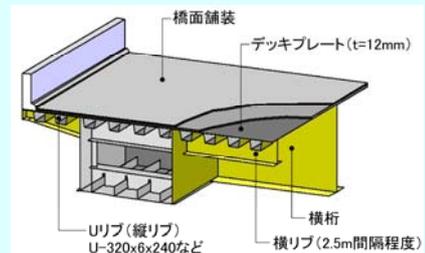


日本橋梁建設協会 技術委員会 鋼床版小委員会

1

鋼床版の特長

- ・軽量であり、桁高を低くできる。
- ・現場での建設工程を短縮できる。
- ・工場製作のため安定した品質を確保できる。



2

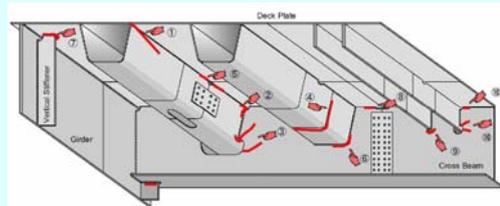
鋼床版の疲労問題

- ・大都市や湾岸地区の重交通路線に位置する20年程度が経過した鋼床版において発生。
- ・当初、想定していなかった大きな荷重(過積載を含む)が作用していることが原因のひとつ。



3

鋼床版の主な疲労損傷とその発生位置



①デッキとUリブ溶接部 ②Uリブと横リブ交差部 ③垂直補剛材上端部

4

デッキとUリブ溶接部に発生する疲労損傷



■ビード進展き裂

■デッキ進展き裂



出典：阪神高速公開資料

5

国土技術政策総合研究所との共同研究の概要

- ◆研究名称：鋼部材の耐久性向上策に関する共同研究
- ◆研究期間：平成15年～平成17年（以降も継続）
- ◆設立趣旨：デッキ進展き裂を対象に
 - ①損傷の発生しうる条件をもった橋梁のスクリーニング
→全国の鋼床版橋梁調査
 - ②損傷が疑われる部位に対する有効な調査法の確立
→調査方法の実践
 - ③鋼床版の調査要領（案）の提示



6

共同研究報告書の構成



国土技術政策総合研究所資料
共同研究報告書
No. 471 August 2009

国土交通省 国土技術政策総合研究所
建設法人 日本橋梁建設協会

国総研資料No.471

第1章：研究の概要

第2章：鋼床版の構造諸元とデッキ進展き裂との関係に対する解析的検討

第3章：デッキ進展き裂に着目した鋼床版の段階的調査手法

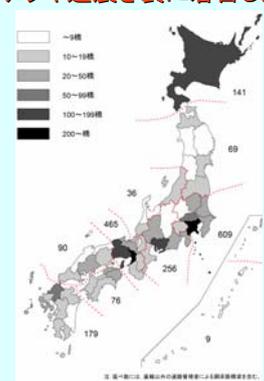
第4章：鋼床版現地調査

第5章：鋼床版応力測定

第6章：総括（調査要領（案））

付録：鋼床版舗装の損傷事例集

デッキ進展き裂に着目した鋼床版の段階的調査手法



国土交通省、橋建協等の鋼床版橋梁に関するデータベース

↓

全国延べ1,930橋を対象

損傷の発生しうる条件をもった橋梁の効率的なスクリーニング

段階的調査手順 スクリーニング手順

机上調査 (Step-1)



▶

↓

概略調査 (Step-2)



▶

↓

簡易調査 (Step-3)



▶

↓

詳細調査 (Step-4)



▶

机上調査 (Step-1)

鋼床版橋梁の中からデッキ進展き裂を生じる可能性のある橋梁を抽出する。

橋梁台帳、設計図書、製作・施工報告書、点検補修に関する資料、架橋環境状況に関する資料から...

- 1) 鋼床版の構造諸元
- 2) 大型車交通量 (供用以来の累積台数)
- 3) 舗装の更新や補修履歴
- 4) 鋼床版の既往の疲労損傷の有無やその種類

机上調査 (Step-1)



交通実態



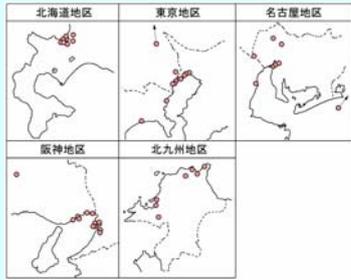
港湾地域

都心地域

地域特性、路線特性

机上調査 (Step-1)

- ・供用20年程度経過
- ・大都市圏、湾岸地域、都市間幹線などの重交通路線に位置する。
- ・過去に頻繁に舗装の打ち替えが行われている。



全国50橋を抽出し、Step-2へ

概略調査 (Step-2)

机上調査で抽出された橋梁に対して、デッキ進展き裂の可能性のより高い橋梁および径間を抽出することを目的とする。

交通規制や足場設置や電源の確保などが必要となる、近接の目視調査、非破壊検査や舗装部撤去等の調査に対して、あらかじめ調査対象径間などをより限定した領域に絞り込む。

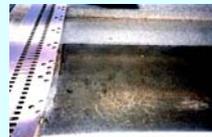
→ 歩道あるいは走行車両からの外観目視調査を基本

- ① 舗装の変状
- ② 交通振動や衝撃音など

13

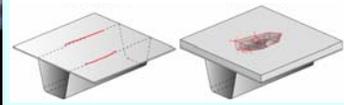
概略調査 (Step-2) ～舗装の変状～

■ デッキ進展き裂



鋼床版の疲労き裂

舗装のひび割れ

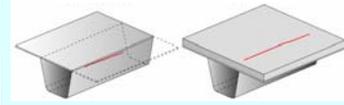


■ ビード進展き裂



鋼床版の疲労き裂

舗装のひび割れ



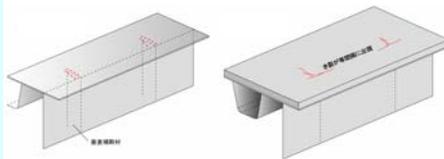
14

概略調査 (Step-2) ～舗装の変状～

■ 垂直補剛材上端部

鋼床版の疲労き裂

舗装のひび割れ



垂直補剛材と同じ間隔で舗装のひび割れが発生

15

概略調査 (Step-2) ～舗装の変状～

■ 車両荷重の厳しさを示すもの



ポットホール



わだち掘れ

→ 日常点検で、舗装の変状パターンを把握すること、局所的な補修が頻繁に行われていることを把握することは、非常に有効な方法である。

→ ただし、必ずしも舗装の変状＝鋼床版の疲労ではない。

16

簡易調査 (Step-3)

概略調査までで抽出された径間を有する橋梁に対して、デッキ進展き裂の可能性に対する評価と、以降詳細調査を行う部位の絞り込みを行うことを目的とする。

供用性やコスト面への影響が大きい詳細調査を行う前に、調査対象を絞り込む。

→ これまでの調査Stepで得られた情報をもとに、

- ① 実際の交通状況、車両走行位置、舗装の損傷位置などを把握
- ② その他、橋梁本体の健全性に関わる損傷を把握

17

簡易調査 (Step-3) ～交通実態～

■ 地域特性と交通実態



港湾荷役車両の多い交通



河川改修によりダンプトラックの多い交通



鉄鋼荷役車両の多い交通



抜け道として利用の多い交通



18

簡易調査 (Step-3) ～交通実態～

■交通流の実態



大型車の頻繁な車線変更



右折レーンへの交通集中



大型車の離合



ガードレールの設置による圧迫感

19

簡易調査 (Step-3) ～交通実態～

■簡易交通実態調査



ビデオカメラによる計測



簡易的な目視調査

大型車混入率の比較

	交通センサス	簡易調査
A橋	25.2%	49.7%
B橋	49.0%	57.0%
C橋	34.2%	37.6%
D橋	21.1%	52.3%
E橋	38.5%	47.9%

→交通センサスデータのみならず、**現地の交通実態**を把握することが重要。

20

簡易調査 (Step-3) ～その他の変状～

■伸縮装置の損傷



■衝突による？変形



■高欄の腐食



■車歩道境界柵の損傷



21

詳細調査 (Step-4)

簡易調査で抽出された鋼床版について、デッキ進展き裂を含む疲労損傷の発生の有無を確認することを目的とする。

スクリーニングによる絞り込みが行われた鋼床版に対し、**具体的に疲労損傷の発生の有無を確認するとともに、今後の補修補強など当該橋梁の維持管理計画の策定に必要な情報を得る。**

- 1) 鋼床版裏面、箱桁内部からの目視調査（舗装は適宜撤去）
- 2) 磁粉探傷や超音波探傷試験などの非破壊検査

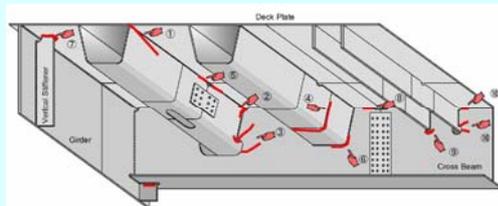
場合に応じて...

舗装撤去調査、溶接ビード形状の確認、Uリブ内部の堆積物の確認 応力測定、などの詳細調査

22

詳細調査 (Step-4)

■鋼床版裏面、箱桁内部からの目視調査



疲労き裂の種類ごとに損傷の発生傾向、発生原因を十分に理解し、調査を重点的に行う溶接線、部位を念頭に置いておく必要がある。

23

詳細調査 (Step-4)

■鋼床版裏面、箱桁内部からの目視調査



箱桁内

点検通路

高所作業車

仮設足場



現場継手部

Uリブと横リブ交差部の損傷に対する重点調査箇所

24

詳細調査 (Step-4)

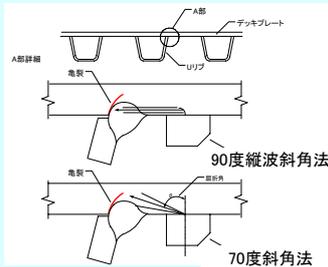
■超音波探傷試験

【第一段階】

90度縦波斜角法によりきずの有無を推定する。

【第二段階】

70度斜角法によりきずの深さ、進展方向を推定する。



※90度縦波斜角法では溶接溶け込み量の推定も行う。

25

詳細調査 (Step-4)

■舗装撤去による鋼床版上面調査



超音波による板厚測定

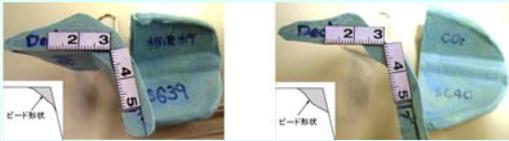
磁粉探傷試験

26

詳細調査 (Step-4)

■溶接ビード形状の調査(資料採取)

(1)印象材によるビード形状の計測



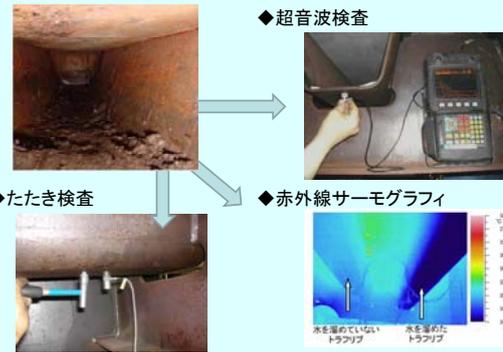
(2)溶接ゲージによるビード形状の計測



27

詳細調査 (Step-4)

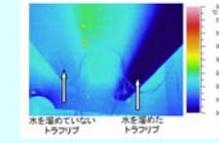
■Uリブ内部の堆積物の調査



◆超音波検査

◆たたき検査

◆赤外線サーモグラフィ



28

詳細調査 (Step-4) ~その他の変状~

■塗装の劣化



■鳩による糞害



■高力ボルトの脱落



■箱桁内部の滞水

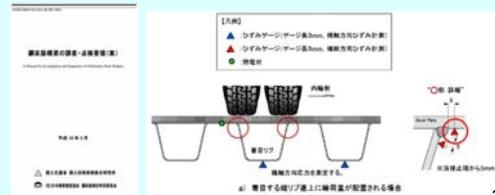


29

詳細調査 (Step-4)

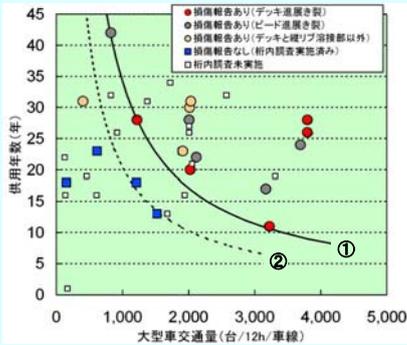
■応力測定

- 路線の交通条件や図面などから、鋼床版応力状態を推定することは不可能。
- 荷重車載荷試験と応力頻度測定で構成。
- アスファルト舗装のヤング率の温度依存性を考慮して実施。
- 疲労損傷の原因の推定や過去あるいは将来の疲労被害を予測。
- 室内試験の試験条件や疲労設計手法の確立等に利用。



30

疲労損傷の発生と供用年数、交通量との関係



①累積台数: 2.5×10^7 台 ②累積台数: 1.5×10^7 台

31

鋼床版の疲労損傷の調査事例①

【事例】～M2大橋（東京湾岸地区）



橋梁形式: 3径間連続鋼床版箱桁橋ほか
 完成年: 1980年 橋長: 408m
 デッキプレート厚: 12mm 縦リブ形状: U-340x8x284
 横リブ間隔: 3,000mm

32

【Step-1】: 供用年数、重交通路線(湾岸道路)→抽出

【Step-2】: 概略調査 (2004.10)

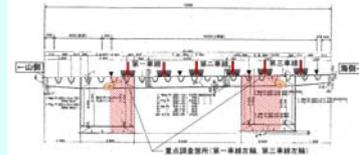


・舗装の劣化、厳しい交通実態を把握

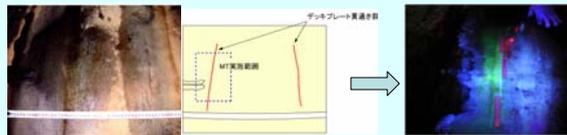


33

国土交通省による調査 (2005.1～6)



主桁垂直補剛材上端部



舗装工事中に複数のデッキ進展き裂を確認

34

【Step-3,4】: 簡易調査、詳細調査 (2005.8)

- ・アスファルト舗装の影響が少ない夏季
- ・荷重車載荷試験、応力頻度測定



応力測定位置



荷重車載荷試験

35

鋼床版の疲労損傷の調査事例②

【事例】～C7大橋（中京地区）



橋梁形式: 3径間連続鋼床版箱桁橋×3連
 完成年: 1983年 橋長: 966m
 デッキプレート厚: 12mm 縦リブ形状: U-320x8x230
 横リブ間隔: 4,000mm

36

【Step-1】: 供用年数, 構造, 路線(抜け道)→抽出

【Step-2】: 概略調査 (2004.6)



舗装の劣化

交通実態

37

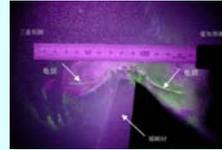
【Step-3】: 簡易調査① (2004.8)



目視調査



Uリブ現場継手部



主桁垂直補剛材上端部



鳩糞の堆積

38

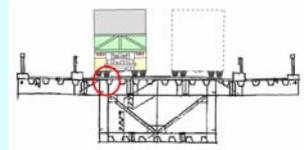
【Step-3】: 簡易調査② (2005.2)



主桁垂直補剛材上端部におけるき裂
一部がデッキを貫通

39

【Step-3】: 簡易調査② (2005.2)



輪荷重位置と垂直補剛材位置が一致



垂直補剛材
間隔に一致

40

【Step-4】: 詳細調査 (2006.3)

- ・中程度の気温下での測定
- ・荷重車載荷試験, 応力頻度測定



応力測定位置



荷重車載荷試験

41

鋼床版の疲労損傷の調査事例③

【事例】～O12大橋 (大阪湾岸地区)



橋梁形式: 3径間連続鋼床版箱桁橋
完成年: 1984年 橋長: 224m
デッキプレート厚: 12mm 縦リブ形状: U-320x8x250
横リブ間隔: 3,650mm (最大)

42

【Step-1】: 供用年数, 構造, 重交通路線(湾岸道路)→抽出

【Step-2,3】: 概略調査, 簡易調査 (2004.2) (2005.1)



舗装の損傷

交通実態

43

【Step-2,3】: 概略調査, 簡易調査 (2004.2) (2005.1)

《デッキとUリブ溶接部》



《垂直補剛材上端部》

44

【Step-4】: 詳細調査 (2006.3)

- ・中程度の気温下での測定
- ・荷重車載荷試験, 応力頻度測定



応力測定位置

荷重車載荷試験

45

鋼床版の疲労損傷の調査事例④

【事例】～O9-2大橋 (大阪湾岸地区)



橋梁形式: 3径間連続鋼床版箱桁ゲルバー橋
 完成年: 1974年 橋長: 275m
 デッキプレート厚: 12mm 縦リブ形状: U-300x8x250
 横リブ間隔: 2,500mm

46

【Step-1】: 供用年数, 構造, 重交通路線(湾岸道路)→抽出

【Step-2】: 概略調査 (2004.4)



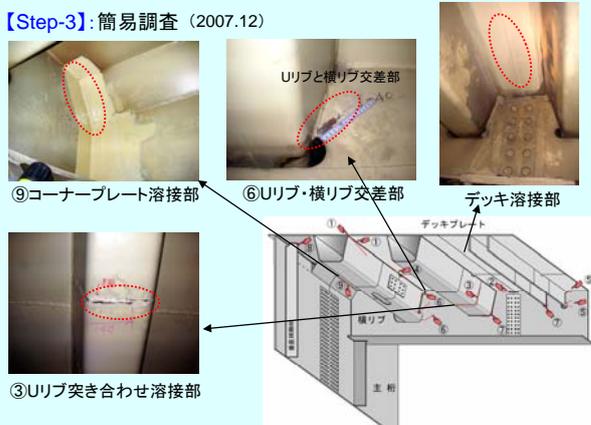
舗装の損傷

交通実態

伸縮装置嵩上げ部の損傷

47

【Step-3】: 簡易調査 (2007.12)



⑨コーナプレート溶接部

⑥Uリブ・横リブ交差部

③Uリブ突き合わせ溶接部

デッキ溶接部

48

鋼床版の応力測定結果

・全国5橋で応力測定を実施。
 (デッキ進展き裂を含む損傷が発生した橋梁、桁内調査で損傷の確認されなかった橋梁を含む。)

表 応力頻度測定結果

橋梁名	主な疲労損傷	計測時期	デッキ側止端5mm位置 (N/mm ²)	
			最大応力範囲	等価応力範囲
M2大橋	デッキ進展亀裂など	8月	170.4	34.5
C1大橋	デッキ進展亀裂	3月	115.0	33.3
O12大橋	ビード進展亀裂	3月	76.0	15.4
C7大橋	垂直補剛材など	3月	32.0	10.6
H7大橋	損傷未確認	10月	35.5	7.4

49

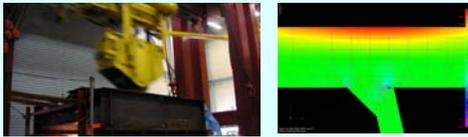
まとめ

- (1) 鋼床版のデッキプレート進展き裂を主眼に、点検や調査の対象橋梁の絞り込み手法を提案した。
- (2) これらの損傷が疑われる部位に対する有効な調査手法を検証した。
- (3) 現地調査の結果、疲労損傷が発生している鋼床版は、重交通路線でかつ、厳しい疲労環境にある橋梁に集中していることが分かった。

50

今後の展望

- (1) 鋼床版の疲労損傷に対しては、種々の機関において検討が行われており、最新の知見に基づいた補修・補強が行われている。
- (2) 当協会においても、**疲労損傷の発生メカニズムの解明**のほか、国土技術政策総合研究所と土木研究所との共同研究において、**デッキの増厚を主眼とした構造改良**の検討を行っている。



51

ご清聴ありがとうございました。

52