

平成23年度 技術発表会

海外における鋼床版橋梁の 疲労に関する現状

—デッキプレートと閉断面リブ溶接線の疲労損傷について—



鋼床版小委員会

発表内容

1. 背景
2. 海外における損傷事例
 - 2.1 デッキ貫通き裂
 - 2.2 ビード貫通き裂
3. オランダにおけるデッキ貫通き裂対策
4. イギリスにおけるビード貫通き裂対策
5. まとめ・今後の展望

2

1. 背景

3

デッキプレート-閉断面リブ溶接線のき裂

■ デッキ貫通き裂



・国内では1999年以降報告

・対策: 2009年
デッキ厚12⇒16mm

■ ビード貫通き裂



・国内では1990年以降報告

・対策: 2002年
溶接溶込量リブ板厚の75%以上

海外での状況、対策は？

4

鋼床版小委員会の海外活動

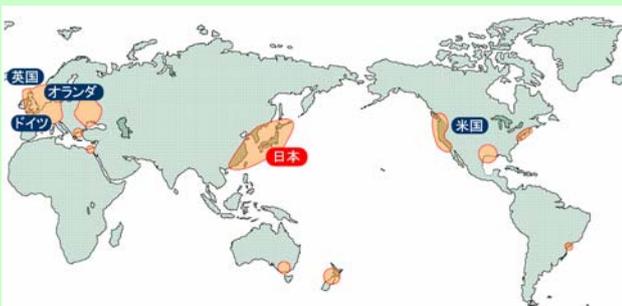


図 鋼床版小委員会の調査国

5

鋼床版小委員会の海外活動

1. 海外調査WGによる随時・種々の海外文献・事例調査
2. 委員(および学、官)による現地派遣調査と意見交換

【主な海外派遣調査実績】

- ・2005年: オランダ調査(デルフト工科大学との意見交換他)
- ・2008年: Orthotropic Bridge Conference 2008 参加
- ・2009年: 第8回日独橋梁シンポジウム 参加
- ・2011年: イギリス調査(Flint & Neil社との意見交換他)
- ・2012年: OBC2012(投稿準備中)

6

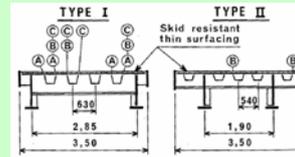
2. 海外における損傷事例

(1) デッキ貫通き裂

7

フランスにおけるデッキ貫通き裂の事例

- ・1977年に「Span Unit」と呼ばれる仮設鋼床版高架橋にて確認。
- ・完成:1971年, (当時の大型車交通量は1500台/日/車線)
- ・デッキ厚:10mm, 閉断面リブ厚:6mmまたは7mm
- ・舗装:すべり止めの薄層舗装
- ・輪荷重直下の閉断面リブ溶接部でき裂を確認



Span Unit 断面図



Span Unit の類似構造

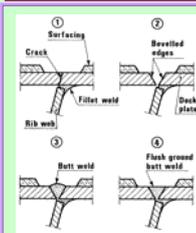
8

フランスにおけるデッキ貫通き裂の事例

再溶接による補修

部材付加による補修

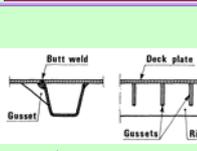
部材交換による補修



(単層溶接)



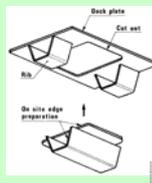
(多層溶接)



(ガゼット部材付加)



(キャッププレート付加)



9

オランダにおけるデッキ貫通き裂の事例

- ・1997年にVan Brienoord橋(1990年完成)の可動部にて確認。
→以降、その他の橋梁でも発見され10例の報告
- ・デッキ厚:12mm, 閉断面リブ厚:6mm, 薄層舗装(8mm)
- ・大型車交通量 7000台/日
- ・輪荷重直下の閉断面リブ溶接部にき裂を確認



Van Brienoord Bridge



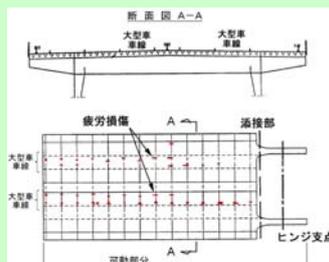
損傷があった可動部

10

オランダにおけるデッキ貫通き裂の事例



デッキ貫通き裂の様子



デッキ貫通き裂の発生位置

⇒ 1998年からオランダ運輸省を中心とした研究プロジェクト発足

11

中国におけるデッキ貫通き裂の事例

- ・2004年に長大吊橋(1997年完成)での損傷事例報告あり。
- ・デッキ厚:12mm, 閉断面リブを使用
- ・断面交通量は70,000台/日で大型車混入率も高いとされている
- ・舗装:薄層舗装
- ・舗装の劣化損傷が頻発



長大吊橋の補剛桁断面図



デッキ貫通き裂の様子

12

2. 海外における損傷事例

(2) ビード貫通き裂

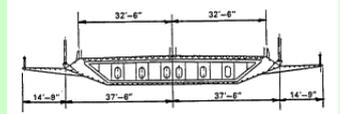
13

イギリスにおけるビード貫通き裂の事例

Severn橋



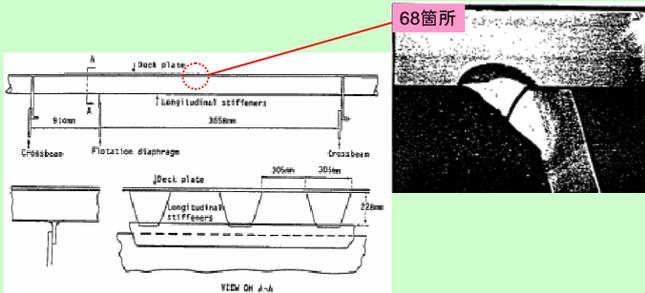
- ・1966年完成
- ・デッキ厚: 11.5mm
- ・閉断面リブ厚: 6mm
- ・舗装厚: 38mm
- ・日平均交通量: 5万台 (き裂発見時)
- ・大型車混入率: 約30% (き裂発見時)



Severn橋の断面図

14

イギリスにおけるビード貫通き裂の事例



- ・1977年にき裂を確認 (供用後11年)
- ・輪荷重直下のデッキ・閉断面リブ溶接部に発生

15

イギリスにおけるビード貫通き裂の事例

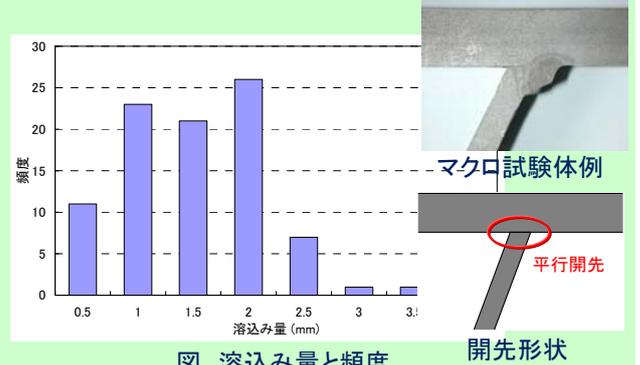


図 溶込み量と頻度
溶込み量0.5~2.0mm⇒溶込み不足が要因

16

イギリスにおけるビード貫通き裂の事例

Erskine橋

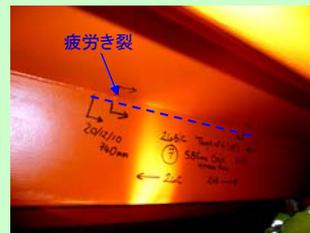


- ・1971年完成
- ・デッキ厚: 12.7mm
- ・閉断面(V字形)リブ厚: 5mm
- ・舗装厚: 38mm

17

イギリスにおけるビード貫通き裂の事例

Erskine橋



溶接線に沿って進展

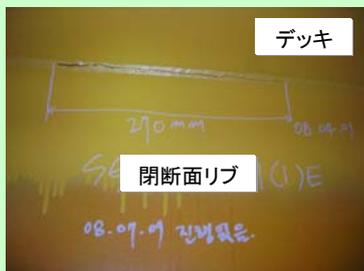
日本の事例



閉断面リブ方向へ進展

18

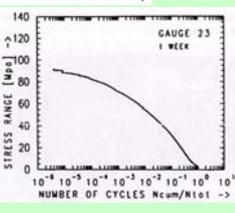
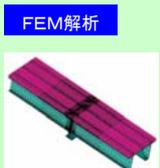
韓国におけるビード貫通き裂の事例



1973年完成の吊橋
デッキ厚: 11mm
1997年にき裂を確認
補修溶接後、き裂が再発

3. オランダにおける デッキ貫通き裂対策

鋼床版の増厚による対策



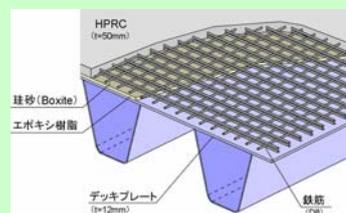
損傷した可動部を取り替え
デッキ厚(16~28mm)

超高強度繊維補強コンクリート舗装による対策

- Moerdijk橋(1976年完成)他に適用。
- 圧縮強度110N/mm²以上の超高強度コンクリート+鋼繊維
- 室内試験、FEM解析により応力低減効果を確認



Moerdijk橋



超高強度繊維補強コンクリート舗装

超高強度繊維補強コンクリート舗装による対策



- ① 非破壊検査
- ② 溶接補修
- ③ プラスト



- ④ 接着材塗布
珪砂散布
- ⑤ 配筋
- ⑥ コンクリート
打設

超高強度繊維補強コンクリート舗装による対策



- ⑦ 養生後、交通解放
- ← 現地調査時
↓ 施工2年後

アスファルト舗装に比べて80%の応力低減効果が期待できる。



4. イギリスにおける ビード貫通き裂対策

25

疲労試験による補修方法の検討

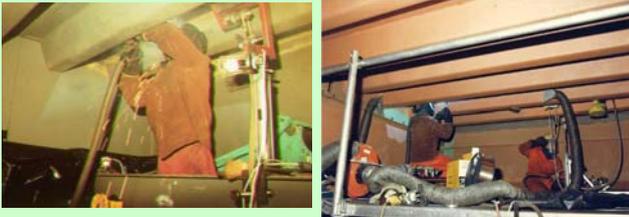
Joint (for stress at right angle to weld, 15mm from weld root)	BS5400 pt 10 class	
	Used in initial assessment	From test data
Trough to deck (for stress in trough web)		
(a) 6mm fillet weld	F	F
(b) 9mm fillet weld	-	D
(c) 7mm throat penetration	-	D
Trough to cross-beam (stress on trough C/L)	G	G
Cross-beam to deck	F	D
Longitudinal web to deck	F	D
Web stiffener	E	-

J. R. Cuninghame, C. Beales: Strengthening and refurbishment of Severn Crossing
Part4: TRRL research on Severn Crossing, Proceedings of Institution of Civil
Engineers, Structures and Bridges, pp.37-49, 1992.2.

溶接サイズアップ・のど厚確保により疲労強度等級が2ランク向上
現在の設計基準ではリブ厚の80%溶込み確保

26

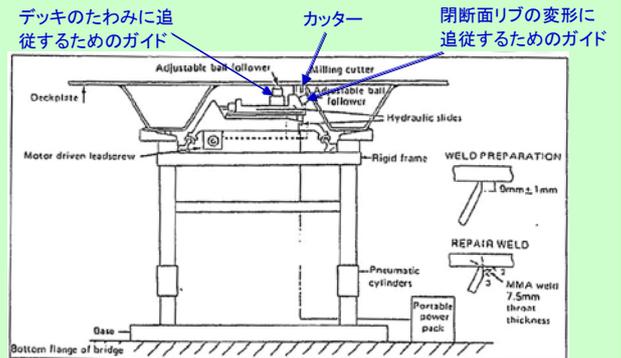
補修溶接による対策



- ・Severn橋では1980年代から補修溶接を実施
- ・輪荷重直下のデッキ・閉断面リブ溶接部(延長20km)を対象

27

補修溶接による対策



- ・専用の自動開先加工機を開発
- ・交通供用下での施工が可能

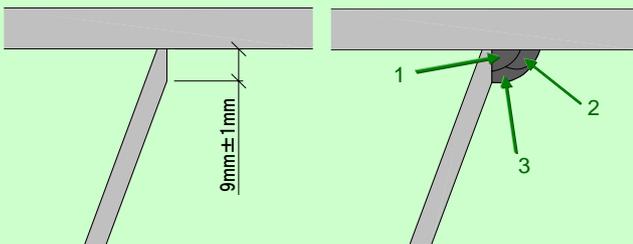
28

補修溶接の手順

13通りの溶接条件で、51回の施工試験を実施

開先形状

溶接手順



開先はデッキに対して垂直

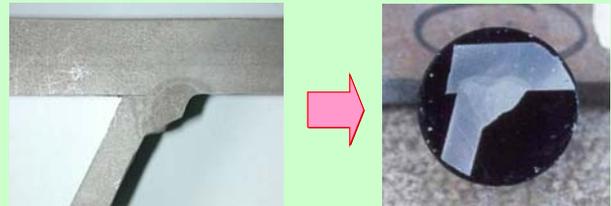
3パスの手溶接により
のど厚7.5mm確保

29

補修溶接による対策

補修前

補修後



- ・補修前は平行開先を設けてすみ肉溶接 (現在の設計基準では80%溶込み確保)
- ・補修溶接では開先を設けてのど厚7.5mm確保
- ・疲労き裂の再発はない。

30

まとめ

海外においても重交通路線に位置する橋梁の幾つかで疲労損傷が報告されており、種々の対策がなされている。

■デッキ貫通き裂対策について

- フランスでは再溶接や部分取り換えによる補修・補強、オランダではデッキプレート増厚やコンクリート舗装による対策などが実施されている。
- ⇒ 我が国では、デッキプレートの増厚対策を基本に、SFRC舗装や当て板補強などの補修補強対策が実施されており、我が国の対策と同様となっている。

31

まとめ

■ビード貫通き裂対策について

- イギリスでは、損傷要因として溶込み不足に伴うのど厚不足が指摘されており、のど厚を増厚する溶接補修が行われている。
- ⇒ 我が国では、新設橋においては溶込み量75%確保に伴うのど厚の確保が実施されている。
- ⇒ しかし、補修補強対策については溶接による補修を含め、あて板や部分取替えなどが種々検討されている状況である。

32

今後の展望

疲労設計手法の確立に向けた活動

交通実態や発生応力に即した疲労設計手法を確立するための検討を進める。

■デッキ貫通き裂

- ・疲労強度評価のための基準疲労強度曲線の構築

■ビード貫通き裂

- ・き裂発生メカニズムと疲労強度評価方法に関する検討
- ・効果的な補修補強方法の提案

33

ご清聴ありがとうございました

Mannheim Kurpfalzbrücke (1950、独) 橋長187m、最大支間 75m
世界最初のプレートガーダータイプ鋼床版

34