

50<sup>th</sup> Anniversary

平成25年度 橋梁技術発表会

# 我が国の鋼床版疲労対策技術と最近のプロジェクト

技術委員会 鋼床版小委員会  
 川畑篤敬 井口 進 小笠原照夫 工藤祐琢 齊藤史朗  
 夏秋義広 林 暢彦 松下裕明 山内誉史

日本橋梁建設協会  
 Japan Bridge Association

## 発表内容

1. 鋼床版橋梁の特長と課題
2. 鋼床版に関する疲労対策技術
3. 鋼床版小委員会の取組み
4. 最近の鋼床版橋梁

## 1. 鋼床版橋梁の特長と課題

コンクリート系床版と比べると

橋面舗装  
デッキプレート  
縦リブ (閉断面リブ)  
横リブ  
横げた

- 軽い
- 主桁と一体構造
- 複雑な線形に対応しやすい

## 鋼床版の特長と課題

### 鋼床版の特長

- 軽い
- 長大橋
- 桁橋の長支間化
- 軟弱地盤上で有利
- 耐震性向上
- RC床版の取替用

最大支間長 250m  
桁橋として国内最長

海田大橋 (広島県)

## 鋼床版の特長と課題

### 鋼床版の特長

- 主桁と一体構造
- 現場工程短縮
- 急速施工

小坂高架橋 (松山市内) の一括架設

## 鋼床版の特長と課題

### 鋼床版の特長

- 複雑な線形に対応しやすい
- 曲率の大きな曲線橋
- 急激な幅員変化
- 都市高速道路
- インターチェンジ橋

阪神高速 阿波座ジャンクション

1 鋼床版の特長と課題

## 鋼床版の課題

重交通下で疲労損傷が顕在化

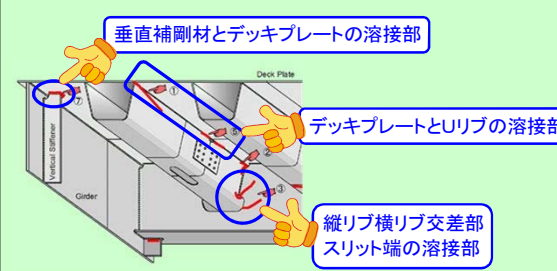


7

1 鋼床版の特長と課題

## 鋼床版の課題(ハード)

構造詳細の熟成 “より疲労に強く”



8

1 鋼床版の特長と課題

## 鋼床版の課題(ソフト)

疲労設計手法の充実

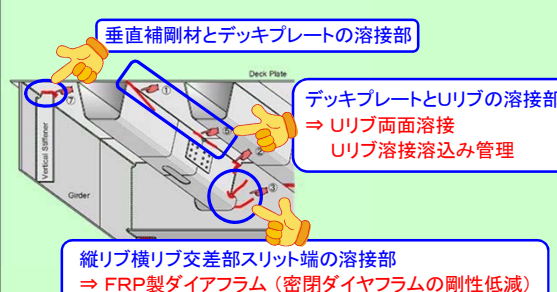
構造詳細による疲労設計(のみ)

↓

応力ベースの疲労照査法も整備  
(通常は標準構造詳細を採用  
特殊ケースでは応力でも照査できるように)

9

2. 鋼床版に関する疲労対策技術

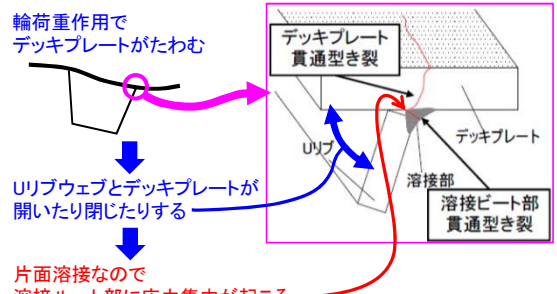


10

2 鋼床版に関する疲労対策技術

## デッキプレートとUリブの溶接部

### 疲労き裂の発生メカニズム



11

2 鋼床版に関する疲労対策技術

## デッキプレートとUリブの溶接部

### 疲労き裂の抑制対策

- ① デッキプレートをたわみにくくする  
(新設橋) デッキプレートを厚くする  
(既設橋) 高剛性舗装に打ち替える など
- ② Uリブウェブとデッキが開閉しにくいよう  
溶接部の耐力を高める  
(過去) 片面すみ肉溶接  
⇒ (現在) 片面75%部分溶込み溶接

12

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### Uリブ両面溶接

Uリブ内面からも溶接  
 ⇒ 溶接ルート部の開閉挙動を抑え  
 疲労耐久性の向上を図る

デッキ厚は増厚しない

13

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### Uリブ両面溶接

#### 溶接部断面の比較

片面溶接  
 (75%溶込み)

両面溶接

14

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### Uリブ両面溶接

Uリブ内面の溶接状況 (スタート時)

15

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### Uリブ両面溶接

#### FEM解析による応力性状の比較例 (横リブ交差部)

最小主応力のコンター図

デッキ厚 12 mm    142.7

デッキ厚 16 mm    138.8

デッキ厚 12 mm    91.5

片面溶接    片面溶接    両面溶接

16

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### Uリブ両面溶接

#### 定点疲労試験後のコア抜き結果

き裂はルート部から発生    き裂は止端部から発生

片面溶接  
 (デッキ厚 16 mm)

両面溶接  
 (デッキ厚 12 mm)

17

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### Uリブ溶接溶込み管理

デッキプレートと閉断面リブ溶接部の溶込み深さ  
 ⇒ 閉断面リブ板厚の75%以上

(例) Uリブ板厚 6 mm の場合  
 ⇒ 溶込み深さ 4.5 mm 以上  
 (溶込み残寸法 1.5mm未滿)

18

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### Uリブ溶接溶込み管理

新型超音波探傷システム(省力化の工夫)

**従来技術**  
溶込み探り方法  
探傷  
溶接位置  
探傷位置  
探傷位置(手動)

探触子を移動させるため  
手間と時間がかかる  
⇒ 溶接施工試験と同条件で  
溶接することによる管理

**新技術**  
泡け込み深さ  
デッキプレート  
溶接位置固定  
Uリブ  
探触子

専用探傷治具を開発し  
探触子を固定して直接測定

19

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### Uリブ溶接溶込み管理

新型超音波探傷システム(探傷精度確保の工夫)

溶込み探り部  
エコー発生部  
溶込み部

溶込み探り部からの  
反射エコー(1)

溶込み部からの  
反射エコー(2)

2種のエコー

エコー発生位置と  
溶込み探り部との距離を  
正確に整理したデータ

検査対象部のエコー値を異なった  
探り部(溶込み深さ)を測定

溶込み深さ(mm)

F/V値(dB)

20

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### Uリブ溶接溶込み管理

専用探傷治具

開発されたシステムの実証試験状況

21

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### 縦リブ横リブ交差部スリット端の溶接部

#### 疲労き裂の発生メカニズム

応力集中

輪荷重

水平変形  
縦リブの変形

縦リブ

横リブ

面外変形  
応力集中  
横リブの変形

変形図 (×500)

22

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### FRP製密閉ダイアフラム

Uリブ横リブ交差部スリット端の疲労き裂は  
現場継手部に隣接する横リブで発生しやすい

23

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### FRP製密閉ダイアフラム

密閉ダイアフラムが  
ねじりモーメントを伝えやすくする

Load

Torsion

High Stress

Closed Diaphragm

24

2 鋼床版に関する疲労対策技術

### FRP製密閉ダイアフラム

鋼板より剛性の小さいGFRPを採用



GFRP製ダイアフラム      設置状況

25

### 3. 鋼床版小委員会の取組み



垂直補剛材とデッキプレートの溶接部

デッキプレートとUリブの溶接部  
⇒ ビード貫通き裂対策  
デッキ貫通き裂に対する  
疲労設計曲線構築

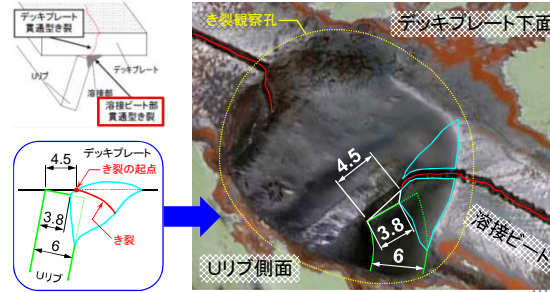
縦リブ横リブ交差部スリット端の溶接部  
⇒ スリット部の形状と疲労寿命評価方法の検討

26

### 3 鋼床版小委員会の取組み

#### Uリブ溶接ビード貫通き裂対策の検討

#### ビード貫通き裂



実橋のき裂発生状況

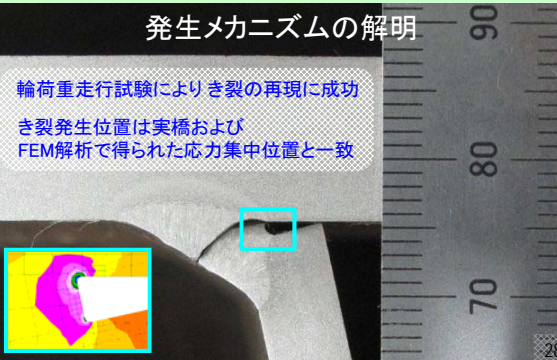
27

### 3 鋼床版小委員会の取組み

#### Uリブ溶接ビード貫通き裂対策の検討

#### 発生メカニズムの解明

輪荷重走行試験によりき裂の再現に成功  
き裂発生位置は実橋および  
FEM解析で得られた応力集中位置と一致

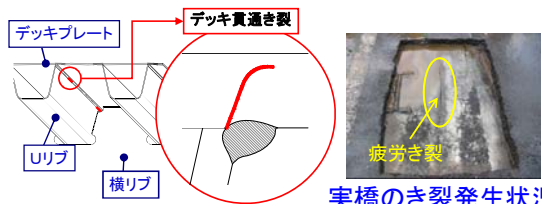


28

### 3 鋼床版小委員会の取組み

#### Uリブ横リブ交差部のデッキ貫通き裂に対する 疲労設計曲線構築の試み

#### デッキ貫通き裂



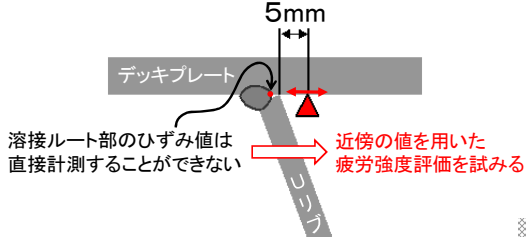
実橋のき裂発生状況

29

### 3 鋼床版小委員会の取組み

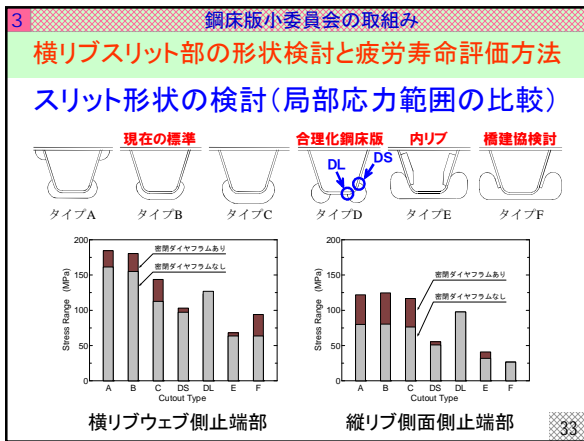
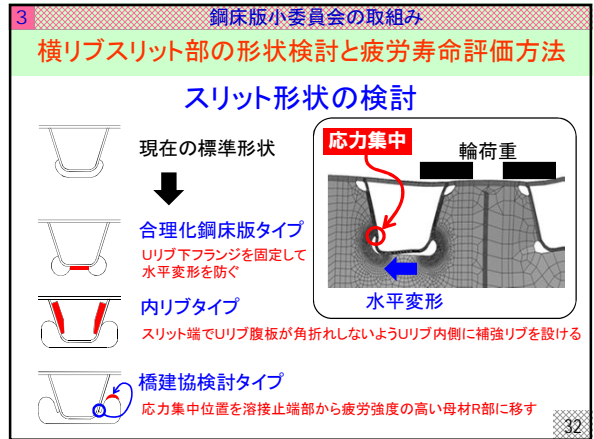
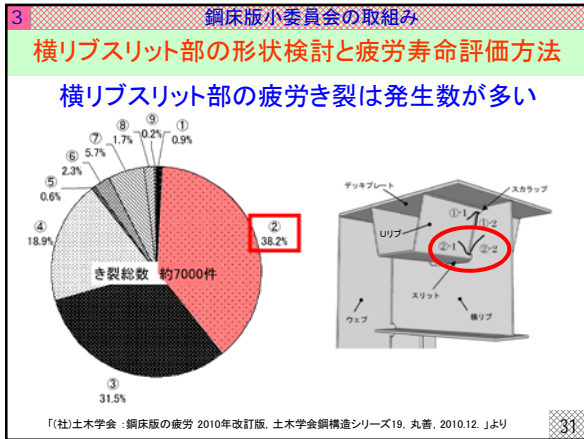
#### Uリブ横リブ交差部のデッキ貫通き裂に対する 疲労設計曲線構築の試み

Uリブ内側 5mm 位置の橋軸直角方向ひずみを用いて  
デッキ貫通き裂に対する疲労設計曲線の構築を目指す



溶接ルート部のひずみ値は  
直接計測することができない  
⇒ 近傍の値を用いた  
疲労強度評価を試みる

30



3 鋼床版小委員会の取組み

その他

ハード

吊金具残し部が疲労に及ぼす影響の検討

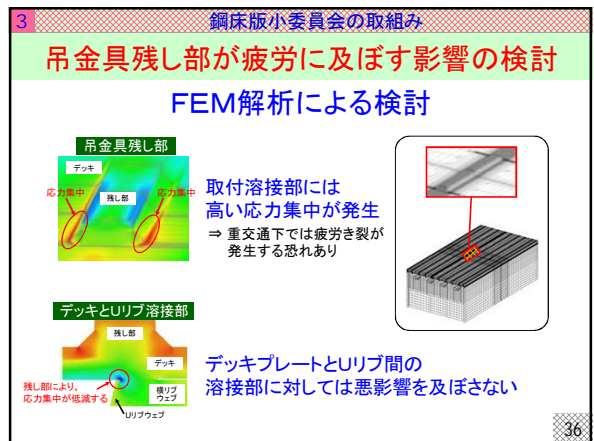
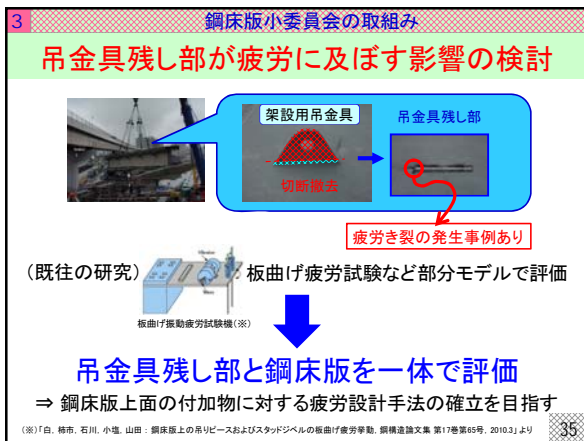
開断面合理化鋼床版の提案

ソフト

高耐久性鋼床版 設計・施工の手引き

各国の鋼床版構造の調査

34



3 鋼床版小委員会の取組み

吊金具残し部が疲労に及ぼす影響の検討  
疲労試験で解析の妥当性を検証中

3 鋼床版小委員会の取組み

各国の鋼床版構造の調査

38

3 鋼床版小委員会の取組み

各国の鋼床版構造の調査

英国における鋼床版の疲労試験とその補修事例の調査  
Report on Fatigue Tests of the Steel Deck and Repair Cases

オランダにおける鋼床版疲労試験の補修・補強事例の調査  
Report on Repair and Reinforcement Cases of Fatigue Damage of the Steel Deck in the Netherlands

39

4. 最近の鋼床版橋梁

40

4 最近の鋼床版橋梁

富山県 新湊大橋 (斜張橋の事例)

2012年9月開通

中央径間長 360m

デッキプレート厚: 12 mm  
Uリブ断面: 320×240×6-40

41

4 最近の鋼床版橋梁

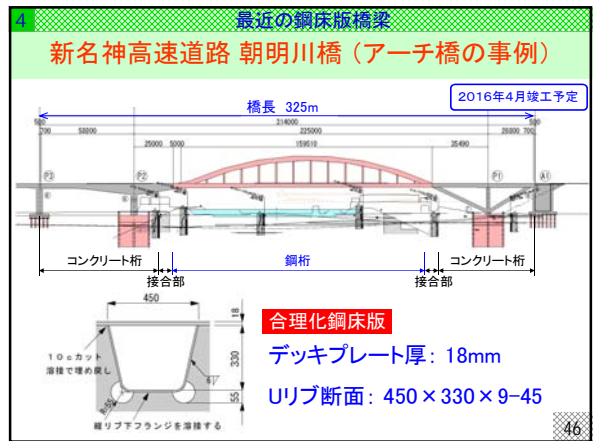
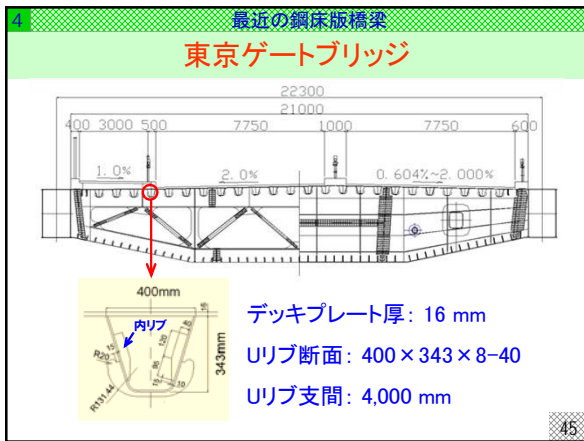
沖縄県 伊良部大橋 主航路部 (箱桁橋の事例)

2015年1月完成予定

中央径間長 180m

デッキプレート厚: 16 mm  
Uリブ断面: 320×240×6-40

42





4 最近の鋼床版橋梁

首都高速道路 横浜環状北線 (建設中)

港北JCT 鋼床版橋梁

至港北ニュータウン 至東京  
川崎南田橋 川崎南田橋  
料金所 料金所  
至津島 至新横浜  
至三ツ沢

http://www.yokohama-kita.com/yokokan/seibi/mokel.html

49



4 最近の鋼床版橋梁

JR常磐快速線 利根川橋りょう

主構間隔 8800 2013年度供用開始予定

主橋高 13400

P2 支点部 中間部 現在緩行線 計画快速線

鋼床版厚 12mm  
縦リブ 200×19mm

4 最近の鋼床版橋梁

名古屋高速3号大高線 高辻・堀田入口 (床版拡幅の事例)

両オンランプ間の一体化で加速車線長を延伸

2011年12月完成

施工前 施工後

52

4 最近の鋼床版橋梁

名古屋高速3号大高線 高辻・堀田入口

下部構造の負荷を最小限とするため  
軽量の鋼床版構造が採用された

デッキプレート厚: 12 mm Uリブ断面: 320×240×6 & 8-40

53

おわりに

- スペースの制約が多い
- 地震が多い
- 軟弱地盤が多い

これからも  
軽くて高強度な鋼床版の出番は多い

54

おわりに

目指すは疲労フリーの鋼床版

55

50th

平成25年度 橋梁技術発表会

我が国の鋼床版疲労対策技術と  
最近のプロジェクト

ご清聴ありがとうございました

技術委員会 鋼床版小委員会

 日本橋梁建設協会  
Japan Bridge Association

56