

# ひび割鋼床版垂直補剛材上端部に対する 下面からの対策効果

建設コンサルタンツ協会  
日本橋梁建設協会  
近畿地方整備局  
関西大学

坂本 千洋  
○小西 日出幸  
奥村 信太郎  
坂野 昌弘

## はじめに

RC床版橋では、垂直補剛材上端部に対する支圧接合型のワンサイドボルト (TRS) を用いた交通規制が不要な下面からの疲労対策効果について、その効果が実験的に確認されており、姫路大橋に適用されている。



RC床版橋の垂直補剛材上端部  
に対する補強工法



TRS  
(Thread Rolling Screw)

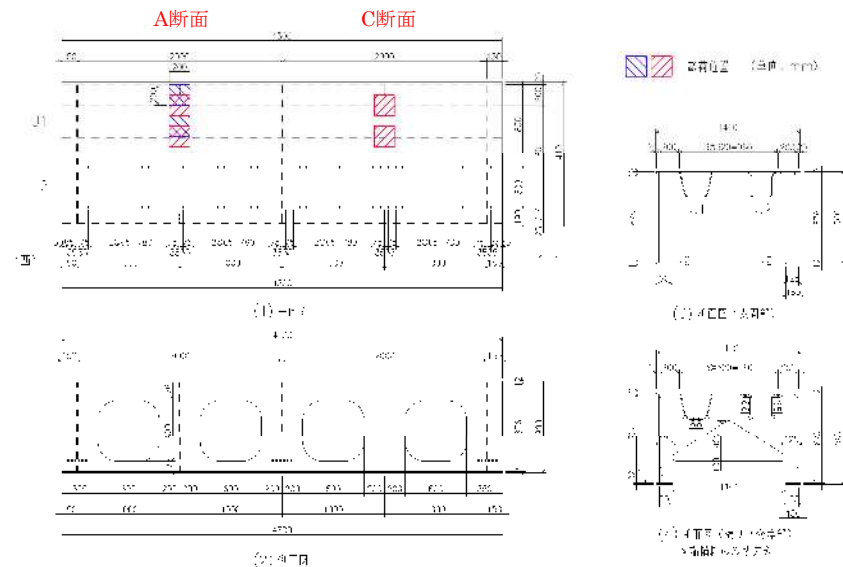
鋼床版橋の垂直補剛材上端部については、TRSを用いた疲労対策が実橋で試みられた事例は見当たらない。

参考文献) 坂本、坂野、小西、小山：対傾構取付け垂直補剛材上端部の疲労対策に関する実験的検討、鋼構造論文集、第25巻、第100号、pp.1~14、2018。

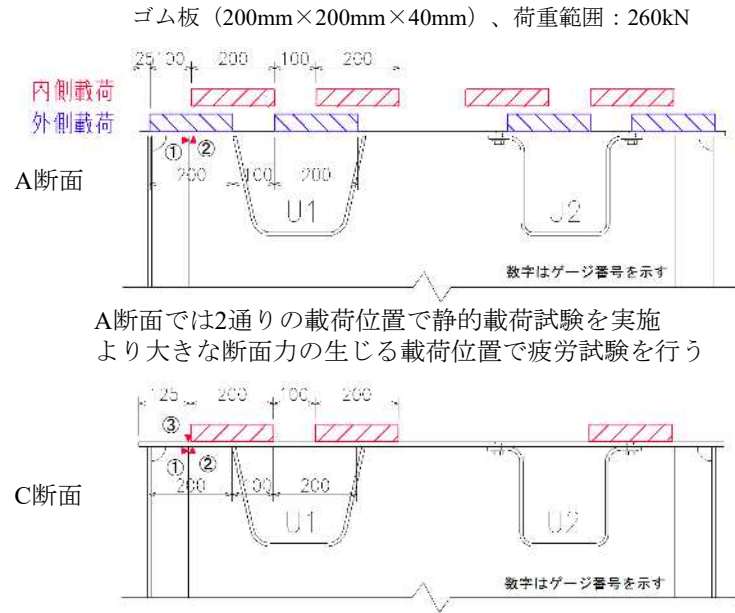
## 目的

鋼床版橋の垂直補剛材上端部の疲労損傷に着目し、  
TRSを用いた補強工法を適用して、  
補強前後の応力分布と疲労寿命を比較することによって  
補強工法の効果を検証することを目的とする。

## 試験体の寸法と形状



## 載荷位置



5

## 載荷状況



試験体全景



載荷梁 (内側載荷)

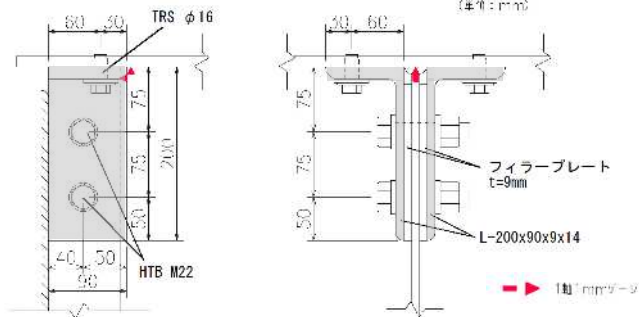


載荷梁 (外側載荷)

6

## 補強工法照査

姫路大橋でRC床版直下の垂直補剛材に対して使用したものと同一



TRSでアングル材をデッキプレート下面に押し付けた後、HTBで補剛材に固定することにより、アングル材に荷重を分担させ、補剛材上端部にかかる荷重を低減する工法

7

## 疲労試験ステップ

<A断面>

ステップ	目的	対策
1	き裂再現	なし
2	事後保全対策効果の検証	き裂削除+当て板補強

<C断面>

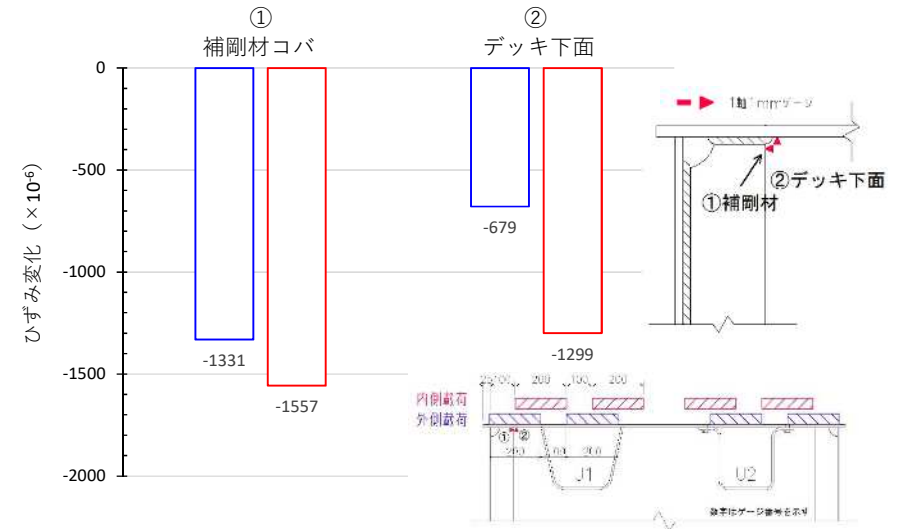
ステップ	目的	対策	
1	予防保全対策効果の検証	当て板補強	
2	き裂再現	なし	
3	(1)	き裂削除+当て板補強	
	(2)	事後保全対策効果の検証	き裂削除のみ
	(3)	き裂削除+当て板補強	

8

## 静的載荷試験結果

9

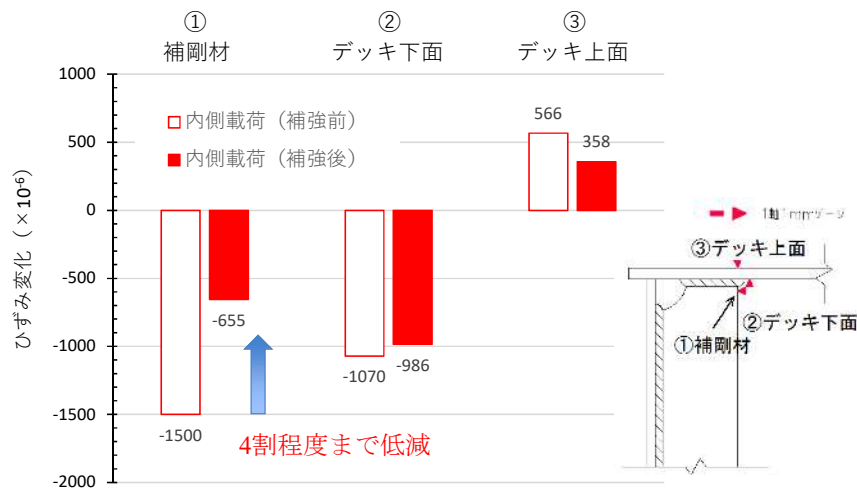
## 静的載荷試験結果 (A断面) — 載荷位置の比較



外側載荷より内側載荷の方がひずみ変化が大きい

10

## 静的載荷試験結果 (C断面) — 補強前後の比較



4割程度まで低減

補強を施すことで、補剛材コバ面の応力が4割程度まで低減

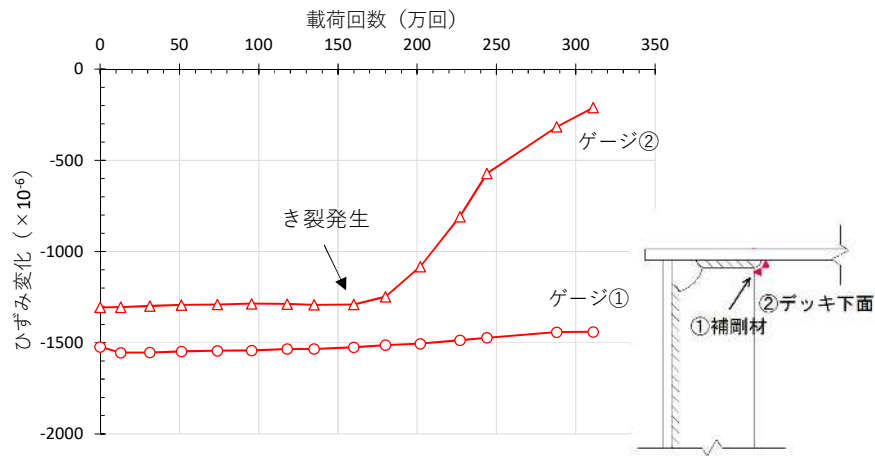
11

## 疲労試験結果 (A断面)

ステップ	目的	対策
1	き裂再現	—
2	事後保全対策効果の検証	き裂削除+当て板補強

12

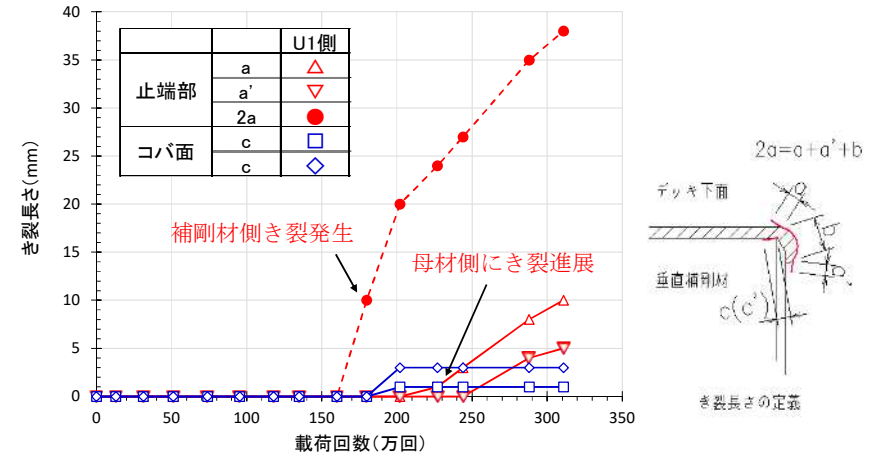
## ひずみ変化 (A断面)



160万回以降でひずみ変化が急激に減少し始める  
→き裂が発生したものと推定

13

## き裂長さ (A断面)

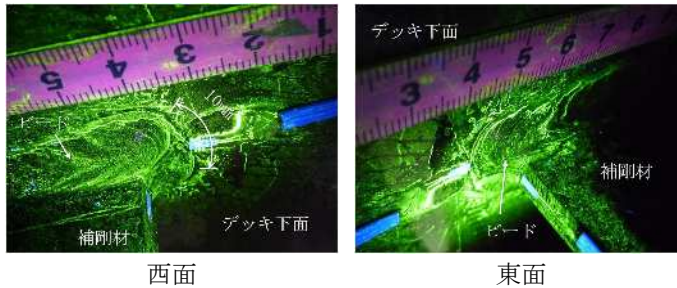


180万回でデッキ側と補剛材側の溶接止端部にき裂を確認  
227万回でデッキ側の止端部から母材部に亀裂進展  
デッキ母材に10mm程度き裂が進展したところで試験を終了

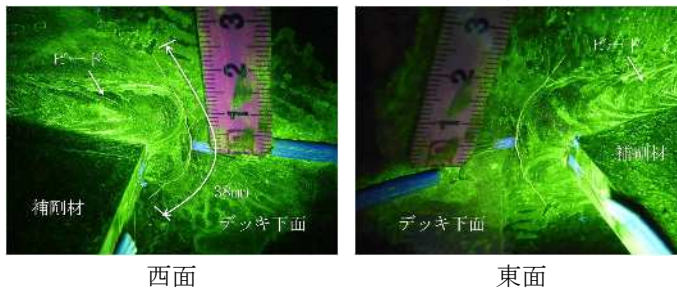
14

## き裂再現 (き裂発生状況)

N=180万回  
き裂確認時



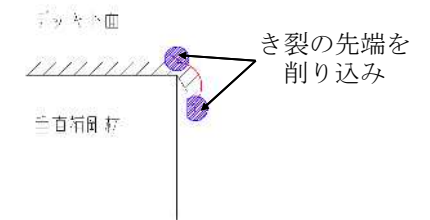
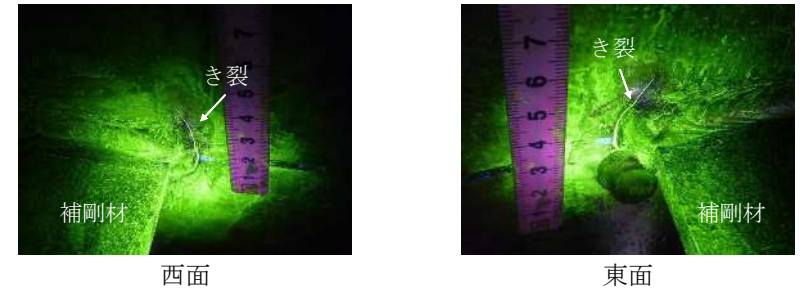
N=311万回  
き裂再現試験  
(ステップ1)  
終了時



き裂再現終了→補強を施し事後保全対策効果の検証を実施

15

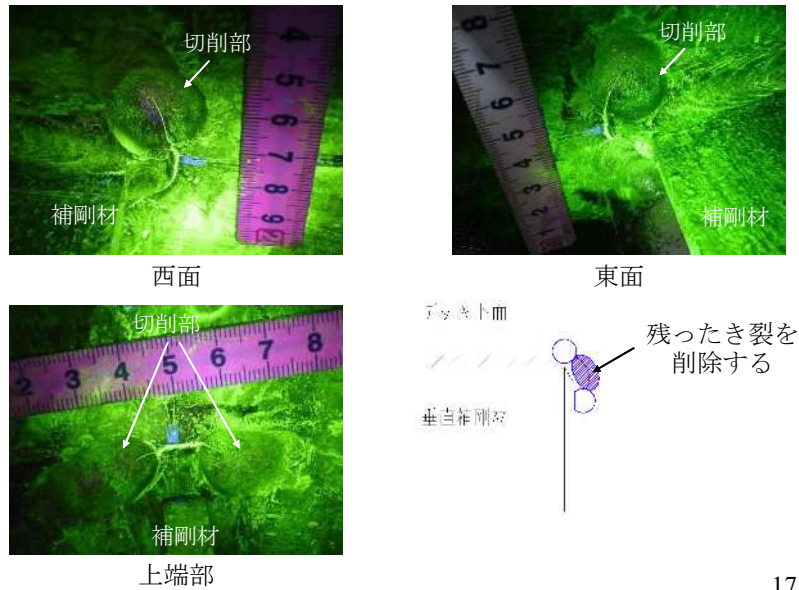
## 事後保全対策1 (切削中、その1)



発生したき裂をバークライナーを用いて削除し、  
TRSを用いた当て板補強を施す。

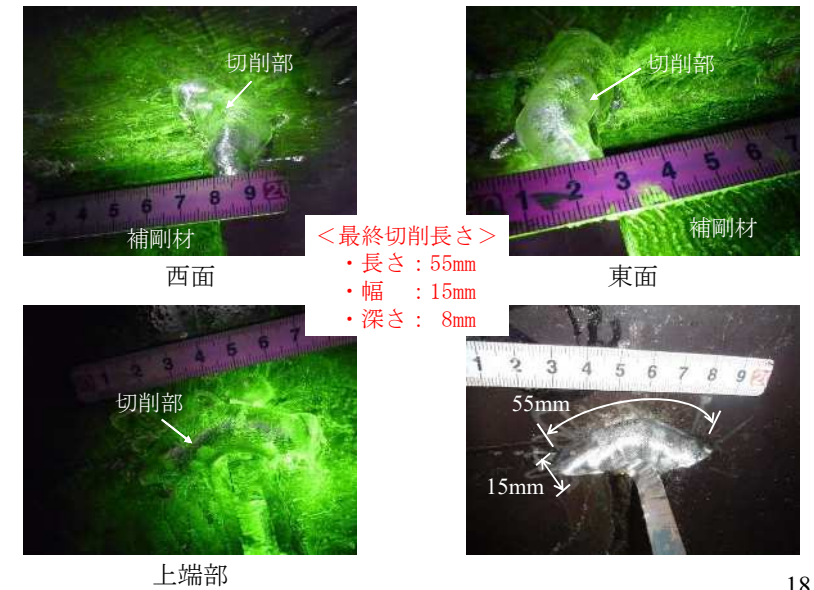
16

## 事後保全対策1 (切削中、その2)



17

## 事後保全対策1 (切削後)



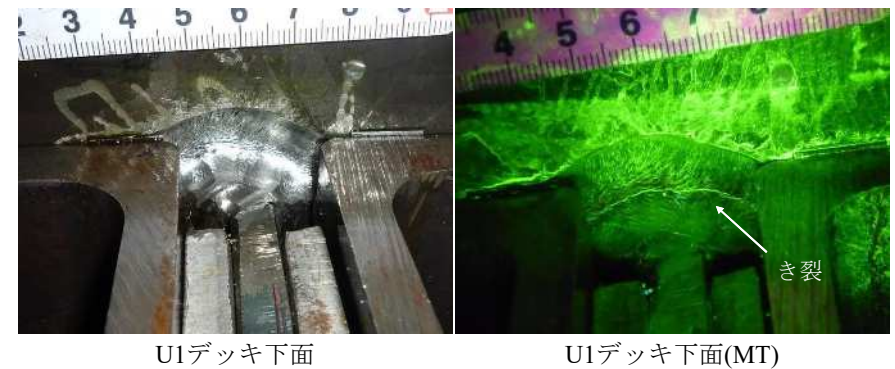
18

## 事後保全対策1 (当て板取り付け)



19

## 事後保全対策1 (き裂発生) N=464(153)万回時



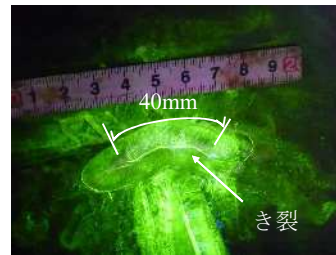
補強後150万回程度载荷した時点で、き裂が再発

20

## 事後保全対策1 (疲労試験終了) N=578(207)万回



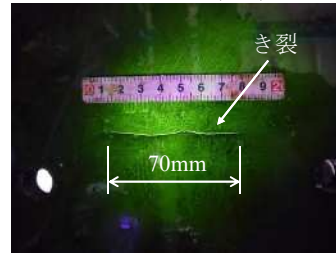
デッキ下面



デッキ下面(MT)



デッキ上面(PT)



デッキ上面(MT)

き裂長さは、デッキ上面：70mm程度、デッキ下面：40mm程度  
→曲げ引張によりデッキ上面に生じたき裂がデッキ下面に進展

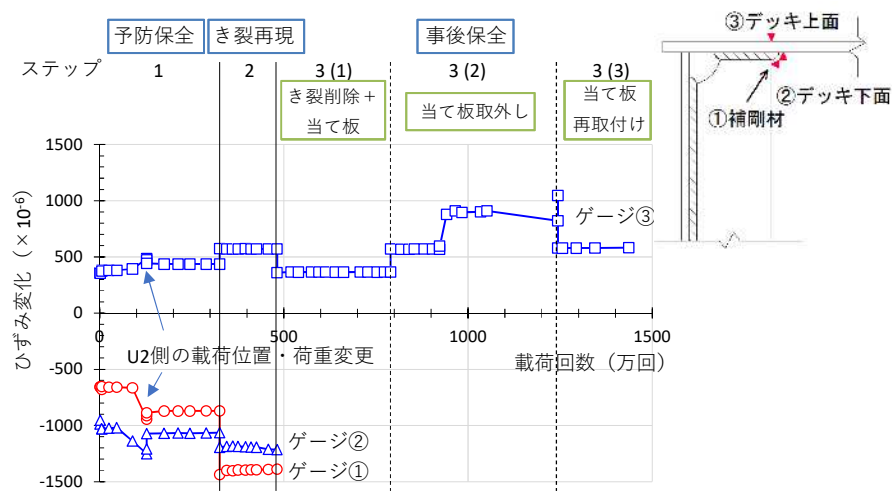
21

## 疲労試験結果 (C断面)

ステップ	目的	対策
1	予防保全対策効果の検証	当て板補強
2	き裂再現	—
3	(1)	き裂削除+当て板補強
	(2)	き裂削除のみ
	(3)	き裂削除+当て板補強

22

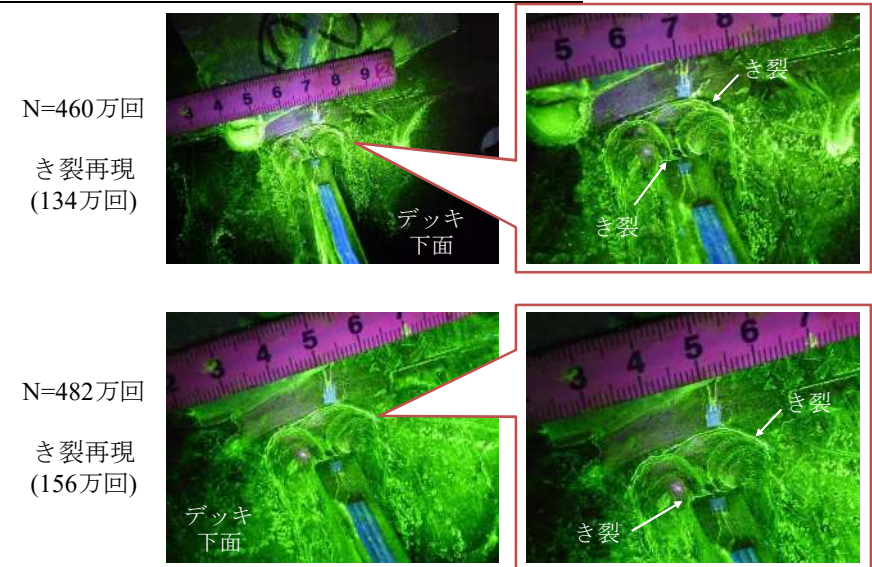
## ひずみ変化 (C断面)



対策を施さない場合、130万回程度の繰り返し载荷でき裂発生

23

## き裂再現 (き裂発生状況)



当て板を外して130万回程度载荷した結果、デッキ及び補剛材からき裂発生

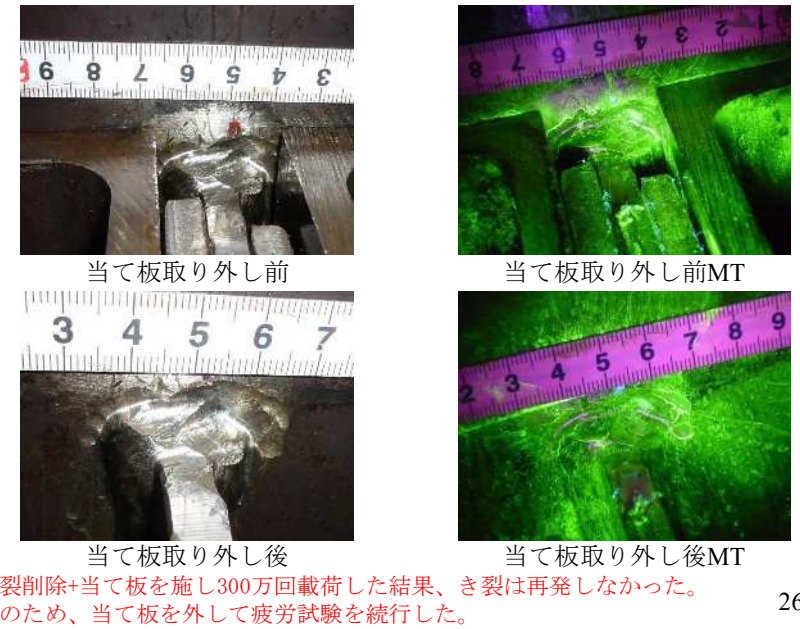
24

き裂再現→事後保全対策2 (切削後) N=482万回



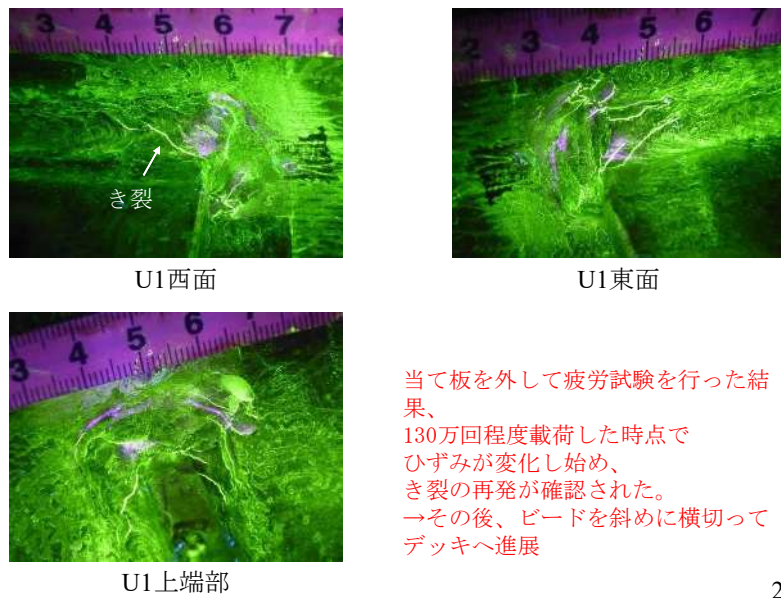
25

事後保全対策2→3 (当て板取り外し前後) N=790万回



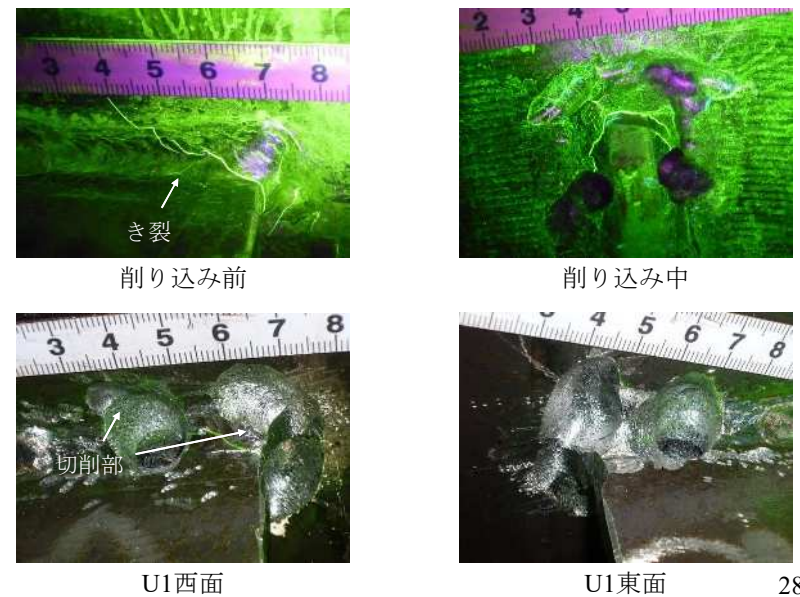
26

事後保全対策3 (き裂発生) N=984 (194) 万回時



27

事後保全対策3→4 (切削後) N=1244万回

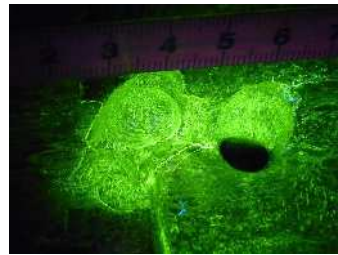


28

## 事後保全対策4（疲労試験終了） N=1560(316)万回



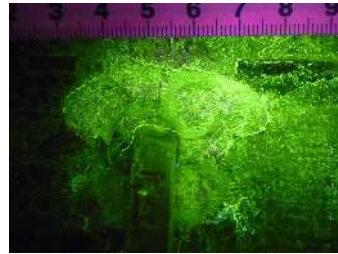
U1西面



U1東面



U1上端部



U1上端部

300万回以上載荷してもき裂の再発は確認されなかった。

29

### まとめ

#### <静的載荷試験結果>

- TRSを用いて下面から当て板補強を施すことにより、垂直補剛材コバ面に生じる応力を1/3~2/5に低減できることが確認された。

#### <疲労試験結果>

- TRSを用いた当て板補強を施さない場合、130~160万回程度の繰り返し載荷で垂直補剛材上端部の溶接止端部から疲労き裂が発生したが、補強を施した場合には330万回載荷してもき裂が発生しなかったことから、予防保全効果が検証された。

31

## 事後保全対策4（疲労試験終了） N=1560(316)万回



デッキ上面



デッキ上面 (MT)



デッキ下面



デッキ下面拡大

TRS、TRS孔ともに特に変状は認められなかった

30

### まとめ

- デッキ側の止端部から発生し、デッキ母材から10mm程度進展したき裂に対しては、削り込み部分が当て板の範囲を超えてしまい、き裂が再発したことから削り込み部分を覆うような大きさのアンゲル材が必要である。
- デッキ側の溶接止端から発生し、止端部にとどまっている比較的短いき裂、および補剛材の溶接止端から発生し、ビードを横切ってデッキに進展したき裂に対しては、削り込みによるき裂の削除と、補剛材幅程度のアンゲル材により、き裂の再発を防止できることが検証された。
- 予防保全と事後保全対策の疲労試験終了後にTRSとTRS孔を確認したが、TRS、TRS孔ともに特に変状は認められなかった。

32