

疲労実験による疲労耐久性 向上効果の検討

日本橋梁建設協会 ○小西 日出幸
関西大学 ○白石 祐一
建設コンサルタンツ協会 坂本 千洋
近畿地方整備局 大森 功一
関西大学 坂野 昌弘

1

1.目的

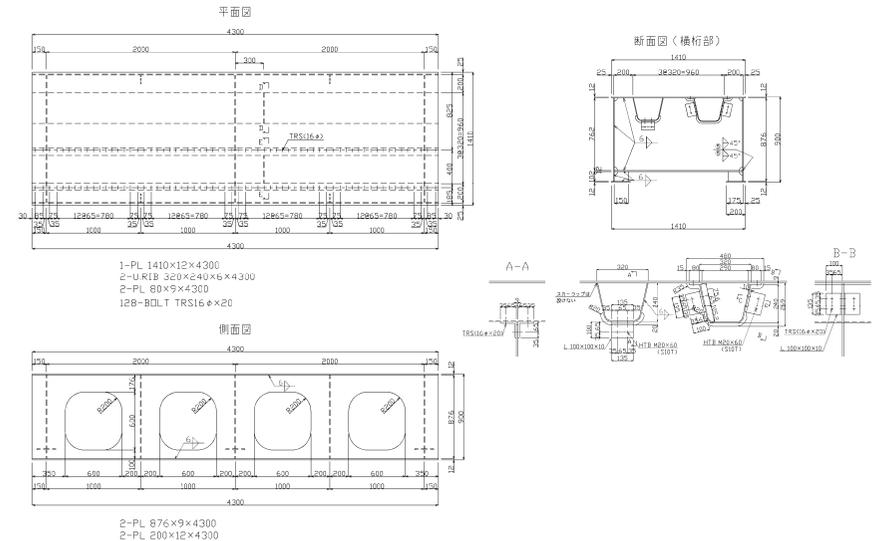
実物大試験体を用いて疲労実験を行い、Uリブと横リブの交差部の**従来構造**と**新設および更新用の鋼床版**それぞれに対する**疲労対策を提案し、それらの耐久性を検証する。**

2

2.実験方法

2.1 試験体製作

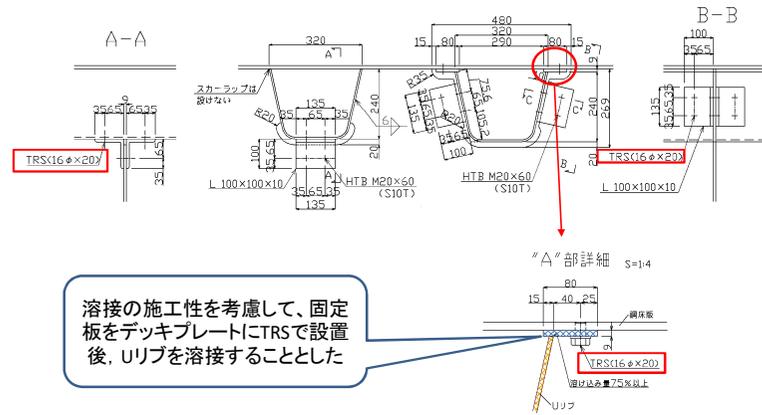
鋼床版疲労耐久性向上試験体



3

4

横リブ交差部



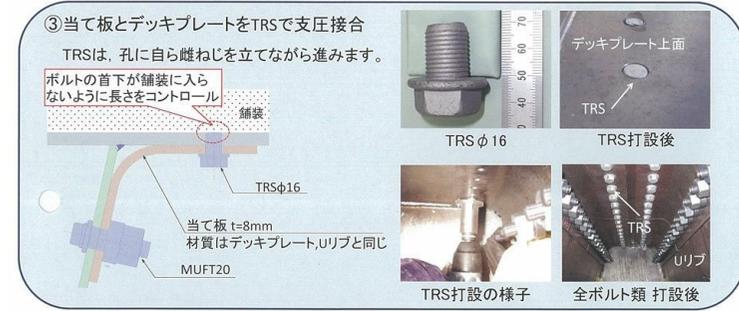
溶接の施工性を考慮して、固定板をデッキプレートにTRSで設置後、Uリブを溶接することとした

Uリブは従来タイプの320×240×6を使用。
TRS固定間隔は400mmとなった

TRSとは

支圧型ワンサイドボルトTRS (Thread Rolling Screw)

本州四国連絡橋では下図のように鋼床版Uリブの予防保全に使用されています



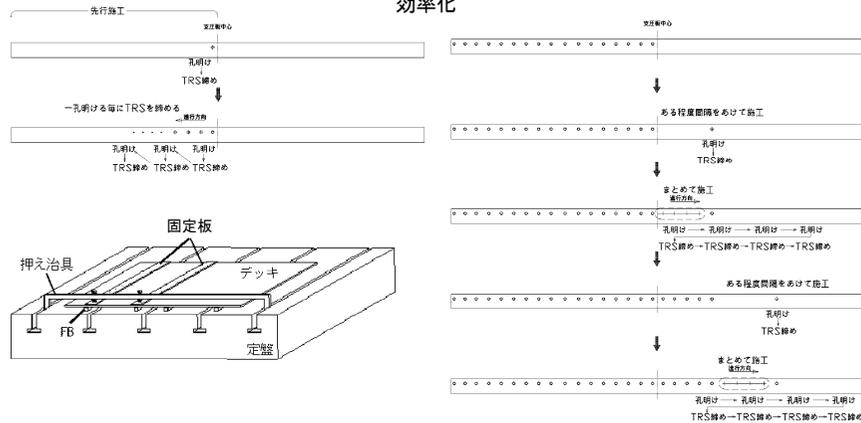
Φ16のボルトの場合、φ15.5の孔に、TRSをタップを切りながらねじ込むことで支圧ボルトとなります。

本試験体は新設構造でTRSを使用した高耐久性鋼床版です。

TRSの施工要領

固定板をおさえ治具で固定した状態で、1本ずつ固定板をガイドにデッキにφ15.5あてもみ削孔、TRSねじ込みを繰り返す

固定板をおさえ治具で固定した状態で、4本程度おきに固定板をガイドにデッキにφ15.5あてもみ削孔、TRSをまとめて施工
施工の効率化



TRSの施工要領



先孔(φ15.5)施工した固定板をデッキに固定治具で固定



ドリルで固定板をガイドに削孔(φ15.5)

TRSの施工要領



インパクトレンチ(TW0250)で
TRSのねじ込み

9

試験体の製作状況



TRS取付Uリブ



Uリブ横リブ交差部補強

10

試験体の製作状況



デッキ上面
デッキ12mm+固定板9mm=21mm
TRS首下長さ20mm



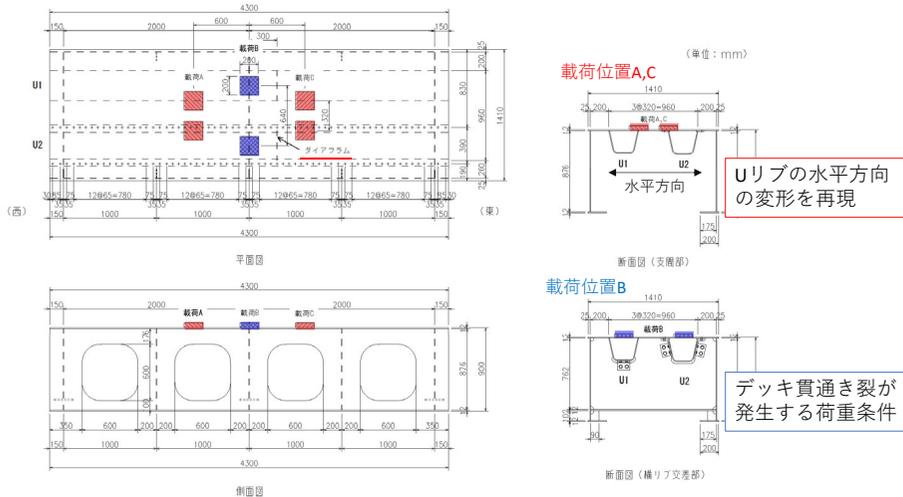
試験体全景

11

2.2 載荷状況

12

2.2.1 載荷位置



試験体の特徴

- 新設構造のUリブの接合方法と形状
- Uリブには横リブから東に300mmの箇所にダイヤフラムが設けられている。
- アンゲル材による従来構造の疲労損傷対策

13

2.2.2 載荷状況



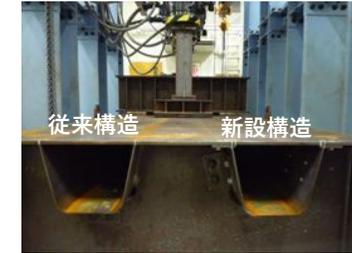
全景



載荷梁



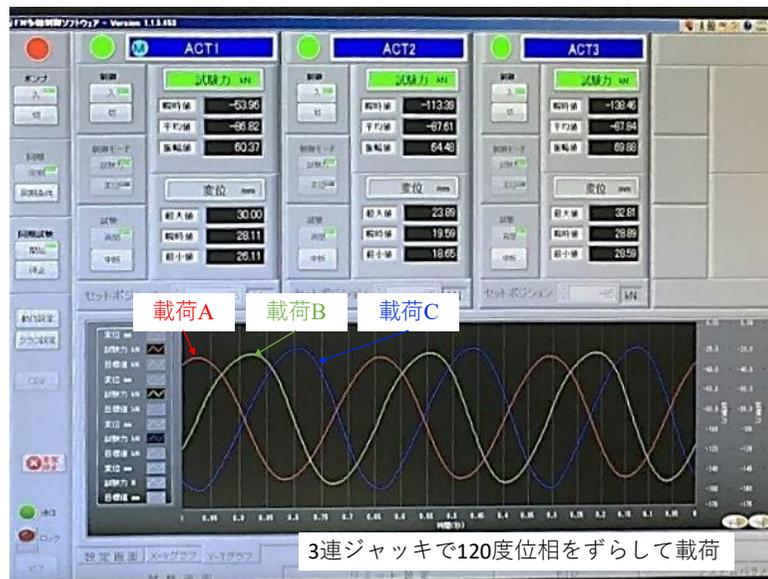
載荷用ゴム板



西側近景

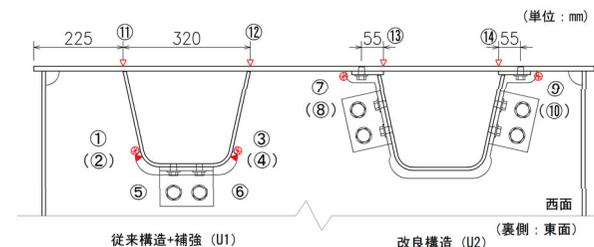
14

2.2.3 疲労試験中の載荷波形

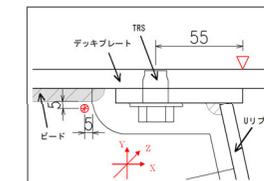
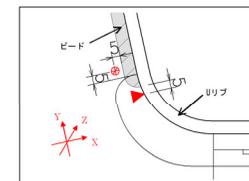


15

2.3 ひずみゲージ貼り付け位置



- 付き数字はゲージ番号を示す
 () 付き数字は横リブ東面に貼付する
- 3軸1mmゲージ ①~④, ⑦~⑩
 - ▷ 1軸5mmゲージ ⑪~⑭
 - ▶ 1軸1mmゲージ ⑤, ⑥
- それぞれ溶接止端から5mmの位置にゲージを貼付した。



16

2.4 疲労試験内容

載荷荷重130kN

ステップ	従来構造		新設・更新用構造	
	目的	対策	目的	対策
1	予防保全効果の検証	当て板	予防保全効果の検証	改良構造
2	き裂の再現	なし		
3	事後保全効果の検証	当て板		

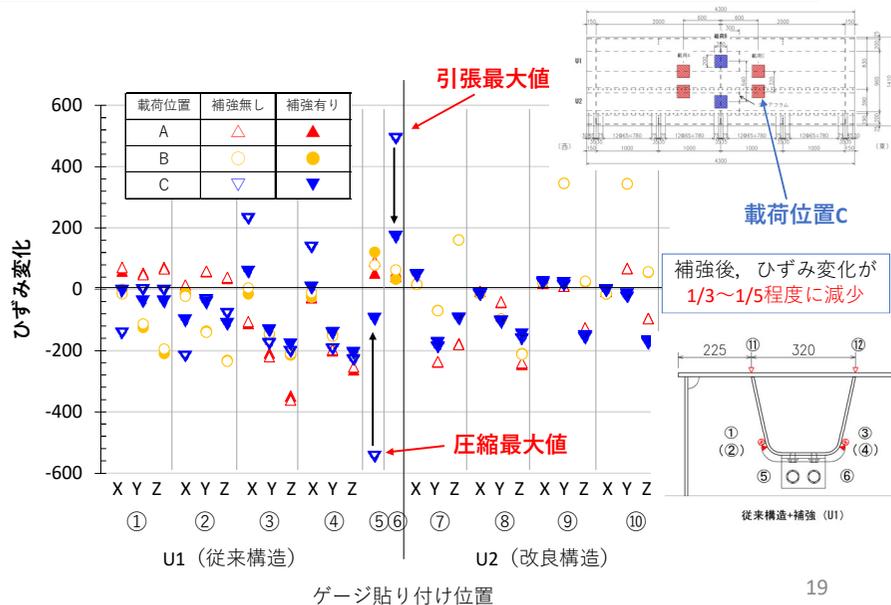
17

3. 実験結果

3.1 静的載荷試験結果

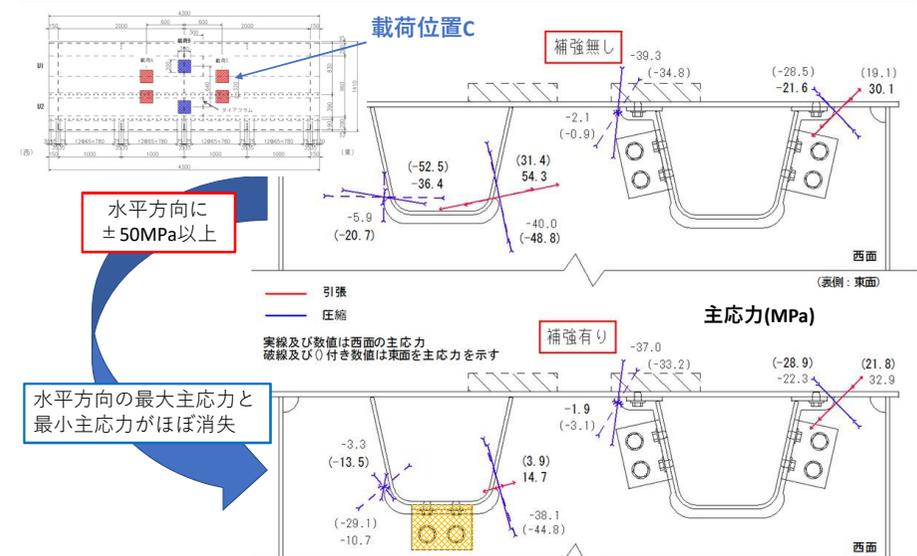
18

3.1.1 静的載荷によって得られた応力分布



19

3.1.2 補強前後の主応力の比較 (載荷位置C)

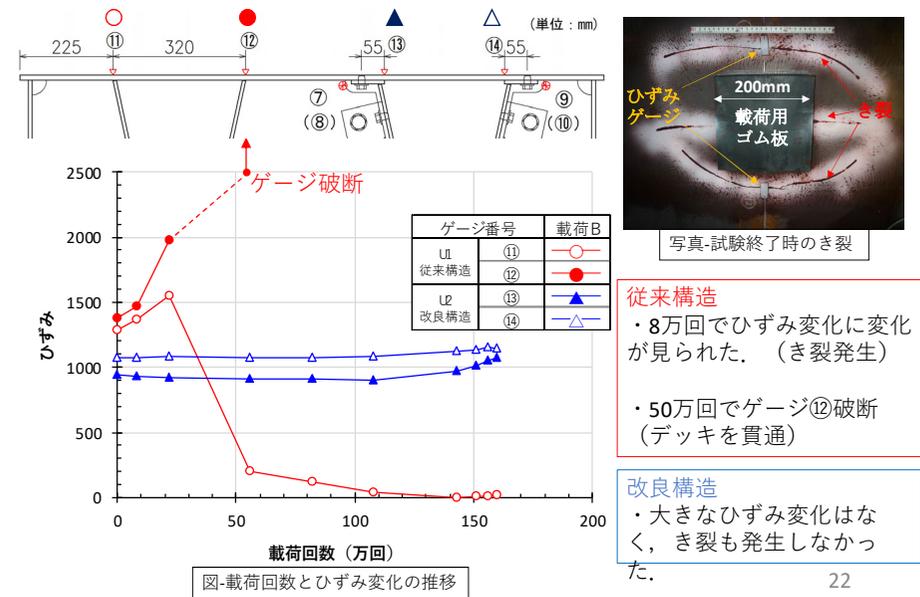


20

3.2 疲労試験結果

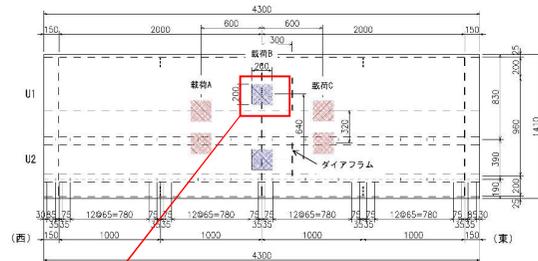
21

3.2.1 デッキ表面のひずみ変化の推移



22

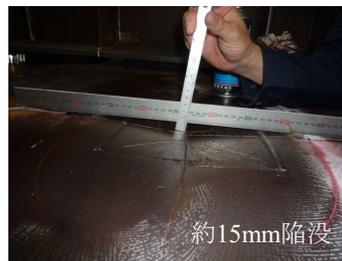
3.2.2 デッキ上面のき裂状況 (160万回)



平面図



U1デッキ上面



U1デッキ上面陥没深さ

23

3.2.3 試験終了後のコア孔



写真-コア孔切削位置

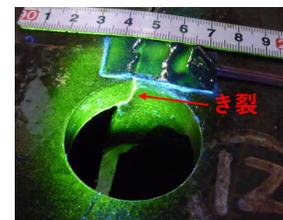


写真-ゲージ⑫付近のコア孔 (従来構造)

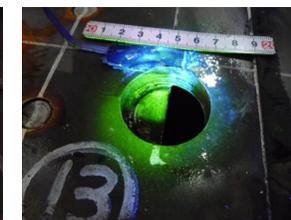


写真-ゲージ⑬付近のコア孔 (改良構造)

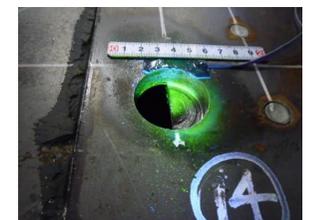


写真-ゲージ⑭付近のコア孔 (改良構造)

24

3.2.4 新設構造のTRS付近のMT写真

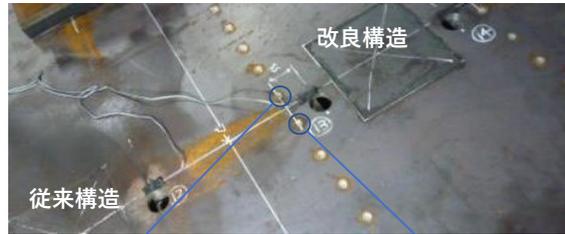


写真-コア孔切削位置

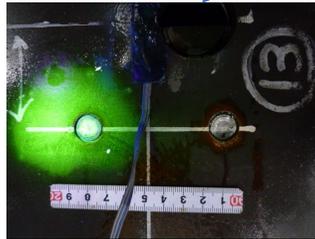


写真-TRS孔 (ゲージ⑬東側)

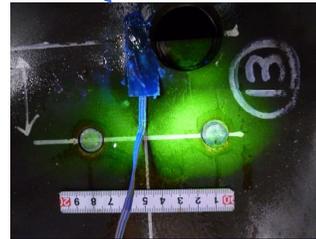
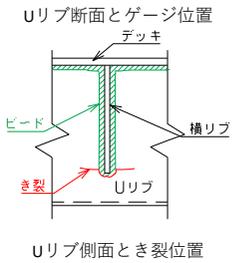
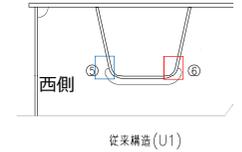
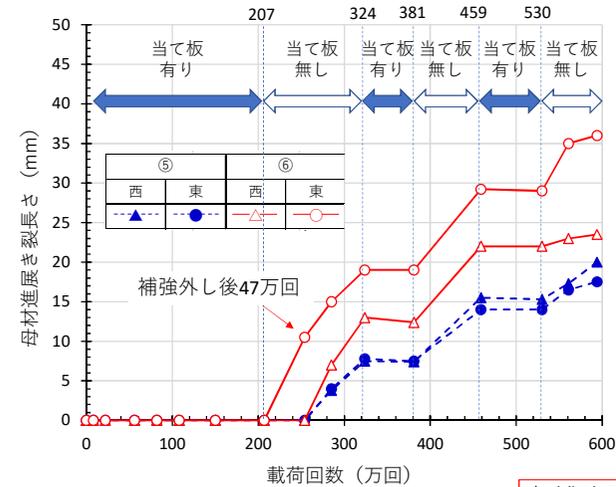


写真-TRS孔 (ゲージ⑬西側)

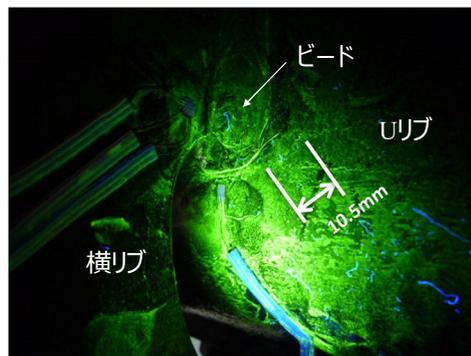
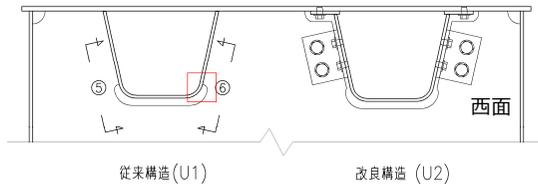
3.2.5 横リブ交差部からUリブ母材部に進展したき裂長さと载荷回数



無補強時：き裂発生or進展
補強時：き裂未発生or停止

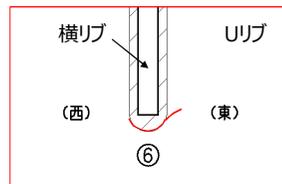
3.2.6 き裂発生状況：当て板なし47万回

累計 254万回载荷



ゲージ⑥ 東側 (10.5mm)

→ダイアグラム有り



3.2.7 試験終了時の横リブ交差部から進展したき裂状況

当て板再々撤去後 64万回時
(当て板なしで259万回载荷)
(累計 594万回载荷)

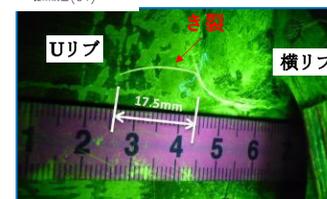
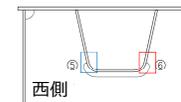


写真-ゲージ⑤東側

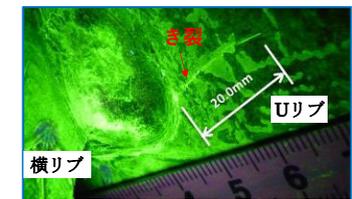


写真-ゲージ⑤西側

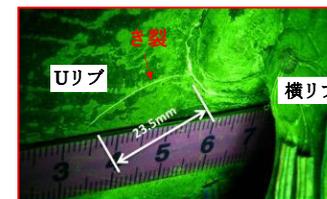


写真-ゲージ⑥西側



写真-ゲージ⑥東側

4.まとめ

- 従来構造に当て板補強を施すことにより、横リブ交差部のき裂に対しては、十分な予防保全効果とき裂進展防止効果があることが確認されたが、デッキ貫通き裂に対しては効果がなかった。
(デッキき裂に対しては、TRSを用いた下面補強により予防保全可能)
- 新設および更新用構造では、Uリブと横リブ交差部、デッキともに疲労き裂は全く発生せず、十分な疲労耐久性が確認された。

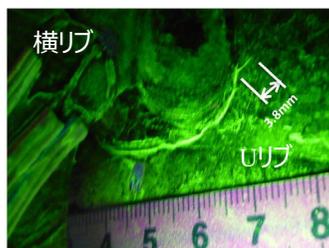
参考：疲労き裂写真

29

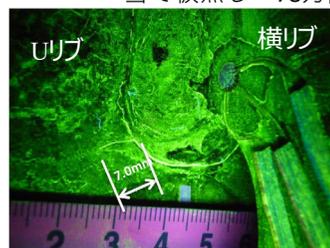
30

き裂発生状況 (285万回)

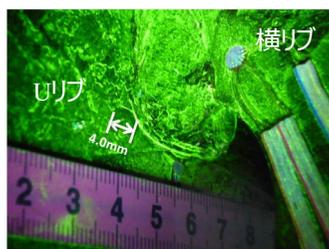
当て板無し 78万回載荷



⑤ 西 (3.8mm)



⑥ 西 (7.0mm)



⑤ 東 (4.0mm)

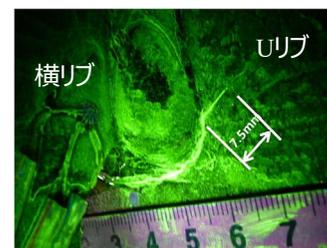


⑥ 東 (15.0mm)

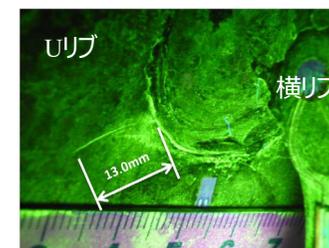
31

き裂進展状況 (324万回)

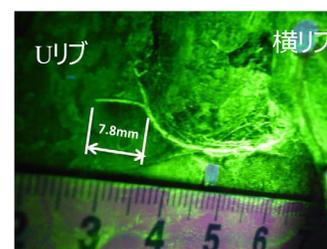
当て板無し 117万回載荷



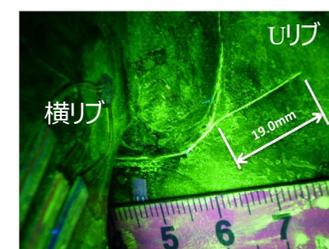
⑤ 西 (7.5mm)



⑥ 西 (13.0mm)



⑤ 東 (7.8mm)

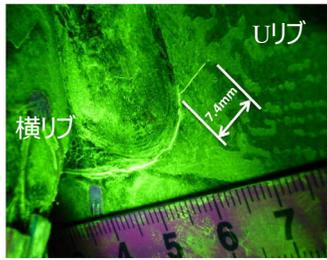


⑥ 東 (19.0mm)

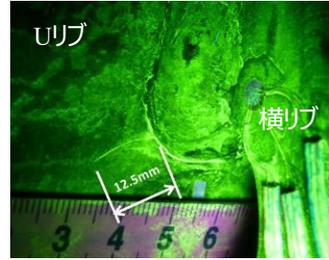
32

き裂進展状況 (381万回)

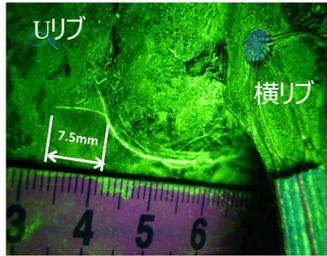
再当て板取付後 57万回载荷



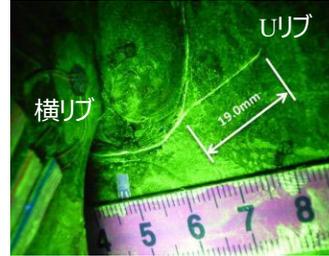
⑤ 西 (7.4mm)



⑥ 西 (12.5mm)



⑤ 東 (7.5mm)

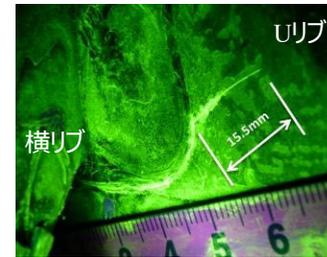


⑥ 東 (19.0mm)

33

き裂進展状況 (459万回)

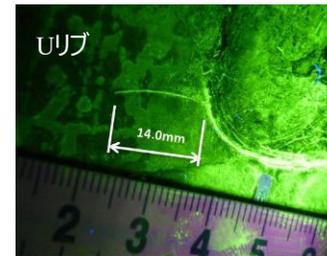
再当て板外し後 78万回载荷



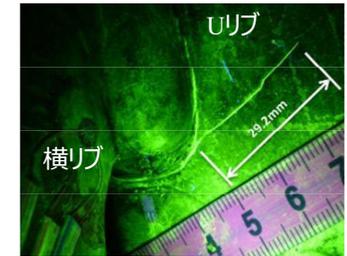
⑤ 西 (15.5mm)



⑥ 西 (22.0mm)



⑤ 東 (14.0mm)

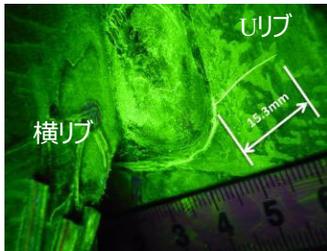


⑥ 東 (29.2mm)

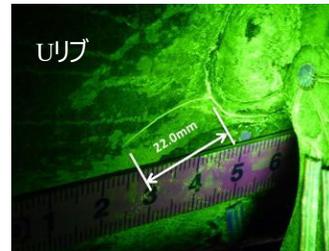
34

き裂進展状況 (530万回)

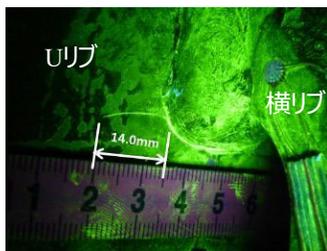
再々当て板取付後 71万回载荷



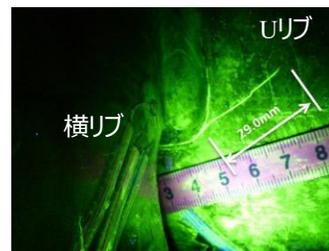
⑤ 西 (15.3mm)



⑥ 西 (22.0mm)



⑤ 東 (14.0mm)



⑥ 東 (29.0mm)

35