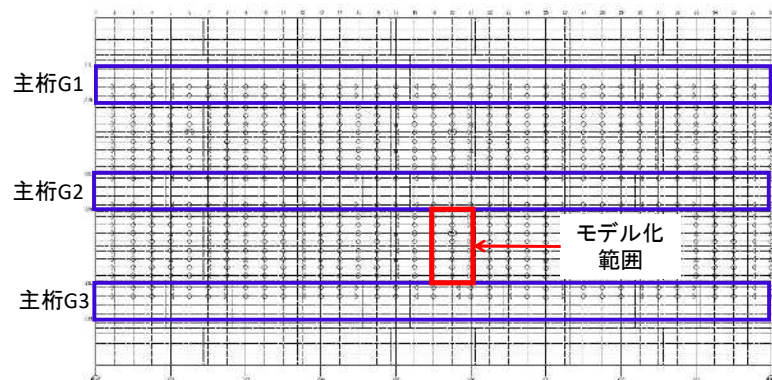


FEM解析による挙動推定 と補強構造の検討

京都大学 松本 理佐
建設コンサルタンツ協会 ○田辺 篤史
和歌山河川国道事務所 國年 滋行
関西大学 坂野 昌弘

モデル化対象範囲の選定

- き裂の発生数が最も多かったP4-P5径間のうち、き裂が発見された、**主桁G2-G3間**の支間中央付近をモデル化する。
- モデル化する範囲は影響線長を考慮して、**主桁間のUリブ8本、横リブ3本分**の範囲とする。

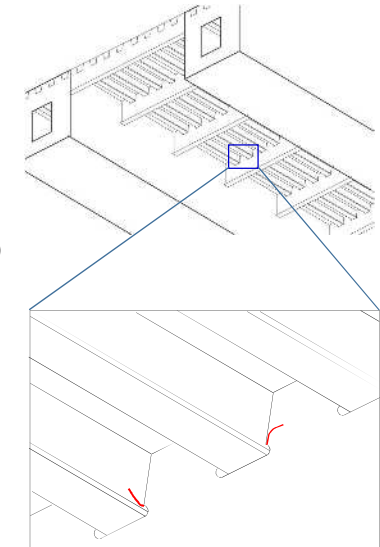


1. FEM解析による挙動推定

鋼床版Uリブ横リブ交差部
・横リブスロット部からのき裂

実橋の縦リブ・横リブ交差部の
応力発生状況を
FEM解析により再現

⇒き裂発生箇所での
発生応力を明らかにする。

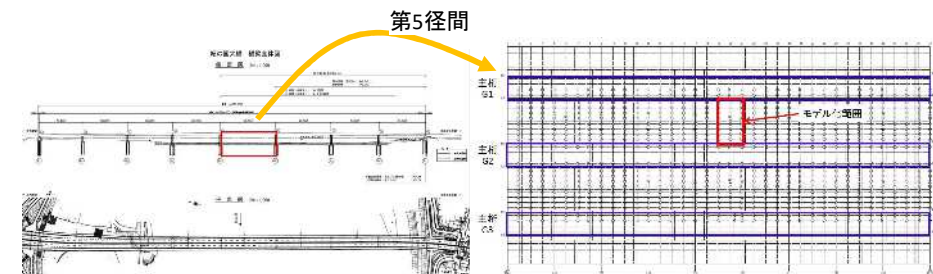


目的

補強前後の応力分布を比較することによって
補強工法の効果を検討する。

着目箇所

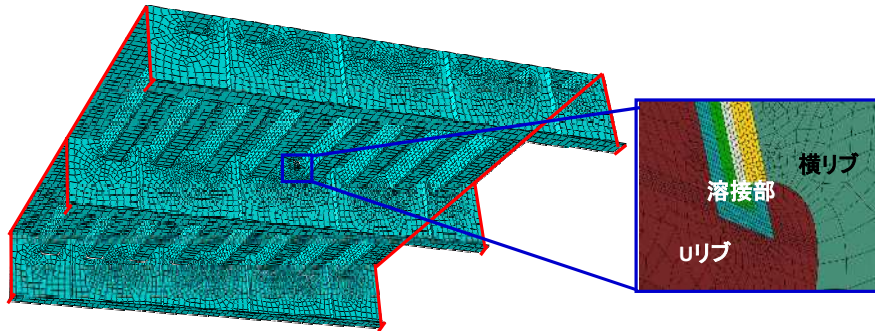
塗膜割れが多数発見された位置を選定



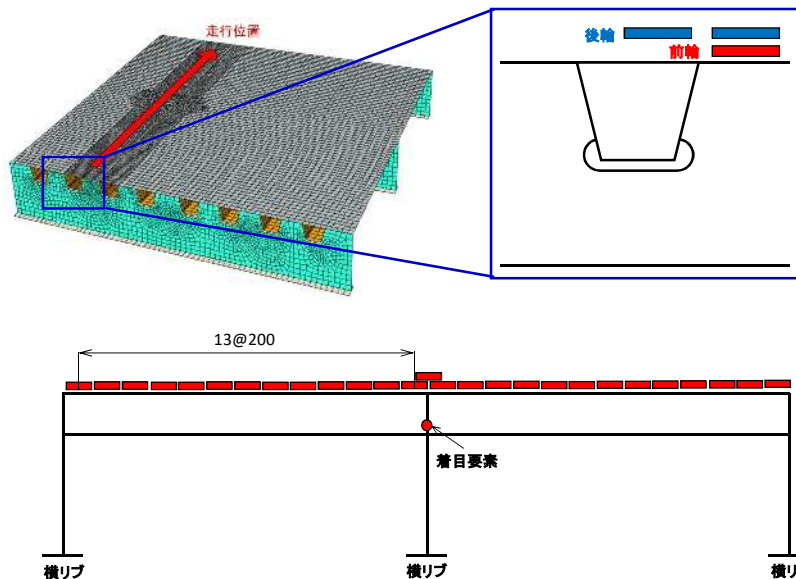
横リブ間隔: 2736¹

解析モデル

- 板状のシェル要素によりモデル化
 - 溶接部は板厚を変更することで、モデル化.
- 境界条件:
 - 主桁との接合部(赤線位置)で変位を全固定

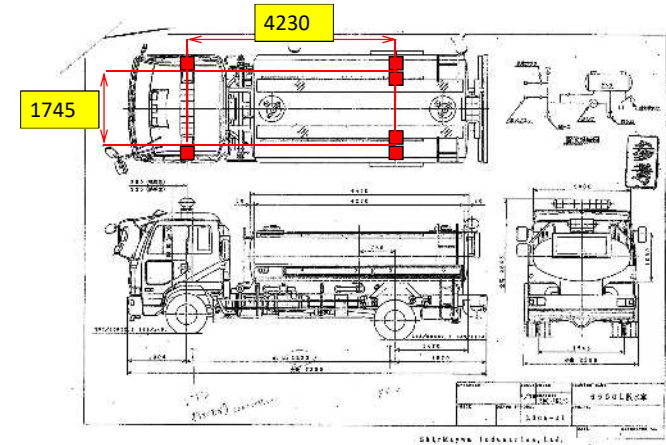


車両走行を模擬した载荷位置



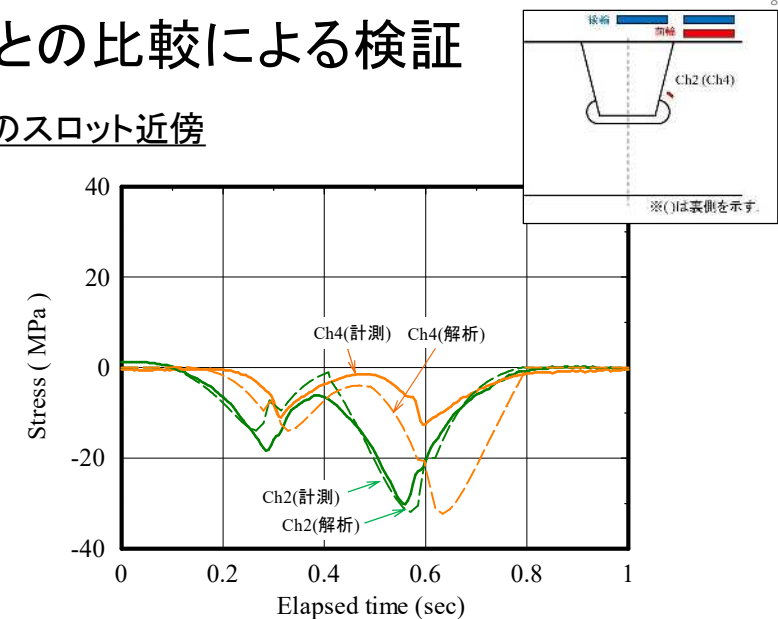
载荷荷重

- 荷重: 散水車(前輪: 軸重4.2t, 後輪: 軸重8.5t)
荷重の設置面積は200mm×200mmとする.



実測との比較による検証

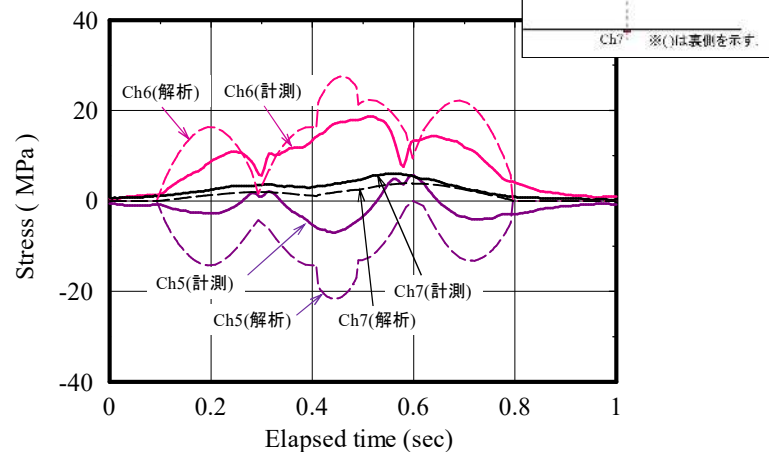
横桁のスロット近傍



形状・値の双方共に同等の値 ⇒ 解析で実挙動は概ね再現できた.

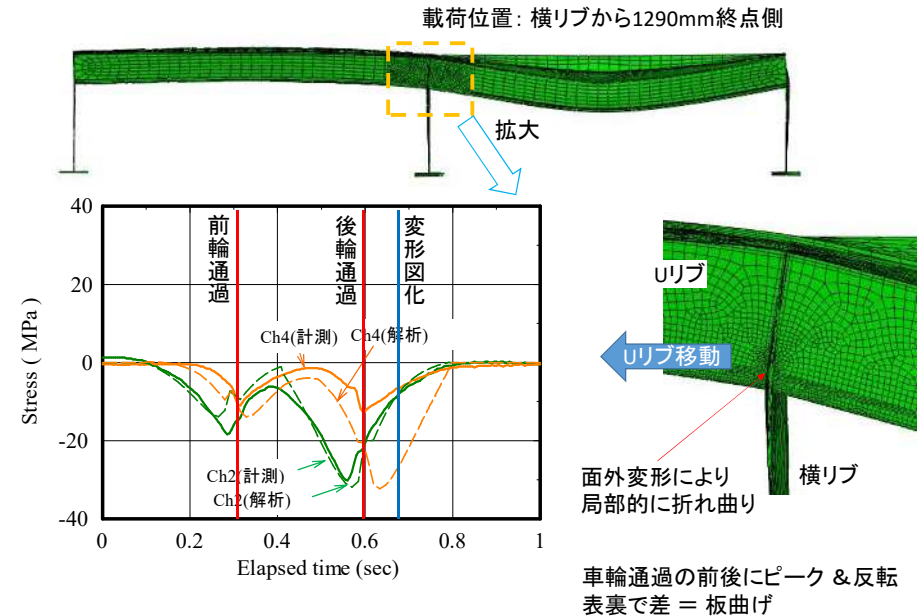
実測との比較による検証

Uリブ回し溶接部&横リブ下フランジ

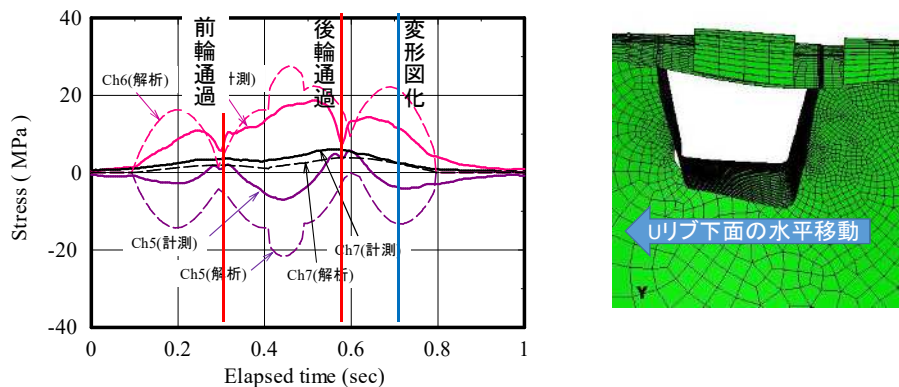


絶対値は異なるが、形状は一致。⇒ 変形は概ね再現されている。

スロット部応力と変形挙動の関係



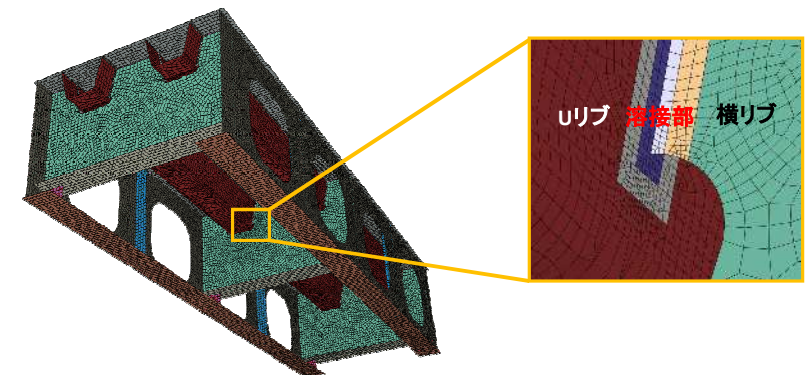
Uリブ止端応力と変形挙動の関係



車輪が横リブ上にある時は応力が出ていない。
 車輪が横リブ間にある時に応力大きい。
 右側と左側で応力の正負が逆
 ⇒ 変形図より、Uリブ下面が橋軸直角方向に移動する
 変形をすることで発生したものとわかる。

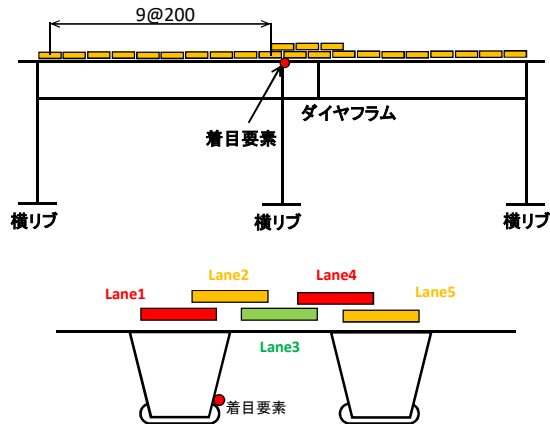
荷重・載荷位置・ダイヤフラムの影響検討

- 荷重・載荷位置(車輪走行位置)に関するパラスタ
 - Uリブ内のダイヤフラムの影響の把握
- ⇒ 解析の規模を縮小し、試験体モデルで、詳細に検討



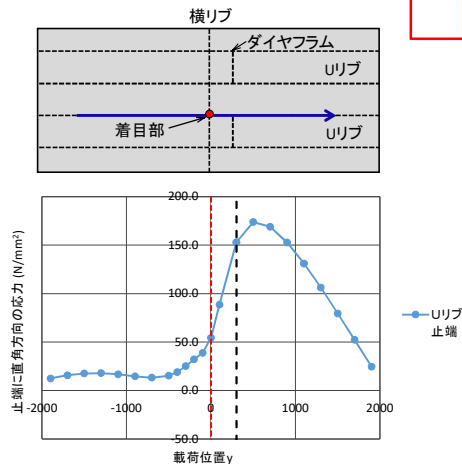
ダイヤフラムの説明の図

- 載荷荷重は200×200mmの範囲に合計50kN. (T荷重を再現)
- 橋軸方向に200mmピッチで載荷.
- 橋軸直角方向には、Uリブ間に載荷する場合と、Uリブを踏むように載荷する場合を再現するために、レーン①ー⑤のように載荷.



解析結果(Uリブ側の止端)

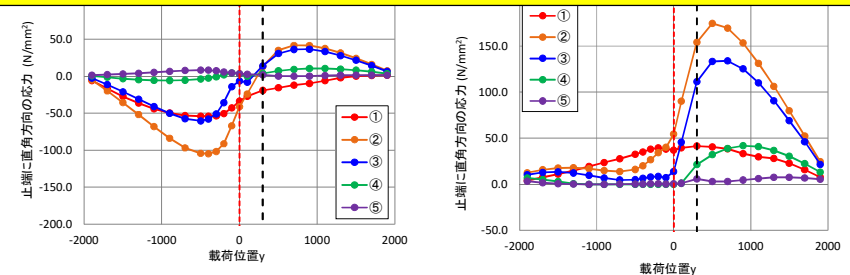
- ダイヤフラム位置より200mm外側に載荷した場合、着目要素の応力が大きくなった.
- Uリブ側の止端の応力範囲は、170MPaであった.



解析結果(橋軸直角方向の載荷位置の影響)

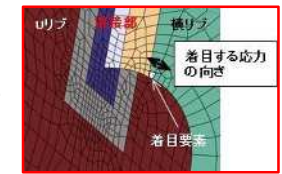
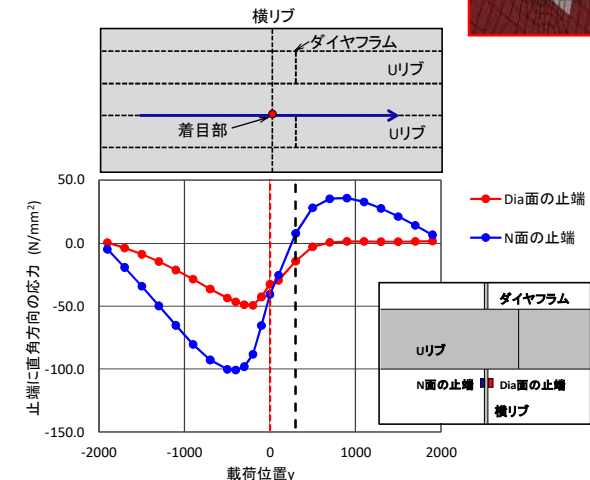


着目要素を踏むように載荷するレーン②で、応力が最も大きくなる.



解析結果(横リブ側の止端)

- 横リブから-500mm位置に載荷した場合、着目要素の応力が最も大きくなった.
- Dia面の止端より、N面の止端の方が応力が高くなった.
- Dia面の止端の応力範囲は、140MPaであった.



挙動推定のまとめ

載荷位置と変形挙動:

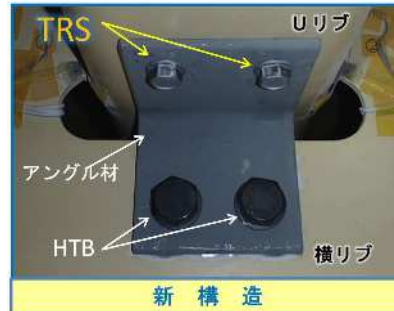
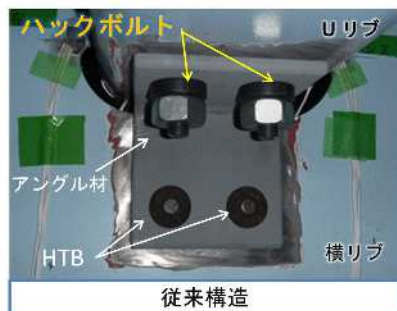
- 横リブスロット部の応力は、Uリブのたわみ角とそれによるUリブ下面の橋軸方向への水平移動により生じる横リブスロット部に面外曲げに起因して大きくなる。
- Uリブ側の応力は、横リブ間に荷重が載荷された際に、Uリブ下面が橋軸直角方向に水平移動することで大きくなる。
- 着目部位を踏むように荷重が走行する場合が最も応力が大きくなる。これは、上記の変形を生じやすいためである。
- Uリブ側の応力範囲のほうが、横リブスロット部よりも大きい傾向。

Uリブ内ダイヤフラムの影響:

- Uリブ側の応力は、ダイヤフラムがある場合に大きくなる傾向にある。
- 横リブスロット部の応力は、ダイヤフラムがない場合の方が、応力が大きくなる傾向にあった。

補強工法

対象工法: アンゲル材でUリブ下面を横リブに固定



2. 補強構造の検討

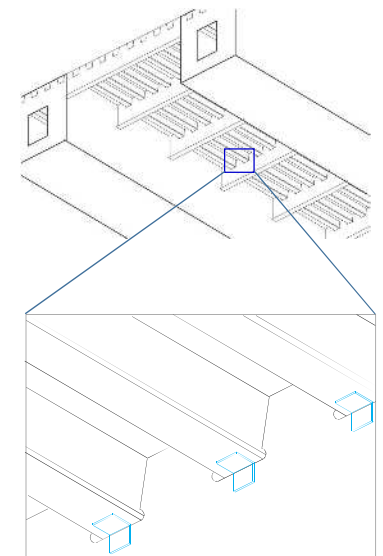
鋼床版Uリブ横リブ交差部

- 横リブスロット部からのき裂

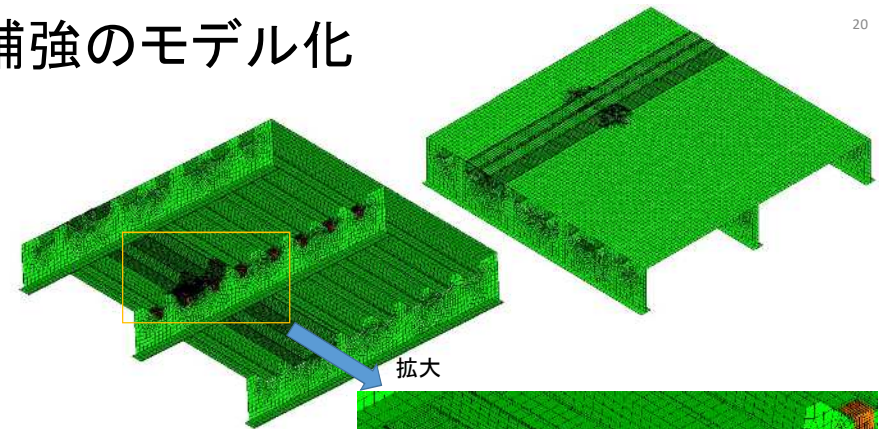
Uリブの下面の水平変形を拘束できる補強部材を解析モデルに組み込み



- 既設鋼床版のき裂対策の改善効果を検討



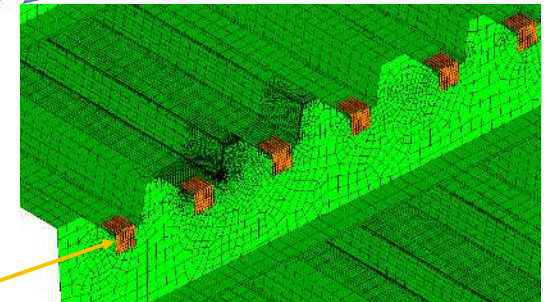
補強のモデル化



G1桁から2本目のUリブに着目

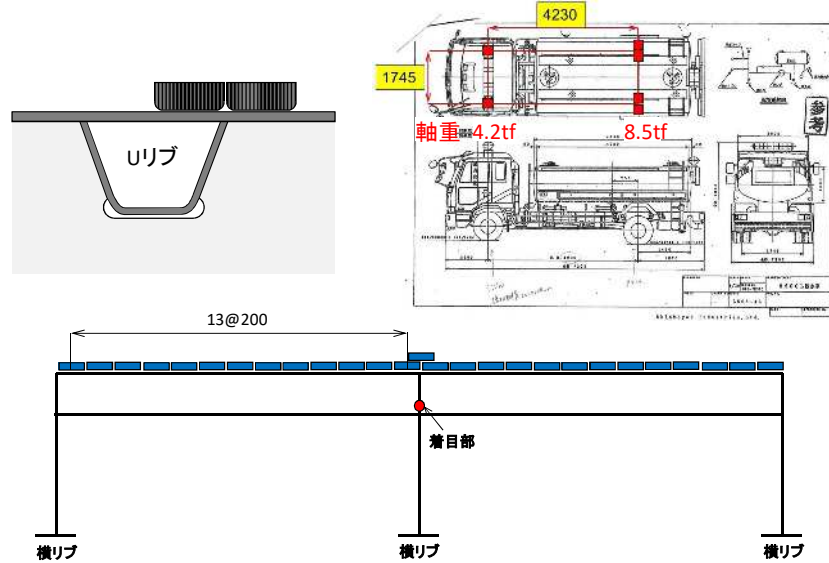
アンゲル材をモデル化
→ Uリブと横リブに固定
(解析ソフトのTie機能を使用)
(モデルは新旧で共通)

補強アンゲル



荷重条件

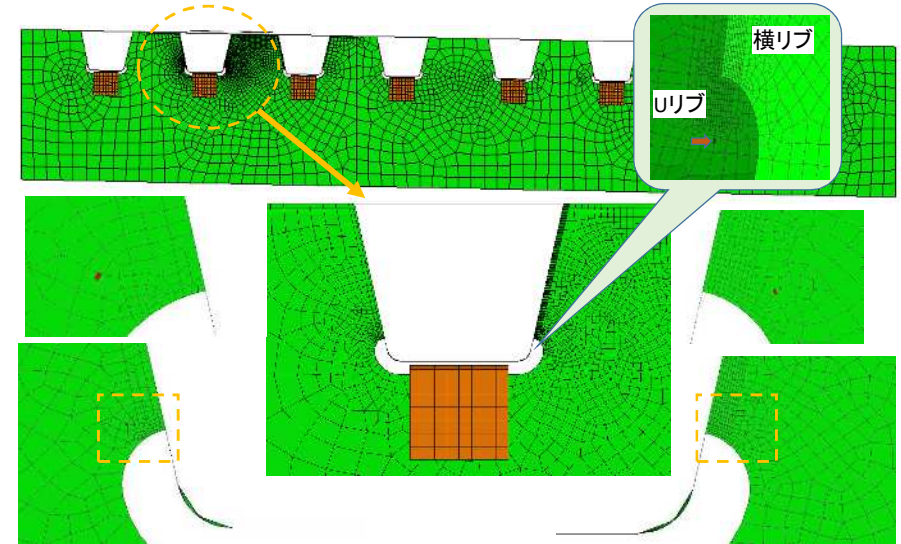
先の検討と同様に、走行試験で用いた散水車の後輪をモデル化。



21

応力の結果出力位置

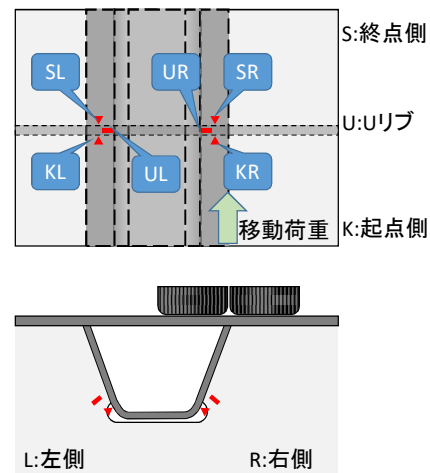
・実橋のひずみゲージ貼り付け位置と大体同じ。



22

着目位置名称

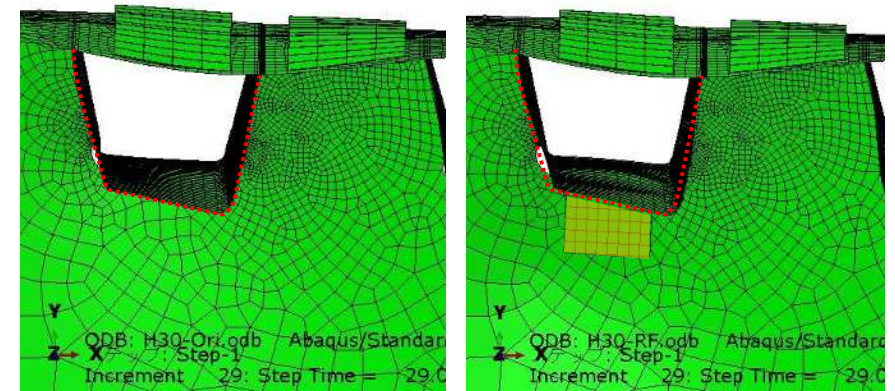
着目箇所6か所について
右図のように命名



23

変形図 (Uリブの応力最大時)

載荷位置: 横リブから1240mm起点側



補強前

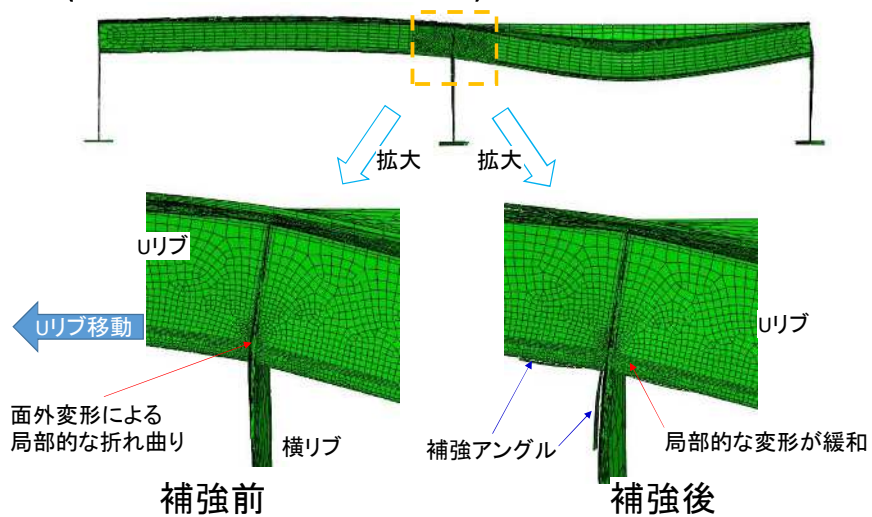
補強後

24

変形図

(KR部応力着目時)

載荷位置: 横リブから1290mm終点側

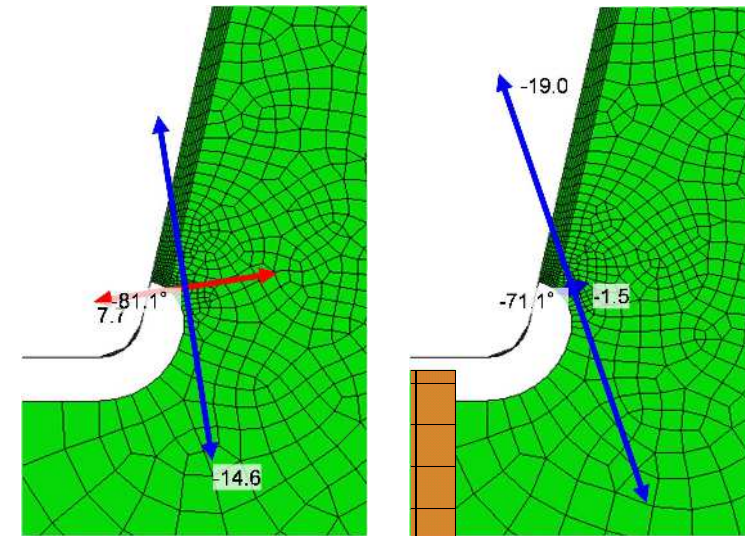


主応力の比較 KR

載荷位置: 横リブから1340mm終点側(最大主応力ピーク位置)

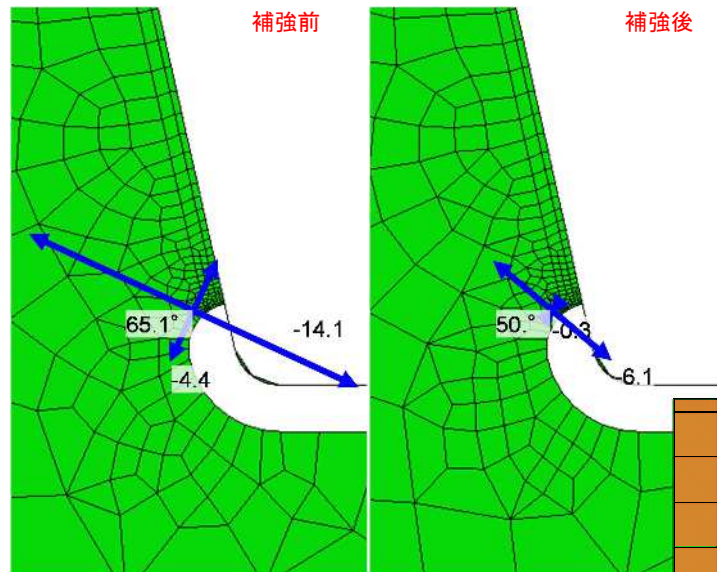
補強前

補強後

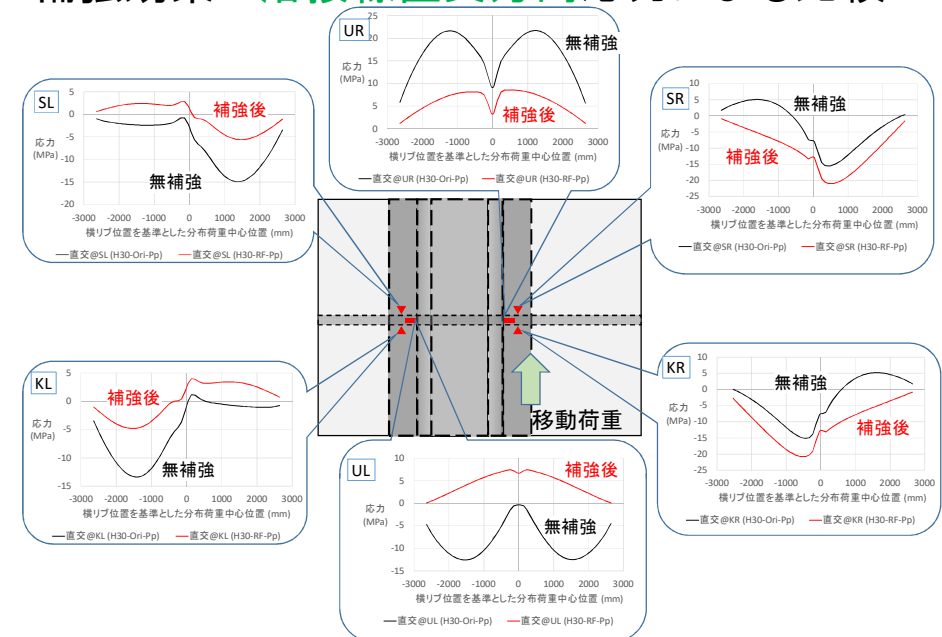


主応力の比較 KL

載荷位置: 横リブから1390mm終点側(最大主応力ピーク位置)

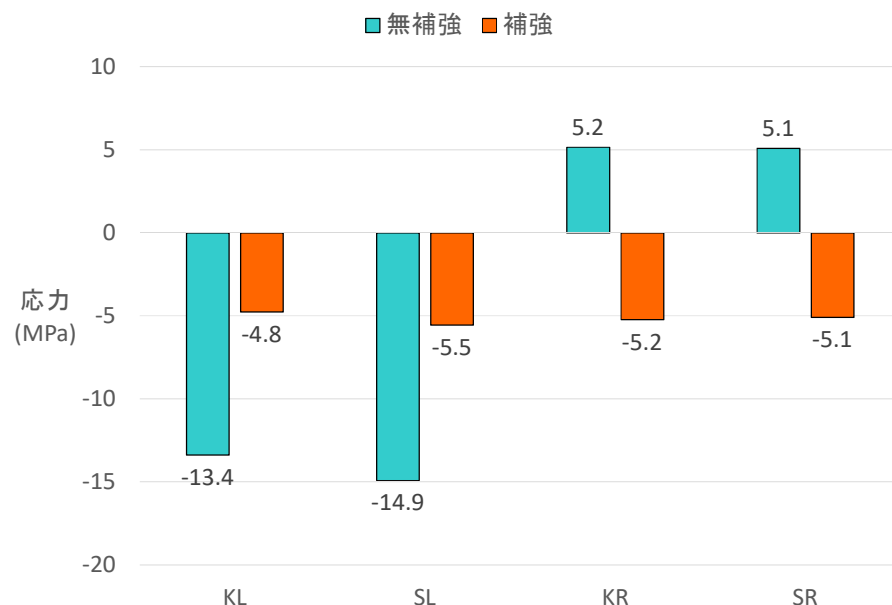


補強効果 – 溶接線直交方向応力による比較



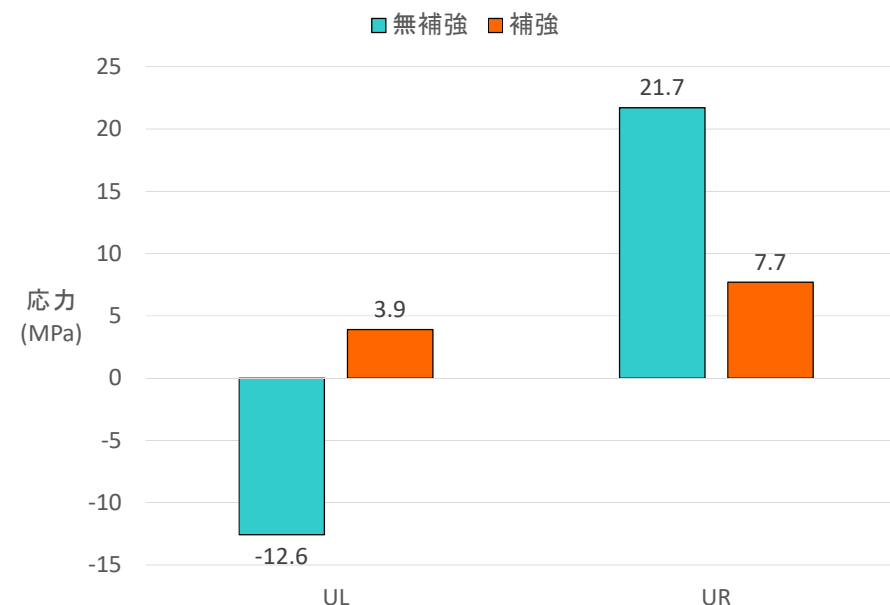
溶接線直交方向ピーク応力の変化：横リブ

29



溶接線直交方向ピーク応力の変化：Uリブ

30



補強構造の検討 まとめ

31

- アングル補強を施すことにより, Uリブ下面の水平方向の移動を抑えることができる



- アングル補強は着目する溶接部の応力(最大主応力, および, 溶接線直交方向応力)を低減可能であり, 疲労強度向上に効果があると考えられる.
 - 載荷点直下の横リブ側止端部では, 溶接線直交方向の応力が引張から圧縮に変化する.
 - Uリブ側の溶接止端部や非載荷側の横リブ止端部では, 発生応力範囲が補強前の1/2から1/3に低減される.