# 横リブ現場継手部に開口部を有する鋼床版の疲労損傷（その１）

首都高速道路株式会社　正会員　○中野　博文
首都高速道路株式会社　正会員　中村　充
川田工業株式会社　正会員　溝江　慶久

**１．はじめに**　首都高速道路の 3 径間連続鋼床版箱桁橋において，疲労損傷と推察されるき裂が数多く発見された．発見されたき裂は主に図 1 に示すデッキプレートーU リブ溶接部のき裂（FR2 き裂）と U リブー横リブ溶接部のき裂（DR1 き裂）であり，横リブ現場継手部に集中して発生していた．この現場継手部は，図 2 に示すように横リブがデッキプレートと接合されていないという構造的特徴があった．建設当時の設計においてデッキプレートと横リブとの短い溶接部の省力化を図ったものと推測され，首都高速において非常に稀な構造である．本文は，この開口を有する横リブ現場継手部に発生したき裂の状況について整理した結果とき裂の発生原因を推測するために実施した FEM 解析の結果について報告するものである．

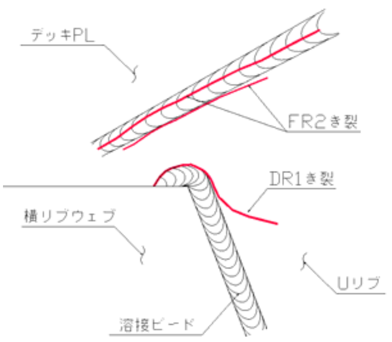
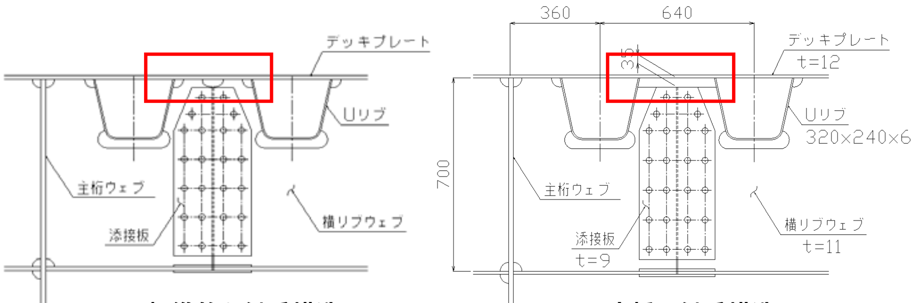



図１　検討対象き裂



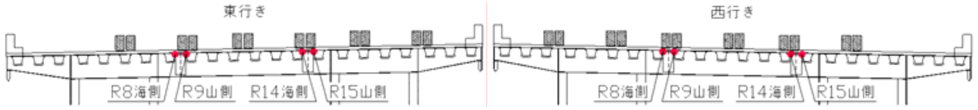

標準的な継手構造　本橋の継手構造

図２　開口を有する横リブ現場継手部

**２．き裂の発生状況**　本橋で発見されたき裂のうち，90%を超えるき裂が当該継手部に近接して発生していた．当該継手部と発生き裂の関係を表 1 に示す．DR1 き裂が単独で発生している箇所が最も多いが，FR2 き裂が連成して発生している箇所も少なくない．また，継手部の左右を比較すると，き裂は床版支間中央側（R9 山側や R14 海側）で多く発生しており，横桁位置の主桁側ではき裂は発生していない．

表１　横桁・横リブ位置におけるき裂発生割合

| | | 東行き | | | | 西行き | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | R8海側 | R9山側 | R14海側 | R15山側 | R8海側 | R9山側 | R14海側 | R15山側 |
| 横リブ位置 | DR1き裂単独発生 | 29% | 66% | 72% | 11% | 18% | 59% | 58% | 12% |
| 横リブ位置 | FR2き裂単独発生 | 10% | 5% | 1% | 12% | 12% | 1% | 0% | 9% |
| 横リブ位置 | DR1・FR2連成発生 | 5% | 9% | 16% | 14% | 23% | 26% | 7% | 6% |
| 横リブ位置 | き裂発生なし | 56% | 20% | 11% | 64% | 33% | 1% | 22% | 60% |
| 横桁位置 | DR1き裂単独発生 | 0% | 0% | 47% | 0% | 0% | 65% | 6% | 0% |
| 横桁位置 | FR2き裂単独発生 | 0% | 6% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 横桁位置 | DR1・FR2連成発生 | 0% | 0% | 6% | 0% | 0% | 6% | 0% | 0% |
| 横桁位置 | き裂発生なし | 100% | 94% | 47% | 100% | 100% | 29% | 94% | 100% |




**３．FEM 解析の概要**

解析は，実橋計測結果 [1)] から桁作用の影響は小さいと考え，U リブの 4 支間分を取り出したモデル（図 3）を対象として行った．現場継手部のモデル化では添接板の形状と板厚のみ考慮した．解析手法はソリッド要素を用いた線形解析（解析コード：NASTRAN）とし，着目部周辺のメッシュサイズは 2mm 角程度とした．拘束は実橋計測結果 [1)] との比較検証から主桁下面の節点を完全固定とした．載荷荷重は 2×200×200mm の面に 100kN の分布荷重を与えた．載荷ケースは橋軸方向に 3 ケース，橋軸直角方向に 11 ケースの計 33 ケースとした（図 4）．

キーワード　鋼床版，疲労損傷，横リブ現場継手部，FEM 解析
連絡先　〒100-8930　東京都千代田区霞が関 1-4-1　首都高速道路株式会社 保全・交通部　ＴＥＬ03-3539-9546

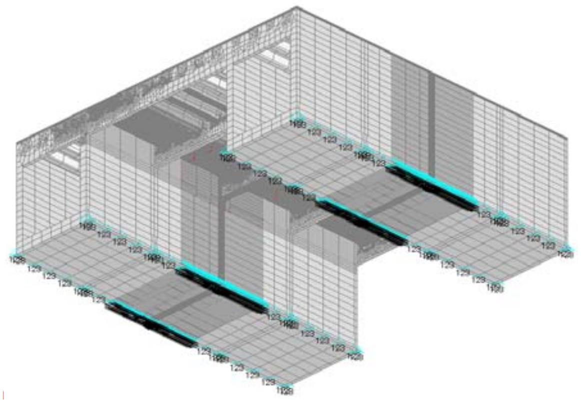


図３　解析モデル

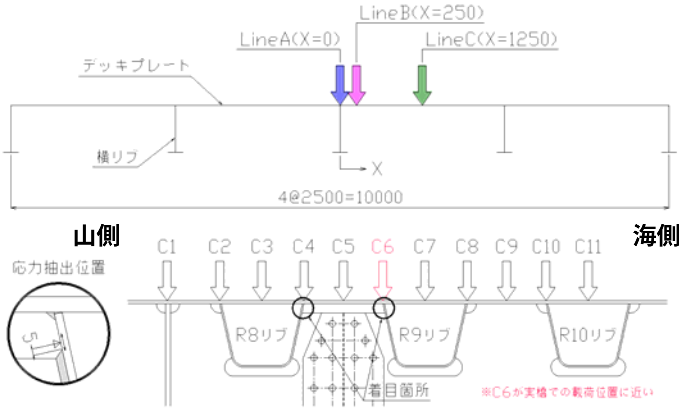



図４　載荷ケースと応力抽出位置

**４．FEM 解析の結果とき裂発生原因の推定**　　DR1 き裂発生位置の各載荷位置と発生応力との関係を図５に示す．図 5(c), (d)は比較のために実施した現場継手部を無くし，スカラップを有する標準的なディテールに置き換えたモデルの解析結果である．これより，当該箇所の応力は LineA（横リブ直上）の C7 ケースで最も大きく，床版支間側に荷重が移動してもさほど小さくなっていない．また，継手部の左右（R8 海側，R9 山側）を比較すると，床版支間中央側（R9 山側）の方が高い応力値を示しており，き裂の発生状況と一致する．

一方，図６に示す変形図から，開口部においては横リブ面内の変形挙動に起因してデッキプレートと横リブとで水平方向に変位差が生じていることがわかる．標準モデルではこの変位差が小さいことから，図５の両モデルの応力の差異はこの水平方向の変位差によるものと考えられる．また，FR2 き裂と DR1 き裂が連成して発生していたことに関連し，デッキプレートーU リブ溶接部にも U リブー横リブ溶接部と同程度の応力が作用し，かつ両箇所とも大きな板曲げが発生していることを確認した．

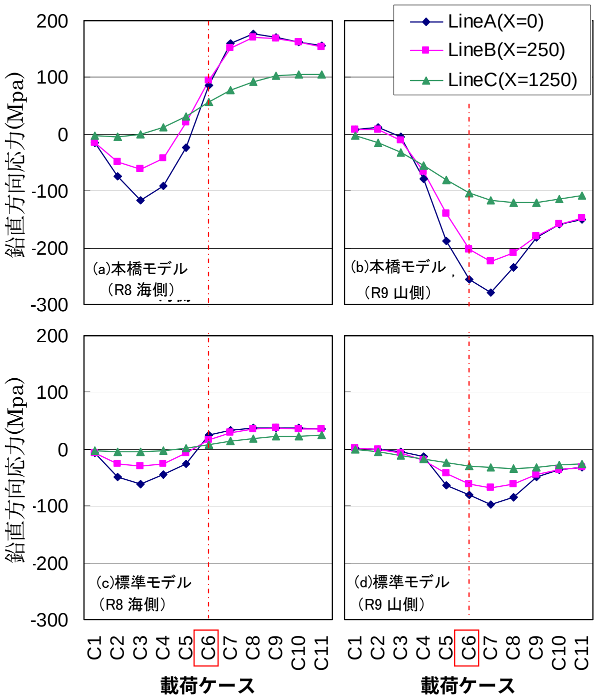



図５　DR1 き裂発生位置の応力分布

**５．おわりに**　　開口を有する横リブ現場継手部に発生した疲労損傷は，輪重による鉛直方向の変形に加え，横リブ面内の変形挙動に起因して発生するデッキプレートと横リブとの水平方向変位差によるものと推測された．よって，当該損傷に対しては，これらの変形を抑制するための構造改良が必要であると判断された．

**参考文献**

1) 渡邊,中野,中村：横リブ現場継手部に開口部を有する鋼床版の疲労損傷（その３），土木学会第 66 回年次学術講演会，2011.9.

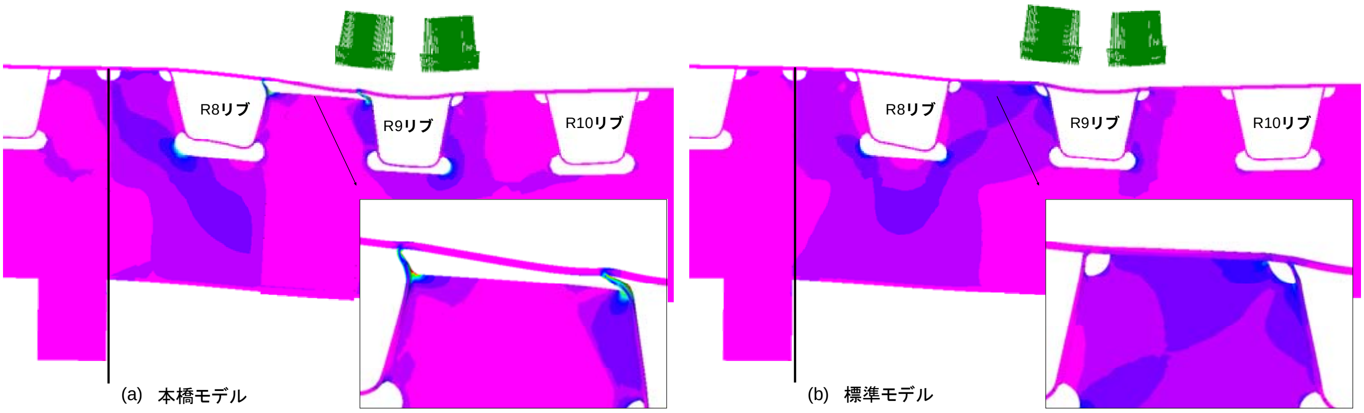



図６　C7 ケースの変形図（変形×200，コンターはミーゼス応力）