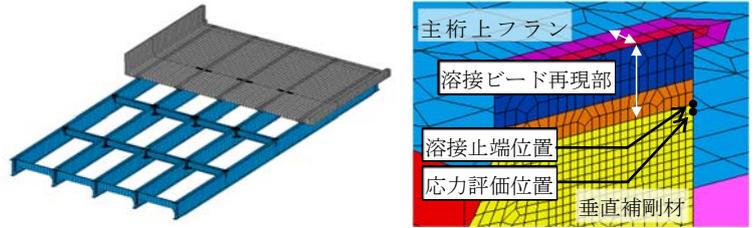


間は剛結とし、横桁と垂直補剛材はボルト位置を剛梁で結ぶことで接合した。着目部では要素寸法を最小2mm×2mmとし、垂直補剛材上端部では要素厚を変化させることでサイズ6mmの溶接ビードを再現した²⁾。荷重載荷は2ケースで行い、レーン1(走行車線)・レーン2(追越車線)それぞれ支間中央にF荷重を載荷する場合をケース1(図-2)、



(a) 全体モデル (b) 着目部の要素分割
図-7 解析モデルの概要

支間中央で幅員方向にF荷重を最大875mmピッチで載荷する場合をケース2とした。支間中央断面の全8箇所の垂直補剛材と、支間1/4断面の外桁の2箇所の垂直補剛材に着目し、補剛材上端の溶接止端から鉛直方向に2mm下方の節点における鉛直方向応力を比較した(図-7(b))。応力は、垂直補剛材の横桁取付け側表面・反対側表面・板厚中心の3層の値を抽出し、曲げ応力(両面応力の差の1/2)、膜応力(両面応力の和の1/2)を評価した。

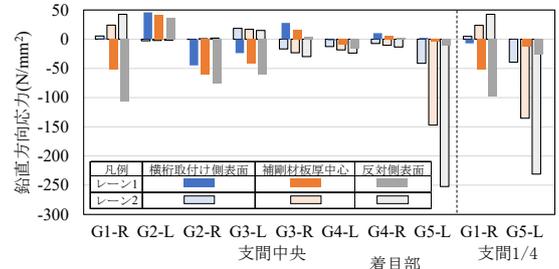
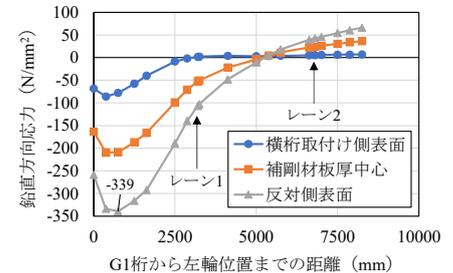


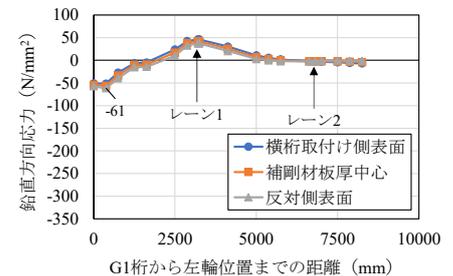
図-8 ケース1 載荷における各着目部の応力

4. 解析結果

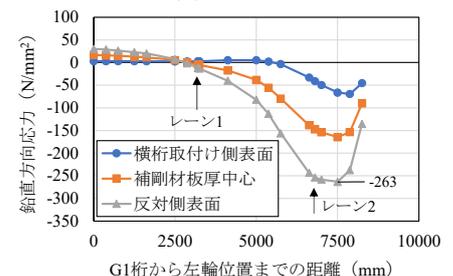
図-8にケース1 載荷時の着目部の応力を示す。なお、支間1/4断面については、着目部の応力が最大となる載荷位置(G1-Rでは支間1/2断面、G5-Lでは支間1/4断面に載荷)の結果を示している。レーン1, レーン2 載荷に対して、応力はそれぞれG1, G5の支間中央で最大となるほか、外桁の支間1/4では支間中央の90%程度となっており、き裂の発生傾向と概ね一致している。一方で、レーン1 載荷時のG1とレーン2 載荷時のG5では、応力に約2倍の差がみられ、き裂の発生傾向と必ずしも一致していない結果となっている。



(a) G1-R



(b) G2-L



(c) G5-L

図-9 ケース2 載荷の支間中央における各着目部の応力

図-9にケース2 載荷における結果を示す。外桁ではG5-LよりもG1-Rの方が30%ほど応力が高く、壁高欄を除去したモデルへのケース1 載荷により、壁高欄が局部応力に影響していることを確認した。また、外桁では内桁に比べて全体的に応力が高く、垂直補剛材両面の応力差も大きい。すなわち、図-5のき裂発生傾向は横桁ウェブの片面連結に伴う垂直補剛材上端の面外曲げ変形の影響によるものと考えられる。

内桁-横桁間の接合形式の影響を確認するため、上フランジの添接板を除去しせん断伝達に変更したモデルにケース1 載荷を行った。図-10に変更前後の結果を比較して示すが、G2-Rで約3倍の応力が発生するなど内桁で応力が増加しているほか、接合形式変更前モデルの外桁G1での応力を上回っており、モーメント連結形式が垂直補剛材上端の面外曲げ変形を緩和して、結果的に局部応力を抑制していることを確認した。

引き続き、同着目部の局部応力・変形状の分析を進めるとともに、効果的な対策工法について検討を行う予定である。

謝辞: 本研究の一部は、(一財)首都高速道路技術センターの研究助成を受けて実施した。ここに、記して謝意を表す。

参考文献 1) 山本亨介, 村越潤, 上仙靖: 橋梁点検データに基づく鋼I桁橋における主桁-横部材取合い部の疲労損傷事例の分析, 鋼構造論文集, 第28巻, 第112号, pp.89-100, 2021.12. 2) 町田進, 的場正明, 吉成仁志, 西村隆一: ホットスポット応力基準による疲労強度評価(第3報)-FEMによる評価-, 日本造船学会論文集, 第171号, pp.477-484, 1992.1.

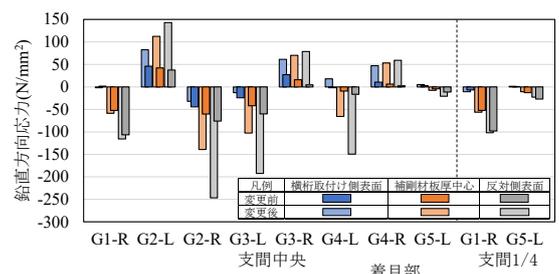


図-10 レーン1(ケース1) 載荷時における横桁接合の変更前後の各着目部の応力