

鋼床版垂直補剛材上端部当て板補強によるデッキトラフリブ溶接部への影響

芝浦工業大学 ○佐々木沙織 穴見健吾

MK エンジニアリング(株) 竹渕敏郎

川田工業(株) 長坂康史 首都高速道路 木ノ本剛

1. はじめに

近年、鋼床版デッキプレートに進展する疲労き裂の一つとして、デッキプレート（以下、デッキ）—垂直補剛材上端溶接部の疲労き裂が多くの発生事例が報告されている。本研究では、デッキ—垂直補剛材溶接部の補修・補強方法として、支圧接合用高力ボルトを用いた当て板をデッキプレート方向にリフトアップする補強法を提案し（図1）、試験体および実橋においてその効果を検討しているが、本報告では本補強法が近接するデッキトラフリブ溶接部に与える影響について実橋梁を対象に行った検討を報告する。

2. 実橋梁での適用試験

都市内高速道路の鋼床版箱桁橋の垂直補剛材を対象に適用試験を行った。対象とした垂直補剛材にき裂は発生していない。ボルト孔のずらし量は0.8mm、当て板のはみ出し幅は40mmとして当て板を設置した。垂直補剛材溶接部デッキ側止端部から、近接するトラフリブ溶接部デッキ側止端部までの距離は約45mmである。補強前（秋季）、補強後（冬季）、補強約半年後（夏季）の72時間計測による頻度解析結果を、表1に示す。なお、垂直補剛材溶接部垂直補剛材側止端部、デッキ側止端部、トラフリブ溶接部トラフリブ側止端部、デッキ側止端部から、それぞれ5mm離れた位置を着目部位とした。

補強箇所である垂直補剛材溶接部近傍においては、本当て板補強による補強効果が発揮され、特に補剛材側で大きな効果が得られた。測定時期が大きく異なるが、最も効果が小さいデッキ側止端部（補強約半年後：夏季）でも補強前の32%程度の応力となっている。一方でトラフリブとデッキプレートの溶接止端部近傍の応力は舗装剛性の小さな夏季において、特に溶接部デッキ側止端部近傍において応力が増大した。そこで、本報告では対象とする垂直補剛材に近接するトラフリブ溶接部への当て板設置の影響を解析的に検討した。

表1 実橋における応力低減効果(72時間測定) (MPa)

		垂直補剛材溶接部		トラフリブ溶接部	
		垂直補剛材側	デッキ側	トラフリブ側	デッキ側
最大応力範囲	補強前	110	72	57	33
	補強後	7	8	34	19
	補強約半年後	10	23	62	72
等価応力範囲	補強前	20	12	12	6
	補強後	3	3	9	4
	補強約半年後	3	5	14	12

測定時期：補修前9月 補強後11月：補強後約半年後：7月

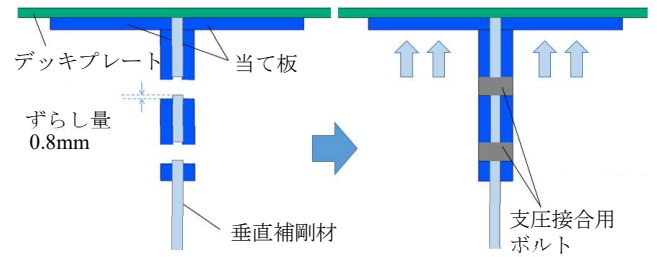


図1 本当て板工法

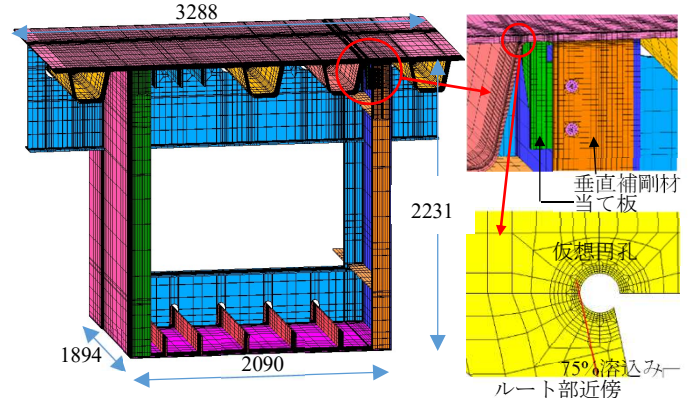


図2 実橋梁モデル全体図

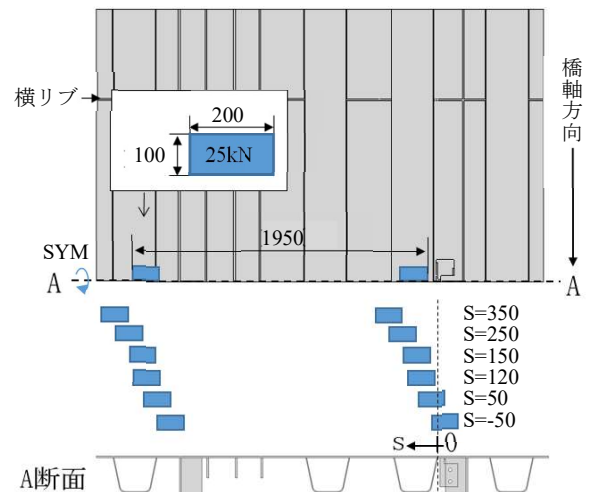


図3 荷重ケース

キーワード 鋼床版垂直補剛材, 疲労損傷, 当て板補強, 支圧接合用高力ボルト, デッキトラフリブ溶接部

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学土木工学科 穴見健吾 TEL 03-5859-8352

表2 L=50mmにおける各着目部位の応力 [単位: MPa]

荷重 ケース	垂直補剛材溶接部 (垂直補剛材側/デッキ側)			トラフリブ溶接部 (トラフリブ側/デッキ側)		
	補強前	接触	一体化	補強前	接触	一体化
s= -50	-116.0 / -89.5	-35.3 / -30.0	-13.7 / -2.7	40.6 / 27.0	39.6 / -15.0	19.1 / -21.9
s= 50	-193.6 / -247.1	-38.6 / -112.8	-2.4 / -4.7	139.5 / -18.4	128.8 / -107.0	77.5 / -124.7
s= 120	-183.8 / -278.4	-21.5 / -137.4	5.0 / -5.9	185.2 / -61.7	173.6 / -154.3	112.1 / -171.7
s= 150	-175.4 / -266.2	-20.3 / -131.6	4.9 / -5.2	186.9 / -59.7	175.9 / -148.3	116.6 / -164.1
s= 250	-137.7 / -190.7	-22.7 / -90.7	0.8 / -3.7	154.4 / -14.8	146.1 / -80.2	104.0 / -91.6
s= 350	-100.0 / -119.0	-23.3 / -52.4	-2.6 / -2.7	106.4 / 21.5	100.9 / -21.7	75.2 / -29.9

3. 実橋梁モデルを用いた解析的検討

当て板設置の近接するトラフリブ溶接部への影響を検討することを目的に実橋梁の一部を図-2のようにモデル化したFEM解析を行った。なお、ここでは舗装はモデル化していない。着目位置はトラフリブの溶接(溶込み75%)の各止端部から5mm離れた位置およびトラフリブ溶接ルート部とした。トラフリブ溶接ルート部には半径1mmの仮想円孔を設け、仮想円孔周りの最小の最小主応力を用いて評価を行っている。

検討は補強前モデルと、補強後モデルとして、デッキ、垂直補剛材、当て板、ボルトを接触体としたモデルと、全てを一体化したモデルの計3種類である。シングルタイヤを想定した荷重ケースを図-3のように設定し、図-4に示すように、垂直補剛材とトラフリブ溶接デッキ側止端部との間隔Lを50, 60, 70mmとした。

L=50mmにおける、荷重ケースごとの各着目部位の応力を表2に示す。垂直補剛材溶接部近傍の補強効果は補強前モデルと比較し、一体化モデルは接触モデルよりも大きな応力低減効果が得られている。本研究で行ってきた試験体を用いた検討や表-1に示す適用試験と比較すると、特にデッキプレート側において一体化モデルは過大な応力低減効果を示し、垂直補剛材の上端部の応力低減効果は接触モデルの方が実測値に近い値を与えている。接触モデルに着目してトラフリブとデッキプレート溶接止端部近傍を見ると、トラフリブ側では当て板による大きな変化は見られないが、デッキ側で載荷位置によるが大きく応力が増大した。

L=60mm, 70mmでも同様の傾向が見られたが、Lが大きくなるに伴い、補強後の応力は減少している。当て板端部と着目位置が概ね一致していることも解析結果における急激な応力上昇の一因とも考えられ、更なる検討が必要であるといえる。

各ケースのルート部応力の値を図-5に示す。当て板端部がトラフリブ溶接止端部に非常に近いL=50mmの一体化モデルにおいて補強前モデルと比較してルート

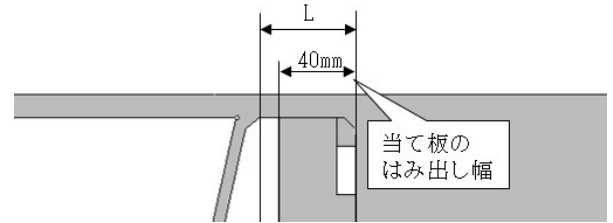
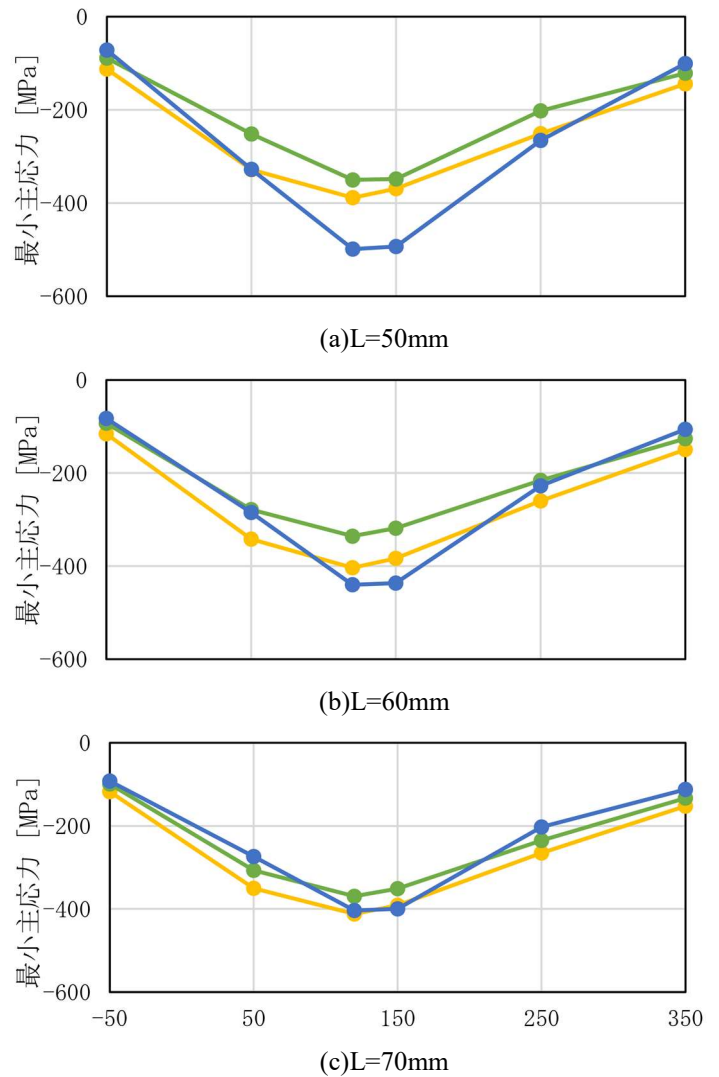


図4 解析パラメータ



図の横軸: 垂直補剛材端部から荷重中心までの距離(mm)

● 補強前 ● 接触 ● 一体化

図5 各ケースのENS

部応力は増大したが、垂直補剛材側の応力低減効果が実測と近い接触モデルでは、全ての解析ケースにおいて補強前とは応力の変化は小さかった。