

大阪市立大学工学部 学生員○木村 聡 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
(財)阪神高速道路管理技術センター 正会員 丹波 寛夫 大阪市立大学大学院 正会員 松村 政秀

1. 研究背景および目的

近年、鋼床版の疲労損傷が数多く報告されている。鋼床版デッキプレートと U リブとの橋軸方向溶接部に着目した、交通規制を必要としない、鋼床版下面からの補強対策工の研究が行われており、図-1 に示すように U リブ間に逆 U 字型のあて板をワンサイドボルトを用いて設置し、U リブ内に軽量モルタルを充填する工法が高田らによって提案されている¹⁾。

この工法は、FEM 解析および静的載荷試験がなされ、応力低減効果に優れた対策工法であることがわかっている^{1) 2)}。しかし、床版上面からのコンクリート系の舗装対策に比べコストが高く、U リブとあて板の接合に用いるワンサイドボルトのコストウェートが高い。現段階では合理的なボルト間隔について未検討であり、仕様規定である最大ボルト間隔が採用されている。

そこで、本研究では、FEM 解析によりボルト間隔と補強効果および U リブとあて板の接触面のすべり耐力に着目し、最適ボルト間隔の検討を行った。

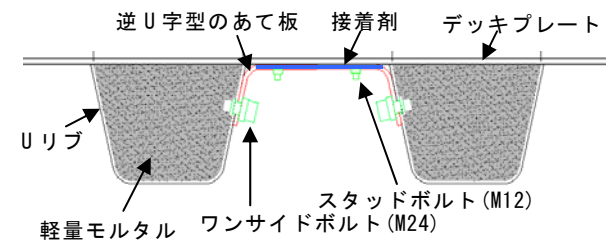


図-1 床版下面からの補強対策工

2. 解析モデルの概要

解析には、図-2(a)に示す標準的な鋼床版構造を対象とし、周辺単純支持された鋼床版から対称性を考慮した 1/4 部分モデルを用いた。あて板補強 1 枚分の範囲を 8 節点ソリッド要素、その他の範囲を 4 節点シェル要素でモデル化している。板厚はデッキプレート 12mm、U リブ 6mm、あて板 9mm である。解析コードには汎用構造解析コード ABAQUS を用い、弾性解析を行った。

載荷荷重は過積載車両を考慮して T 荷重を割り増した 100kN とした。載荷形状は、大型車のシングルタイヤを模した等分布荷重 L200mm × W250mm とした。載荷位置は図-2(b)に示すように、あて板に最も不利となるあて板中央とした。

解析に使用した材料定数を表-1 に、補強後の解析ケースの内訳を表-2 にそれぞれ示す。解析ではボルト間隔 (150mm, 300mm) とあて板とデッキプレートとの付着の有無をパラメータとした。付着ありはデッキプレート、あて板の両者の節点を結合し、付着なしは両者にすべりや離間を考慮できる接触境界を設定した。

U リブとあて板の接触面には接触境界を設定し、静止摩擦係数 0.4 とした。また、溶接部の溶け込み量はゼロとした。

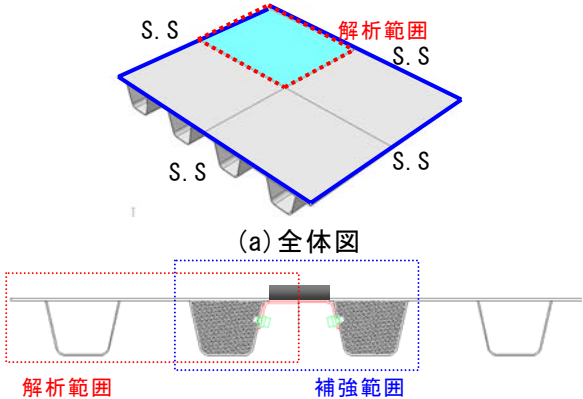


図-2 解析対象

表-1 材料定数

	ヤング係数(N/mm ²)	ポアソン比
デッキプレート	2.0×10^5	0.3
U リブ		
あて板		
ボルト	2.85×10^4	0.167
モルタル		

表-2 解析ケース

		ボルト間隔	
		150mm	300mm
付着	あり	S-150	S-300
	なし	—	S-300-NB

3. 解析結果と考察

3.1 発生応力

載荷位置直下の溶接部周辺に着目し、評価点に発生する最小主応力により補強効果を評価した。応力の評価点は図-3 に示すデッキ側ルート部 DR、デッキ側止端部 DT、U リブ側ルート部 UR、U リブ側止端部 UT の 4 ヶ所である。UR は引張応

力が卓越していたため最大主応力で評価した。

解析結果を図-4 に示す。付着ありのケースでは、補強前に比べ DR では 35%，UR では絶対値で 15%，DT では 40%，UT では 25%まで発生応力が低下している。また、ボルト間隔の変化による発生応力の差はほとんど認められない。付着なしのケースでは補強効果はあるものの付着ありのケースに比べ 2 倍程度の応力が発生し、補強効果は小さい。接着剤の付着がなくなると、あて板とデッキプレートとの接触面にズレが生じ、あて板全体に力が分担されず曲げ加工部の変形が大きくなる。そのため、溶接部にも応力が伝わり補強効果は小さくなる。

3.2 すべり耐力

設計荷重レベル（100kN）ではどのケースもすべりは生じなかった。そのため載荷形状をそのままとし、載荷荷重を 1,000kN とした弾塑性解析を行った。図-5 にボルト間隔 300mm の場合の載荷荷重と U リブ - あて板間の相対変位の関係を示す。すべり発生の定義を相対変位 0.2mm^3 とすると、すべり耐力は付着ありで約 650kN、付着なしで約 530kN となった。また、すべり発生時の U リブの摩擦応力分布を図-6 に示す。同図より、接触面積に差が生じている。付着ありの場合では、載荷位置とその隣のボルト位置まで摩擦応力が発生するのに対し、付着なしの場合では載荷位置直下のボルト周辺のみ摩擦応力が発生し、その近傍で荷重を分担していると判断できる。この接触面積の差がすべり耐力の差に関係している。

4. 結論

交通規制を必要としない鋼床版下面からの補強対策工において、補強効果およびすべり耐力に着目し、FEM 解析により最適ボルト間隔の検討を行った。得られた結果を以下に示す。

- 1) ボルト間隔 150mm、300mm との間では発生応力に大きな差異はなく、最大中心間隔の規定を超える 300mm においても 150mm と同様の補強効果を有していると考えられる。
- 2) 補強効果およびすべり耐力には接着剤の付着の影響が大きい。そのため、安全側の設計として付着がないモデルを用いて検討する必要がある。

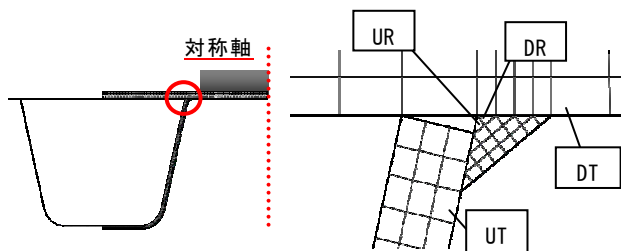


図-3 応力の評価点

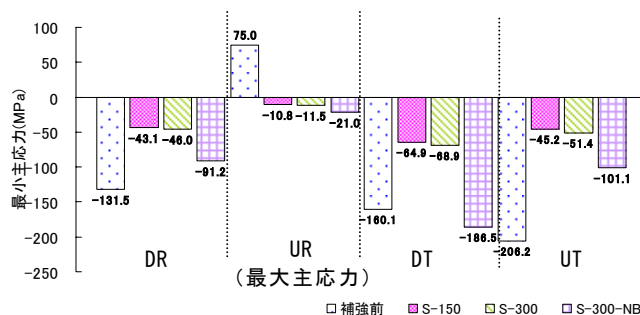


図-4 着目部の応力

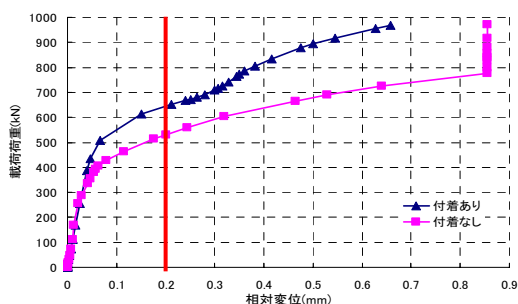
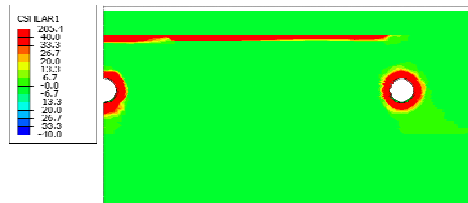
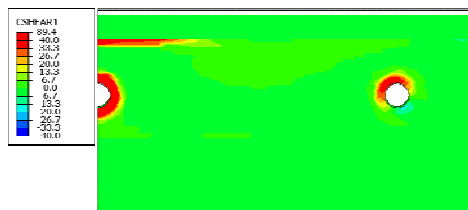


図-5 載荷荷重 - 相対変位関係



(a) 付着あり



(b) 付着なし

図-6 すべり発生時の摩擦応力分布 (N/mm^2)

参考文献

- 1) 高田佳彦：既設鋼床版の疲労損傷要因の解明と対策工に関する研究，大阪市立大学大学院博士論文，2010.3
- 2) 大阪大学大学院工学研究科：下面補強による補強効果および補強の影響評価検討試験 報告書，2008.3
- 3) 日本建築学会：高力ボルト接合設計施工指針，1998