

スタッドボルトを用いてあて板したUリブ鋼床版の力学特性

大阪市立大学大学院
阪神高速道路（株）
阪神高速道路（株）

学生員○儀賀 大己
正会員 田畑 晶子
正会員 青木 康素

大阪市立大学大学院
（一社）日本建設機械施工協会
正会員 山口 隆司
正会員 小野 秀一

1. 研究背景および目的

著者らは，Uリブ鋼床版の交通規制を必要としないデッキ下面からの補強法として，図-1 に示すようなスタッドボルトを用いた当て板補強工法を提案している．本補強工法は，スタッドボルトと高力ワンサイドボルトを用いて当て板を固定し，亀裂発生の原因となる溶接部を切除することで亀裂の発生を抑制することを狙ったものである．

本研究では，提案する補強工法について FEM 解析により検討を行った．

2. 解析モデル

汎用構造解析プログラム ABAQUS により弾性解析を行った．対象は文献 1)を参考に図-2 に示す周辺単純支持のUリブで補剛された板の1/4部分とした．モデルやモデル化範囲の妥当性は文献 1)によって示されている．図-2 に示すように着目部位を 8 節点ソリッド要素，その他の部位を 4 節点シェル要素でモデル化した．板厚はデッキプレート 12mm，U リブ 6mm，あて板 9mm である．ワンサイドボルト，スタッドボルトの設置間隔はそれぞれ 200mm，100mm とした．この時ソリッド要素でモデル化した当て板はスタッドボルト 3.5 本，ワンサイドボルト 2 本で取り付けられている．

解析に使用した材料定数を表-1 に示す．また，解析モデルを表-2 および図-3 に示す．無補強 (Original) の状態に対して，あて板およびUリブとデッキプレートの溶接の有無をパラメータとした．荷重はシングルタイヤを想定した 50kN，L200mm×W250mm の等分布荷重とした．荷重位置は図-4 のようにUリブ間 (Case1) と，Uリブ中央直上 (Case2) の 2 ケースとした．荷重時のたわみの着目点であるUリブ間 (A 点)，Uリブ中央 (B 点) を図中に示す．

U リブおよびデッキプレートとあて板の接触面にはすべりや離間を考慮できる接触境界を設定し，静止摩擦係数 0.4 とした．

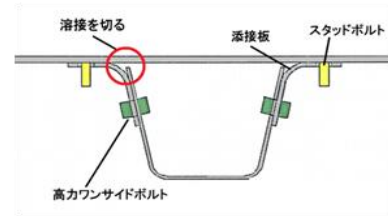


図-1 提案補強工法の概要

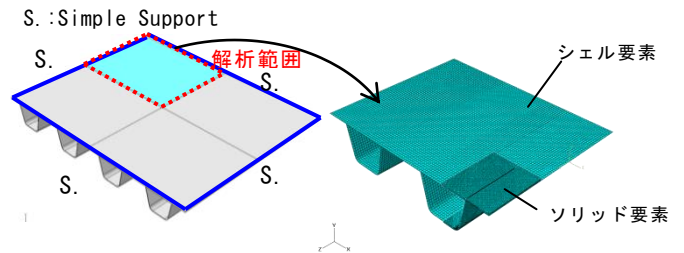


図-2 解析対象および解析モデル

表-1 材料定数			表-2 解析モデル		
	ヤング係数 (MPa)	ポアソン比		当て板	溶接
デッキプレート	2.0×10^5	0.3	Original	なし	有
Uリブ			S100-W	有	有
当て板			S100	有	切除
ワンサイドボルト スタッドボルト					

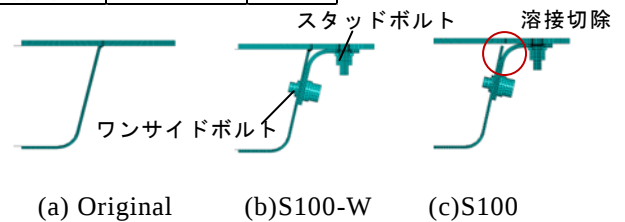


図-3 解析モデルの断面図

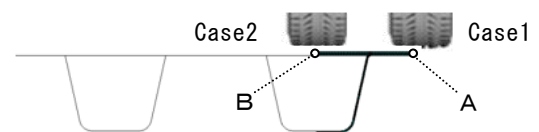


図-4 荷重ケース

3. 解析結果と考察

3.1 たわみ

荷重載荷時のたわみについて，Case1，Case2 荷重時，Uリブ間（点A）およびUリブ中央（点B）の結果を図-5 に示す．Case1 荷重時のUリブ間は，当て板直上となり，たわみが低減された．しかし，Case2 荷重時のUリブ中央では，溶接部を切除することで，無補強時に比べて 0.5mm 以上たわみが増加する結果が得られた．

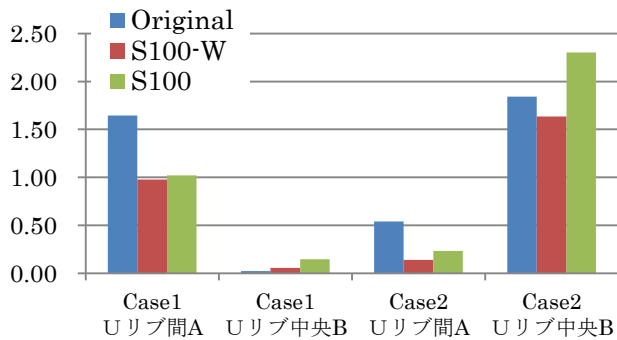


図-5 荷重ケースごとののたわみ

3.2 発生応力

(1) 当て板が補強効果に与える影響応力が集中する溶接部周辺に着目し、Original と S100-W の溶接部の応力を比較した。応力評価要素を図-6 に示す。Original の場合の発生応力（最小主応力）で無次元化した結果を図-7 に示す。（Case1, Case2 を C1, C2 と表記／□囲みに示す数字は Original の応力(MPa)）。なお、Case1 の UR は引張応力が卓越していたため最大主応力で比較した。

図-7 より、Case1 は全ての着目位置で応力低減効果が認められたが、Case2 では、大きな低減効果は見られず、DT や DR では補強により応力が増加する結果となった。したがって、溶接部を残置することは問題と考えられる。

(2) 溶接部切除が補強効果に与える影響

各モデルの、Case2 でのデッキ表面の橋軸直角方向応力コンターを図-8 に示す。溶接部が残置される場合、溶接部の応力集中に加え、溶接部のデッキ上面において 110MPa 程の応力が発生した。一方、溶接部を切除することにより、溶接部の応力集中はなくなったが、Uリブとスタッドボルトの間のデッキと当て板に 175MPa を超える高い応力が発生した。これは、溶接部を切除することによってデッキプレート支間が増加し、作用モーメントが大きくなったためと考えられる。

3.3 当て板とUリブ間の摩擦せん断力

当て板と U リブの接合面に働く摩擦力を図-9 に示す。摩擦力は接触境界を設定している節点における摩擦せん断力による合計値を示す。いずれのケースとも、溶接部を切除した S100 は S100-W を上回った。溶接部を切除することにより、ワンサイドボルトによる当て板摩擦接合の荷重分担が増加したと考えられる。

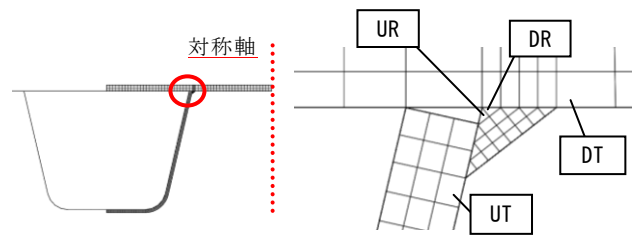


図-6 溶接部応力評価点

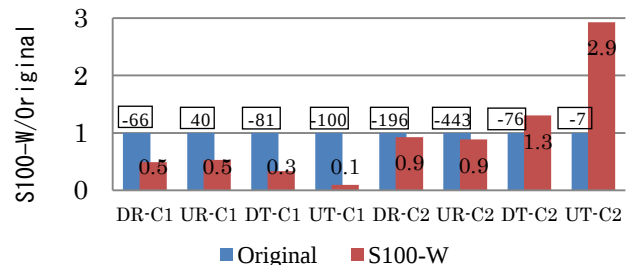


図-7 Original を 1 とした S100-W の最小主応力比

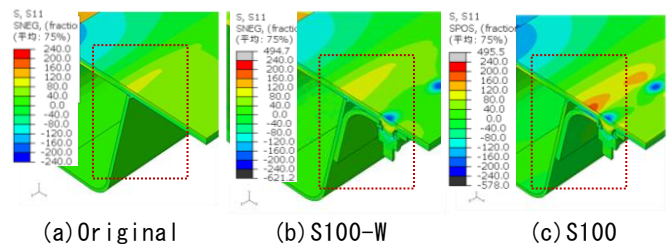


図-8 Case2 荷重時橋軸直角方向応力コンター図

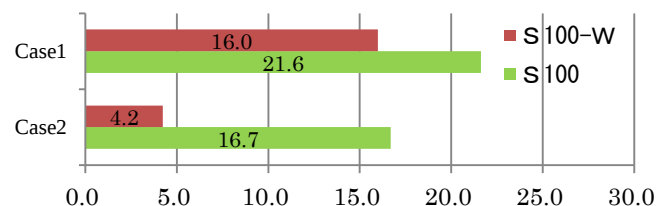


図-9 当て板とUリブの接合面に働く摩擦せん断力

4. 結論

本研究では、溶接部を切除し、スタッドボルトにより下面より当て板した補強法について検討した。以下に得られた結果をまとめる。

1. Uリブ間荷重時はデッキのたわみが減少するが、Uリブ中央荷重時ではたわみは増加する。
2. 既設Uリブ鋼床版にスタッドボルトと当て板を用いて補強を行う場合（溶接部を残置する場合）、溶接ルート部の応力集中は低下しない。
3. 溶接部を切除する場合、当て板直上荷重では補強効果が認められるが、Uリブ中央荷重ではデッキの応力が増加するため、対策が必要である。

参考文献

- 1) 丹波寛夫, 木村聡, 山口隆司, 杉山裕樹, 田畑晶子: 既設鋼床版に対する下面補強工法である鋼板補強モルタル充填併用工法の構造合理化の検討, 構造工学論文集 A Vol.59 11-2 2013.3