

面外荷重を受ける合理化鋼床版のたわみ性状に関する一考察

岐阜大学大学院 学生会員 ○山川 善人
岐阜大学 正会員 村上 茂之

1. はじめに

公共事業に対する社会的要求として、建設費の縮減を望む声は大きくなる傾向にある。このような流れのなか、鋼橋建設に関しては、合理化・省力化構造が積極的に採用されている。鋼床版構造の合理化への動きとしては、構成要素である U リブの大型化やデッキプレートの厚板化を図り、材片数を削減して製作における省力化を目指した構造形式¹⁾が注目されている。しかし、U リブの大型化に関しては、強度特性の観点から未解明な部分が多数あり、更なる究明を要する。本研究では、面外荷重を受ける鋼床版の挙動を解析的に求め検討する。解析における着目パラメータは、鋼床版部材の大型化を考えて、U リブ形状、デッキプレート板厚といった形状特性とし、それらの変化に対する鋼床版のたわみ性状を明らかにする。これらの結果は、鋼床版設計において効果的な U リブ形状を選定する際の基礎データとなりえる。

2. 面外荷重を受ける鋼床版の FEM 解析

2. 1 解析モデルの概略

解析対象は図 - 1 に示すように、主桁間と一つの横リブ間を取り出した鋼床版パネルとする。解析には汎用非線形構造解析システム FINAS²⁾を用いた。使用要素は 4 節点四辺形シェル要素 (1 節点 6 自由度) とし、その集合体としてモデル化している。境界条件は鋼床版パネルが主桁と横リブによって支持されていることを考慮して周辺単純支持とする。また横リブ位置で U リブ断面形状は保持されるものとし、U リブの面外変形を拘束した。なお、溶接ビードに関する詳細なモデル化は行っていない。初期たわみ、残留応力といった初期不整についても考慮しないものとした。

2. 2 構造諸元

検討対象とする解析モデルの構造諸元を表 - 1 に示す。本解析では部材形状の変化に対する強度特性を把握するために、U リブ形状、U リブ板厚、デッキプレート板厚といった鋼床版を構成する要素の形状特性を様々に組み合わせている。U リブ形状は、JSS 規格³⁾に定められており、従来多く用いられている上幅 320 mm、高さ 240 mm のもの (Type I - 320×240) と、大型化サイズ¹⁾の上幅 450 mm、高さ 330 mm のもの (Type II - 450×330)、また、上幅を 320 mm とし、Type II と同程度の曲げ剛性を得られるように高さを 380 mm としたもの (Type III - 320×380) の 3 タイプを設定した。U リブ板厚は 6 mm と 9 mm を扱う。デッキプレートの板厚は標準的に用いられている 12 mm と、厚板化した 18 mm とする。また、主桁間隔は 4500 mm、横リブ間隔は 2000 mm で全モデル一定とする。U リブ間隔は U リブ上幅と等間隔となるように配置することとし、上幅 320 mm なら 7 本、450 mm なら 5 本のリブ配置本数となる。Type III のモデルに関しては、Type II と同じ位置に配置することも考えて、5 本と 7 本の場合を検討する。使用する鋼種は U リブ・デッキプレートともに SM400 で、材料定数は弾性係数 210 GPa、ポアソン比 0.3 である。

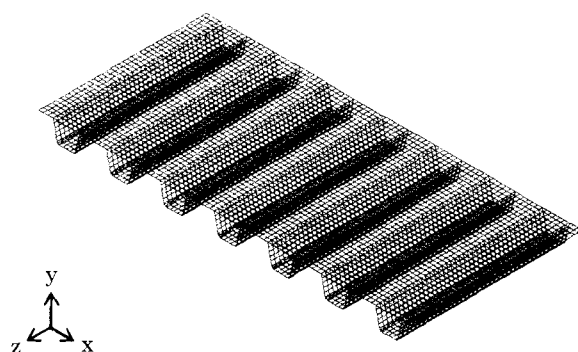


図 - 1 解析モデル例

表 - 1 構造諸元

Type	Uリブ形状 (上幅×高さ)	Uリブ板厚 (mm)	デッキ板厚 (mm)	Uリブ本数 (本)
Type I	320×240	6	12	7
			18	
		9	12	
Type II	450×330	6	12	5
			18	
		9	12	
Type III-7	320×380	6	12	7
			18	
		9	12	
Type III-5	320×380	6	12	5
			18	
		9	12	

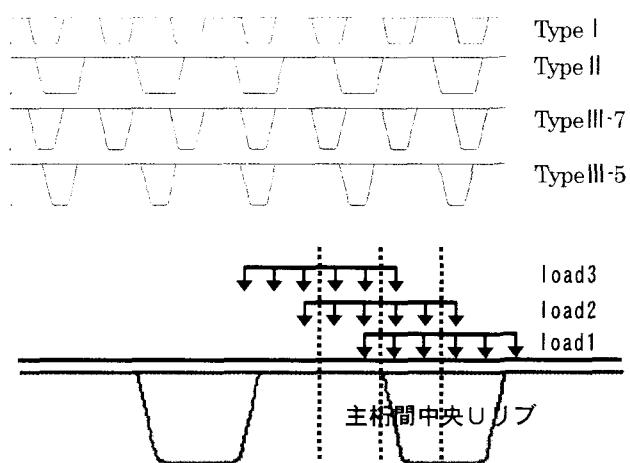


図 - 2 荷重載荷位置

2. 3 荷重条件

載荷する荷重は、 $200 \times 500 \text{ mm}$ の載荷面積に対し、合計 98 kN の等分布荷重を面外方向に作用させるものとした。載荷位置は横リブ間中央で、主桁間には図-2のような3種類を対象とした。主桁間中央位置のUリブ直上をload1、主桁間中央位置Uリブの片方のウェブ上をload2、主桁間中央位置Uリブとそれに隣り合うUリブとの中間をload3とする。

なお、舗装の剛性および荷重分散効果は考慮していない。

3. 解析結果 (デッキプレートのたわみ)

図-3に横リブ間中央断面での各解析モデルにおけるデッキプレートのたわみを示す。図の横軸は基準とする主桁からの距離であり、縦軸は荷重 98 kN を載荷したときのデッキプレートの鉛直たわみ量である。たわみは荷重載荷位置付近で大きく生じており、この範囲以外のたわみは小さい。この結果はいずれの条件においても同様である。以下に各パラメータの違いにおけるたわみ性状をまとめる。

(1) Uリブ板厚の違い 図-3(a)中の実線はUリブ板厚 6 mm 、点線は 9 mm の場合を表す。これを比較してみると、Uリブの板厚を増厚すると、変形モードは同じでたわみ量が小さくなっていることがわかる。これはどのモデルにおいても同様のことが見られた。Uリブ厚を 6 mm から 9 mm にすることによるたわみの抑制効果は $10 \sim 20\%$ 程度である。

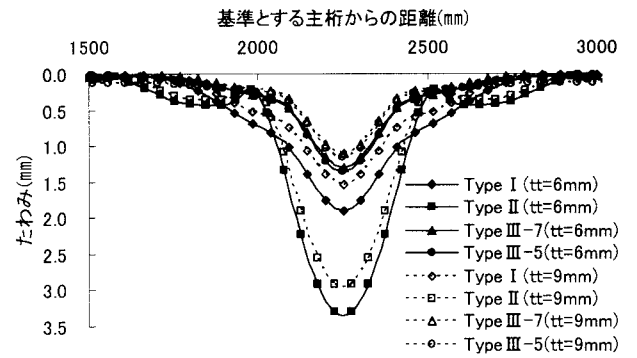
(2) デッキプレート厚の違い 図-3(a), (b) からデッキプレートの増厚による効果を見てみると、 12 mm から 18 mm にすることで大幅にたわみが小さくなっていることがわかり、その抑制効果は 50% 程度であった。変形のモードはデッキ厚 12 mm の場合、リブを節として載荷位置とは別に局所的にたわむ箇所が見られるが、 18 mm になるとリブ取付け部の曲率が緩和され、全体的にたわむモードとなる傾向がある。

(3) Uリブ形状、配置の違い 各モデルにおいて最もたわみが小さかったのはType III-7であり、ついでType I, Type IIの順で大きくなった。load1ではType III-7とType III-5がほぼ同じ変形を呈している。図-3(c), (d) はそれぞれload2とload3の場合を示す。この場合はType III-5のモデルのたわみが顕著に大きくなった。Type IIとType III-5は、同程度の曲げ剛性を有する断面であるが、Type III-5の方がUリブ間隔は広く、板パネル幅が大きくなるため、たわみも大きくなっている。Type I, II, III-7についてはload1とload3でほぼ同じ変形を示していた。

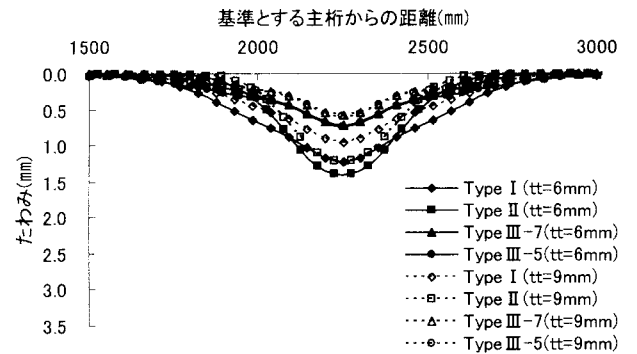
4. まとめ

たわみ量は載荷位置における板パネル幅に依存して大きくなり、その抑制には、デッキプレートの増厚とデッキプレートの板パネル幅に配慮したリブ配置が必要である。デッキプレートを増厚することによって、リブ取付け部における変形の曲率が緩和されるため、上幅の広いUリブを用いても十分にたわみを抑えられる。

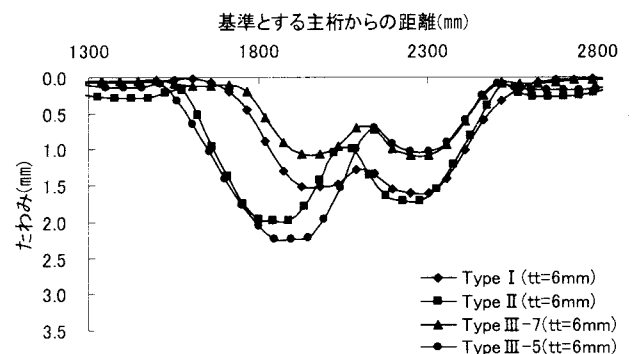
【参考文献】1) 日本道路公団中部支社：合理化鋼床版設計施工指針(案)，2003。2) 動力炉・核燃料開発事業団：FINAS ユーザーズマニュアル，1995.7。3) 日本鋼構造協会：鋼床版用U形鋼のJSS規格，橋梁と基礎，pp.16・24，1980.7。



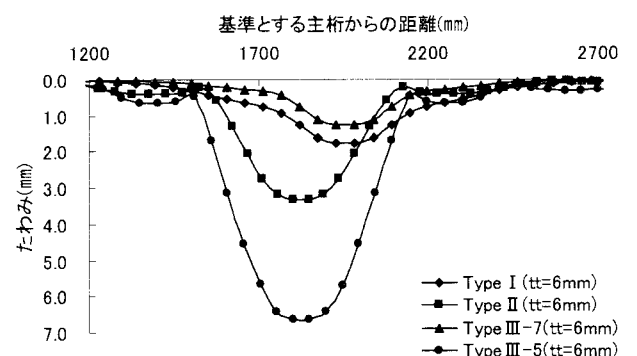
(a) load1, deck12mm



(b) load1, deck18mm



(c) load2, deck12mm



(d) load3, deck12mm

図-3 デッキプレートのたわみ