

## 面外荷重載荷時挙動に着目した合理化鋼床版構造に関する検討

Hitz 日立造船（株） 正会員 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、橋梁のライフサイクルを考慮した合理化・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 形鋼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が注目されている。こういった部材形状が変化した鋼床版構造に関しては、強度特性の観点から未解明な部分が多くあり、更なる究明を要する。本論文では、面外荷重を受ける鋼床版の挙動を解析的に求め、その結果をもとに合理化鋼床版の有効性について検討した。

### 2. 面外荷重を受ける鋼床版の FEM 解析

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 FINAS<sup>®</sup>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）であり、その集合体として鋼床版パネルをモデル化している。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 形鋼断面形状は保持されるため、U 形鋼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こととした。

載荷する荷重は、 $200 \times 500 \text{ mm}^2$ の載荷面積に対し、合計 98kN 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 2 種類を対象とし、主桁間中央位置の U 形鋼直上を load1、主桁間中央位置 U 形鋼の片方のウェブ上を load2 とする。ここで、舗装の剛性および荷重分散効果は考慮していない。

### 3. 検討対象とする鋼床版構造

対象とする鋼床版モデルの構造諸元を表 1 に示す。ここでは、従来鋼床版と 2 種類の合理化鋼床版を比較検討する。従来鋼床版は最も多用されている従来 U 形鋼<sup>2)</sup> ( $320 \times 240 \times 6$ ) を使用したデッキプレート厚 12 mm のものとする。合理化鋼床版

は、文献 3) で提案されている大型 U 形鋼 ( $450 \times 330 \times 9$ ) を使用したデッキプレート厚 18 mm のもの、合理化鋼床版は、縦長 U 形鋼 ( $320 \times 380 \times 9$ ) を使用したデッキプレート厚 12 mm のものとした。合理化鋼床版に使用する縦長 U 形鋼の断面形状は、上幅を従来 U 形鋼と同等としながら、大型 U 形鋼と同程度の曲げ剛性を得られるように高さを設定している。デッキプレート厚は縦リブ間隔から設計基準に基づき 12 mm とした。

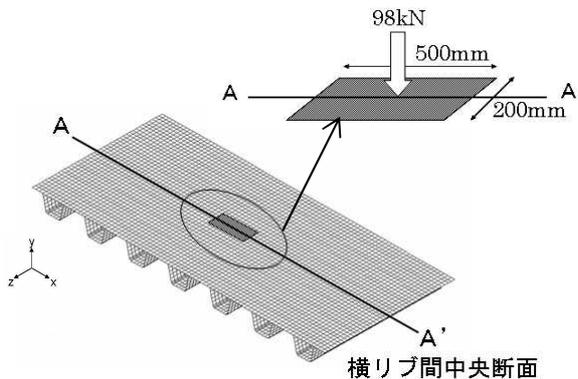


図 1 解析モデルと載荷荷重

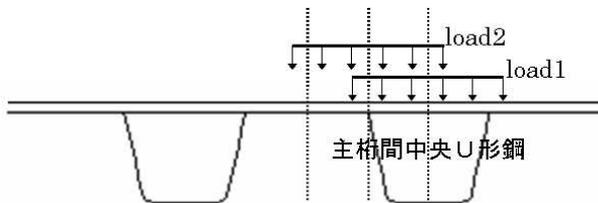


図 2 荷重載荷位置

表 1 構造諸元

鋼床版の種類	U形鋼形状	デッキ厚 (mm)	リブ本数 (本)
従来鋼床版	320 × 240 × 6	12	7
合理化鋼床版	450 × 330 × 9	18	5
合理化鋼床版	320 × 380 × 9	12	7

主桁間隔：4500mm，横リブ間隔：2000mm

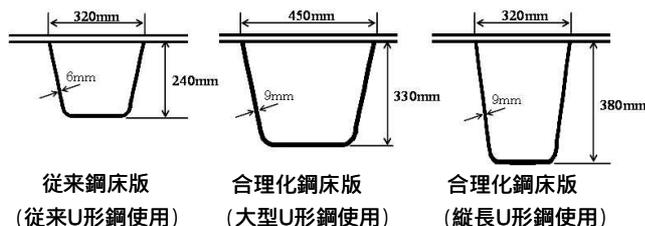


図 3 検討対象とする U 形鋼形状

キーワード 合理化，鋼床版，U 形鋼，大型化，面外荷重

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学総合情報メディアセンター TEL058-293-2458

表 2 従来鋼床版と合理化鋼床版の比較

鋼床版の種類	U形鋼形状	デッキ厚 (mm)	リブ本数 (本)	断面積比	最大たわみ (mm)	デッキ応力(N/mm <sup>2</sup> )		U形鋼応力 (N/mm <sup>2</sup> )
						リブ間中央	リブ取付部	
従来鋼床版	320×240×6	12	7	1.00	1.91	149.1	-112.2	89.3
合理化鋼床版	450×330×9	18	5	1.50	1.21	110.9	-81.7	35.2
合理化鋼床版	320×380×9	12	7	1.34	1.10	134.5	-130.5	41.3

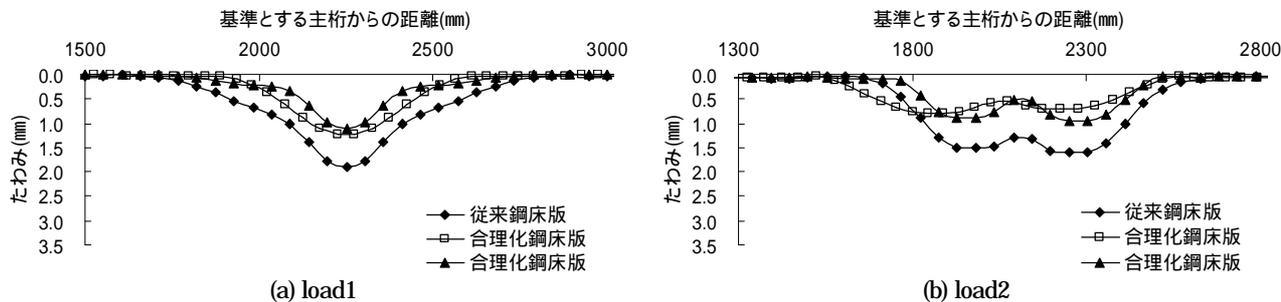


図 4 従来鋼床版と合理化鋼床版のたわみ変形比較

主桁間隔は 4500 mm，横リブ間隔は 2000 mm で一定とする．縦リブ間隔は U 形鋼上幅と等間隔となるように配置することとし，U 形鋼上幅 320 mm なら 7 本，450 mm なら 5 本のリブ配置本数となる．

使用する鋼種は U 形鋼・デッキプレートともに SM400 で，材料定数は弾性係数 210GPa，ポアソン比 0.3 である．

#### 4．従来鋼床版と合理化鋼床版の比較

従来鋼床版と合理化鋼床版の形状特性および面外荷重載荷時挙動を比較し，鋼床版の合理化・省力化に関して検討する．表 2 において従来鋼床版と合理化鋼床版の形状特性と FEM 解析によって得られた各最大たわみおよび最大応力値を示す．また，図 4 には従来鋼床版と合理化鋼床版のたわみ変形を示す．

合理化鋼床版 と従来鋼床版を比較する．今，主桁間隔は 4500 mm で一定としているため，上幅の広い U 形鋼を用いる合理化鋼床版 ではリブ本数が従来よりも削減される．これは製作における省力化の観点からすると有効である．しかし，縦リブ間隔が大きくなるためデッキプレートを増厚していることと，大型 U 形鋼の局部座屈防止のため U 形鋼増厚によって，断面積はおよそ 1.5 倍になり，鋼重の増加は否めない．最大たわみについては，従来鋼床版のそれよりも小さい値を示しており，舗装の損傷に対する懸念も軽減できる．たわみ変形モードに関しては従来鋼床版よりも変形の曲率が緩和されるため，デッキプレートに発生する橋軸直角方向応力は低減できる．また U 形鋼の橋軸方向応力も板厚を増厚していることによって低減している．これらの応力低減効果は疲労強度の観点からみても有効であると考えられる．次に，合理化鋼床版 と従来鋼床版を比較する．U 形鋼の上幅は従来と同等であるので，リブ本数の削減はできない．断面積については U 形鋼を増厚しているため，およそ 1.3 倍となる．最大たわみは従来および合理化鋼床版 よりも小さくなり，デッキプレート厚を増厚せずにたわみを抑えることを考えると，縦長 U 形鋼の使用は効果的だといえる．しかし，デッキプレートに発生する橋軸直角方向応力をみると，リブ間中央においては従来よりも低減されているが，リブ取付け部で大きな値を示す．これは縦長 U 形鋼の使用により鋼床版断面の重心位置が下がることによるが，疲労損傷の発生に対して悪影響を及ぼすと考えられるため，留意を要する．U 形鋼の橋軸方向応力は板厚を増厚しているので低減できる．

#### 5．おわりに

本論文では，経済性を追求しつつ耐久性も向上させるということを合理化と捉え，それを実現する策として，鋼床版構造におけるデッキプレートの増厚と U 形鋼の大型化に着目し検討を行った．これによって，様々な U 形鋼形状，デッキプレート厚を組み合わせることで，従来よりも高性能な鋼床版の形成が可能であることが示された．しかしこれらは，それぞれにおいて長短所があり，状況に応じて求められる性能を勘案して使用されるべきである．また，こういった大型 U 形鋼などが規格に反映されることで，自由度の高い鋼床版設計が可能となり，設計における合理化が図られると考える．

**参考文献** 1) 動力炉・核燃料開発事業団：FINAS ユーザーズマニュアル,1995.7. 2) 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. 3) 日本道路公団中部支社：合理化鋼床版設計施工指針(案),2003.