

I-104

改良 U リブ鋼床版桁橋の構造詳細と舗装亀裂防止の検討

北見工業大学 ○学生会員 高橋 宏司 (株)日本製鋼所 正会員 村井 正光
 (株)日本製鋼所 正会員 熱海 明彦 北見工業大学 フェロー会員 大島 俊之
 北見工業大学 正会員 三上 修一 北見工業大学 正会員 山崎 智之

1. まえがき

近年の橋梁は制作コストの縮小・工期短縮・長寿命化のため、その構造の合理化と製作の省力化を図るため、各研究機関において積極的に研究開発され、すでに建設されている橋梁もある。そのため、鋼床版桁橋もその構造を合理化し、新しい構造の鋼床版桁橋を開発する必要があり、本研究では改良 U リブ鋼床版桁橋を設計した。これにより、制作コストを 67%に減少できたことは以前の報告に示したとおりである。¹⁾ しかし鋼床版は、複雑な応力状態を有する構造であり疲労損傷を生じやすい床版である。特に、縦リブ・横リブ交差部のスカラップ付近では多くの損傷事例があげられている。²⁾ そのため、改良 U リブ鋼床版桁橋に発生する桁内スカラップ付近の応力状態を調べる必要があり、本研究では過去に用いられているスカラップ形状を使用し応力分布解析を行った。

一方、鋼床版上の舗装は、比較的薄くたわみやすいデッキプレート上にあるため変形が大きくなり舗装縦亀裂が発生しやすい。これは鋼床版にとって重要な問題であるが、この問題に対しては十分に解明されていない。この原因として、粘弾性体である舗装は温度や車両走行速度に対しその性質を大きく変化させることが考えられる。さらに複雑な応力状態である鋼床版と組み合わせることで、局所的な変形の影響も受けさらに複雑な挙動となる。そのため、舗装縦亀裂の早急な解明が望まれている。そこで本研究では、改良 U リブ鋼床版桁橋において舗装表面の横断方向ひずみに着目し、舗装縦亀裂防止について検討した。さらに舗装を粘弾性体として鋼床版と組み合わせた解析も行いその結果を示した。また、舗装表面の横断方向ひずみは車両が走行する位置により大きく異なるため、舗装縦亀裂が発生しやすい走行位置も検討した。

2. 改良 U リブ鋼床版桁橋の概要

表 1 の設計条件をもとに 4 主桁構造の従来型橋梁を表 2 のように設計した。それをもとに各部材を厚板化する事で、2 主桁構造の合理化橋梁である改良 U リブ鋼床版桁橋を設計した。表 2 に設計詳細を、図 1 に断面図を示す。

表 1 設計条件

橋梁形式	単純鋼床版桁橋
支間長	30.0m
幅員構成	総幅員 9.7m
	車道幅員 8.5m
	幹線道路 地域区分 D 車道部 2 車線
設計活荷重	B 活荷重

表 2 設計詳細

	従来型橋梁	改良 U リブ 鋼床版桁橋
デッキ厚	12mm	20mm
主桁本数	4 本	2 本
主桁間隔	382.6m	7.7m
主桁腹板高	1600mm	1600mm
主桁腹板厚	9mm	13mm
横リブ間隔	2000mm	4000mm
縦リブ間隔	300mm	670mm

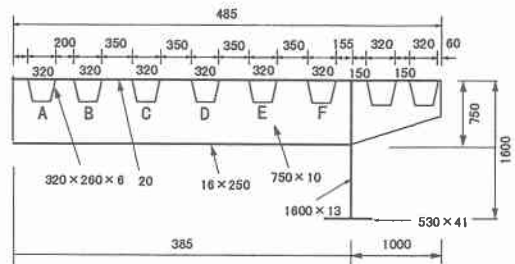


図 1 断面図

Investigation of Structural Detail and Pavement Crack Prevention of Modified U-Rib Steel Floor Deck Bridge

By Koji TAKAHASHI, Masamitsu MURAI, Akihiko ATUMI, Toshiyuki OSHIMA, Syuichi MIKAMI, Tomoyuki YAMAZAKI

ルに従来用いられているような 80mm の舗装をのせたモデルと、デッキプレートと 70mm の舗装の間に 10mm の応力緩和材料を挟んだモデル（図 5）の 2 種類で行った。さらに、舗装は季節を想定するためにヤング率を 10000kgf/cm²（夏季）、30000kgf/cm²（春・秋季）、50000kgf/cm²（冬季）に変化させた。



図 4 着目交差部の変形図



図 5 舗装解析モデル

4-1-2 解析結果

表 4 は舗装表面の横断方向ひずみを比較したものである。スカラップ形状によるひずみの値を比較すると Type A は非常に大きな値である。そのため、従来用いられているスカラップ形状は疲労と舗装縦亀裂の両面で不利な形状といえた。Type B,D はやや Type D の方が有利であるといえる。

上スカラップの有無では、あまり違いが現れていないが、多少上スカラップがある場合の方がひずみは小さくなっている。

応力緩和層を用いるとひずみを減少できた。具体的には応力緩和層を用いることにより、上スカラップ有りの場合、Type B では圧縮 1.5%、引張 3.6%、Type D では圧縮 8.9%、引張 5.6%減少している。

以上のことより舗装縦亀裂防止に関しては、スカラップ形状の Type D の応力緩和層を用いることにより、従来の構造よりも非常に有利であるといえる。

4-2 舗装粘弾性解析

4-2-1 解析概要

解析の条件は 4-1 と同様であるが、解析モデルは粘弾性を考慮するためと解析の向上のため、シェル要素をソリッド要素に修正して行った。また、応力緩和層を使用し、スカラップ形状は Type D を用いた。

粘弾性を考慮した舗装解析のため温度・車両走行速度・緩和弾性率を条件に加えた。今回の解析は舗装温度 0 度・車両走行速度 60km/s・緩和弾性率 100000kg/cm²で行った。この緩和弾性率の値は森吉らの文献⁵⁾にある引張の応力緩和試験により求められた値である。荷重は横桁から 60cm の位置から横桁に向けて移動させた。

解析は温度・車両走行速度・緩和弾性率を考慮したひずみと車両速度のみを考慮したひずみで、舗装表面の横断方向ひずみについて比較を行った。

4-2-1 解析結果

図 6 は車両走行速度・粘弾性を考慮したひずみと車両走行速度のみを考慮したひずみで比較した荷重移動による舗装表面の横断方向ひずみの最大値をグラフにしたものである。ひずみ 1 は粘弾性を考慮した圧縮

表 4 舗装表面の横断方向ひずみの比較

スカラップ形状	ヤング率 kgf/cm ²	上スカラップ有り		上スカラップ無し	
		最大圧縮 ひずみ	最大引張 ひずみ	最大圧縮 ひずみ	最大引張 ひずみ
1 層 舗 装	Type A	10000	539 μ	502 μ	
		30000	402 μ	376 μ	
		50000	308 μ	304 μ	
	Type B	10000	431 μ	345 μ	424 μ
		30000	322 μ	270 μ	320 μ
		50000	261 μ	224 μ	260 μ
	Type D	10000	475 μ	379 μ	405 μ
		30000	339 μ	288 μ	307 μ
		50000	270 μ	233 μ	250 μ
応 力 緩 和 層 有 り	Type A	10000	455 μ	412 μ	
		30000	340 μ	301 μ	
		50000	282 μ	249 μ	
	Type B	10000	422 μ	357 μ	415 μ
		30000	315 μ	271 μ	312 μ
		50000	257 μ	216 μ	259 μ
	Type D	10000	395 μ	352 μ	396 μ
		30000	297 μ	268 μ	299 μ
		50000	246 μ	220 μ	248 μ

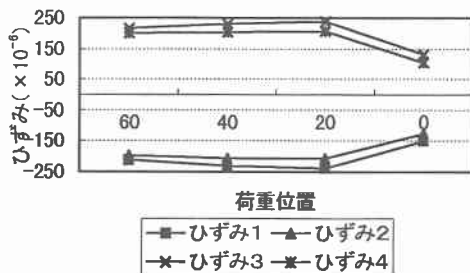


図 6 走行速度による舗装表面の横断方向ひずみ

ひずみ、ひずみ2は車両走行速度のみを考慮した圧縮ひずみ、ひずみ3は粘弾性を考慮した引張ひずみ、ひずみ4は車両走行速度のみを考慮した引張ひずみである。

ひずみの最大値は荷重位置によらず横桁上であり、圧縮は図1の交差部Dの右側で、引張は交差部Fの左側である。また、ひずみが大きくなる位置は横桁から20cmの位置である。

粘弾性を考慮することで圧縮ひずみは、荷重位置60cmで7%、40cmで10%、20cmで13%、0cmで16%、引張ひずみは、60cmで7%、40cmで11%、20cmで13%、0cmで21%と横桁に近づくにつれて大きくなっており、速度の影響が大きいことがわかる。また、粘弾性を考慮すると、荷重が過ぎた後も影響を及ぼしている。そのため、連続して車両が走行する場合はさらに亀裂発生の可能性が高くなると予想できる。

5. 荷重位置による舗装亀裂への影響

5-1 解析概要

解析モデルは4章のモデルを使用しスカラップ形状はType Dを用いた。荷重は図7のように載荷し、舗装表面の横断方向ひずみが最大となる走行位置を調べた。図8は着目交差部側の主な荷重位置の図で、荷重は全部で29箇所にかけた。

5-2 解析結果

図9は荷重位置によるひずみのグラフである。先に述べたが、縦リブは横桁のたわみの影響でねじれている。そのため、舗装表面のひずみは縦リブの左側が圧縮ひずみ、右側が引張ひずみとなっており、このねじれ変形の影響が荷重を横断方向に移動したときのひずみの値に現れている。

圧縮ひずみは荷重部が直接ひずみにつながるため、縦リブ左側ウェブより少しウェブ間へずれた位置に載荷されたときが最も大きくなり(4、11、17、26)、引張ひずみは縦リブ左側ウェブ上に載荷され、ねじれの影響で縦リブ右側ウェブを持ち上げるように載荷されたときが最も大きくなる(6、11、23、27)。

6. まとめ

- 1) 疲労亀裂に対して強いスカラップ形状はType B,Dである。
- 2) 舗装縦亀裂に対し、スカラップ形状のType Dと応力緩和層を用いることにより非常に有利なる。
- 3) 舗装解析に粘弾性を考慮することで速度の影響が大きくなり、舗装縦亀裂を考える上では重要である。
- 4) 舗装表面の横断方向ひずみは車両走行速度によって大きく異なり、その最大となる位置を確認できた。

本論文の遂行にあたり、北海道大学森吉昭博教授に貴重な御指導を頂きここに感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 大島、山崎、熱海、小枝、佐藤：合理化に対応した鋼床版構造の提案、鋼構造年次論文報告集 No5、pp.175-182、1997.11
- 2) 土木学会：鋼床版の疲労、鋼構造シリーズ4、1990-9(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、1980
- 3) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、1980
- 4) 北海道土木技術会鋼道路橋研究委員会：北海道における鋼道路橋の設計および施工指針 1995-12
- 5) 天野、森吉、鏡、笠原：アスファルト舗装の熱応力と変形の粘弾性解析、土木学会論文集 No.564/V-35、pp.23-32、1997.5

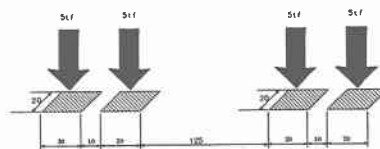


図7 載荷荷重の詳細(cm)

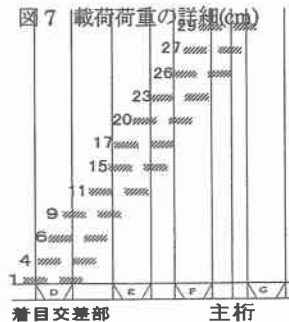


図8 荷重位置

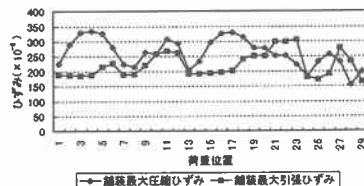


図9 荷重位置による舗装表面の横断方向ひずみ