

阪神高速道路における鋼床版の疲労損傷状況報告

阪神高速道路（株）
関西大学

正会員 ○高田 佳彦 平野 敏彦
正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

鋼床版は、自動車輪荷重が直接載荷し、その繰返し数が極めて多く、溶接による薄板集成構造であるため全体的に剛性が小さく、応力変動が大きい¹⁾。都市高速道路の厳しい重交通環境により、阪神高速道路においても、鋼床版に疲労き裂が多数発見されている。本文では、阪神高速道路の鋼床版の疲労損傷の現状を紹介し、き裂損傷を分析し、損傷メカニズムを推定するとともに、その特徴および道路管理上の課題について述べる。

2. 鋼床版の設備数量と損傷傾向

阪神高速道路の鋼床版の設備数量は、表-1 より鋼桁数 6,497 径間の内の 20% の 1,347 径間であり、縦リブ形式内訳は、Uリブとバルブリブがほぼ半々である。1980 年以前の竣工は、すべてがバルブリブで建設されており、それ以降は、Uリブが採用されている。鋼床版などの上部構造は、全路線を 4 年～8 年周期で接近目視により定期点検を行っている。定期点検結果より、表-2 に示すとおり、平成 17 年度末現在で、71 径間と鋼床版全体の約 6% に損傷が発生している。なお、ここ最近（2 年程度）の点検結果では、鋼床版 543 径間中 42 径間の 8% に損傷が発生しており増加傾向にある。図-1 に、Uリブの主要な損傷パターンを示す。

バルブリブは、損傷径間数は 28 径間とUリブと比べて損傷数が少ない。損傷タイプは、④縦リブと横リブ交差部に集中している。この損傷パターンは、旧阪神高速道路公団の標準構造と異なる特定の構造ディテールに発生することが明らかにされている²⁾。

Uリブの損傷タイプは、以下の 3 タイプに集中している。①縦リブとデッキプレートの溶接部デッキ貫通は、阪神高速道路では 1 箇所発見されており、この損傷は床組機能を低下させる恐れがあり、早期対応が重要である。②縦リブとデッキプレートの溶接部は、損傷径間は 6 径間と少ないものの、損傷数は 49 箇所と比較的多い。③垂直補剛材とデッキプレート溶接部は、損傷タイプの中で、損傷径間数が最も多い。④縦リブと横リブ交差部は、き裂数が最も多い。

表-1 鋼床版設備ストック

	径間数	延長(km)
バルブリブ	633	43.26
Uリブ	714	51.08
計	1347	84.34

表-2 鋼床版き裂損傷数量

	損傷タイプ	縦リブ形式				合計	
		ハルブリブ		Uリブ			
		径間数	損傷数	径間数	損傷数	径間数	損傷数
⑥	縦リブとデッキプレートの溶接部デッキ貫通	0 (0)	0	1 (1)	1	1 (1)	1
①	縦リブとデッキプレートの溶接部ボード貫通	0 (0)	0	6 (4)	49	6 (4)	49
②	縦リブ突き合わせ溶接部	0 (0)	0	2 (2)	2	2 (2)	2
③	垂直補剛材とデッキプレート溶接部	0 (0)	0	21 (3)	121	21 (3)	121
④	縦リブと横リブ交差部	26 (10)	1139	12 (9)	216	38 (19)	1355
⑤	その他	2 (2)	2	1 (1)	5	3 (3)	7
合計		28 (12)	1141	43 (20)	394	71 (32)	1535

()内は橋梁数、径間数・橋梁数は最も多い損傷タイプに計上

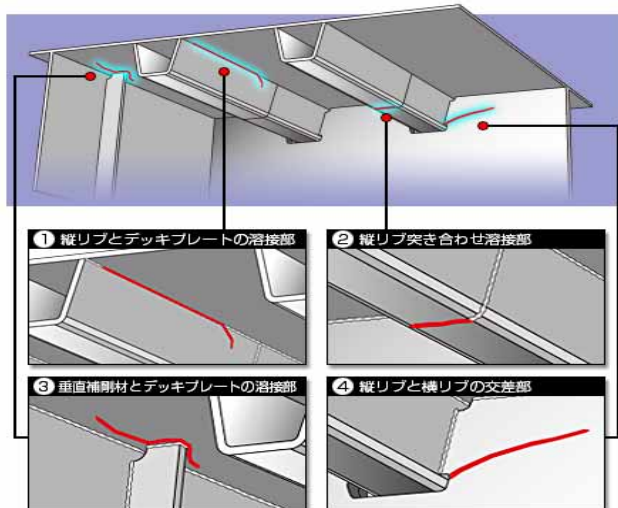


図-1 鋼床版Uリブの主要な損傷タイプ

3. Uリブとデッキプレートの溶接部デッキ貫通き裂

デッキプレートの貫通き裂は、これまで平成 17 年7月に発見され、同年 10 月に補修が行われている。写真-1 にき裂状況、図-2 にき裂位置図をそれぞれ示す。ポットホール補修のため舗装を撤去した際に発見され、き裂長は L=450 mmでき裂先端は枝別れしている。横リブとの交差部に位置し、溶接部の不溶着部を起点にデッキ側に進展しているものである。外観からの目視では検出不可能であり、道路管理上、路面からの舗装点検で推定する、き裂によるUリブ内の水の存在をたたき点検により把握するなど多角的な点検手法による評価が要求される。

キーワード: 鋼床版, Uリブ, 疲労き裂, き裂モード

連絡先: 〒541-0056 大阪府中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路(株)技術管理室技術開発グループ 電話 06-6252-8121



写真-1 磁粉探傷試験によるデッキプレート上面でのき裂状況

4. Uリブとデッキプレートの溶接部ビード貫通

Uリブとデッキプレートの溶接ビード部き裂の一例を写真-2 に示す。現在までに発見されている損傷は全て、溶接ルート部に発生している。車両走行により、き裂の開口部の挙動が目視で確認できる損傷例があり、き裂がデッキプレートやUリブウェブに進展した例も報告されている。

き裂の発生位置は、縦リブ支間部、および、横リブ交差部近傍に分類され、その結果を表-3 に示す。縦リブ支間部に発生するき裂数が、圧倒的に多い傾向となっている。き裂発生位置の直上の舗装は、わだち、ポットホールなどの損傷が発生していることが多く、舗装損傷との関係があると考えられる。



写真-2 Uリブとデッキプレートとの溶接部ビード貫通き裂状況

表-3 Uリブとデッキプレートとのビード部き裂発生位置

	横リブ交差部	縦リブ支間部	計
径間数	1	6	7
き裂数	1	48	49

5. 垂直補剛材とデッキプレート溶接部

垂直補剛材とデッキプレート溶接部のき裂は、写真-3 に示すように、き裂のモードに応じて以下のように分類できる。

モード③-a: 溶接ビードのデッキ側止端部を起点として、デッキプレートに進展するき裂

モード③-b: 溶接ビードの垂直補剛材側止端部を起点として、デッキプレートに進展するき裂

損傷割合は、モード③-a のパターンが多い。調査した3径間連続鋼床版箱桁橋では、き裂数の33箇所内、その8割がモード③-a である。垂直補剛材先端に位置するデッキプレートに輪荷重が載荷された場合、デッキプレートのたわみが垂直補剛材に拘束されることにより、垂直補剛材の廻し溶接部に局部的

な応力集中が発生することが疲労き裂の要因と考えられる³⁾。損傷発生は、車両走行(輪重)位置の直下に集中している。

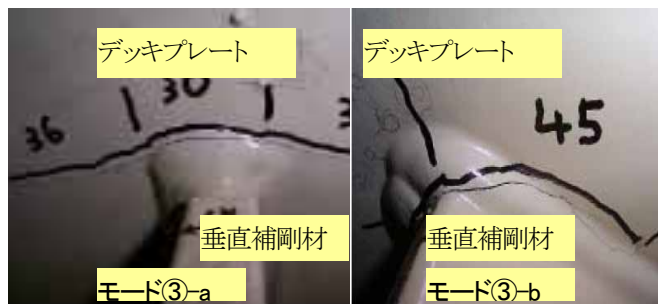


写真-3 垂直補剛材とデッキプレート溶接部の疲労き裂モード

6. Uリブと横リブ交差部

縦リブと横リブ交差部の損傷は、阪神高速道路では写真-4 に示すように、以下のき裂モードが発生している。

モード④-a: 横リブの下側スカーラップ廻し溶接部近傍を起点とし、Uリブ母材に進展するき裂

モード④-b: 横リブの下側スカーラップ廻し溶接部近傍を起点とし、横リブ母材に進展するき裂

それぞれのき裂モードの損傷数を表-4 に示す。損傷数は、モード④-a が多い。現在モード④-b の発生している箇所は、主桁からの張出し部の非常駐車帯の直下であり、車両がほとんど通過しない場所である。

き裂モード④-a について、き裂数192箇所内、その65%である125箇所は、現場添接部直近の縦リブと横リブ交差部に発生している。現場添接部は、Uリブ板厚が $t=8$ mmに増厚されている、密閉ダイヤフラムが設けられているなどの構造ディテールの特徴があり、Uリブのねじれ剛性が高く、Uリブのねじれによりき裂発生部に局部的な応力集中が発生している⁴⁾。

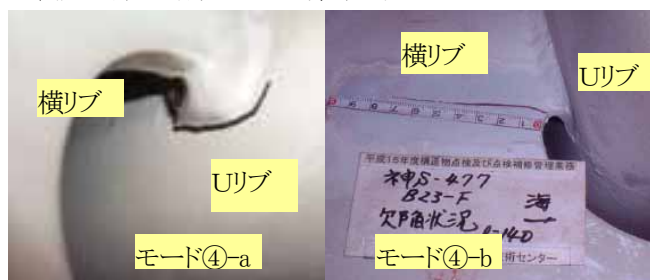


写真-4 Uリブと横リブ交差部スカーラップのき裂モード状況

表-4 Uリブと横リブ交差部スカーラップのき裂モード分類

き裂モード	モード④-a	モード④-b	計
径間数	9	3	12
き裂数	192	24	216

<参考文献>

- 1) 日本道路協会: 鋼道路橋の疲労設計指針, 平成14年3月
- 2) 高田ら: 鋼床版の横リブ高さおよびスカーラップ形状が疲労強度に与える影響 土木学会第60回年次学術講演会(平成17年9月)
- 3) 川村ら: デッキプレートと垂直補剛材溶接部の予防保全対策, 土木学会第60回年次学術講演会(平成17年9月)
- 4) 夏秋ら: 鋼床版のUリブと横リブ交差部の疲労き裂に着目したFEM解析による対策検討, 土木学会第61回年次学術講演会(投稿中)