

広島工業大学 正員 皆田 理
神戸大学 正員 西村 昭
阪神高速道路公団 正員 石崎 浩

1. まえがき 一般に多くの長大橋梁には、死荷重を低減し、経済的な橋梁設計を行なう必要から、従来のコンクリート床版に変わり自重の軽い鋼床版が採用される。鋼床版の縦リブとして従来は、バルブプレートや不等辺アングルなどいわゆる開断面型のものが多かったが、近年剛性が大きく、縦リブスパンが大きくとれる事、鋼重が開断面リブに比して小さい事、密閉構造となるので防食上好ましく、またデッキプレートとの溶接取り付け長さが開断面リブの各程度であり、溶接によるひずみが小さい事などの理由により、開断面リブ（以下Uリブと略称）が多く使用されるようになっている。鋼床版が軽量で上記のような特長を有しながらも一方で、直接自動車荷重を支持する為に、繰返し応力を受け極めて厳しい応力下におかれている。従って、鋼重の低減、あるいは維持・補修を不要とする為には鋼床版の疲労に対する配慮が必要となる。そこで本研究は、鋼床版が最も厳しい応力状況下におかれた時の疲労性状を把握する為に行なった疲労試験結果の報告である。

2. 供試体 本研究に使用した供試体の形状、寸法を図-1に示す。縦リブに使用したUリブは日本鋼構造協会鋼床版用U形鋼規格(JSS 14-1980)に準じ表-1に示す形状、寸法のものである。デッキプレートとUリブとの溶接は①すみ肉溶接、②Uリブに開先(50°)を取ったグループ溶接の2種類（以下それぞれDF Type、およびDG Typeと略称）とし、それらの溶接条件はDF・DG Typeともに同一条件で表-2に示す通りである。供試体の溶接部は供試体作製後カラーチェック、および磁粉探傷の非破壊試験を行ない溶接欠陥に対する検査を行なっている。表-3に使用したUリブ、およびデッキプレート(SS41)の化学成分、および機械的性質を示す。

3. 試験結果、および考察
〔静的試験〕 疲労試験

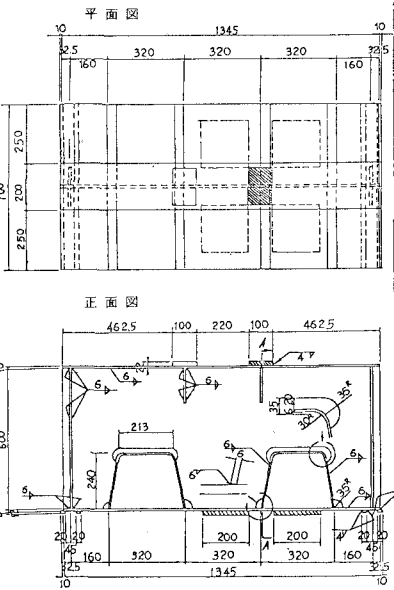


表-1 Uリブ断面諸量

呼び名	寸法 mm					単位	断面性質*	
	A	B	H	t	R		断面積	断面二次モーメント
320×240	320	213.0	240	6	30	cm ²	40.55	2489

注 * 断面性質は、参考値を示す。

図-1 供試体

表-2 溶接条件

供試体	DF, およびDG供試体
条件	
溶接法	手溶接
溶接棒	L-55, 5φ
電流	220A
電圧	25V
速度	12cm/min
気温	DF: 20~23℃, DG: 18~21℃

表-3 鋼材の化学成分、および機械的性質

	板厚 (mm)	化学成分 (%)					機械的性質	
		C	Si	Mn	P	S	降伏点 (kgf/mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)
URib	6	0.16		0.52	0.019	0.011	30	46
Deck Plate	12	0.13	0.23	0.51	0.020	0.020	30	44

試験を始める前に2種類の供試体について各部の応力分布を把握する為、静的圧縮試験を行なった。この結果DF・DG Type両者間の応力分布にはほとんど差はない。図-2および3は、荷重直下のデッキプレートのUリブ方向とそれに直角方向とのひずみ分布について例示したものである。図に見られる様に、Uリブ溶接部に近接したゲージ位置では約1000μ程度の応力がUリブ直角方向（横リブ方向）に発生する。これは応力に換算した場合

合、鋼板降伏点の約70%程度となる。溶接止端部における溶接形状の不整、あるいはルート部にUリブ方向に連続的に発生している種々の欠陥などによる応力集中を考慮すると、この部分では局部的には鋼板降伏点に相当するような極めて高い応力が発生している事が予想される。

〔疲労試験〕 疲労試験に使用した供試体はDF Type 5 体、DG Type 4 体の計 9 体である。試験下限荷重を20、繰返し回数毎分240 回の部分片張り圧縮荷重で行なった。疲労試験によ、7 フラックの発生した溶接位置を図-4 に示す。デッキプレートと横リブとのすみ肉溶接、およびデッキプレートとUリブとの溶接部において、フラックは溶接上端部に沿、7 板厚方向より板幅方向に広く進展する傾向を示す。1 板厚方向への進展深さは約1.3mm)。ただし溶接形状に不整がある場合には板厚方向に深く進展する。横リブとUリブとを取り付けた溶接部では、まわし溶接の部分で大部分の供試体に疲労クラックが発生した。この部分では溶接施工が困難な事もあり溶接形状の不整は他の溶接部に比較して著しい。まわし溶接部から生じたクラックは、初期にはまわし溶接に沿、7 進展するが、その後Uリブ方向に進展し、Uリブを貫通する。前述したようにデッキプレートとUリブとの溶接部においては、溶接止端部でクラックが発生するが、同時にこの部分にはDF・DG Typeともに溶接ルート部に疲労クラックが発生する。ルートにはブローホール、スラグ巻き込みなど疲労性状に影響を与える要因があり、その傾向はすみ肉溶接を行なったDF Typeに77%認められた。クラックの進展の過程を疲労破面から推定するとルート部に発生したブローホール、スラグ巻き込みなどの欠陥部から生じたフラックは荷重繰返し数の増加に伴な、7 デッキプレート板厚方向に進展してゆくが、フラックの深さが板厚の約70%程度に達すると、引張応力が生じているデッキプレート表面からもクラックが発生し、ルート部から進展したクラックと合体しデッキプレートを貫通する。図-5、6 は疲労試験によ、7 各供試体の同一箇所に発生したデータを寄せ集め、フラック長がほぼ同等のデータを結んでS-N線を記入している。また同図中には、初期クラック発生時の繰返し回数を予測する為、 N_c/N_f (N_c : フラック発生までの繰返し回数、 N_f : 破壊までの繰返し回数) が、0.1、および0.2 の場合の推定S-N線も同時に記入してある。今、最も危険側を考慮して、初期クラック発生

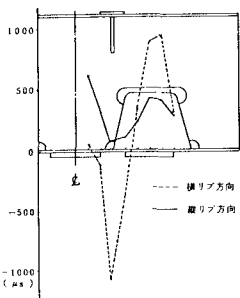


図-2 DF type のひずみ分布

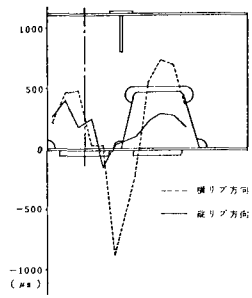


図-3 DG type のひずみ分布

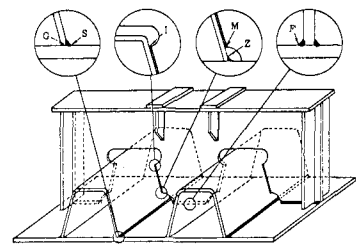


図-4 疲労クラック発生位置

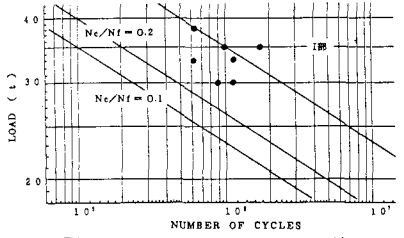


図-5 まわし溶接部 S-N線

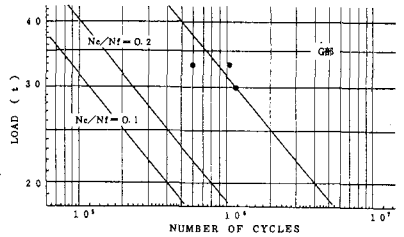


図-6 ルート部 S-N線

の早い、 $N_c/N_f = 0.1$ の場合について検討すると、図-5よりUリブと横リブとのまわし溶接部においては設計自重車荷重 ($T=20$) が作用する場合、繰返し回数200 回で疲労クラックの発生する危険はほとんどないものと予想される。一オ、図-6 に示すルート部においては、設計荷重を超過する大型車の混入率の高い地域では、疲労クラックの発生の可能性がかなり高いものと予想される。

4. おまへ 本研究においては、溶接法による明確な差異は明らかにされなかったが、いずれの場合にもルート部に疲労フラックが発生し、デッキプレートの損傷につながっている。ルート部は、構造上から検査が困難な場所でもあるので、早期に発見し得る検査法の確立が必要と考えられる。最後に本研究を実施するにあたり、供試体作製に77%御協力を得た高岡機工(株)寶角正明氏に深く感謝致します。