

建設機械化研究所 正会員 伊藤 文夫  
 本州四国連絡橋公団 〃 竹名 興英  
 東京工業大学 〃 三木 千寿

1. はじめに

本州四国連絡橋の疲労設計において、ダイヤフラムを取り付けた場合の母材に対してはC等級(完全片振引張  $\sigma = 0.200$  万回時間強さ  $10.5 \text{ kg/mm}^2$ )の許容応力度を用いている。この許容応力度は、いわゆるリブ十字溶接継手の疲労試験結果に基づいて設定されたものである。本研究ではトラス桁のダイヤフラム取付け溶接部をシミュレートした試験体の疲労試験を行い、その疲労に対する安全性を確認することを目的としている。

2. 試験体

試験体の形状寸法を図-1に示す。試験対象区間として、中央部に1mの平行部を有するH形断面とし、試験体中央のウェブ両面にダイヤフラムを設けている。

供試鋼材は、主材はSM58及びSM50Y、ダイヤフラムはSS41である。試験体は端ダイヤフラムを想定したH形片側前面すみ肉溶接試験体(以下、片側溶接試験体と呼ぶ)で3種類、中間ダイヤフラムを想定したH形両側前面すみ肉溶接試験体(同、両側溶接試験体)で2種類、合計5種類である。各試験体の相異点およびダイヤフラム部の溶接要領を表-1に示す。片側溶接試験体ではコーナー部に溶接の始末端を作らないよう溶接順序を定め溶接を行った。そのうちDAはルートギャップを0mmに、DA<sub>1</sub>はルートギャップを「鋼橋等製作基準」の許容値1mmとした。またDBタイプはダイヤフラムコーナー部の溶け込みを深くする目的で、コーナー部のみ初層にCO<sub>2</sub>半自動溶接を行った。両側溶接試験体では、ダイヤフラムに35Rのスカラップを取り、手溶接、水平すみ肉にてまわし溶接を行っている。ルートギャップはDC、DDタイプととも1mmである。

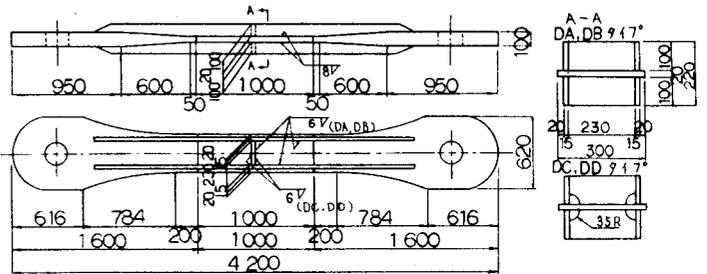


図-1 試験体の形状寸法

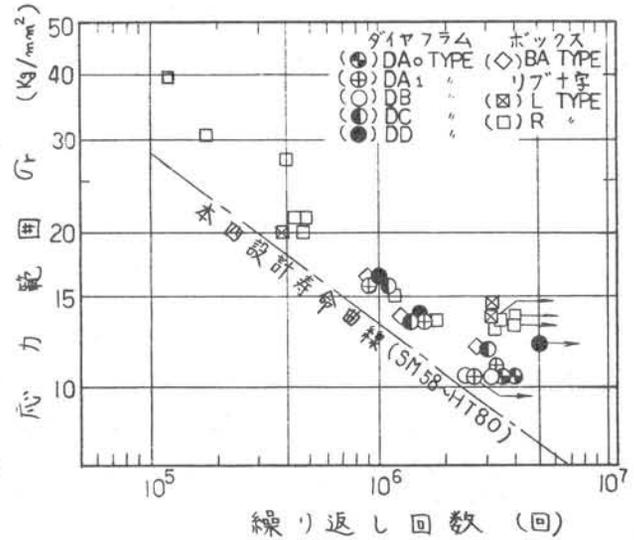
表-1 ダイヤフラム部溶接要領

試験時期	56年度					54年度	50,51年度	
形状	H形					Box断面	リブ十字	
溶接	片側すみ肉			両側すみ肉				
供試体名	DA		DB	DC	DD	BA	L	R
主材材質	DA <sub>0</sub>	DA <sub>1</sub>					(L=75mm)	(R=45mm)
ダイヤフラム材質	SM58	同左	-	-	SM50Y	HT80	-	-
ダイヤフラム材質	SS41	同左	-	-	-	-	SM50	HT80
ルートギャップ (mm)	0	1	1	1	1	-	-	-
溶接方法	手溶接 水平すみ肉	同左	(J-1部) CO <sub>2</sub> 半自動	手溶接 水平すみ肉	-	-	-	-
溶接材料	LBF-52A (6.0φ)	LBF-52A (5.5φ)	LBF-52A J-1部 (6.0φ) HT-2017	LBF-52A (5.0φ)	-	LBF-62 (5.0φ)	LBF-62(6φ) (L-62(5φ))	LBF-62 (7φ, 6φ)
層数	1	1	1, 2	1	1	1	3	2
スカラップ	無	無	無	有	有	有	無	無
供試体数	2	4	2	3	3	3	3	12

3. 疲労試験結果およびその考察

疲労試験結果を図-2に、過去に行、た大型板桁の前面すみ肉リブ十字試験体(L形:  $a=75 \text{ mm}$ , R形:  $a=45 \text{ mm}$ )とダイヤフラム付ボックス試験体(BA形)の結果を併せて示す。片側溶接試験体(DA, DBタイプ)の場合、すべてルート部よりきれつが発生し破断している。疲れきれつの起

点は複数であり主にダイヤフラムコーナー部での発生率が高い。(写真-1)すみ肉溶接止端部に対してカラーチェックを行つたが疲れきれつは認められなかった。一方、両側溶接試験体(DC, DDタイプ)の疲れきれつの発生点はほとんどが溶接をまわし始めた位置の溶接止端部である。また、表-2に示すビーチマーク試験結果より片側溶接、両側溶接試験体ともに、荷重半減回数と破面に観察されるビーチマーク数とが一致しており、疲れきれつは疲労試験のごく初期に発生し、破断寿命のほとんどが疲れつ進展寿命であることがわかる。以下、各試験体の疲れ強さについて述べる。



四-2 疲労試験結果

表-2 ビーチマーク試験結果

ダイヤフラム 供試体	応力範囲 (kg/mm²)	ビーチマーク試験結果		疲れ寿命 (×10⁴)	
		半減回数	観察された ビーチマーク	破断寿命	きれつ 発生寿命
DAo-1	10.5	12		386.0	
DA1-1	10.5	9	9	267.0	< 30.0
	13.7	2	2	45.0	
-2	10.6	10	10	323.0	< 30.0
-3	15.7	4	4	89.4	< 20.0
-4	13.4	8	8	161.6	< 20.0
DB1-1	10.5	11	11	331.2	< 30.0
DC1-2	13.4	4	4	138.4	< 30.0
DD1-1	16.3	5	5	100.0	< 20.0

1) 片側前面すみ肉溶接試験体

- ① DA<sub>1</sub> (ルートギャップ1mm)はルート部に顕著な溶接のため込みがあったがDA<sub>0</sub> (ルートギャップ0mm)と疲れ強さは有意差はない。
- ② DBタイプはコーナー部の溶け込みを深くすることによってルートの形状が整い疲れ強さが向上することを期待されたが、本実験においてはDA<sub>1</sub>と比べ若干ではあるが疲れ強さは低い結果を示した。

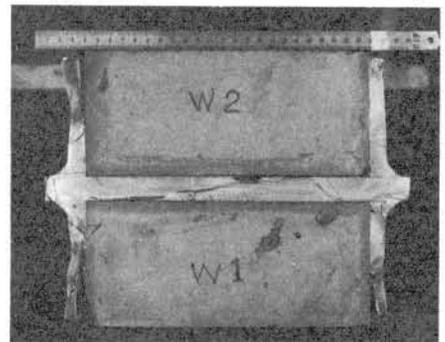
2) 両側前面すみ肉溶接試験体

- ① DCタイプ(主材: SM58)とDDタイプ(同, SM50Y)の疲れ強さは応力範囲、約13 kg/mm<sup>2</sup>以上では有意差はないが、それ以下ではDDタイプの方がかなり高い。
- ② DCタイプとボックス断面供試体BAタイプの疲れ強さは同程度と考えられる。
- ③ 板材(L及びR)に比べてDCタイプの疲れ強さは応力範囲、約15 kg/mm<sup>2</sup>では有意差はないが約13 kg/mm<sup>2</sup>以下では低下する傾向がある。この原因としては、縦びード溶接の残留応力、まわし溶接部の止端形状などが考えられる。

3) まとめ

主材に調質高張力鋼を用いた片側前面すみ肉溶接と両側前面すみ肉溶接部の疲れ強さは応力範囲、約13 kg/mm<sup>2</sup>以上ではほぼ同じであるがそれ以下では両側溶接部の方が高いように思われる。また、すべての試験結果はダイヤフラム溶接部に対する設計寿命曲線を満足しており、寿命曲線の勾配は実験値の傾向をよく表わしている。

写真-1 片側溶接試験体(DA1)破面写真



参考文献

建設機械研究所:大型疲労試験報告書ダイヤ774供試体S573