

本州四国連絡橋公団 正会員 田島 二郎
 同 正会員 奥川 淳志
 建設機械化研究所 正会員 〇竹之内 博行

1. まえがき

80キロ級高張力鋼は本四連絡橋において相当量の使用が予定されているが、その疲労強度については過去に実績が少ない。本試験では80キロ級高張力鋼を用いたトラス格点構造の疲労試験を行い、格点部の全体的な応力挙動を把握するとともに、格点構造系としての疲労特性を把握し、さらに小型試験片による疲労試験結果との対比ならびにき裂発生をの主要因などについて調査した。

2. 試験概要

1) 供試体 格点部の弦材と斜材の結合方式が異なる種類の垂直材付ワーレン型トラス格点構造供試体を各2体、計4体と「トラス格点構造設計指針」⁽¹⁾に基づいて設計製作し試験を行った。供試体は図1に示す通りトラス型治具に組込み、治具に載荷する事により供試体に実際と同様な荷重が作用する様にした。格点部の詳細を図2に示す。

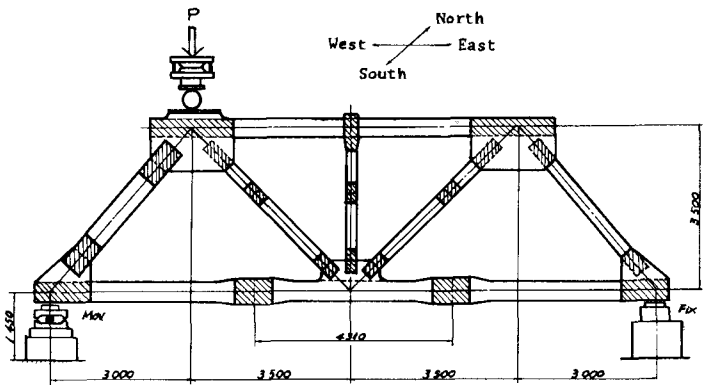


図1. 供試体及ワーレン型治具

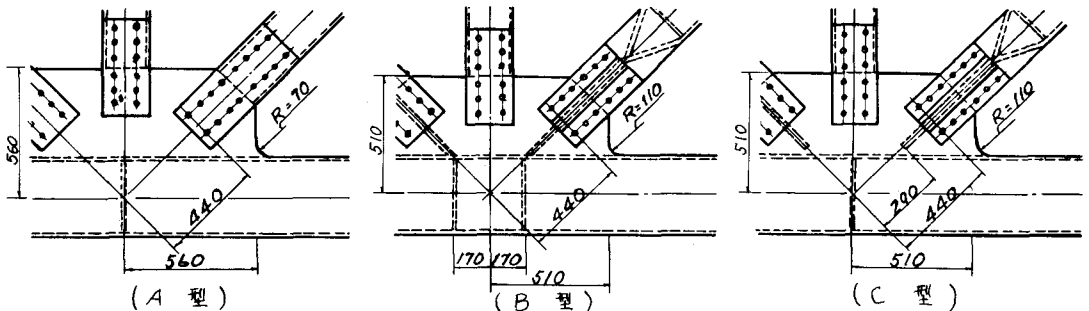


図2. 格点部の詳細

供試体の垂直材、斜材及び下弦材のダイヤフラムにはSM41A材を、他の部分にはすべてHT80材を使用した。その化学的成分と機械的性質を表1に示す。又、使用した溶接棒と溶接条件を表2に示す。

表1. 鋼材の化学的成分と機械的性質

材料	化学的成分 (wt%)											機械的性質			
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	V	Mo	B	Ceq	Y.P. MPa	T.S. MPa	El %
HT80	10	26	84	8	4	26	96	49	4	42	10	0.50	82	87	30

表2. 使用溶接棒と溶接条件

溶接箇所	溶接棒	棒径	予熱温度	電流	姿勢	備考
下弦材の隅 及びガセット角 部のすみ肉 溶接	LB F62	5.5 mm	125~150℃	260 A	水平	
	L-70F	"	"	"	"	
下弦材の角 溶接	LB I16	4	"	160	"	仮付
	"	5	"	220	"	本溶接

2) 試験方法 疲労試験に先立ち、格点部の応力状態を把握するとともにトラス全体の載荷状態を確認するために静載荷試験を行った。疲労試験は正弦波変動荷重をもって行い、疲労により発生したき裂はカラーチェックなどを用いて目視により観察した。試験終了後に供試体

と解体し、き裂発生点付近を切り出すなどして、破面や溶接状態の調査を行った。

3. 試験結果及び考察

1) 静載荷試験より得られた各軸力や格点部の応力状態は計算結果とよく一致した。400 TON 載荷時の代表的な箇所に応力は次の通りであった。可動側下弦材：15.5 %、下弦材中央のダイヤフラム下の下フランジ面：12 %、ガセット面のアレットのスカラップ部が溶接された付近のガセット面：9 %。

2) 疲労試験の結果を表3に示す。き裂とその発生箇所により L、L'、G、F 型の4つに分類し、その数とともに表中に示す。L 型は可動側下弦材のボックス断面の隅角部角溶接より発生したもの、L' 型は可動側下弦材のウェブ板厚変化部分に発生したもの、G 型はガセットプレートに発生したもの、F 型は下弦材の角溶接のガセットフィレット付近に発生したものである。図3にこれらのき裂の代表的な位置を示す。

3) L 型き裂の起点は角溶接のルート部である事が破面観察より明らかになった。溶接には特に欠陥は見られなかった。本試験で得られたこの部分の200万回疲労強度は約 12.5 % であるが、これは従来行なわれたビード小型試験片による試験結果より約 5 % 低い値であった。しかし、試験終了後同供試体の残留応力を測定したところ下弦材の角溶接部には約 50 % の引張残留応力が存在している事がわかった。この残留応力が平均応力として疲労強度に影響を与えたと考えます。この約 5 % 低い試験結果を説明する事ができる。

4) ガセットプレートに発生したき裂の起点は、ガセット面に溶接されたプレートのスカラップのまわすみ肉溶接のトウ部であった。この部分の疲労強度は著しく低く、引張主応力が約 5 ~ 9 % であった。この部分には斜材方向に引張応力が作用するとともに、それと直角方向にかなりの圧縮応力が作用し、強い二軸応力状態となっているので、Von Mises の応力で評価すると $\sigma = 9 \sim 11 \%$ となり、ビード形状の悪いすみ肉溶接の場合と同程度になる。

5) 下弦材のダイヤフラムのすみ肉溶接は 12.5 % の繰返し応力を 200 万回以上受けアもき裂が発生しなかった。これはビード形状がなめらかなる溶接棒を使用したためと思われる。この種の溶接棒を使用した場合、疲労強度の向上がはかれる事を確認した。

4. あとがき

本試験にあたり多大なる御助力、御指導をいただいた石川島播磨重工業株式会社の内野氏、杉崎氏をはじめとする関係者の方々に謝意を表します。

表3. 疲労試験結果

供試体	試験条件 (上段：荷重範囲 下段：載荷速度)	主なき裂の発生位置	き裂発生の 繰返し回数 ($\times 10^6$ 回)	き裂の種類と 枚数
A-1	50 ~ 400 ^{TON} 156 cpm	①可動側下弦材(L)	① 16.007	L...3 L'...8
A-2	20 ~ 400 ^{TON} 120 ~ 162 cpm	①可動側下弦材(L)	① 21.115	L...2
B-1	20 ~ 400 ^{TON} 120 ~ 144 cpm	①南側ガセット内面(G) ②北側ガセット内面(G) ③可動側下弦材(L)	① 4.14 ② 8.64 ③ 12.38	L'...1 G...2 F...1
B-2	20 ~ 300 ^{TON} 210 cpm	①可動側下弦材(L)	① 11.837	L...1
C-1	50 ~ 400 ^{TON} 156 cpm	①南北両ガセット(G)	① 6.77	L'...1 G...2
C-2	20 ~ 320 ^{TON} 192 cpm	①南側ガセット内面(G) ②北側ガセット内面(G) ③(①の延長上)下弦材	① 3.068 ② 6.085 ③ 11.266	G...2

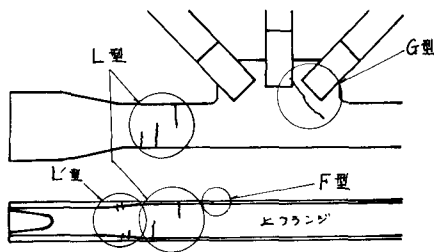


図3. 主なき裂の発生位置

*) 本州四国連絡橋鋼部構造研究小委員会 「トラス格点構造設計指針案」 土木学会 昭和51年3月