

# I-118 ハイブリッドゲルの疲労強度

建設省兵庫国道 正員 ○ 藤原 稔  
 建設省土木研究所 正員 武田 亘弘  
 (株)神戸製鋼 正員 守 国夫

## 1. まえがき

ハイブリッドゲルの設計に関する基準は、米国においてはすでに AASHO<sup>(1)</sup>に盛り込まれているが、わが国ではまだ基準化されるに至っていない。ハイブリッドゲルの設計で最も問題となるのは、フランジとウェブの鋼材の降伏点が異なるため、フランジにその許容応力度と同程度の応力が作用するとウェブの一部が降伏してしまう場合があることである。したがって、従来の許容応力度設計法をハイブリッドゲルに適用すると応力度はウェブで抑えられ、フランジに高張力鋼を使用することによるメリットが失なわれることになる。このため、ハイブリッドゲルの設計はけたの限界状態を基準にして荷重係数法によるのがより合理的であると考えられる。AASHOにおいても鋼橋の荷重係数設計に関する規定の中に、ハイブリッドの非合成けたおよび合成けたの条文があり、フランジ応力がある応力範囲内においてウェブの引張応力度は許容応力を越えてよいことになっており、わが国でも荷重係数法をハイブリッドゲルに適用することによって生じる諸問題を早急に解明しておく必要があると考えられる。

そこで本文では、ハイブリッドゲルの設計に荷重係数法を用いることを前提として、引張側のウェブ応力が降伏域、フランジは弹性域にある場合を想定し、フランジとウェブの隅肉溶接部に繰返し荷重が作用するときの疲労強度について検討を行なったので、その概要を報告する。

## 2. 試験方法

ハイブリッド材の試験片の形状寸法を図-1に示す。HT80の13mm厚の板は引張側フランジを、SS41の9mm厚のリブはウェブを想定しており、荷重の偏心載荷を避けるためにリブは板の両面にとりつけた。溶接は下向きの手溶接で行ない、平行部での脚長は6mmとした。溶接条件を表-1に示す。

試験系列を表-2に示す。系列Aは静的試験、Bは定ひずみ低サイクル繰返し試験、Cは定応力低サイクル繰返し試験、Dは完全片振り引張疲労試験である。系列A、B、Cの試験は電子式100トン万能試験機と、系列Dは電気油圧式65トン疲労試験機を用いて行なった。

## 3. 試験結果と考察

### 3.1 静的引張試験(系列A)

静的引張試験はSS41とHT80のJIS1号試験片各1本およびハイブリッド材試験片2本について行なった。その結果を表-3に示す。表中、ヤング率およびひずみはゲージ長50mmの伸び計で求めた値である。図-2に各試験片の応力・ひずみ関係を示す。図中の計算値はSS41とHT80の試験結果ならびにハイブリッド材の断面内のひずみ分布は一様であるという仮定のもとに求めた値である。図によると、ハイブリッド材の応力

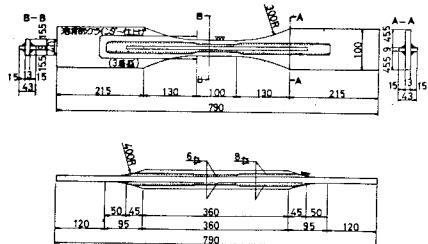


図-1 ハイブリッド材の引張り疲労試験片

表-1 ハイブリッド材引張り疲労試験片の製作における溶接条件

溶接箇所	棒径	電極	电压	送丝速度	溶接熱量	アス数
	(mm)	(A)	(V)	(cm/min)	(kcal/cm)	
平行部	5	220	24	13.8	22900	1
平行部溶接側面	4	150	20	27.5	6560	3

表-2 試験系列と試験片数

試験系列	試験片の種類	JIS1号引張り試験片		ハイブリッド材引張り試験片	
		試験の内容	SS41	HT80	試験の内容
A 静的引張り試験		1	1	2	
B 定ひずみ低サイクル繰返し試験		1	1	1	
C 定応力低サイクル繰返し試験		1	1	1	
D 完全片振り引張り疲労試験		0	0	10	
一合	計	3	3	14	

表-3 静的引張り試験結果

鋼種	降伏点引張り強さ		荷重開始時のひずみ		ひずみ繰り返し試験のひずみ		マング率		シルバードの2%引張り強さ	
	$\sigma_y$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_u$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$E_y$ ( $\times 10^{-4}$ )	$E_{st}$ ( $\times 10^{-4}$ )	$E$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$E_{st}$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$E$ (%)	$\sigma_y$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$E$ (%)
SS41	25.9	42.9	1300	14000	19000	400	27.4	27.4	—	—
HT80	84.5	89.4	4100	—	20500	—	15.6	15.6	—	—
ハイブリッド		75.7								

ひずみ関係はHT80のひずみが降伏ひずみに達するまでほぼ直線的に変化し、その後は降伏領域となり、HT80と同じようなひずみ硬化を示す。したがって、ハイブリッド材としての降伏点は高張力鋼のひずみが降伏ひずみに達したときと考えられる。

### 3.2 定ひずみ繰返し試験(系列B)

SS41, HT80, ハイブリッド材の試験片を用い、上限ひずみが降伏域にある場合の部分片振定ひずみ繰返し試験を行ない

繰返し履歴に伴う応力の低下を調べた。その結果を図-3に示す。たて軸は1回目の応力(荷重/断面積)に対するN回目の応力の値をあらわす。図からわかるように100回の定ひずみの繰返しによって上限応力はほぼ一定となっており、その値はSS41で0.87, HT80で0.94, ハイブリッド材で0.93である。ハイブリッド材はHT80に近い挙動を示している。

### 3.3 定応力繰返し試験(系列C)

上限応力が降伏域にある状態で定応力繰返し試験を行ない、繰返し履歴に伴うひずみの変化を求める。試験片はSS41, HT80, ハイブリッド材で、試験結果を図-4に示す。たて軸はひずみの増加の状態が安定したときの繰返し回数20回を基準として、そのときのひずみに対するN回目の値をあらわしている。この結果によると、ひずみ硬化域におけるSS41と降伏後におけるHT80のひずみの増加の割合はだいぶ小さくなっているのに對して、ハイブリッド材においてはSS41が降伏域にあるためにひずみは一定の割合で増加する傾向にある。

### 3.4 疲労試験(系列D)

図-5にハイブリッド材の疲労曲線と、80キロ鋼および41, 50キロ鋼に関する既往の試験結果を示す。ハイブリッド材について応力全振幅( $\Delta \sigma$ /mm)と繰返し回数Nとの関係を最小自乗法で求めると次のようになる。

$$\log \Delta \sigma = 2.660 - 0.198 \log N$$

この疲労強度は41キロ鋼や50キロ鋼の軟鋼および80キロ鋼の継ぎ手接合の疲労強度よりも若干高めの値となっている。

### 4. あとがき

上述のようにハイブリッド材の疲労強度は既往の80キロ鋼の資料よりも若干高めであり、その理由は明確でないが少なくともウェブが降伏することによる影響で疲労強度は低下していない。ハイブリッドげたのフランジとウェブの隅肉溶接部の疲労強度についてはフランジに用いられた鋼材(今回はHT80)と同一の鋼材でフランジとウェブが構成されているボルターニアスなげたの疲労強度と同一にあつかってよいものと考えられる。

参考文献<sup>(1)</sup>AASHO,"Standard Specifications for Highway Bridges"

9版:1965, 10版:1969, 11版:1973, AASHO

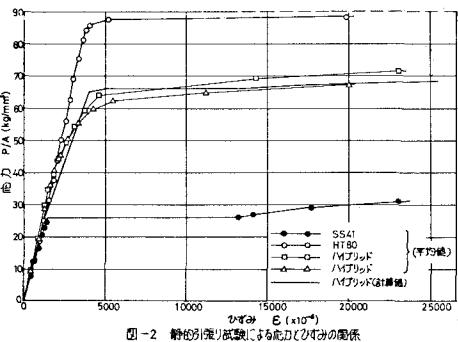


図-2 静的引張り試験における応力ひずみの関係

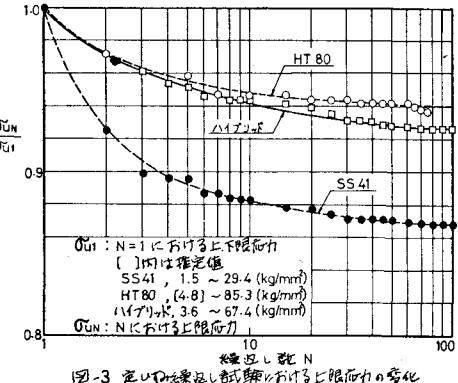


図-3 定ひずみ繰返し試験における応力ひずみの変化

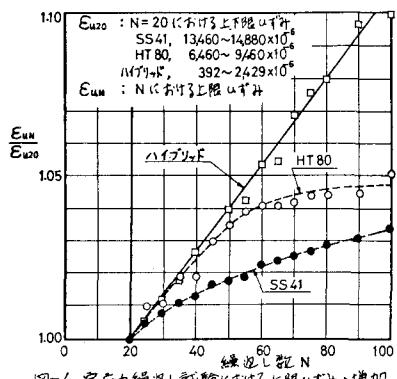
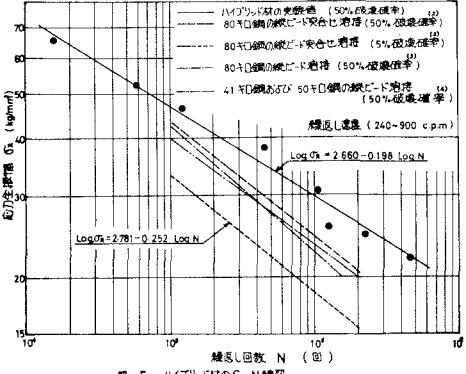


図-4 定応力繰返し試験における上限ひずみの増加



- (2) 佐州四国連絡橋上部構造に関する調査報告書, 別冊2 本州四国連絡橋の疲労設計, 土木学会, 昭和49年3月
- (3) 多田新規「80キロ鋼の疲労強度」, 土木技術資料, 7-1, 土木研究会, 昭和40年1月
- (4) 「鋼鉄道橋設計標準解説」, 土木学会, 昭和45年11月