

Br. 74-09

021



土木研究所資料

第961号

ハイブリッドげたの疲労強度

昭和50年3月

建設省土木研究所

要 旨

フランジにウェブよりも静的強度の高い鋼材を用いたいをゆる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を引張り試験によって求めた。

目 次

まえがき	1
1. 試 験 の 目 的	3
2. 試 験 片	6
3. 試 験 の 結 果	9
3・1 概 要	9
3・2 静的引張り試験	9
3・3 定ひずみ繰返し試験	12
3・4 定応力繰返し試験	13
3・5 疲 労 試 験	18
4. 結 論	22
あとがき	24

まえがき

橋梁研究室では昭和47年度より異種鋼材混用げた(Hybrid Girder、以後ハイブリッドげたという)の合理的設計法に関する調査研究を実施してきており、このたびこの種の橋梁の設計で問題となると思われるハイブリッドげたのウェブとフランジの隅肉溶接部の疲労強度について主として引張り疲労試験によって検討を行なったので、その概要をここに報告する。

昭和50年3月

橋梁研究室長

国 広 哲 男

同主任研究員

藤 原 稔

武 田 亘 弘

古 庄 通 隆

(大分県道路課橋梁係)
前橋梁研究室

1. 試験の目的

ハイブリッドげたとは、けたの同一断面内のフランジにウェブよりも静的強度の高い鋼材を用いたけたをいい、フランジとウェブに同一の鋼材を用いた通常のホモジニアスなけたよりも少ない鋼重で所要の耐荷力を期待することができる。¹⁾ ハイブリッドげたの設計に関する基準は米国においてはすでにAASHO道路橋示方書の第10版(1969年)²⁾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。ハイブリッドげたの設計でもっとも問題となるのは、フランジとウェブの鋼材の降伏点異なるために、フランジにその許容応力度と同程度の応力度が作用するとけたの断面内の応力分布が図-1のようになってウェブの一部が降伏してしまう場合

があることである。

許容応力度設計法を厳密にフランジとウェブに適用すると、フランジに用いた強度の高い鋼材の特性が発揮できないので、ハイブリッドげたの設計はけたの限界状態を基準にした荷重係数設計法によるのが合理的であると思われる。

AASHO 道路橋示方書の第11版(1973年)²⁾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げたおよび合成げたに関する条文が設けられている。

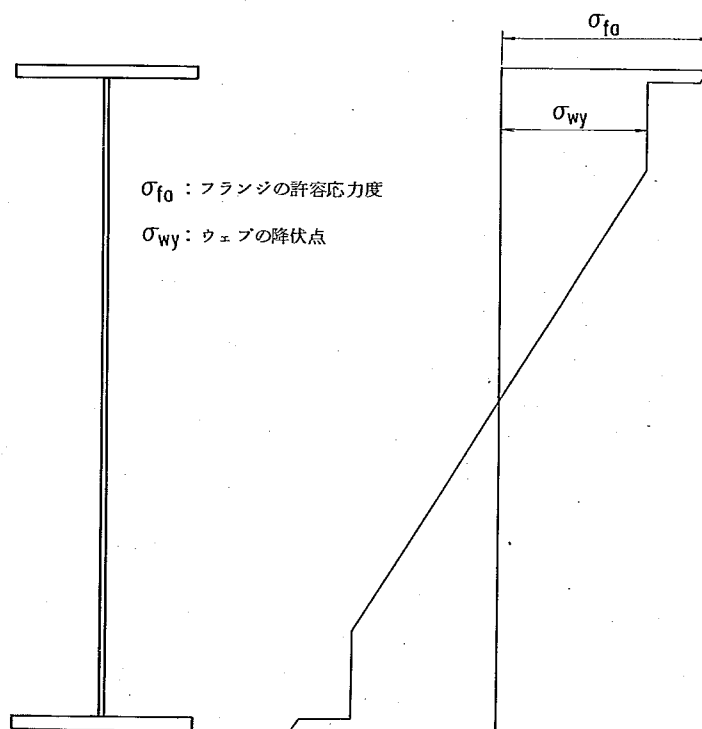


図-1 ハイブリッドげたの応力状態

AASHO 道路橋示方書のハイブリッドげたの設計に関する条文の内容はつぎのとおりである。

「フランジの応力度がその鋼材の通常の許容応力度に次式に示す低減係数Rを乗じた値をこえない場合には、ウェブの曲げ応力度は鋼材の通常の許容応力度をこえてよい。

$$R = 1 - \frac{\beta \phi (1 - \alpha)^2 (3 - \phi + \phi \alpha)}{6 + \beta \phi (3 - \phi)}$$

ここに、 α ：引張り側フランジの公称降伏点に対するウェブの公称降伏点の比

$$(\alpha = \sigma_{wy} / \sigma_{wy})$$

β ：引張り側フランジの断面積に対するウェブの断面積の比 ($= A_w / A_{f1}$)

ϕ ：鋼げたの高さに対する引張り側フランジ外縁から中立軸までの距離の比

$$(\phi = y_1 / d)$$

この低減係数Rは主としてハイブリッドげたの静的耐荷力に関する実験をもとにして決められたものである。

前述したように設計荷重が作用することによってウェブの一部に降伏域が生ずるハイブリッドげたの問題点としてはつぎの諸点があげられる。

- (1) 曲げによる引張り応力を受けて降伏しているウェブの疲労強度；引張り側フランジの母材の疲労については通常のホモジニアスなけたと同じく問題はないが、引張り側のウェブは供用期間中に繰返して降伏点をこえる応力をうけるので、疲労強度を検討する必要がある。引張り側ウェブでもっとも応力状態のきびしいところはフランジとウェブの隅肉溶接部であり、降伏域における応力の繰返しと溶接部に存在する切欠きの影響によって、疲労強度が低下することが予想されるので、フランジとウェブの隅肉溶接部の疲労強度を確認しておくことが必要である。今回の実験はこれを目的として行なった。また、ウェブに垂直補剛材を有するハイブリッドげたにおいては、ウェブと垂直補剛材の隅肉溶接部がウェブの降伏領域に設けられることがあるので、この溶接部の疲労強度を確認したうえで構造細目を規定する必要がある。
- (2) 圧縮フランジの局部座屈強度；ホモジニアスなけたのフランジが曲げによって圧縮応力をうけた場合については、十字形断面を有する柱の圧縮試験結果をもとにして、部材の応力が降伏点に達するまでは局部座屈をおこさないようにフランジの幅と厚さの比を制限している。ハイブリッドげたの場合はウェブが降伏することによってウェブによるフランジのねじれに対する拘束が低下することが考えられるので、ハイブリッドげたのフランジの局部座屈強度を確認し、フランジの幅と厚さの比の制限を行なう必要がある。この問題については、HT80とSS41で構成された十字形断面柱の圧縮試験を実施し、現在その結果をとりまとめ中である。

(3) 曲げによる引張り応力をうけて降伏しているウェブの高力ボルト摩擦継手の静的強度および疲労強度；ハイブリッドげたのウェブの現場継手に高力ボルト摩擦接合を用いる場合、とくに引張りによる降伏域においては降伏によってウェブの厚板が減少し、当初ボルトに導入した軸力が減少し、継手の静的耐力および疲労強度が低下することが考えられる。したがって降伏域にあるウェブの高力ボルト摩擦継手の静的実験および疲労試験を行なって静的耐力および疲労強度を確認しておくことが必要である。この問題については現在引張り試験片によって静的実験および疲労試験を実施中である。

ハイブリッドげたに対して現在わが国の道路橋示方書に規定されている鋼種を対象とすれば、フランジにSM58 ($\sigma_t = 46 \text{ Kg/mm}^2$, $\sigma_c = 26 \text{ Kg/mm}^2$)、ウェブにSS41 ($\sigma_t = 24 \text{ Kg/mm}^2$, $\sigma_c = 14 \text{ Kg/mm}^2$)を用いた場合にウェブがもっともきびしい応力状態となる。またこれまででいくらか実績のあるHT70 ($\sigma_t = 63 \text{ Kg/mm}^2$ *, $\sigma_c = 32 \text{ Kg/mm}^2$ *)およびHT80 ($\sigma_t = 70 \text{ Kg/mm}^2$ *, $\sigma_c = 36 \text{ Kg/mm}^2$ *)の高張力鋼をも対象とすれば、フランジにHT80、ウェブにSS41を用いた場合にウェブがもっともきびしい応力状態となる。

今回は上述したようにハイブリッドげたの引張り側フランジとウェブの隅肉溶接部の疲労強度を求めるために、フランジにHT80、ウェブにSS41をそれぞれ用いた場合を想定した引張り試験片を製作して疲労試験を実施した。

* これらの値は東京湾横断道路技術調査特別委員会が作成した東京湾横断道路橋梁設計基準案に規定されたものである。(参考文献3参照)

2. 試験片

ハイブリッド材の試験片の形状寸法を図-2に示す。

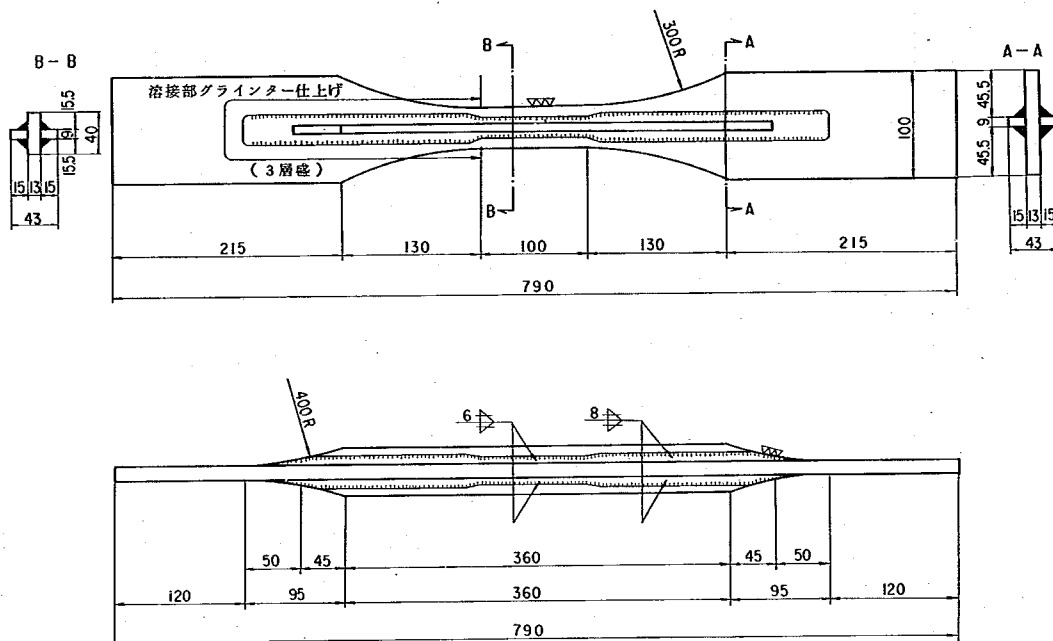


図-2 ハイブリッド材の引張り疲労試験片

HT80の13mm厚の板はフランジを、SS41の9mm厚のリブはウェブをそれぞれ想定しており、荷重の偏心载荷を避けるためにリブは板の両面にとりつけた。試験片製作時の溶接は100℃以上に予熱した後、下向きの手溶接で行なった。まず板の両面のリブの全周をφ5mmの溶接棒を用いて6mmの脚長を有するように1層で溶接した後、試験片中央部の100mmを除く部分をφ4mmの溶接棒を用いて8mmの脚長を有するように2層目および3層目の溶接を行なった。使用したφ4mmおよびφ5mmの溶接棒はすべて60キロ級高張力鋼用のJIS D5816に相当する低水素系のKS-86H(川崎製鉄)である。溶接条件を表-1に示す。中央部の100mmは試験断面として溶接のまま残し、それ以外の溶接ビードはすべてグラインダー仕上げを行なった。

なお、使用鋼材の機械的性質を調べるために、ハイブリッド材の試験片に用いたHT80(13mm厚)およびSS41(9mm厚)からそれぞれ3本ずつJIS1号引張り試験片を製作した。これらの試験片の本数を表-2に示す。JIS1号引張り試験片およびハイブリッド材

引張り試験片の断面寸法をそれぞれ表-3および表-4に示す。

表-1 ハイブリッド材引張り試験片の製作における溶接条件

棒 径 (mm)	電 流 (A)	電 圧 (V)	速 度 (cm/min)	入 熱 量 (ジュール/cm)
5	220	24	13.8	22900
4	150	20	27.5	6560

表-2 試験片の本数

試験片の種類 試験の内容		JIS1号引張り試験片		ハイブリッド材 引張り試験片
		SS41	HT80	
1	静的引張り試験	1	1	2
2	定ひずみ低サイクル繰返し試験	1	1	1
3	定応力低サイクル繰返し試験	1	1	1
4	完全片振れ引張り疲労試験	0	0	10
合 計		3	3	14

表-3 JIS1号引張り試験片の断面寸法

試験片 の名称	鋼 種	試 験		幅 (mm)	厚 (mm)	断面積 (mm ²)
JS-1	SS41	1	静的引張り試験	9.3	52.0	483.6
JS-2		2	定ひずみ繰返し試験	9.04	50.04	452.4
JS-3		3	定応力繰返し試験	8.91	50.02	445.7
JH-1	HT80	1	静的引張り試験	12.8	50.0	640.0
JH-2		2	定ひずみ繰返し試験	13.29	50.10	665.8
JH-3		3	定応力繰返し試験	13.27	50.09	664.7

表-4 ハイブリッド材引張り試験片の断面寸法

試験片 の名称	試 験		HT 8 0 の 部 分			S S 4 1 の 部 分				断面積の合計
			幅 b_{H} (mm)	厚 t_{H} (mm)	断面積 A_{H} (mm ²)	幅 b'_{S} (mm)	幅 b_{S} = $b'_{\text{S}} - t_{\text{H}}$ (mm)	厚 t_{S} (mm)	断面積 A_{S} (mm ²)	$A = A_{\text{H}} + A_{\text{S}}$ (mm ²)
HB- 1	1	静的引張り試験	39.95	13.40	535.3	43.87	30.47	9.05	275.8	811.1
HB- 2			40.46	13.32	538.9	44.73	31.41	9.45	296.8	835.7
HB- 3	2	定ひずみ繰返し試験	40.03	13.18	527.6	43.19	30.01	9.07	272.2	799.8
HB- 4	3	定応力繰返し試験	40.09	13.19	528.8	46.24	33.05	9.06	299.4	828.2
HB- 5	4	疲 労 試 験	40.17	13.26	532.7	44.59	31.33	8.91	279.2	811.9
HB- 6			40.08	13.24	530.7	44.79	31.55	8.94	282.1	812.8
HB- 7			40.01	13.21	528.5	44.21	31.00	9.05	280.6	809.1
HB- 8			40.08	13.12	525.8	46.12	33.00	9.07	299.3	825.1
HB- 9			39.93	13.24	528.7	44.42	31.18	8.95	279.1	807.8
HB-10			40.12	13.20	529.6	43.45	30.25	8.90	269.2	798.8
HB-11			40.15	13.30	534.0	44.56	31.25	9.06	283.1	817.1
HB-12			39.97	13.31	532.0	44.89	31.58	9.06	286.1	818.1
HB-13			40.40	13.25	535.3	44.86	31.11	9.01	280.3	815.6
HB-14			40.01	12.69	507.7	44.21	31.52	8.92	281.2	788.9

3. 試験の結果

3.1 概 要

試験は次の4つについて実施した。

- (1) 静的引張り試験 ; 素材およびハイブリッド材の静的挙動(応力とひずみの関係)を求めるため。
- (2) 定ひずみ低サイクル繰返し試験 ; 素材およびハイブリッド材の定ひずみの繰返しにおける非弾性挙動(繰返し数と作用応力の減少の関係)を求めるため。
- (3) 定応力低サイクル繰返し試験 ; 素材およびハイブリッド材の定応力^{*}の繰返しにおける非弾性挙動(繰返し数とひずみの増大の関係)を求めるため。
- (4) 完全片振れ引張り疲労試験 ; ハイブリッド材の疲労強度(作用応力と繰返し数の関係)を求めるため。

これらの試験に用いた試験片の本数および断面寸法は表-2、3、4に示すとおりである。

静的引張り試験、定ひずみ試験および定応力試験は電子管式100トン万能試験機を用いて行ない、疲労試験は65トン電気油圧式疲労試験機を用いて行なった。

3.2 静的引張り試験

静的引張り試験は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本の合計4本について行なった。その結果を表-5に示す。同表中のヤング率E、ひずみ硬化域におけるヤング率E_s、降伏点に対応するひずみε_y、およびひずみ硬化開始時のひずみε_{sh}は試験片に50mmのゲージ長を有するひずみ計をとりつけて、それによって求めたものである。図-3に各試験片の応力とひずみの関係を示す。同図には計算で求めたハイブリッド材試験片の応力とひずみの関係が示されているが、これは同図中に示されているSS41とHT80のJIS1号試験片の静的引張り試験結果から求めたものである。また図-4(a)(b)には試験片に貼付した塑性ゲージによって求めたハイブリッド材試験片の各荷重段階における断面内のひずみ分布を示す。

* ここでいう応力とは試験片に作用する引張り力Pを試験片の断面積Aで除した値をいい、 $\sigma = P/A$ で表示する。今回の実験に用いたようなハイブリッド材においては、SS41が降伏した後、ハイブリッド材のSS41とHT80の応力の分担が両方とも弾性域にある場合と異なってくるが、実験結果の整理の便宜上このような公称値を用いることとした。

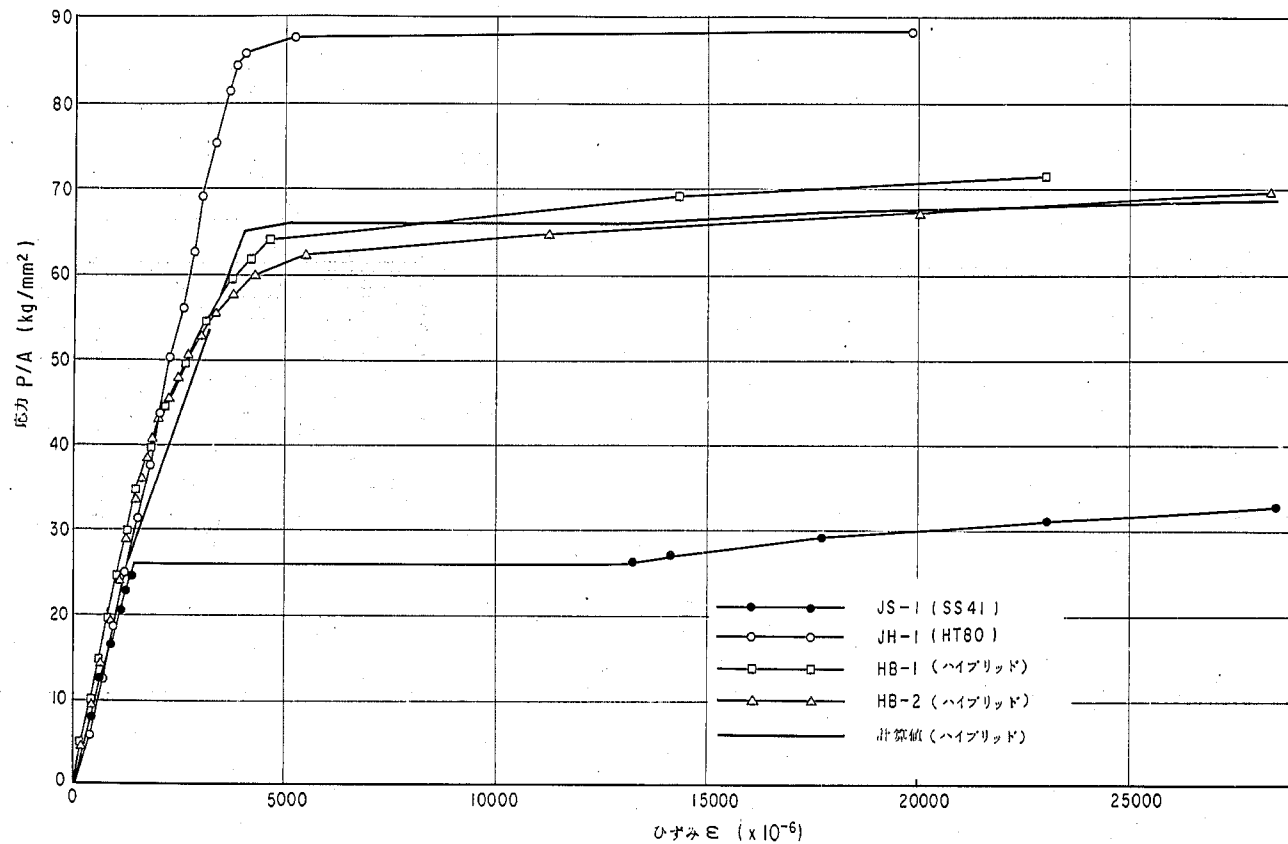


図-3 静的引張り試験による応力とひずみの関係
(静的引張り試験用の試験片による)

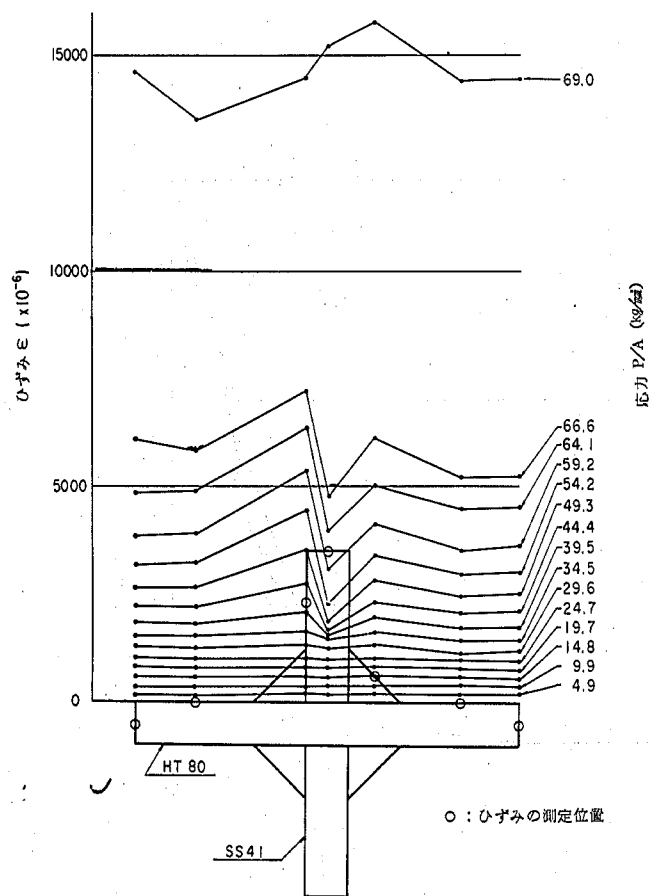


図-4(a) ハイブリッド材の断面内のひずみ分布 (HB-1)

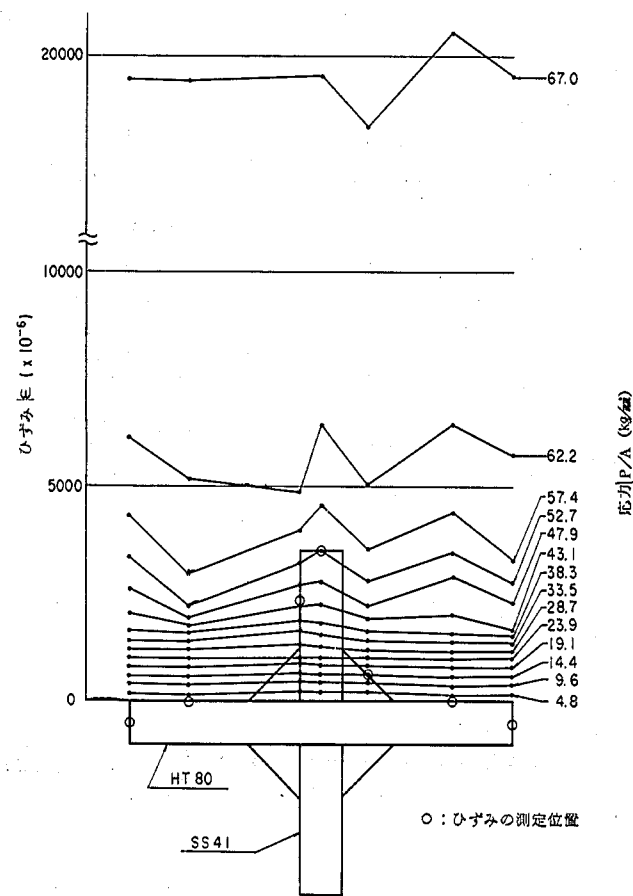


図-4(b) ハイブリッド材の断面内のひずみ分布 (HB-2)

表-5 静的引張り試験結果

試験片	鋼種	降伏点 σ_y (Kg/mm ²)	引張り強さ σ_u (Kg/mm ²)	降伏開始時のひずみ $\epsilon_y(\times 10^{-6})$	ひずみ硬化開始時のひずみ $\epsilon_{st}(\times 10^{-6})$	ヤング率 E (Kg/mm ²)	ひずみ硬化域におけるヤング率 E _{st} (Kg/mm ²)	伸び δ (%)
JS-1	SS41	25.9	42.9	1300	14000	19900	400	27.4
JH-1	HT80	84.5	89.4	4100	—	20500	—	15.6
HB-1	ハイブリッド		76.7					—
HB-2	ハイブリッド		74.7					—
HB-1と HB-2の平均			75.7					

3.3 定ひずみ繰返し試験

定ひずみ繰返し試験はSS41とHT80のJIS1号試験片およびハイブリッド材試験片各1本ずつ合計3本について行なった。この試験を行なうにあたって設定した試験条件を表-6に示す。同表中の上下限ひずみは各試験片が降伏域において定ひずみを繰返し受けるように定めた。

表-6 定ひずみ繰返し試験の試験条件

試験片	鋼種	上限ひずみ ($\times 10^{-6}$)	下限ひずみ ($\times 10^{-6}$)	繰返し数 (回)	繰返し速度 (回/min)
JS-2	SS41	5300	4150	100	0.5
JH-2	HT80	5150	1410	100	0.5
HB-3	ハイブリッド	5900	3300	100	0.5

試験の結果から得られた繰返しに伴う上限応力の減少の様子を図-5に示す。同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、その値は一回目の繰返しによる値に対してSS41、HT80、ハイブリッド材はそれぞれ87%、94%、93%程度となっている。ハイブリッド材はHT80に近い挙動を示しているが、これはハイブリッド材の断面積の66%がHT80であり、また毎分0.5回という遅い速度で繰返し载荷を行なったため、ハイブリッド材の静的特性が表われたことによるものと思われる。

定ひずみ繰返し試験を実施した各試験片について3.2に示したと同じ要領で静的引張り試験

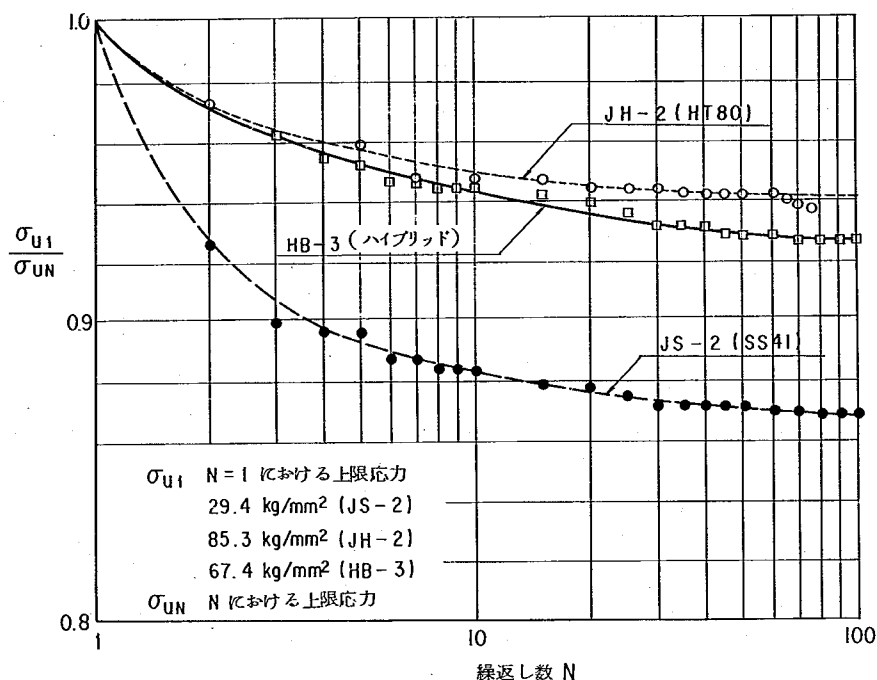


図-5 定ひずみ繰返し試験における上限応力の変化

行なった。その結果得られたSS41、HT80およびハイブリッド材の引張り強さはそれぞれ48.2 kg/mm²、86.5 kg/mm²および78.4 kg/mm²である。またそれぞれの試験片の応力-ひずみ曲線を図-6に示す。図-3と図-6とを比較してみると、表-6に示した定ひずみの繰返しを受けた各試験片の応力とひずみの関係は図-3に示した応力-ひずみの曲線を、うけたひずみの位置からたどっており、静的強度は定ひずみの繰返しの影響をほとんどうけていないようである。

3.4 定応力繰返し試験

定応力繰返し試験はSS41とHT80のJIS1号試験片およびハイブリッド材試験片各1本ずつ合計3本について行なった。この試験を行なうにあたって設定した試験条件を表-7に示す。同表中の上下限応力は各試験片が降伏域において定応力を繰返し受けるように定めた。各試験片とも繰返し回数の少ない段階ではひずみの増加が載荷速度に影響をうけてはらつきが大きいので、ひずみの増加の状態が安定した繰返し数20回におけるひずみを基準にしてそれ以後のひずみの増加の傾向を求めると図-7のようになる。この結果によるとひずみ硬化域に

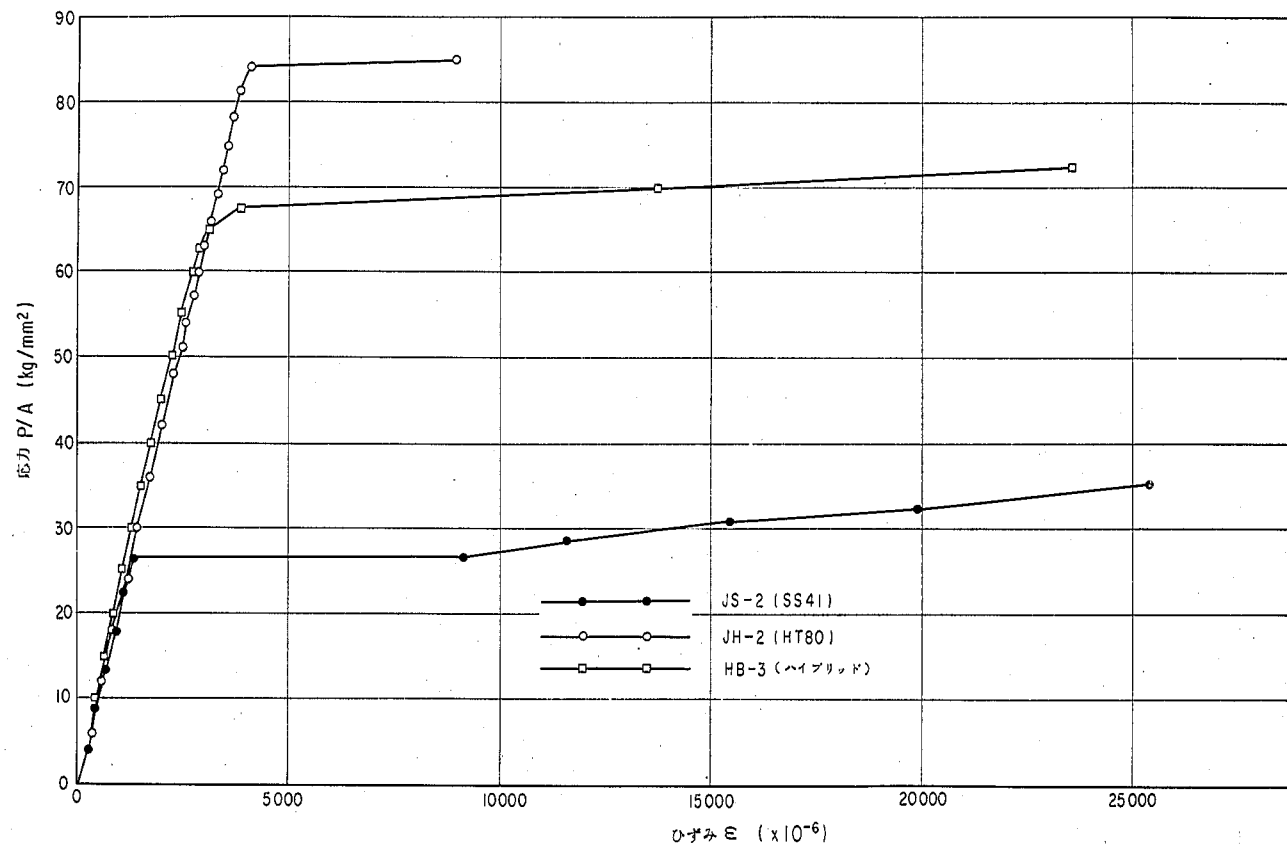


図-6 静的引張り試験による応力とひずみの関係
(定ひずみ繰返し試験実施後の試験片による)

表-7(a) 定応力繰返し試験の試験条件

試験片	鋼 種	上限応力 (Kg/mm^2)	下限応力 (Kg/mm^2)	繰返し数 (回)	繰返し速度 (回/ min)
JS-3	SS41	29.8	2.2	100	1.5
JH-3	HT80	85.3	7.5	100	表-7(b)参照
HB-4	ハイブリッド	52.3	6.0	100	1.5

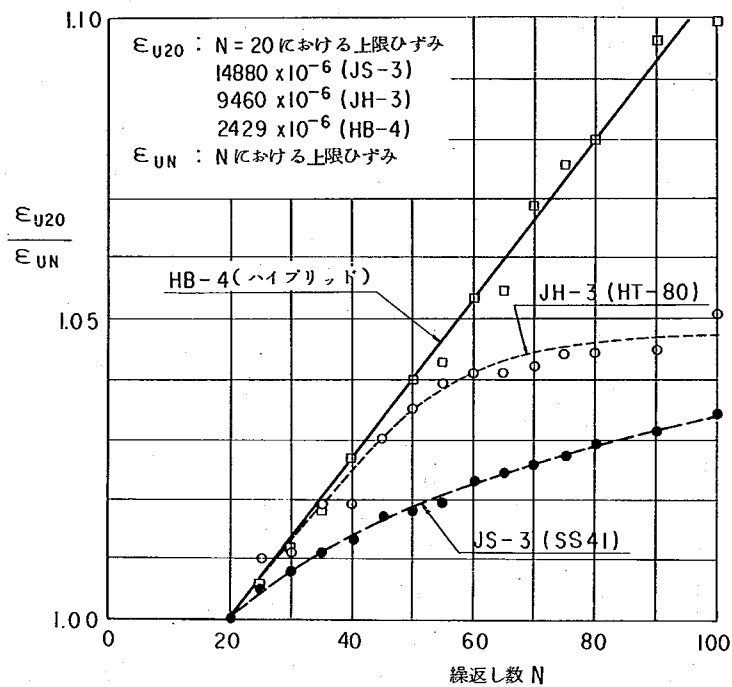
おけるSS41と降伏後のHT80のひずみの増加の割合はしだいに小さくなっているのに対して、ハイブリッド材においてはSS41が降伏域にあるためにひずみは一定の割合で増加している。

定応力繰返し試験を実施した各試験片について3.2に示したと同じ要領で静的引張り試験を行なった。その結果得られたSS41、HT80およびハイブリッド材の引張り強さはそれぞれ47.2 Kg/mm^2 、86.8 Kg/mm^2 、および76.8

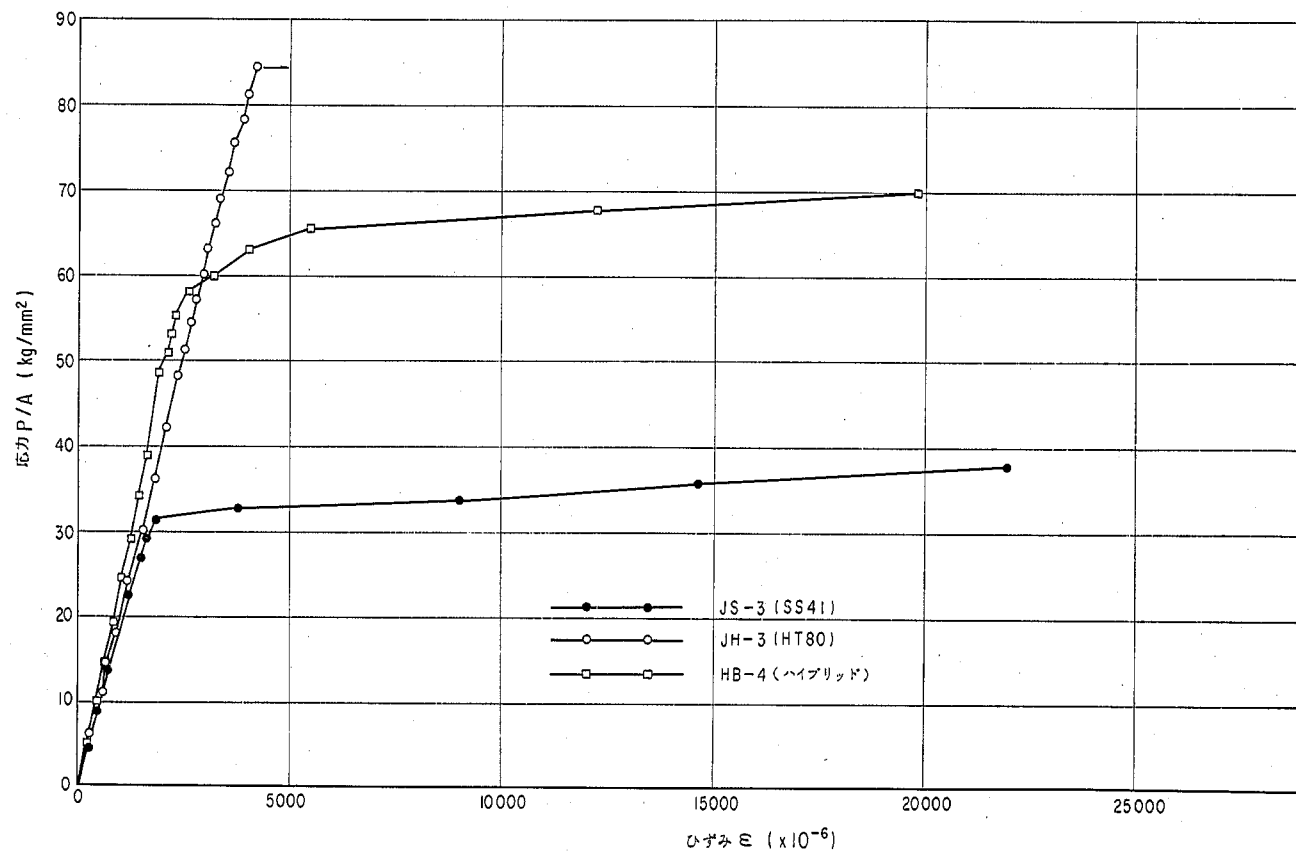
Kg/mm^2 である。またそれぞれの試験片の応力-ひずみ曲線を図-8に示す。図-3と図-8とを比較してみると、表-7に示した定応力の繰返しをうけた各試験片の応力とひずみの関係は図-3に示した応力-ひずみ曲線を、うけた応力の位置からたどっており、静的強度は定応力の繰返しの影響をほとんどうけていないようである。

表-7(b) JH-3 (HT80)
試験片の定応力繰返し速度

繰返し数 (回)	繰返し速度 (回/ min)
1 ~ 3	1.5
4 ~ 5	1.0
6 ~ 7	2.0
8	2.5
9 ~ 100	2.0



図－7 定応力繰返し試験における上限ひずみの増加



図－8 静的引張り試験による応力とひずみの関係
(定応力繰返し試験実施後の試験片による)

3.5 疲 勞 試 験

疲労試験はハイブリッド材試験片10本について行なった。その結果を表-8および図-9に示す。また各試験片がそれぞれの上限荷重をうけているときの断面内のひずみ分布を図-10に示す。

フランジにHT-80、ウェブにSS41を用いたハイブリッドげたのフランジとウェブの隅肉溶接部に着目して完全片振れ引張り疲労試験を実施した結果、応力全振幅 σ_R (Kg/mm^2)と繰返し回数(N)の関係が最小自乗法によりつぎのように得られた。

$$\log \sigma_R = 2.660 - 0.198 \log N \quad (\text{図-9参照})$$

この疲労強度は41キロ鋼や50キロ鋼の軟鋼および80キロ鋼の縦ビード溶接の疲労強度に関する既往のデータよりも若干高めの値となっている。

なお、SS41とHT80のJIS1号試験片およびハイブリッド材試験片に対して行なった定ひずみ繰返し試験および定応力繰返し試験の結果は材料の非弾性域での静的特性をみるにとどまり、疲労試験結果の解析に利用するまでには至らなかった。

表 - 8 ハイブリッド材疲労試験結果

試 験 片	応 力 度 (Kg/mm^2)			繰返し速度 (回/分)	繰返し回数 $N_i (\times 10^4)$	破 断 状 態
	上 限 σ_u	下 限 σ_L	範 囲 σ_R			
HB- 5	30.8	0	30.8	360	103.718	平行部で破断
HB- 6	23.4	0	23.4	600	236.278	つかみ部止端部で破断
HB- 7	65.5	0	65.5	240	1.544	平行部で破断
HB- 8	52.1	0	52.1	360	5.854	平行部で破断
HB- 9	24.8	0	24.8	700	218.425	破断せず
HB- 10	46.3	0	46.3	360	12.114	平行部で破断
HB- 11	25.7	0	25.7	600	123.456	平行部で破断
HB- 12	22.0	0	22.0	600	443.264	平行部で破断
HB- 13	18.4	0	18.4	900	971.809	つかみ部止端部で破断
HB- 14	38.0	0	38.0	450	45.170	平行部で破断

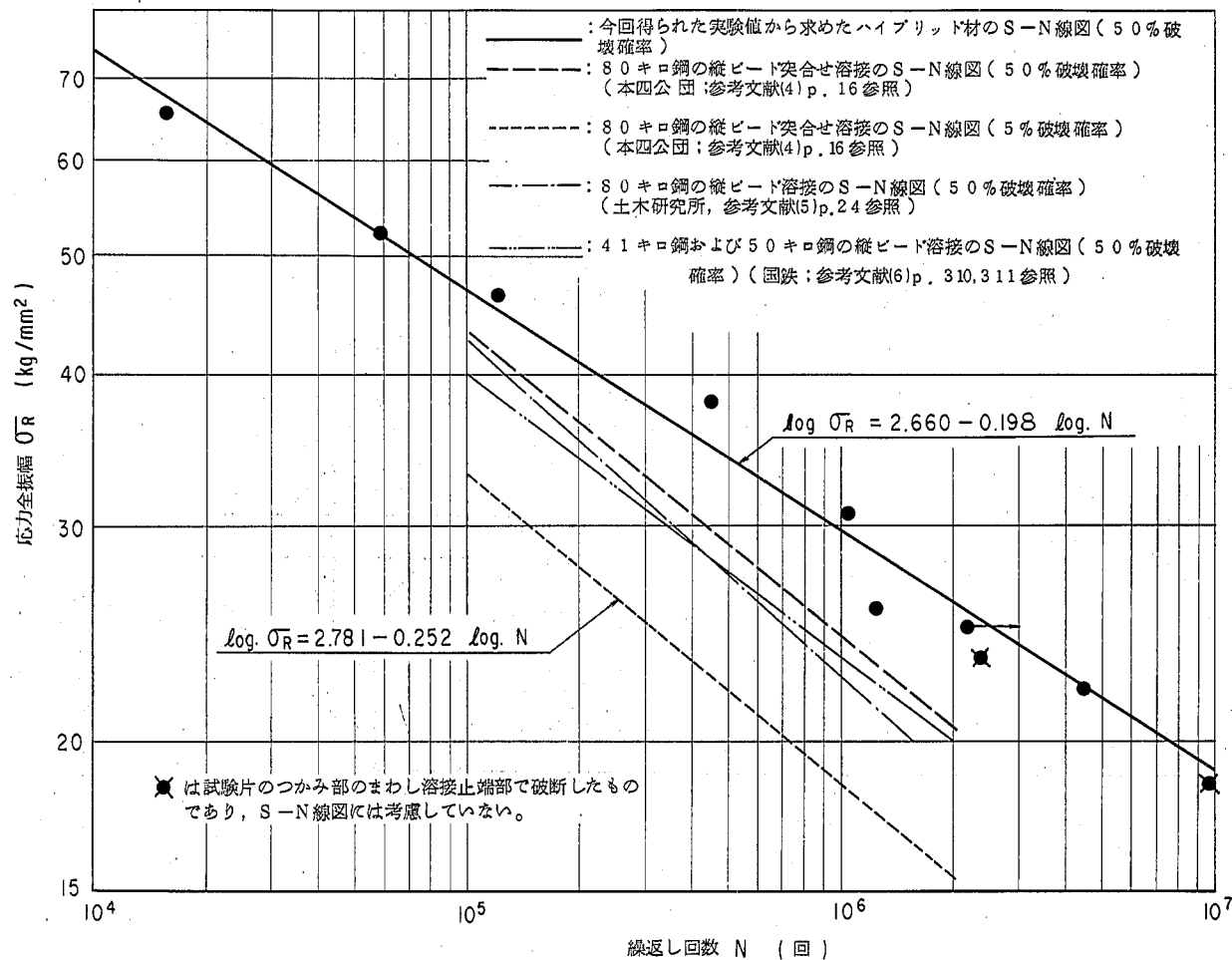


図 - 9 ハイブリッド材のS-N線図

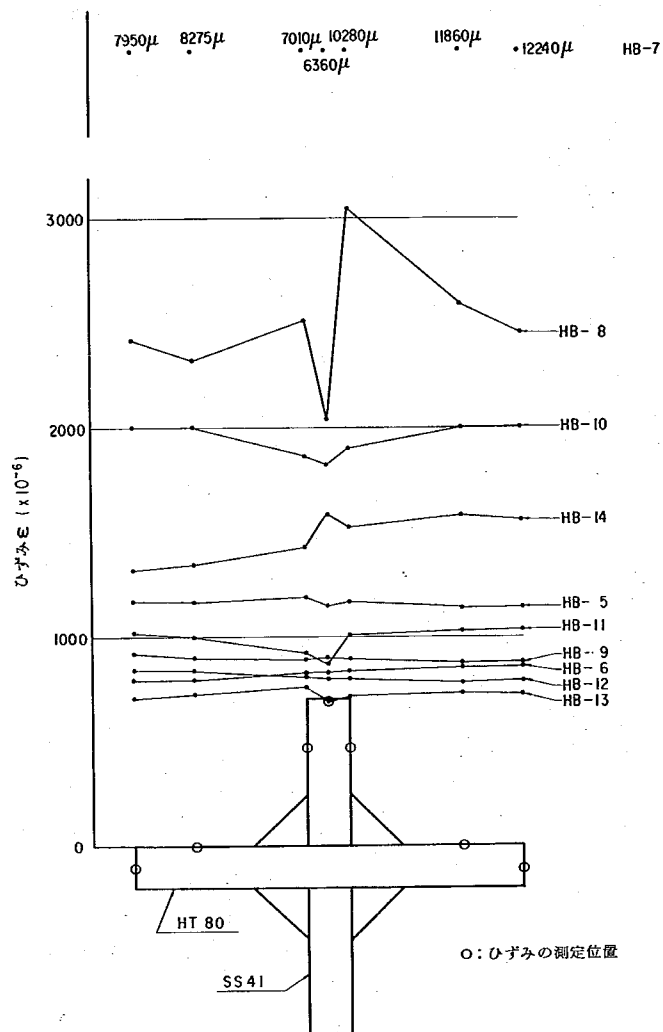


図 - 10 各疲労試験片の最大荷重におけるひずみ分布

4. 結 論

以上述べた実験によって得られた結果を列挙するとつぎのとおりである。

- (1) ハイブリッド材の静的強度はそれを構成するSS41およびHT80の静的強度と、それらがハイブリッド材の断面積において占める割合によって定まる。
- (2) 降伏域における定ひずみの低サイクル繰返しによって応力(引張り力/断面積)は繰返しとともに減少し、その量はHT80よりもSS41が多く、ハイブリッド材はその中間の値である。
- (3) 降伏域における定応力の低サイクル繰返しによってひずみは繰返しとともに増加し、その割合はひずみ硬化域におけるSS41と降伏後のHT80ではしだいに小さくなってゆく。ハイブリッド材でSS41が降伏域にある場合にはSS41がひずみ硬化域に達するまでほぼ一定の割合でひずみが増加してゆく。
- (4) 降伏域における定ひずみまたは定応力の毎分0.5回、合計100回程度の低サイクル繰返しによって鋼材の静的挙動が変化することはない、それらの繰返しを通じて、またそれ以後の静的载荷を通じて、繰返しをうけていない素材に対する応力とひずみの関係と同じ関係が保持される。
- (5) HT80とSS41とで構成されるハイブリッドの試験片に作用する最大引張り力を試験片の全断面積で除したみかけの応力の全振幅(σ_R)で引張り疲労破断強度を表示すると、このみかけの応力の全振幅と破断に対応する繰返し回数(N)との関係を両対数グラフにプロットした場合ほぼ一直線となり、今回の実験からつぎのような関係が得られた。

$$\log \sigma_R = 2.660 - 0.198 \log N$$

この疲労強度は41キロ鋼や50キロ鋼の軟鋼および80キロ鋼の縦ビード溶接の疲労強度に関する既往のデータよりも若干高めの値となっている。

今回得られた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は既往の80キロ鋼のデータよりも若干高めであり、その理由は明確ではないが、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が低下してはいない。

したがって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、そのフランジに用いられた鋼材(今回の場合はHT80)と同一の鋼材でフランジとウェブが構成されているホモジニアスなけたのフランジとウェブの隅肉溶接部の疲労強度と同一にあつかつてよいものと考えられる。

疲労クラックの原因となる切欠き等を介在する溶接部は母材に比べて疲労強度が低く、その値は鋼材の材質によらずにほぼ一定である。また鋼材の疲労に対しては作用応力の大きさより

も、作用応力の変動範囲が支配的であるといわれている。橋梁の場合は作用応力の変動範囲は活荷重と衝撃によるが、それが作用応力全体の中で占める割合は死荷重による応力との関係で支間長によって変化し、支間が短いほど作用応力の変動範囲すなわち活荷重と衝撃による応力の許容応力に対する割合は増加する。したがって高強度の鋼材を用いた支間の短い橋梁ほど疲労に対してきびしい条件下にある。

しかし、これまでに鋼道路橋においてとくにけたのフランジとウェブの隅肉溶接部が疲労によって破損したという事例はほとんど聞かれないことを考えると、道路橋示方書に規定されているSS41からSM58までの鋼材で製作されたホモジニアスなけたに対する許容応力度は、通常の橋梁に期待される供用期間中に疲労によって部材が破損しないような範囲で規定されているといえよう。

以上のことからフランジにSM58、ウェブにSS41を用いたハイブリッドけたにおいては、フランジとウェブの隅肉溶接部の疲労の照査を行なわなくとも安全性は保たれていると考えてよい。またフランジにHT70やHT80を、ウェブにSS41を用いたハイブリッドけたにおいては、支間が短かく活荷重と衝撃による応力が大きい場合には、この種の高張力鋼材の長期間にわたっての橋梁への使用実績がないので、フランジとウェブの隅肉溶接部の疲労の照査を行なう必要がある。この照査にはウェブの降伏による疲労強度の低下を考慮する必要がなく、フランジと同一の鋼材で構成されたホモジニアスなけたのフランジとウェブの隅肉溶接と同様にあつかつてよいこと、および今回の実験データが数少ないこと、実験結果が若干高めに出的ることなどの理由から、本州四国連絡橋公団が80キロ鋼の縦ビード溶接の数多い疲労試験結果から求めた5%破壊確率に対するS-N線図を用いるのがよいと思われる。^{*}このS-N線図は破断に対する応力全振幅を σ_R (Kg/mm²)、繰返し数をNとするとつぎのように表わされる(図-9参照)。

$$\log \sigma_R = 2.781 - 0.252 \log N$$

実際の照査では供用期間中の応力の変動範囲とその繰返し数を計画交通量などをもとにして想定し、その関係が上式で示される部材の疲労強度よりも下まわっていることを確認するのがよ

* 参考文献4) P16参照

あ と が き

今回の試験においては、試験片の製作を川崎重工業株式会社生浜工場に、また試験の実施を神戸製鋼所構造研究所にそれぞれ委託した。両社においてこれらの業務を担当された方々にあつくお礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 国広哲男、古庄通隆「ハイブリッドげた — その力学的挙動と経済性 —」、橋梁と基礎
Vol. 8、No 1、1974-1
- 2) AASHO、"Standard Specifications for Highway Bridges" 9版：
1965、10版：1969、11版：1973、American Association of State
Highway Officials
- 3) 「東京湾横断道路技術調査報告書」、日本道路協会、東京湾横断道路技術調査特別委員会、
昭和49年3月
- 4) 「本州四国連絡橋鋼上部構造に関する調査研究報告書、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
- 5) 多田安夫、篠原洋司「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
- 6) 「鋼鉄道橋設計標準解説」、土木学会、昭和45年11月
- 7) 森脇良一、藤野真之、森修「異種混成材溶接継手の疲れ強さに関する研究」、溶接学会第
55回FS委員会資料、1974年2月

ハイブリッドげたの疲労強度

土木研究所資料第961号

昭和50年3月(1975)

国広哲男・藤原稔・武田亘弘

古庄通隆

キーワード ハイブリッドげた、疲労強度

建設省土木研究所橋梁研究室

要 旨 フランジにウェブよりも静的強度の高い鋼材を用いたいわゆる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を求めた。

