

## HT590 鋼材を用いた溶接継手の疲労特性

清水建設（株） ○堀江 竜巳  
川崎製鉄（株） 中野 善文

Fatigue Properties of Welded Joints with HT590 Steel

by HORIE Tatsumi and NAKANO Yoshifumi

キーワード：建築鉄骨，溶接継手，疲労，HT590 鋼材

Keywords: Steel Building, Welded Joint, Fatigue, HT590 Steel

## 1. はじめに

建築鋼構造物が高層化にするに伴い、地震荷重よりも風荷重が卓越するようになり、また建築物の耐用期間も長くなるため、風荷重に対する鋼構造部材の累積疲労損傷が問題となる。

本報では、建築分野で使用される溶接継手の中でHT590鋼材を使用した突合せ溶接継手をモデル化して行った疲労実験の結果について述べる。

## 2. 実験方法

試験片は、図1に示すように高サイクル用と低サイクル用の2タイプを設けた。高サイクル用試験片は溶接部以外に応力集中しないように肩部の半径を緩やかにし、低サイクル用試験片には座屈を防止するためのリブを設けた。溶接部は図2に示すように、裏当て金を使用したレ形開先とした。使用鋼材の機械的性質および溶接条件をそれぞれ表1、表2に示す。実験パラメータは表3に示すように、裏当て金の仮付け溶接の有無および歪振幅である。

載荷は、油圧サーボ方式疲労試験機により平均応力零の荷重制御および平均歪零の軸歪制御による一定振幅の繰返し加力とした。荷重制御は、ロードセルの出力より行い、軸歪の制

表1 使用鋼材の機械的性質

鋼種	板厚 (mm)	試験片	降伏点 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	破断伸び (%)
HT590	20	JIS 4号	496	682	24

表2 溶接条件

溶接 材料	姿勢	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入熱量 (kJ/cm)
YGW -21 1.2 φ	下向き	330 ~340	35 ~36	15 ~27	26 ~47

裏当て金  
SM490  
25  
開先角度: 35°  
ルート間隔: 7mm

図2 溶接部詳細

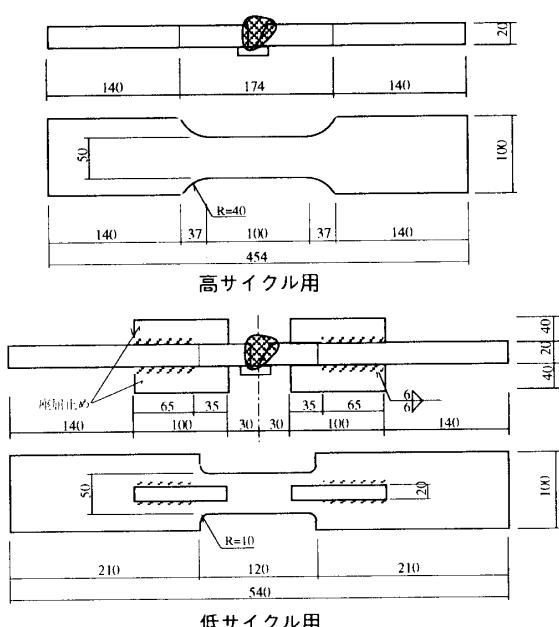


図1 試験片形状寸法

表3 試験体一覧

	仮付け 溶接	板厚 (mm)	歪振幅 (±%)				
			2	1	0.2	0.05	0.01
BHシリーズ	有り	20	● 1	● 3	● 5	● 7	● 9
CHシリーズ	無し	20	● 1	● 3	● 5	● 7	● 9

※ 表中の数字は試験片番号を示す

御は試験片平行部の側面に取付けた歪計の出力により行った。両振り歪振幅±0.1%までは荷重制御とし、これを超える振幅については軸歪制御とした。

### 3. 実験結果

表4に実験結果を、図3に全歪範囲 $\Delta \epsilon$ と破断繰返し数 $N_f$ の関係を示す。ここでいう全歪範囲は、溶接部を含む50mmを標点間とした軸歪を使用している。また、塑性域での繰返し加力を行った場合、試験上は弾までの繰返し数は捉えにくいので、荷重が50%低下した時点の繰返し数とした。図中には、日本鋼構造協会の強度等級Fの疲労設計曲線<sup>1)</sup>も示した。

全試験片とも、強度等級Fの疲労設計曲線を満足している。 $\Delta \epsilon = 0.02\%$ の試験片については、 $N_f = 2 \times 10^7$ 回まで疲労亀裂は発生しなかったので、この繰返し数で実験を終了した。この図から $\Delta \epsilon = 0.2\%$ を超える塑性域での疲労データについては、ほぼ弾性域での疲労データの延長線上に位置している。

裏当て金の仮付け溶接は、本溶接と同様に炭酸ガスアーク半自動溶接によって行われた。全歪範囲0.1%において、裏当て金の仮付け溶接の無い試験片は仮付け溶接の有る試験片に比べて3倍以上の破断繰返し数となった。全歪範囲が0.4%以上では裏当て金の仮付け溶接の有無による破断繰返し数の明確な差は見られなかった。

図4に破断後の亀裂性状を示す。裏当て金の仮付け溶接の有るBHシリーズは仮付け溶接の止端部から亀裂が発生し、裏当て金の仮付け溶接の無いCHシリーズは1体を除き裏当て金の切欠きとなっている部分から亀裂が発生し破断した。

### 4. まとめ

HT590鋼材を使用した突合せ溶接継手の疲労特性を把握するために疲労実験を行い、弾塑性域における疲労データを得ることができた。

<参考文献> 1) 日本鋼構造協会、鋼構造物の疲労設計指針・同解説、1993年4月

表4 実験結果

試験体番号	全歪範囲(%)	破断寿命(回)	亀裂発生位置
BH-1	4.000	34*	仮付け溶接止端部
BH-3	2.000	113*	仮付け溶接止端部
BH-5	0.394	2715*	仮付け溶接止端部
BH-7	0.121	2301520	仮付け溶接止端部
BH-9	0.024	$\geq 2 \times 10^7$	未発生
CH-1	4.000	22*	裏当て金切欠き部
CH-3	2.000	85*	裏当て金切欠き部
CH-5	0.396	2708*	裏当て金切欠き部
CH-7	0.126	7500090	本溶接止端部
CH-9	0.024	$\geq 2 \times 10^7$	未発生

\*は、荷重が50%ダウンした時の繰返し数

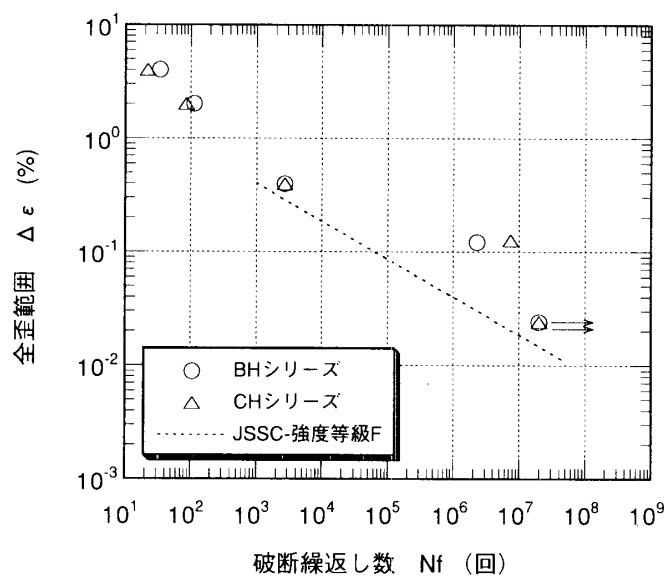


図3 全歪範囲一破断繰返し数関係

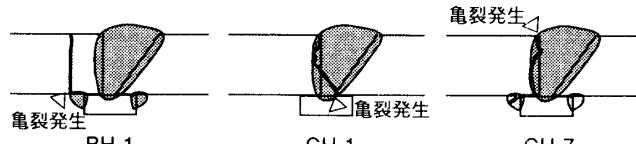


図4 亀裂発生位置と破断性状