

豊田高孝 正会員 草間 晴幸
名古屋大 正会員 橋本 晴士

1. はじめに 本研究は、主に交差的に発生消滅する局部座屈に注目し、繰り返し荷重を受ける鋼薄肉箱形断面部材の変形挙動と耐力を実験的に明らかにし、繰り返し荷重下での、この種の構造物の強度の評価と設計のための基礎的資料を得ることを目的とするものである。著者らは前に、SS41材を用いた薄肉箱形断面部材を対象として、繰り返し引張り圧縮試験、および繰り返し曲げ試験を行ったが(文献(1)参照)、今回はHT80材による供試体を用いて前回同様の試験を行ない、材質の違いによる変形挙動の変化を比較検討することをも、研究の目的とした。

2. 実験内容 (1)供試体：今回の実験のため材質HT80、厚さ4.5および6[mm]の鋼板を用い、溶接組み立てにより、繰り返し引張り圧縮試験のために箱形断面柱4体(PHシリーズ)、繰り返し曲げ試験のために箱形断面梁4体(BHシリーズ)、および残留応力測定用の供試体2体(HRESシリーズ)を製作した。供試体のタイプは箱形断面部材を構成する板要素の幅厚比(b/t)で区分され、幅厚比は40, 60の2種類の値を採用した。PHシリーズおよびBHシリーズの供試体概形図をそれぞれFig.1, Fig.2に示す。また、全供試体の寸法をTable 1に示す。

(2)引張り試験：供試体を切り出す鋼板を6枚使用したため、各々の原板から3枚ずつ引張り試験片を製作し、万能試験機により降伏応力、弾性係数などを測定した。

(3)残留応力測定：PHシリーズの供試体と同等の残留応力測定用の供試体を製作し、切断法により残留応力分布を求めた。PHシリーズとBHシリーズは供試体の長さで供試体端近傍の締結用ボルト穴の有無が異なるだけのため、測定した残留応力分布はPHシリーズ、BHシリーズ両方に対して使用することができる。

(4)初期たわみ測定：PHシリーズの供試体は供試体長手方向の中心から供試体幅の2倍の位置に隔壁が配置されている。その隔壁間の部分と供試体の板要素とし、全板要素の初期たわみを測定した。BHシリーズの供試体には中間隔壁が配置されており、その隔壁間における上下フランジの初期たわみを測定した。

(5)繰り返し載荷実験：PHシリーズについては変形挙動を連続的に追跡するため、特殊な鋼製底板、締結用アングルを製作し、高張力ボルトを用い試験機の支圧板と底板、底板と供試体と締結した。BHシリーズには通常の2点載荷曲げ試験を採用し、載荷一除荷の後、試験機のラムを上げ、供試体の上下を回転させ、再負荷一除荷を繰り返し、連続的に履歴挙動を観察記録することができた。

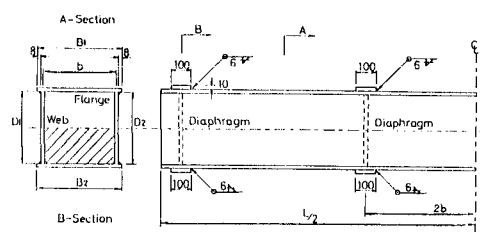
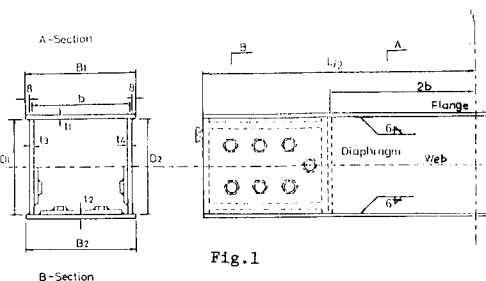


Fig. 2

Specimen	B_1 (mm)	B_2 (mm)	D_1 (mm)	D_2 (mm)	t_1 (mm)	t_2 (mm)	t_3 (mm)	t_4 (mm)	A (mm ²)	b/t	L (mm)
PH-40-1	200.4	200.1	174.6	174.5	4.41	4.43	4.37	4.39	3298	40.7	1340
PH-40-2	199.8	200.1	174.8	175.1	4.48	4.42	4.49	4.37	3299	40.3	1340
PH-60-1	290.2	290.3	264.0	263.8	4.30	4.41	4.37	4.40	4840	61.4	1700
PH-60-2	289.7	289.6	264.45	264.6	4.53	4.55	4.52	4.54	5024	59.3	1700
BH-40-1	262.2	262.1	234.8	234.8	6.05	5.94	6.04	5.95	5958	40.1	2520
BH-40-2	262.4	261.9	234.7	234.9	5.99	5.98	6.01	5.98	5949	40.1	2520
BH-60-1	302.1	301.7	354.2	354.2	5.96	6.02	5.96	5.99	8805	60.1	3280
BH-60-2	302.7	302.4	354.2	354.2	5.91	5.97	5.99	5.95	8780	60.5	3280
HRES-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1160
HRES-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1160

Table 1

3. 実験結果 引張り試験結果の代表例をFig.3に示す。弾性係数E, ひずみ硬化係数 E_{st} は、測定値を最小自乗することにより、また降伏応力 σ_y は2%オフセット法により求めた。引張り試験片18体におけるE, E_{st} , σ_y , σ_u (極限応力)の平均値はそれぞれ 2.12×10^5 , 1.68×10^3 , 729, 802(単位は $[N/mm^2]$)である。残留応力を測定した結果、溶接部では降伏応力にほぼ等しい引張り応力、板要素中央部分では一様な圧縮応力という従来の台形分布を呈しており、 σ_{rc}/σ_y の値は約0.1である。初期たわみを測定した結果、供試体長手方向にはおおむねsin半波長を呈しており、PHシリーズおよびBHシリーズの最大初期たわみ量の平均値は、それぞれ $W_{max}/b = 1/170$, $1/550$ であった。PHシリーズの試験結果として、PH-40-2とPH-60-1の履歴曲線と、

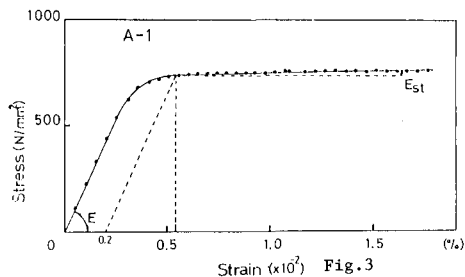


Fig. 4とFig.5に示す。縦軸は平均応力(作用荷重/断面積)を降伏応力で無次元化した値、横軸は平均ひずみ(隔壁間の部材長手方向変位/隔壁間の部材長)を降伏ひずみで無次元化した値である。試験は引張り載荷から行なり、引張り→除荷→圧縮→除荷を1 cycleとして、4 cycleの荷重-変形曲線が得られた。2 cycle以後、各 cycleの圧縮過程における極限応力は1 cycle前の除荷開始時の応力にほぼ一致する。また各 cycleの極限応力と示す点を包絡する曲線は、単調載荷した場合の荷重-変形曲線とほぼ一致する。BHシリーズの試験結果の例としてBH-40-1とBH-60-1の荷重-変形曲線(3.5 cycle)をFig.6 Fig.7に示す。縦軸は作用荷重、横軸は供試体中央点のたわみである。図より履歴曲線が座標軸原点に対して、ほぼ点対称の形状を呈していること、cycleの増加に伴ない剛性が低下していることが分る。Fig.8,9はFig.6,7の履歴曲線に対して、剛性の低下をより明確にするため、荷重-変形曲線と同一象限に描き直したものである。

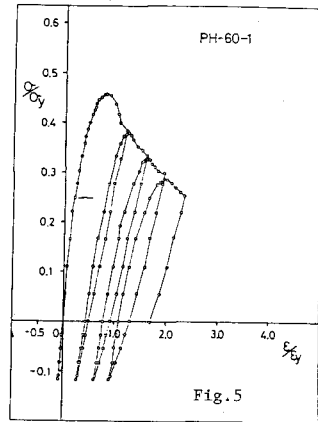
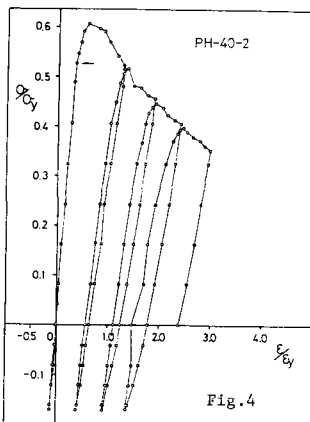


Fig. 6 Fig. 7に示す。縦軸は作用荷重、横軸は供試体中央点のたわみである。図より履歴曲線が座標軸原点に対して、ほぼ点対称の形状を呈していること、cycleの増加に伴ない剛性が低下していることが分る。Fig.8,9はFig.6,7の履歴曲線に対して、剛性の低下をより明確にするため、荷重-変形曲線と同一象限に描き直したものである。

[参 文献] (1)草間, 福本, 第37回年次学術講演会概要集, pp. 341~342 (2)Y. Fukumoto, H.

Kusama, Cyclic Bending of Plates under Transverse Loading,

Proc. of ASCE, Vol.108, pp 477~492.

