

波形鋼板ウェブ桁断面の残留応力測定

○ 名城大学 フェロー会員 久保全弘
名城大学 正会員 渡辺孝一
名城大学大学院 学生会員 桑原大司

1. はじめに

フランジ付き波形鋼板ウェブ桁ではフランジと腹板を連結する溶接線が一直線上にないため、残留応力は部材軸方向に一樣にならないことが予想される。本研究では平板および5種類の台形波形の腹板断面に対し残留応力測定を行い、腹板の波高および形状による残留応力分布の相異を調べた。

2. 測定内容

(1) 供試体

供試体は、鋼材 SS400 による溶接 I 形断面桁であり、引張試験による降伏点応力の実測値はフランジ $F_{yf}=280.0\text{Mpa}$ 、腹板 $F_{yw}=276.6\text{Mpa}$ である。図-1 に示すように腹板高 $d_w=320\text{ mm}$ 、腹板厚 $t_w=3.2\text{ mm}$ 、フランジ幅 $b_f=120\text{ mm}$ 、フランジ厚 $t_f=8.0\text{ mm}$ を同一に選び、波形腹板の形状を台形とし、表-1 に示すように波高 h_r を0(平板), 20, 40, 60mm に変化させ、さらに $h_r=40\text{ mm}$ では腹板の斜方向と軸方向パネル幅の比を $c/a=1, 0.5, 1.5$ の3種類に変化させた。桁長は波長の3倍 ($L=3q=960\text{ mm}$) とした。原板からの板取りはシアー切断で行われ、溶接組立は脚長 3mm のすみ肉溶接で、半自動溶接 (電流 160amp, 電圧 23volt, 速度 $v=10\text{ mm/sec}$) で行われた。波形のプレス加工は半径 $R=6\text{ mm}$ のポンチを用いて V 字型曲げで施した。

(2) 測定方法

残留ひずみの測定は供試体の中央断面で行い、波形桁では図-1 のように軸方向パネルおよび中央から 80 mm離れた斜方向パネルの2断面について行った。本研究では、断面表裏の材軸方向に単軸ゲージ(ゲージ長 3mm)を貼り付け、機械的な穴あけと切断によって応力開放を行った。測定手順を図-2 に示す。ステップ①の穴あけでは直立ボール盤を用いて、ひずみゲージの中心から材軸方向の左右に 25 mmの位置および直角方向にはゲージ間にそれぞれ穴(ドリル径 10mm, 狭い所では 5.6mm)をあけて応力開放を行った。切断は電動セーバーソーおよびバンドソーを用いて行い、ステップ②では溶接線に沿って切断し、波形1波長分 ($L=q$) の上下フランジと腹板に3分割した。ステップ③では軸方向パネルと斜方向パネル断面 ($L=50\sim70\text{ mm}$) に分割し、最終的にステップ④で細切断によって小片にした。

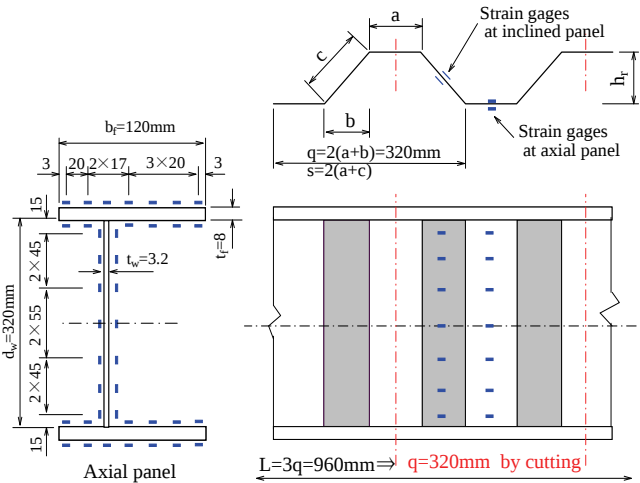


図-1 供試験体

表-1 波形寸法

Specimen	h_r (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	$n=c/a$	$\gamma=q/s$
CR-0	0	-	-	-	-	1.000
CR-20	20	81.25	78.75	81.25	1.00	0.985
CR-40A	40	85.00	75.00	85.00	1.00	0.941
CR-60	60	91.25	68.75	91.25	1.00	0.877
CR-40B	40	117.19	42.81	58.59	0.50	0.910
CR-40C	40	67.30	92.70	100.96	1.50	0.951

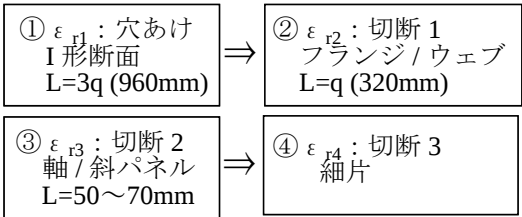


図-2 応力開放のステップ

キーワード：鋼桁，波形ウェブ，残留応力，ひずみ測定

連絡先：〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部 TEL 052-838-2351, FAX 052-832-1178

3. 測定結果と考察

(1) 平板桁

図-3は平板桁断面の残留応力分布を降伏点応力 (フランジ F_{yf} , 腹板 F_{yw}) の割合で示す. ステップ①の穴あけのみでは完全に開放できてない. ステップ④の細切断から, 溶接 I 形断面の典型的な残留応力分布図が得られている.

(2) 波形桁

図-4は波高 20mm の波形桁の残留応力分布を示す. 軸方向パネルにおけるフランジの残留応力分布は, ステップ①の穴あけのみとステップ④の細切断を比較すると, 平板桁ほど変化していない. 腹板との溶接部に約 $0.5F_{yf}$ の引張応力が生じている. フランジの圧縮応力は突出幅の狭い側の端部で約 $0.4F_{yf}$ に対し, 広い側の端部では約 $0.2F_{yf}$ である. 同様に, 波形腹板の残留応力分布はステップ④の細切断によって, 上下縁の引張応力が増大し, 軸方パネルでは約 $0.4F_{yw}$ および斜方向パネルでは約 $0.5F_{yw}$ が測定された. そして, 腹板内部 (上下縁から $0.2d_w$ 離れた位置) で $0.1F_{yw}$ 以下の圧縮応力がみられるが, それ以外の中央部 3 点ではほとんど生じていない.

図-5は波形 $c/a=1$ で波高を 3 種類に変えた場合の軸方向パネル断面の残留応力分布を平板桁と比較している. フランジの引張応力は, 波高が変化しても平板と同様に腹板との溶接部で大きく生じ, 波高が大きいほど小さい. フランジ端部の圧縮応力は突出幅が狭い側で大きく, 広い側で穏やかな分布を示している. この傾向は波高が大きいほど顕著である. 腹板では上下縁の溶接部近傍に引張応力が生じるだけであり, 波高が変化しても同様な分布形である.

図-6は斜方向パネル断面の残留応力分布を示す. フランジの腹板との溶接部はフランジ幅中心にあるため, 平板桁と同様にフランジ端部で圧縮応力が大きく, ほぼ対称な分布形となる. しかし, 溶接部では波高が大きくなるほど引張応力から圧縮応力に移行している. これは溶接方向が材軸と傾斜し, かつ隣接する軸方向パネルの溶接の影響を受けているものと推察できる. 腹板は図-5の軸方向パネルと類似の分布形である.

4. あとがき

フランジ付き波形ウェブ桁の残留応力測定を行い, その分布形の特徴を把握することができた. 波形形状の相異による結果については, 講演当日に発表する. 本研究の実施にあたり, 小笠原康仁氏と村橋拓哉氏には平成 18 年度の卒業研究として協力をいただいたことを付記する.

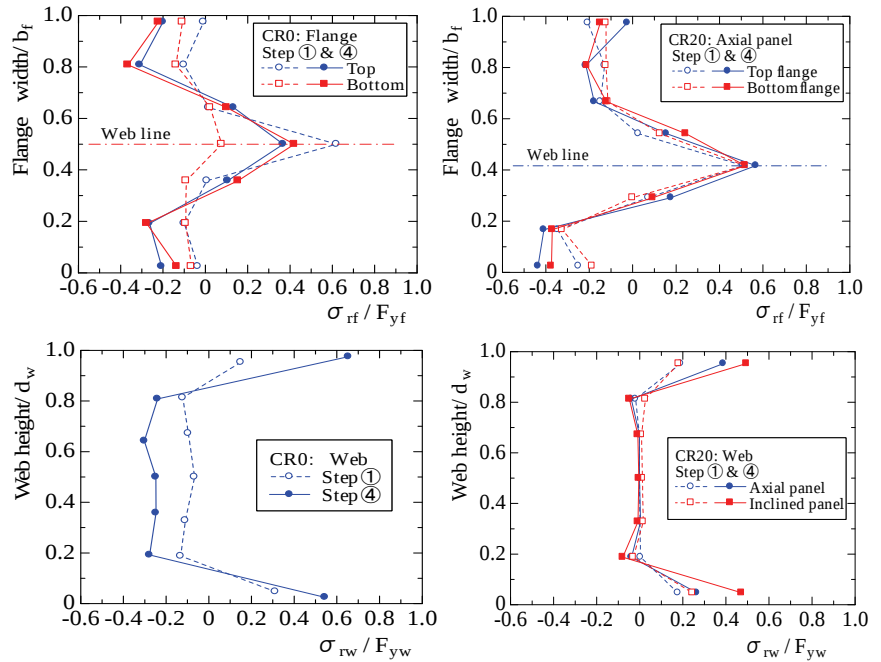


図-3 平板桁 (CR-0)

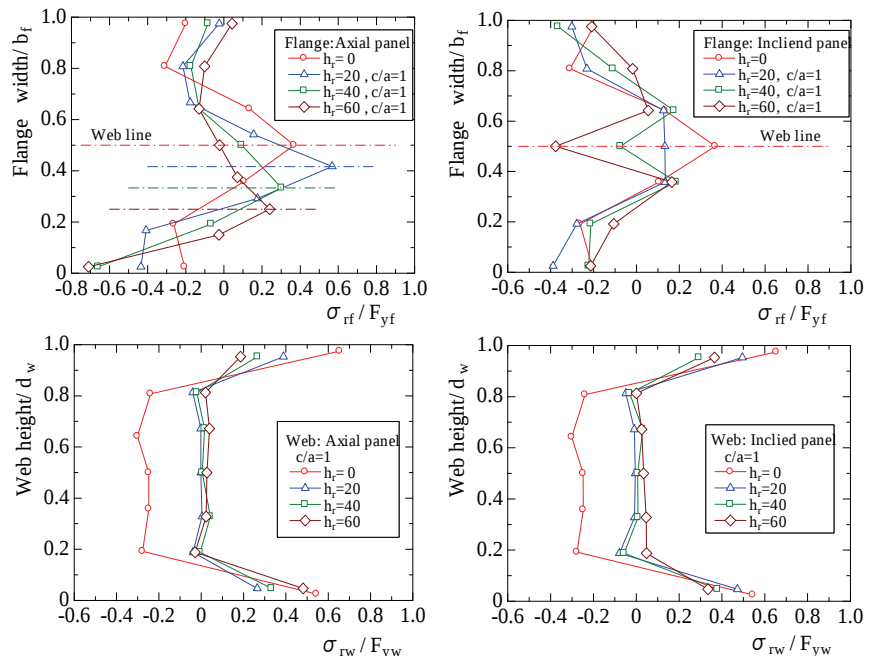


図-4 波形桁 (CR=20)

図-5 波形桁 (軸方向パネル)

図-6 波形桁 (斜方向パネル)