

箱桁全断面溶接による残留応力と溶接変形

Deformation and Residual Stress with Welding Butt Joint of Box Girder

鬼頭省吾* 佐藤徹** 梅津省吾***
Shohgo KITO Tohru SATO Shohgo UMEZU

Summary

This paper reports results of an experiment on welding deformation and residual welding stress. Actual bridge members were used in the experiment. All butt joints of top flange, bottom flange and both web-plates had single V-groove and were made by CO₂ gas metal arc welding with backing.

1. まえがき

溶接と変形および残留応力はつきものである。変形と残留応力は表裏の関係にあり、変形が大きければ残留応力は小さく変形が小さければ残留応力は大きい。これらは被溶接物の寸法、拘束度、溶接工法、溶接条件、溶接順序など多くの要因に左右される。溶接変形については小型試験の結果にもとづいた多くの計算式が提案されているが¹⁾、実構造物の施工においては要因の評価が難しくかつ複雑に絡み合うため、要因を丁寧に分析して計算で求めることは困難である。したがって、現状では実務のうえでは変形に主眼をおいた経験に基づいて施工されることが多い。

構造物が大型化するにつれて、現場継手には継手効率のよい全断面溶接が採用されることが多くなると考えられる。全断面溶接では変形に対する拘束が大きくなるため、より大きな残留応力が生ずるものと思われる。筆者らの知る限りにおいては、全断面溶接の残留応力に関して報告された例は比較的少ない。したがって、ここでは1つの条件の場合についてだけではあるが、実施工によってどの程度の変形と残留応力が生ずるかを把握するために実験を行なったので報告する次第である。

2. 実験方法

(1) 供試体

供試体には工場加工が終った鋼橋脚の梁部材を用いた。供試体の形状、寸法を図-1に示す。実験部分は実橋の現場継手位置から双方の部材を各々500mmづつ伸ばして製作しておき、継手施工後に実験部分をガス切断して所定の部材長とした。

継手の施工は、日照による温度差と支点不等沈下を避けるため、工場建屋内のコンクリート床版上で行った。部材は図-1に示すように3点支持とし、4箇所にあるエレクションピースを高力ボルトで接合して組立てた。支点2箇所にはロードセルを挿入し、反力が計算値にほぼ等しくなるように支点調整した。溶接施工中もロードセルをそのままセットしておき、溶接ステップごとの反力も測定した。フランジの縦リブおよびウェブの水平補剛材の連結部は、組立て調整後にドリフトピンを除去し仮ボルトも緩めて、溶接変形を拘束しないようにした。

(2) 溶接施工

フランジ、ウェブとも炭酸ガスアーク溶接とし、ソフトバックキング材を用いて片面裏波溶接工法で施工した。フランジはテープバックキングで下向き半自動溶接、ウェブは断面内側にケーキバックキングを取付けて外側から走

* 千葉工場製造部製造電算課長
** 千葉工場製造部生産設計課

*** 技術本部設計部設計第一課

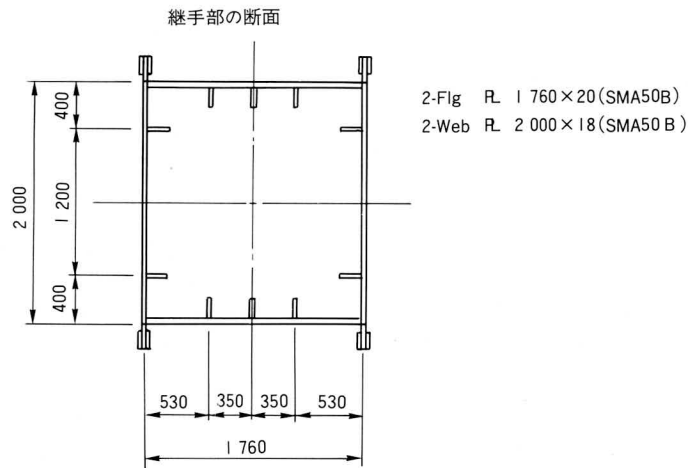
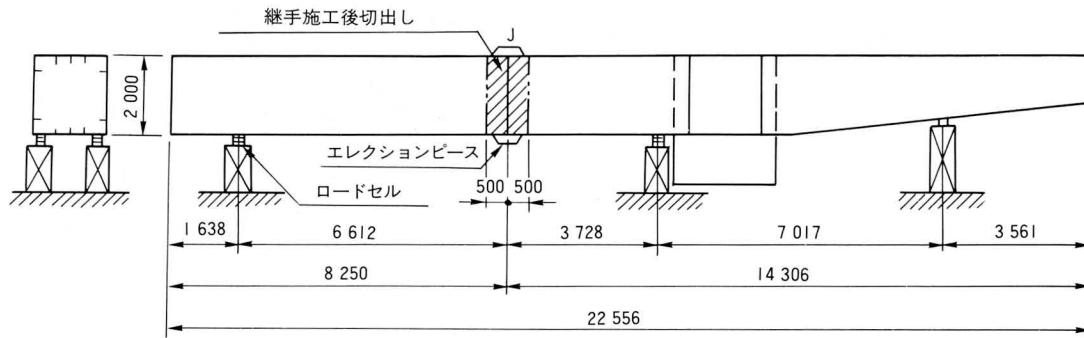


図-1 供試体の形状、寸法

行台車とウィーピング装置を用いた立向上進全自動溶接で施工した。溶接材料を表-1、溶接条件を表-2に示す。溶接順序は①下フランジ、②上フランジ、③ウエブA、④ウエブBの順とした(図-2)。一般部の開先形状を図-3、フランジとウエブの交点部の開先形状を図-4、図-5に示す。溶接施工時の状況を写真-1~写真-4に示す。

溶接施工終了後に実験部分を切出し、溶接線全長にわたって非破壊検査を行なった。フランジとウエブの交点は超音波探傷、中間部は放射線透過試験を用いた。超音波探傷試験の成績は欠陥ゼロ、放射線透過試験の成績は第1種欠陥による2級が下フランジに2箇所、その他は1級であった。また、各々の板幅中央付近から試験片を採

表-2 溶接条件

溶接条件	姿勢	パス	ワイヤ	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	摘要
フランジ (SMA50BP t=20)	下向き	1	FGC-55	150	28	11	CO ₂ 流量 50 ℓ/min
		2~6	SF-1	260	26	27	
		7, 8	FGC-55	260	26	30	
ウエブ (SMA50BP t=18)	立向上進	1	FGC-55	140	24	3.5	CO ₂ ダブルシールド 2×45 ℓ/min
		2	SF-1	160	26	5.5	
		3	FGC-55	140	24	3.0	

(走行装置、ウィーピング装置; PICOMAX-2 株式会社神戸製鋼所)

表-1 溶接材料

種別	銘柄	サイズ	規格	摘要
ワイヤ	FGC-55	1.2φ	JIS CW52	耐候性ソリッド
	SF-1	1.2φ	JIS YFW24	非耐候性フラックス入
バックング	SB-41	ℓ=600	—	ウエブに使用
	SB-31	50×6	—	フランジに使用

(メーカー; 日鐵溶接工業株)

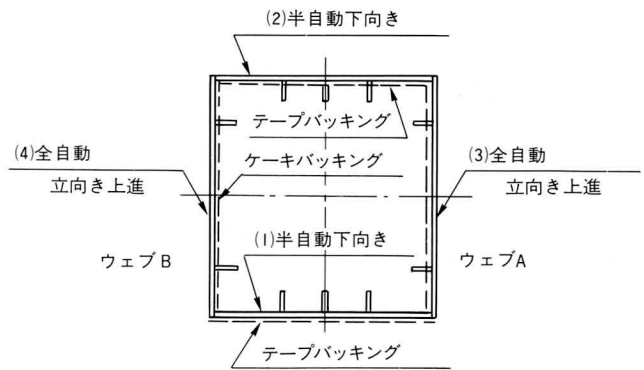


図-2 溶接順序

取して引張、曲げ、衝撃、マクロ、硬さの試験を行なった。これらの機械試験の結果は表-3に示すようにすべて良好であった。

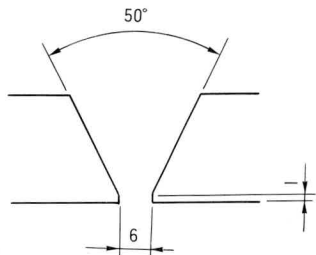


図-3 一般部の開先形状

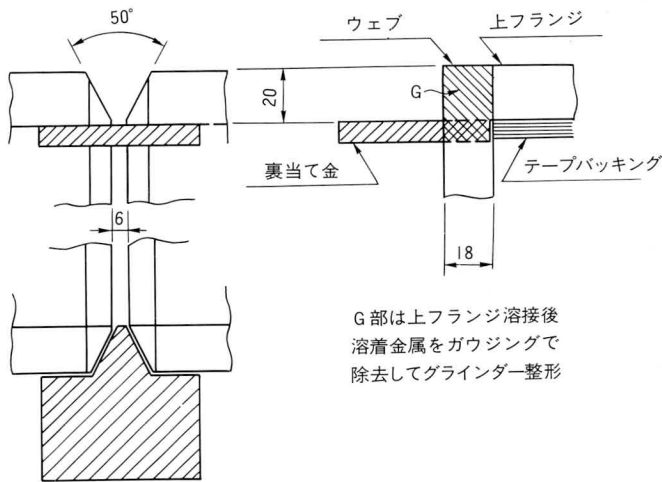


図-4 上フランジとウェブの交点の開先形状

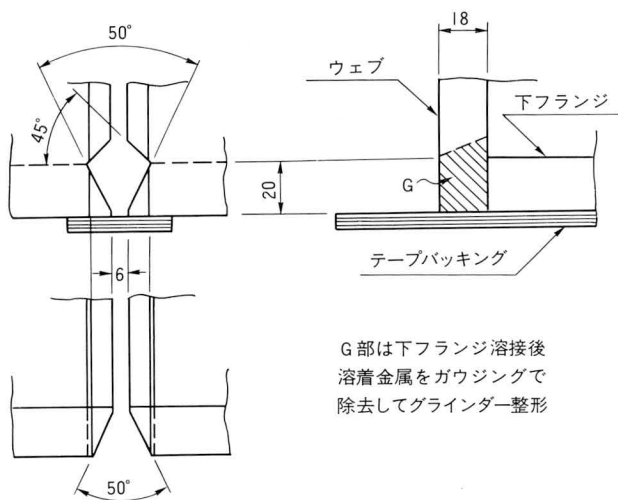
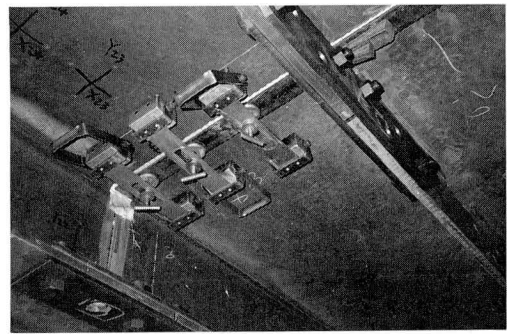
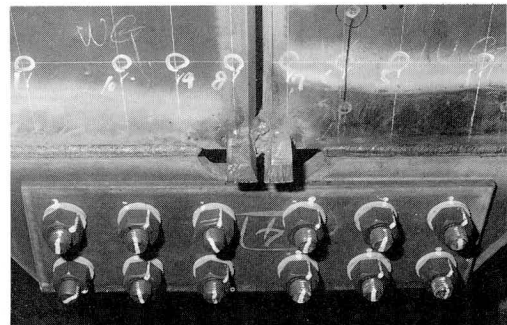


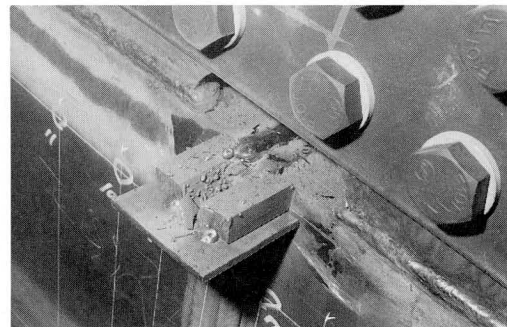
図-5 下フランジとウェブの交点の開先形状



写-1 上フランジのバックング取付状態



写-2 下フランジ縁端部とエンドタブの状況



写-3 上フランジ縁端のエンドタブと裏当て金



写-4 立向上進全自動によるウェブの溶接

表-3 溶接継手の機械試験結果

継手名	引張試験		曲げ試験	衝撃試験	マクロ試験	硬さ試験
	引張強度	破断位置	亀裂の有無	3本の平均	欠陥の有無	
上フランジ	60kgf/mm ²	B.M	無	8.8	無	254
	60	B.M	無		無	
下フランジ	58	B.M	無	8.8	無	238
	58	B.M	無		無	
ウェブA	56	W.M	無	9.1	無	203
	56	W.M	無		無	
ウェブB	56	W.M	無	11.7	無	207
	56	W.M	無		無	

引張試験；試験片JIS Z 3121 1号 各2本、規格値=50-62kgf/mm²
 破断位置 B.M=母材 W.M=溶着金属
 曲げ試験；試験片JIS Z 3122 3号 各2本、フランジは裏曲げ、ウェブは側曲げ
 衝撃試験；試験片JIS Z 2202 4号 各3本、試験温度=0℃、規格値=2.8kgf-m 0℃
 硬さ試験；試験方法JIS Z 2244、規格値 Hv≦370

(3) 測定

(a) 骨組変形の測定

溶接による部材軸の横変形と鉛直変形をダイヤルゲージを用いて測定した。測定位置を図-6に示す。

測定時期は、

- ① 溶接施工着手直前（初期値）
- ② 下フランジ溶接後
- ③ 上フランジ溶接後
- ④ ウェブA溶接後
- ⑤ ウェブB溶接後
- ⑥ エレクションピースの高力ボルト除去後

の6段階とした。各溶接後の測定は、溶接による温度差の影響を避けるため、12時間（ひと晩）以上放置してか

ら行なった。

(b) 局部変形の測定

溶接線付近の局部的な板の面外変形はストレッチとノギスを用いて測定した（図-7）。面内変形は溶接線を中心にして両側に小さくポンチを打って標点とし、標点間距離をノギスで測ることによって行なった。局部変形の測定点は図-8に示す位置ですべて断面外側である。測定時期は骨組変形の測定時期と同じである。

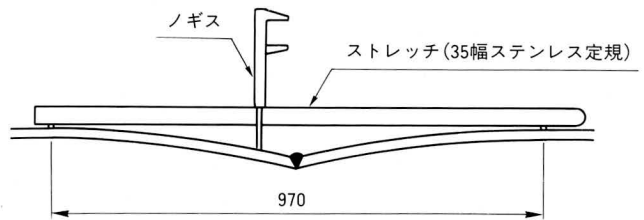


図-7 局部面外変形の測定方法

(c) 残留応力の測定

残留応力の測定にはコンタクトゲージと電気抵抗ひずみゲージ（以下ひずみゲージと記す）を併用した。

コンタクトゲージによるひずみ測定値は標点間（この実験では100mm）の平均値であるので、ひずみ分布が標点間で急激に変化する場合は誤差が大きくなる。また、標点間の変形検出精度は0.001mmであるので、ひずみ測定精度は0.001/100.0=10×10⁻⁶（10με）であり、ひずみが小さい場合には適さない。以上のような欠点はあるが、溶接施工直前に標点を設けておくことにより、

- ① 全断面溶接によるひずみだけを測定できる。
- ② 溶接施工の段階ごとのひずみが得られる。

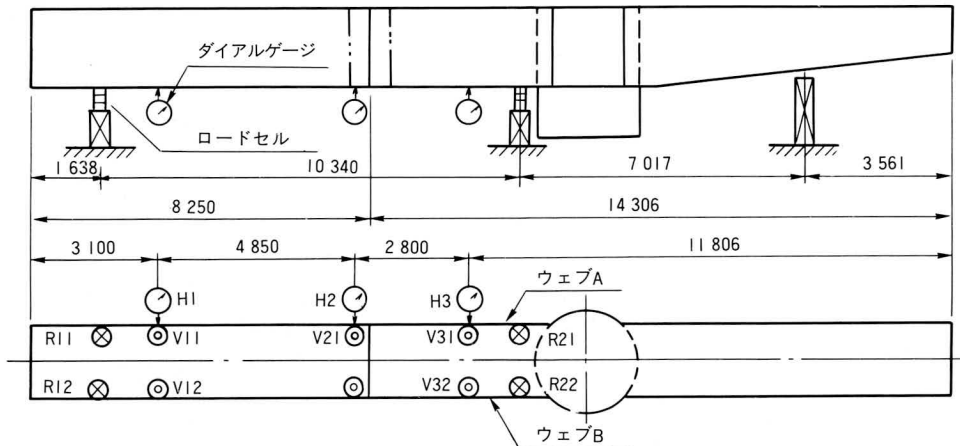


図-6 骨組変形測定位置

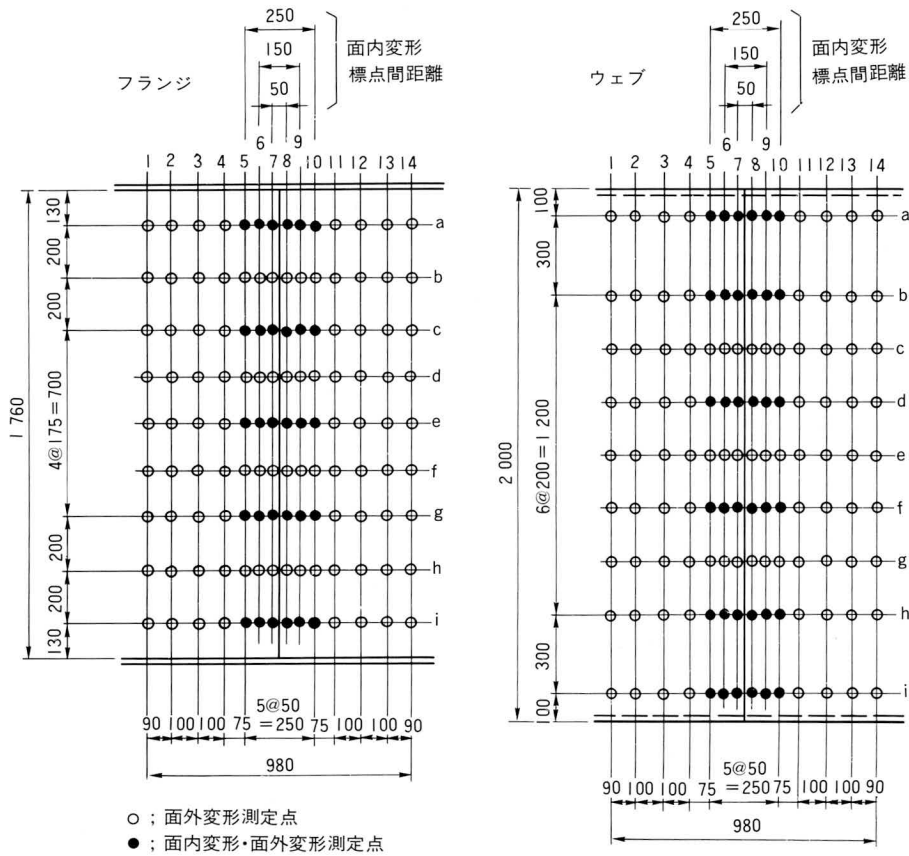


図-8 局部変形の測定位置

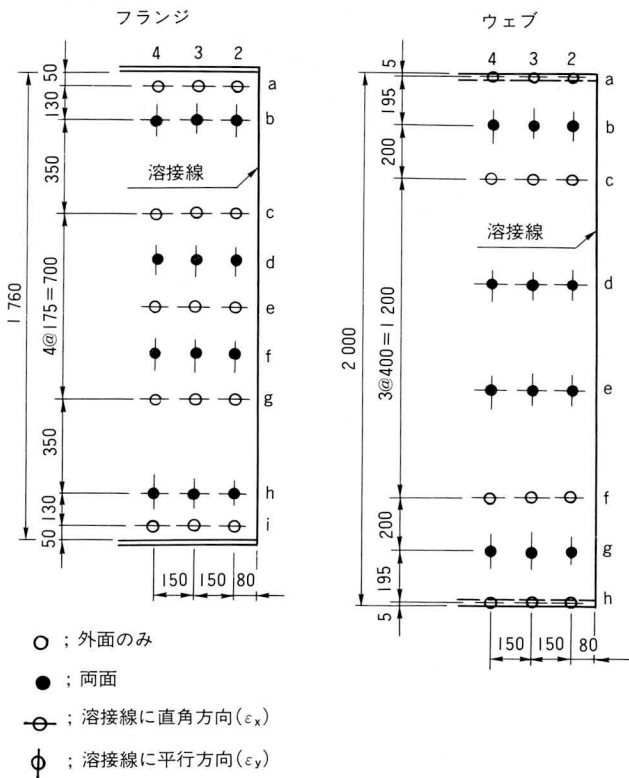


図-9 コンタクトゲージによる測定点(標点間隔=100)

上記を考慮してコンタクトゲージも用いることにした。その測定点を図-9に示す。測定時期は骨組変形の測定と同じであるが、但しエレクションピースの高力ボルト除去後は測定していない。

ひずみゲージは、溶接熱等による施工時の損傷と温度差の影響を避けるため、すべての溶接を終了してからひと晩放置して溶接部が常温に冷却してから貼付けた。したがってひずみゲージ測定値には、全断面溶接によって生じた残留応力だけでなく、部材加工時に生じた残留応力も含まれる。ひずみゲージによる測定点を図-10に示す。測定時期は下記の4段階である。

- ① 溶接終了後(初期値)
- ② エレクションピースの高力ボルト除去後
- ③ 部材切出し後
- ④ 機械切削により2 cm角程度に分割後

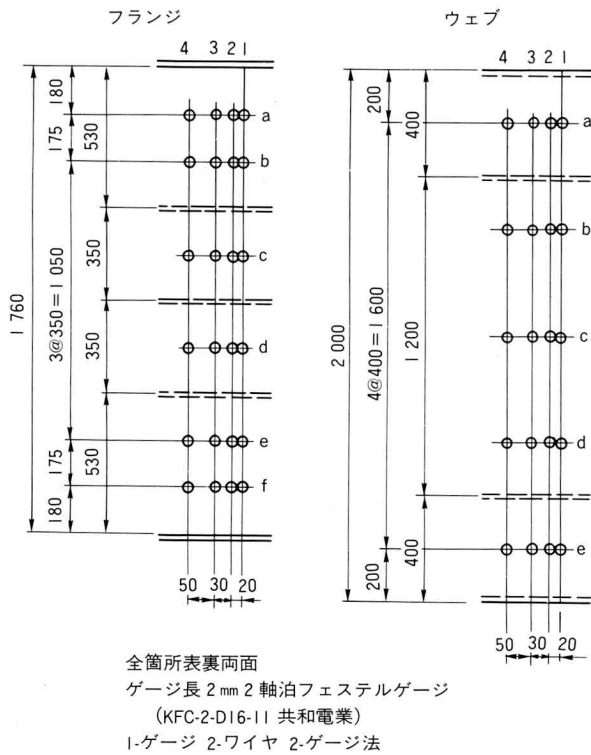


図-10 ひずみゲージによる測定点

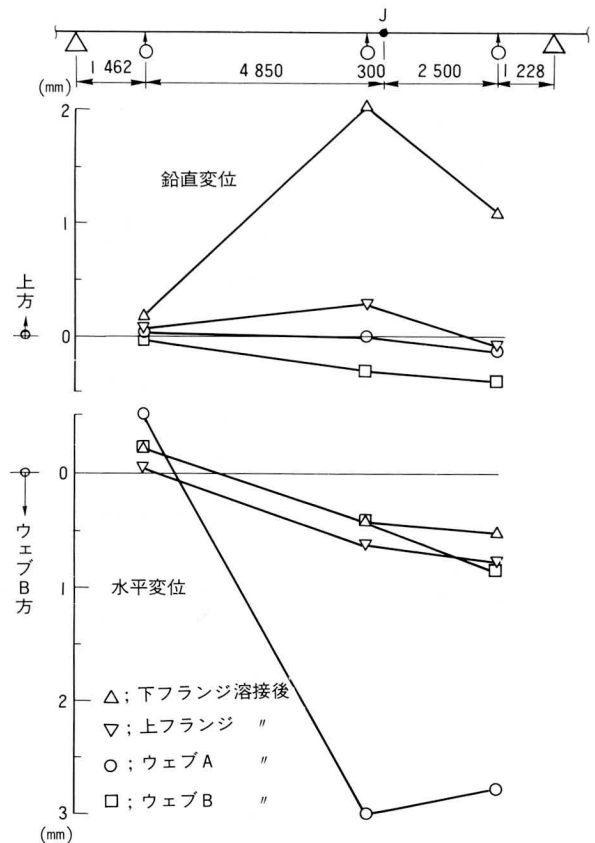


図-11 溶接施工各段階における変位(累計)

3. 反力と骨組変形

溶接施工の各段階における変位を図-11に示す。溶接部付近に着目すると、鉛直方向には最初の下フランジ溶接によって上方に2mm変位し、これが次の上フランジの溶接によって1.7mm戻って0.3mmの変位となり、さらにウェブの溶接によって0.3mmづつ下って最後には下方に0.3mmの変位となった。エレクトロシールド除去による変位の変化は下方に0.06mmであった。一方水平変位は、下フランジの溶接によって0.4mm上フランジの溶接によって0.2mm増加して0.6mmとなり、次のウェブAの溶接後には、3mmにまで達したがウェブBの溶接により0.4mmにまで戻った。図-11からわかるように支点上における変位は必ずしもゼロにはならない。これはロードセル本体とその載荷板との接触面が滑らかでかつ球面であるので、ロードセル上で水平方向のすべりが生ずるとともに鉛直方向にも変位が生じたためと思われる。

寸法出来形を推定し易いように変位を角変形で表わしたものが図-12である。鉛直変形は主にフランジの溶接によって生ずるが、上フランジと下フランジの溶接によってほぼ相殺されウェブB溶接後の変形は 0.027×10^{-3} である。角変形は溶接の横収縮によって生ずるとして、

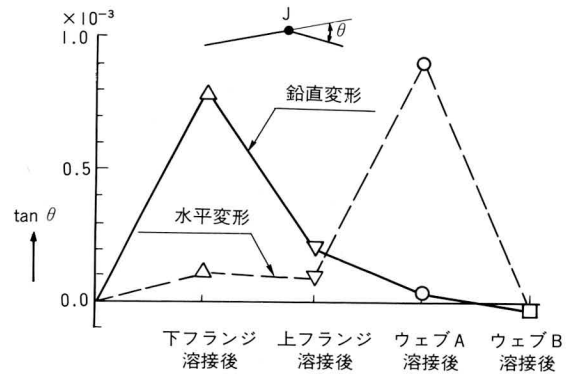


図-12 溶接継手部における角変形(累計)

簡単に

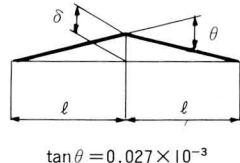
(横収縮量) = (ウェブ高) $\times \tan \theta$ として求めると
下フランジの横収縮量 = $2000 \times 0.796 \times 10^{-3} = 1.6 \text{mm}$
上フランジの横収縮量 = $2000 \times 0.594 \times 10^{-3} = 1.2 \text{mm}$
となる。

一方、水平変形は主にウェブの溶接によって生ずるが、両ウェブの溶接によってほぼ相殺され最終的には 0.025×10^{-3} となる。フランジと同様にして横収縮量を求めると、

ウェブAの横収縮量 $=1760 \times 0.81 \times 10^{-3} = 1.4\text{mm}$
 ウェブBの横収縮量 $=1760 \times 0.923 \times 10^{-3} = 1.6\text{mm}$
 となる。角変形を 0.027×10^{-3} とし、部材長を仮定して骨組線の通りの誤差を試算したものを表-4に示す。

表-4 骨組線の通り

ℓ (m)	δ (mm)
10	0.14
20	0.27
30	0.41



下フランジの溶接には8パスを要したが、このうち第1パスおよび第2パスについては変位を測定した。これから各々の角変形を求め第8パス終了後の変形と比較すると、第1パスで37%、第2パスまでで51%の変形が生じている。多層盛溶接の変形は初期に大きく生じ、後になるほど増加率が漸減していくと考えられる(図-13)。

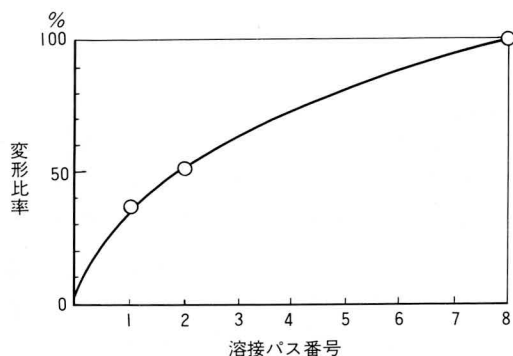


図-13 下フランジの溶接過程における鉛直変形

初期値をゼロとしたときの溶接施工過程における反力を図-14に示す。前述のように、ロードセル上での水平すべりに伴って鉛直変位も生ずる構造であったので、測定値には若干の誤差が含まれるが、定性的には図-11の

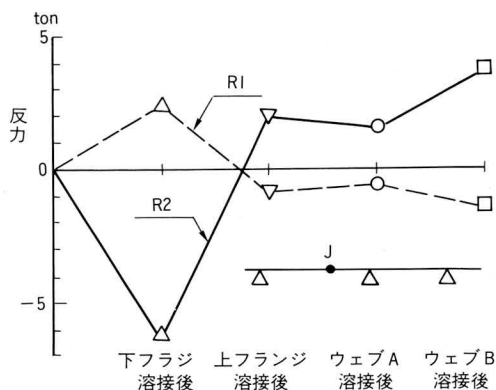


図-14 溶接施工各段階における反力変化(累計)

鉛直変位の挙動とよく一致している。すなわち、下フランジの溶接が継手部の上方変位をもたらすことによって、中間支点反力が減少し端支点反力が増加する。また上フランジの溶接によって下方に変位し、これによって中間支点反力が増加して端支点反力は減少している。

4. 局部変形

(1) 面外変形

面外変形の溶接線直角方向の形状を図-15に示す。当

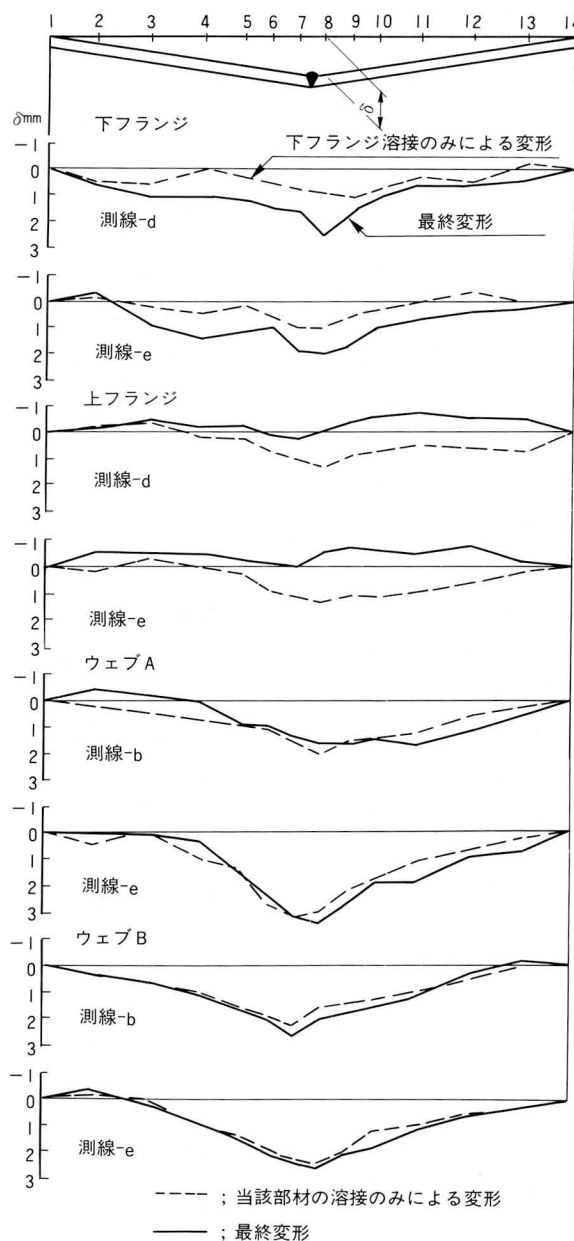


図-15 溶接線付近の面外変形

該部材の溶接だけによる変形はいずれもルート側に膨らむように生じている。これは開先形状から見て溶接ビート表面側の方が溶着金属が多いたがって収縮量が大いからと思われる。当該部材の溶接による変形がフランジでは小さくウェブで大きいのは、1パスあたりの溶着金属量の差によるものと考えられる。すなわち、フランジはストレートビートの8パス仕上げのため1パスあたりの溶着量は少ない。したがって初めの2パス程度による収縮力はルート側に偏心して作用するのでビート表面側に膨らむ。その後のパスによる収縮力は漸次表面側に偏心してルート側に膨らむ変形をもたらすが、先行ビートの拘束と板厚方向の温度勾配が小さくなることから、この変形は大きくならない。一方、ウェブの溶接は3パス仕上げで1パスあたりの溶着金属が多い。第1パスは板厚の6割程度を充填するので、この収縮力のルート側への偏心は小さく、したがってビート表面側に膨らむ変形も小さい。第2、第3パスによる収縮力はともにビート表面側に偏心作用するのでルート側に膨らむ変形をもたらすが、特に第3パスは殆んど余盛と言えらるほどでありこれが面外変形を大きくした原因と考えられる。

当該部材の溶接のみによる変形と最終変形の差がフランジでは大きい。図-16を見るとフランジの変形は後続のウェブ溶接の影響をかなり受けるようである。上フラ

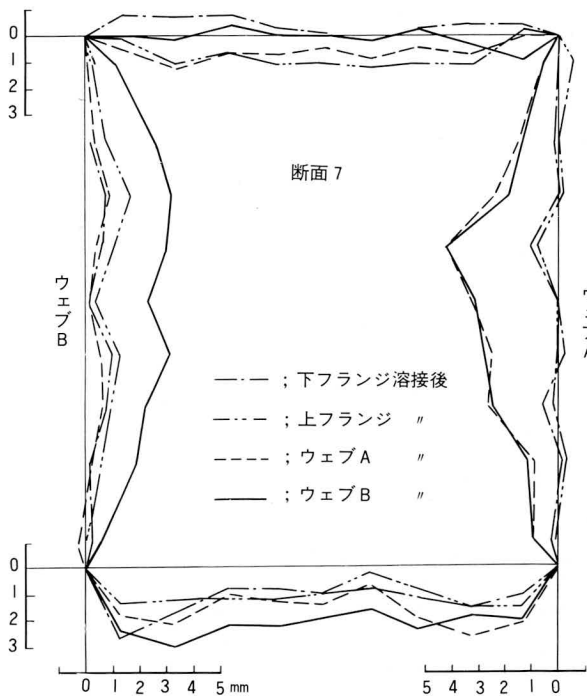


図-16 断面7における面外変形

ンジの最終変形は小さく、またビート表面に膨らむ形状となっている。ウェブの変形は当該部材以外の溶接の影響を殆んど受けていない。

各々の最終変形の最大値と板幅の比を求めると、

$$\text{上フランジ} ; \delta/h = 0.9 \times 1760 = 1/1956$$

$$\text{下フランジ} ; \delta/h = 3.0 \times 1760 = 1/587$$

$$\text{ウェブA} ; \delta/h = 4.2 \times 2000 = 1/476$$

$$\text{ウェブB} ; \delta/h = 3.2 \times 2000 = 1/625$$

となり、道路橋示方書に規定される部材精度の板の平面度 $\delta/h \leq 1/250$ を満足する。

(2) 面内変形

溶接線直角方向の変形(横収縮)の板幅方向の分布を図-17に示す。フランジの横収縮は板幅方向にほぼ一様に生じており、エレクションピースで拘束されている縁端付近で特に小さくなっているとは言い難い。フランジの横収縮量は後続のウェブ溶接の影響を受けていないことおよびフランジの溶接ではエレクショピースのすべりは生じていないことから、縁端の横収縮はエレクショピースの弾性変形によって吸収されているものと推定される。ウェブの横収縮は中央部で大きく縁端付近で小さいが、これは縁端付近では、先行して溶接されたフランジによって変形が拘束されるためと考えられる。

溶接線を挟む標点間ごとの横収縮量を見ると、溶接線からの遠近による顕著な差は認められない。

ウェブの横収縮量はフランジのおよそ2倍程度になっ

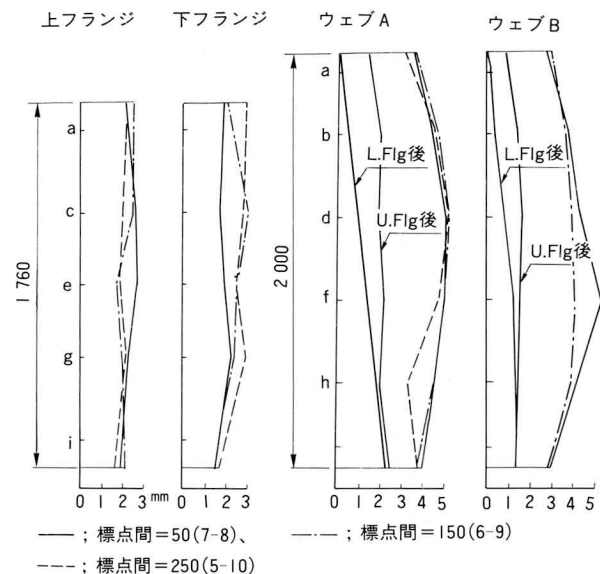


図-17 横収縮分布図

ているが、これはフランジの溶接によってもウェブに横収縮が生ずるからである(図-18)。図-18からわかるように、ウェブAの溶接がウェブBに影響していない他は、先行する溶接は未溶接の他の部材にも横収縮をもたらし、また既溶接部材には後続の溶接による収縮は生じないと言える。

当該部材の溶接のみによる平均横収縮量は、図-18から次の値である。

下フランジ=1.8mm (1.6mm)、 $1.6/1.8=0.89$

下フランジ=1.9mm (1.2mm)、 $1.2/1.9=0.63$

ウェブA =2.5mm (1.4mm)、 $1.4/2.5=0.56$

ウェブB =2.6mm (1.6mm)、 $1.6/2.6=0.62$

(括弧内は前章で骨組の角変形から求めた値)

いずれも骨組の角変形から逆算した値よりも大きい。この理由として、フランジについては角変形からの計算の仮定と実験結果(図-17のウェブ図)が比較的良好に合っているが角変形の測定には自重によるたわみが含まれていること、またウェブについてはウェブの溶接がフランジに収縮を生じさせず計算の仮定と異なっていること、が考えられる。

溶接方向の変形(縦収縮)は微小でありノギスによる測定は誤りであった。

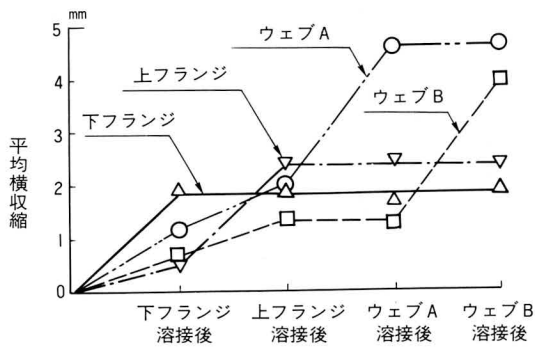


図-18 溶接施工段階における横収縮(標点7-8)

5. 残留応力

(1) 溶接施工段階ごとに生じた応力

コンタクトゲージによって測定した溶接施工段階ごとの溶接線に直角方向の応力(σ_x)の変化を図-19に示す。

下フランジの溶接によって下フランジには引張応力が生じその最大値は1245Kgf/cm²である。しかし、この段階

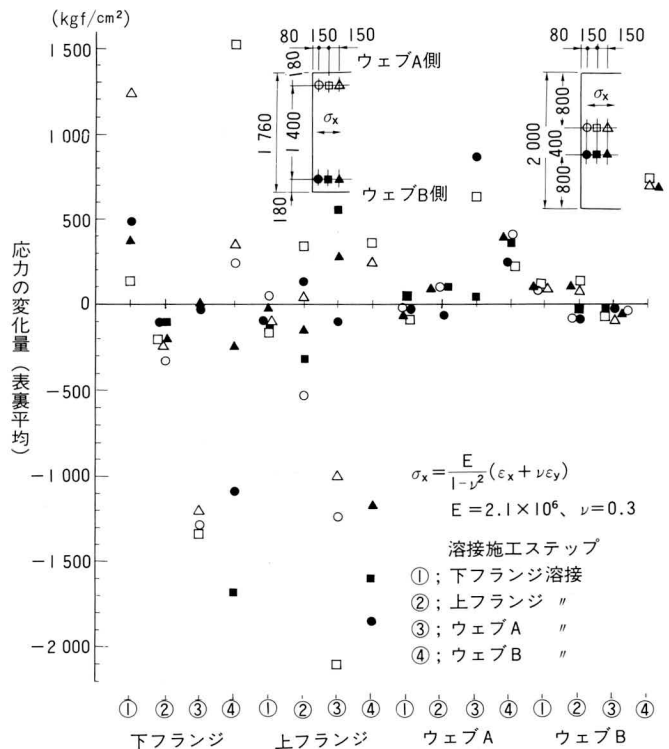


図-19 溶接施工段階ごとの部材軸方向応力(σ_x)の変化量(コンタクトゲージによる測定)

では未だ溶接されていない上フランジやウェブに生ずる応力は小さい。

上フランジの溶接によって、下フランジには最大値で330Kgf/cm²の圧縮応力が生ずる。この段階での骨組変形は継手部が下になるので、梁と考えれば下フランジには引張応力が生じてよいように思われるが、ウェブが未溶接のために未だ梁作用は生ぜず部材全体が互いに引き寄せられると考えられる。上フランジに生じる応力はバラツキが大きく、圧縮応力も生じている。未溶接であるウェブに生じる応力は小さい。

ウェブAの溶接によって、上下フランジともウェブA側に大きな圧縮応力を生じている。

ウェブBの溶接では、上下フランジともウェブB側に大きな圧縮応力を生ずるのに対しウェブA側には引張応力を生じている。ウェブA、ウェブBはともに引張応力でそのバラツキは比較的小さい。

全体的に見れば次のように言える。

- ① 当該部材の溶接によって生ずる応力は引張でその値はバラツキが大きい
- ② 他部材の溶接によって生ずる応力は未溶接部材では小さく、既溶接部材では大きい。既溶接部材で大

きな応用が生ずるのは、溶接によって変形に対する拘束が大きくなったためと考えられる。

- ③ 溶接線から離れるにしたがって応力が減少するとは限らない。

(2) ひずみゲージによって測定した残留応力

(a)断面内分布

溶接線に直角方向の残留応力 (σ_x) を図-20、溶接線方向の残留応力 (σ_y) を図-21に示す。各々の図には、分割法によって測定した全残留応力と、部材切断によって解放された残留応力を併記してある。

図-20から σ_x は、ウェブに比べてフランジの方が小さい。この理由としては、フランジの溶接時には変形に対する拘束が小さいこと、およびフランジの溶接で生じた引張応力がウェブの溶接によって生ずる圧縮応力で相殺されることの2点が考えられる。フランジのうちでも下フランジの方がより小さいのは、図-19からもわかるように上フランジによっても下フランジに圧縮応力が作用するためと思われる。

全残留応力は、フランジでは中央部で引張、縁端部で

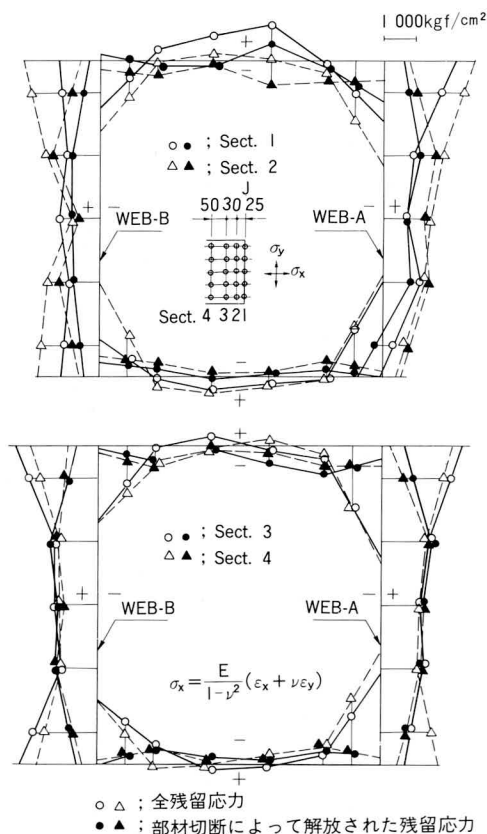


図-20 溶接線に直角方向の残留応力 (σ_x) (表裏平均)

圧縮になっており、ウェブではほぼ引張応力で中央部よりも縁端部の方が大きい傾向にある。このことから、後で施工された腹板の収縮変形に対してはフランジの拘束が大きいことがわかる。拘束の影響は拘束点で大きく、離れるにしたがって減少していくと言える。

部材切断によって解放される残留応力は、エレクションピースに作用していた拘束力が解放されることによって生ずると考えられるが、フランジにおいては小さい圧縮応力が板幅方向にほぼ一様に分布し、ウェブにおいてはフランジよりも大きい値の引張応力が中央部で大きく縁端では小さい傾向に分布している。これは、先行溶接されたフランジには後で施工されたウェブの溶接によって圧縮応力が導入されたためと考えることができる。全残留応力と部材切断によって解放される残留応力を比較すると、板幅の中央部付近では各断面ごとにほぼ一定の差であり、特にウェブにおいては両者がほぼ等しくなっている。

図-21から溶接線方向の残留応力 σ_y について見ると、全残留応力は溶接線に近いSect-1とSect-2においては、板幅中央付近で大きく縁端に行くにつれて減少する傾向に分布している。この傾向がフランジにおいて特に顕著である理由は、ウェブの溶接によってフランジには縁端ほど大きな部材軸方向の圧縮ひずみが生じ、このひずみがポアソン比の横膨張ひずみを生じさせようとするが、これが拘束されているために圧縮応力が生ずるた

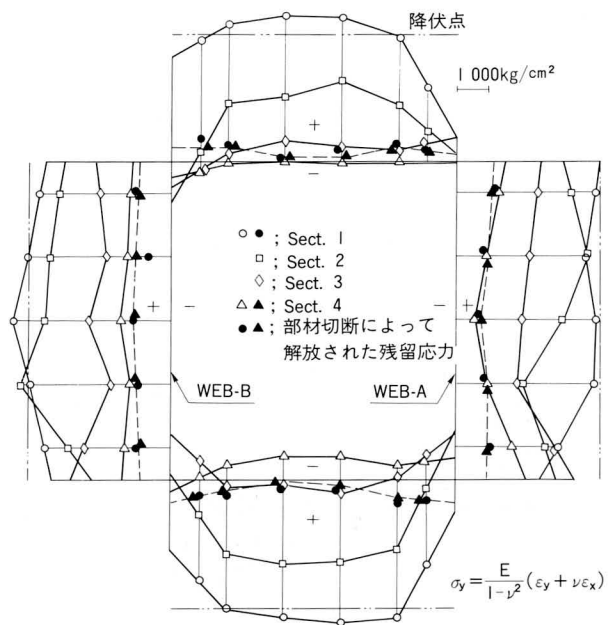


図-21 溶接線方向の残留応力 (σ_y) (表裏平均)

めと考えられる。また、溶接線付近の全残留応力はすべて引張応力でその値は δ_x に比べてかなり大きく、特にビード上では母材の降伏点(フランジ=4000Kgf/cm²、ウェブ=4400Kgf/cm²)を越えている箇所もある。

全残留応力は溶接線から離れるにしたがって急激に減少するが、部材切断によって解放される δ_y は溶接線からの遠近に殆んど関係なく、かつ板幅方向にほぼ一様に分布している。

(b) 溶接線に直角方向の分布

板幅の中央付近における残留応力の溶接線に直角方向(部材軸方向)の分布を図-22に示す。図-22から次のようなことがわかる。

- ① δ_x はどの断面においても後から溶接したウェブの方が大きい。左右のウェブの値はほぼ等しい。また、上下フランジ間の差も大きくはない。
- ② δ_x は溶接線から離れてもそれほど減少しない。この傾向は特にウェブに顕著である。
- ③ 溶接ビード上における δ_y はフランジ、ウェブとも大体等しい値であり、溶接施工の後先には関係がないようである。
- ④ δ_y は溶接線から離れるにしたがって急減する。この傾向は先に施工されたものほど顕著であり、フランジにおいては10cm程度内で圧縮応力に転じている。

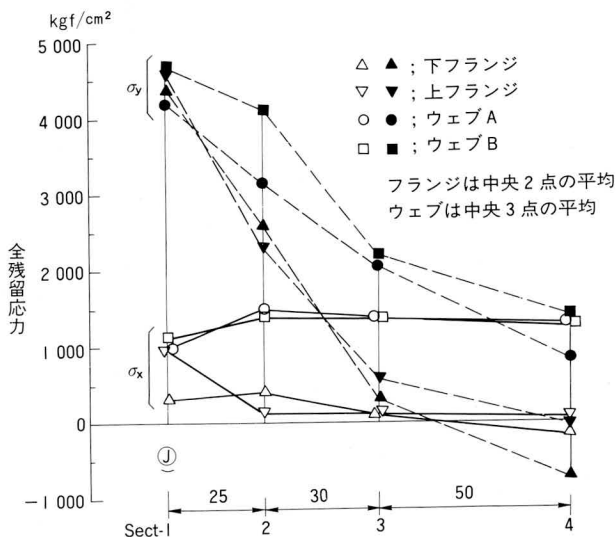


図-22 全残留応力の溶接線直角方向(部材軸方向)の分布

6. まとめ

周知のように溶接による変形と残留応力は溶接工法、順序、拘束度および被溶接物の寸法等によって大きく異なってくる。実機部材を用いた実験ではこれらの要因について、1つずつ明らかにすることは容易ではなく、また測定方法の難しさもあって理論的に解明することは容易ではない。したがってここでは、1つの特定条件の場合についてだけのものであるが、実施工によってどの程度の変形と残留応力が生ずるか、を把握することに主眼をおいて実験を行ったものである。本実験の結果を要約すると以下のようである。

- ① CO₂片面裏波溶接によってビードの表裏ともアンダーカットやピット等の欠陥がなく、かつ機械的性質も良好な継手が得られた。
- ② 構造骨組線の通りに影響する角変形は、鉛直面については上下のフランジ、平面については左右のウェブの溶接施工によって各々相殺されて、最終的には微小であり構造上も施工上も問題はないと思われる。
- ③ 局所的な面外変形については、ある部材の溶接による影響は既溶接部に対して大きく未溶接部に対しては小さい。
- ④ フランジの溶接は他の未溶接部材にもある程度の横収縮をもたらす。したがって後から施工する継手のルートギャップは、あらかじめ所定より1~2mm広くしておいた方がよい。
- ⑤ コンタクトゲージによるひずみは測定値のバラツキが大きい。測定技術にも問題があったかも知れないが本実験では満足できるデータはとれなかった。
- ⑥ 溶接線に直角方向(部材軸方向)の残留応力は、先に施工されたフランジの方が小さくかつ圧縮応力の傾向にある。後で施工されたウェブは全体的に引張応力でその値も大きい。したがって、全断面溶接継手を施工する場合主応力方向の残留応力を小さく抑えようとすれば、その溶接順序は主応力が引張の部分の先に、圧縮の部分の後、また曲げ部材ではフランジを先、ウェブを後に施工した方がよい。
- ⑦ 溶接線方向の残留応力は溶接ビード上では降伏点を越える程に大きい。溶接線から離れるにつれて急激に減少する。

謝辞：

本実験を実施するにあたっては名古屋高速道路公社工

務部の佐藤技術監（当時）および前野技師に懇切なるご指導を賜ったことを記し、心から謝意を表する次第である。

＜参考文献＞

- 1) 木原、増淵；溶接変形と残留応力第3章、溶接叢書第2巻、産報出版、

グラビア写真説明

大和大橋 大和大橋は東京都市計画道路環状7号線の起点近く、京浜運河に架かる橋梁である。

本橋の北側半幅員は建設省（川崎国道工事事務所）が国道357号線（湾岸道路）の整備関連事業として施工、昭和49年度に完成、現在、暫定的に4車線（上、下各2車線）で供用している。環状7号線は幹線道路の中でも産業流通の大動脈であり、供用中の現橋は現在でも驚異的な交通量となっている。又、平成元年から3年にかけて、大井ふ頭地区に建設中の大田市場・大田清掃工場等の開設が予定され、これに伴うかなりの交通量発生が見込まれている。そして、その殆んどの車輛が当面環状7号線を利用して目的地への集散が行なわれると予測される。増加する交通の円滑化を計るため、東京都建設局（第二建設事務所）において本橋の全幅整備が急ピッチで進められている。（北村）

高虹橋 国道202号線を唐津湾を右に見て浜玉町を過ぎると、長さ6km、幅1kmの松原が青い海と白い砂に沿って虹のような弧を描いている。背後の鏡山からの眺めはまさに「日本一」と言われる「虹の松原」である。伝説と歴史の町唐津と浜玉町を結ぶ約7kmの唐津バイパスの一環として、浜玉町寄りに明るく淡いグリーン色の高虹橋が架かっています。十数年前の一期工事（半巾員2車線）完成時、横田川橋と言われていた橋名が、今回の二期工事追加2車線の上部工発注時、高虹橋というロマンチックな名に変わりました。唐津バイパスは、まだ全線開通には至っていません。しかし、開通後にはこの橋名のように、福岡と唐津、焼物で有名な伊万里・有田、温泉で有名な武雄・嬉野を結ぶ高虹橋が、唐津バイパス区間だけでなく、七色に輝く虹のようにすべての方面に重要な意味をなす路線の一橋と成って行くことでしょう。（矢野）

原谷橋 揖斐川はその源を福井県と岐阜県の県境、冠山（標高1257m）に発し濃尾平野を横切り、桑名にて伊勢湾に注いでいる。現在この冠山の麓で水資源開発公団による徳山ダム建設事業が始まっており、このダムが完成すると総貯水容量6億6千万 m^3 の日本一のダムとなる。このダム建設に伴い、国道417号線付替道路工事が発注され、いま盛んに道路工事が進んでいる。道路工事に伴い谷間に架かる橋梁の数も、大小合わせて200橋近いともいわれており、その一番最初の橋梁上部工工事として原谷橋は架けられた。原谷橋は揖斐川上流の山深い谷間に架かり、桁架設時期には、付近に生息する野性の日本ザルが我々の作業を興味深く眺めていたのが今でも思い出として残っている。（松田）

中央大橋（細表橋） 中央大橋は、阿武隈川に架かる郡山市9番目の橋梁で、都市計画街路香久池・田ノ保下線の細表橋橋梁整備事業として、昭和56年度に着工、昭和63年12月に竣工しました。

21世紀へ注ぐ流れが、今、見える／いくつもの時代を越え、さらに新鮮な興奮に満ちてくる／より高い安全性、より大きな快適性を求めて、大きく羽ばたく——生命の躍動を芸術的に表現し、今、まさに21世紀への流れを見る。

この橋の開通によせられた言葉です。この橋の完成により郡山市街地と東部地区、とりわけ72社7000名の職場を擁する中央工業団地が最短距離で結ばれ、交通の渋滞はもとより、産業振興、経済発展の為、より安全、より快適な橋梁として利用されることになりました。（窪田）

大沢橋 長野県の最南端伊那谷南部は、南北に、赤石山脈、伊那山脈、下条山脈が並んで走り、その間を天竜川が静岡県へ向って流れている渓谷の美しい処です。主要地方道、飯田富山佐久間線は、この天竜川に添って南下し、愛知県北設楽郡富山村を経て、静岡県磐田郡佐久間町に至る全長93.95kmの道路です。この地の道路は、道幅は狭く断崖絶壁を開削して造った道路が多い為、曲りくねって危険度の高い道路です。道路改良は曲りくねった道路をショートカットして谷を渡る所も多く、それらの所は1スパンの長大橋となっております。泰阜村（やすおかわら）では、57年竣工の千泰大橋（米底橋）と、今回の大沢橋と、2つのアーチ橋を当社で施工しました。この大沢橋は、大変鮮やかな若草色で塗装され、周りの素晴らしい景色と溶け合い、60米の深い渓谷に美しく映えております。（泉）