

I-205 箱断面溶接による変形と残留応力

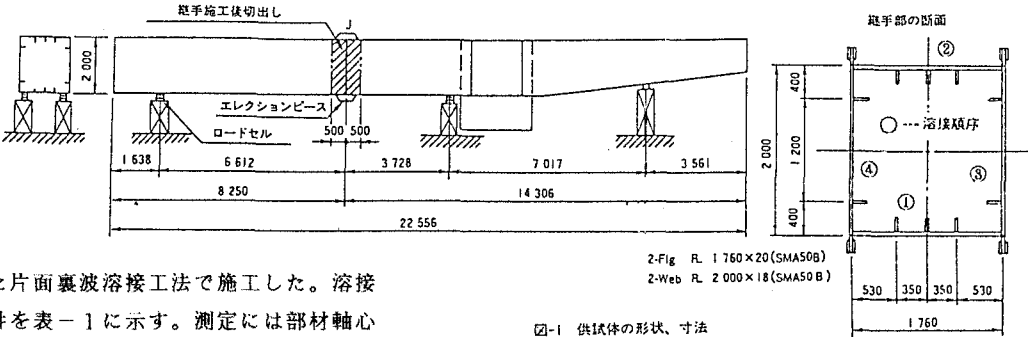
（株）宮地鐵工所 正員 鬼頭省吾

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。一般的には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くなる。これらは溶接物の寸法、拘束度、溶接工法、溶接条件および溶接順序など多くの要因に左右される。実構造物の施工においては要因の適正な評価が難しいため、変形および残留応力を計算で求めることは困難である。ここでは、ある1つの条件の場合についてだけではあるが、実機部材を用いて変形と残留応力を測定したので報告する。

2 実験方法

供試体の形状と寸法を図-1に示す。溶接はすべて炭酸ガスアーク溶接とし、ソフトバックング材を用



いた片面裏波溶接工法で施工した。溶接条件を表-1に示す。測定には部材軸心線の変形はダイヤルゲージ、局所変形はノギス、ひずみは2軸ひずみゲージを用いた。ひずみゲージは全溶接終了後に貼付け、機械切削により2 cm角程度に分割する方法によった。実験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ない、また測定は溶接熱の影響を受けないように溶接後ひと晩放置してから行った。

図-1 供試体の形状、寸法

表-1 溶接条件

溶接条件	炭素	パス	ワイヤ	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	備 考
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	250	26	27	
		7, 8	FGC-55	250	26	30	
ウェブ (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、ワイピング装置：PICOMAX-2 關神戸製鋼所）

3 変形

溶接ステップごとの溶接継手部における軸心線の角変形を図-2に示す。鉛直変形は主としてフランジの溶接によって生ずるが、上フランジ分と下フランジ分が互に相殺されて最終的な角変形は 0.027×10^{-3} であった。水平変形は主としてウェブの溶接によって生ずるが、両ウェブ分が相殺されて最終的には 0.025×10^{-3} となった。

溶接線から25mmの位置の局部的面外変形は図-3に示すようにフランジよりもウェブの方が大きい。これはウェブの方が1パスあたりの溶着量が多いためと考えられる。図-4は溶接線を挟んで標点間距離 50 mmで測定した横収縮量である。この図よりフランジの溶接によって未溶接のウェブにも横収縮即ちルートギャップが小さく

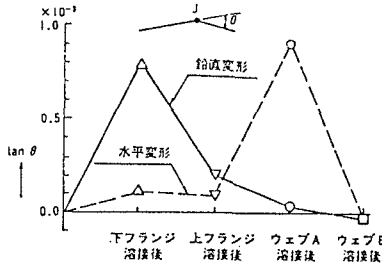


図-2 溶接継手部における角変形(累計)

なることがわかる。また、先に溶接済の継手は後からの溶接によっては収縮しない。

4 残留応力

溶接線に直角方向の残留応力 (σ_x) を図-5に示す。フランジの残留応力は中央部では引張、縁端部では圧縮になっている。ウェブではほぼ全幅にわたって引張でかつフランジよりも大きい。フランジにおいてはフランジ自体の溶接では引張応力が生ずるが、後で施工されたウェブの溶接によって圧縮が作用したと考えられる。また、ウェブにおいてはフランジによって変形が拘束されるため引張応力が大きくなったと思われる。ウェブの中央付近の残留応力は部材切断時にはばすべて解放されたと考えられる。

図-6は残留応力の溶接線直角方向の分布である。 σ_x は溶接線からの遠近に拘わらずほぼ一様であり、溶接近傍だけの局部応力とは言いきれないようである。溶接線方向の残留応力 (σ_y) は溶接ビード上では降伏点を越える程の大きさであるが、溶接線から離れるにつれて急減する。

5 まとめ

- (1) 部材軸心線の最終的な角変形は微小であり問題はないと思われる。
- (2) 局部的面外変形は1パスあたりの溶着金属が多いウェブの方が大きい。道路橋示方書の板の平坦度の規定は十分クリアする。
- (3) 溶接線に直角方向の残留応力は先に施工したフランジの方が小さくかつ圧縮傾向にある。後から施工されたウェブは全体的に引張でその値も大きい。したがって溶接順序を考える場合、主応力方向の残留応力を低く抑えようとすれば、主応力が引張の部分を実圧縮の部分の後、曲げ部材ではフランジを先ウェブを後で施工した方がよい。

〔参考文献〕

- 1) 前野、岡本、佐藤：実物モデルを用いた箱断面現場溶接継手の変形、残留応力の測定、土木学会第42回年次学術講演会講演概要集 昭和62年9月
- 2) 鬼頭、佐藤、梅津：箱桁全断面溶接による残留応力と溶接変形、宮地技報 No.5 平成元年4月

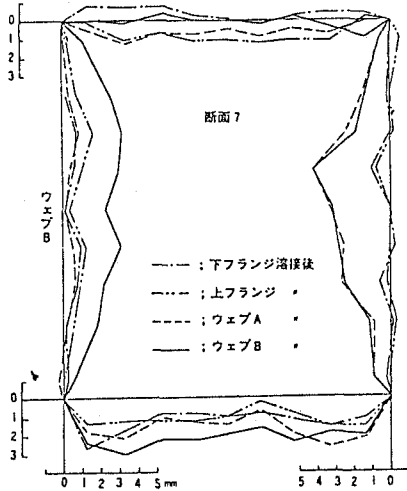


図-3 断面7における面外変形

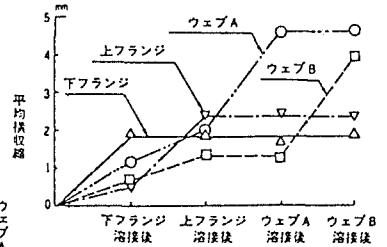


図-4 溶接施工段階における横収縮(標点7-8)

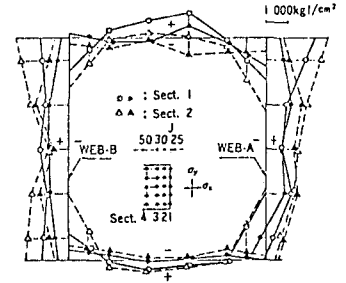


図-5 溶接線に直角方向の残留応力 (σ_x) (表裏平均)

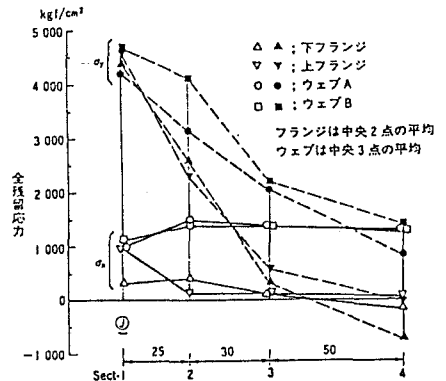


図-6 全残留応力の溶接線直角方向(部材軸方向)の分布