

## 補修のための現場溶接の実験と検討

大阪第一建設部 設計課 井 阪 清  
 (前保全施設部 保全技術課)  
 管理技術センター 瀬戸口 嘉 明  
 (前保全施設部 保全技術課)  
 保全施設部 保全技術課 鈴 木 巖

### まえがき

供用中の橋梁の補修又は補強工事に現場溶接を採用するに際して各種の問題点が考えられるが、通常の工場溶接に比較し次の点が異なる。すなわち、①被溶接部材には死荷重、活荷重等荷重作用に伴う応力が存在する。②実交通による複雑な振動が生じており、作業用足場も振動している。③上向き、立向き等各種溶接姿勢があり、作業環境が必ずしも良好でない。

このような問題点に対し、実際に供用中の橋梁の補修、補強工事に現場溶接を採用する場合は、十分な実験、調査、検討を行い安全性を確認する必要がある。

本実験は、応力作用下および振動下でのすみ肉溶接を対象とし、応力作用下では、かかる状況下で溶接した場合のわれ、残留応力等に及ぼす影響

を調査した。また振動下では、供用中の橋梁の振動計測を実施し、その結果得られた振動変位量を振動条件として溶接実験を行い、振動時に溶接した場合の溶接部および溶接施工性に及ぼす影響を調査した。

その結果、応力作用下での施工性については、われそのものには静応力は関与しないが、拘束応力に影響を及ぼす可能性のあることが判明した。また振動下では、溶接欠陥発生限界の振動変位量を明らかにした。

### 1. 実験および調査

#### 1-1 概 要

本実験で対象とした橋梁は、阪神高速道路で最も多くあるプレートガーダー橋である。実験は、①応力作用下(引張応力)でのすみ肉溶接実験、

表-1 実験内容

実験項目	内 容
応力作用下での溶接実験	応力が高温われおよび低温われに及ぼす影響 応力が溶接残留応力に及ぼす影響
振動下での溶接実験	部材が一体となって振動する場合 (1) 変位効果振動溶接実験 (2) ひずみ速度効果振動溶接実験
	部材間に相対変位が生じる場合

②振動下でのすみ肉溶接実験の2項目である。実験内容を表-1に示す。また、実験に先立ち阪神高速道路の供用中における3橋の振動調査を行っ

た。調査結果のうち、主桁のたわみ振動(垂直方向の振動)における各振動数域と最大変位両振幅との関係を図-1に示す。

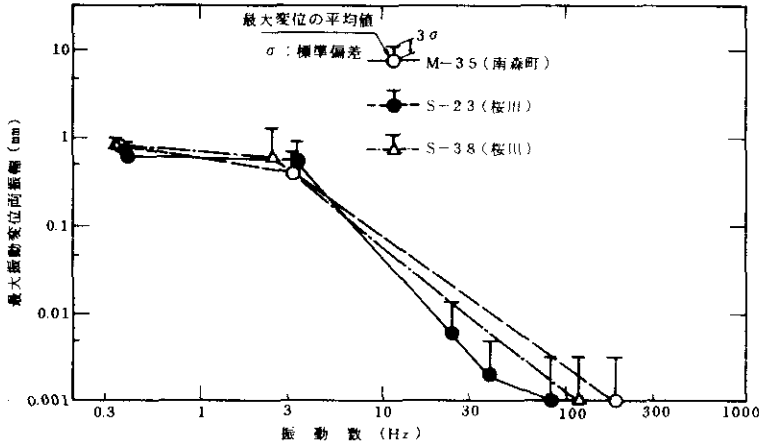


図-1 各振動数域と最大振動変位両振幅

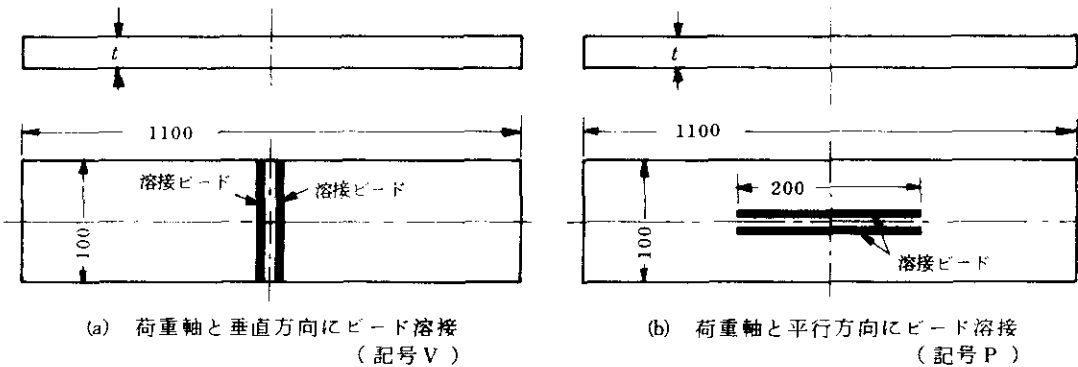
### 1-2 応力作用下での溶接実験

引張応力が、作用している試験板にすみ肉溶接を行い、われ発生の有無および溶接部その近傍にどの程度の拘束応力、残留応力が発生するかを調査した。

実験は、図-2に示す試験板を拘束われ試験機(RRC試験機)に取付け、その両端に荷重を負荷した後、荷重軸と平行方向および垂直方向に溶接して行った。使用した鋼種は、SM50A、SM58Qで負荷する拘束応力は、板厚9mmの場合に

は腹板を想定し許容応力度の0.8倍、板厚30mmの場合には下フランジを想定し1倍とした。

試験条件を表-2に示す。負荷条件は、われに対して最も厳しい条件すなわち、溶接中は荷重一定とし溶接後(先行ビード溶接後および後ビード溶接後)は、溶接部を挟んだ標点距離400mm間の変位を一定として試験機を制御した。そして、試験板に負荷した拘束応力を溶接後48時間保持し、その後除荷して溶接ビードの磁粉探傷検査およびX線検査を実施した。



(a) 荷重軸と垂直方向にビード溶接 (記号V)

(b) 荷重軸と平行方向にビード溶接 (記号P)

図-2 試験板

表-2 静応力下での高温(低温)われ試験条件

記号	荷重軸に対する溶接方向	鋼種	板厚 t (mm)	拘束応力 ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	拘束距離 (mm)	溶接姿勢	溶接棒 (棒径)
V-1	垂直	SM50A	9	$\sigma_{all} \times 0.5$	400	水平	(4φ) LBM-52
V-2	"	SM50A	9	$\sigma_{all} \times 0.8$	"	"	(4φ) LBM-52
V-8	"	SM50A	30	$\sigma_{all}$	"	"	(4φ) LB-47A
V-4	"	SM58Q	9	$\sigma_{all} \times 0.8$	"	"	(4φ) LB-47A
V-5	"	SM58Q	30	$\sigma_{all}$	"	"	(4φ) LB-47A
P-1	平行	SM50A	9	$\sigma_{all} \times 0.8$	"	"	(4φ) LBM-52
P-2	"	SM50A	30	$\sigma_{all}$	"	"	(4φ) LB-47A
P-3	"	SM58Q	9	$\sigma_{all} \times 0.8$	"	"	(4φ) LB-47A
P-4	"	SM58Q	30	$\sigma_{all}$	"	"	(4φ) LB-47A

注)  $\sigma_{all}$ : 各鋼種の許容応力度

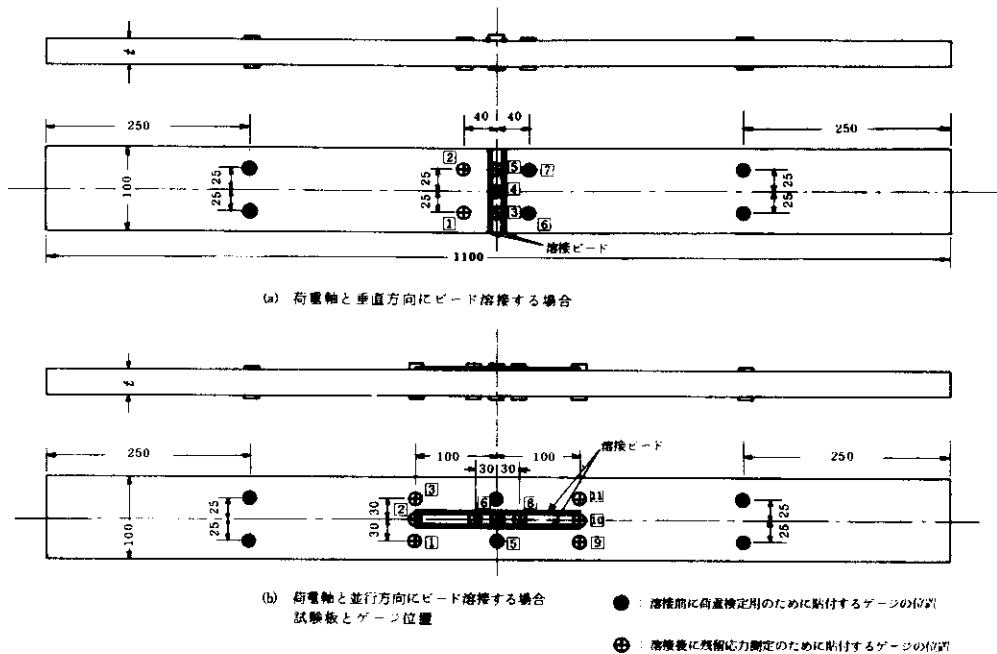


図-3 試験板およびひずみゲージ貼付位置

一方、溶接残留応力に関する実験は、溶接後拘束応力を負荷した状態の試験板の溶接ビード部およびその近傍にひずみゲージを貼付し、除荷後ゲージの回りを開放して溶接残留応力を測定した。

試験板、ひずみゲージ貼付位置を図-3に、試験条件を表-3に示す。なお、荷重条件および変位のパターンは拘束われ試験と同様である。

表-3 溶接残留応力測定用試験条件

記号	荷重軸に対する溶接方向	鋼種	板厚 t (mm)	拘束応力 ( $kg/cm^2$ )	拘束距離 (mm)	溶接姿勢	溶接棒 (棒径)
V-1	垂直	SM50A	9	$\sigma_{all} \times 0.5$	400	水平	(4φ) LBM-52
V-2	"	SM50A	9	$\sigma_{all} \times 0.8$	"	"	(4φ) LBM-52
V-3	"	SM50A	30	$\sigma_{all}$	"	"	(4φ) LB-47A
V-4	"	SM58Q	9	$\sigma_{all} \times 0.8$	"	"	(4φ) LB-47A
V-5	"	SM58Q	30	$\sigma_{all}$	"	"	(4φ) LB-47A
P-1	平行	SM50A	9	$\sigma_{all} \times 0.8$	"	"	(4φ) LBM-52
P-2	"	SM50A	30	$\sigma_{all}$	"	"	(4φ) LB-47A
P-3	"	SM58Q	9	$\sigma_{all} \times 0.8$	"	"	(4φ) LB-47A
P-4	"	SM58Q	30	$\sigma_{all}$	"	"	(4φ) LB-47A
P-5	"	SM50A	9	$\sigma_{all} \times 0.5$	"	"	(4φ) LBM-52

注)  $\sigma_{all}$  : 各鋼種の許容応力度

### 1-3 振動下での溶接実験

溶接部に及ぼす振動の影響を明らかにするため以下に示す各種の振動溶接実験を実施した。実験で対象とした振動数域、振幅等は、実橋振動測定結果(図-1 参照)に基づき決定し、部材が一体となって振動する場合の溶接実験および部材間に相対的な変位を伴う振動下での溶接実験の2項目について実施した。

#### 1-3-1 部材が一体となって振動する場合

##### (1) 変位効果振動溶接実験

実験で対象とした振動数域は、測定結果に基づき3~300Hzとし、参考値として得られている0.3Hzについても実験を行った。

まず100Hz以下の振動数域については、試験板が面内で垂直方向および面外方向に振動する場合の2条件の実験を行った。試験板の寸法、形状を図-4に示す。垂直方向の実験は、電気油圧式の振動試験装置に試験板を取付け、立向きおよび上向きの各溶接姿勢で行った。また、面外方向の実験は水平振動試験装置を使用して行った。

さらにグループ溶接を板厚  $t_1 = 12mm$  のSM50AおよびSM58Q(試験板図-5)を用いて行い、これから図-6に示す試験片を製作し、引張試験、裏曲げ試験、および衝撃試験を行った。

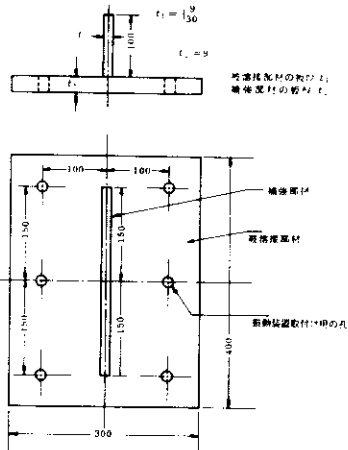


図-4 試験板

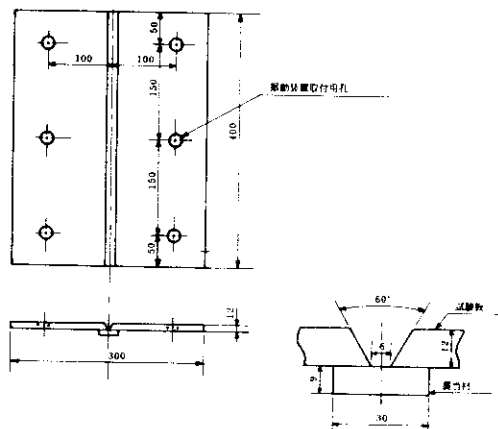


図-5 グループ溶接用試験板

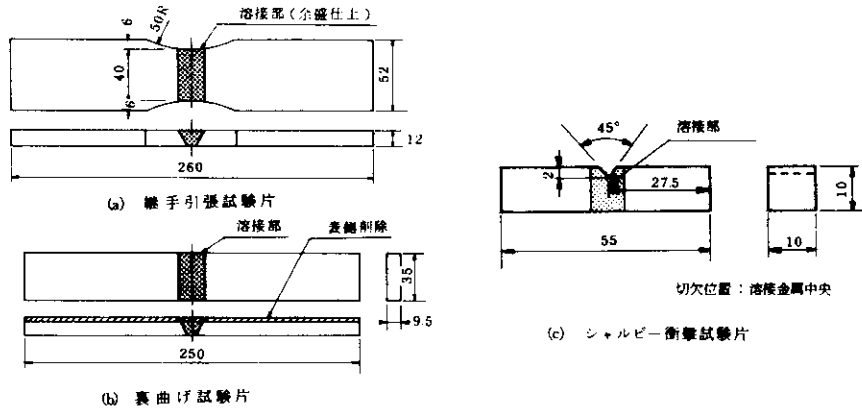


図-6 試験片

100 Hz以上の振動数に対しては、電磁式の音響域振動加振器を用いて実験を行った。

実験に用いた変位両振幅、および加速度を表-4に示す。

また、溶込み不足が発生しやすいが、良好なビード形状が得られる立向き下進法についても、立向き上進法と比較のため実験を行った。

(2) ひずみ速度効果振動溶接実験

実験は、振動に伴うひずみ振幅およびひずみ速度が溶接金属の高温われ等に及ぼす影響を調査す

るものであり、使用した試験板を図-7に、また試験板の溶接部に発生させたひずみ振幅、平均ひずみ速度を表-5に示す。

(3) 溶接部の評価

溶接部に及ぼす振動の影響は、下記に示す方法により評価した。

- ①ビード外観検査
- ②X線検査および磁粉探傷
- ③溶接部横断面のマクロ、ミクロ組織観察
- ④溶接継手の機械試験

表-4 変位両振幅および加速度

(a) 垂直振動溶接実験

鋼種	SM50A				SM58Q
	0.3	3	30	90	3
振動数 (Hz)	立向上進 $t_1 = 9 \text{ mm}$				
溶接姿勢・板厚	Vs	0.65 {0.024}	0.020 {0.073}	/	0.64 {0.023}
	5 Vs	3.0 {0.109}	0.097 {0.352}	/	3.1 {0.112}
	10 Vs	9.8 {0.0080}	6.0 {0.218}	0.21 {0.761}	0.024 {0.783}
溶接姿勢・板厚	上向き $t_1 = 30 \text{ mm}$				
溶接姿勢・板厚	Vs	0.58 {0.021}	/	/	0.60 {0.022}
	5 Vs	2.9 {0.105}	/	/	3.1 {0.112}
	10 Vs	5.7 {0.207}	/	/	5.9 {0.214}
溶接姿勢・板厚	立向下進 $t_1 = 9 \text{ mm}$				
溶接姿勢・板厚	Vs	0.64 {0.023}	0.020 {0.073}	/	/
	5 Vs	2.9 {0.105}	/	/	/
	10 Vs	5.9 {0.214}	0.182 {0.660}	/	/

注) Vs: 実橋の振動変位の測定結果に基づき決定した変位両振幅の基準値

(b) 面外振動溶接実験 (100 Hz 以下)

鋼種		SM50A				SM58Q
振動数 (Hz)		0.3	3	30	90	3
溶接姿勢・板厚		立向上進 $t_1 = 9 \text{ mm}$				
変位両振幅 (mm) 加速度 (G)	$V_s$	/	0.52 {0.019}	0.028 {0.102}	/	0.46 {0.017}
	5Vs	/	2.0 {0.073}	0.15 {0.533}	/	2.0 {0.073}
	10Vs	9.6 {0.0035}	4.0 {0.145}	0.30 {1.09}	0.017 {0.555}	3.9 {0.141}
溶接姿勢・板厚		上向 $t_1 = 30 \text{ mm}$				
変位両振幅 (mm) 加速度 (G)	$V_s$	/	0.47 {0.017}	/	/	0.41 {0.015}
	5Vs	/	2.0 {0.073}	/	/	2.1 {0.076}
	10Vs	/	3.8 {0.138}	/	/	3.9 {0.141}

注)  $V_s$  : 基準値

(c) 面外振動溶接実験 (100 Hz 以上)

鋼種		SM50A		
溶接姿勢・板厚		立向上進 $t_1 = 5 \text{ mm}$		
振動数 (Hz)		150	250	300
変位両振幅 (mm) 加速度 (G)	$V_s$	/	/	0.00145 {0.5257}
	5Vs	/	0.0047 {1.188}	/
	10Vs	0.0174 {1.577}	/	/

注)  $V_s$  : 基準値

(d) グループ継手振動溶接実験

振動形態		垂直振動				面外振動			
溶接姿勢・板厚		立向上進 $t = 12 \text{ mm}$							
鋼種		SM50A			SM58Q	SM50A			SM58Q
振動数 (Hz)		3	30	90	3	3	30	90	3
変位両振幅 (mm)	$V_s$	0.52 {0.019}	0.019 {0.069}	/	0.58 {0.021}	0.43 {0.021}	0.038 {0.138}	/	0.47 {0.017}
	10Vs	6.3 {0.228}	0.019 {0.689}	0.028 {0.914}	6.3 {0.228}	3.9 {0.141}	0.29 {1.05}	0.032 {1.04}	3.7 {0.134}

注)  $V_s$  : 基準値

表-5 溶接部のひずみ片振幅および平均ひずみ速度

試験板の鋼種 板厚		SM50A ( $t_1 = 9 \text{ mm}$ )				SM58Q ( $t_1 = 9 \text{ mm}$ )			
振動数 (Hz)		0.3	3	30	90	0.3	3	30	90
ひずみ片振幅 ( $\mu$ )	基準値 $\epsilon_s$	314 {377}	95 {1134}	18 {2160}	/	383 {460}	133 {1590}	26 {3060}	/
	$2.5 \times \epsilon_s$	/	234 {2802}	30 {3540}	/	/	360 {4314}	38 {4560}	/
ひずみ速度 ( $\mu/\text{sec}$ )	$5 \times \epsilon_s$	1038 {2076}	483 {5796}	48 {5760}	33 {11880}	1418 {1702}	705 {8460}	64 {7680}	30 {10800}
	試験板の鋼種 板厚	SM50A ( $t_1 = 30 \text{ mm}$ )				SM58Q ( $t_1 = 30 \text{ mm}$ )			
ひずみ片振幅 ( $\mu$ )	基準値 $\epsilon_s$	/	99 {1182}	/	/	/	131 {1572}	/	/
	$2.5 \times \epsilon_s$	/	213 {2556}	/	/	/	363 {4350}	/	/
ひずみ速度 ( $\mu/\text{sec}$ )	$5 \times \epsilon_s$	653 {784}	483 {5846}	46 {5520}	17 {6120}	667 {800}	709 {8502}	73 {8700}	23 {8100}

## 1-3-2 部材間に相対変位が生じる場合

実験は、試験板相互に相対変位が生じるように試験板を取付け前面すみ肉継手と側面すみ肉継手の両継手型式について実施した。鋼種はSM50AおよびSM58Qを使用し、振動数は溶接欠陥に最も大きな影響を及ぼす振動数域の代表値として3 Hzとした。溶接は手溶接で実施し、SM50Aに

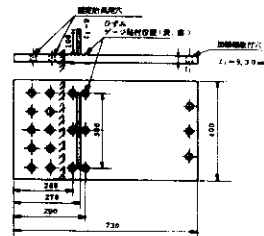


図-7 ひずみ速度効果振動溶接試験板

対しては低水素系溶接棒 (LBM52) を、SM58Q に対しては極低水素系溶接棒 (LBM47A) を用いた。溶接姿勢は、前面すみ肉溶接の場合は立向き、側面すみ肉溶接の場合には水平すみ肉溶接で実施した。溶接後、溶接部のわれの調査を実施し、溶接部のわれと溶接条件、振動変位量との関係を調査した。

## 2. 実験結果および考察

### 2-1 応力作用下での溶接施工性

#### (1) 高温われおよび低温われ

今回の実験では、溶接スタート時のピンホール、ブローホールの発生を除外してわれは全く発見されなかった。

#### (2) 溶接残留応力

各試験板の最大応力 ( $S_y$ ) max、( $S_x$ ) max と残留応力 ( $S_y$ ) RS、( $S_x$ ) RS の分布を荷重軸と垂直に溶接した場合 (Vシリーズ) の代表例を図-8に、荷重軸と平行に溶接した場合 (Pシリーズ) を図-9に示す。各図に示す応力値は、試験板の表裏測定値の平均値である。

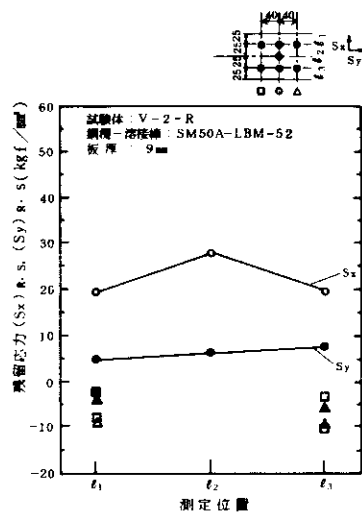
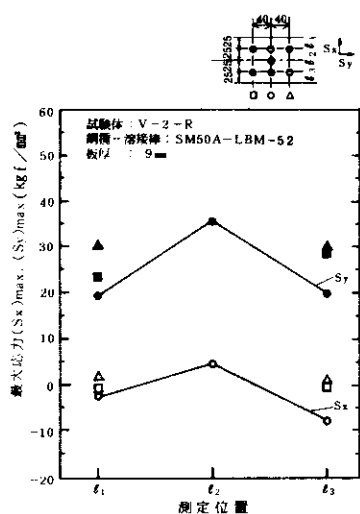


図-8 残留応力測定結果 (Vシリーズ)

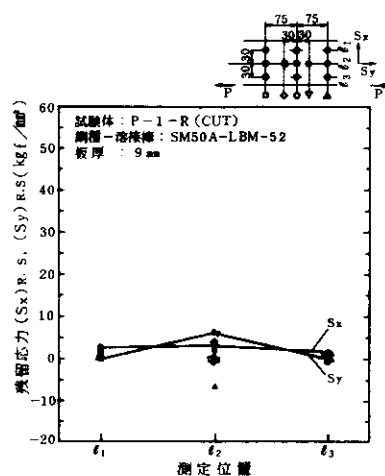
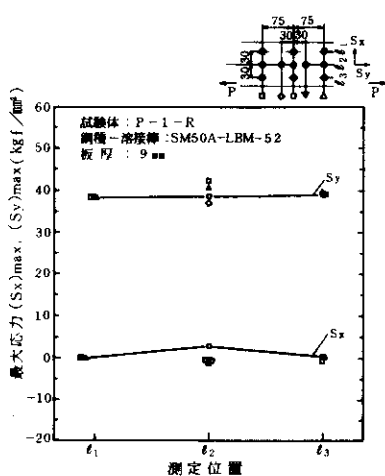


図-9 残留応力測定結果 (Pシリーズ)

最大応力  $(Sy)_{max}$  は、次式の総和を示す。

$$(Sy)_{max} = (Sy)_{TRC} + (Sy)_{RRC} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、 $(Sy)_{TRC}$  ; 荷重一定制御下での応力

$(Sy)_{RRC}$  ; 変位一定制御下での応力

増分 (拘束応力)

最大応力  $(Sy)_{max}$ 、拘束応力  $(Sy)_{RRC}$  と鋼種、板厚との関係を図-10に、溶接残留応力と鋼種、板厚との関係を図-11に示す。

以上の結果より次のことが考察される。

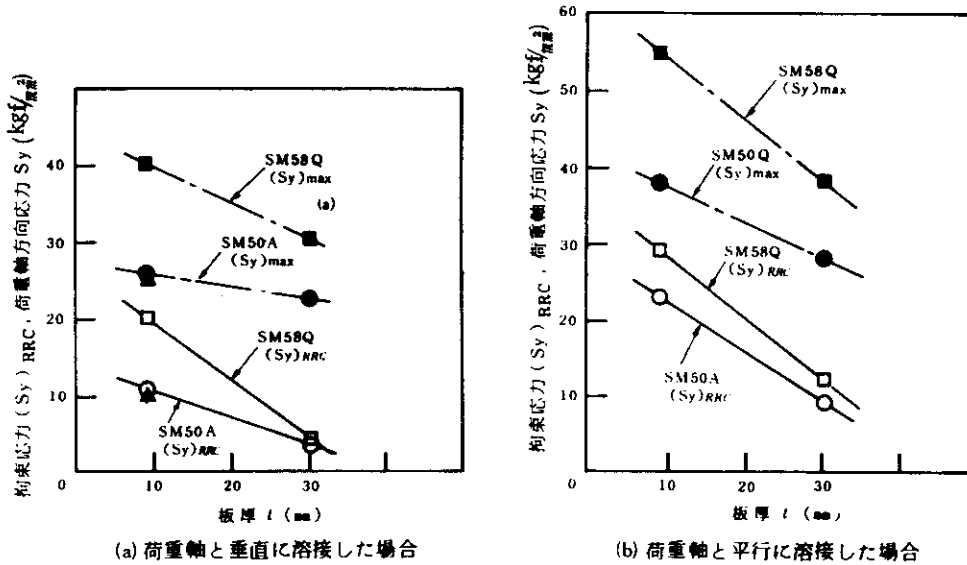


図-10 最大応力  $(Sy)_{max}$ 、拘束応力  $(Sy)_{RRC}$  と鋼種、板厚との関係

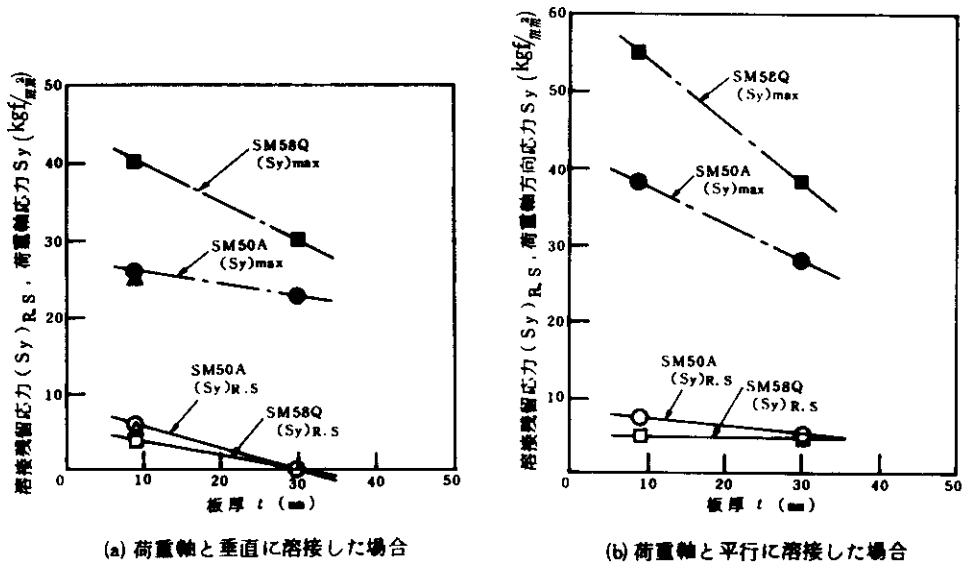


図-11 溶接残留応力  $(Sy)_{RS}$  と鋼種、板厚との関係



① 荷重軸方向応力 ( $S_y$ ) max は、VシリーズおよびPシリーズにかかわらず、それぞれの鋼種の降伏点を越えるような応力値に達している。 $(S_y)$  max は、板厚が厚い場合の方が低下している。これは、表面層にビード溶接しているため、溶接金属の収縮の影響が板厚が厚くなるほど低下することによるものである。

② 拘束応力 ( $S_y$ ) RRC は、Vシリーズでは板厚9mm、SM50Aで  $10 \text{ kgf}/\text{mm}^2$ 、SM58Qで  $20 \text{ kgf}/\text{mm}^2$  になり、部材に作用する応力は大きく上昇する。板厚30mmでは、板厚効果により ( $S_y$ ) RRC は  $4 \text{ kgf}/\text{mm}^2$  程度の低い値になっている。一方Pシリーズでは、( $S_y$ ) RRC に及ぼす鋼種、板厚の影響はVシリーズとほぼ同一であるが、その応力レベルはVシリーズよりも高い。

③ 溶接残留応力について、Vシリーズでは溶接線方向応力は荷重軸と垂直方向 ( $S_x$ ) RS でありその値は、降伏点程度の値を示している。これに対して、Vシリーズでの溶接線と垂直方向応力 ( $S_y$ ) RS は、 $5 \text{ kgf}/\text{mm}^2$  程度の低い値を示している。このような応力値の傾向は、通常の無拘束平板の溶接部に発生する残留応力値とほぼ同一である。

一方、Pシリーズでは溶接線方向応力は、 $8 \text{ kgf}/\text{mm}^2$  程度の値でVシリーズの溶接線方向応力に比べて極めて低い値を示した。この原因としては、変位拘束時の最大応力 ( $S_y$ ) max は SM50A、SM58Qともに降伏点以上の値であり、この応力下で溶接部の荷重軸方向に大きな引張り塑性変形が生じ、これによって溶接線方向と荷重軸方向とが一致するPシリーズでは、溶接線方向の残留応力が著しく緩和されたものと考えられる。

## 2-2 振動下での溶接施工性

### 2-2-1 部材が一体となって振動する場合

#### (1) 変位効果

立向き上進溶接における垂直振動と面外振動の各振動でのビード外観検査結果の一例を図-12に示す。ここで、基準値として示している黒ぬりは、

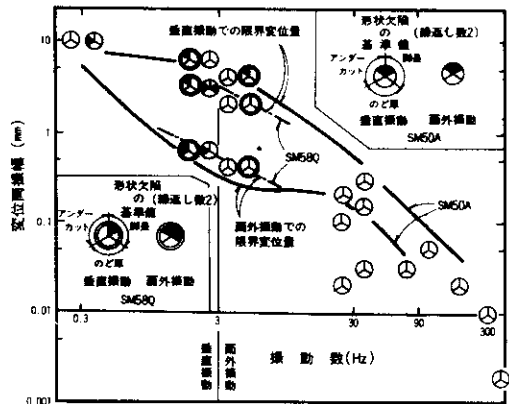


図-12 ビード外観検査結果

1本の溶接線 ( $0 \sim 60^\circ$  の範囲) 上に道路橋示方書の規定を越える部分がある場合を示しており、従って越えてない場合は白色のままである。また、図中における結果の表示は、各振動条件での実験結果から右上および左下に示す各基準値 (振動なし) を差引いたものである。

以上のことから次のことが考察される。

- ① ビード外観の不良、特にアンダーカットが振動数3Hzにおいて多く発生している。これは、作業者の運棒動作が追従できなくなる振動数域がほぼ3Hz以上であり、また3Hzでの変位量が比較的大きいため、不良が発生しやすくなったものと考えられる。
- ② 垂直方向の振動は、面外振動よりもビード外観に与える影響が大きい。これは、垂直振動と面外振動では作業者の運棒動作に与える影響が若干異なるためと考えられる。

上向き溶接では3Hzでの実験しか実施していないが、結果から次のことが考察される。

- ① 面外振動の場合にアンダーカットの発生が多く認められた。
- ② 変位両振幅の基準値Vsの1倍程度の両振幅でも上向き溶接では振動の影響を受け易い。

立向き下進溶接については垂直振動のみ行ったが、この実験では良好な結果が得られた。これは、下進溶接ではウィービング動作はせずに、溶接棒の先端を被溶接部材に接触させて上から下へストレートに溶接するため、振動の影響を受けにくい

ためと考えられる。

すみ肉溶接部およびグループ溶接部の内部欠陥を JIS Z 3104 により X線検査を実施した。主な欠陥として、ルート部の溶込み不足、融合不良、ブローホールが検出された。

図-13 にすみ肉継手の立向き上進溶接で面外方向および垂直方向の振動を負荷した場合のブローホール発生量の結果を示す。面外振動の場合、振動数 3Hz については、基準値  $V_s$  の 5 倍の変位量があるとブローホールが多量に発生している。0.3、30、90Hz では、 $V_s$  の 10 倍の範囲では発生はほとんどみられない。

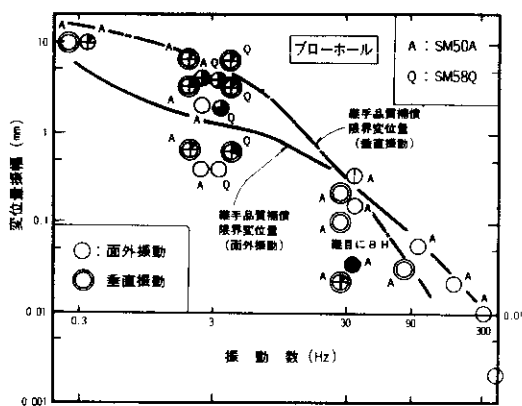


図-13 すみ肉溶接部 X線検査結果

一方、垂直振動の場合では振動数 3Hz において  $V_s$  の 1 倍、5 倍、10 倍のすべての変位についてブローホールの発生が認められる。しかし、量的には少ない。

その他、上向き溶接および立向き下進溶接を実

施したが、いずれもブローホールはみられなかった。

グループ溶接継手の機械試験は先に示した 3 項目について行ったが、結果より次のことが考察される。

- ① 引張強さは、振動の影響で発生した欠陥の影響をほとんど受けない。
  - ② 衝撃試験による吸収エネルギーは、振動量とブローホールとの関係に対応するようである。したがって、吸収エネルギー値は、振動条件、すなわち振動方向、振動量の影響を受ける。
- (2) ひずみ速度効果

全試験のうち SM50A、LBM52、板厚  $t_1 = 9$  mm の試験板で、立向き上進溶接を実施したものに縦われが検出された。振動条件は、振動数 90Hz、ひずみ振幅  $33\mu$ 、平均ひずみ速度  $11830\mu/\text{sec}$  であった。今回の実験のみでは断定できないが、溶接棒 LBM52、立向き上進溶接において平均ひずみ速度が  $10000\mu/\text{sec}$  を越えると高温われの可能性があると考えられる。

### 2-2-2 部材間に相対変位が生じる場合

鋼種 SM50A と LBM52 の組合せでは、前面すみ肉溶接の場合 6 試験板中 5 体にわれが発生したが、側面すみ肉溶接の場合には、全くわれは発生しなかった。一方、SM58Q と LB47A との組合せでは、前面すみ肉溶接と側面すみ肉溶接とで有為な差は認められず、いずれも 6 体中 2 体にわれが発生した。なお、治具剛性の影響は今回の実験では認められなかった。

図-14 に各試験条件および初期変位両振幅と溶

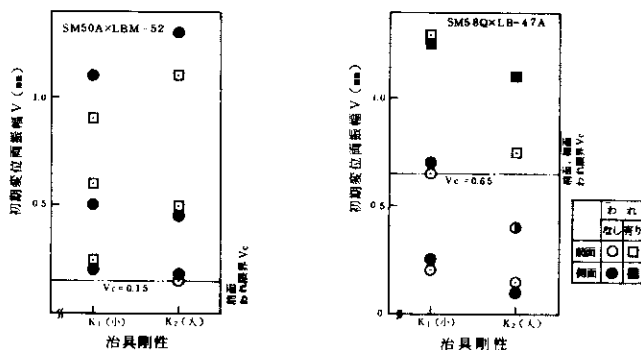


図-14 初期変位両振幅とわれの有無

接部のわれ発生の有無との関係を示す。

### 3. ま と め

今回実施した実験の範囲において得られた成果をまとめると以下のとおりである。

- ① 応力作用下での溶接において、今回のような制御パターン（溶接中は荷重一定、溶接後は変位一定に制御）で拘束した場合、試験板に作用する応力はその鋼種の降伏点を越えるような大きな値になる。また、溶接残留応力は、上記のような応力下では荷重軸が溶接線方向と一致する場合でも、継手が塑性変形し残留応力が緩和されてSM50A、SM58Qいずれも荷重軸方向応力は $8\text{kgf}/\text{mm}^2$ の低い値であった。
- ② 部材が一体となり振動している場合、腹板のすみ肉溶接を対象とすると立向き上進溶接では、垂直振動、面外振動いずれにおいてもビード形状、特にアンダーカットが影響を受け、実橋の振動変位両振幅の基準値 $V_s$ の1倍程度でも欠陥の基準値以上の深さのアンダーカットが認められる。ブローホールは、 $V_s$ の5倍程度以内であれば継手品質を損うほど発生しない。従って、溶接ビード外観検査およびそれに基づく手直しが確実に実施されるのであれば、次のことが考えられる。
  - ① SM50AではLBM52との組合せ（板厚25mm以下）において、 $5V_s$ （実橋の振動変位両振幅の基準値 $V_s$ の5倍）以下の範囲であれば通常の溶接施工が可能であると考えられる。
  - ② SM50A、板厚25mm以上およびSM58Qでは、予熱しないで施工することを想定する場合、極低水素系低強度の溶接棒を使用することにより、耐われ性も良好である。そして、振動がある場合に対してもビード外観検査、手直しを行うことを前提とすれば、 $5V_s$ 程度までは溶接施工が可能であると考えられる。
- ③ 立向き下進溶接では、垂直振動に対しては10 $V_s$ の振動量でもビード外観、ブローホールのいずれも極めて良好な結果を示した。垂直振動に対して立向き下進溶接は、施工性の良好な溶

接方法といえる。

- ④ SM50A、振動数90Hzで平均ひずみ速度が $10000\mu/\text{sec}$ を越えるような振動ひずみが生じている試験板の溶接部に、高温われらしきものが検出された。このような高い振動ひずみ速度が生じると想定される部材に対しては、溶接施工は適切でないと考えられる。
- ⑤ 相対的変位をともなう振動下での溶接では、重ねすみ肉継手に3Hzの相対変位をともなう振動を与えた場合、SM50AとLBM52の組合せでは前面すみ肉溶接のわれ限界変位両振幅は、 $V_c \doteq 0.1\text{mm}$ 程度であったが、側面すみ肉溶接ではわれは生じなかった。SM58QとLB47Aとの組合せでは、いずれも $V_c \doteq 0.6\text{mm}$ であった。

相対的変位をともなう振動下で重ねすみ肉溶接を行う場合、まず側面すみ肉溶接を先行することが適切であると考えられる。

今後、補修における現場溶接を検討する場合、今回実施した実験の成果のみならず、溶接継手形状、圧縮応力作用下、あるいは、作業時の足場の振動等、より多くのデータの蓄積が必要であると考ええる。

### あとがき

この実験は、昭和53年度より3ケ年にわたり実施したものである。末筆ながら実験の計画、実施、解析等本研究にたずさわった関係者各位に深く感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 溶接施工性に関する検討業務報告書(その1)  
阪神高速道路公団 昭和54年3月
- 2) 溶接施工性に関する検討業務報告書(その2)  
阪神高速道路公団 昭和55年3月
- 3) 溶接施工性に関する検討業務報告書(その3)  
阪神高速道路公団 昭和56年3月
- 4) 溶接施工性に関する検討業務概要書  
阪神高速道路公団 昭和57年3月