

# 橋脚の耐震補強工事溶接用機器, 溶接材料について

## Welding Equipment and Consumables for Reinforced Welding of Pier

西尾洋一/Yoichi Nishio・住金溶接工業㈱ 機器部 参事

中村雅敏/Masatoshi Nakamura・住金溶接工業㈱ 機器部 部長

### 要 約

阪神大震災で高速道路の橋脚が倒壊した教訓から、鉄筋コンクリート製橋脚の耐震補強工事が各地で実施されています。当社としてもこのような耐震補強工事の鋼板巻溶接の品質向上、溶接能率向上を目的として、新たに溶接材料を開発するとともに、溶接機器も開発し、実用に供している。

### Synopsis

In the Hanshin earthquake, many concrete piers were damaged and some of them were destroyed, bringing a major demand for reinforcement welding. Therefore, to improve the quality and efficiency of reinforcement welding, we have developed a new type of flux cored wire and new welding equipment.

## 1. はじめに

阪神大震災で高速道路の橋脚が倒壊した教訓から鉄筋コンクリート製橋脚の耐震補強工事が道路橋をはじめ鉄道橋までも各地で開始されています。本資料はそのような橋脚の耐震補強工事の鋼板巻溶接の品質向上、溶接能率向上の一助となるべく作成したものです。

## 2. 工事概要

### (1)全体概要

現在既に開始されたり計画が発表されている補強工事は下表のようになっています。(溶接新報より抜粋)

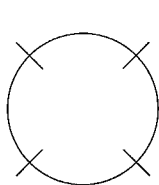
発注事業者		対象補強工事 基数 (基)	年度別発注基数 (基)			参 考 事 項
			95年度	96年度	97年度	
道 路 橋 関 連	首都高速道路公団	7 200	2 600	2 600	2 000	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋コンクリート製橋脚を鋼板巻、板厚 9 mm, 12 mm</li> <li>立向、横向 CO<sub>2</sub>自動溶接法かエレガス溶接法を適用</li> <li>鋼板継手は4分割, 8分割, 2分割がある</li> <li>溶材は FCW</li> <li>鋼板は塗装で防食処理</li> </ul>
	名古屋高速道路公団	1 130	250	440	440	
	阪神高速道路公団	4 800	1 400	1 800	1 600	
	福岡北九州道路公団	1 000	200	300	500	
	日本道路公団等	13 770	3 350	3 960	6 460	
	小 計	27 900	7 800	9 100	11 000	
鉄 道 橋 関 連	新 幹 線	東 海 道	7 000	4 000	8 000	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼板巻、板厚 6 mm, 9 mm で 6 mm が中心</li> <li>立向、横向 CO<sub>2</sub>自動溶接法中心に施工</li> <li>道路、鉄道関連とも裏当金 6 mm, 3.2 mm 使用</li> <li>鋼板と鉄筋コンクリートの隙間にエポキシ樹脂かモルタルを注入する</li> </ul>
		山 陽	15 000			
		東北山形上越	3 000			
		小 計	25 000			
	在 来 線	J R 東 日 本	6 000	—	1 000	
		J R 東 海	1 000	—	500	
		J R 西 日 本	1 000	—	500	
		小 計	8 000	—	2 000	
	地 下 鉄, 私 鉄	18 000	8 000	2 000	8 000	
合 計		78 900	19 800	21 100	38 000	

技術報文

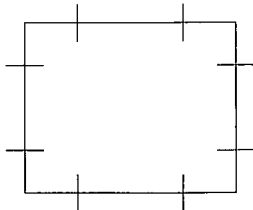
(2)耐震補強工事の概要

本資料で取り上げました耐震補強工事はコンクリート製橋脚に何分割かにされた鋼板を巻き、溶接でつなぎ橋脚

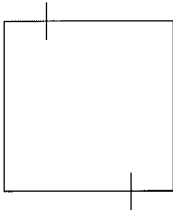
と鋼板との間に樹脂(3～4 mm)あるいはモルタル(40～50 mm)を注入して補強を行なうものであります。分割された鋼板の継ぎ手位置は下図のようになっています。



4 分割(丸柱、道路)



8 分割(角柱、道路)



2 分割(角柱、鉄道)

3. 自動溶接用機器について

当社では耐震補強工事の鋼板巻き溶接用機器として、以下に示します 2 機種を販売しています。詳しくはカタログを参照して下さい。

(1) SY-mini

SY-mini は小型の簡易自動溶接用キャリッジで、以下の特徴があります。

- ・小型軽量(重量 7 kg)で取り扱いが容易です。
- ・オシレート機能を備えていますので立向き溶接等、多層盛溶接も行なうことができます。
- ・半自動溶接機をそのままセットすることができます。
- ・操作が簡単で JIS 基本級(2 F)程度の技量で立向き姿勢の溶接を行なうことができます。
- ・ガイドレールは他の自動溶接機と同じように、溶接線と平行にセットすることが必要です。
- ・溶接条件は半自動溶接機のリモコンで設定します。

(2) SY-ROBO W 3800

SY-ROBO W 3800 は 3 軸直交タイプの溶接ロボットで、溶接条件の記憶とティーチングプレイバック機能を備えており、以下のような特徴があります。

- ・溶接施工条件(電流、電圧、溶接速度、ウィーピング条

件など)は IC カードに記憶させることができますので、その都度設定する必要はありません。

- ・ティーチングプレイバック機能を備えていますのでガイドレールは溶接線と必ずしも平行である必要はありません。したがって長尺の溶接線の場合レールのセットの時間を大幅に短縮することができます。
- ・溶接中はティーチングされた軌跡を自動的に動きますので、オペレーターが常に監視する必要はなく、複数台の運転が可能です。
- ・溶接中にはリアルタイムで溶接施工条件の割り込み、変更ができます。
- ・制御部は小型で溶接電源の横に取付けることができます。
- ・制御ケーブルは最大 60 m まで延長することができます。

4. 鋼板巻き溶接用材料について

鋼板巻き補強溶接においては溶接姿勢は立向き、および横向きがありますが、それぞれの姿勢に応じた溶接材料を第 1 表に示します。第 1 表では立向きおよび横向き姿勢用の溶接材料だけでなく、仮組み時に必要となります仮付け用溶接棒についても示しています。

第 1 表 鋼板巻き溶接用材料

継手	溶 接 材 料 銘 柄	サイズ mm	シールドガス	特 徴
仮付け	◆ TK-L ◆ L-16 D (被覆アーク溶接棒)	3.2 ϕ 4 ϕ	不用	◆ TK-L…立向下進溶接が可能 ◆ L-16 D…立向下進溶接性が極めて良好
縦シーム	◆ AS-1 D ◆ AS-1 V (フラックス入りワイヤ)	1.2 ϕ	CO <sub>2</sub>	◆ AS-1 D…全姿勢溶接での作業性が良好でビード外観も良好 ◆ AS-1 V…◆ AS-1 D にくらべ特に立向溶接での作業性が良好でビード外観も良好
横シーム	◆ AS-1 D ◆ AS-1 V (フラックス入りワイヤ)	1.2 ϕ	CO <sub>2</sub>	◆ AS-1 D…横向き溶接では溶込みが浅い ◆ AS-1 V…◆ AS-1 D と同じ
	◆ SCT (ソリッドワイヤ)	1.2 ϕ	CO <sub>2</sub>	横向き溶接では溶込みが良好

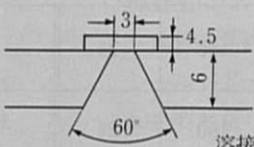
## 5. 溶接能率比較

板厚 6 mm の立向き溶接での溶接能率比較を第 2 表に示します。この表からも分かりますように、溶接を自動化することにより単に溶接能率の向上だけでなく、トータルで見ても有効であることが明らかです。

## 6. 溶接施工条件例

鋼板巻き補強に使用される鋼板の厚さは 6~12 mm が中心であります。しかも溶接姿勢が立向き、横向きであり、溶接施工条件が溶接結果にとって重要な要因となります。第 3 表に板厚、各溶接姿勢での溶接施工条件例を示します。また、断面マクロの 1 例を写真 1、2 に示します。

第 2 表 溶接能率比較

開先形状		 単位 mm 溶接ワイヤ ◆ AS-1 V シールドガス CO <sub>2</sub> 25 ℓ/min 溶接長 10 m		
溶接方法、機器		半自動溶接	SY-mini	SY-ROBO
溶接条件	ワイヤ径(mmφ)	1.2 φ	1.2 φ	1.2 φ
	電流(A)	140	180	180
	電圧(V)	20~22	23~25	23~25
	溶接速度(cm/min)	9	12	12
材料	必要溶着量(g/m)	324	324	324
	溶着効率(%)	90	90	90
	ワイヤ消費量(g/m)	360	360	360
作業時間	溶着速度(g/min)	41	53	53
	アークタイム率(%)	35	45	65
	10 m 当りの溶接時間(%)	250	150	104
	レールセット時間(min)	0	40	10
	トータル作業時間(min)	250	190	114
	能率比	1	1.3	2.2
その他		半自動溶接 : JIS専門級(2 V)の溶接技能者が必要であり、作業がハードなため、交替要員が必要となる。短期間の工事ではメリットがあるが、長期間の工事では人件費がかさむ。 SY-mini : JIS基本級(2 F)の溶接技能者で取り扱うことができる。1人1台持ちとなるためキャリッジの台数だけ人員が必要。半自動溶接より電流を上げることができるので溶接時間は短縮できる。 SY-ROBO : 溶接の経験があまり無くても取り扱うことができる。1人複数台持ちが可能のため作業員が少なくて済む。		

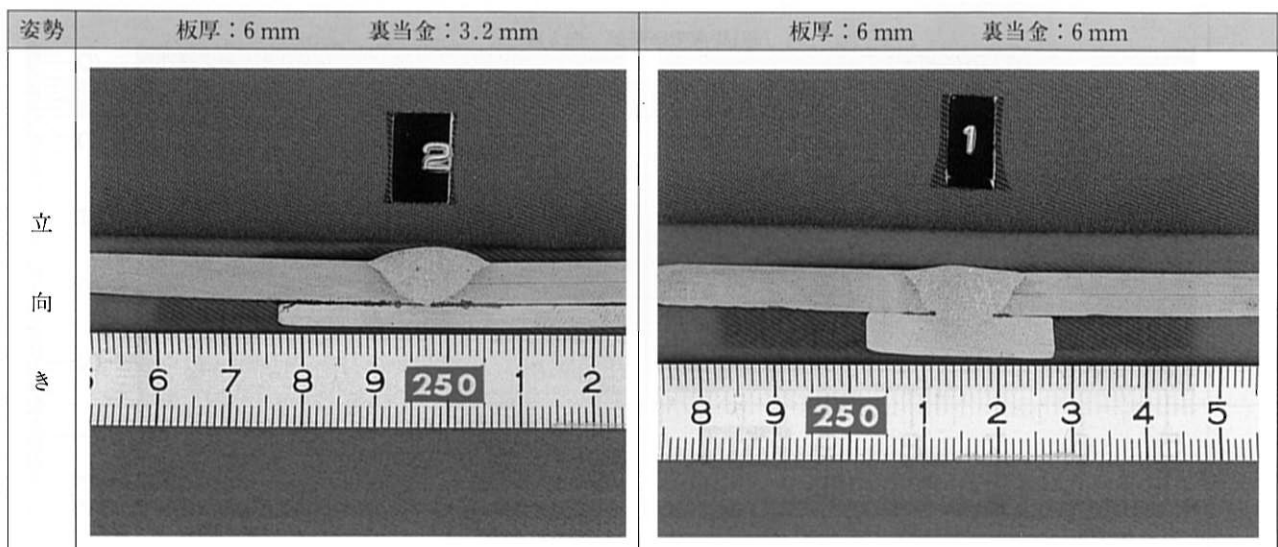
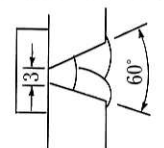


写真1 断面マクロ例

第3表 溶接施工条件例

姿勢	板厚	開先形状	溶 接 条 件				ウィーピング		特 記 事 項
			パス	電流(A)	電圧(V)	速度(cm/min)	幅	停止時間	
立 向 き  上 進 溶 接	6 mm		1	180	24	12	4 mm	0.3 0.3 sec.	1. ルートギャップ 3 mm 以上がベター 2. ルートフェイス ルート部を完全に溶融 するには0がベター 3. 裏当金 電流を上げてルート部 を溶け込ませるため には4.5 mm 以上が望ま しい ただし、3.2 mm の場合 にはルートフェイスを 0 にして、電流を 150 A に下げ裏当金に溶落ち ないように注意する。 また、裏当金の熱変形 を防止するために仮付 けピッチを 200 mm 以 下にすること
	9 mm		1	160	23	11	4 mm	0.3 0.3 sec.	
			2	180	24	13	7 mm	0.3 0.3 sec.	
	12 mm		1	180	24	12	4 mm	0.3 0.3 sec.	
			2	200	24	15	7 mm	0.3 0.3 sec.	
			3	200	24	13	12 mm	0.3 0.3 sec.	
	6 mm		1	190	25	10	10 mm	0.6 0.3 sec.	
横 向 溶 接	6 mm		1	180	24	40	—	—	1. ルートギャップ 3 mm 以上がベター 2. ルートフェイス ルート部を完全に溶融 するには0がベター 3. 開先形状 レ型開先では溶込み不 良が発生し易いためV 開先が望ましい
			2	180	24	38	—	—	
			3	180	24	38	—	—	
	9 mm		1	180	24	40	—	—	
			2	180	24	35	—	—	
			3	180	24	38	—	—	

注-1. ワイヤ : ◆ AS-1 V 1.2 φ

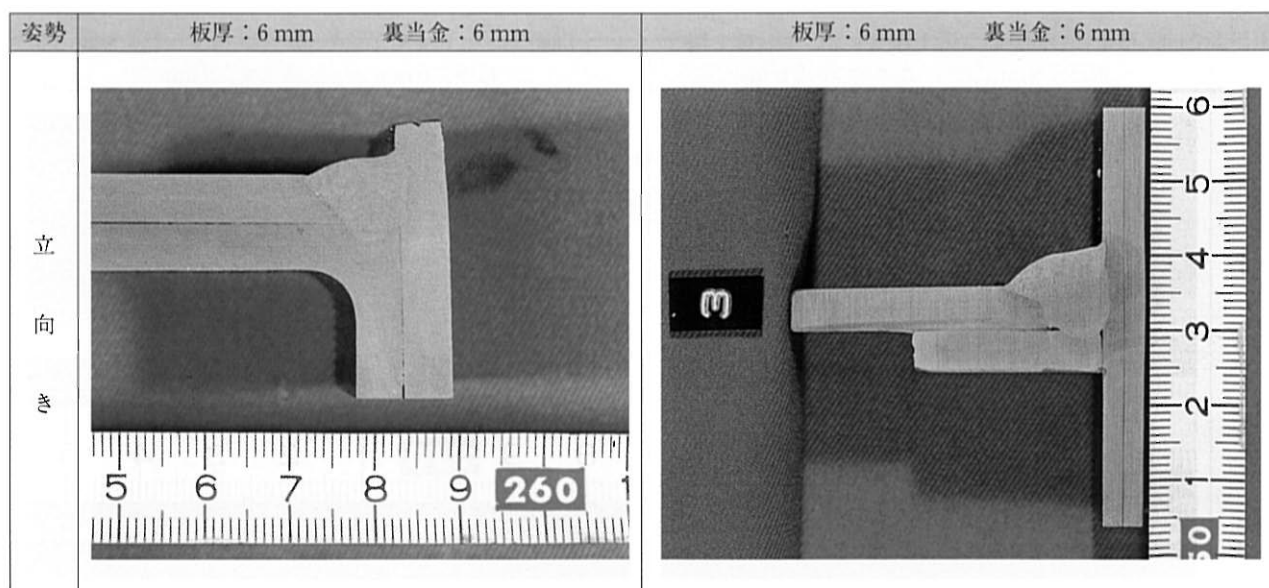
2. シールドガス : CO<sub>2</sub> 100 %

写真2 断面マクロ例

## 7. 溶接施工上の注意事項

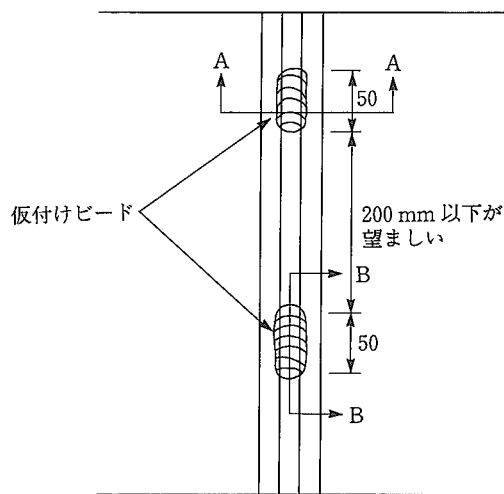
### (1) 仮付要領

今回の鋼板巻き補強工事では、鋼板とコンクリート製脚との間隙が狭いため 3.2 mm の裏当金を使用される場合が多く、しかも開先内で仮付けすることが必要となるため、補強鋼板と裏当金との仮付け方法についても注意が必要です。特に溶接に伴う熱の影響により補強鋼板そのものの变形だけでなく、裏当金についても仮付けのやり方によっては变形し、最悪の場合溶け落ちが発生し、溶接が続行できなくなることがあります。そのため仮付け要領としては、第 1 図に示すような方法をお奨めします。すなわち仮付けビードのピッチを 200 mm 以下とし、更に仮付けビード長さを 50 mm 程度行なうことにより、溶接に伴う变形および補強鋼板と裏当金との隙間が

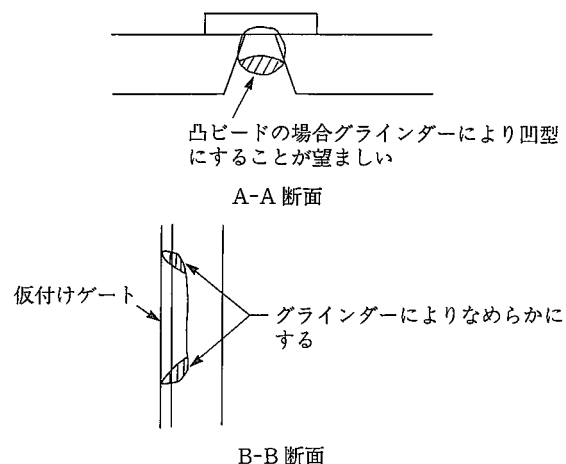
できるのが少なくなり、裏当金が抜け落ちることも少なくなります。また、仮付けビード断面形状を A-A 断面、B-B 断面のようにグラインダー処理を行なうことにより、仮付けビード上を溶接が通過しても溶融金属の垂れ落ちやビードの盛り上がりを防ぐことができます。したがって仮付け溶接に際しては、4 項で示しました被覆アーク溶接棒または半自動溶接で下進溶接を行なうことにより、凸型のビードを防ぐことができます。

### (2) 風養生について

鋼板巻き補強溶接に適用される溶接法は主としてガスシールドアーク溶接法であるため、特に風に対する養生が必要となります。(手溶接、ノンガス溶接については風に対しては強いが、溶接能率、仕上の外観に問題あり)。風に対する養生としては、通常の鉄骨等の現場建て方の場合と同じく防風シートなどを使うことによりある程度



第 1 図 仮付け要領



第 4 表 風速測定結果(例)

測定位置	測定結果 (m/sec.)					
	a	b	c	d	e	f
	1.8/2.0	1.4/1.7	1.3/1.5	2.6/2.8	2.3/2.5	2.2/2.5
	a	b	c	d	e	f
	1.1/1.2	1.0/1.2	1.2/1.6	2.8/3.0	3.0/3.2	2.1/2.3

## 技術報文

効果は上がるが、これに加え二重シールドノズルの使用、または局部的な防風壁(アングル材のようなもの)により更に防風効果は上がります。第4表には風速の測定結果の1例を示します。

### 8. 実施工例

写真3にSY-ROBOを使った脚補強鋼板巻き溶接の実施工例を示します。この例では板厚6 mmの鋼板および裏当金を使用しています。また溶接材料は◆AS-1 V 1.2 φを使用しています。

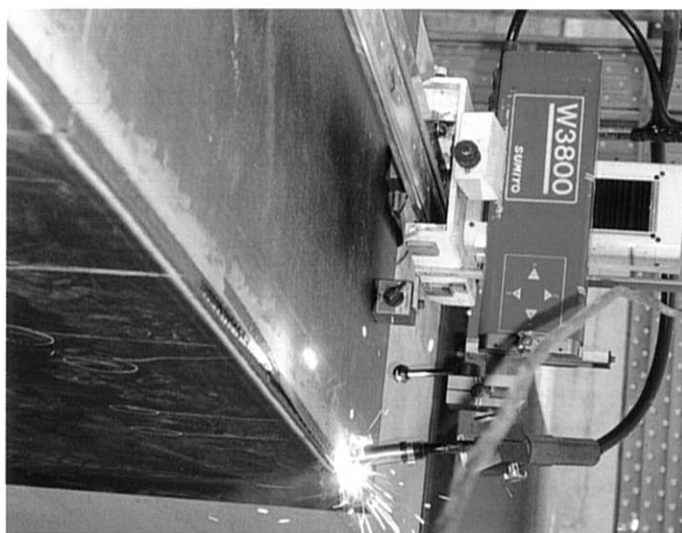


写真3 SY-ROBOによる実施工例



西尾洋一/Yoichi Nishio

住金溶接工業(株) 機器部  
参事

(問合せ先: 06(482)5526)