

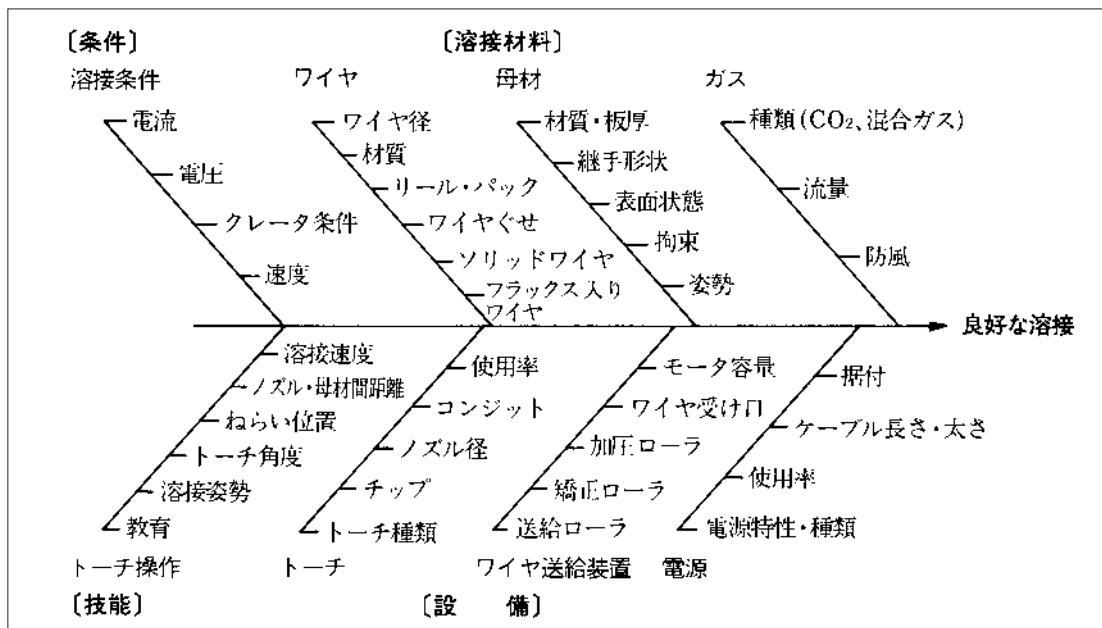
溶接施工

1	溶接施工要因	1
	(1)溶接施工上の諸要因	1
	(2)溶接条件とその影響	1
2	溶接条件の選定	2
	(1)ワイヤ径.....	2
	(2)溶接電流、アーク電圧、溶接速度.....	3
	(3)ワイヤ突出し長さ	4
	(4)ノズル径・ガス流量	5
	(5)溶接姿勢の影響.....	6
	(6)トーチ角度.....	7
	(7)トーチ狙い位置.....	7
3	溶接条件参考表	9
	(1)CO ₂ 溶接.....	9
	(2)MAG溶接	15
	(3)パルスMAG溶接.....	19
4	溶接経費の比較	21
5	アークスポット溶接	22
	(1)アークスポット溶接施工時の注意事項	22
	(2)使用ワイヤ径.....	22
	(3)鋼材の表面状況.....	22
	(4)アークスポットの形状	23
	(5)ノズル形状.....	24
	(6)間隙.....	24
6	硬化肉盛溶接	25
	(1)肉盛溶接の留意事項	25
	(2)肉盛用ワイヤと溶着金属の硬さ	25

1 溶接施工要因

(1) 溶接施工上の諸要因

表5-1



(2) 溶接条件とその影響

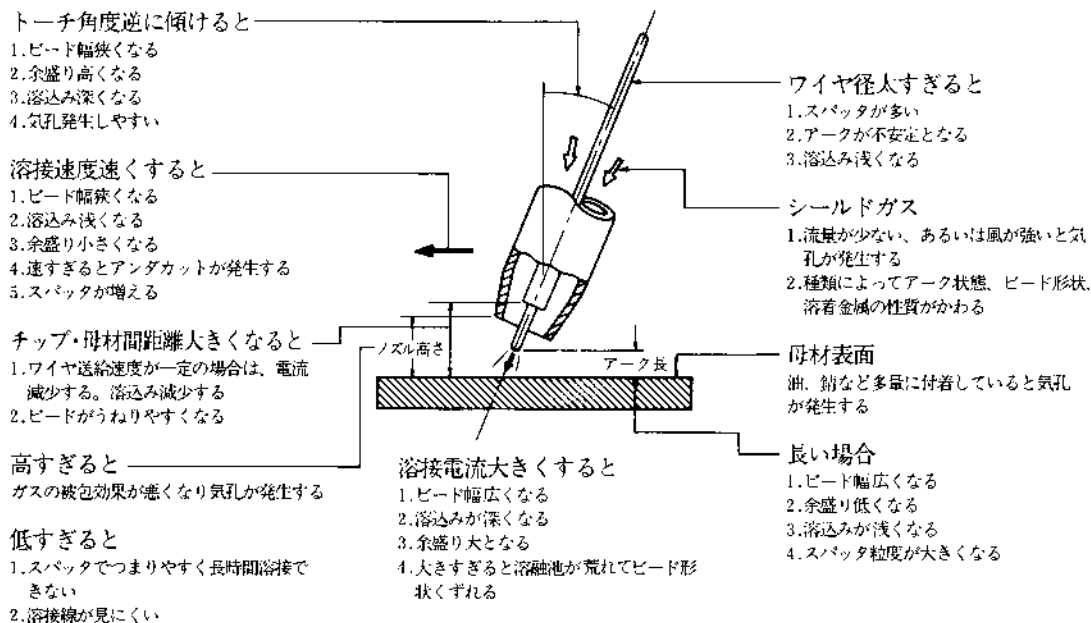


図5-1

2 溶接条件の選定

(1) ワイヤ径

ア. 板厚との関係 (例)

図5・2は一般的なワイヤ径選定の目安を示したもので実際には、さらに溶接姿勢、開先形状、継手の種類、溶接速度、母材の材質などの諸条件を考慮して、使用ワイヤ径を決定すること。

板厚 (mm) ワイヤ径 (mm)	0.6	0.8	1.0	1.2	2.0	1.6	2.3	3.2	4.5	6	8	12	16
1.2	(100~350A) →												
1.4	(250~450A) →												
1.6	(300A以上) →												
(1.8)	(350A以上) →												
2.0	→												

図5・2

イ. 溶接電流とワイヤ溶融速度

ワイヤ溶融速度 (g/min) = 溶着速度 (g/min) × 溶着効率であり、ワイヤ溶融速度はワイヤ突出し長さにより変化する。図5・3、図5・4はその一例を示す。

母材の板厚、継手形状、開先形状が決まれば、それに応じて溶着量を算出できる。

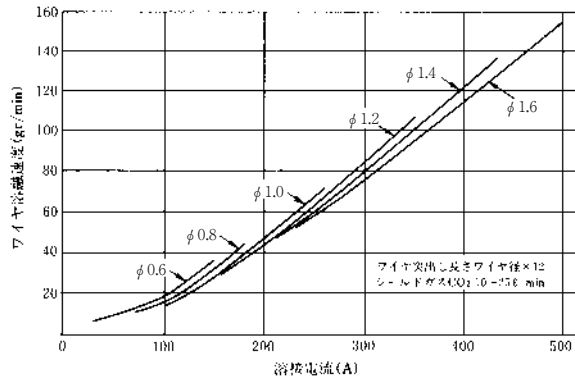


図5・3 溶接電流に対するワイヤ溶融速度

ウ. 適正電流・電圧範囲

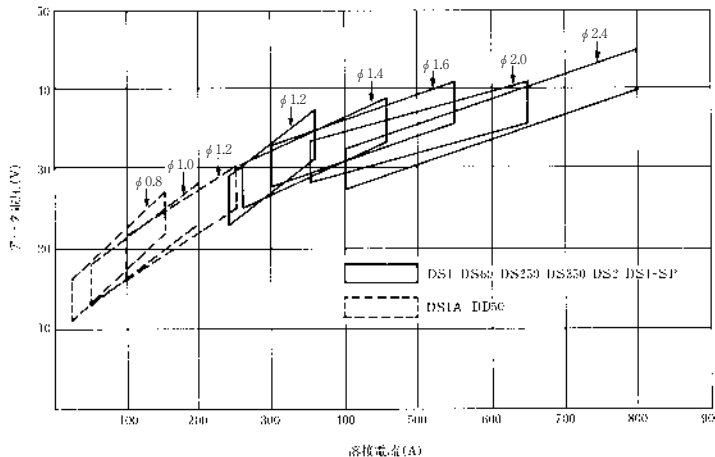


図5・4 ワイヤ径による適正電流・電圧範囲

(2) 溶接電流、アーク電圧、溶接速度

電流が高くなると

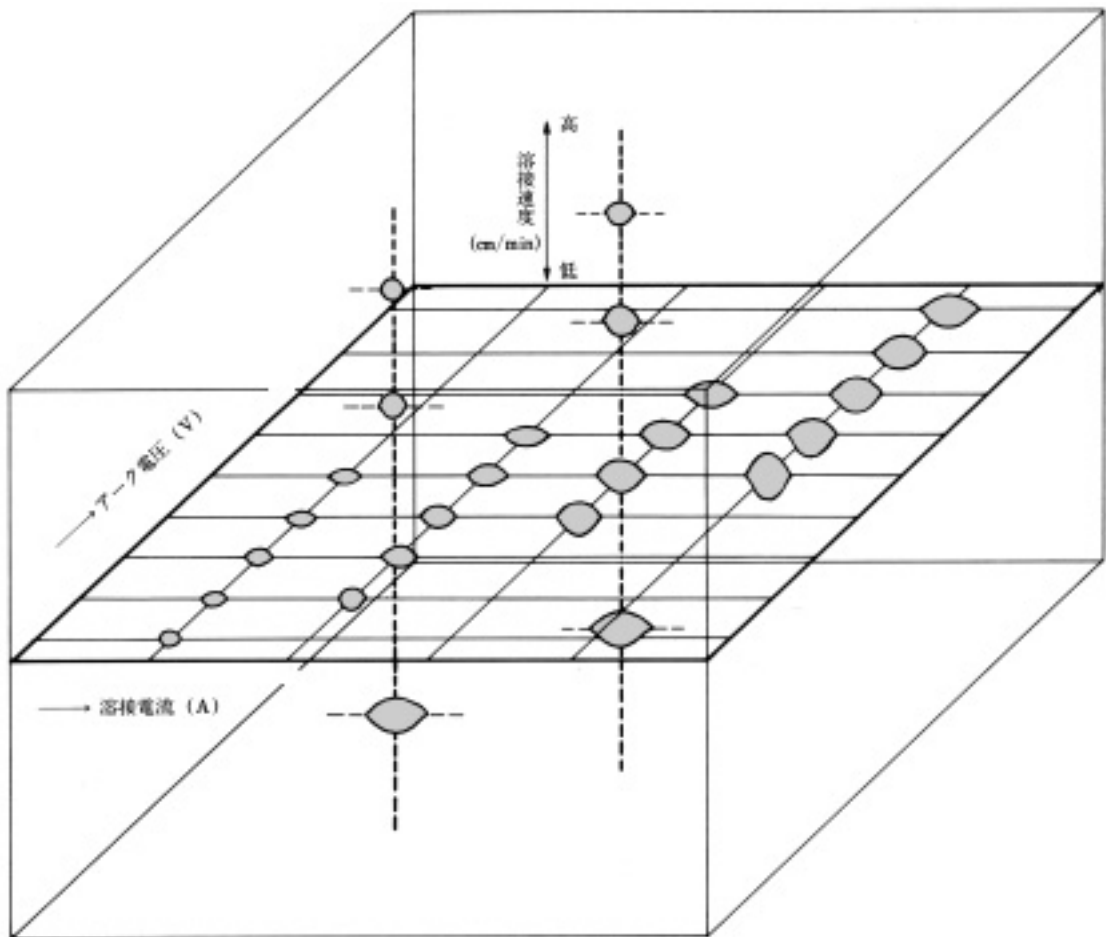
1. ビード幅広くなる
2. 溶込み深くなる
3. 余盛り高くなる
4. スパッタ粒小さく、少なくなる
5. 高すぎると溶融池が荒れてビード形状くずれる

電圧が高くなると

1. ビード幅広くなる
2. 余盛り低くなる
3. パーバンバックを生じやすい
4. 大粒のスパッタが発生しやすい

速度が速くなると

1. ビード幅狭くなる
2. 溶込み浅くなる
3. 余盛り低くなる
4. アンダーカットが発生する
5. ハンピングビードになりやすい
6. スパッタが増える



電流が低くなると

1. ビード幅狭くなる
2. 溶込み浅くなる
3. 余盛り低くなる
4. 同一電圧ではスパッタ粒大きくなる
5. 低すぎるとアーク長が長くなりビード形状くずれる

電圧が低くなると

1. ビード幅狭くなる
2. 余盛り高くなる
3. スパッタが増える
4. アークが不安定になりやすい

速度が遅くなると

1. ビード幅広くなる
2. 溶込み深くなる
3. 余盛り高くなる
4. 溶融池の垂れが生じやすい
5. オーラップ生じやすい

図5・5

(3) ワイヤ突出し長さ

ア. 適正ワイヤ突出し長さ

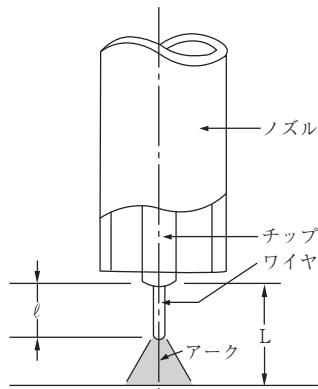


図5・6 ワイヤ突出し長さ l とチップ・母材間距離 L

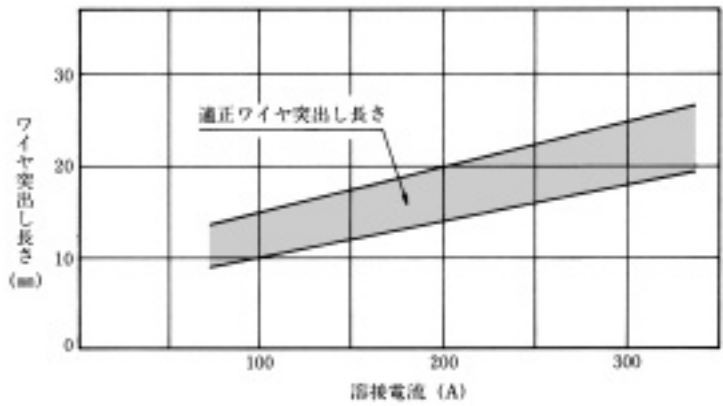


図5・7 溶接電流に対する適正ワイヤ突出し長さ

イ. ワイヤ突出し長さと電流変化

ワイヤ突出し長さ（チップ・母材間距離）は溶接電流、ワイヤ溶融速度に影響を及ぼす。

- ・ワイヤ突出し長さを長くすると同一ワイヤ送給速度において溶接電流は小さくなる。
- ・ワイヤ溶融速度は同一電流においてワイヤ突出し長さを長くすると増加する。

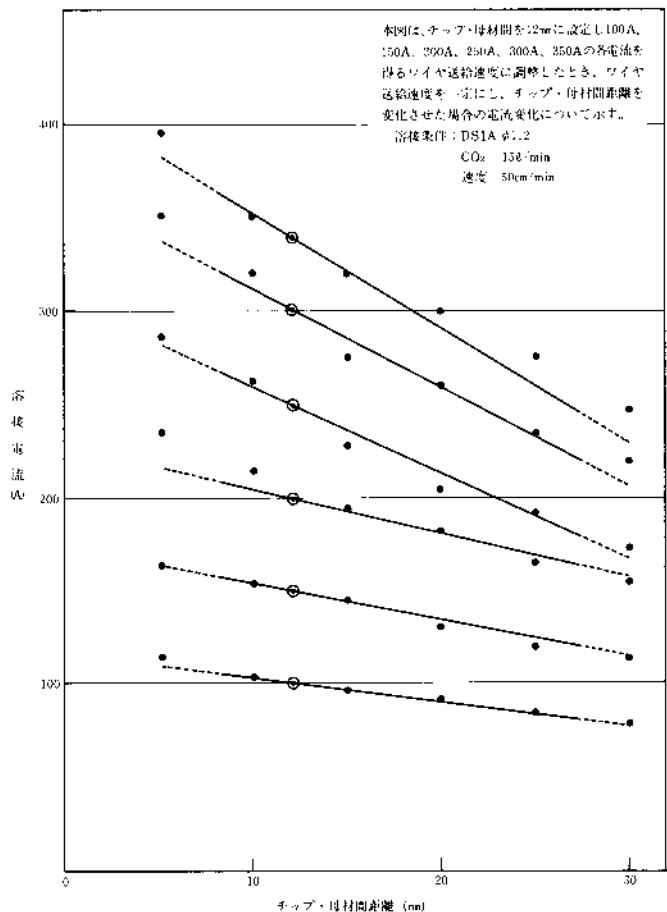


図5・8 チップ・母材間距離と溶接電流

(4) ノズル径・ガス流量

ア. 適正ノズル径・ガス流量

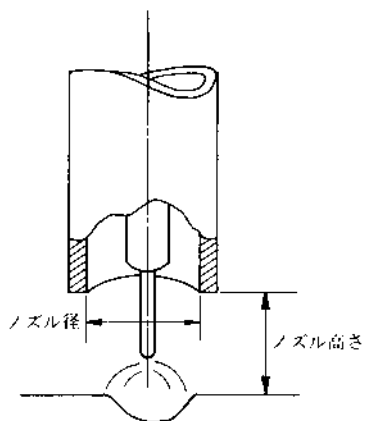
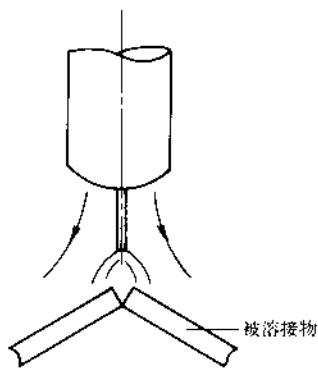


図5・9

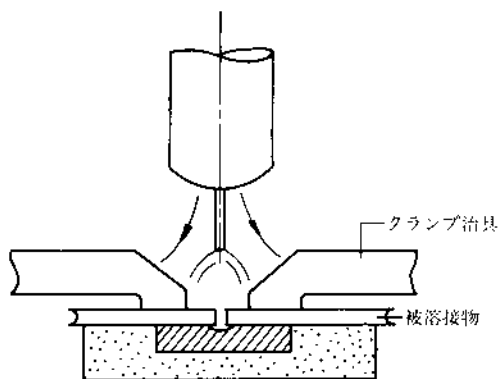
表5・2 適正ノズル径・適正シールドガス流量の目安

電流 (A)	100	200	300	400	500
ノズル径 (mm)					
14	10~20 l/min				
16	15~20				
19	20~25				
22	25~30				
24	25~35				



シールドガスをやや多くする場合

図5・10 (a)



シールドガスをやや少なくする場合

図5・10 (b)

(5) 溶接姿勢の影響

ア. 下進溶接

下進溶接では湯の先行が生じ、いわゆる“ざぶとん”アークになるので、ビード外観・形状は良好であるが、溶込みが浅くなるので注意する必要がある。

●下り坂



図5・11 (a)

イ. 上進溶接

上進溶接では逆に湯が後方に押し上げられ、母材に直接アークしやすいので溶込みは深くなるが余盛高でかつアンダーカットを生ずる傾向となる。

●上り坂

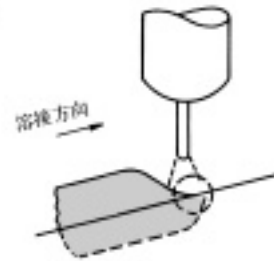


図5・11 (b)

(参考)

円周溶接

円周溶接の場合、トーチねらい位置はオフセット量で表わされ、ねらい位置によってビード形状、溶込み形状が大きく変化するので適正な位置を設定することが望ましい。

下向位置 a に対し c 側では下進姿勢となり、d 側では上進姿勢となる。

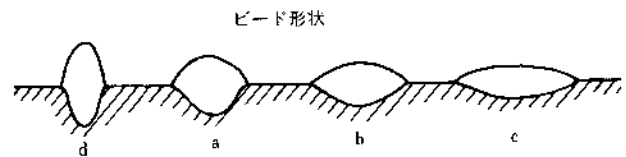
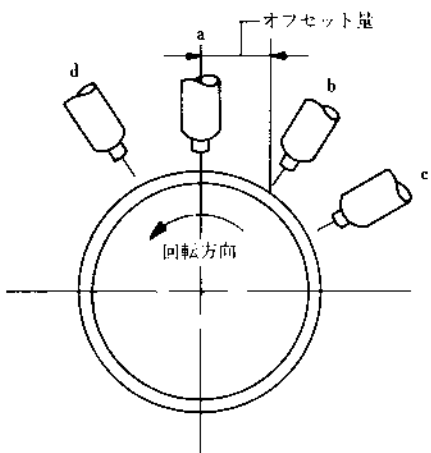


図5・12

(6) トーチ角

前進角（前進溶接）

一般的には、前進角が大きすぎると熔融金属が前方に押され、その上にアークが発生するので溶込みが浅くなる傾向にある。またスパッタ発生量も多くなる。

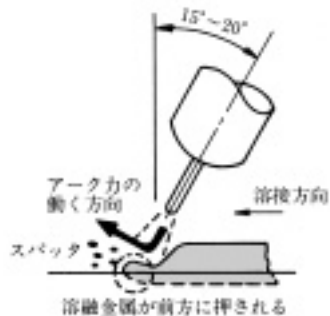


図5・13

後退角（後進溶接）

アーク力により熔融金属が後方へ押し上げられ、母材に直接アークが発生しやすく溶込みが深く余盛高になる傾向にある。開先内溶接など湯の先行を生じやすい場合は、後退角を適用する溶接（後進溶接）が望ましい。

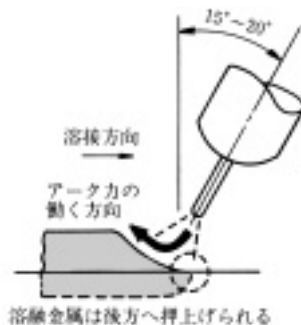


図5・14

(7) トーチ狙い位置

水平すみ肉溶接では垂直板側にアンダーカット、水平板側にオーバーラップを生じ易い傾向にある。250A以上ではワイヤ熔融量も多くアーク力、重力の影響を受け、これらの欠陥を生じ易いのでワイヤ狙い位置を水平板側に1~2mmずらす方が望ましい。

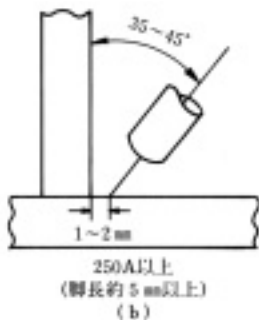
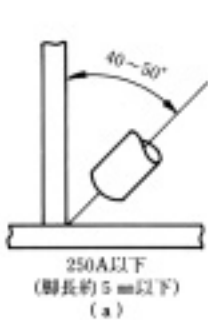


図5・15

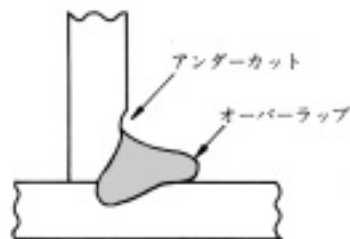


図5・16

参考：溶接条件の設定手順例

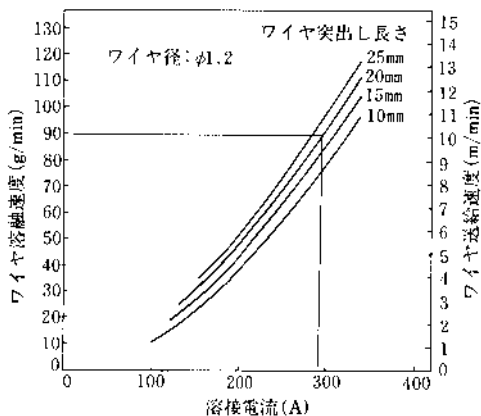
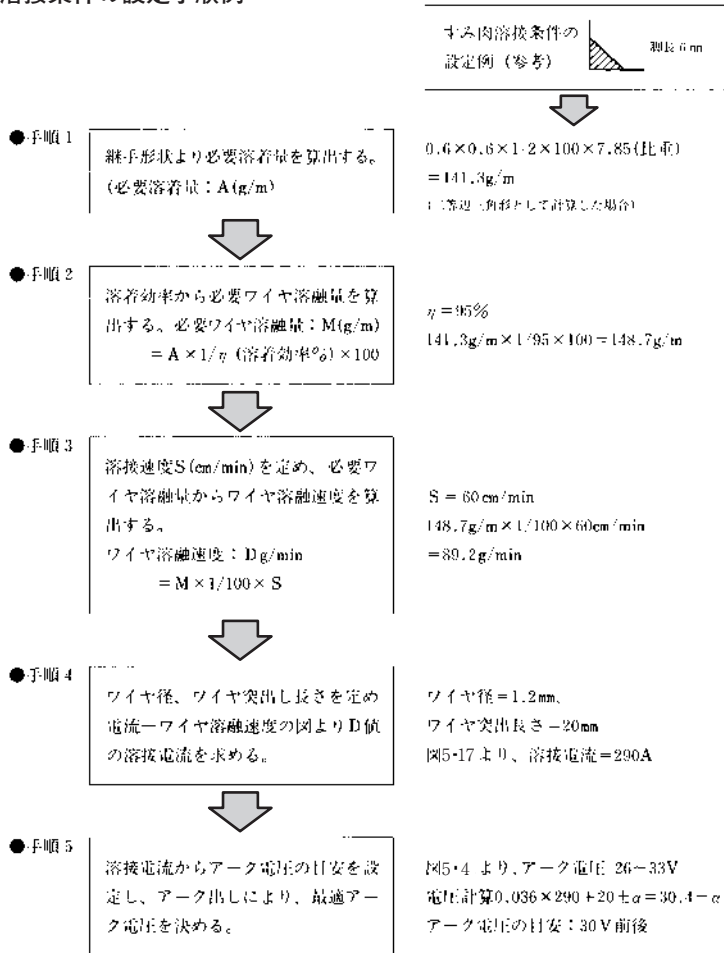


図5-17 ワイヤ溶融速度・ワイヤ送給速度と溶接電流例

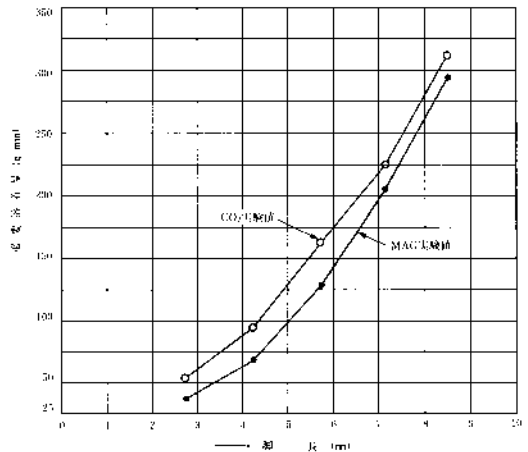


図5-18 水平すみ肉溶接における脚長と必要溶着量

3 溶接条件参考表

(1) CO₂溶接

ア. I形下向突合せ溶接条件（裏当て金なし）

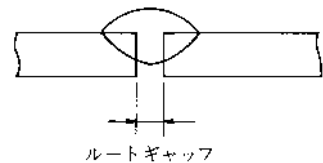


表5・3

板厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	ルート 間 隔 (mm)	電 流 (A)	電 圧 (V)	速 度 (cm/min)	ワイヤ突 出し長さ (mm)	シールドガス流量 (l/min)
6	1.2	0	270~300	27~30	60~70	10~15	20
	1.2	1.2~1.5	200~230	24~25	30~35	10~15	10~15
8	1.2	0~1.2	300~350	30~35	30~40	15~20	20
	1.6	0~1.2	380~420	37~38	40~50	15~20	20
12	1.6	0~1.2	420~480	38~41	50~60	20~25	20

イ. I形下向突合せ溶接条件例（裏当て金あり）

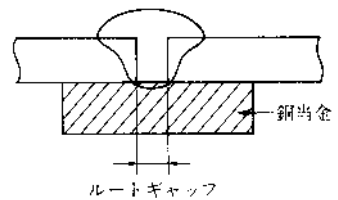


表5・4

板厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	ルート 間 隔 (mm)	電 流 (A)	電 圧 (V)	速 度 (cm/min)	ワイヤ突 出し長さ (mm)	シールドガス流量 (l/min)	銅 当 金
6	1.2	0~0.8	280~330	28~33	35~45	15~20	20	板厚12mm以上 水冷式 溝付 深さ3~4mm 幅 6~8mm
	1.6	0~0.8	380~420	37~38	40~45	15~20	20	
9	1.6	0~0.8	400~450	37~40	35~40	15~20	20	

ウ. V形下向突合せ溶接条件例（裏当て金あり）

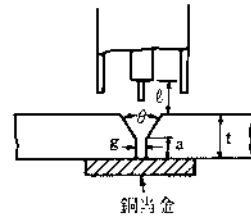


表5・5

板厚 (mm)	継手形状寸法			溶接 順序	ワイヤ径 (mm)	速度 (cm/min)	先端距離 (l mm)	電流 (A)	電圧 (V)	シールドガス流量 (l/min)
	(θ)	(amm)	(gmm)							
10	45	5	1.0	1	1.6	50~60	12	460~500	36~38	25
12	45	5	1.0	1	1.6	35~45	12	490~520	36~38	25
16	45	4	1.0	1	1.6	45~55	10	490~520	36~38	25
				2	1.6	40~50	15	490~520	36~38	25
20	45	4	1.0	1	1.6	40~50	8	400~520	35~36	25
				2	1.6	40~50	10	480~500	36~38	25
				3	1.6	40~50	15	480~500	37~39	25
25	45	3	1.0	1	1.6	40~50	8	500~540	36~38	25
				2	1.6	35~45	10	480~500	36~38	25
				3	1.6	35~45	15	480~500	37~39	25

エ. X形下向突合せ溶接条件例

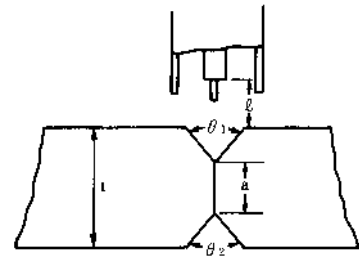


表5・6

板厚 (mm)	開先角度 (θ ₁ , θ ₂ 度)	突合部 (a mm)	ワイヤ径 (mm)	溶接手順	速度 (cm/min)	電流 (A)	電圧 (V)	先端距離 (l mm)	シールドガス流量 (l/min)
16	45	6	1.6	1 (表)	50~60	460~500	36~38	10	25
				2 (裏)	50~60	460~500	36~38	10	25
20	45	6	1.6	1 (表)	50~60	480~500	36~38	8	25
				2 (裏)	50~60	480~500	36~38	8	25
25	45	6	2.0	1 (表)	45~55	500~540	37~40	8	25
				2 (裏)	45~55	500~540	37~40	8	25
32	45	6	2.0	1 (表)	28~32	520~560	37~40	8	25
				2 (裏)	28~32	520~560	37~40	8	25

オ. 下向きすみ肉溶接条件例

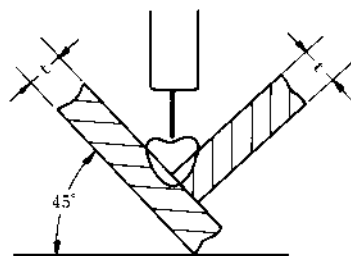


表5・7

板厚 (mm)	脚長 (mm)	ワイヤ径 (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	ワイヤ突出し長さ (mm)	シールドガス流量 (l/min)
6	4~4.5	1.2	300~330	30~35	60~70	15~20	20
	6~7	1.2	300~350	30~35	40~45	15~20	20
	6~7	1.6	380~400	37~38	45~50	15~20	20
8	6	1.2	300~350	30~36	40~45	15~20	20
	8~9	1.6	430~480	38~42	40~45	15~20	20
12	10	1.6	430~480	38~42	30~40	15~20	20
	12~13	1.6	450~480	39~42	25~30	20~25	20

カ. 水平すみ肉一層溶接条件例

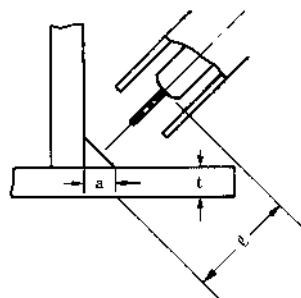


表5・8

板厚 (mm)	脚長 (mm)	ワイヤ突出し長さ (mm)	ワイヤ径 (mm)	速度 (cm/min)	電流 (A)	電圧 (V)	シールドガス流量 (l/min)
3.2	3	12	1.2	120	310~320	30~31	20
4.5	4	12	1.2	120	360~380	33~34	20
6	5	15	1.2	120	420~440	35~37	20
8	6	20	1.6	100	420~440	35~37	20
10	8	20	1.6	60	420~440	35~37	20

キ. 立向下進突合せ溶接条件例

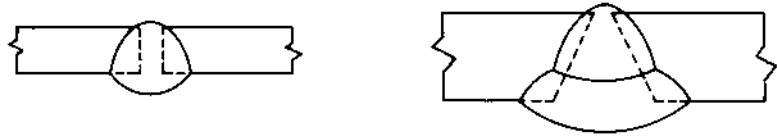


表5・9

板厚 (mm)	開先形状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	ワイヤ突出し長さ (mm)	シールド ガス流量 (l/min)	備考
2		0.9	1	110~120	20~21	50~70	10	15~20	
3		1.0	1	160~170	22~24	40~50	12	15~20	
6		1.0	2	130~140	22~23	30~40	12	15~20	裏波溶接
12		1.0	4~5	130~140 160~170	22~23 22~24	20~40 20~40	12	15~20	

ク. 立向下進すみ肉溶接条件例

表5・10

脚長 (mm)	開先形状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールドガス流量 (l/min)
5		1.2	1	180~220	22~24	40~50	15~20
8		1.2	1	180~220	22~24	25~30	15~20
10		1.2	3	180~220 180~220 180~220	22~24 22~24 22~24	50~70 50~70 50~70	15~20

ケ. 立向上進突合せ溶接条件例

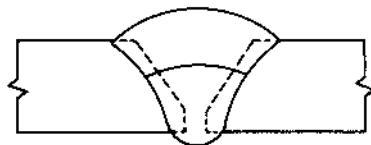


表5-11

板厚 (mm)	開先形状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールドガス流量 (l/min)	備考
6		1.0	1	140~160	20~21	7~12	15	裏波溶接
12		1.0	2	130~140 140~160	19~20 20~21	7~12 5~8	15	

コ. 立向上進すみ肉溶接条件例

表5-12

脚長 (mm)	開先形状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールドガス流量 (l/min)
5		0.9	1	110~140	18~20	10~15	20
8		1.2	1	120~150	19~22	8~12	20
18		1.2	1	120~150	19~22	5~8	20
12		1.2	1	130~180	20~23	3~5	20

サ. 横向溶接条件例

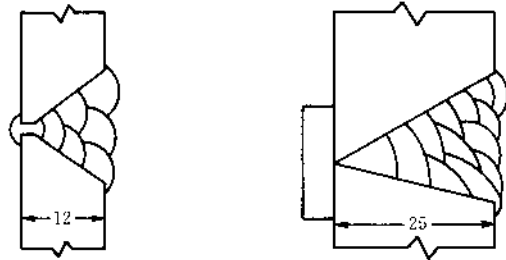
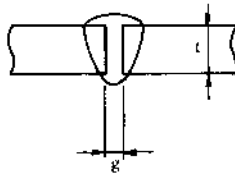
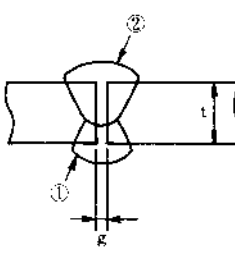


表5・13

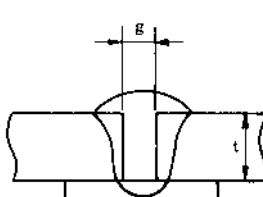
板厚 (mm)	開先形状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールドガス流量 (l/min)	備考
6		1.0	4	1パス 130~140 2~4パス 150~160	19~20 20~21	18~22 15~25	15	裏波溶接
12		1.0	7	1パス 130~140 2~7パス 150~160	19~20 20~21	18~22 15~25	15	
15		1.2	7	1~4パス 240~260 5~7パス 200~240	25~29 24~26	30~40 40~50	20	
25		1.6	13	1~10パス 280~310 11~13パス 260~300	27~32 26~30	35~45 40~50	20	

(2) MAG溶接

ア. I形突合せ溶接条件例（裏当て金なし） 表5-14

板厚 (mm)	ルート ギャップ g(mm)	ワイヤ径 (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールド ガス流量 (l/min)	パス数		開先形状
0.8	0	0.6~0.8	30~40	15	40~50	10~15	1		
1.0	0	0.8~0.9	50~60	15	35~50	10~15	1		
1.2	0	0.8~0.9	60~70	15~16	35~50	15	1		
1.6	0	0.9~1.2	100~110	16~17	40~60	15	1		
2.0	0.8	1.0~1.2	100~120	16~18	50~60	15	1		
2.3	0.8~1.2	1.0~1.2	110~130	17~19	50~60	15	1		
3.2	1.0~1.5	1.2	120~140	17~19	30~40	15	1		
4.5	0.5	1.2	150~160	17~19	40~50	15	①	1	
			160~160	18~20	50~60	15	②	1	
6.0	1.0	1.2	220~230	21~23	40~50	15~20	①	1	
			230~250	22~25	50~60	15~20	②	1	
9.0	1.0	1.2	230~250	23~26	40~50	20	①	1	
			270~290	27~30	50~60	20	②	1	

イ. I形突合せ溶接条件例（裏当て金あり） 表5-15

板厚 (mm)	ルート ギャップ g(mm)	ワイヤ径 (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールド ガス流量 (l/min)	パス数		開先形状
2.3	1.2	1.2	130~140	17~19	50~60	15	1		
3.2	1.5	1.2	160~180	18~20	60~70	15~20	1		
4.5	2.0	1.2	210~230	21~23	60~70	20	1		
6.0	2.0	1.2	240~260	24~26	50~60	20	1		

ウ. V.X形突合せ溶接条件例 表5・16

板厚 t(mm)	ルート ギャップ g(mm)	ルート面 h(mm)	ワイヤ径 (mm φ)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールドガス (ℓ/min)	パス数		開先形状
								表	裏	
12	0~0.5	4~6	1.2	300~350	30~33	30~40	20~25	表	2	
				300~350	30~33	45~50	20~25	裏*		
			1.6	380~420	34~37	40~50	20~25	表	2	
				380~420	34~37	50~55	20~25	裏*		
16	0~0.5	4~6	1.2	320~350	31~33	25~30	20~25	表	2	
				320~350	31~33	30~35	20~25	裏*		
			1.6	390~420	34~37	30~35	20~25	表	2	
				390~420	34~37	35~40	20~25	裏*		
16	0	4~6	1.2	300~350	30~33	30~35	20~25	表	2	
				300~350	30~33	30~35	20~25	裏		
			1.6	380~420	34~37	35~40	20~25	表	2	
				380~420	34~37	35~40	20~25	裏		
19	0	4~6	1.6	400~450	34~38	25~30	20~25	表	2	
				400~450	34~38	25~30	20~25	裏		
			1.6	400~420	34~37	45~50	20~25	1	表・裏 4	
				400~420	34~37	35~40	20~25	2		

*裏ハツリ有り

工. 水平すみ肉溶接条件例 表5・17

板厚 (mm)	脚長 l (mm)	ワイヤ径 (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールド ガス流量 (l /min)	パス数	継手形状
2.3	3.0~3.5	1.0 1.2	110~130	16~18	35~45	15~20	1	
3.2	3.5~4.0	1.0 1.2	130~150	17~19	35~45	15~20	1	
4.5	4.5~5.0	1.2	200~250	21~24	45~55	20	1	
6	5.0~6.0	1.2	270~300	27~30	45~50	20	1	
9	6.0~7.0	1.2	280~320	27~31	40~50	20	1	
		1.6	360~400	32~36	45~55	20~25	1	
12	7.0~8.0	1.2	300~350	30~34	30~35	20~25	1	
		1.6	380~410	33~37	40~50	20~25	1	

オ. 下向すみ肉溶接条件例 表5・18

板厚 (mm)	脚長 l (mm)	ワイヤ径 (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールド ガス流量 (l /min)	パス数	継手形状
2.3	3.0~3.5	1.0 1.2	120~140	17~19	40~50	15~20	1	
3.2	3.5~4.0	1.0 1.2	140~170	18~20	45~55	15~20	1	
4.5	4.5~5.0	1.2	200~250	21~24	45~55	20	1	
6	5.0~6.0	1.2	270~300	26~30	40~50	20	1	
9	6.0~8.0	1.2	300~350	30~34	40~50	20~25	1	
		1.6	360~400	32~36	45~60	20~25	1	
12	10.0~12.0	1.2	320~350	31~34	25~35	20~25	1	
		1.6	400~430	35~38	25~40	20~25	1	

カ. 重ねすみ肉溶接条件例 表5・19

板厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールド ガス流量 (l/min)	狙い位置	パス数	継手形状
1.2	0.8~1.0	80~100	16~17	50~60	10~15	A	1	
1.6	0.9~1.2	100~120	17~19	50~60	10~15	A	1	
2.0	1.0~1.2	100~130	17~20	50~60	15~20	AまたはB	1	
2.3	1.0~1.2	120~140	17~20	45~55	15~20	B	1	
3.2	1.2	130~160	17~20	45~55	15~20	B	1	
4.5	1.2	150~200	18~20	45~55	20	B	1	

キ. 立向すみ肉下進溶接例 表5・20

板厚 (mm)	脚長 <i>l</i> (mm)	ワイヤ径 (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールド ガス流量 (l/min)	パス数	継手形状
1.2	1.5~2.0	0.8~1.0	60~90	16~17	50~65	10~15	1	
1.6	2.0~3.0	1.0~1.2	90~120	16~17	50~65	10~15	1	
2.3	3.0~4.0	1.0~1.2	110~140	17~18	50~65	15~20	1	
3.2	4.0~5.0	1.2	130~160	17~19	50~65	15~20	1	
4.5	5.0~6.0	1.2	150~180	18~20	50~60	20	1	
6.0	6.0~7.0	1.2	170~200	18~21	50~60	20	1	

ク. 立向すみ肉上進溶接例 表5・21

板厚 (mm)	脚長 <i>l</i> (mm)	ワイヤ径 (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールド ガス流量 (l/min)	パス数	継手形状
9.0	7.0~8.0	1.2	130~150	17~20	5~15	15~20	1	
12.0	10~12	1.2	140~160	17~20	5~15	20	1	

(3) パルスMAG溶接

ア. 下向突合せ,両面溶接 表5・22

板厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールドガス流量 (l/min)	開先形状
6.0	1.2	①	160~180	25~27	25~35	20	
		②	170~190	26~28	25~35	20	
9.0	1.2	①	260~280	29~31	25~35	20	
		②	280~300	30~32	25~35	20	
12.0	1.2	1	270~290	30~32	35~45	20	
		2	320~340	33~35	35~45	20~25	
19.0	1.2	表1. 2	290~310	31~33	40~50	20	
		裏1	330~350	33~35	40~50	20~25	
		裏2	270~290	30~32	40~50	20	

イ. 下向突合せ片面溶接 表5・23

板厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールドガス流量 (l/min)	開先形状
3.2	1.2	1	130~150	24~25	45~55	15~20	
6.0	1.2	1	120~140	23~24	20~30	15~20	
		2	140~160	25~27	20~30	20	
12.0	1.2	1	180~190	24~25	20~25	20	
		2	200~210	26~27	20~30	20	
		3	200~210	26~27	20~30	20	

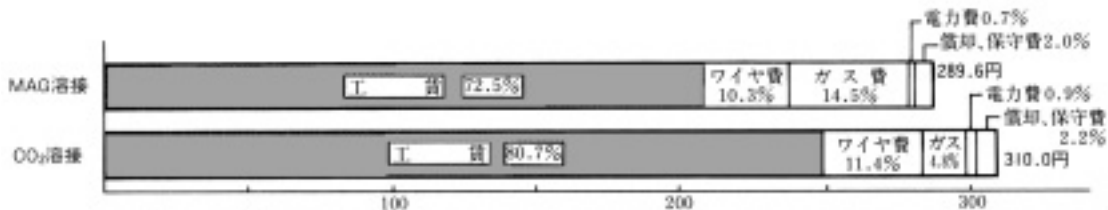
ウ. 水平すみ肉溶接 表5・24

板厚 (mm)	脚長 <i>l</i> (mm)	ワイヤ径 (mm)	パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールド ガス流量 (<i>l</i> /min)	開先形状
3.2	3~4	1.2	1	140~160	26~27	55~65	20	
4.5	4.5~5.5	1.2	1	160~180	26~27	35~45	20	
6.0	5.5~6.5	1.2	1	190~210	27~28	35~45	20	
9.0	7.0~8.0	1.2	1	240~260	29~30	30~40	20	
12.0	9.0~11.0	1.2	1	180~200	26~27	40~50	20	
			2	180~200	26~28	40~50	20	
			3	180~200	26~28	40~50	20	
16.0	11~13	1.2	1	220~230	26~28	40~50	20	
			2	220~230	26~28	40~50	20	
			3	210~220	26~28	40~50	20	

4 溶接経費の比較

表5・25 水平すみ肉溶接における溶接経費比較

溶接方法		MAG溶接	CO ₂ 溶接	備考
継手形状				
溶接条件	ワイヤ径 (mm)	1.2	1.2	
	溶接電流 (A)	180*	180*	*印は実験値を示す。 MAG溶接はビード形状が平滑になるため、溶接速度が速く、ワイヤの使用量が少ない。 (計算上の必要な金属量 = 79.5 g/m)
	アーク電圧 (V)	18*	20*	
	溶接速度 (cm/min)	48*	40*	
	シールドガス流量 (l/min)	20*	20*	
	ワイヤ使用量 (g/m)	85*	111*	
	アーク時間 (min)	2.1	2.5	
材料費の計算	ワイヤ単価 (円/kg)	350	350	
	ワイヤ費 (円/m)	0.085×350=29.8	0.101×350=35.4	
	ガス単価 (円/l)	1.00 (1,000円/m ³)	0.30 (150円/kg)	ガス流量×アーク時間×ガス単価
	ガス費 (円/m)	20×2.1×1.0=42.0	20×2.5×0.3=15.0	
工賃の計算	アーク発生率 (%)	50	50	$\frac{\text{アーク時間}}{\text{アーク発生率}} \times 100$
	作業時間 (min/m)	2.1/50×100=4.20	2.5/50×100=5.00	
	工賃単価 (円/時間)	3,000	3,000	作業時間×工賃単価×1/60
	工賃 (円/m)	4.20×3,000×1/60=210	5.00×3,000×1/60=250	
その他	溶接機価格 (円)	550,000	550,000	
	電力費 (18円/KWH) (円/m)	$\frac{180 \times 18 \times 2.1}{60 \times 1,000} \times 18 = 2.0$	$\frac{180 \times 20 \times 2.5}{60 \times 1,000 \times 18} = 2.7$	$\frac{\text{電流} \times \text{電圧} \times \text{アーク時間}}{60 \times 1,000} \times \text{単価}$
	償却費 (円/m)	$\frac{550,000 \times 4.20}{5 \times 250 \times 8 \times 60} = 3.9$	$\frac{550,000 \times 5.00}{5 \times 250 \times 8 \times 60} = 4.6$	$\frac{\text{溶接機価格} \times \text{作業時間}}{5(\text{年}) \times 250(\text{日}) \times 8(\text{時間}) \times 60(\text{分})}$
溶接費 (円/m)	保守費 (円/m)	$\frac{550,000 \times 0.1 \times 4.20}{250 \times 8 \times 60} = 1.9$	$\frac{550,000 \times 0.1 \times 5.00}{250 \times 8 \times 60} = 2.3$	$\frac{\text{溶接機価格} \times 0.1 \times \text{作業時間}}{250(\text{日}) \times 8(\text{時間}) \times 60(\text{分})}$
	ワイヤ費	29.8	35.4	
	ガス費	42.0	15.0	
	電力費	2.0	2.7	
	償却保守費	5.8	6.9	
	合計	289.6	310	



5 アークスポット溶接

CO₂溶接による深溶込みを利用してアークスポット溶接を行うことができる。

(1) アークスポット溶接施工時の注意事項

ア. 板厚

アークスポットの強度はナゲット径の大きさにより決まるので点円の大きさが同じでも上側の鋼板が薄い程、ナゲット径は大きくなる。そのため薄板側からアークスポットすることが望ましい。(図5-19)

板厚が1mm程度では適当な裏当てを用いる。また、板厚が1mm程度では上板側に孔をあける栓溶接法により細径ワイヤ低電流溶接法にて行う場合もある。一般に上側の板厚が3.2mm程度の厚さまでは穿孔は不要であるがとくに要求される場合には孔あけして栓溶接とする。

(図5-20)、(図5-21)

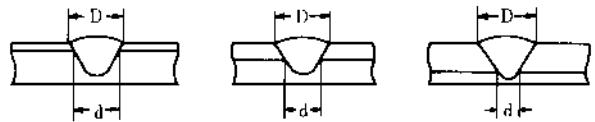


図5-19 アーク・スポット

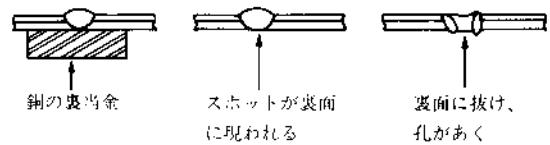


図5-20 極めて薄い板のスポット溶接には裏当てを用いる

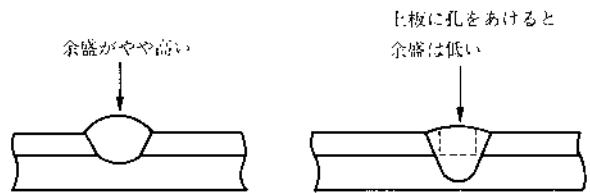


図5-21 アーク・スポットの余盛と孔あけとの関係

(2) 使用ワイヤ径

使用ワイヤ径は鋼板の板厚によって変える。上側の鋼板が1.2mm、下側の鋼板が1.6mm以上のときはφ1.6 (1.4)ワイヤ、これら以下の場合はφ1.2ワイヤを使用。

(3) 鋼材の表面状況

抵抗溶接の場合のような表面処理は必要でないが、あまりひどい表面の油や錆は有害である。

錆止めペイントを塗布する場合は、ブローホール等の内部欠陥を生じやすい。

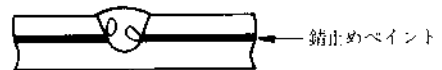


図5-22 ペイントを塗布した鋼板の溶接

(4) アークスポットの形状

主要なアークスポット溶接条件は溶接電流とアーク電圧及び溶接時間である。

溶込みには電流がもっとも大きな影響を与える。よいスポットを作るには、適当な電流と溶接時間が必要で、アーク電圧は適当でなければいけない。

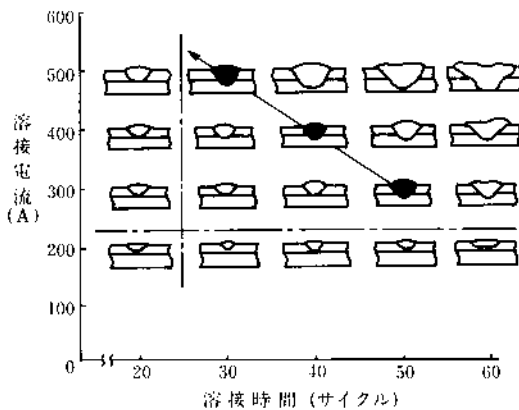


図5・23 溶接電流および溶接時間とスポット形状

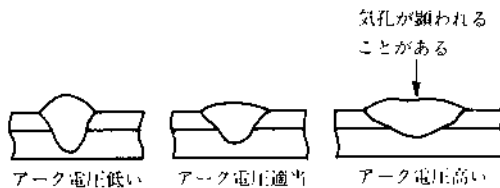


図5・24 アーク・スポットの形状とアーク電圧

アークスポット円がある方向に散るときは被溶接物へのアース接続部の位置、ノズル形状に注意することが必要である。

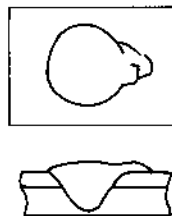


図5・25 磁気吹きによる点円の散り

(5) ノズル形状

溶接部の形状によってノズル形状は適当に工夫し加工する必要がある。(図5・26)

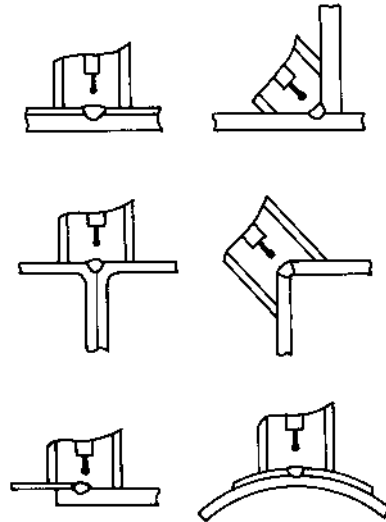


図5・26 スポット溶接部の形状とノズルの形状

(6) 間隙

アークスポットの強度には板間の間隙が大きな影響を及ぼす。

間隙の許容範囲は $\sqrt{T}/3$ mm程度である。

(図5・27、図5・28)

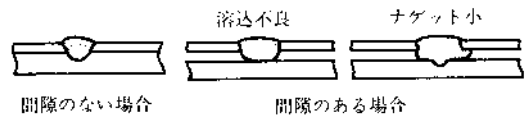


図5・27 間隙とスポット

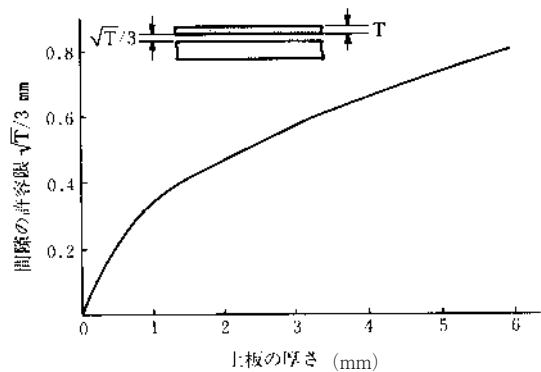


図5・28 上板の厚さと間隙の許容限

6 硬化肉盛溶接

HV200～500程度の硬化肉盛はCO₂、MAG溶接によって能率的に肉盛作業を行うことができる。

(1) 肉盛溶接の留意事項

ア. 母材の清掃

母材表面の油脂、ほこり、表面亀裂、表面硬化層を溶剤（アセトン、トリクレン等）、研削によって完全に除去する。

イ. 予熱

プロパン—空気バーナーによって徐々に加熱し、予熱温度としては一般に200～300℃の範囲に加熱する。

ウ. 溶接

3層以上の肉盛を行う場合は、3層肉盛溶接毎に600～680℃の焼なまし処理を施し、その後更に肉盛溶接を行う。

エ. 後熱

溶接終了後600～680℃焼なまし処理を施し残留応力を除去する。

(2) 肉盛用ワイヤと溶着金属の硬さ

DS250、350、450はCO₂アーク溶接によってHV250～350（DS250）、HV350～450（DS350）、HV450～550（DS450）の溶着金属を得ることができる。

表5・26 溶着金属の硬さの例

ワイヤ銘柄	溶接条件	シールドガス	溶着金属のビッカース硬さ（HV）		
			溶接のまま	700℃ 焼鈍	900℃ 油冷
DS250	350A-38V	CO ₂	315	215	370～400
	190A-21V	CO ₂	339	230	
DS350	350A-38V	CO ₂	400	240	400～450
	190A-21V	CO ₂	405	245	
DS450	400A-36V	CO ₂	491	325	—
	200A-21V	CO ₂	472	320	