

車 輛 用 13Cr 鋼 板 の 熔 接 並 び に 耐 蝕 性 に 関 す る 研 究

小 林 年 夫*

Study on the Welding and Corrosion Resistance of 13% Cr Steel for Car Building

By Toshio Kobayashi
Kasado Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

In building the car body with 13% Cr steel plate, it is essential to determine the limit of carbon contents of the plate, as it is difficult to anneal the steel plate after welding into the car body.

In this paper mainly the effective range of the carbon contents, the suitable welding condition and the corrosion resistance of thin 13% Cr steel plate are described.

〔I〕 緒 言

13Cr 鋼の諸性質を明らかにした研究は古くから各所で行われ、この鋼種の取扱は現在では既に常識化されている感が深い。しかしこれらの研究は主として機械部品構造用、化学機械用として用いる場合を対象としているようである。鉄道車輛においてこの鋼を使用するのは専ら冷蔵車等耐蝕性を必要とする貨車であつて、従つて鋼板も 2~3 mm 程度の薄板である。このような場合には熔接後の熱処理作業が非常に困難であるから、C 含有量はそれに適応して吟味されなければならないし、又熔接作業法等も車輛の特殊性を十分加味して検討されなければならない。更に耐蝕性については冷蔵車では海水による耐蝕であるから使用熔接棒は 18-8-Cr-Ni 鋼に限らずより低級なものでよいのではないか等の問題が生じてくる。

本研究はかかる目的から 13Cr 鋼板を車輛に使用する場合の工作法の基礎となるべき要因を取出し、これを実験的に検討して工作法設定の資料に供せんとしたものである。

〔II〕 研 究 の 方 法

(1) 供 試 鋼 板

供試鋼板は 3'×6'×2.3t の薄板で C 含有量の許容限

* 日立製作所笠戸工場

界を求めるため特に日本ステンレス会社にて C=0.08~0.12 の範囲に調整せる三種に在庫の C=0.13 のものを加えた 4 種である。従つて前者のものは材質的に同一条件のものと考えてよいが、在庫のものは成分的に特異性は見出されないが一応区別として考慮する必要があると思われる。成分々析結果を示すと第 1 表の如く、素材の機械的性質は第 2 表の如くである。

(2) 熔 接 棒

実験に供した熔接棒は第 3 表に示す 6 種であるが、試験用鋼板の関係から全部について次に述べるすべての実験を行うことが出来ないので、代表的な A~3φ, 2.6φ, B~3φ, E~3φ, 2.6φ, の 5 種類についてのみ広範囲な実験を行つた。第 4 表にはこれらの熔接棒による熔着鋼の機械的性質を示してある。この場合の試験片製作方法は A. S. T. M. 規格に準拠した。

(3) 研 究 事 項

上記の鋼板と熔接棒を用い、車輛工作法の基礎となるべき次の各項目について実験を行つた。

- (a) 2.3 mm 鋼板を車輛に使用する場合の熔接作業条件
- (b) 13% Cr 薄鋼板を熔接する場合の C 含有量の許容限界
- (c) 各種熔接棒の作業性能
- (d) 鋼板及び熔着鋼の耐蝕性

第 1 表 供 試 鋼 板 の 化 学 成 分
Table 1. Chemical Composition of Steel Plates

試 番	成分(%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
08	0.08	0.24	0.39	0.01	0.02	13.19
10	0.10	0.24	0.36	0.01	0.02	13.87
12	0.12	0.28	0.39	0.02	0.03	13.87
13	0.13	0.28	0.30	0.01	0.02	13.27

第 2 表 供 試 鋼 板 の 機 械 的 性 質
Table 2. Mechanical Properties of Steel

試 番	抗 張 力 (kg/mm ²)	伸 (%)	硬 度 (VH)
08	56.5	17.1	217
	50.7	19.4	
10	52.0	18.3	221
	60.7	16.2	
12	56.4	14.4	221
	52.8	18.5	
13	48.6	23.4	186
	50.0	23.5	

(註) 試験片形状は JES 1 号試験片による

第 3 表 供 試 熔 接 棒 熔 着 鋼 の 化 学 成 分
Table 3. Chemical Compositions of Deposit Metals

種 別	成分(%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
		A	2.6φ	0.053	0.208	2.198	0.039	0.020	8.96
	3 φ	0.071	0.206	1.098	0.041	0.011	10.02	17.82	2.05
B	3 φ	0.153	0.210	2.240	0.018	0.006	7.96	17.43	tr
C	3 φ	0.093	0.320	2.780	0.016	0.016	10.61	16.99	1.76
	2.6φ	0.114	0.350	2.500	0.012	0.017	9.61	18.21	1.86
D	3 φ	0.074	0.300	2.400	0.021	0.010	9.12	20.11	1.59
E	3 φ	0.133	0.143	16.44	0.023	0.008	tr	15.87	tr
	2.6φ	0.163	0.255	15.38	0.024	0.008	0.18	15.35	tr
F	3 φ	0.110	0.240	0.530	0.020	0.021	7.47	17.95	tr

〔Ⅲ〕 熔接作業条件に関する実験結果

(1) 開 先 間 隙

開先間隙は薄板熔接の場合常に問題となる点であり、熔接結果にも多大の影響を与える。はじめにこれを検討し、以後の実験に対して最良の条件を見出したいという考えも含めて各種の実験を行った。使用鋼種は No~13

第 4 表 熔 着 鋼 の 機 械 的 性 質
Table 4. Mechanical Properties of Deposit Metals

種別	抗 張 力 (kg/mm ²)	伸 (%)	絞 り (%)	欠 陥 の 有 無
A	64.0	29.2	24.2	良
B	71.5	32.1	21.4	良 大なる柱状組織あり
	63.0	22.4	18.7	
C	66.5	35.6	28.7	良 良
	63.9	38.0	34.0	
D	63.8	29.2	26.4	良 大なる柱状組織あり
	64.8	15.2	27.1	
E	89.0	17.0	10.0	ブローホール生ず ブローホール生ず
	87.5	17.6	16.8	
F	67.0	21.2	20.6	大なる柱状組織あり 大なる柱状組織あり
	57.5	12.0	18.4	

(註) 試験片製作にはいずれも 3 φ 棒使用

でこれを 300 mm×90 mm の大きさに切断し、衝合部分は機械加工を施して種々の開先間隙のもとに I 型衝合せ熔接を行った。熔接機は交流を用い、熔接電流は 2.6 φ : 78~81 Amp. 3 φ : 93~96 Amp. 一定として如何なる開

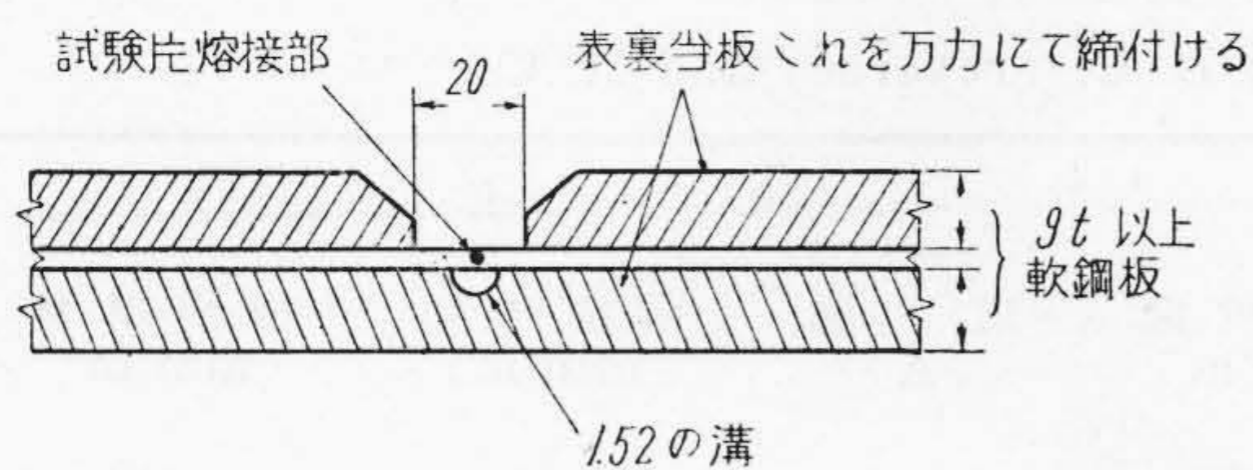
先間隙の場合でも裏面まで適度の熔込みが生ずるように運棒法に注意した。熔接棒は A 種のみを使用した。他の熔接棒の場合でも実験結果は適用し得るものと考えられる。尚衝合せ熔接に使用せる上、下当板は第 1 図の如きものであつて、これは次章以下に述べられる実験にも使用した。

(A) 開先間隙と作業能率との関係

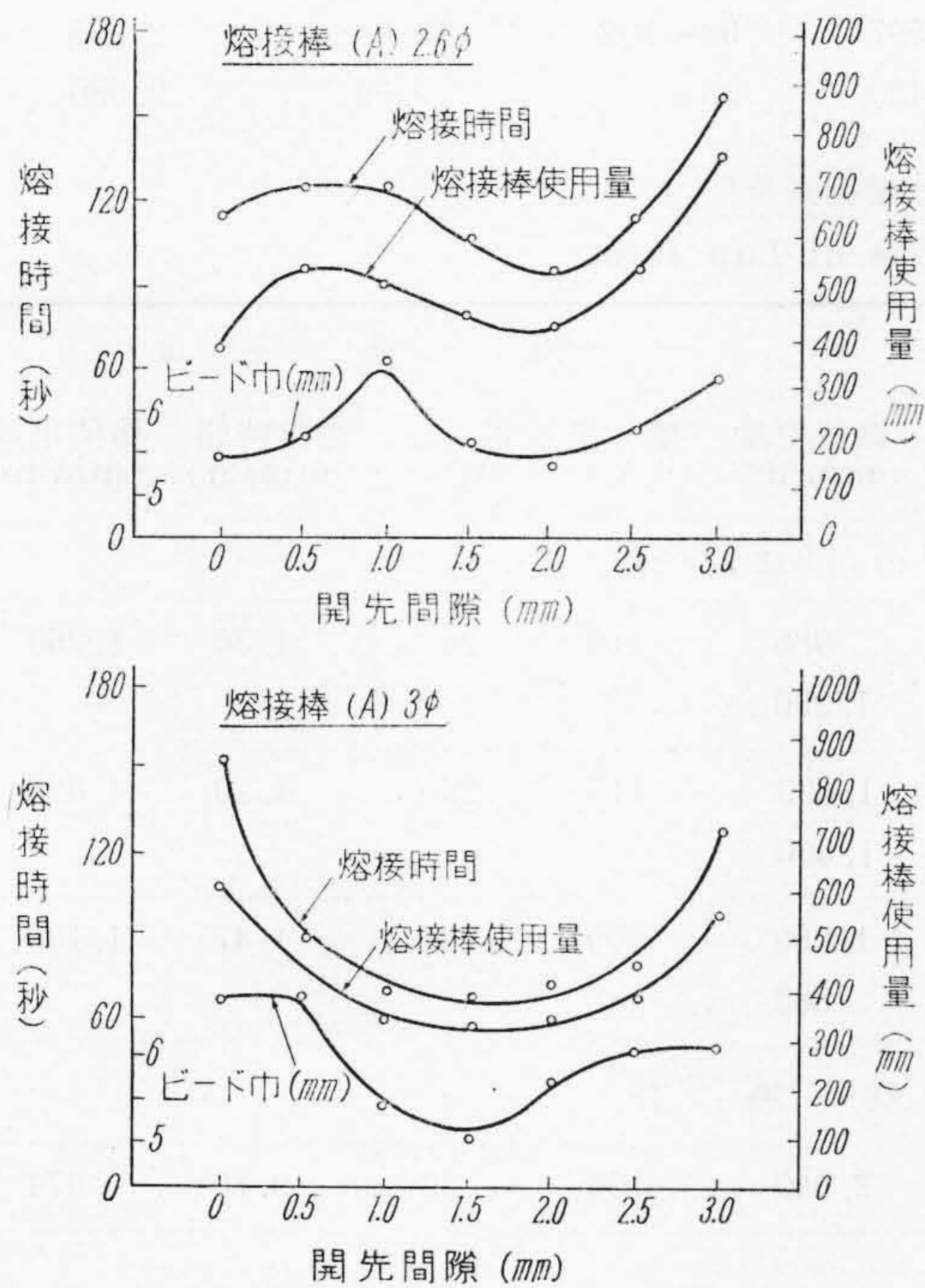
上述の如く長さ 300 mm の試験片を熔接した場合の熔接棒使用量、熔接時間、ビード幅と開先間隙との関係を示すと第 2 図の如くである。

この結果によると両者間の関係はきわめて明瞭であつて、2.6 φ, 3 φ の場合共開先間隙 1.5~2.0 mm において最も作業能率良好なることを示している。この理由は裏

面にまで適度の熔込みを生ぜしめるために開先間隙小なるところでは一定位置に長時間熔接棒を止めて、より多くの母材を熔融せねばならず、開先間隙大なるところではその間を熔接するのに多量の熔着鋼を必要とするためと考えられる。2.6 φ の場合に 0.5 mm 以下において曲線が減少傾向をたどるのは、電流過少なるためやむを得ず熔込み不十分のまま熔接されたためである。



第1図 熔接実験に使用せる当板
Fig. 1. Baking and Pressing Plates of Welding

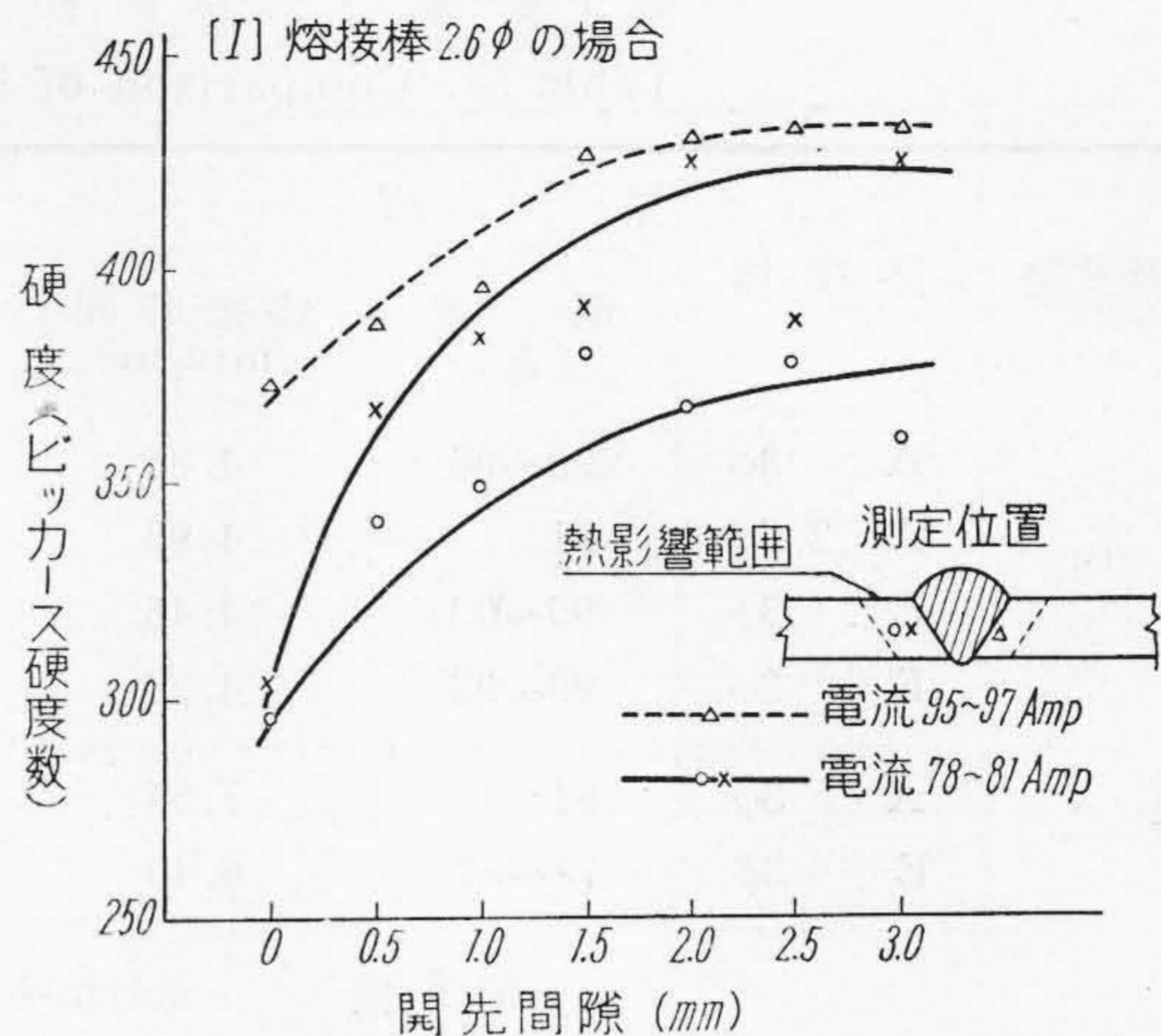


第2図 開先間隙の影響(1)
Fig. 2. Influence of Root Distance (1)

(B) 開先間隙と接手熱影響部硬度との関係

13Cr 鋼は衆知の如く加熱による硬化性極めて大なる性質を有しており、これが熔接性を劣化させる一因となっている。前述の如く熔接棒使用量、熔接時間と開先間隙との間に極めて顕著なる関係が認められるならば、当然熔接による熱影響部硬化の程度も異なるものと考えられる。この点を検討するために行つた硬度測定結果のうち 2.6φ 熔接棒の場合を示すと第3図の如くである。3φ の場合も同様の傾向を示す。

この結果では第2図の場合と異り開先間隙の大なるに伴つて硬度が上昇している。これはさきにも述べた如く常に底部への十分な熔込みを生ずる如く運棒法に注意したのであるが、間隙

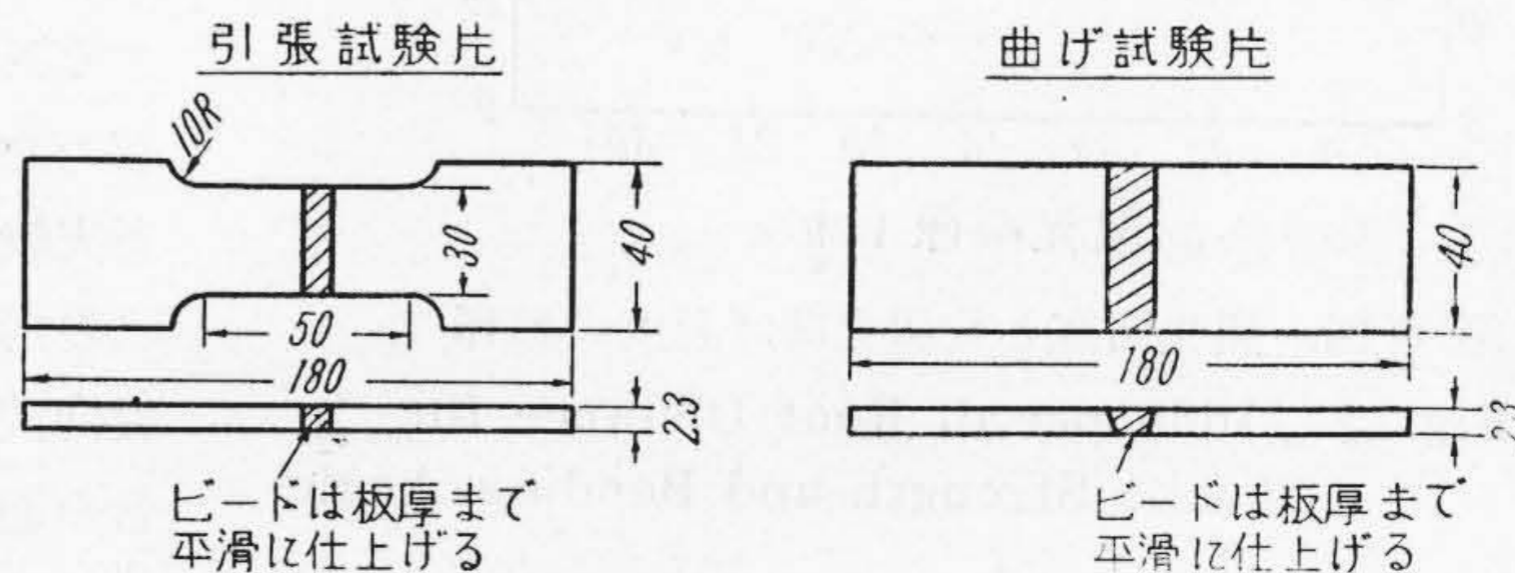


第3図 開先間隙の影響(2)
Fig. 3. Influence of Root Distance(2)

の小さい場合には一定の電流のもとでは熔込量に限界があり、従つて母材への熱影響が小さくなり、更に熔接速度がおそい為の冷却速度の減少と相まつて硬度が低くなる。

一方間隙が過大になると熔接速度の減少よりも加熱量増加の影響が大きくなつて硬度が高くなるものと思われる。尙第3図には電流値の変化した場合も記してあるが僅少な増加でも著しく硬度が増し、適当な電流値撰択の重要であることが知られる。

(C) 熔接部から第4区に示す如き試験片を採取しそれぞれ機械性試験を行つた。曲げ条件は $R=3\text{ mm}$ $\text{Span}=22\text{ mm}$ としたが、この条件は試験片形状と共に次章以下の実験にも使用されている。機械性試験結果を第5図に示す。開先間隙の影響は曲げ試験結果に最も明らかにあらわれている。即ち 0.5 mm 以下では熔込不十分で熔着鋼に亀裂を発生し、2.5 mm 以上では熔着鋼の幅が大きくなるため熔着鋼中心部への母材成分の拡散が少なくなり、従つて曲げ角度も上昇している。抗張力では 2.6φ 棒の場合 1.0 mm 以下における熔込量不足の影響が大きい。



第4図 試験片の形状
Fig. 4. Size of Test Pieces

第 5 表 衝合熔接における交流、直流の比較

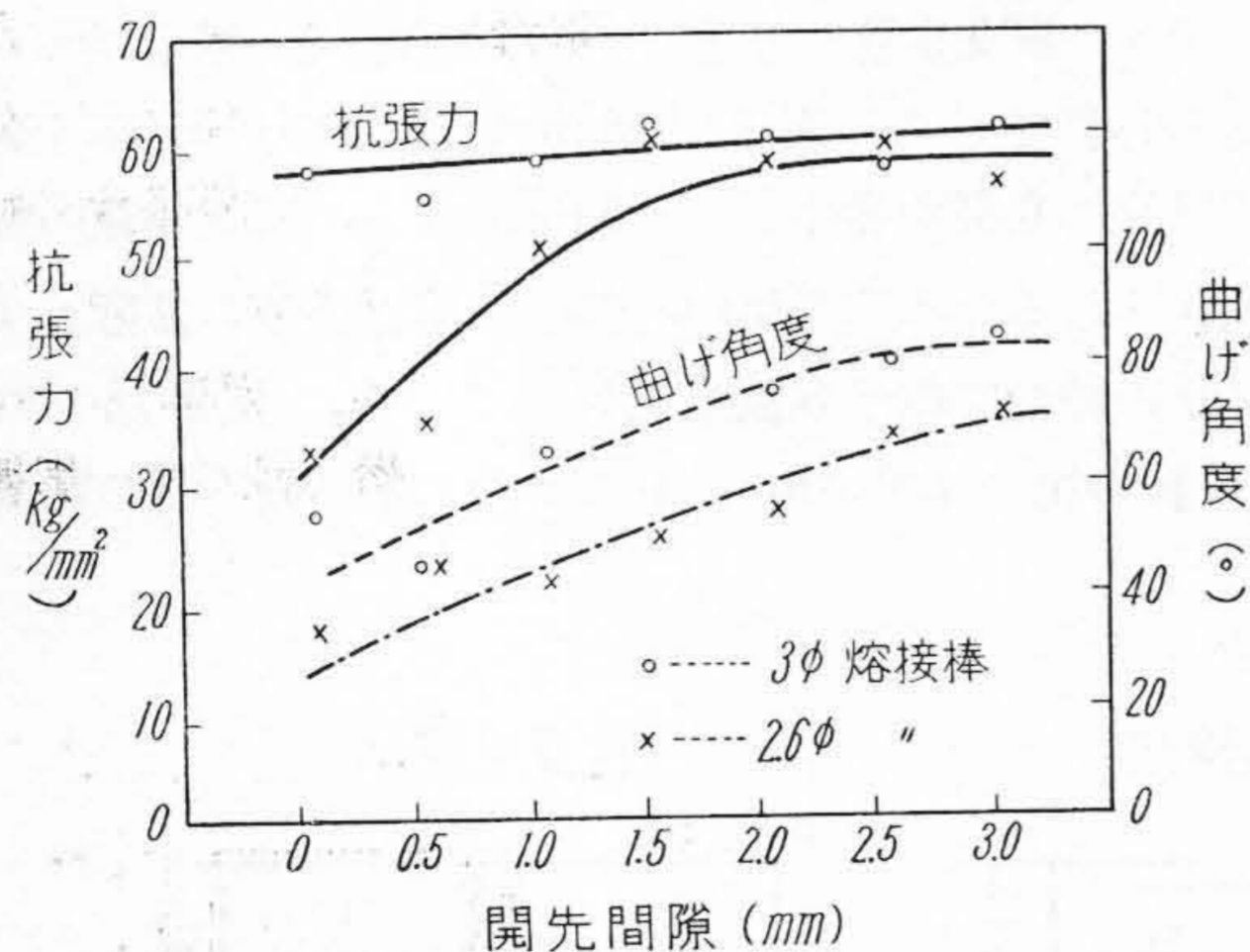
Table 5. Comparison of between D. C. (reverse) and A. C.

熔接姿勢	熔接棒	交 流			直 流 (逆極)		
		電 流 (A)	熔接時間 (min/m)	棒使用量 (mm/m)	電 流 (A)	熔接時間 (min/m)	棒使用量 (mm/m)
下 向	A 3φ	90~96	4.86	1,170	88~93	3.88	993
	A 2.6φ	81	4.96	1,440	68	6.03	1,382
	E 3φ	90~93	4.46	1,106	86~92	3.67	936
	E 3φ	90~93	4.26	1,182	86~91	4.03	1,272
流 し	A 3φ	84	7.56	1,597	98~102	10.03	2,235
	E 3φ	78~87	6.40	1,430	96	9.55	2,080

第 6 表 重ね熔接における熔接諸条件

Table 6. Welding Conditions of Lap Joint

鋼 板 種 別	熔 接 棒		交 流				直 流 (逆 極)			
	名 称	棒 径 (mm)	電 流 (A)	電 圧 (V)	熔接時間 (min/m)	棒使用量 (mm/m)	電 流 (A)	電 圧 (V)	熔接時間 (min/m)	棒使用量 (mm/m)
下 向 熔 接 の 場 合										
08	A	3.2	105	28	3.55	988	110	26	4.36	1,260
	E	3.2	99	28	4.13	1,200				
10	A	3.2	96	27	4.37	1,093	115	25	4.20	1,023
	E	3.2	102	27	4.20	1,300				
12	A	3.2	99	27	3.63	1,060	109	25	4.47	1,198
	E	3.2	99	28	4.45	882				
流 し 熔 接 の 場 合										
10	A	3.2	93	26	10.1	2,040	104	26	9.80	1,974



第 5 図 開先間隙と抗張力曲げ角度の関係

Fig. 5. Influence of Root Distance for Tensile Strength and Bending Angle

以上開先間隙の問題について実験した結果を述べた。
13 Cr 鋼板の熔接にあたって適当な開先間隙を撰択する

ことが極めて重要であり、実験結果では熔接棒径 2.6~3.0mm において 1.5~2.0 mm が最も適当であることが明らかにされた。一般に軟鋼板の熔接でもこの点は概念的には知られていても実験的な裏付けに欠くところ多く等閑に附されがちであつた。この結果は軟鋼板の場合にも適用されて誤りはないものと考えられる。

(2) 熔接電流並びに極性

優れた熔接結果を得るためには被熔接物の形状等に関する条件と、熔接棒固有の適性電流の両者を考慮して熔接方法が決定されなければならない。次章で述べられる各実験に先だつてこれらの点を十分検討するために、二三の熔接棒に対して、衝合熔接と重ね熔接、下向熔接と立向流し熔接、直流と交流との比較、及びそれぞれの場合の適正電流決定の実験を行つた。

第 5 表は各熔接棒に対する衝合熔接結果を示しており第 6 表は同様の重ね熔接における諸数値である。流し熔接試験片は下向の場合と同様に第 1 図に示した当板金具

をそのまま垂直に保持して熔接を行い、重ね熔接では 2 枚の鋼板の密着度に特に注意を払った。衝合熔接における開先間隙は前項の実験結果からすべて 1.5mm を採用している。尚熔接時間、熔接棒使用量は熔接線 1m 当りの数値をもつて示した。

以上の結果を綜合検討すると次の諸点が明らかになる。

1. 熔 接

- a. 下向熔接の場合一般に直流電弧は交流電弧に比してアークの安定性がよく、特に 2.6φ 棒ではこの影響が大きい。実験結果では交流電弧における棒の熔接電流値が過大となつて表われているが、これはこの程度の電流を用いないとアークの持続が思わしくないためである。
- b. 従つて前者は一般にビード幅が小さく、熔接時間熔接棒使用量も少い。
- c. 然し流し熔接では結果が逆になつている。その理由は明らかでないが、この熔接法では熔粒が母板に向つて強い衝風力で進行せしめられることが要求され、又熔粒の垂下を防ぐために激しい棒端の移動運動が行われるがこの何れにも直流逆極性が悪影響をもつためと考えられる。

2. 熔 接 電 流

適正熔接電流は熔接棒によつても異なるが大體下向熔接では次の如き範囲であると考えられる。直流熔接では不銹鋼の場合逆極性を用いるのが通例であるが、このときには僅かに高めの方が作業容易のようである。

	衝合せ熔接	重ね熔接
2.6φ..	65 Amp.	70 Amp.
3φ..	85~90 Amp.	95~100 Amp.

(3) 熔 接 棒 の 作 業 性

供試熔接棒の被覆剤はいづれも lime type と呼ばれる Ca 化合物を主成分としたものである。従つて特にそれらの間に作業性の相異は見られないが、A が稍優れているようである。然し流し熔接には極めて不良であつて不銹鋼薄板構造物熔接の一大難点であり、現状では下向熔接を主とする工作法を考慮せざるを得ない。熔接棒 E は Cr-Mn 系であるが作業性が他に比して稍劣るようであつた。

〔IV〕 熔接性に及ぼす C 含有量許容範囲決定に關する実験

(1) 実験の方法

先に述べた如く車輛用 13Cr 鋼板を熔接す

るに當つて、熔接後の熱処理が行われない場合の C 含有量許容範囲を決定することが本研究の最大目的である。これに關しては第 1 表に示した鋼板と第 3 表(64頁参照)の熔接棒種の代表的なものを用いて衝合せ熔接試験片その他を製作し、下記の如き項目について実験を行つた。試験片並びに実験条件の詳細は第 6 図に示す如くである。

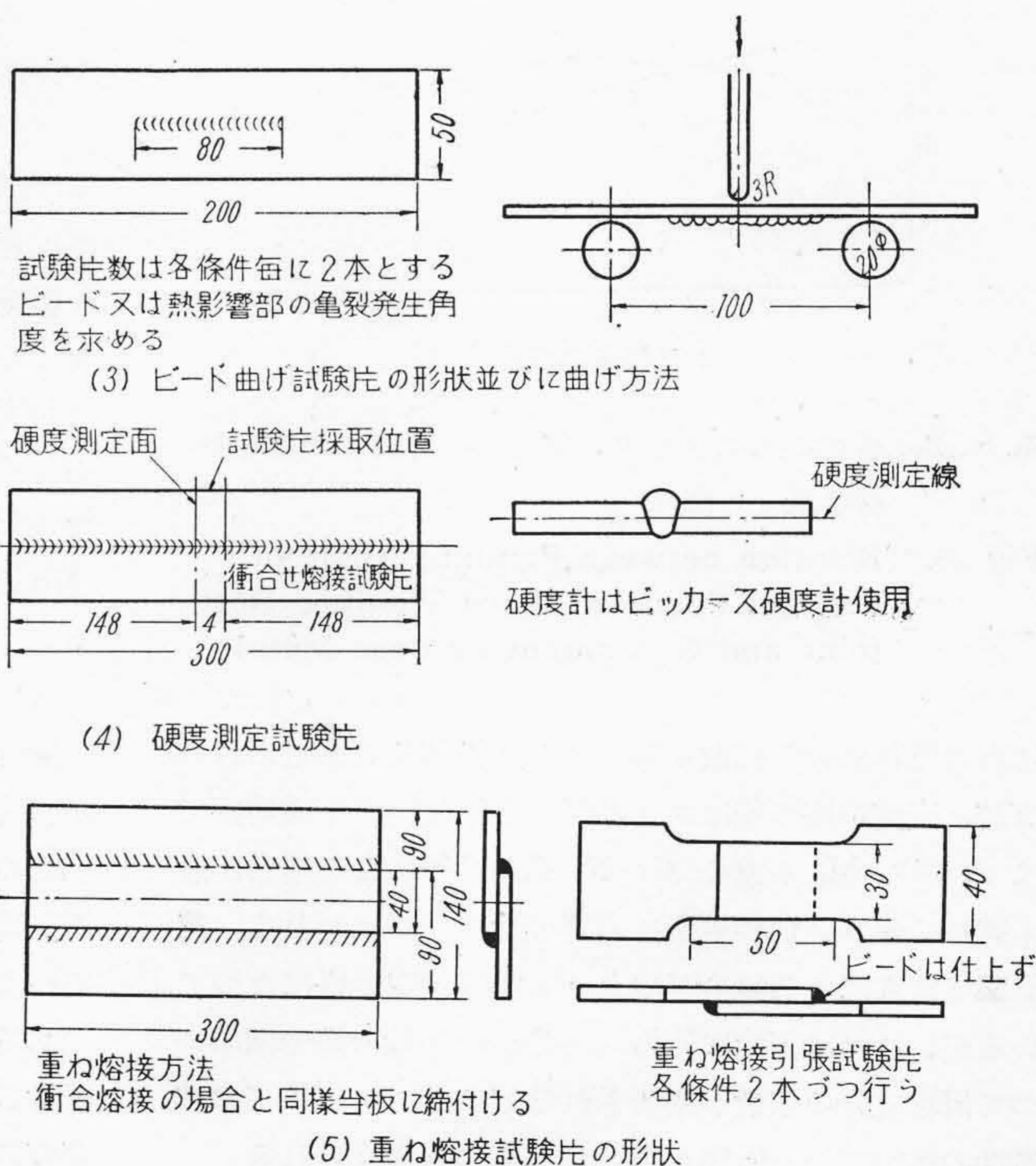
- 1. 衝合せ熔接部の引張、曲げ、硬度試験
- 2. ビード曲げ試験
- 3. 重ね接手熔接部の引張試験
- 4. 亀裂性試験
- 5. 顕微鏡組織による検討

これらの試験片を製作するための熔接条件は前章に述べた通りである。

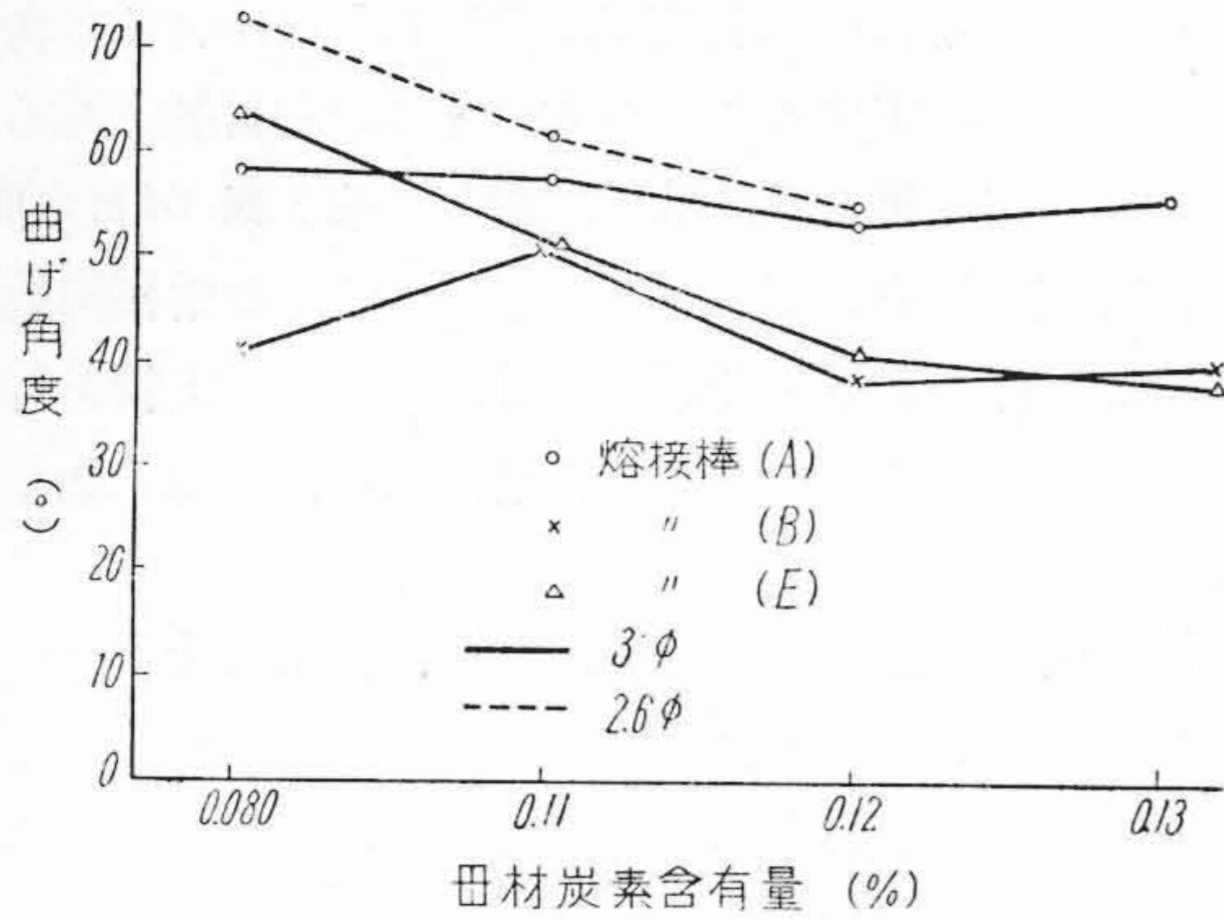
(2) 実験結果

(A) 衝合せ熔接部の引張並びに曲げ試験

衝合せ熔接部の引張試験では破断がすべて母材部で生じ、単に母材強度が示されたのみであつて、熔接による母材 C の量の影響は勿論求められないので結果を表示することは省略する。第 7~8 図は衝合せ熔接部の曲げ試験結果であるが、この結果では母材 C 含有量の影響が明らかである。亀裂発生は殆んど熔接部で生じているが、

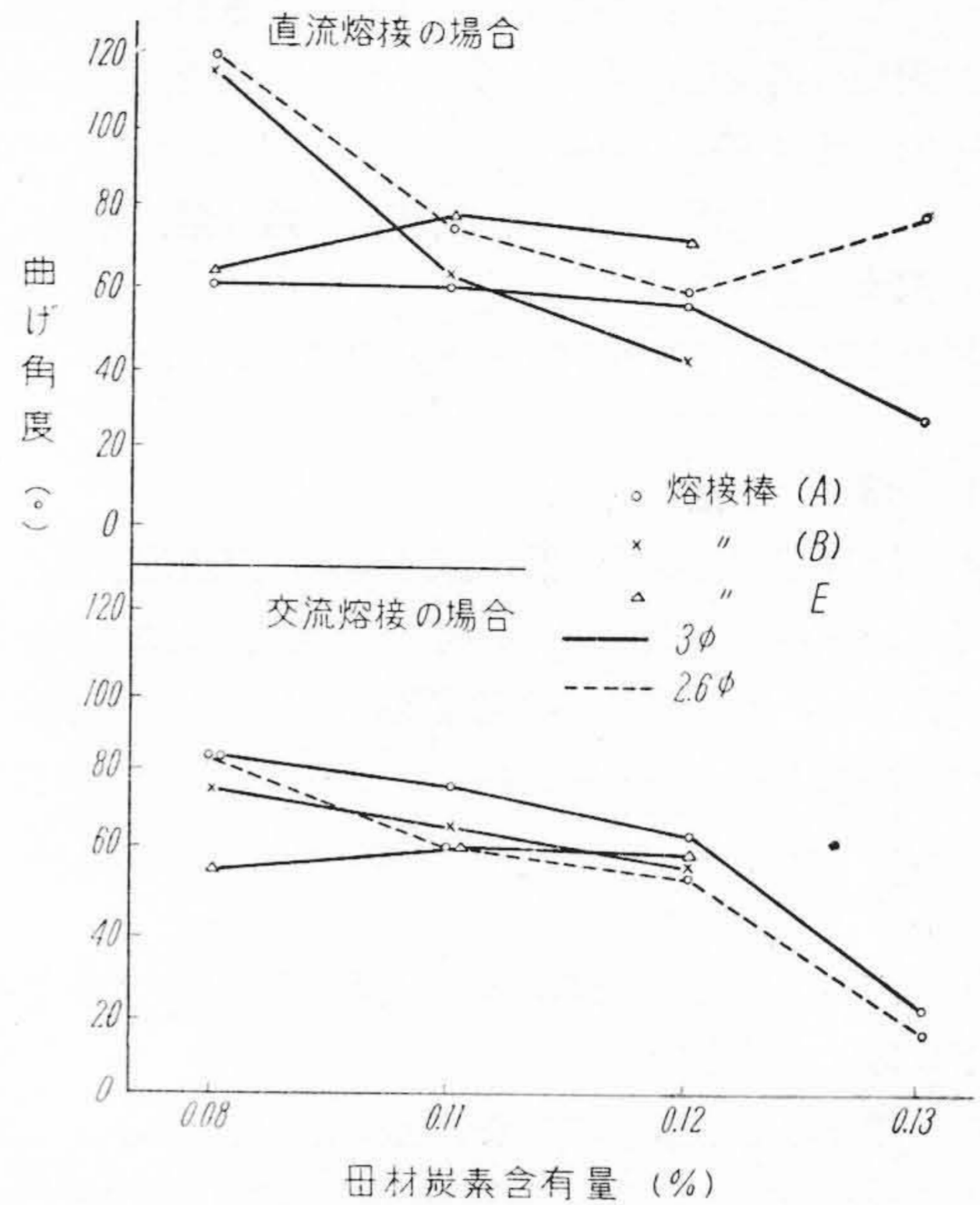


第 6 図 各種試験片の形状並びに試験条件
Fig. 6. Size of Test Pieces and Testing Conditions

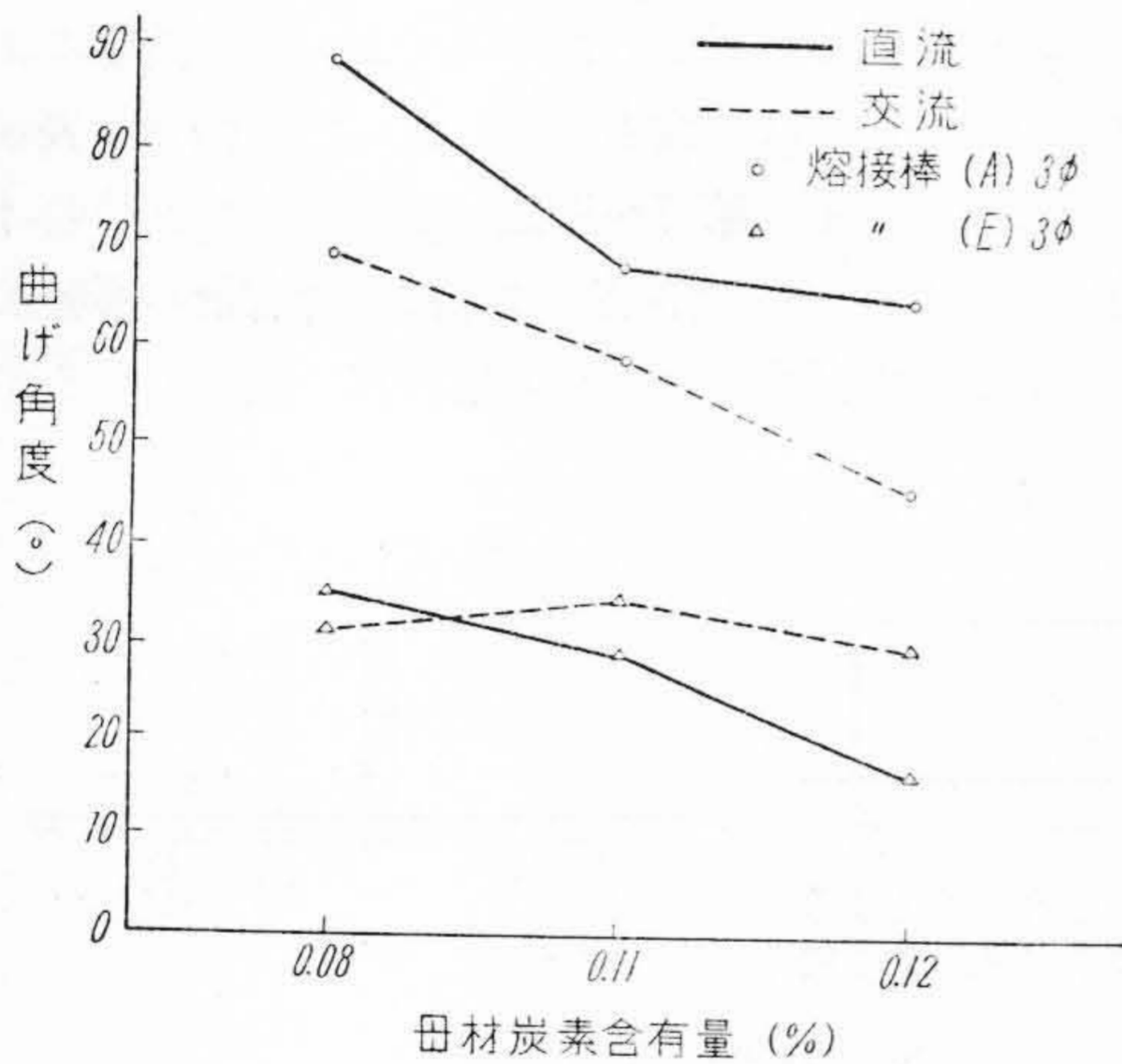


第 7 図 各熔接棒による下向衝合熔接部曲げ角度と母材C量との関係 (交流熔接による場合)

Fig. 7. Relation between Bending Angle of Flat Position Butt Welding Joint and C, Content of Base Metal



第 9 図 ビード曲げ試験における母材 C 量の影響
Fig. 9. Influence of C Content of Base Metal for Bead Bending Test



第 8 図 各熔接棒による流し衝合熔接部曲げ角度と母材C量との関係

Fig. 8. Relation between Bending Angle of Vertical Position (Down Welding) Butt Joint and C, Content of Base Metal

これは母材成分の拡散が著しいためであると考えられる。直流、交流熔接の差はあまり認められない。下向熔接では A 即ち M_0 を含む Cr-Ni 系熔接棒による場合が最も勝っており、熔接棒撰択の重要性がうかがわれる。第 8 図では A による場合下向よりも曲げ角度良好になっているが、これは下向にくらべて遙かに多量の熔着鋼によつて母材成分の拡散が稀釈されるためであり、E では作業性の劣つている影響が表われたものと考えられる。

(B) ビード曲げ試験

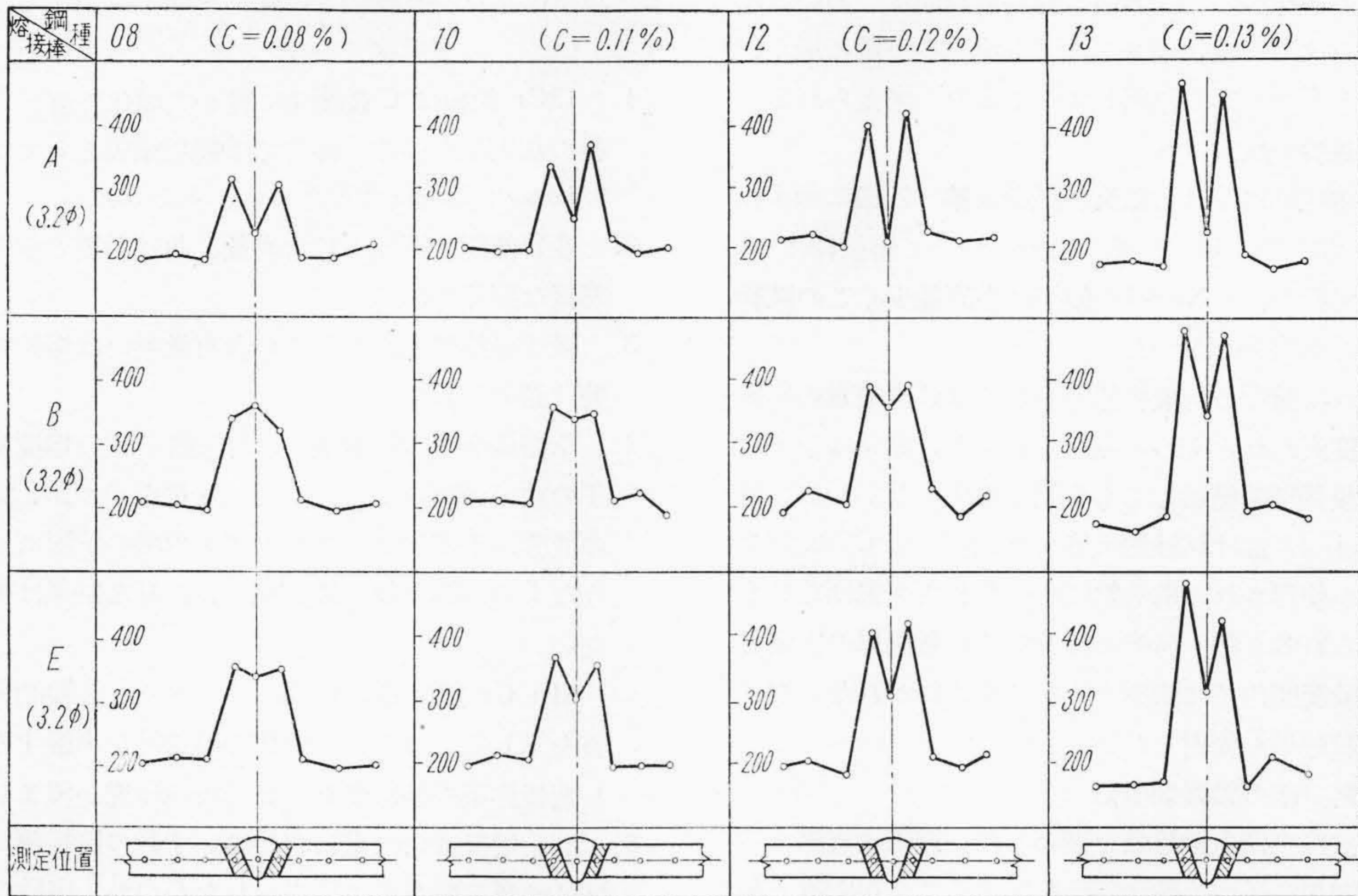
第 9 図に実験結果を示す。これによると母材 C 量の

影響は衝合せ熔接の場合よりも一層明瞭であつて反対に熔接棒種による差は少く、更に直流熔接は交流熔接に比して一般に良好な結果となつている。この原因はビード曲げ試験では亀裂は二、三の例外を除いてすべて熱影響部に発生しはじめるためと考えられる。従つて母材 C 量の影響或は加えられる熱量、即ち電流の大小或は極性が極めて敏感に影響するわけである。C 量 0.12% 迄の曲げ角度の減少度は少いが、0.13% に至つて急激な低下を示している。或は最初に述べた如く鋼板の調整が同一でないための影響が加わつていることも考えられるが、この附近に C 量の限界の存在していることが予想される。

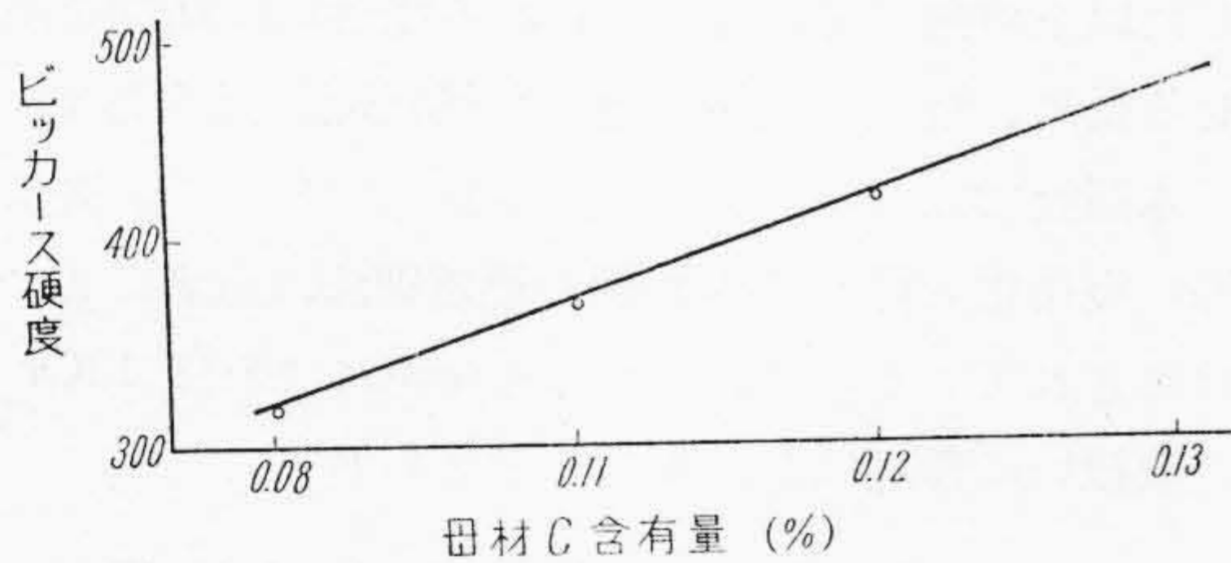
(C) 衝合せ熔接部の硬度試験

衝合せ熔接部の硬度は種々なる場合について測定したが、代表的な一例を示すと第 10 図の如くである。

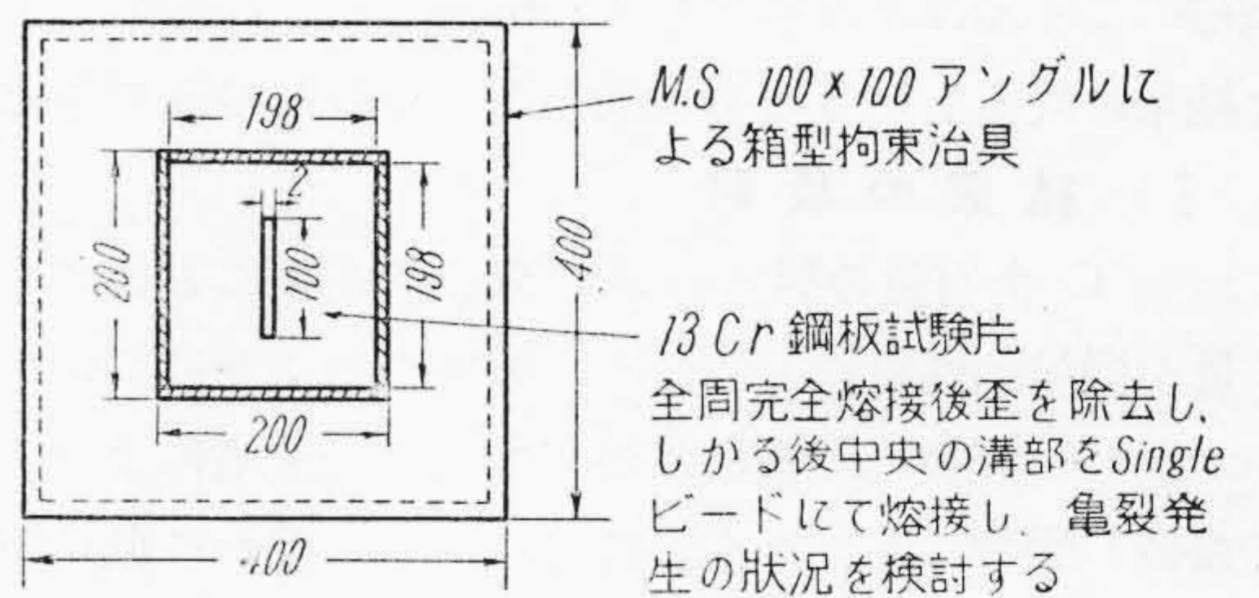
この結果は前述の機械性試験結果とよく一致している。熔着鋼の硬度は E 棒が最も高く、E 棒がこれについていることも第 7~8 図の結果からうなずかれるところである。A 熔接棒を使用した場合の熱影響部最高硬度と母材 C 量との関係を図示すると第 11 図の如くなる。変質部硬度がピッカース硬度 400 を限界として鋼材の熔接亀裂が著しく発生し易くなることは文献⁽¹⁾⁽²⁾にもその例があり、硬度測定結果を先に示した機械性試験結果と



第 10 図 衝合熔接部硬度測定結果 (ピッカース硬度)
Fig. 10. Hardness of Welding Test Piece (V.H)



第 11 図 熱影響部最高硬度と母材 C 量との関係
Fig. 11. Relation between Max. Hardness of Effected Zone and C Content of Base Metal



第 12 図 熔接亀裂試験方法
Fig. 12. Method of Welding Crack Test

第 7 表 重ね接手熔接部の引張試験結果 (試験片 2 本の平均値) 抗張力 (kg/mm²)
Table 7. Tensile Strength of Lap-jointed Part

鋼種	熔接姿勢 極性 熔接棒	下 向 熔 接				流 し 熔 接			
		直	流	交	流	直	流	交	流
		A	E	A	E	A	E	A	E
		3φ	3φ	3φ	3φ	3φ	3φ	3φ	3φ
08		54.3	—	61.0	61.7	*50.3	*37.8	*41.5	*27.4
10		63.5	—	66.0	79.1	*54.4	*35.6	51.9	*36.1
12		69.3	—	73.1	65.3	*61.9	*41.1	*55.7	*49.8

(註) * 印は熔接部破断せるものを示す。他はすべて母材破断である。

比較すると興味深い。尚 B 溶接棒溶着鋼硬度の高いのは成分上からは不安定オーステナイト境界の下限に近く、又 C 量の多いこと等も原因しているものと考えられる。

(D) 亀裂性試験

完全拘束状態における亀裂性試験は第 12 図に示す如き方法で 08, 10, 12, 三種の鋼板について溶接棒は A 棒を用いて行つた。No~13 鋼板は在庫量少くこの試験を行うことが出来なかつた。

このように酷なる拘束状態のもとでは C 含有量の影響が或る程度表われるものと期待されたが、結果は予期に反し溶接後長期間経過しても亀裂は発生しなかつた。従つて先に述べた曲げ試験結果等より比較して C=0.12% 迄は溶接が使用される構造物に用いられて欠陥はないものと考えられる。然し研究の目的たる C 量限界の決定としては実験範囲内では尙不十分なるをまぬがれないが、尙後に実験結果を検討したい。

(E) 溶接部の顕微鏡組織

各種溶接部の顕微鏡組織を調査した。詳細は省略するが、C 量増加に従つて硬化組織を呈することが明瞭である。

(F) 重ね接手溶接部の引張試験

実験結果を示すと第 7 表の如くである。この結果では鋼種による差は全くみられず、唯流し溶接は極めて不良な結果に終るということが明らかにされたのみである。

(3) 結果の検討

以上 C 含有量の異なる 13Cr 鋼板の溶接においてその C 量が機械的性質にどのように影響されるかについて述べてきた。取扱つた鋼板は従来多くの研究者によつて溶接亀裂が問題にされたものにくらべると遙かに低 C 鋼板に属し、従つて各種の機械的試験結果を構造物の溶接と相通ずる亀裂性試験によつてより明確に結論づけようと試みたが、いずれも亀裂発生しない結果に終つた。

然し諸文献⁽¹⁾⁽²⁾によつてもピッカース硬度 400 以上では亀裂発生に極めて危険であること、又ビード曲げ試験において C=0.13% のものは曲げ角度 20° 以下で亀裂発生している。この場合の曲げ条件は極めて寛大であるが、これを安田氏⁽³⁾のプレス曲げ図表から引張側表面最大伸率を求めてみると、 $\epsilon_t=10\%$ 以下となる。従つて溶接後僅かの歪取加工等によつても亀裂発生の機会が与えられるものと考えられる。現場作業においても、勿論溶接中の割れは容認し得ないが、更に車輛の溶接等に当たつては熱処理は不可能に近いから、溶接による変質部の硬化、換言すれば溶接部の加工性も製品の使用条件と関連して重要性をおびてくる。

かかる観点からすれば本研究で取扱つた鋼種範囲でも車輛用 13Cr 鋼板の採否決定はなし得るものと考えられ

る。以下に本章の実験結果の総括を簡単に記することにする。

1. 13Cr 鋼板は C 量増すに従つて硬化性著しく溶接後の加工性が劣る。従つて車輛用鋼板としては C=0.12% を限界にすべきものと考えられる。
2. 変質部極大硬度と C 含有量、曲げ角度との間には密接な関係がある。
3. 接手の抗張力に対して C 含有量或いは溶接棒の影響は認められない。
4. 全溶着金属の性質或いは作業性の良い溶接棒は接手の曲げ試験によつても良い結果を示すが、溶着鋼の成分が不安定オーステナイト界域の下限に近いようなものは棒着鋼の硬度高く、良好な結果は得られない。
5. Mn-Cr 溶接棒も B 棒にくらべると比較的良い性質を示しているが、この棒の特殊性を考慮すると流し溶接作業性等に関し一段の研究が望ましい。
6. 流し溶接或いは重ね溶接はいずれの溶接棒でも機械的性質良好なものは得られなかつた。実験の範囲内では A 溶接棒がやゝ優れている程度である。

以上の実験並びに結論は溶接後の熱処理を一応考慮に入れない場合である。然し製品の要求に応じ、実験値で示した以上の曲げ加工等が行われる場合には靱性を回復させるため、溶接の前後に適当な熱処理を行う必要がある。本研究ではこの点には全くふれていないが、既に車輛等に実用化し得る 13Cr 鋼の熱処理法は識者によつて公けにされているので、これらを参考にすれば 13Cr 鋼板の取扱いに難点はないものと考えられる。

〔V〕 耐蝕性に関する実験結果

13Cr 鋼は一般に海水、硝酸等に対して強い耐蝕性を示し、我々の使用する車輛用鋼板としては十分なる性質を有するものであるが、C 量の異なる各種鋼板及び溶着鋼の耐蝕性を比較するために腐蝕試験を行つたので以下に記することにする。

第 8 表は 65% HNO₃ 溶液中における 8hr Boiling 試験結果を示し、第 9 表は 5% 食塩水中に常温で 780 hr まで浸漬した結果を示している。試験片の大きさは 20×40×板厚(溶着鋼の場合は 6mm)で、全面バフ仕上とした。

以上の結果によると 13Cr 鋼板では C 量増加と共に硝酸、食塩水の場合とも耐蝕性は低下している。これは Cr 量一定なる場合は C 量大なるものほど Cr の一部は炭化 Cr となつて析出しているためと考えられる。C=0.13% で硝酸溶液の場合著しく腐蝕減量を増しているが、先に述べた如く他のものと同一条件のもとに製作さ

第 8 表 全熔着鋼並びに 13Cr 鋼板の 65% HNO₃ 食塩水中における耐蝕性

Table 8. Corrosion Resistance of 13% Cr Steel Plate and All Deposit Metals Against 65% HNO₃ Solution.

13 Cr 鋼 板		全 熔 着 鋼		
鋼 種	腐蝕減量 (g/m ² /hr)	熔接棒	腐蝕減量 (g/m ² /hr)	
08 C=0.08%	0.888	A	0.142	
10 C=0.11%	3.468	B	0.147	
12 C=0.12%	2.543	E	2.893	
13 C=0.13%	7.838			

(註) 数値は試験片 2 箇の平均

第 9 表 全熔着鋼並びに 13Cr 鋼板の 5% 中における耐蝕性

Table 9. Corrosion Resistance of 13% Cr Steel Plates and All Deposit Metals against 5% NaCl Solution

試験片種別	各浸漬時間毎の腐蝕減量 (gr/m ²)	
	320hr	780hr
13 Cr 鋼板 08	0.745	1.092
// 10	1.183	1.377
// 12	1.661	2.019
// 13	1.698	1.889
熔着鋼 A	0.427	0.555
// B	0.868	0.914
// C	5.936	10.212

(註) 数値は片 2 箇の平均値を示す。

れた鋼板ではないのでこのような傾向は必ずしも C のみの影響であるかどうか疑わしいが、いずれにしても耐蝕性の面からも C 量低いものほど良好な結果となるこ

とは明らかである。全熔着鋼では Cr-Mn 系熔接棒のものが極めて劣り、13Cr 鋼板以下となっている。

〔VI〕 結 言

以上車輛用 13Cr 鋼板の熔接並びに耐蝕性等に關して種々研究を行つたが、結果を要約すると次の如くである。

1. 冷蔵重の外板として用いられる厚さ 2.3 mm 13 Cr 鋼板を対象としてその開先間隙、熔接電流、熔接棒の作業性等広範な熔接条件の検討を行い、その規準となるべきものを示した。
2. 熔接後の熱処理が非常に困難な車輛用 13Cr 鋼板はその C 含有量を 0.12% 以下とすべきである。
3. 耐蝕性も C 含有量が増加するほど低下する。
4. 熔接棒は現状では A 棒に類するものがすぐれており、Mn-Cr 系のは作業性、耐蝕性等に更に研究を進めることが望ましい。

研究としては更に C 含有量の高いものまで実験する必要が感ぜられたが、一応現場作業上の参考資料が得られたものと考えられる。而して、薄鋼板用不銹鋼熔接棒は車輛に限らず、化学機械方面に対しても尙作業性が十分でないことが指摘されたが、これに關しては更に良好な熔接棒の出現を期待し、引続き調査研究を進めて行きたい。これらの結果が参考となり、尙批判されて現場作業法の確立に役立つなら誠に幸である。

参 考 文 献

- (1) J. G. Ball, C. L. M. Cottrell: Iron and Steel Institute 321 (1951-12).
- (1) 安藤精一：不銹鋼の電気熔接について (昭 25-3)
- (3) 安田益一：笠戸工場研究報告、昭 24-9 号 (昭 24. 4)

高 速 度 鋼

日立製作所冶金研究所長
工 学 博 士

小柴定雄 著

(誠文堂新光社刊)

A 列 5 判 230 頁 美装クロス箱入

販 売

日 立 評 論 社

定 價 250 圓 卍 32 圓

最近に於ける日立製作所社員社外講演一覧 (昭和 27 年 7 月分)

講演日	主催	演 題	所 属	講 演 者
7/17	能率協会	我が社に於ける工場彩色の実施と効果	亀戸工場	山田正臣
7/18	電気学会 東海支部	電子工学の化学工業への応用	日立工場	毛利銓一
11/上	電気三学会	グリッドエミッションに就いて	茂原工場	北川賢司
10/上	機械学会	引抜に関する予備実験	日立電線工場	(柿崎公男方 久本)
〃	〃	熱可塑性高分子物質のレオロジーと押出加工性	〃	山本三郎
〃	〃	ダイヤモンドの形状磨耗	〃	(柿崎公男方 久本)
10/30.31	電気三学会	高電圧用ケーブル油浸紙の微量含有水分と電気的性能	〃	(内藤正春之枝 佐藤史郎夫 島森)
5/29	北海道炭礦 技会	日立製防爆ディーゼル機関車について	笠戸工場	森脇賦夫
11/2.3	日本金属会 秋期	13クローム不銹鋼に関する二三の実験	安来工場	新持喜一郎
11/2.3	〃	絶対比色法による窒素迅速定量法	〃	木村伸雄
10/2.3	〃	高炭素高クローム鋼の恒温変態とその応用	〃	小柴定雄
10/30.31	電気三学会	珪素樹脂エナメル線について	日立電線工場	間瀬喜好
10/30.31	〃	磁気増幅器の特性改善の一方法	中央研究所	三浦武雄
10/30.31	〃	溝切集電環並びに溝付刷子の特性	日立研究所	一木利信
10/30.31	〃	ヒステリシスを含む正饋還増幅器機特性	〃	前川敏明
10/30.31	〃	刷子の摩擦振動について	〃	武政隆一
10/30.31	〃	二点の放電率測定値より 50% 放電々圧又は 100% 放電々圧を求める際の測定回数と誤差との関係	〃	笈川俊雄
10/30.31	〃	回転磁界に於ける鉄損の一試験法	〃	今尾隆夫
10/30.31	〃	発電機固定子の層間絶縁試験	〃	井上利夫
10/30.31	〃	二重饋還回路を有する交流発電機電圧自動制御等の解析	〃	小林栄二
10/30.31	〃	水銀整流器逆弧に關係する諸条件	日立研究所	木村鐘治
10/30.31	〃	80.5kV 4,000 MVA 新型制弧遮断器	多賀工場	山田勇飛
10/30.31	〃	超高圧 275 kV ドライバルブ避雷器	〃	桑山正俊
10/18.19	〃	高圧ケーブル用混和物の低温特性	日立電線工場	(久本富保 下山田)
10/18.19	〃	熱量計法による交番ヒステリシス損の測定	日立研究所	西堀博清
10/18.19	電気三学会	避雷器高低抗シールド用高抵抗体	多賀工場	落
11/29	第 2 回 応用力学講演	中央に孔のある周辺固定円板の振動実験	日立研究所	小堀与一
11/29	〃	焼ばめ殻を有する軸の疲れ強さに及ぼす高周波焼入の効果	〃	大内田久
10/30.31	電気三学会	LT型直流饋電線保護装置	多賀工場	三田勝茂
10/30.3	〃	抄紙機に於ける電気設備について	日立工場	(平川克己 西一)
11/2.3	鉄鋼協会	高炭素高クロームダイス鋼に及ぼすタングステンの eff	安来工場	小柴定雄
10/18.19	電気三学会	高速電車で電空併用ブレーキ方式の試験結果	日立工場	平田憲一
10/30.31	〃	セメントキルン用電気設備	〃	吉田正臣
10/30.31	〃	陰極漏洩電流	茂原工場	千秋英一
11/2.3	鉄鋼協会	黒心可鍛の焼鈍時に於ける脱炭の影響	深川工場	藤井恒彌
10/30.11/1	電気三学会	炭素送話器のマイクロフォン脈動について	戸塚工場	西山静男
10/18.19	〃	交換機に於けるサーミスタの応用	〃	江森五郎
10/18.19	〃	450 MC-FM 無線機電播試験	〃	長浜良三
10/29.12/2	第 2 回 応用力学講演	チルドロールの鑄造応力	若松工場	河原英磨
10/上	機械学会	ウォームの歯形とウォーム歯車	多賀工場	景浦敬次郎
10/上	〃	極小型ホイストの設計について	〃	横内直中
8/2.3	印刷学会	日立パウダスプレイユニットについて	川崎工場	山岸隆一