

琉球大学学術リポジトリ

溶着部及び熱影響部における硬度と金属組織に関する研究

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2012-07-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 真喜志, 康二, 兼城, 英夫, 宮城, 清宏, Makishi, Yasuji, Kaneshiro, Hideo, Miyagi, Kiyohiro メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/24935

溶着部及び熱影響部における[†] 硬度と金属組織に関する研究

真喜志 康 二*
兼 城 英 夫*
宮 城 清 宏*

The Fundamental Investigation of the metallic
crystal and Hardness in the deposit metal and
heat affected zone of mild steel weld.

Yasuji MAKISHI, Hideo KANESHIRO, Kiyohiro MIYAGI

This paper presents the effect of the observation of micrograph of metallic crystal and hardness tests in the weld deposit metal and heat affect zone. The emphasis is placed on the changes of hardness and metallic crystal transformation due to the affect of welding current and preparing heat.

As the welding current and a preparing heat rising, the changes of the metallic crystal in heat affect zone and weld deposit metal is shown in the micro-structures.

The hardness in heat affect zone and weld deposit metal is dropped by welding current condition and preparing heat condition, but the change of hardness and metallic crystal in the basic metal is very small.

1. まえがき

溶接継手は冶金的な方法によって行われ、一般に溶融金属で母材を結合している。このため溶着金属及びこれに隣接する母材の部分、即ち溶接熱影響を受け変質した材質の変化部の機械的性質は、溶接条件や溶接方法によって著しく影響される。溶接工学上溶着部及び熱影響部については重要であり、その機械的性質⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾についての研究成果も多い。

軟鋼や溶接性のよい構造用鋼を慎重に溶接した無欠陥な溶接継手における溶接熱影響部の機械的性質は母材とほとんど変わらないが、高炭素鋼や特殊鋼、⁽⁵⁾ 鋳鉄及び非鉄金属におけるそれは母材より劣っている。これ

は溶接熱の影響によって金属組織の変化をもたらしたためであり、また、冷却状況によっても著しく異なる。

溶着部及び熱影響部の金属組織の変化は、冷却速度の影響を受けやすく、更に熱サイクルを受けると、その変化は複雑化してくる。

ここで、一般構造用圧延鋼材SS41に溶接入熱が極めて大きく、また、外部の影響を受けにくいサブマージドアーク溶接を用いて、予熱温度及び溶接電流を変えて溶接し、その結果、溶着部及び熱影響部の金属組織と硬度の変化について調べたので報告する。

2. 試験片材料及び溶接方法

2.1 試験片材料

使用した試験片材料は板厚25mmの一般構用圧延鋼材

† 受付：1971年9月30日

* 琉球大学理工学部機械工学科

SS41で、縦140mm、横200mmに切断した。その化学成分については Table 1 に示す。

Table 1. Chemical composition of welding base metal. (%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr
	0.16	0.009	0.57	0.05	0.05	—

2.2 溶接方法

手動溶接法による不定状な溶接方法を用いず、溶接アークがフラックスにおおわれていて、外部からは見えない状態で溶接され、また、Fig. 1 に示されるようにアーク直前で電流を供給し、従って、大電流による高能率溶接の可能なサブマージドアーク溶接を用いた。

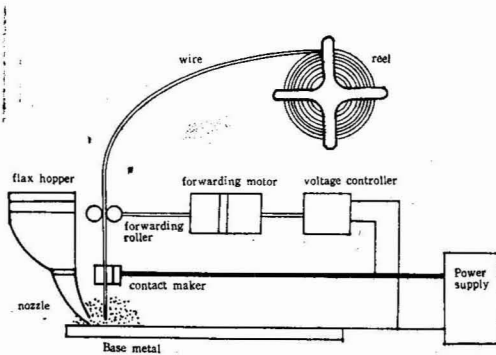


Fig. 1 Submerged arc welder

コイル状の裸心線（ワイヤ）はリールに巻かれて、ノズルより繰り出され、ホッパから供給された粒状、ないし、粉末状のフラックスに突込まれ、その中でアークを発生している。

ワイヤはその線径と実用電流範囲および溶融速度との関係があり、ワイヤの選定については Table 2 に示される化学成分を有する線径4.8mm、溶接電流範囲500A~1100AのUS-36を用いた。溶接に際し、ア

Table 2. Chemical compositions of welding wire. (%)

	C	Mn	Si	Cr
	0.13	1.95	0.03	—

ークを安定にし、溶接部を大気から保護するためのフラックスは、フジオートメルト400を使用した。

試験片材料を溶接する場合、溶接ビードのノド厚が一定となるように溶接始点において、アーク発生後5秒経過して送りスイッチを入れ、また、溶接終端においては送りスイッチを切った後5秒間アークを発生させた。

溶接時に、予熱した試験片材料を溶接する場合、予熱された試験片材料より放出される熱量を少なくするため、あらかじめ溶接台に熱を与え、溶接台の温度が試験片材料の予熱温度と同温度になった時点で試験片材料を予熱炉よりとり出して、ストレート溶接する。溶接電流及び予熱温度は Table 3 に示す。

Table 3. Conditions of the welding.

test piece specifications.	preparing heat	welding current	voltage	Energy	welding speed	Remark
	C	A	V	J/cm	cm/min	
11	(23°)	600	30~35	36000 ~42000	30	
21		800	35	56000	30	
31		1000	35~40	70000 ~80000	30	
12	100	600	37~38	44400 ~45600	30	
22		800	40	64000	30	60
32						

13	150	600	33~34	39600 ~40800	30	65
23		800	35~38	56000 ~608000	30	
33		1000	40	80000	30	
14	200	600	35~38	42000 ~45600	30	70
24		800	35	56000	30	
34		1000	40	80000	30	
15	300	600	40	48000	30	90
25		800	40	64000	30	
35		1000	40	80000	30	

3. 試験片及び試験方法

3.1 試験片

前述2項の溶接された試験片材料をFig. 2 に示されるように溶接始端、中央及び終端に分け、その硬度及び金属組織用試験片を採取した。また、試験片切断時の発熱を充分考慮して、フライス盤及び自動金切ノコの注油を充分な状態にした。

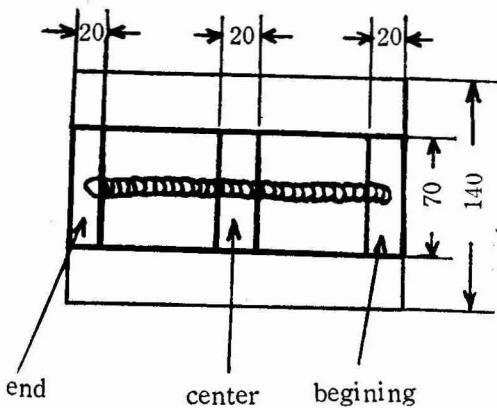


Fig.2, (a) Make a collection test piece.

3.2 硬度及び組織試験

フライス盤及び自動金切ノコで切断して採取された試験片は、研磨盤によって冷却水を充分流しながら研磨し、400~600番のサンドペーパーで磨いた後バフ仕上げた。

硬度測定については、ロックウェル硬度試験機 (Wilson, Model Y) によって Fig. 3 に示すように5個所について、各々3回ずつ硬度測定し、その平均

値によって硬度値とした。金属組織試験はバフ仕上げされた試験片をピクリン酸溶液 (メチルアルコール 200 cc にピクリン酸 5 g) に 1~2 分したして腐食した後金属組織の観察を行った。

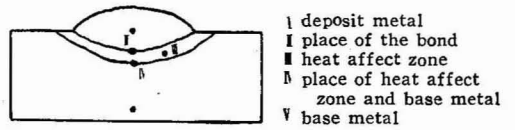


Fig.2, (b) Hardness test in a position

4. 試験結果

4.1 硬度及び金属組織

Table 3. に示される条件に従って溶接された試験片材料より試験片を準備し、その硬度及び金属組織を調べた。その結果、溶接始端と終端における溶着部及び熱影響部の硬度について溶接電流を一定にして予熱温度を変化させた場合、溶接始端の硬度は低い溶接電流で常に終端より高い値を示した。また、高い溶接電流の場合の予熱なし常温溶接では終端の硬度が高く、予熱した場合は予熱温度 100°C 近傍から終端と始端の硬度の変化率が異なり、始端の方が終端より高い状態になっている。このような溶接始端と終端における硬度の変化は両端の冷却条件や溶接入熱に対する溶接速度の関係等によるものであり、また、実際に室温

(6)
 20°Cでの溶接終端の冷却速度は始端より大きい。溶接中央部の冷却速度は始端及び終端の約1/2である。(7)
 また、溶接速度に対し溶接入熱とその周囲の条件が定常状態にあるものとみなされるので、従って中央部での硬度を測定した結果 Fig. 3 に示され、予熱温度 200°C でいわゆる金属のりれきによる青熱ぜいせい温度下での溶接の場合の硬度はこの温度前後での値より高い。また、溶接電流 300A 及び 300A に対し 1000A の場合は予熱温度 150°C での溶接で硬度高となってい

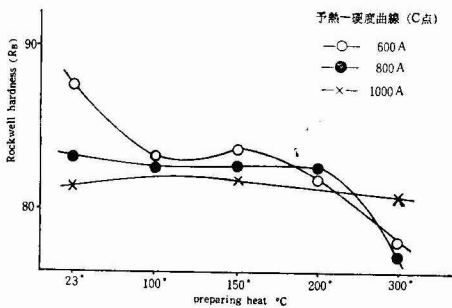


Fig. 3 Effect of Rockwell hardness test on the place of II by the preparing heat change.

る。熱影響部の硬度は溶接端と始端と終端で溶接電流及び予熱温度の影響は溶着部程顕著でなかった。中央部における熱影響部の硬度は Fig. 4 に示される。予

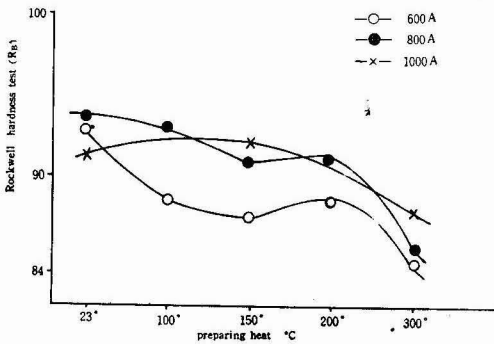


Fig. 4 Effect of Rockwell hardness test on the place of III by the preparing heat change.

熱温度を一定にして溶接電流を変えた場合の中央部の溶着部及び熱影響部の硬度は Fig. 5 に示され、溶接電流の変化に対し顕著である。予熱温度及び溶接電流を

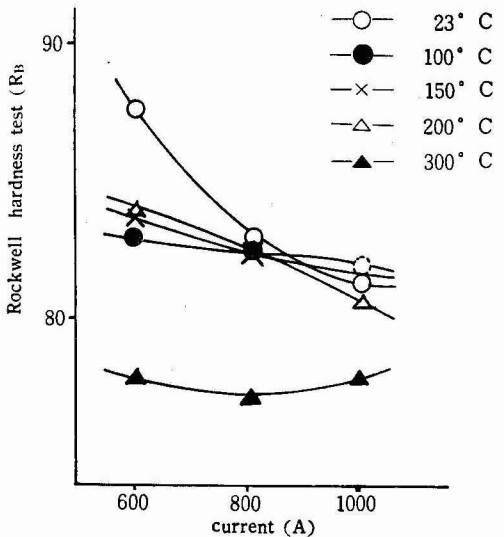
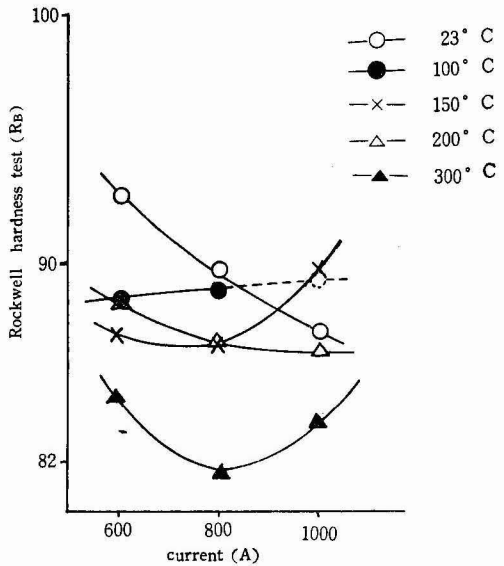


Fig. 5 Effect of Rockwell hardness test on the place of II and III by the changing current.

変えた場合の硬度は Fig. 6 に示される。硬度の変化図に対し金属組織の観察による結晶粒の状態を比較することは極めて困難であるが、溶着部、熱影響部、母材の顕微鏡写真をみると Photo 1 に示され、熱影響部の結晶粒は母材に比べ粗大化していることがわかる。Photo 2 は熱影響部を示したもので結晶粒中には同一方向の針状ウイドマンステッテン組織がみられる。

Photo 2 は溶接電流及び予熱温度を変えた場合の熱影響部及び母材の顕微鏡写真である。

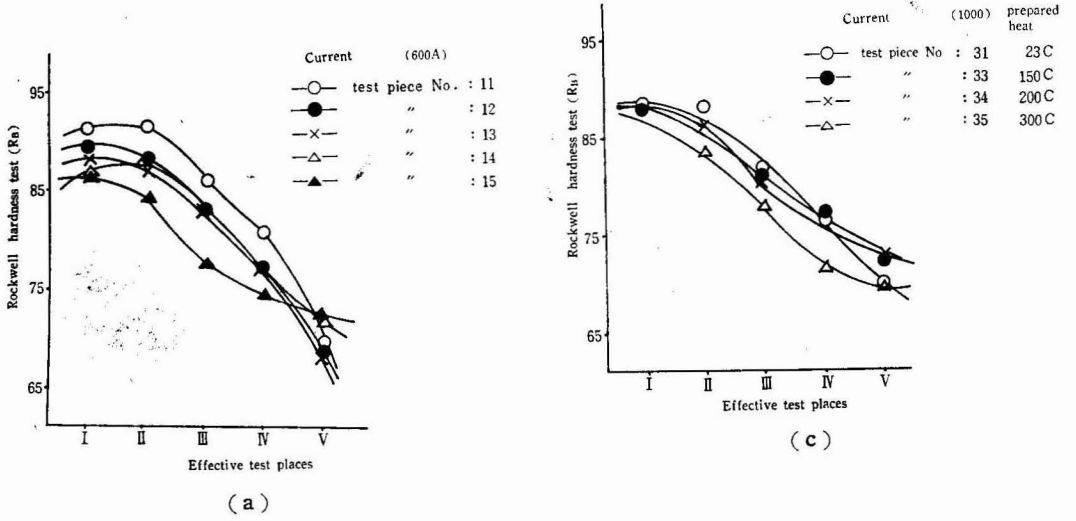


Fig. 6 Effect of hardness test on the effective place by the current constant.

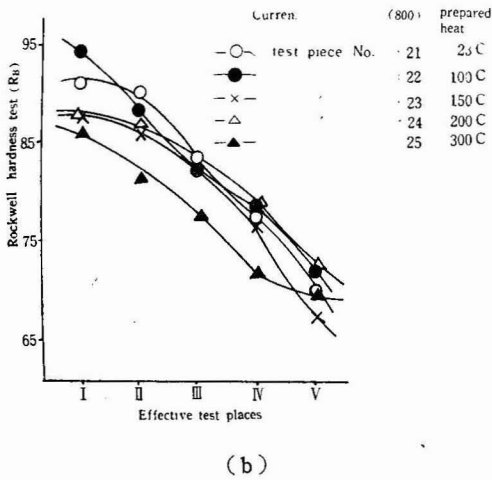
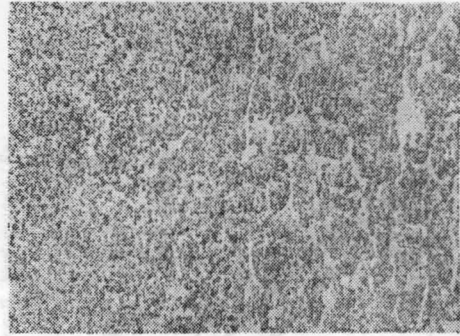


Photo.1 Micrograph of the effective place

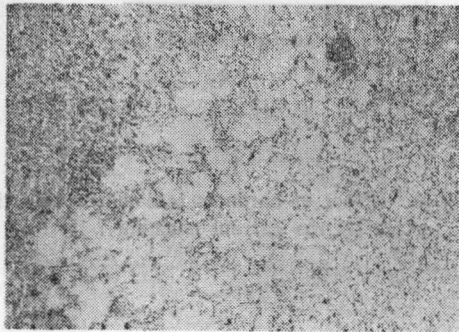
I : Magnification

II : Effective test place



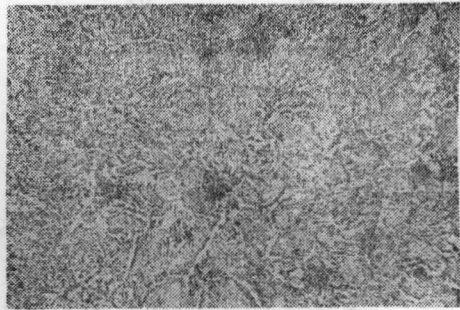
I : x50

II : II and III



I : x100

II : III



I : x100

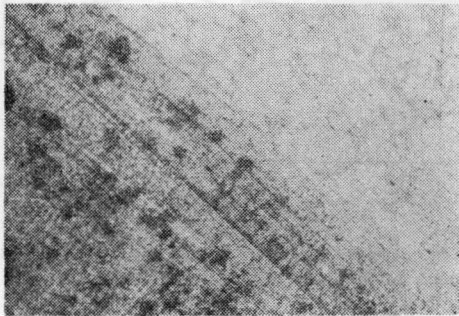
II : V

Phot. 2 Micrograph of weld depositmetal, heat affected zone and base metal

I : magnification

II : Effective test place

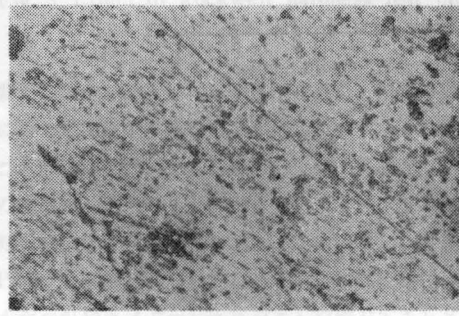
III : test piece No.



I : x100

II : V

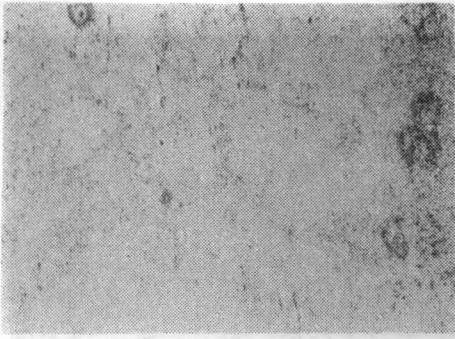
III : 11



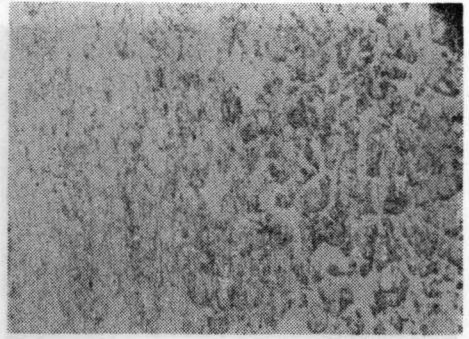
I : x100

II : II, III

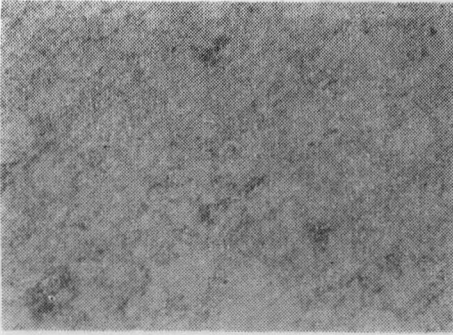
III : 11



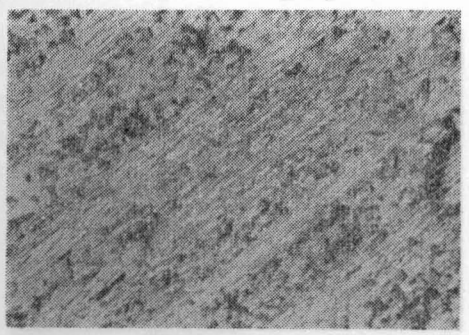
I : ×100 II : 12



I : ×100 III : 12



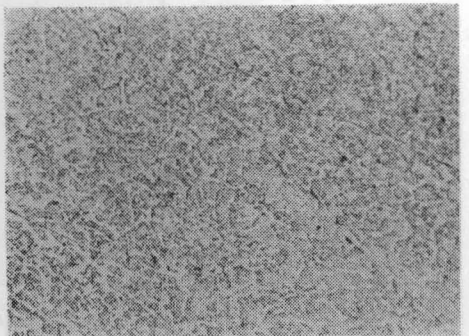
I : ×100 III : 13



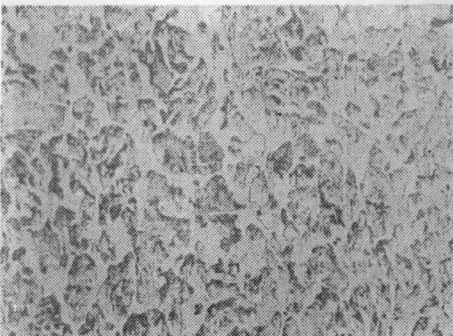
I : ×100 III : 13



I : ×50 III : 14



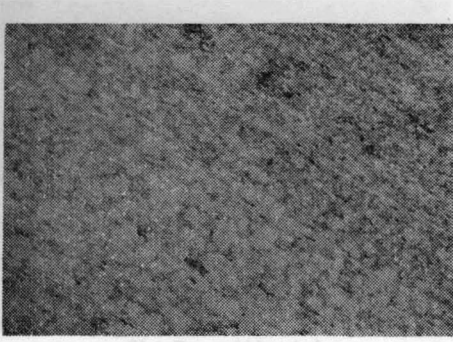
I : ×50 III : 14



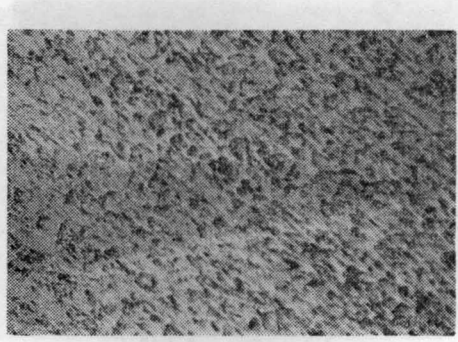
I : ×100 III : 15



I : ×100 III : 15



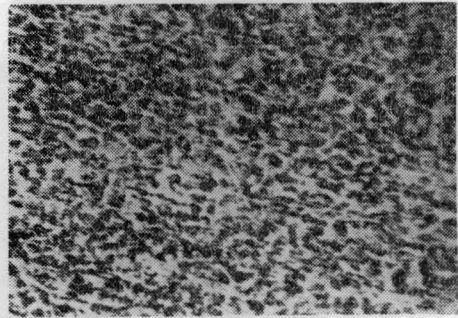
I : ×50 III : 21
II : III



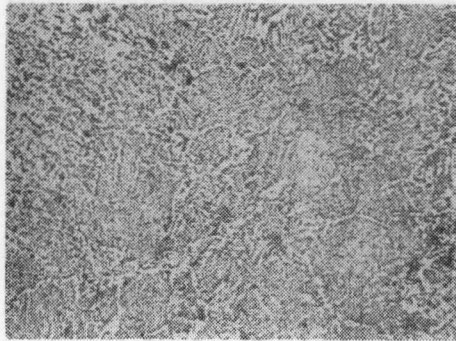
I : ×50 III : 21
II : V



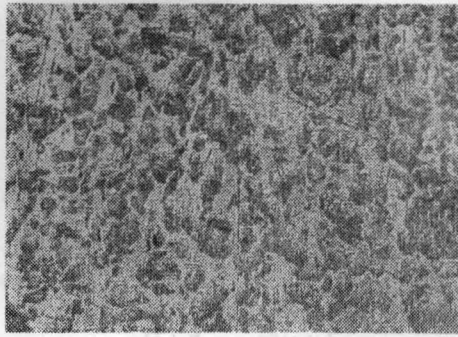
I : ×50 III : 22
II : III, IV



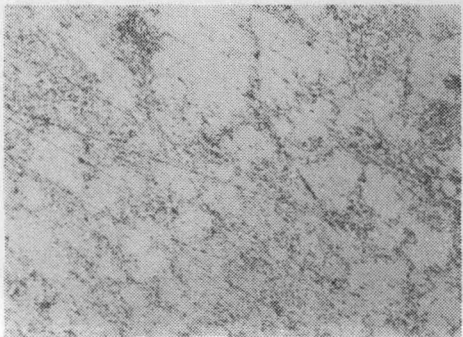
I : ×50 III : 22
II : V



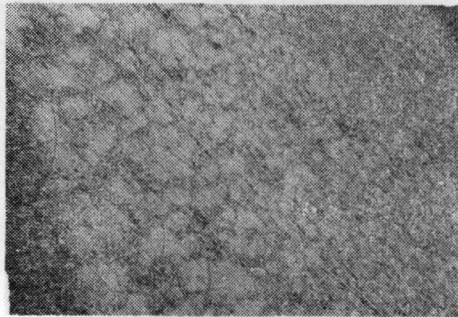
I : ×100 III : 25
II : V



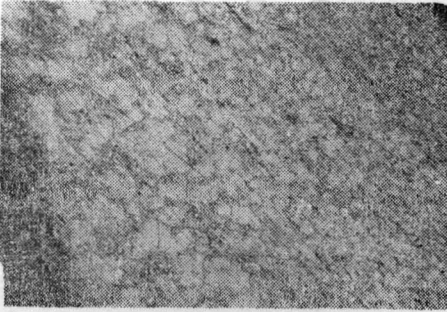
I : ×100 III : 25
II : V



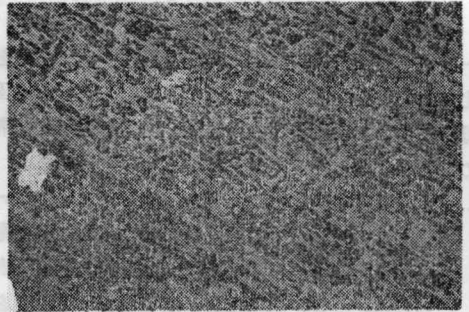
I : ×100 III : 31
II : III



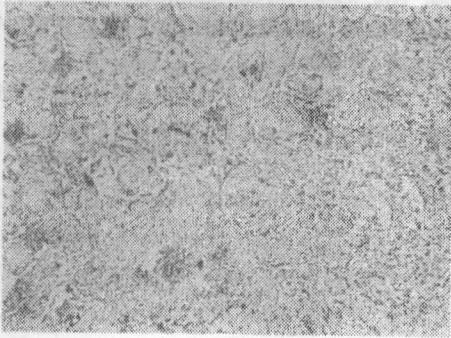
I : ×50 III : 31
II : 100



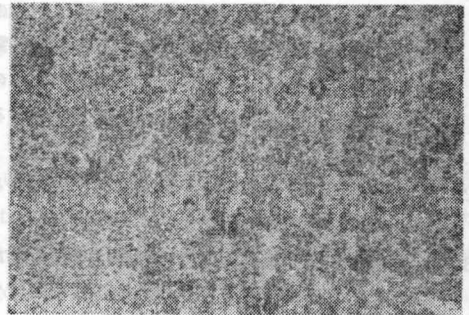
I : ×50
II : III
III : 33



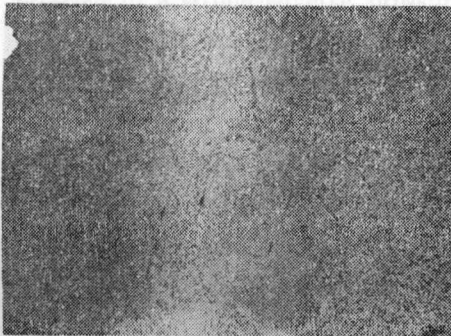
I : ×50
II : V
III : 33



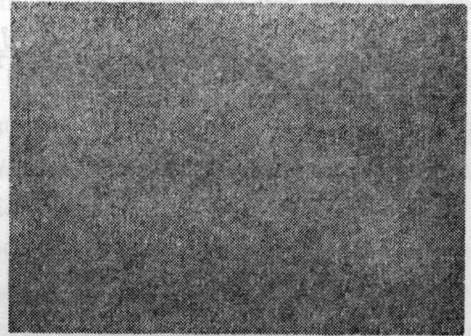
I : ×100
II : III
III : 34



I : ×100
II : V
III : 34



I : ×50
II : III
III : 33



I : ×100
II : V
III : 35

5. 結 言

一般構造用圧延鋼について溶接電流及び予熱温度を変化させて自動溶接を行い、その溶着部、熱影響部及び母材について硬度及び金属組織の変化を調べた結果次のことが判明した。

1. 予熱温度を変化させた場合の溶着部の硬度は一般に減少増加減少の3段階に分けられ、溶接電流が低い場合、予熱温度200°C近傍で極値が表われる。また、溶接電流が高い値で予熱温度を変化させた場合、極値は予熱温度200°C以下で表われている。予熱温度200°C近傍での硬度変化は金属のせい熱ぜいせいに関係があるものと思われる。溶接電流が増加するにつれて、その極値の表われる予熱温度が減少するのは溶接電流が大きくなれば、それだけ入熱が増加するので溶接速度の関係から早くせい熱温度に達するものと考えられる。
2. 熱影響部の硬度の変化は予熱温度の影響によるよりも溶接電流の影響によるものが大きい。
3. 溶接部より充分離れた母材の硬度は溶接条件が変化してもその硬度及び組織の変化は極めて少ない。
4. 溶接部及び母材の金属組織はPhoto 1 にみられるように溶接部、熱影響部及び母材の3つの結晶粒の違いによって組織が観察された。Photo 1, 2 より熱影響部の結晶粒の大きさは予熱温度及び溶接電流の影響を受ける。
5. 熱影響部の結晶粒は溶接部及び母材とは異なるウイドマンステツテン組織がよく表われている。

参 考 文 献

- (1) 氏家：軟鋼溶接部の物理的性質に対する温度の影響に関する研究。溶接学会誌第9巻，(1939)，3号，109
- (2) 三ヶ島，迎，藤村：溶着金属の基礎的研究溶接学会誌，第36巻(1967)，11号，1203
- (3) 渡辺，永井，大塚，永田：軟鋼の溶着部，熱影響部における疲れ強さに関する研究，溶接学会誌 Vol.36, No. 4, 1967, 55
- (4) 岡田実：低炭素鋼の電弧溶接における熱影響に関する基本的研究，溶接学会誌，Vol. 6, 昭和12年6号
- (5) 溶接学会編：溶接継手の性質，溶接便覧昭和41年，丸善 P.959.
- (6) (7) 渡辺，佐藤：ビードの始点と終点付近の冷却速度，溶接力学とその応用，朝倉書店，昭和40年 P.222