となった。

(3) 腐食試験後の試験片表面および断面組織観察より、Ni-7Ti および 10Nb の未処理材では試験片表面の全面腐食が認められたが、その他の合金ではピットや粒界腐食の局部腐食が認められた。

(4) PIN 処理材では合金系の種類により腐食形態が異なっていた。Ni 2 元合金および 3 元合金の 7Ti-X 系合金では全面腐食とピットおよび粒界腐食の局部腐食との混合形態となったが、20Cr-X 系合金では局部腐食は認められず全面腐食となる傾向を示した。とくに 2 元合金の Ni-20Cr および 30Cr では窒化層が剝離した箇所も認められたが、3 元合金の 20Cr-X 系合金ではこのような窒化層の剝離は認められず、3 元合金化により腐食特性の改善が可能なことが明らかとなった。

(5) PIN 処理によるアノード分極曲線の変化および窒化層の腐食形態、さらに窒化層の硬さおよび窒化層厚さを考慮すると、Ni 2 元合金の Ni-7Ti、および 3 元合金の 7Ti-X 系および 20Cr-X 系合金が PIN 処理用 Ni 合金として実用的に有効であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 松田, 中田, 眞喜志: “プラズマイオン窒化法による Ni 合金の表面硬化” 溶接学会論文集, Vol. 5 (1987) No. 4, 452-457.
- 2) 松田, 中田, 眞喜志, 木谷: “プラズマイオン窒化法による Ni 合金の表面硬化に及ぼす合金元素の影響” 溶接学会論文集, Vol. 6 (1988) No. 3, 436-441.
- 3) 松田, 中田, 眞喜志, 木谷, 西尾: “プラズマイオン窒化した Ni 2 元合金の窒化層の微細構造と硬化機構” 溶接学会論文集, Vol. 9 (1991) No. 2, 96-103.
- 4) 松田, 中田, 眞喜志, 木谷: “Ni-7Ti および Ni-20Cr 合金の表面硬化に及ぼす第 3 元素の影響” 溶接学会論文集, Vol. 9 (1991) No. 2, 104-109.
- 5) Fils et al.: “CORROSION BEHAVIOUR OF STAINLESS STEEL AFTER PLASMA AND AMMONIA NITRIDING” Surface Engineering, Vol. 5, (1989) No. 2, 151-157.
- 6) 曾根: “イオン窒化処理による表面改質” ジョイテック, 1989年 8月号, 79-83.

Ar-O₂, Ar-CO₂ および CO₂-O₂ 雰囲気における 鋼溶接金属の酸素吸収について*

—ガス・メタル・アーク溶接における鋼溶接金属の酸素吸収について (第 1 報)—

佐藤 嘉洋**, 富田 健司***, 桑名 武**

Oxygen Absorption by Steel Weld Metal in Ar-O₂, Ar-CO₂ and CO₂-O₂ Welding Atmosphere

—Oxygen Absorption by Steel Weld Metal during Gas Metal Arc Welding (Part 1)—

by Yoshihiro Sato**, Kenji Tomita*** and Takeshi Kuwana**

In an oxidizing gas welding atmosphere of Ar-O₂, Ar-CO₂ or CO₂-O₂ gas mixture, oxygen absorption behavior by steel weld metal has been investigated metallurgically, using a popular Fe-Si-Mn electrode wire and two types of base metal, that is, pure iron and rolled steel for welded structure. As an addition of oxygen to argon-based mixture, the oxygen content in steel weld metal extremely increases and the losses of alloying elements such as silicon and manganese steadily increase. As an addition of carbon-dioxide to argon-based mixture, the oxygen content in steel weld metal increases somewhat and limited amount of alloying elements losses. As an addition of oxygen to carbon-dioxide-based mixture, only a little amount of oxygen is absorbed into the steel weld metal. Despite the active gas of CO₂ instead of Ar adds into the welding atmosphere, unexpectedly, the oxygen content of steel weld metal under CO₂-O₂ is lower than that of the weld metal under Ar-O₂ for the same oxygen partial pressure over the range of 0.01 MPa. The losses of alloying elements are not so significant in this atmosphere.

Key Words: oxygen absorption, arc welding, Ar-O₂, Ar-CO₂ and CO₂-O₂ welding atmosphere, chemical reaction, steel weld metal

1. 緒 言

鋼のガス・メタル・アーク溶接では、CO₂ あるいは不活性ガスに CO₂ や少量の O₂ などを混合してシールドガスとして用いることが多く、一般に溶接雰囲気は酸化性であることが多い。酸化性ガス雰囲気での溶接では溶接金属に酸素が吸収され、この酸素が溶接金属組織に影響

*原稿受付 平成 3 年 12 月 15 日 平成 2 年度春及秋季全国大会で発表

**正 員 東北大学工学部 Member, Tohoku University

***正 員 東北大学大学院 (現在: 新日本製鐵(株)) Member, Graduate Student of Tohoku University (Present: Nippon Steel Corp.)

をおよぼすとともに、Si, Mnなどの合金成分と反応しこれらの成分を酸化消耗して非金属介在物の生成¹⁾にも関与することが知られている。このようにシールドガスあるいは雰囲気ガスは、溶接金属成分および溶接金属組織に影響をおよぼし溶接金属の機械的性質にも大きな影響を持つと考えられる。しかし、溶接金属成分については溶接用材料から²⁻⁴⁾、シールドガスは専ら溶滴の移行形態や溶け込み形状を支配する因子として検討される⁵⁻⁸⁾ことが多く、シールドガス成分あるいは雰囲気ガスと溶接金属成分の関係を系統的に検討した研究は、あまり見あたらない⁹⁾。このなかで、著者らは純粋な材料を用いて単純な系とした鋼溶接金属の酸素吸収挙動を検討してきた。先ず、純鉄溶接金属の酸素吸収挙動¹⁰⁾を調べ、次いでFe-Si¹¹⁾、Fe-Mn¹²⁾、Fe-Si-Mn¹²⁾、Fe-Al¹³⁾およびFe-Ti¹⁴⁾の各溶接金属の酸素吸収挙動を調べるとともに、アーク溶接法を用いることにより純鉄¹⁵⁾および合金元素を添加する場合¹⁶⁾の酸素吸収・脱酸機構などについて検討を行い、基礎的・系統的に溶接金属の酸素吸収について研究を行ってきた。

そこで本研究ではこれまでの知見をもとに実用鋼も含めて鋼溶接金属の酸素吸収挙動をより实际的に明らかにすることを目的としている。このため雰囲気には酸化性ガスと考えられるAr-O₂、Ar-CO₂およびCO₂-O₂なる3つの雰囲気を選んだ。また、試験片には純鉄および溶接構造用圧延鋼材(SM490A相当)の2種類の試験片を用いて各混合ガス雰囲気における溶接金属の酸素吸収挙動を調べ、その特徴を明らかにするとともにSi, Mnなどの合金成分の変化について検討する。ここで2種類の試験片を用いる理由は、一般に軟鋼に相当する鋼では成分にある程度幅があるのが普通で、これらの試験片を用いることにより軟鋼の全成分範囲について検討できると考えたからである。

2. 実験方法

2.1 実験装置

溶接は溶接雰囲気調整容器内で行い、雰囲気ガスの組成を正確に制御した。雰囲気調整容器内の内容積は、約1.5 m³であり、内部に消耗電極型自動溶接機のヘッド部を設置している。Fig. 1は、この装置の概略図である。装置内に封入するガスは、シリカゲルにより予め脱水してある。

2.2 実験材料

供試材の化学組成をTable 1に示す。試験片は、純鉄に近い成分の鉄およびSi, MnおよびCを含む

Fig. 1 Welding chamber and welding machine.

Table 1 Chemical compositions of base metals and electrode wire. (mass%)

	C	Si	Mn	P	S	O
Pure iron base metal	0.005	0.007	0.006	0.005	0.003	0.009
SM490A base metal	0.14	0.30	1.45	0.017	0.002	0.001
Electrode wire	0.10	0.78	1.35	0.013	0.012	0.004

JISG3106のSM490A材に相当する材料である。前述のように、これらの試験片を用いることにより軟鋼の全成分範囲について検討できるようにした。試験片寸法は、150×50×12 mmである。ワイヤは、通常のCO₂ガス溶接に用いられるSi-Mn系のソリッドワイヤでありJISZ3312のYGW12に相当する材料である。ワイヤ直径は1.6 mmである。なお、溶接に際してはワイヤの銅被膜を除去して用いた。

2.3 実験操作

試験片の表面酸化物などを除去し装置内にセットし、装置内部を10 Pa以下に排気後、各ガスを所定の圧力に封入してピード・オン・ブーレト溶接を行った。溶接条件は、溶接電流250 A、アーク電圧25 Vおよび走行速度20 cm/minである。溶接極性はワイヤが陽極であり、コンタクトチップ先端から試験片表面までの距離は20 mmである。溶接雰囲気はAr-O₂、Ar-CO₂およびCO₂-O₂の混合ガスであり、各々の混合ガスにおいてAr分圧(P_{Ar})を0~0.1 MPaに、CO₂分圧(P_{CO₂})を0~0.1 MPaおよびO₂分圧(P_{O₂})を0~0.04 MPaの間で変化させたが、全圧は0.1 MPaである。なお、溶接金属の酸素量は、アルゴン気流中溶融電量測定法、Si量は重量法、Mn量はICP発光分光分析法および炭素量は電量測定法を用いて定量した。

3. 実験結果及び考察

3.1 酸化性ガス雰囲気における溶接金属の酸素吸収について

アーク雰囲気中にO₂やCO₂ガスが存在する場合には、アークが非常に高温であるためにこれらのガスは解離する。その反応は、次のように考えられる。

これらのガス成分を介して、次のような反応により溶接金属には酸素(O)が吸収される。

これより、CO₂からは炭素(C)も同時に吸収される可能性があることがわかる。

一方、溶接金属にSi, Mnあるいは炭素など酸素との親和力強い元素が存在する場合には、

のような反応が起こり、溶接金属は脱酸されると同時に

Fig. 2 The oxygen content of weld metal in Ar-O₂.

Fig. 4 The manganese content of weld metal in Ar-O₂.

Fig. 3 The silicon content of weld metal in Ar-O₂.

Fig. 5 The carbon content of weld metal in Ar-O₂.

これらの元素は酸化消耗することになる。

3.2 Ar-O₂ 混合ガス雰囲気の場合

Ar-O₂ 雰囲気では、(3)および(4)式により溶接金属には酸素が吸収されることが考えられる。この雰囲気中で溶接を行った溶接金属の酸素量を Fig. 2 に示す。雰囲気中の P_{O₂} の増加とともに溶接金属の酸素量は著しく増加しており、この雰囲気中の酸化性が非常に強いことがわかる。特に、Si、Mn などの脱酸素元素をほとんど含まない純鉄試験片を用いる場合には、P_{O₂} = 0.04 MPa で約 0.14 mass% の酸素量まで急激に増加することが示されている。一方、SM490A 材を試験片とする場合の酸素量は純鉄試験片の場合より少ないことから(8)および(9)式に示す

Si、Mn による脱酸がより一層進行したことが推察される。

溶接金属の Si 量および Mn 量を Fig. 3 および Fig. 4 に示す。溶接金属の Si 量、Mn 量ともに P_{O₂} が増加するとともに大きく減少しており、P_{O₂} = 0.02 MPa までその程度が著しいことがわかる。この Si、Mn の減少は、(8)および(9)式に示すようにこれらの元素が酸化消耗することが主な原因であると考えられる。また、純鉄試験片の場合には試験片との溶融希釈により、SM490A 材試験片と比べて Si 量、Mn 量は更に少なくなっている。

Fig. 5 に溶接金属の炭素量と P_{O₂} の関係を示す。炭素量は、P_{O₂} の増加とともに減少しており、Si、Mn の場合

Fig. 6 The oxygen content of weld metal in Ar-CO₂.

Fig. 8 The manganese content of weld metal in Ar-CO₂.

Fig. 7 The silicon content of weld metal in Ar-CO₂.

Fig. 9 The carbon content of weld metal in Ar-CO₂.

と同様な変化を示している。この場合、雰囲気からの炭素の吸収は考えられないので、(10)式による酸化消耗による変化だけが表れたためと思われる。

以上のように、Ar-O₂ 雰囲気は酸化性が非常に強く、溶接金属は多量の酸素を吸収すると同時に Si, Mn および炭素などの合金元素を多量に酸化消耗することが示された。従って、溶接金属の合金成分の調整を計る場合にはこれらの事に十分注意しなければならないことも示されている。

3.3 Ar-CO₂ 混合ガス雰囲気の場合

Ar-CO₂ 雰囲気の場合には、(3)~(7)式からわかるように溶接金属には酸素の他に炭素も吸収されることが考え

られる。この雰囲気での溶接金属の酸素量を Fig. 6 に示す。P_{CO2} の増加とともに、酸素量は P_{CO2} = 0.02 MPa まで急に、その後緩やかに増加することがわかる。また、この場合にも SM490A 材試験片の酸素量は、純鉄試験片の場合よりも少ない。この雰囲気では、P_{CO2} を 0.1 MPa まで増加させても酸素量は 0.05 mass% 程度であり、Fig. 2 に示した Ar-O₂ 雰囲気の場合と比べて、酸素量はかなり低いことがわかる。これは、CO₂ が O₂ に比べて酸化性が弱いことによると考えられる。

溶接金属の Si 量および Mn 量の変化を Fig. 7 および Fig. 8 に示す。P_{CO2} が増加するとともに溶接金属の Si 量、Mn 量ともに減少することがわかる。この減少は、主

に酸化消耗するためだと考えられるが、Ar-O₂ 雰囲気の場合と比べて減少量は少なくなっている。前述のようにこの雰囲気では、溶接金属に吸収される酸素量が少ないので、これらの元素の酸化消耗量も少なかったと考えられる。

溶接金属の炭素量を Fig. 9 に示す。炭素量は、 P_{CO_2} の増加とともに減少した後再び増加する傾向を示すことがわかる。この変化を考えると、 P_{CO_2} が低い間は(10)式に示した酸化反応による炭素の消耗量が多いためであり、 P_{CO_2} が高くなると(5)~(7)式に従い雰囲気から吸収される炭素量が増えるために、この収支のバランスにより、このような結果になったと考えられる。この炭素量の変

化は、Si, Mn とは異っており、雰囲気中に CO₂ が存在する場合の特徴である。

以上のように、Ar-CO₂ 雰囲気では CO₂ の酸化力が O₂ ほど強くないために、溶接金属の酸素吸収量は Ar-O₂ 雰囲気の場合に比べると少なく、また Si, Mn の酸化消耗量も少ない。しかし、溶接金属の炭素量は P_{CO_2} が高い場合に雰囲気からの吸収量が多くなり、増加する傾向を示し、他の合金元素とは異なる挙動を示すことがわかる。

3.4 CO₂-O₂ 混合ガス雰囲気の場合

CO₂-O₂ 雰囲気は両成分とも酸化性のガスであることから(3)~(7)式に従い、溶接金属は多くの酸素および炭素を吸収することが考えられる。Fig. 10 に溶接金属の酸素量を示す。 P_{O_2} が低いところでは、酸素量に大きな変化は見られないが、 P_{O_2} が高くなると酸素量は増加する傾向を示している。SM490A 材試験片の場合では、 P_{O_2} による酸素量の変化は少ないことがわかる。これを Fig. 2 に示した Ar-O₂ 雰囲気の場合と比較すると、 P_{O_2} が低い範囲では CO₂-O₂ 雰囲気での溶接金属の酸素量が高い値を示しているが、 P_{O_2} が高くなると逆に Ar-O₂ 雰囲気での酸素量が高くなることわかる。このように P_{O_2} を同一にして不活性な Ar の代わりに酸化性の CO₂ を雰囲気に加えると、溶接金属の酸素量が低くなる場合があることから、CO₂-O₂ 雰囲気の酸化性は Ar-O₂ 雰囲気と比べるとそれほど強いものでないことが想像される。現在のところこの原因は明確でないが(1), (2)式に示したガス解離の状態あるいはアークの現象に何らかの原因があるのではないかと推察している。

溶接金属の Si 量, Mn 量を Fig. 11 および Fig. 12 に示す。 P_{O_2} の増加とともに Si 量, Mn 量ともに一様に減少することが示されている。しかし、Ar-O₂ 雰囲気の場合と比べてこれらの減少量は少なく、これからも CO₂-O₂ 雰囲気の酸化性がそれほど強いものでないことが予想される。

溶接金属の炭素量を Fig. 13 に示す。 P_{O_2} が増加すると

Fig. 10 The oxygen content of weld metal in CO₂-O₂.

Fig. 11 The silicon content of weld metal in CO₂-O₂.

Fig. 12 The manganese content of weld metal in CO₂-O₂.

Fig. 13 The carbon content of weld metal in $\text{CO}_2\text{-CO}_2$.

Fig. 14 The oxygen content of weld metal in binary gas welding atmosphere.

炭素量は一様に減少することがわかる。これは、 P_{CO_2} が減少し P_{O_2} が増加するために炭素の酸化消耗量が多くなったためであると考えられる。

以上のように、 $\text{CO}_2\text{-O}_2$ 雰囲気はいずれも酸化性のガスであるにもかかわらず、酸化性はそれほど強くないために、溶接金属の酸素吸収量も多くな、また Si, Mn の酸化消耗量も多くなることが示された。

3.5 各溶接雰囲気における溶接金属の酸素吸収の特徴

これまでの各酸化性ガス雰囲気での溶接金属の酸素量をまとめて Fig. 14 に示す。ここで、 $\text{CO}_2\text{-O}_2$ 雰囲気の結

果は、横軸に P_{O_2} をとり整理している。

まず、 Ar-O_2 雰囲気の場合には溶接金属の酸素量は P_{O_2} の増加により急激に増加しており、この雰囲気の酸化性が著しく強いことがわかる。また、Fig. 3~Fig. 5 に示したように Si, Mn および炭素などの合金元素の酸化消耗量も多い。

次に、 Ar-CO_2 雰囲気は、溶接金属の酸素吸収量が少ないことから、これらの雰囲気の中で酸化性が最も弱いと考えられる。また Fig. 7, Fig. 8 に示したように Si, Mn の酸化消耗量も少ない。雰囲気の CO_2 からは、溶接金属に炭素量が吸収されるために、 P_{CO_2} が高い場合には炭素量は増加する傾向がみられる (Fig. 9 参照)。

$\text{CO}_2\text{-O}_2$ 雰囲気は、 CO_2 および O_2 ともに酸化性ガスであるため強酸化性の雰囲気であると思われたが、溶接金属の酸素量は P_{O_2} が高い範囲では Ar-O_2 および Ar-CO_2 雰囲気の中間程度であると考えられる。また、Si, Mn および炭素の酸化消耗量もあり多くないことが示された (Fig. 11~Fig. 13 参照)。したがって、 $\text{CO}_2\text{-O}_2$ 雰囲気の酸化性は、これらの雰囲気の内では中程度であり、それほど大きくないことが示された。この理由は現在のところ明らかではないが、非常に興味深い結果である。

溶接金属の酸素量および炭素量が多くなると CO 反応によるブローホールが生成する可能性がある¹⁰⁻¹²⁾。しかし、本実験のいずれの溶接金属にもブローホールは認められなかった。

また、本実験では化学組成の異なる 2 種類の試験片を用いており、軟鋼に相当する鋼の溶接金属のおよその酸素量はこれらの 2 種類の試験片から得られた結果で挟まれた範囲で示すことができると考えられる。

4. 結 論

Ar-O_2 , Ar-CO_2 および $\text{CO}_2\text{-O}_2$ の酸化性ガス溶接雰囲気中で 2 種類の試験片を用いて溶接を行い、溶接金属の酸素吸収挙動を調べた結果を得た。

(1) Ar-O_2 雰囲気は著しく酸化性が強く、 P_{O_2} の増加により溶接金属の酸素量は急激に増加する。また、この雰囲気では溶接金属の Si, Mn および炭素の酸化消耗量も多い。

(2) Ar-CO_2 雰囲気では CO_2 が O_2 に比べて酸化性が弱いために溶接金属の酸素量は高くない。また、Si, Mn の酸化消耗量は少ないが、 P_{CO_2} が高いと炭素量は増加する傾向を示す。

(3) $\text{CO}_2\text{-O}_2$ 雰囲気の酸化性はそれほど強いものではない。 P_{O_2} がおよそ 0.01 MPa より高い場合には、不活性な Ar の代わりに酸化性の CO_2 を雰囲気に混合した $\text{CO}_2\text{-O}_2$ 雰囲気の溶接金属の酸素量が、同一 P_{O_2} の Ar-O_2 雰囲気の溶接金属の酸素量よりも低くなる。また、この雰囲気では溶接金属の Si, Mn および炭素の酸化消耗量は、それほど多くない。

(4) 各種酸化性ガス雰囲気における鋼溶接金属の酸素吸収挙動を明らかにするとともに、軟鋼に相当する全成分範囲の鋼溶接金属の酸素量を求めた。

終わりに臨み、本実験遂行のために協力をいただいた東北大学工学部本田 明技官ならびに伊藤逸朗工学士に対し深く感謝いたします。なお、本研究は文部省科学研究費補助金によるものであることを記し、謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) M.L.E. Davis and N. Bailey: Evidence from Inclusion Chemistry of Element Transfer during Submerged Arc Welding, Weld. J., 70-2 (1991), 57s-67s.
- 2) J.H. Kim, R.H. Frost, D.L. Olson and M. Blander: Effect of Electrochemical Reactions on Submerged Arc Weld Metal Compositions, Weld. J., 69-12 (1990), 446s-453s.
- 3) O. Grong, T.A. Siewert, G.P. Martins and D.L. Olson: A Model for The Silicon-Manganese Deoxidation of Steel weld Metals, Metall. Trans. A, 17A-10 (1986), 1797-1807.
- 4) 伊藤慶典, 中西睦夫: 溶接部の靱性に関する研究(第1報), 溶接学会誌, 44-9 (1975), 728-733.
- 5) S. Liu and T.A. Siewert: Metal Transfer in Gas Metal Arc Welding: Droplet Rate, Weld. J., 68-2 (1989), 52s-58s.
- 6) S. Kou and Y.H. Wang: Weld Pool Convection and Its Effect, Weld. J., 65-3 (1986), 63s-70s.
- 7) C.R. Heiple and P. Burgardt: Effect of SO₂ Shielding Gas Additions on GTA Weld shape, Weld. J., 64-6 (1985), 159s-162s.
- 8) V.R. Dillenbeck and L. Castagno: The Effect of Various Shielding Gases and Associated Mixtures in GMA Welding of Mild Steel, Weld. J., 66-9 (1987), 45-49.
- 9) J. Heuschkel: Weld Metal Composition Control, weld J., 48-8 (1969), 328s-347s.
- 10) 桑名武, 佐藤嘉洋: アーク溶接過程における鉄溶接金属の酸素吸収と酸化物系介在物について, 溶接学会論文集, 5-3(1987), 396-402.
- 11) 桑名武, 佐藤嘉洋: Fe-Si 溶接金属の酸素吸収について, 溶接学会論文集, 7-1 (1989), 43-48.
- 12) 桑名武, 佐藤嘉洋: Fe-Mn および Fe-Si-Mn 溶接金属の酸素吸収について, 溶接学会論文集, 7-1 (1989), 48-56.
- 13) 桑名武, 佐藤嘉洋: Fe-Al 鉄溶接金属の酸素吸収について, 溶接学会論文集, 7-3 (1989), 330-336.
- 14) 桑名武, 佐藤嘉洋 乙部厚志, 大西秀貴: Fe-Ti 溶接金属の酸素吸収および融液介在物について, 溶接学会論文集, 8-1 (1990), 91-97.
- 15) 桑名武, 佐藤嘉洋, 小野寺紀昭: アーク溶解における純鉄の酸素吸収について, 溶接学会論文集, 9-3 (1991), 405-409.
- 16) 桑名武, 佐藤嘉洋, 小野寺紀昭: アーク溶解における Fe-Si 合金の酸素吸収・脱酸について, 溶接学会論文集, 9-3(1991), 410-415.

Ar-CO₂-O₂ 雰囲気における鋼溶接金属の 酸素吸収について*

—ガス・メタル・アーク溶接における鋼溶接金属の酸素吸収について (第2報)—

佐藤 嘉洋**, 富田 健司***, 桑名 武**

Oxygen Absorption by Steel Weld Metal in Ar-CO₂-O₂ Welding Atmosphere

—Oxygen Absorption by Steel Weld Metal during Gas Metal Arc Welding (Part 2)—

by Yoshihiro Sato**, Kenji Tomita*** and Takeshi Kuwana**

In an oxidizing gas welding atmosphere of Ar-CO₂-O₂ gas mixture, oxygen absorption behavior by steel weld metal has been investigated metallurgically, using a popular Fe-Si-Mn electrode wire and two types of base metal, that is, pure iron and rolled steel for welded structure. The oxygen content in steel weld metal is controlled by the partial pressure of oxygen, and the partial pressure of carbon-dioxide has the both different effects of gain and decrease of the oxygen content. The silicon and manganese contents in steel weld metal depend on the degree of deoxidation reaction. Thus, the more the oxygen in steel weld metal, the less the silicon and manganese content. The carbon content in steel weld metal decreases as the result of the deoxidation reaction and increases depending on the absorption of carbon from the CO₂ in welding atmosphere. Finally, the diagram of oxygen, silicon, manganese and carbon content of steel weld metal have been produced as the function of the ternary welding atmosphere of Ar-CO₂-O₂.

Key Words: oxygen absorption, arc welding, Ar-CO₂-O₂ welding atmosphere, chemical reaction, steel weld metal

1. 結 言

酸化性ガス雰囲気における鋼溶接金属の酸素吸収挙動を明らかにするために、前報¹⁾では Ar-O₂、Ar-CO₂ および CO₂-O₂ の 2 成分混合ガス雰囲気での溶接金属の酸素吸収挙動を調べ、その特徴を明らかにした。すなわち、Ar-O₂ の雰囲気は酸化性が著しく強く、溶接金属には多量の酸素が吸収される。Ar-CO₂ 雰囲気の酸化性は弱く、溶接金属に吸収される酸素量も少ない。一方、CO₂-O₂ 雰

*原稿受付 平成3年12月15日 平成2年度春, 秋季全国大会で発表

**正 員 東北大学工学部 Member, Tohoku University

***正 員 東北大学大学院 (現在: 新日本製鐵㈱) Member, Graduate Student of Tohoku University (Present: Nippon Steel Corp.)