

(討21) 溶接におけるトレーサー利用

(株) 神戸製鋼所

○加藤和夫

1. 緒言

筆者等は、 ^{35}S をトレーサーとして用いて、アーク溶接を対象とした種々の研究を行なってきた。溶接現象は、きわめて短い時間に行なわれる溶解、精錬、造塊の連続と考えることができるが、同時にまた、溶接熱により母材および溶着金属（多層溶接のばあい）に対する急激な熱処理が行なわれており、合金成分の挙動に関しては、多方面から興味のある研究分野と言えよう。

2. 溶接過程におけるイオウの移行現象

まず溶解、精錬反応に着目すれば、心線、被覆剤（フラックス）、母材の3要素が、溶着金属、スラグ、ガスの3相に変化する過程において、各要素中に含まれる諸成分がどのような分配比で各相中に移行するかをしらべることは、RIのトレーサー利用としてきわめて有効な適用と考えることができる。筆者等は、被覆剤中に ^{35}S を投入したイルメナイト型溶接棒を作成して実験を行ない、Fig. 1, Fig. 2の結果を得た。*1)

また、 ^{35}S を加えた鋼片を作成してこれを溶接母材とし、その上に盛エガ多層溶接を行ない、各層の溶接における溶着金属およびスラグへの母材中の ^{35}S の移行状況をトレースして、Fig. 3の結果を得た。*2,3)

3. 溶着金属中のイオウの分布状態

次に、造塊過程に関しては、溶着金属内部の各成分の偏析状況の調査に、オートラジオグラフを有効適切に活用することができる。また、熱影響による合金成分の拡散移動についても、オートラジオグラフを有効な武器として活用することができる。筆者等は ^{35}S を用いて、各種溶着金属中のイオウの分布状態を比較調査した。*4) 2) 等の実験について、以下、少しく詳述することをとする。

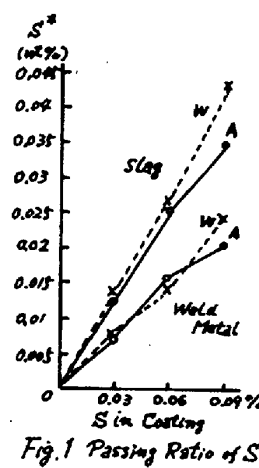


Fig. 1 Passing Ratio of S

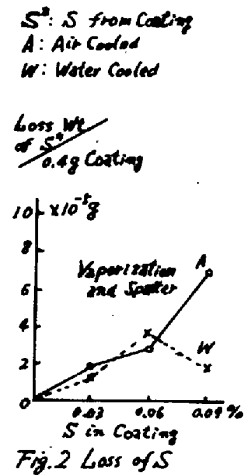


Fig. 2 Loss of S

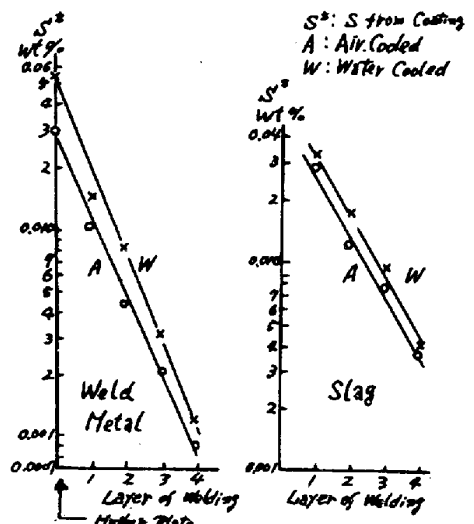


Fig. 3 S from Mother Plate

3.1 試料作成方法

用いた R.I. は ^{35}S in HCl (Carrier free) 5 mC で、これに担体として $\text{Na}_2\text{S O}_4$ を加えて後 2 分し、微アルカリ性にして $\text{Na}_2\text{S}^*\text{O}_4$ の形にして水ガラス中に加え、前もって配合してあったイルメナイト型および低水素型の被覆剤それぞれ 2Kg 中に投入して混和し、機械塗装により、心線径 4mm の溶接棒を作成した。これらを用いて、シングルビード、多層盛上げビードおよび多層突合せ溶接ビードを作成し、それぞれビード進行方向と直角の断面（シングルビードでは更に水面断面とタテ方向断面）をセーパー加工により削り出し、研磨紙 #400 まで研磨仕上げした。

また、上記 R.I. を含む溶接棒のうちイルメナイト型のものを用いて、JIS 規程の引張試験片作成時と同じ要領で、突合せ多層溶接を行ない、その中央部から $12\phi \times 90^{\text{mm}}$ の丸棒を削り出し、これを鍛造、伸線して、4mmφ の R.I. を含む伸線を作成し、直線にのぼして、これを心線として機械塗装により前記と同一配合のイルメナイト型溶接棒を作成し、前記同様の溶接を行ない、各種ビードの各種断面を得た。更に、補足的な実験として、同じ R.I. 入り心線を用いて、グレード #80 コンポジションと組合せて、ユニオンメルト溶接によるシングルビードを作成し、その断面をも実験に供した。なお今溶接はすべて、特製のグローブ、ボックス中で行なった。

3.2 露出、現像

感光材料としては、今回用いた R.I. の量が比較的少なかったため、X 線フィルム (FUJI #80) とプロセス乾板 (FUJI) とを用いた。フィルムは直接試料に密着し、乾板は 0.03mm のポリエチレン膜をはさみ、いづれもゴム・バンドでしめつけ、黒紙で包み、デシケータに入れ、暗所に保存した。露出時間は、フィルムは 15~30 日、乾板は約 4ヶ月とした。現像および焼付け（原板を一旦ミニコピーフィルム上で反転後印画紙へ）の時に、黒化度の薄いものはある程度調整した。



Fig. 4
Autoradiograph
on the Section
of Multipass
Weld Metal
Using Ilumenite
Type Electrodes
Containing ^{35}S
in Coatings.
(Using X-ray
Film, FUJI
#80)

このようにして得たオートラジオグラフの一例は、Fig. 4, Fig. 5 に示す通りである。なお今回の実験では、フィルムと乾板との間に解像力に差がなかった。これは、ポリエチレン膜のため、あるいは乾板の黒化度が薄く現像、焼付に無理をしたためであろう。

3.3 考察および結論

各種の溶接ビードの各種断面のオートラジオグラフを検討し、比較した結果、次の結論を得た。

- 1) 被覆型の差による溶着金属中のイオウの分布状態の差はない。ただし、イルメナイト型に比べて低水素型ブラックスは脱硫能が大きい。(像が薄い)
- 2) 心線からの S^* も、被覆剤からの S^* も、同じ分布状態を示す。これは溶接時に溶融池において、スラグ-メタル反応が速やかに進行し、定常状態にまで達していることを示すものであろう。
- 3) 半溶接シングルビード中のイオウの分布は、Fig. 5 に示すように、鋼塊や鋳造品のばあいと異なり、樹枝状晶と直角方向、すなわち溶融池の凝固線(母材と溶鋼との境界線)の軌跡と平行方向に、濃淡の縞模様を示している。
- 4) この縞模様の原因は、溶融池の同軸的前進によるものと考えられる。^{*5)} また、樹枝状晶沿いの偏析が見られないのは、溶融池が小さく、浅く、冷却速度が速いため、樹枝状晶が充分発達し得なかつたためであろう。

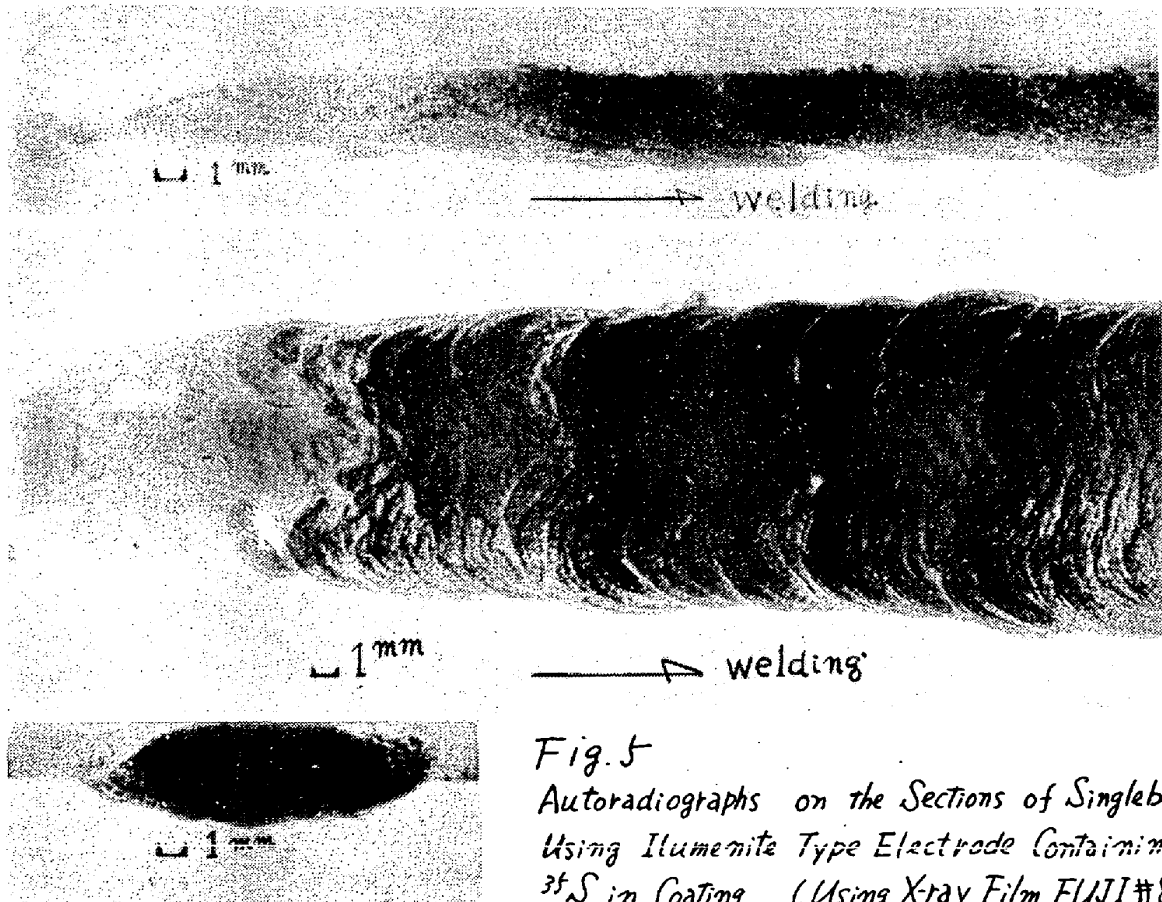


Fig. 5
Autoradiographs on the Sections of Singlebead
Using Ilumemite Type Electrode Containing
 ^{35}S in Coating. (Using X-ray Film, FUJI #80)

- 5) 多層溶接部のイオウの分布状態は、熱履歴の不均一と結晶粒度の不均一のため、従来、サルファプリントでは顕知することが不可能であった。手溶接による実合せ多層溶接のばあいは、Fig. 4 に示す通りの分布状態である。このばあひ、多層溶接の通例として運棒法はウイーピングを用いるため、縞模様は複雑であるが、やはり、凝固線の軌跡と平行の縞模様が明瞭である。また詳細に見れば、上記縞模様と重なって、これと直角方向すなわち樹枝状晶の方向の縞模様が数回所見される。これはウイーピングのために凝固進行速度が色々おそく、そのため樹枝状晶が発達しやすかったためであろう。
- 6) ユニオンメルト溶接のばあひは、ビード下部では凝固線と平行方向に、ビード上部および中央部ではこれと直角方向の縞模様が見られる。^{*6)}これは、ビード下部では冷却速度が速いため手溶接シングルビード同様の分布になり、凝固線より遠い部分では冷却速度がおそく、また凝固線の進行も連続的となり、樹枝状晶がかなり発達し、その間隔部にイオウが偏析するようになったものであろう。
- 7) 上記の結果、溶着金属中のイオウの分布状態については、冷却速度が速いばあひには凝固線と平行方向に、冷却速度がおそいばあひには樹枝状晶の生長方向に、イオウの偏析を示す縞模様を生じることが明らかとなった。

4. 参 考 文 献

- 1) 応和, 加藤 : 溶接学会誌 21 (1952), 349
- 2) 応和, 加藤 : 溶接学会誌 22 (1953), 275
- 3) 永井, 応和, 加藤 : アイソトープ研究利用総覧 1 (1956), 62
- 4) 加藤 : 溶接学会誌 31 (1962), 834
- 5) 加藤 : 溶接学会誌 30 (1961), 896
- 6) Brook, Zavyalov, Kapirin : 2nd Geneva Conf. A/conf. (1958), 2236