


# 스테인레스강 아아크 용射에 있어서의 最適 용射條件에 관한 研究

崔 榮 國

## Study on the Optimum Conditions in Stainless Steel Arc Spraying

*Choi Young-goog*

〈目 次〉

- 
- Abstract
  - 記號說明
  - 1. 序 論
  - 2. 實驗方法
    - 2.1 熔射裝置
    - 2.2 熔射材 및 試驗片
    - 2.3 被膜密着強度 試驗方法
  - 3. 實驗結果 및 考察
    - 3.1 熔射距離에 따른 母材裏面の 溫度特性
    - 3.2 母材裏面溫도와 被膜密着強度와의 關係
    - 3.3 熔融金屬의 溫度特性
    - 3.4 熔融金屬溫度가 被膜密着強度에 미치는 影響
  - 4. 結 論
  - 參考文獻

Study on the Optimum Conditions  
in Stainless Steel Arc Spraying

Young-Goog, CHOI.

*Department of Marine Mechanical Engineering Graduate School  
Korea Maritime University.*

Abstract

The metal arc spraying is one of the very useful surface treatment process in which a spraying material is heated to the molten state by electric arc and then sprayed by compressed air in atomized form onto a base material.

This method is more economical and efficient than other surface treatment, hence, it is widely used for surfacing applications, to attain or restore the desired dimensions, to improve the resistance of abrasion, corrosion, oxidation and to provide the specific electrical or thermal properties.

However, the optimum metal arc spraying conditions in order to get a coating film having a maximum adhesion strength is not sufficiently accomplished.

In this study, the experiments were carried out for the purpose of the clarifying the optimum metal arc spraying conditions, such as spraying distance, wire feed speed, arc current, etc, by

using the stainless steel wire ER 308 L.

Main results obtained are as follows:

1. Optimum spraying distance is closely related to the equilibrium temperature of base material in back surface.
2. The size of fused metal particles is increased, according to the temperature of fused metal.
3. The maximum adhesion strength of coating is obtained under the optimum spraying condition of which the temperature of fused metal is maximum.



## 記 號 說 明

F	;	Adhesion strength (被膜密着強度)	( $kg/mm^2$ )
$L_s$	;	Spraying distance (熔射距離)	( $mm$ )
$V_{av}$	;	Mean arc voltage (平均 아아크電壓)	(V)
$I_{av}$	;	Mean arc current (平均 아아크電流)	(A)
$V_s$	;	Wire feed speed (와이어 送給速度)	( $m/min$ )
$t_s$	;	Spraying time (熔射時間)	(sec)
$T_b$	;	Base material temperature in back surface (母材裏面溫度)	( $^{\circ}C$ )
$T_e$	;	Equilibrium temperature of base material in back surface (母材裏面平衡溫度)	( $^{\circ}C$ )
$T_i$	;	Fused metal temperature (熔融金屬溫度)	( $^{\circ}C$ )
$T_m$	;	Melting point of spraying material (熔射材의 融點)	( $^{\circ}C$ )
$V_m$	;	Equivalent melting voltage (熔融等價電壓)	(V)
$M_w$	;	Quantity of feed wire (와이어 送給量)	( $g/s$ )
R	;	Electric resistance of wire (와이어 電氣抵抗)	( $\Omega$ )
$Q_i$	;	Total heat input (全入熱量)	( $J/g$ )
$Q_m$	;	Latent heat of fused metal (熔射材의 熔融潛熱)	( $J/g$ )
$\rho$	;	Wire density (와이어 密度)	( $g/cm^3$ )
D	;	Wire diameter (와이어 直徑)	( $cm$ )

## 1. 序 論

金屬은 그것이 位置하고 있는 各種의 環境에 있어서 必要時間 所期의 性能을 維持하는 것이 要求된다. 主로 構造物에서 보면 風雨에의 露出, 船舶에 있어서 海水와의 接觸, 化學機械에 있어서 貯藏 혹은 流動中の 各種 藥品에 의한 腐蝕, 各種 原動機部에 대한 各種 流體나 燃燒가스에 의한 어로우전, 機械部品에 있어서 相對運動部の 摩耗, 成形機械등의 高溫高壓下의 金屬接觸에 의한 損傷등 諸機械器具의 壽命을 支配하는 因子는 無數하다.

또한 이들 環境은 最近의 技術革新에 의해 諸機械設備의 大型化, 高速化, 高能率化에 따라 相應 苛酷하게 되었다. 이에 따라서 高合金材料나 新素材등 高級材料를 機械構造物 材料로서 使用하게 되므로서 製造原價의 過重을 免치 못하고 있다.

따라서 材料를 簡單한 表面處理를 하므로서 高級材料에 代替하여 原價節減하는 方法이 많이 研究 開發되고 있다.

아아크 용射은 이러한 表面處理法의 一種으로서, 지금으로부터 약 40여年前 獨逸의 Adoif Shoupe 에 의해 開發된 것으로, 電氣 아아크를 熱源으로서 金屬材料를 熔融하고, 그 熔融金屬을 壓縮空氣에 의해 素材表面에 噴射하여 表面에 所期의 金屬被膜을 形成시키는 것이다.

이 方法은 他 表面處理法에 비해 作業성이 良好하고, 比較的 高品質의 被質性膜을 低廉한 費用으로 얻을 수 있는 特徵이 있으므로 腐蝕防止, 再生修理, EMI / RFI (電磁石防害 / 라디오指數防害) 防止, 耐熱膜形成 및 金型製作등 最近 그 用途가 점차 擴大되고 있다.<sup>1-9)</sup>

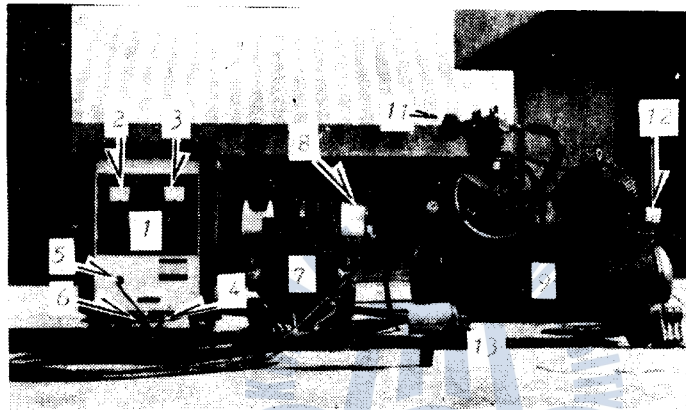
그러나 이러한 아아크 용射의 경우, 被膜의 種類에 따른 母材와 被膜의 密着強度를 向上시키기 위한 適正 용射條件에 대한 研究는 아직 體系的으로 밝혀져 있지 않은 것이 그 大部分이다.

本 研究는 陽·陰極 와이어 送給速度를 單獨으로 制御할 수 있는 直流式 아아크 용射裝置를 利用하여 軟鋼母材表面에 스테인레스鋼材를 아아크 용射할 경우, 아아크電壓, 아아크電流, 와이어 送給速度 및 용射距離등의 各 용射條件의 變化에 따른 被膜의 密着強度特性을 調査하고, 그때의 母材裏面の 溫度,<sup>10-11)</sup> 용射 gun 先端에서의 熔融 金屬溫度와의 關係를 比較 檢討하여 이러한 結果로 부터 最適 용射條件을 밝히고져 하였다.

## 2. 實 驗 方 法

### 2.1 熔射裝置

本 實 驗 에 利 用 한 定 電 壓 特 性 的 直 流 式 아아크 熔射裝置의 原理는 Fig.1과 같고 그 外觀은 photo. 1에 表示하였다.



1. DC power supply
2. Voltmeter
3. Ammeter
4. Negative cable
5. Control cable
6. Positive cable
7. Wire feeder
8. Roll wire
9. Air compressor
10. Pressure gauge
11. Air filter
12. Pressure controller
13. Arc spray gun

Photo.1 Arc spray system

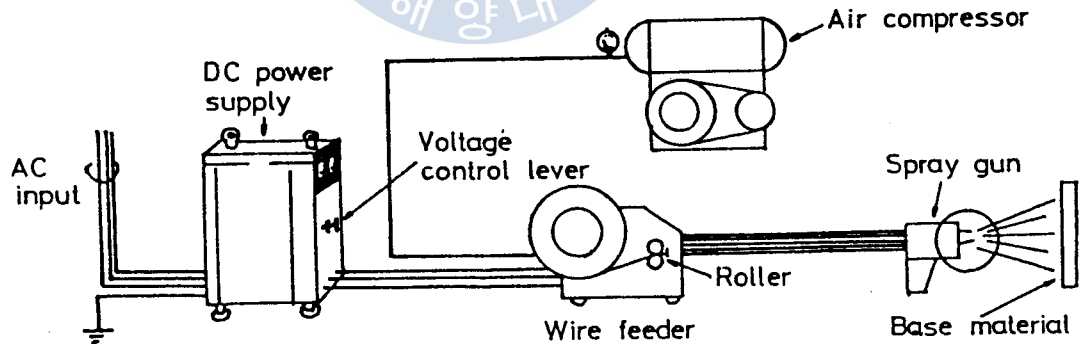


Fig. 1. Schematic diagram of the arc spraying

電氣的으로 獨立된 두 金屬와이어를 와이어 送給裝置의 Roller에 의해 熔射 gun 안으로 通過시켜 두 와이어의 끝이 熔射 gun 先端部에서 一定한 角度로 마주칠 때

아아크가 發生되어 와이어가 熔融하게 되며, 이 순간에 空氣壓縮機에 의해 壓縮된 空氣젯에 의해 母材表面에 熔融金屬을 微粒子로 噴射시킬 所期의 被膜을 얻도록 하였다.<sup>12-14)</sup> 이때 壓縮空氣의 壓力은 全體 實驗에 있어서  $5 \text{ kg/cm}^2$  으로 一定하게 維持하였다.

## 2.2 용사材 및 試驗片

本 實驗에서는 용사材로서 耐蝕性和 耐摩耗性이 優秀한 直徑  $1.2 \text{ mm}$  의 ER308 L 스테인레스 와이어를 使用하였고, 母材와 試驗片은 一般 軟鋼材인 SS-41 鋼材를 使用하였다. 그 各各의 化學的 成分과 機械的 性質을 Table. 1에 나타내었다.

Table.1 Chemical composition and Mechanical properties

Materials	Chemical composition ( Wt % )								Mechanical properties	
	Mn	Cr	Si	Ni	C	P	S	Fe	TS(kg/mm)	El(%)
ER 308 L	190	20.6	0.32	10.2	0.02	-	-	Res	81	45
SS 41	0.54	-	0.22	-	0.19	0.02	0.005	Res	43	23

또한 母材와 試驗片의 形狀 및 치수는 Fig. 2에서 보이고 있다. Fig. 2(a)는 母材로서  $5 \times 100 \times 120 \text{ mm}$ 가 되게 機械加工하여 그 中心에 直徑  $15 \text{ mm}$  가량의 구멍을 穿孔하고, 그곳에 Fig. 2(b)와 같은 形狀으로 加工된 引張試驗片을 挿入하여 母材 上面과 試驗片 上面을 일치시킨 後, 그 表面을 Fig. 2(a)의 下側과 같은 形狀으로 세이퍼加工하여 粗面化하였다. 이후 이것을 벤젠에 24時間동안 침지시켜 表面에서의 密着性을 저해하는 鐵油과 같은 油脂類나 먼지등의 汚物들을 溶劑로 洗淨하였다.<sup>15)</sup>

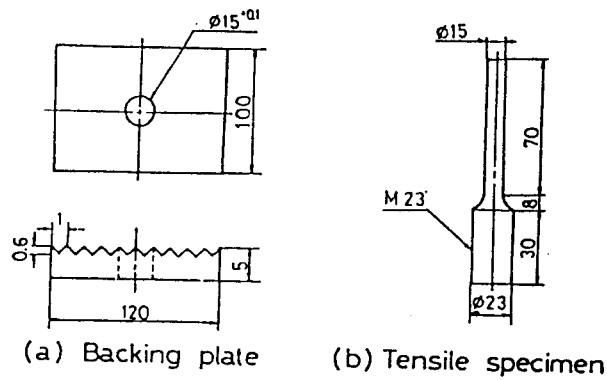
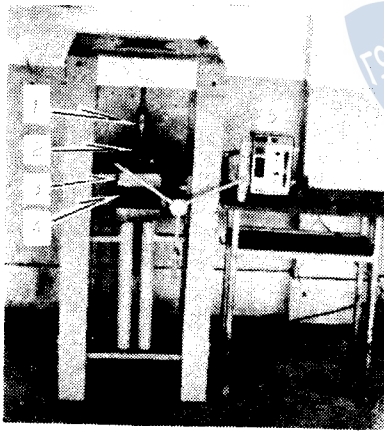


Fig. 2. Shape of backing plate and specimen.

### 2.3 被膜密着強度 試驗方法

實驗에 使用된 被膜密着強度 試驗裝置는 本 研究室에서 製作한 것으로서, 外觀 및 概略圖는 各各 photo.2, Fig.3에서 表示한 바와 같고, 워엄 및 워엄기어를 利用한 機械式 原理로 作動되도록 하였다.



1. Load cell
2. Lead screw
3. Worm case
4. Worm & worm gear
5. Strain meter

Photo 2. Adhesion strength test apparatus

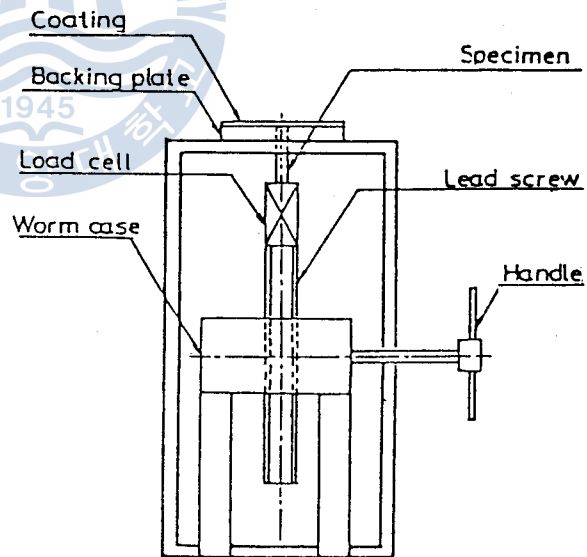


Fig. 3. Schematic diagram of adhesion strength tester



準備된 試驗片을 母材에 挿入하여 母材上의 表面과 試驗片의 上部가 一致하도록 한 後, Fig. 4에서와 같이 母材上面에 各種의 熔射條件으로 被膜의 두께가 약 2mm 가 되게 熔射을 行하고, 이것을 被膜密着強度 試驗裝置에 裝着시켜 熔射被膜과 試驗片이 破斷될때까지 引張하고 그때의 破斷應力을 被膜密着強度로 하였다.<sup>16)</sup>

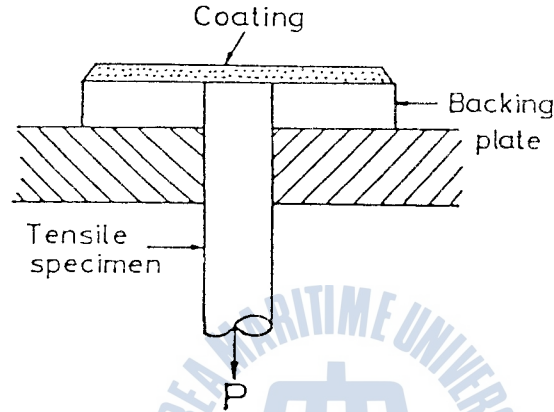


Fig. 4. Tensile adhesion test.

이때 被膜과 試驗片 表面의 境界部에서의 破壞部는 Photo. 3에서와 같은 3가지 形態로 分類되었다.

Photo. 3(a)는 全面에 있어서 被膜이 剝離하여 試驗片 上面이 全面的으로 露出된 경우이고, Photo. 3 (b)는 境界에 있어서 一部分의 被膜이 剝離하고 一部分은 被膜中에서 破壞가 일어나고 그 部分의 被膜薄層이 試驗片面에 密着하여 殘存하고 있는 경우 이며, Photo. 3 (c)는 試驗片面에서의 剝離는 일어나지 않고, 試驗片의 上面에 걸쳐 被膜의 薄層이 密着하고 있는 경우이다.

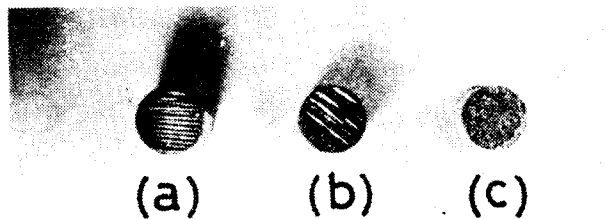


Photo. 3 Patterns of fracture surface.

### 3. 實驗結果 및 考察

#### 3.1 熔射距離에 따른 母材裏面の 溫度特性

Fig. 5는  $5 \times 100 \times 120$  mm의 軟鋼母材面에 스테인레스鋼 아아크熔射를 開始하고 부터 2分間, 母材의 裏面中央에 熔接한 백금-로듐 熱電對에 의해 測定한 溫度結果를 各各의 熔射距離에 대해 作動電流를 變數로 하여 表示한 것이다.

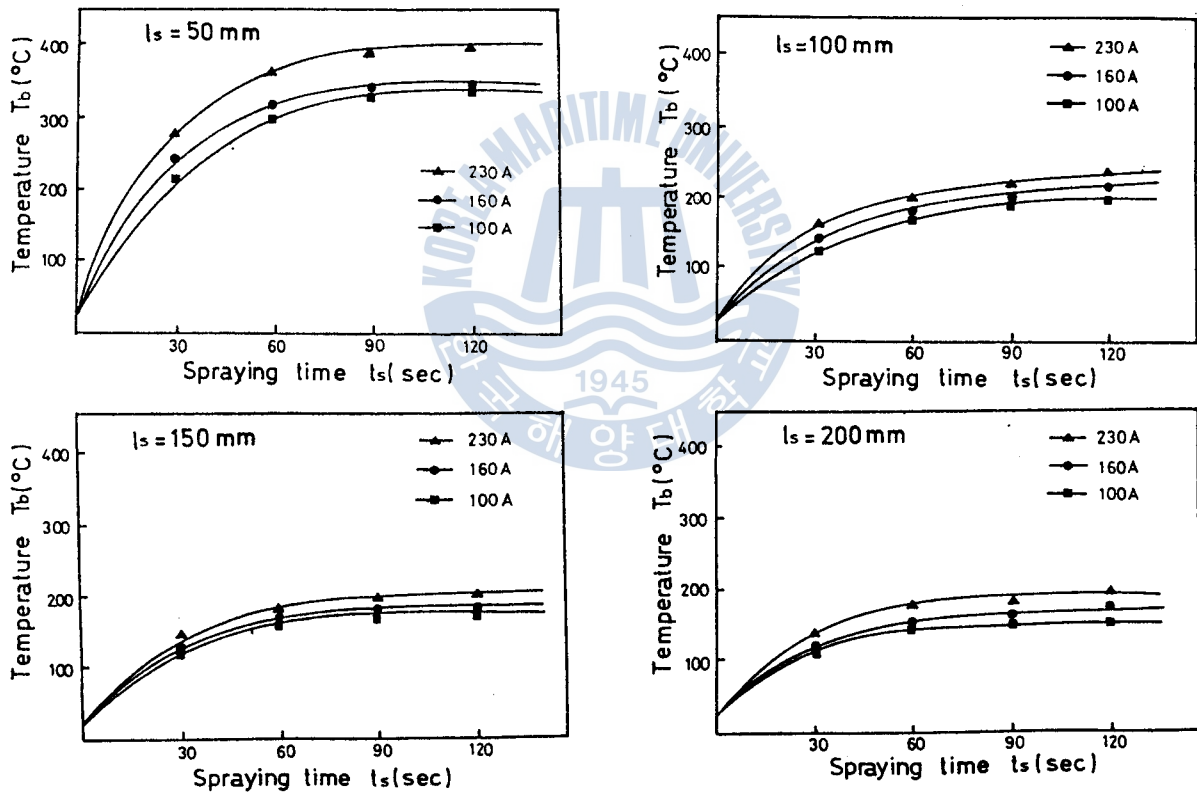


Fig. 5. Variations of Base material temperature following the Spray distance.

이것에 의하면 最近接 熔射距離인 50 mm 에서는 熔射時間의 經過와 더불어 溫度上昇의 매우 急激하여 熔射開始로부터 2분이 經過한 後, 自動電流 230 Amp 에서는 400°C, 100 Amp 에서는 약 340°C 에 達하고 있다. 그러나 熔射距離가 150 mm 이면 溫度上昇은 다소 緩慢하지만 100 Amp 에서는 300°C, 230 Amp 부터 160°C 以下로 되는 것을 알 수가 있으며 이러한 傾向은 熔射距離가 100 mm 이하의 距離 中에서 尤도 著明히 나타나고 있다.

3.2 母材表面溫度과 熔接靛着強度와의 關係

Fig. 6은 아아크 期間을 10 V로 一定하고 20 mm 距離에서 熔射距離를 각각 50, 100, 150, 200 mm로, 아아크 電流를 100, 160, 230 Amp로 變化시켜 熔射後 30分 經 過하여 測定한 靛着強度와 母材表面의 最終 平均溫度를 比較하여 考察한 結果이다.

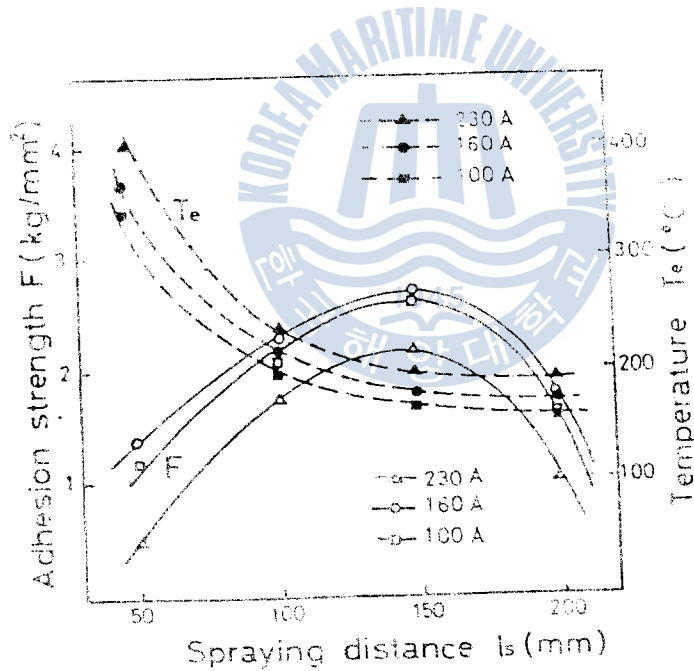
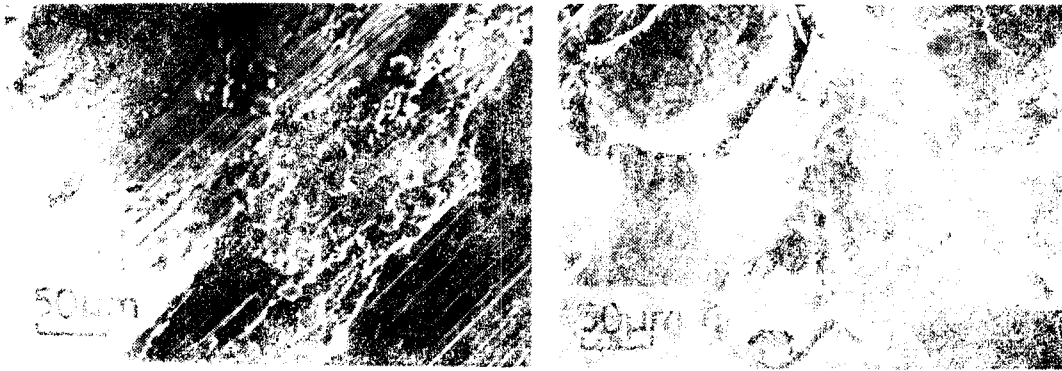


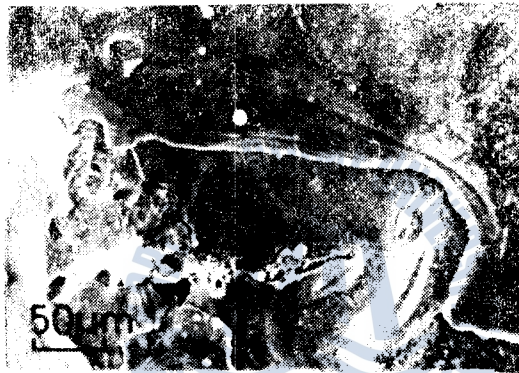
Fig. 6. Relationship between spraying distance and adhesion strength.

破線으로 表示된 것이 平衡溫度曲線이며, 實線으로 表示된 것이 被膜密着強度 曲線이다. 이것에 의하면 어느것이나 熔射距離가 150 mm 근방으로 接近함에 따라 被膜密着強度는 上昇하고 있으나 反面에 母材裏面の 平衡溫度는 下降하고 있으며, 熔射距離 150 mm에서 被膜密着強度는 最大로 되고, 母材裏面平衡溫度는 거의 一定한 값을 갖기 시작하게 됨을 나타내고 있다. 이후 熔射距離가 150 mm를 지나 점차 멀어짐에 따라 被膜密着強度는 다시 低下하고 있으며, 平衡溫度는 거의 變化가 없이 一定하게 되고 있음을 알 수 있다.

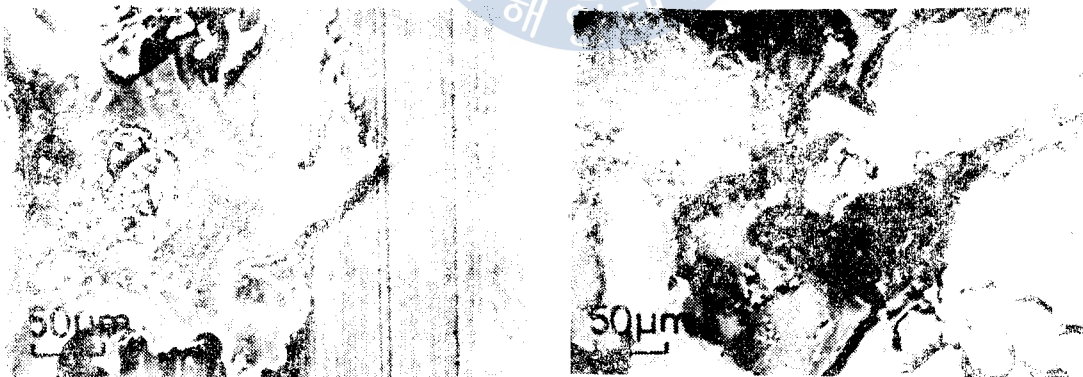
Photo. 4와 Photo. 5는 아아크 電壓을 40 V, 와이어 送給速度를 4 m/min (아아크 電流 100 Amp)로 一定하게 하고 熔射距離를 各各 50, 150, 250 mm로 變化시켜 熔射를 行하였을 때의 微視的 破面樣狀과 母材와 熔射被膜 境界部の 斷面을 各各 走査型 電子顯微鏡과 金屬顯微鏡을 使用하여 觀察한 것이다. 熔射距離 50 mm의 경우, 剝離된 母材表面에서는 多量の 酸化物이, 粒子和 粒子사이, 母材와 被膜 사이에서는 剝離現象을 보이고 있으며, 熔射距離 150 mm의 경우에는 少量의 氣孔과 酸化物이 觀察되었으나 剝離現象이 없이 粒子和 粒子, 母材와 被膜이 比較的 良好하게 結合하고 있음을 알 수 있다. 또 熔射距離가 250 mm인 경우에는 剝離된 母材面에서는 多量の 酸化物은 觀察되지 않았으나 粒子 内部와 表面에서 多量の 酸化物이 介在하고 있으며, 母材와 被膜의 境界部 및 粒子和 粒子 사이에 多量の 氣孔이 觀察된다. 이것은 지나치게 近接한 熔射距離에서는 母材의 溫度上昇이 過度하게 되어 母材의 變形과 母材面에서의 多量の 酸化物 生成으로 말미암아 被膜과 母材面 境界部에서 一部 剝離가 일어나 被膜密着強度가 低下되고, 지나치게 먼 熔射距離의 경우에 있어서는 衝突速度 低下와 粒子的 지나친 冷却으로 인해 最適熔射距離인 150 mm의 경우에 비해 被膜의 結合狀態가 不良할 뿐만 아니라 粒子 사이에 多量の 酸化物 介在로 말미암아 被膜密着性이 떨어지는 것으로 思料된다.



a)  $l_s = 50 \text{ mm}$



(b)  $l_s = 150 \text{ mm}$



(c)  $l_s = 250 \text{ mm}$

Photo.4 Fractographs of fracture surface (SEM)

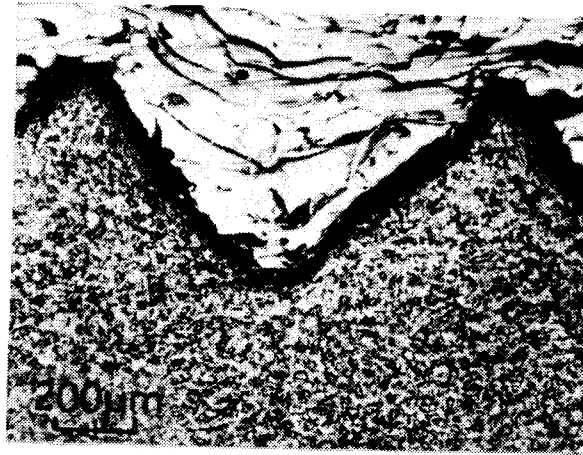
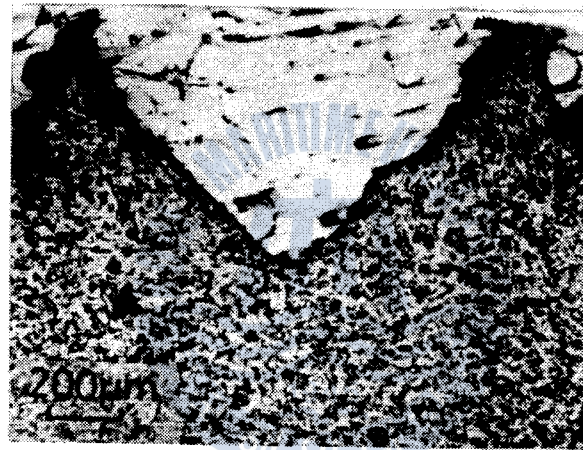
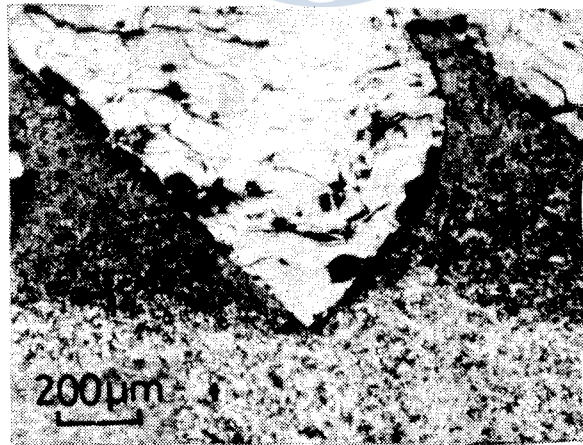
(a)  $l_s = 50$  mm(b)  $l_s = 150$  mm(c)  $l_s = 250$  mm

Photo.5 Appearance of interface between  
Coating and Base material in various  
arc spray distances

## 3.3 熔融金屬의 溫度特性

아아크 용射에 있어서 와이어의 熔融으로 부터 熔融粒子의 附着까지의 過程은 Fig. 7에 表示된 바와 같이 4段階로 分類된다.<sup>(10)</sup>

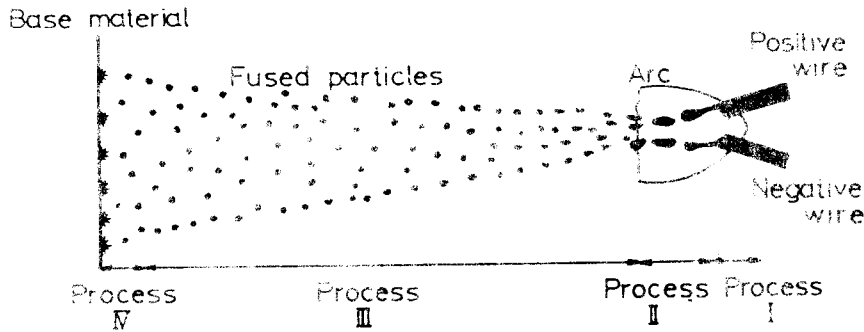


Fig. 7. Arc spraying process from wire fusion to particle adhesion

## 過程 I : 와이어의 熔融過程

와이어의 先端部는 加熱되어 融點以上の 溫度가 되고 電動機의 轉動에 伴하여 와이어의 高速壓縮空氣에 의해 前方으로 噴射된다. 이때 와이어의 先端部는 熔融狀態로 용射材料의 物性이나 容射條件에 의해 變化한다.

## 過程 II : 熔融金屬의 아아크中의 飛行過程

와이어의 先端部로부터 離脫된 熔融金屬은 全部 微粒化하지 않고 比較的 快速히 아아크中을 飛行한다. 이때 熔融金屬은 아아크熱에 의해 加熱된다.

## 過程 III : 熔融粒子의 飛行過程

熔融金屬은 噴射空氣에 의해 微粒化 및 加速化되고, 空의 垂直張力에 의해 圓形의 飛行軌道를 따라 空氣 中을 飛行한다. 이 過程에 있어서 熔融粒子는 冷却된다. 程度는 被膜性能에 影響을 미친다고 생각된다. 즉 容射粒子의 速度, 容射量 및 物性에 의해 被膜性能은 크게 左右되는 것으로 생각된다.

## 過程 IV : 熔融粒子의 附着過程

熔融粒子는 거의 球狀의 形狀을 하고 高速으로 鋼板에 衝突하며, 그때 熔融粒子는 순간적으로 冷却되며 鋼板에 附着된다. 그후 他 粒子가 積層되어 被膜이 形成된다.

따라서 以上の 過程을 通하여 보면, 아아크 熔射에 있어서 熔融金屬의 溫度는 熔射被膜性能, 특히 被膜의 密着強度에 크게 影響을 미칠것으로 思料된다. 그러나 와이어의 熔融過程에 있어서 熔融 金屬의 溫度는 直接的으로 測定한다는 것은 매우 어려우므로 本 實驗에서는 入熱條件으로 부터 推定하였다.<sup>17)</sup>

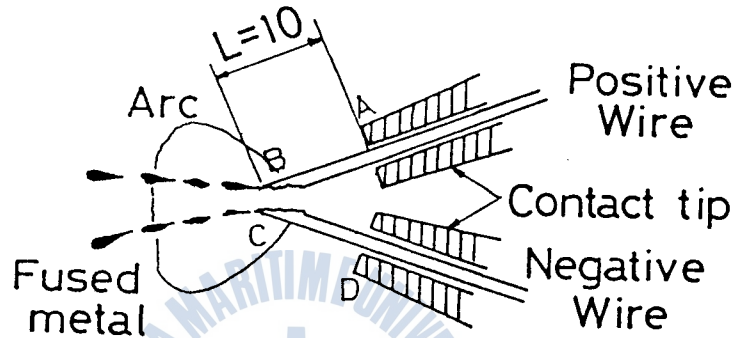


Fig. 8. Schematic illustration of arc spraying

Fig.8은 熔射gun 先端部에 있어서의 와이어의 熔融狀態를 나타낸 것이다. 陽極 와이어를 熔融하기 위해 B 및 C點 근방에 供給되는 單位重量에 있어서의 全入熱量  $Q_i$  (J/g)는 다음과 같은 式으로 나타내어 질수 있다.

$$Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

여기서

$Q_1$  : 陽極 및 陰極의 發熱量 (J/g)

$Q_2$  : A, B 및 C, D 間의 電氣抵抗에 의한 發熱量 (J/g)

$Q_3$  : 아아크로 부터의 傳達熱量 (J/g)

그러나 實驗에 의해 와이어의 送給速度가 아아크로 부터의 熱傳達 速度에 비해 매우 큰 경우에는  $Q_3$ 는 無視할 수 있다.<sup>18)</sup> 또 와이어 突出部에 對한 壓縮空氣의 冷却作用도 와이어 送給速度가 큰 경우, 無視할 수 있다면, (1) 式은



$$Q_i = Q_1 + Q_2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$= V_m \cdot I_{av} / M_w + 2R \cdot I_{av}^2 / M_w \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$= \left( \frac{5}{12} \pi D^2 \cdot \rho \right) (V_m \cdot I_{av} / V_s + 2R \cdot I_{av}^2 / V_s) \quad \dots\dots\dots (4)$$

으로 된다.

여기서

D : 와이어의 直徑 (cm)

$\rho$  : 와이어의 密度 (g/cm<sup>3</sup>)

V<sub>m</sub> : 熔融等價電壓 (V)

I<sub>av</sub> : 平均아아크電流 (A)

M<sub>w</sub> : 와이어 送給量 (g/s)

V<sub>s</sub> : 와이어 送給速度 (m/min)

R : 와이어 突出部の 電氣抵抗 (Ω)

또한 熔融金屬의 溫度 T<sub>i</sub> 는 다음 式으로 구할 수 있다.

$$T_i = T_m + \{ Q_i - C_1 (T_m - T_r) - Q_m \} / C_2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

여기서

T<sub>m</sub> : 熔射材의 融點 (°C)

L : 熔射部 와이어의 長度 (cm)

Q<sub>m</sub> : 熔射材의 熔融 潛熱 (J/g)

C<sub>1</sub> : 融點以下에서의 熔射材의 平均比熱 (J/g · deg)

C<sub>2</sub> : 融點以上에서의 熔射材의 平均比熱 (J/g · deg)

그리고 計算에 利用된 熔射材 (ER 308 L) 의 物性值를 Table. 2에 表示하였다.

Table.2 Physical Properties of Spraying Material

Spraying Material	ER 308 L
Vm (V)	17.25
R ( $\Omega$ )	$9.7 \times 10^{-3}$
Tm ( $^{\circ}\text{C}$ )	1400
Qm (J/g)	272
Tr ( $^{\circ}\text{C}$ )	20
C1 (J/g-deg)	0.63
C2 (J/g-deg)	0.63
$\rho$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	8.0

#### 3.4 熔融金屬溫度가 被膜密着強度에 미치는 影響

Fig.9와 Fig.10은 (4)式과 (5)式을 利用하여 구한 와이어 送給速度의 變化에 따른 熔融金屬의 入熱量과 熔融金屬의 溫度變化 및 被膜密着強度와의 關係를 나타낸 것이다. 이것에 의하면 熔融金屬의 入熱량이 增加함에 따라 熔融金屬의 溫度가 上昇하고 있으며, 그와 더불어 被膜密着強度도 함께 上昇하고 있음을 알 수 있다.

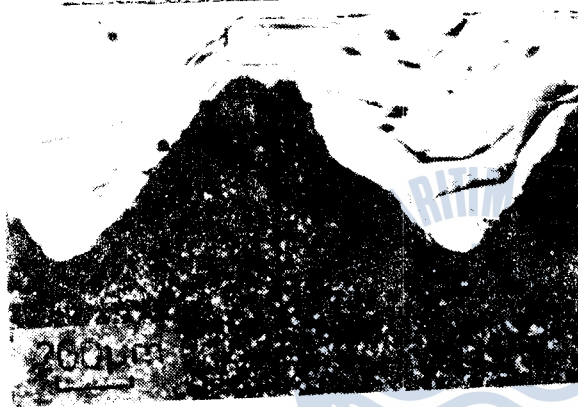
또한 入熱량이 最大로 되는 와이어 送給速度條件, 즉 熔融金屬溫度가 最大로 되는 와이어 送給速度에서 被膜密着強度도 最大로 됨을 알 수 있으며, 熔融金屬溫度가 下降하면 密着強度도 따라서 低下하는 것을 볼 수 있다.

Photo.6은 와이어 送給速度를 各各 2, 5, 6 m/min으로 變化시켜 熔射를 行하였을 때의 被膜과 母材面 境界部 斷面의 金屬顯微鏡 寫眞이다.

이에 의하면 와이어 送給速度 2 m/min이나 6 m/min의 경우에는 낮은 熔融金屬溫度로 인해 粒子가 不完全 熔融하여 被膜內에 球狀의 不完全 熔融粒子가 多數 存在하고 있으며, 또한 被膜內部와 母材面에서는 多量의 氣孔과 酸化物이 觀察 되었다.



(a)  $v_s = 2 \text{ m/min}$



(b)  $v_s = 5 \text{ m/min}$



(c)  $v_s = 6 \text{ m/min}$

Photo.6 Appearance of interface between Coating and Base material in various wire feed speeds

그러나 이에 반해 가장 높은 熔融金屬溫度가 얻어지는 와이어 送給速度 5 m/min의 경우에는 球狀의 不完全 熔融粒子는 觀察되지 않고 粒子가 完全히 熔融하여 퍼짐성이 良好하고, 比較的 그 크기가 큰 粒子가 形成되어 母材面에 잘 密着하고, 他 條件에 비해 被膜内部와 母材面에서 氣孔이나 酸化物이 가장 적은 것으로 觀察된다.

이것은 熔融金屬의 溫度가 높을수록 粒子의 크기가 增大되며, 粒子의 크기가 增大됨에 따라 單位體積當의 酸化物量도 적게 되고, 飛行中の 粒子冷却도 적게 되어 密着性이 좋은 被膜이 얻어지기 때문인 것으로 推定된다.

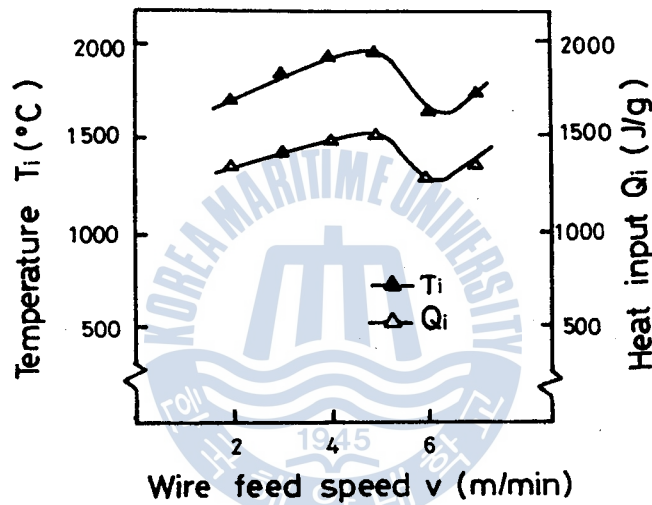


Fig.9. Relationship between heat input of fused metal temperature.

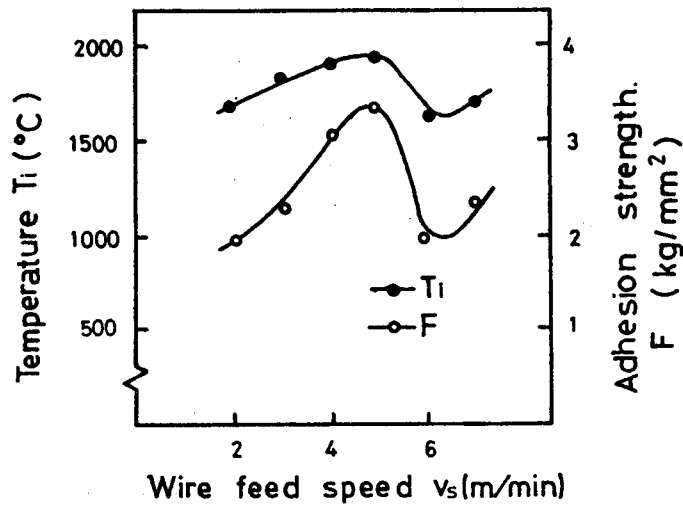


Fig.10. Fused metal temperature and adhesion strength vs. wire feed speed.

## 4. 結 論

스테인레스 와이어 (ER 308 L)를 용射材로 하여 용射距離, 와이어送給速度, 아아크電流 등의 용射條件을 變化시켜 용射를 行하고, 被膜의 密着强度와 그때의 母材裏面의 溫度 및 熔融金屬의 溫度 등을 서로 比較 檢討하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

- (1) 最適 용射距離는 母材裏面に 있어서의 平衡溫度와 密接한 關係가 있다.
- (2) 熔融金屬의 粒子크기는 熔融金屬의 溫度가 增加함에 따라 增大하고 있다.
- (3) 被膜의 最大密着强度는 熔融金屬의 溫度가 最大로 되는 條件下에서 얻어졌다.

## 參 考 文 獻

1. 蓮井 淳 : 溶射工學, 養賢堂, pp.1 ~ 2 (1976).
2. 蓮井 淳 : 最近の溶射技術, 溶接技術, 11月號, pp.19 ~ 24(1984).
3. 關, 石川 : 溶射技術の適用と問題點, 日本機械學會誌, Vol.82, No.724, pp.270 ~ 275 (1979).
4. 内田 : 材料に對する溶射, 材料科學, Vol.15, No.1, pp.29 ~ 35 (1978).
5. 石川, 關 : 溶射による耐熱被覆の現狀, 防食技術, Vol.26, No.6, pp.313 ~ 326(

## 4. 結 論

스테인레스 와이어 (ER 308 L)를 용射材로 하여 용射距離, 와이어送給速度, 아아크電流 등의 용射條件을 變化시켜 용射을 行하고, 被膜의 密着強度와 그때의 母材裏面의 溫度 및 熔融金屬의 溫度 등을 서로 比較 檢討하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

- (1) 最適 용射距離는 母材裏面に 있어서의 平衡溫度와 密接한 關係가 있다.
- (2) 熔融金屬의 粒子크기는 熔融金屬의 溫度가 增加함에 따라 增大하고 있다.
- (3) 被膜의 最大密着強度는 熔融金屬의 溫度가 最大로 되는 條件下에서 얻어졌다.

## 參 考 文 獻

1. 蓮井 淳 : 溶射工學, 養賢堂, pp.1 ~ 2 (1976).
2. 蓮井 淳 : 最近의 溶射技術, 溶接技術, 11月號, pp.19 ~ 24(1984).
3. 關, 石川 : 溶射技術의 適用と問題點, 日本機械學會誌, Vol.82, No.724, pp.270 ~ 275 (1979).
4. 内田 : 材料에 對する 溶射, 材料科學, Vol.15, No.1, pp.29 ~ 35 (1978).
5. 石川, 關 : 溶射による 耐熱被覆의 現狀, 防食技術, Vol.26, No.6, pp.313 ~ 326 (1977).
6. 秋本 : 아-크 용射皮膜의 考察, 溶射協會誌, Vol.16, No.1, pp.17 ~ 24 (1979).
7. 前掲書 (2), pp.29 ~ 33.

8. 前掲書(1), pp.187 ~ 194.
9. TAFA : TAFA Arc spray technical data (1983).
10. 前掲書(1), pp.121 ~ 122.
11. 蓮井 淳, 北原, 東 : 金屬材料技術研究所 研究報告, Vol.7, No.4, pp.319 ~ 327, (1964).
12. 川瀬, 暮石, 前原 : アーク溶射に あける アーク現象と ワイヤ 溶融 - アーク溶射法に 關する研究(第2報), 溶接學會論文集, Vol.2, No.2, pp.280 ~ 285 (1984).
13. AWS : Resitance and Solid - State Welding and Other Joining Processes, Welding Hand Book, Vol.3, Miami, pp.375 ~ 376. (1980).
14. AWS : Guide for thermal spray operator and Equipment Qualitication, Miami, p.78 (1978).
15. 前掲書(1), pp.38 ~ 39.
16. 蓮井 淳, 森垣脩 ; 肉盛 溶接・溶射, 現代溶接技術大系, Vol.15, pp.161 ~ 172 (1978).
17. 川瀬・暮石 : アーク溶射に あける 溶融金屬溫度 - アーク 溶射法に 關する 研究(第3報), 溶接學會論文集, Vol.2, No.3, pp.412 ~ 417 (1984).
18. 安藤, 長谷川 : 溶接アーク現象, 産報出版, p.327 (1976).