

아아크 熔射에 있어서 被膜의 硬度와
熔射條件의 相關性에 關한 研究

A study on the Relationships between
Coating film Hardness and Spraying
Condition in Arc Spraying



指導教授：金永植

韓國海洋大學 船舶機械工學科

張承龜，張在郁

目次

1. 序論

2. 實驗方法

2-1. 아아크 熔射裝置

2-2. 熔射材 및 試驗片

2-3. 被膜密着強度の 試驗方法

3. 實驗結果 및 考察

3-1. 噴射空氣壓의 變化에 따른 被膜硬度 變化

3-2. 아아크電壓의 變化에 따른 被膜硬度變化

3-3. 熔射距離의 變化에 따른 被膜硬度變化

4. 結論

1. 序論

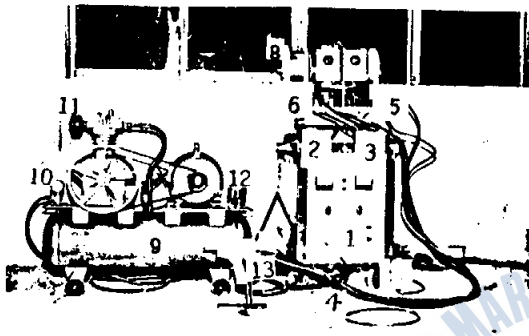
아아크 용射法은 電氣아아크를 熱源으로 하여 알루미늄이나 스테인레스강등의 金屬材料를 熔融시켜 그 熔融金屬을 壓縮空氣등으로 素材에 噴射시킴으로서 表面에 金屬被膜을 形成시키는 表面處理法의 一種이다. 이 용射法은 가스용사법이나 프라즈마용사법등의 다른 용射法에 비해 作業性이 良好하고 비교적 高品質의 被膜性能을 얻을수 있다고 알려져 있으며 최근 그 用途가 점차 擴大되고 있다. 그러나 이러한 아아크 용射法에 있어서 용射條件의 相異에 의해 同一한 용射材에 있어서도 그 被膜의 性質이 달라짐으로 해서 그들 상호간의 相關性을 밝혀 用途에 따른 적절한 용射條件을 제시할수 있는 기초자료의 제공이 要望되는 실정이다. 本研究에서는 스테인레스강을 용射材料로 하여 아아크電壓, 空氣壓, 용射距離등의 용射條件을 變化하고, 그때의 용射被膜의 硬度분포를 비교경도하여 이러한 각 용射條件과 被膜硬度와의 相關性을 밝히고자 하였다.

2. 實驗方法

2-1. 아아크 용射裝置

Fig.1 과 Photo. 1은 本實驗에 利用한 아아크 용射裝置의 개략도 및 그 外觀을 나타낸 것이다. 定電壓特性의 直流電源을 利用하여 電氣的으로 孤立된 陽, 陰極 와이어 送給速度를 각각 單獨으로 制御할수 있는 와이어 送給裝置에 의해 와이어가 送給되고 두 와이어의 끝이 용射 Gun 선단부에서 서로 일정한 각도로

마주칠때 아아크가 發生하여 와이어가 熔融된다.
 이 순간에 空氣壓縮機로서 壓縮한 空氣젯트에 의해
 이 熔融金屬을 미립자상으로 素材表面에 噴射시켜 소기
 의 被膜을 形成시킬수 있도록 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 compressure
10. Pressure gauge
11. Air filter
12. Pressure controller
13. Arc spray gun

Photo.1 Arc spray system

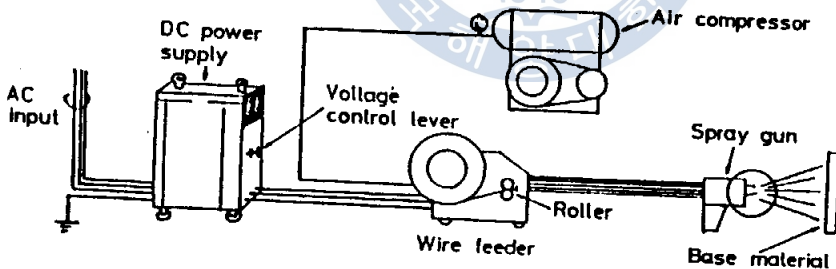


Fig.1 Schematic diagram of the arc spraying

2-2. 熔射材 및 試驗片.

本實驗에 使用한 熔射材料는 耐蝕性和 耐磨耗性
 이 우수한 直徑 1.2mm의 ER308L 스테인리스와이어를
 使用하였으며, 母材試驗片은 일반軟鋼材인 SS-41
 鋼材를 使用하였다. 그 각각의 化學的成分 및 機械
 的性質은 Table.1과 같다.

Table.1 Chemical composition and Mechanical properties

Materials	Chemical composition (Wt %)								Mechanical properties	
	Mn	Cr	Si	Ni	C	P	S	Fe	TS(kg/mm ²)	EI(%)
ER 308 L	1.90	20.6	0.32	10.2	0.02	-	-	Res.	61	45
SS 41	0.54	-	0.22	-	0.19	0.02	0.005	Res.	43	28

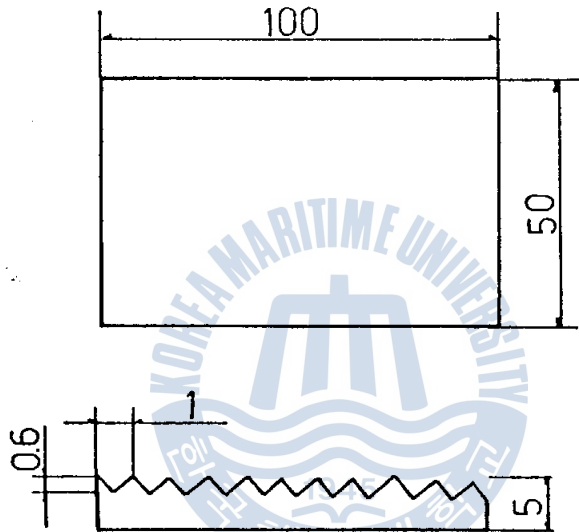


Fig. 2 Shape of specimen

또한 Fig. 2는 試驗片의 형상 및 치수로서 試驗片을 50 X 100 mm가 되게 機械加工하고 그 表面을 세이퍼 加工하여 粗面化하였다. 이후 前處理로서 試驗片을 베젼용액에 24시간동안 浸漬하여 被膜의 密着性を 저해하는 油指類나 먼지등의 오물을 용제 세정하였다.

2-3. 熔射條件 및 實驗方法

熔射條件은 Table. 2에 나타나고 있다. 와이어 供給

速度, 아아크電流 등은 일정하게 하고 噴射空氣壓 아아크전압, 熔射距離 등의 熔射條件을 變化시켰다. 이때 被膜두께는 2mm가 되게 일정하게 하였으며 被膜硬度試驗은 Vickers硬度試驗機를 利用하여 5개소 이상을 측정하고 그 산술평균을 被膜硬度로 하였다.

Table.2 Arc spraying conditions

분사 공기압 Pa(kg/cm ²)	3, 4, 5, 6
아아크 전압 Vav (V)	25, 30, 35, 38
아아크 전류 Iav (A)	100
용사 거미 Ls (mm)	50, 80, 120, 150, 180
와이어 공급속도 v (m/min)	5

3. 實驗結果 및 考察

3-1. 噴射空氣壓의 變化에 따른 被膜硬度的 變化

Fig 3은 噴射空氣壓를 각각 3, 4, 5, 6 kg/cm²로 變化시켰을 경우 空氣壓의 變化에 따른 硬度變化를 나타낸 것이다. 이때 아아크전압, 아아크전류, 熔射距離는 각각 35V, 100A, 150mm로 一定하게 하였다.

이에 의하면 噴射空氣壓를 3kg/cm²로 熔射했을 경우 被膜의 硬度값은 261.8(Hv)을 나타내고 4kg/cm²일 경우 279.8(Hv) 그리고 5kg/cm²일 때는 351(Hv) 6kg/cm²일 때는 365.3(Hv)의 硬度값으로, 즉 空氣噴射 壓力가 증가할수록 被膜의 硬度값이 증가한다는 것을 알수있다.

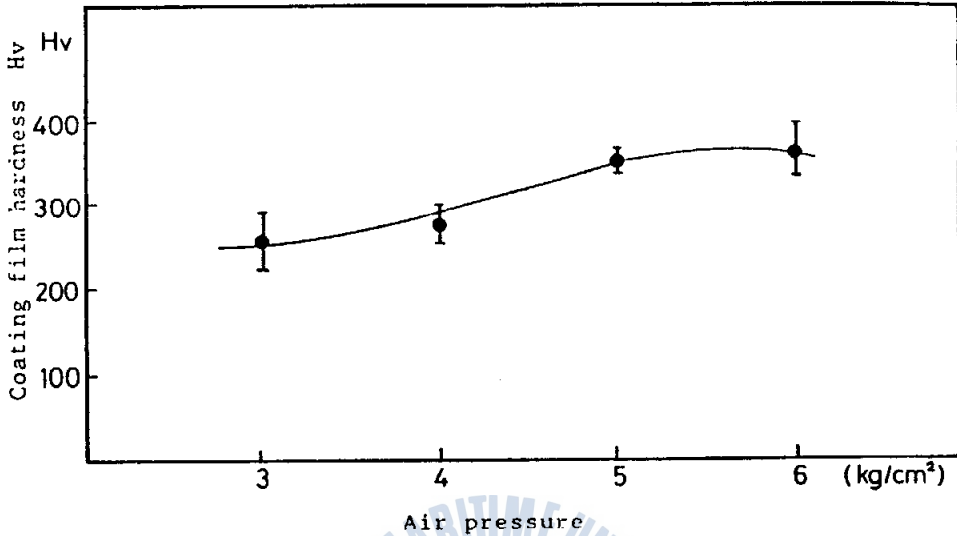


Fig.3 Relationship between spraying air pressure and hardness

Photo.2는 이러한 용射條件으로 용射를 행한 경우 被膜橫斷面을 光學顯微鏡으로 100倍의 倍率로 관찰한 사진이다. 사진에서 알수있듯이 空氣壓力이 높아짐에 따라 粒子가 組密해 지고 被膜中の 酸化量이 증가한다. 이것은 空氣壓力이 增加할수록 空氣中の 酸化量이 增加되어 용射粒子의 酸化를 促進하여 被膜内の 氧化物 含有量의 增大를 招來하고 게다가 용射粒子가 素材에로의 衝突速度를 높이기 때문에 치밀한 피막을 形成하기 때문에 추측된다.

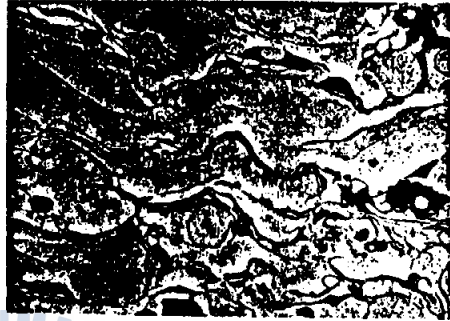
3-2. 아아크전압의 變化에 따른 被膜硬度變化

Fig.4는 아아크電壓을 25, 30, 35, 38(V)로 각각 變化시켜 용射시켰을 경우의 硬度變化를 나타낸 것이다. 이때 용射條件은 아아크電流 100(A), 용射距離 150mm,

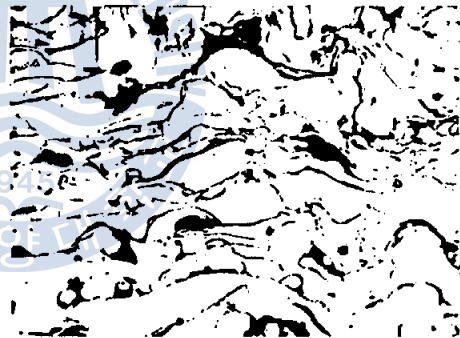
噴射空氣壓 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 각각 一定하게 하여 熔射를 行하였다. 위의 熔射條件으로 아아크電壓을 달리 하였을 경우 硬度값은 아아크電壓의 增加에 따라 303, 330.8, 351, 357.9 (Hv)로 多少 增加하고 있다.



(a) $3\text{kg}/\text{cm}^2$



(b) $4\text{kg}/\text{cm}^2$



(c) $5\text{kg}/\text{cm}^2$

(d) $6\text{kg}/\text{cm}^2$

Photo.2 Appearance of coating in various arc spray air pressure

Photo.3은 아아크電壓의 變化에 따른 被膜橫斷面을 光學顯微鏡으로 100배 擴大한 사진이다. 사진에서 보면 電壓이 낮을수록 酸化物은 多少 增加하고 있으나 퍼짐성이 낮은 작은 被膜粒子들이 形成되어 被膜內에 氣空이 增加하고 粒子가 작아지고 있는것을 알수있다. 이러한 事實로 부터 電壓이 增加할수록 퍼짐성과 밀착성이 양호한 큰 熔融粒子들이 形成되어 被膜內의 氣空減少로 인하여 硬度값이 多少 增加하는것으로 생각된다.

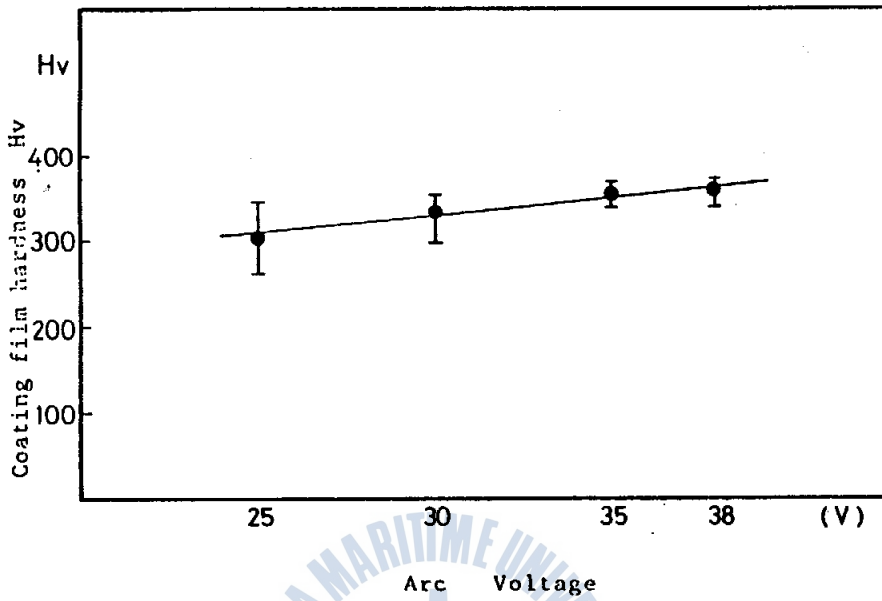
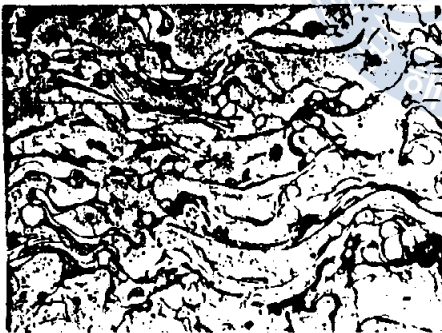


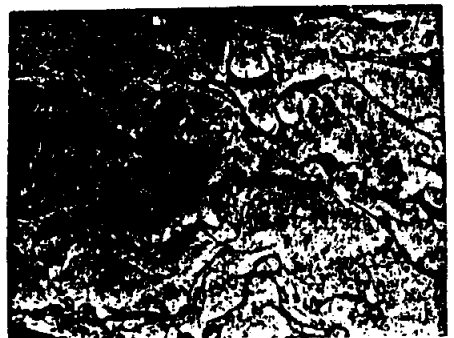
Fig.4 Relationship between spraying voltage and hardness



(a) 25V



(b) 30V



(c) 35V

(d) 38V

Photo.3 Appearance of coating in various arc spray voltage

3-3. 熔射距離의 變化에 따른 被膜硬度 變化

Fig 5는 熔射條件을 100A, 35V, 5Kg/cm²로 一定하게 하고 熔射距離를 각각 50, 120, 150, 180mm로 變化시켰을 경우의 硬度變化를 나타낸 것이다.

熔射距離가 150mm 근방으로 接近함에 따라 硬度값이 增加하여 熔射距離 150mm에서 最大값 Hvmax 351을 나타내고 있고 150mm를 지나 멀어질수록 다시 硬度값은 減少하고 있다.

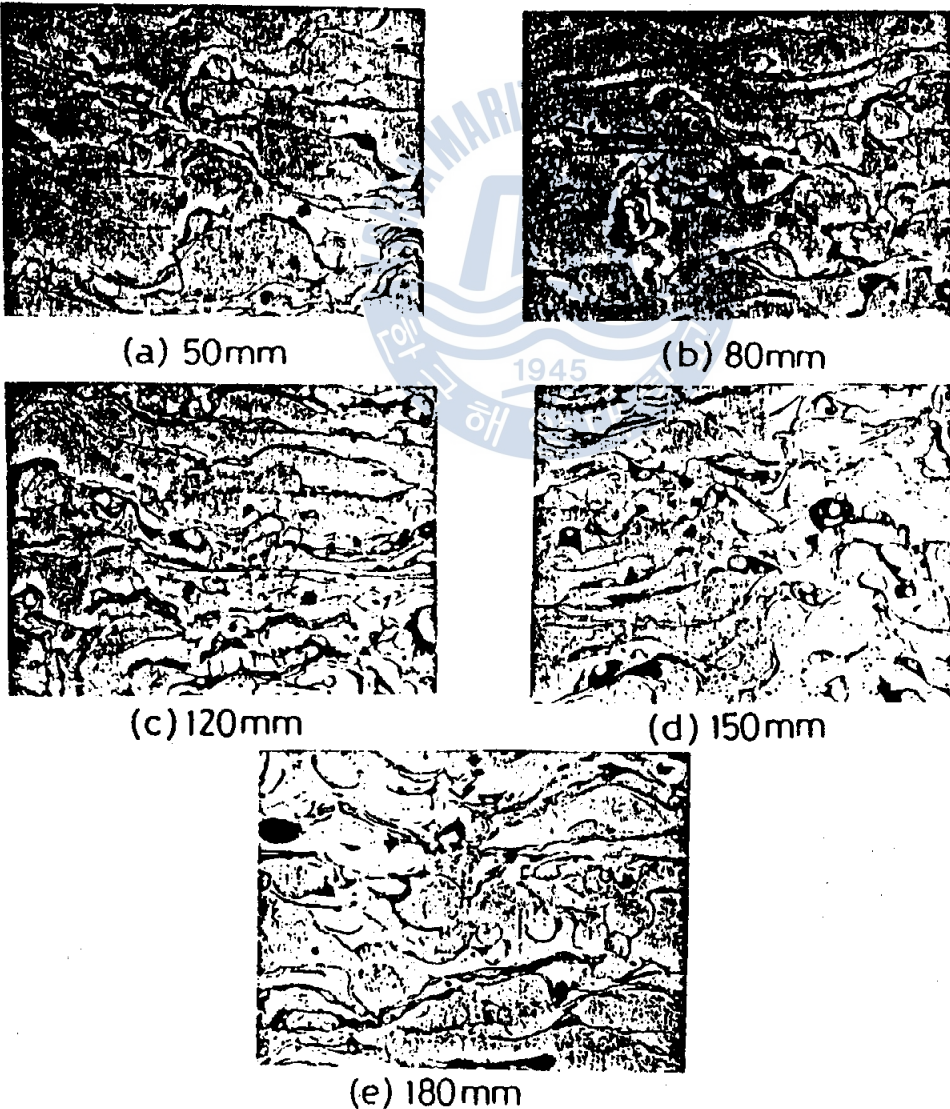


Photo.4 Appearance of coating in various arc spray distance

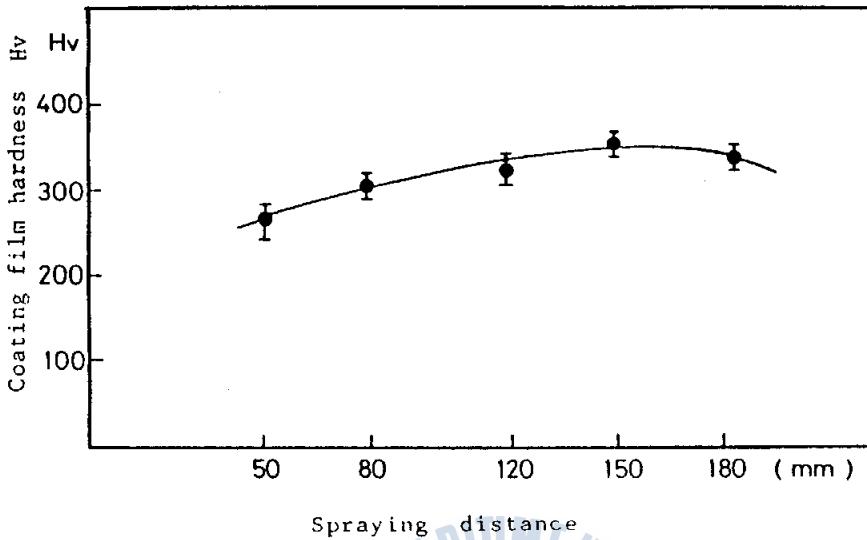


Fig.5 Relationship between spraying distance and hardness

Photo 4는 熔射距離를 50, 120, 150, 180mm로 變化시켜 熔射하여 얻은 熔射被膜 橫斷面을 光學顯微鏡으로 100배 擴大하여 관찰한 것이다. 이 관찰에 따르면 熔射距離 150mm에서 全體的으로 가장 치밀한 熔射被膜 조직이 形成된 것을 볼수 있으며 180mm에서는 被膜內에 氣空이 增加하고 있는것을 알수있다. 이것은 熔射距離 150mm에서 粒子的 衝突速度가 最大가 되어 가장 치밀한 조직이 얻어지며 熔射距離가 너무 멀어지면 被膜內部에 氣空이 增大하여 오히려 硬度값이 減少하는 것으로 생각된다.

4. 結 論

스테인레스와이어를 熔射材로 하여 아아크電壓, 電流 熔射距離의 熔射條件에 따른 그被膜의 硬度變化를, 비교경토히여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 噴射空氣壓의 變化에 따른 被膜硬度的 變化는 噴

射空氣壓의 增加에 따라 被膜의 硬度값이 增加한다.
이것은 空氣壓의 增加에 따라 酸化物의 含量이 增大
하며, 被膜組織이 차밀하게 되기 때문에 생각된다.

2) 아아크電壓의 變化에 따른 被膜硬度變化는 아아크電壓
이 增加할수록 被膜硬度가 增加한다.

3) 熔射距離 變化에 대한 被膜硬度變化는 熔射距離
150mm에서 最大값을 나타내며 이 距離는 熔射粒子의
衝突速度가 最大가 되는 距離로 추측된다.

