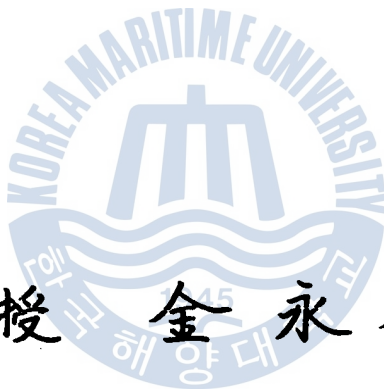


알루미늄 아아크 熔射時
最適 熔射條件에 關한 研究

A Study on the Optimum Conditions
in Aluminum Arc Spraying



指導教授 金永植

韓國海洋大學 船舶機械工學科

安潤憲

目 次

1. 序 論
2. 實驗方法
 - 2-1. Arc 熔射裝置
 - 2-2.1 熔射材 및 試驗片
 - 2-3. 被膜密着強度的 試驗方法
 - 2-4. 熔射時 母材面의 溫度變化 測定方法
3. 實驗結果 및 考察
 - 3-1. 熔射距離에 따른 母材裏面의 溫度特性
 - 3-2. 熔射距離와 被膜密着強度와의 關係
4. 結 論

1. 序 論

오늘날 産業의 發展에 따라 各種의 金屬構造物이든 環境에 따라서 壽命이 短되든, 壽命延長의 必要視되어 最近 新素材의 開發과 高合금素材의 使用 등으로 많은 短點이 있다. 따라서 低廉한 素材를 代換하여 原價를 減縮할 方法이 많다. 高合금素材의 製造 原價가 高級材料의 原價를 減縮할 方法이 많다. 40여년 전 독일의 Adolf Shoupe 에 의해서 金屬材料의 熔融하여, 그 熔融金屬을 壓縮空氣 形에 成시키는 방법이다. 이 Arc 熔射法은 가스 熔射法이나 프라즈마 熔射法에 비해 作業性이 良好하고 비교적 高品質의 被質性能을 低廉한 비용으로 得을 수 있는 特性이 있으므로 金型製作, 酸化防止, 摩耗防止, 耐熱膜形成 및 그 밖의 여러 가지 실용적이 다. 그러나 이러한 Arc 熔射에 있어 母材와 被質의 種類에 따른 被膜의 密着強度를 向上시키는 爲에 最適 熔射條件에 對하여 密着強度 研究가 必用하다. 따라서 本 研究에서는 國內 技術에 對하여 單獨으로 制御할 수 있는 直流式 Arc 熔射機를 使用하여 軟銅板의 Arc 電流, 陽, 陰極 被膜을 形成 시킬 速度의 及 Arc 電流, 陽, 陰極 條件 變化에 따른 母材 表面의 溫度나



被膜密着強度와의 관계를 비교 검토하여 最適 熔射條件을 밝히려 하였다.

2. 實驗方法

2-1. Arc 熔射裝置

Fig. 1은 本 實驗에 利用한 Arc 熔射裝置의 概略圖를 나타낸 것으로 定電壓特性의 直流電原을 利用하여 電氣的 孤立된 陽, 陰極와 이어 供給速度를 單獨으로 制御할 수 있는 와이어 供給裝置에 의해서 두 와이어의 끝이 일정한 각도에서 마주칠 때 아크가 發生하여 熔融되며 이 순간에 壓縮機로써 壓縮한 空氣를 뿜어 미립자로서 噴射하게 하는 裝置이다. 本 實驗에 있어서 熔射粒子를 噴射하는 壓縮空氣 壓力은 全體 實驗에 있어서 5 kg/cm^2 로 一定히 하였다.

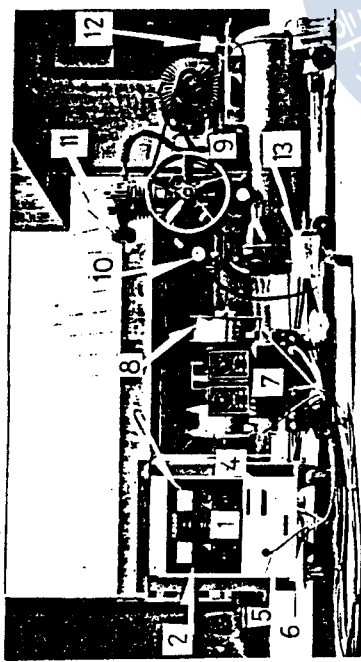
2-2. 熔射材 및 試驗片

本 實驗에 使用한 熔射材料는 低温에 잘 견디고 耐蝕性이 우수한 粒徑 1.2 mm 의 알루미나 와이어를 使用하였으며, 母材와 試驗片의 材質은 일반 軟鋼材인 SS41을 使用하였으며 各 部分의 値數는 Fig. 2와 같다.

2-3. 被膜密着強度의 試驗方法

本 實驗에 利用한 被膜密着強度 試驗裝置의 概略圖를 Photo. 2와 Fig. 3에서 나타내었고 作動하도록 되었다.

준비된 Fig. 2(a)와 같은 母材의 中心에 直徑 15 mm 가량의 구멍을 가공하고 (b)와 같은 試驗片을 挿入하여 母材 表面과 試驗片 表面을 一致시킨 후 機械加工하여 表面을 粗面化 시키고 熔射을 行하여 被膜을 形成한 뒤 이것을 Fig. 4에 示한 바와 같이 被膜密着強度 測定裝置에



- 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

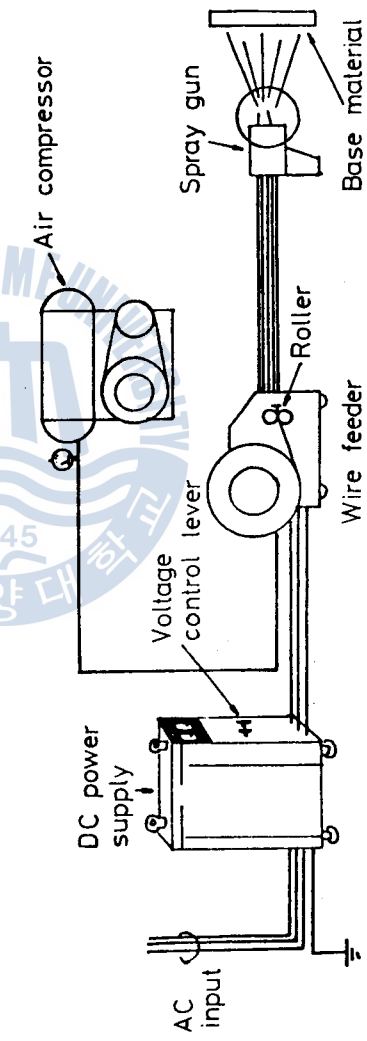
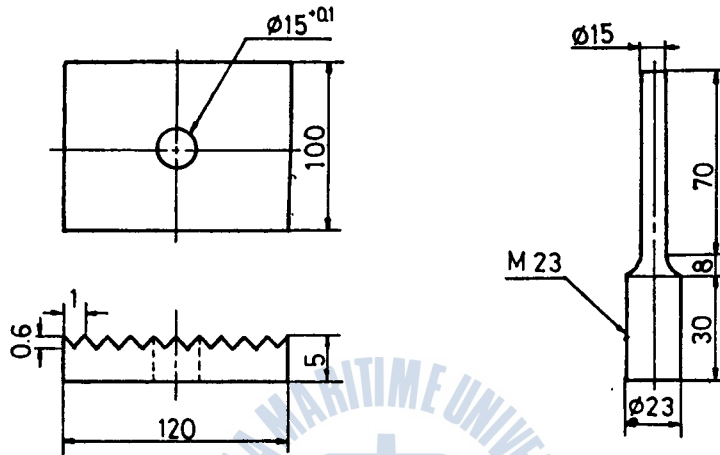


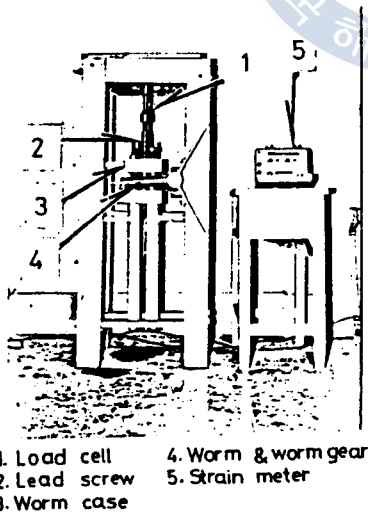
Fig.1 Schematic diagram of the arc spraying

裝着하여 試片과 熔射被膜이 破斷될 때까지 引張하여 그때의 破斷應力을 被膜密着強度로 하였다.



(a) Backing plate (b) Tensile specimen

Fig.2 Shape of backing plate and specimen



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

Photo.2 Adhesion strength test apparatus.

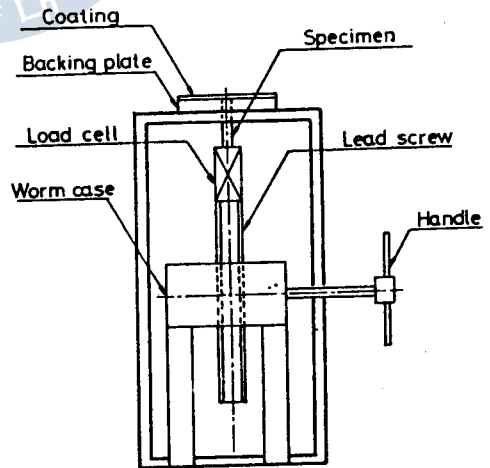


Fig.3 Schematic diagram of adhesion strength tester

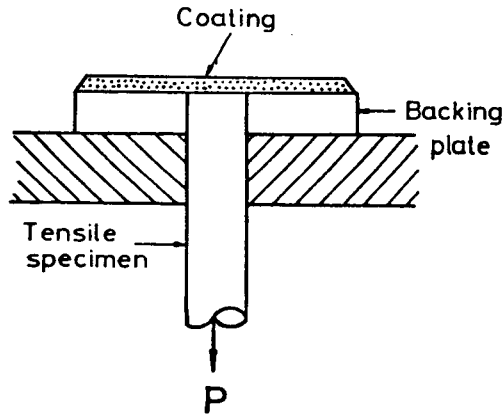
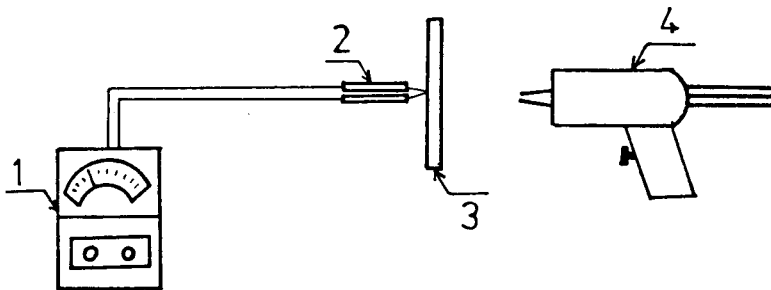


Fig.4 Tensile adhesion test

2 - 4 . 熔射時 母材面의 溫度變化 測定方
法

Fig.5 는 熔射時 母材面의 溫度變化의 測定方
法을 4 라 변 것 이 다.

5x100x120mm의 軟鋼母材面에 熔射를 行하고
母材裏面 中央에 白金-로듐 熱值對를 接屬시
켜 溫度를 測定 하엿다.



- 1. Thermo Electric Pyrometer
- 2. Thermo-couple
- 3. Base Metal
- 4. Arc Spray Gun

Fig.5 Temperature measurement appratus of
back siface in base material

3. 實驗結果 및 考察

3 - 1 . 熔射距離에 따른 母材裏面의 溫度特性

Fig.6 은 熔射距離를 各各 50, 100, 150, 200mm 로 變化시켰을 경우의 時間 化에 따른 溫度 變化를 나타낸 것이다. 이때 電壓은 26V, 電流 120A로 하였다.

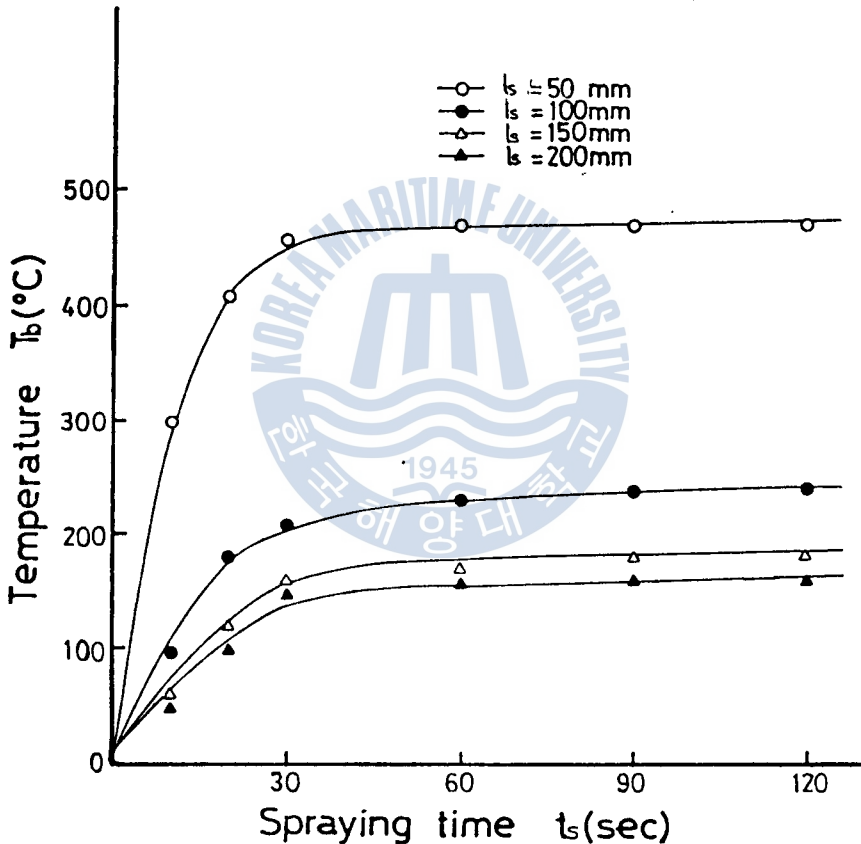


Fig.6 Variation of Base material temperature following the Spray distance

이 에 의 하면 熔射距離 50mm 의 경우 熔射 時間의 경과에 따른 溫度上昇은 熔射開始後 30秒까지는 급격히 상승하다가 대체로 60秒가 지나면 一定하게 되는 것을 볼 수 있으며 熔射 距離 100, 150, 200mm 의 경우 에는 溫度上昇이 그다지 많지 않음을 알 수 있다.

3 - 2. 熔射距離와 被膜密着強度와의關係
 Fig. 1은 電流, 電壓을 一定하게 했을 때의 熔射距離變化에 따른 母材裏面の 平衡溫度와 被膜密着強度와의 關係를 나타낸 것이다. 熔射距離 150mm 근방으로 접근함에 따라 被膜密着強度는 上昇하고 平衡溫度는 下降하고 있으며 熔射距離 150mm 에서 被膜密着強度는 最大로 되고 母材裏面 平衡溫度는 一定한 값을 갖기 시작함을 알 수 있다.

Photo. 3는 Arc 電壓을 26V, 와이어 供給速度를 7m/min 으로 하고 熔射距離를 各各 50, 100, 150, 200, 250mm 로 變化시키며 전류를 120A 로 一定히 하고 熔射를 행하였을 경우의 母材와 熔射被膜의 境界部斷面을 金屬顯微鏡을 利用하여 100 배로 擴大하여 촬영한 것이다. 熔射距離 50mm 의 경우에는 母材表面에서는 다량의 酸化物이 觀察되고 있으며 母材와 母材사이, 粒子와 粒子사이에는 剝離現象이 일어나고 있음을 알 수 있으며, 熔射距離 100, 150mm 의 경우에는 비교적 良好하게 접촉하고 있음을 알 수 있다.

또 熔射距離 200, 250mm 에서는 母材와 被膜의 境界部 및 粒子와 粒子 사이에 다량의 氣孔과 酸化物이 觀察되고 있다. 따라서, 지나치게 접근한 熔射距離에서는 母材의 變形과 母材面에서의 多量의 酸化物生成으로 인하여 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될 것이 예상된다. 또 4번 熔射距離의 경우에는 熔射速度 低下와 粒子의 지나친 冷却으로 인하여 最適 熔射距離인 100~150mm 의 경우에 비해 被膜의 結合狀態가 不良할 뿐만 아니라 粒子사이 多量의 酸化物의 生成으로 被膜密着性이 떨어질 것으로 생각된다.

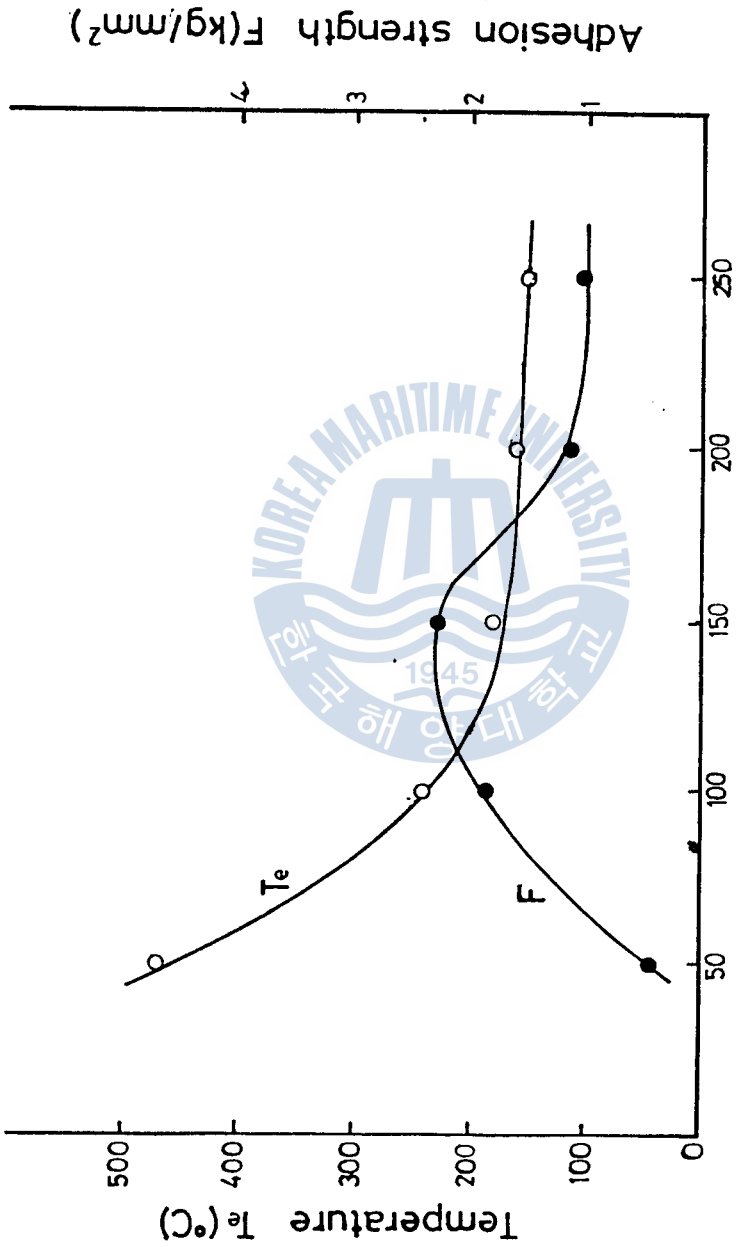


Fig.7 Relationship between spraying distance and adhesion strength



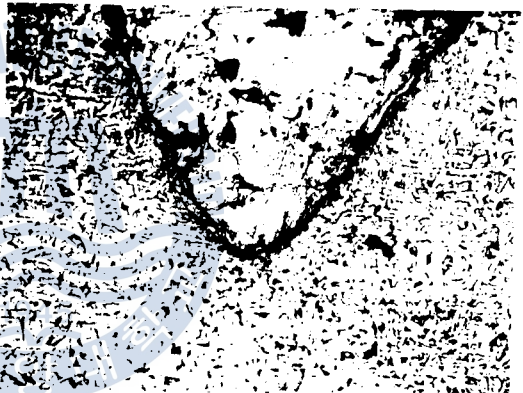
(a) $l_s = 50$ mm



(b) $l_s = 100$ mm



(c) $l_s = 150$ mm



(d) $l_s = 200$ mm



(e) $l_s = 250$ mm

Photo.3 Appearance of interface between Coating and Base material in various arc spray distance

4. 結 論

알루미늄 와이어를 熔射材로 하여, 熔射距離, Arc 電流, 電壓 등의 熔射條件에 따른 그 被膜의 密着強도와 그때의 母材裏面의 溫度와 關係를 比較, 검토하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 最大密着強도가 얻어지는 적정 熔射條件은 母材裏面의 平衡溫度가 一定한 改을 얻기 시작하는 條件과 일치하고 있다.
2. 被膜부착력이 높은 熔射條件에서는 被膜內의 酸化物 및 氣孔이 最少로 되고 있다.



参考文献

- 1) 蓮井 淳; 溶射工学, 養賢堂, pp. 1~2 (1976).
- 2) 蓮井 淳; 最近の溶射技術, 溶接技術, 11号
pp. 19~24 (1984).
- 3) 関, 石川; 溶射技術の適用と問題点,
日本機械学会誌, Vol. 82, No. 724,
pp. 270~275 (1979).
- 4) 内田; 材料K に対する溶射, 材料科学,
Vol. 15, No. 1, pp. 29~35 (1978)
- 5) 石川, 関; 溶射による耐熱被覆の現状,
防食技術, Vol. 26, No. 6, pp. 313~326
(1979)
- 6) 秋本; アーク溶射被膜の考察, 溶射協会誌,
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)

