

論 文

大韓熔接學會誌
第3卷 第2號 1985年 11月
Journal of the Korean
Welding Society
Vol. 3, No. 2, Nov., 1985

알루미늄의 常溫壓接에 關한 研究(I)
—表面거칠기와 熔接變形度에 對한 考察—

李 喆 求* · 嚴 基 元**

A Study on Cold Pressure Welding of Aluminium(I)
—Effect of Surface Roughness and Welded Deformation—
by
C. K. Lee* · K. W. Um**

Abstract

Roughness of the surface to be welded is one of the important factors affecting the weldabilities on the pressure welding.

The purpose of this study is to investigate the influences of the surface roughness upon the welding process and the weldability of pressure welds, using Aluminium AA1050 plates treated by various surface polishing. The results obtained are as following.

1. The optimum welding deformation is about 38(%)—42(%) in cold pressure weld.
2. The grinding work on the weld surface is superior to milling and paper polishing.
3. Weld pressure must be beyond $0.5kg/mm^2$ in order that the bond may be achieved.

1. 序 論

常溫壓接은 材料의 接合表面을 깨끗이하여 常溫에서 큰壓力을 주어 母材를 接合하는 方法으로 融接法에 比하여 脆化되지 않아 鐵혹은 非鐵金屬이나 加工硬化材, 熱處理材의 接合에 널리 利用되어지고 있다. 또한 接合部에는 加熱이나 溶解가 일어나지 않으며 耐蝕性이나 電氣抵抗 등이 母材와 同一하여 電氣機器나 半導體素子の 氣密密封, 爆發物, 放射性物質等의 密閉容器 接合에 重要한 接合法이다.

우리 나라에서도 熱交換器나 化學플랜트, 메탈베어링, 바이메탈 등 多樣한 製品이 生産되고 있으나 이에 對한 技術的 資料가 不足한 實情이다.

壓接은 紀元前 約 3000年頃에 金屬을 加熱하여 鍛接(Forged—Welding)을 한것부터 始作되었지만 1944年 A. B Kinzel¹⁾의 研究에서 本格的인 體系가 이루어졌다. 이 研究에서 壓接面에 存在하는 酸化物層이 母材層에 擴散이 되고 境界面에 粒子 成長이 일어나며 이런 過程은 變態點 以上에서 현저하다는 溫度와의 關係等 金屬의 擴散說을 주장하였다. 또한 J. M. Parks²⁾은 常溫壓接은 再結晶熔接(Recrystallization Welding)이라

* 京畿工業開放大學 機械工學科, 正會員

** 漢陽大學校 精密機械工學科, 正會員

고 칭하고 두접합면의 接合強度는 再結晶溫度에서 急激히 上昇하며 요철부가 작고 空洞이 없어야 良好한 接合이 이루어진다고 주장하였다. 이외에 L. Fine³⁾은 壓接過程을 表面張力 이론을 이용, 空洞이 球狀으로 됨을 發表했으며, 橋本⁴⁾은 變形量의 增大는 空洞의 크기를 減小하고 界面에너지를 抵下시켜 壓接面의 空洞을 收縮, 消滅시키므로 接合이 된다고 하였다. R. F. Tylecote⁵⁾등은 알루미늄의 산화물(Al_2O_3)은 母材보다 87배의 硬度값을 가지며 알루미늄板材를 거칠게 加工하여 大氣中에 2時間 놓아두면 約 60\AA 의 皮膜이 생기며 매끈하게 加工하여 大氣中에 놓아두면 約 27\AA 의 皮膜이 생긴다고 보고하였다.

Fig. 1은 常溫壓接過程을 나타낸 그림으로 粒界의 境界에너지가 점점 減小하여 空洞이 收縮, 分散, 消滅되

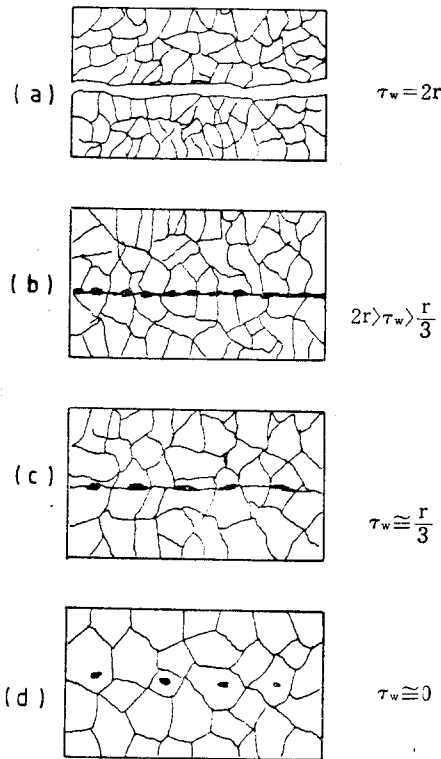


Fig. 1. Pressure Welding Process
 τ_w : Boundary Energy
 γ : Surface Energy
 Black Mark: Void

어 接合이 이루어짐을 보인다.

壓接에서는 材料의 表面處理, 表面거칠기, 酸化膜의 處理, 壓接溫度, 熔接變形度, 後熱處理 等 여러가지 조건들이 熔接性에 重要한 因子가 되는데 그중에서도 壓接材의 表面狀態와 變形量은 熔接結果에 대단한 影響을 미친다.

本 研究에서는 常溫에서 表面거칠기와 熔接變形度를 實驗的으로 研究하여 適正한 壓接條件을 究明하고자 하였다.

2. 試驗材 및 實驗方法

本 實驗에서 使用된 材料는 市販되는 工業用 알루미늄 AA1050으로서 化學的 組成 및 機械的 性質은 Table. 1과 같다.

壓接材料는 壓延方向으로 切斷하였다. 表面處理法에는 完全한 面을 얻기위해 化學的 研磨나 機械的 研磨法을 利用하는데, 本 研究에서는 機械的 研磨로 研削機와 밀링머신을 使用하여 加工하였다.

試片의 表面거칠기는 觸針式 表面粗度計로 測定 KS-B 0161의 最大높이 거칠기(R_{max})로서 $28\mu m, 50\mu m, 70\mu m, 100\mu m, 200\mu m, 280\mu m, 400\mu m, 500\mu m$ 까지 되었다.

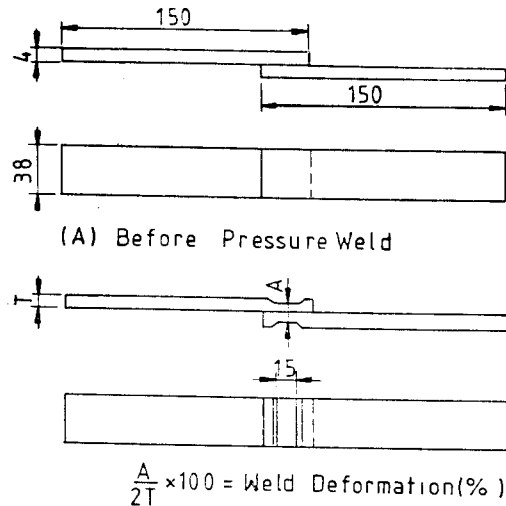


Fig. 2. Shape of Pressure Welding Specimen.

Table 1. Chemical Composition and Mechanical Properties of Material

| material | Chemical Composition(%) | | | | | | | | Tensile Strength (kg/mm^2) | Elongation (%) |
|-----------|-------------------------|-------|------|------|------|----|----|-------|-----------------------------------|----------------|
| | Cu | Si | Fe | Mn | Mg | Zn | Ti | Al | | |
| AA1050H18 | 0.042 | 0.067 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | — | — | 99.80 | 19.24 | 5 |

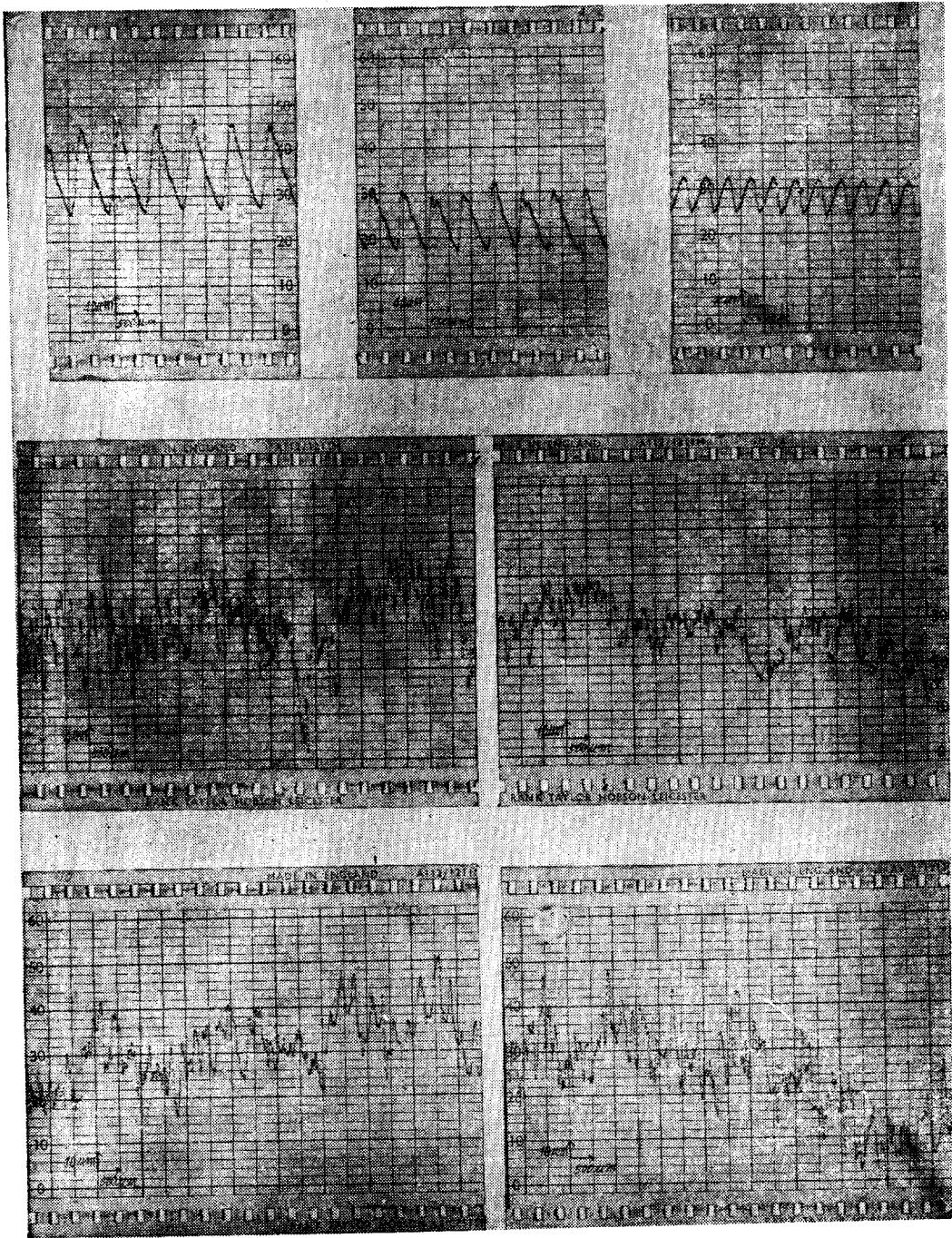


Fig. 4. The Surface roughness by grinding and milling.

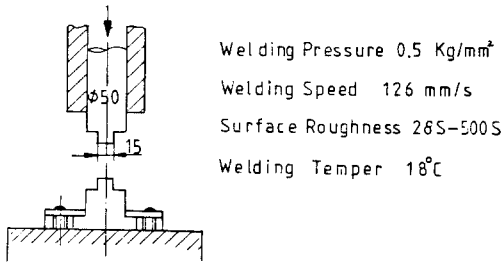


Fig. 3. Welding Condition and Pressure Welding die form

表面에 붙은 附着物은 接合面의 表面 擴散을 防害하므로 2면의 完全密着을 不可能하게 한다. 더우기 表面에 붙은 酸化物은 용접이 높고 硬度가 크므로 壓接에서는 이 酸化皮膜을 破壞하고 純粹한 金屬接觸이 되도록 해야 한다. 그러므로 表面을 加工하여 2分以內에 바로 壓接을 實施하였다. 金屬表面의 酸化皮膜을 破壞하여 純粹한 金屬面이 密着되도록 하고 塑性變形이 일어나게 하여야 接着性이 優秀해 지므로 熔接壓力(Welding Pressure)은 45t 油壓프레스를 使用하여 加壓하였다. 여기서 表面거칠기와 熔接變形度를 觀察하였으며 表面處理에 따른 剪斷強度를 比較하였다.

熔接速度(Welding Speed)는 熔接變形度 20~50% 範圍에서 衝擊荷重으로 壓接한 것이 靜荷重으로 壓接한 것보다 剪斷強度가 높게 되므로 衝擊적으로 超塑性이 일어나도록 126(mm/sec)의 急速變形을 주었다. 熔接變形度에 따른 組織變化和 接合길이를 比較하였으며 表面處理에 따른 剪斷強度와 加壓력에 따른 接合強度도 考察하였다.

3. 實驗結果와 考察

壓接材料의 熔接變形度(Weld deformation)에 따른 剪斷強度를 Fig. 5에 表示하였다. 여기서 보는 바와 같이 알루미늄 AA1050의 熔接變形度는 38% 정도에서 가장 剪斷強度가 높았으며 表面거칠기가 낮은 값일수록 熔接性이 優秀함을 보인다.

變形度 38% 以下에서는 接合面에서 切斷되며 42% 以上에서는 2 母材가 分離됨을 보인다. 그러므로 變形度는 38%에서 42%가 適正하다고 보며 이때의 剪斷強度는 最高 15kg/mm²가 되어 母材 引張強度 19kg/mm²에 대하여 優秀한 強度를 보인다.

表面거칠기가 낮을수록 壓接強度가 增加됨은 壓接面의 空洞이 보다 微細하게 되어 接觸面이 增加된다고 보며 이는 表面張力이 作用된다고 본다. 壓接은 本質的

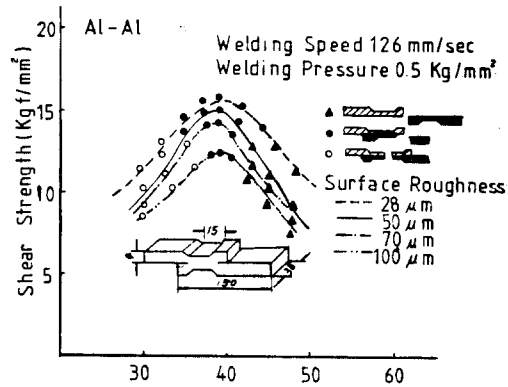


Fig. 5. Deformation of pressure weld in aluminium.

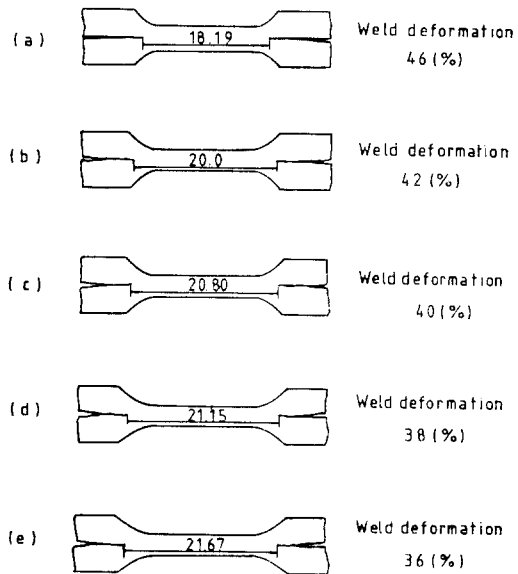


Fig. 6. Relation of bond length on pressure welding zone.

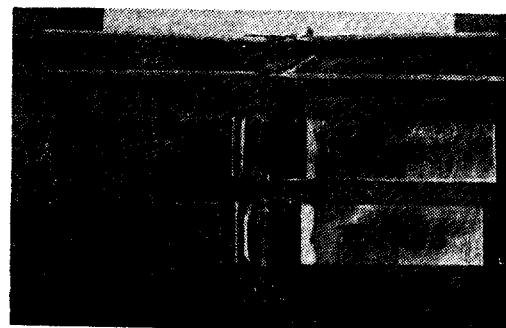


Photo 1. Shearing test specimen

으로 原子間의 引力으로 接合되는 것인데 不純物이 없다면 母材金屬과 같이 原子間引力이 作用되어 쉽게 接



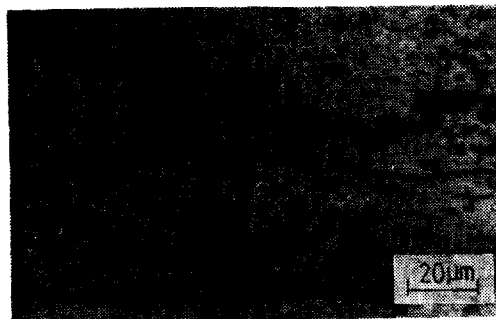
a. Weld deformation 42(%)



b. Weld deformation 40(%)



c. Weld deformation 38(%)



d. Weld deformation 36(%)

Photo 2. Microstructure in pressure weld zone (×300)

슴되겠지만 酸化物과 같이 界面에 介在物이 있으므로 加壓, 加熱 등이 必要하게 된다. 原子가 原子間 引力으로 서로 接近되어 塑性變形이 일어나도록 加壓하면 空洞의 크기가 작게되고 이로인해 金屬接觸面이 增加되어 接着이 優秀해 진다. 또한 粉末冶金에서 粉末이 燒結되는 것과 같이 粒界의 크기가 表面張力에 依해 增加되고 空洞이 結局 球狀으로 되어 安定되려고 한다. 熔接部 近傍의 結晶粒 成長을 防害하는 것은 微小한 空洞이 存在하기 때문이며 變形量의 增大는 空洞의 크기를 減小시키며 이를 收縮, 消滅시키므로 粒界가 成長되어 壓接面에 固着되고 粒界內에는 微小의 空洞이 分散되어 殘留하게 된다고 生覺된다. 加壓의 效果로서는 空洞의 크기를 작게하고 空洞의 폭을 좁게하며, 酸化皮膜을 破壞하여 細分하며, 空氣나 不純物의 侵入을 防止하므로 熔接性을 增加시킨다.

Fig. 6에 熔接變形度에 따른 壓接部의 接合길이를 比較하였는데 여기서는 熔接變形도가 작을수록 接合部의 길이가 增加함을 볼 수 있다.

Photo. 2는 光學顯微鏡을 利用해 壓接部의 組織을 觀察한 것인데 表面거칠기를 一定(28µm)하게 하고 熔接變形도를 다르게 하였을 경우, 變形이 增加함에 따라 粒界가 成長됨을 알 수 있다.

Fig. 7은 表面거칠기에 따른 剪斷強度를 보이며 表面거칠기 값이 낮을수록 剪斷強度가 增加함을 보인다. 이는 같은 壓力下에서 空洞의 크기가 작아지기 때문이라고 생각된다.

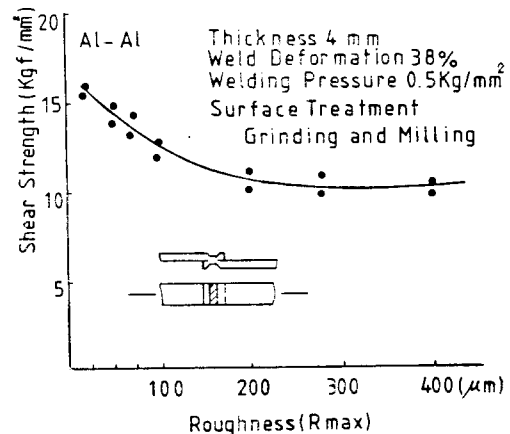


Fig. 7. Effect of surface roughness on shear strength at pressure weld.

Fig. 8은 表面處理에 따른 剪斷強度를 나타내는 것인데 여기서는 研削한 것이 剪斷強度가 가장 크게됨을 알 수 있다. 이는 研削中에 생기는 熱에너지의 影響이라

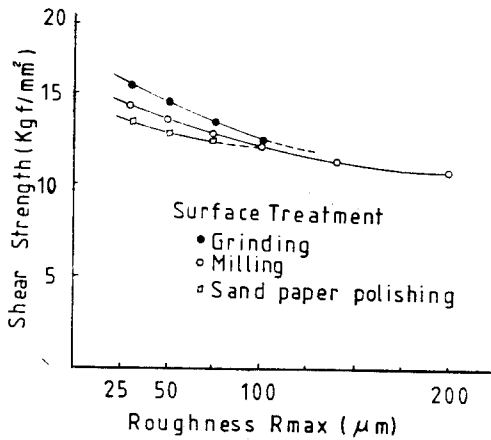


Fig. 8. Effect of surface roughness on shear strength at various surface treatment.

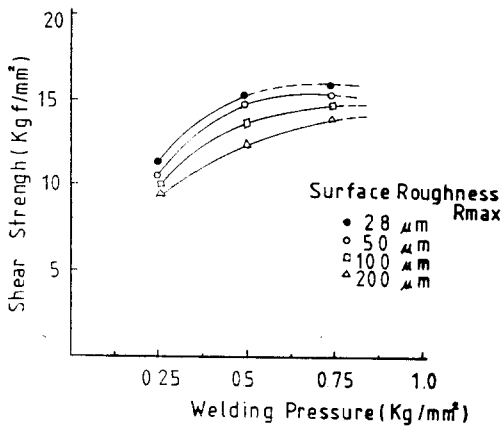


Fig. 9. Effect of Welding Pressure on Shear Strength at Various Surface Roughness.

고 본다.

Fig. 9는 熔接壓力에 따른 剪斷強도의 比較로서 加壓力이 增加 할 수록 剪斷強도가 높아지는데 이는 結晶組織이 成長, 侵透되어 지기 때문인 것으로 보인다.

4. 結 論

工業用 알루미늄 AA1050의 常溫壓接에서 얻은 結論은 다음과 같다.

1) 變形度の 增加는 壓接面의 皮膜을 破壞하여 純粹한 金屬面을 노출하므로 密着을 促進하며 變形度 38(%)~42(%) 정도가 最適의 條件이다.

2) 表面거칠기가 同一하다고 할 지라도 表面處理에 따라 剪斷強도가 다르게 나타나는데 本 實驗에서는 Rmax 28μm의 研削한 것이 가장 우수하게 나타났다.

3) 變形도가 一定할때 壓接時에 加해지는 加壓力에 따라서 剪斷強도가 다르게 나타나는데 여기서는 0.5(kg/mm²) 以上이어야 接合이 잘 이루어 진다고 볼 수 있다.

參 考 文 獻

1. A. B. Kinzel, *Adams Lecture, Solid Phase Welding*, W. J. Vol. 23. No. 12, (1944) p. 1124~1143
2. J. M. Parks, *Recrystallization Welding*, W. J. Vol. 32 No. 5, (1953) p. 209~222
3. L. Fine, C. H. Mark, A. R. Ozanich *Fundamental Affecting the Bend in Pressure Welds*, W. J. Vol. 25. No. 6. (1946) p. 517~529
4. 橋木達哉, 岡本郁男, 現代溶接技行大系, Vol. 9. (1980) p. 19-156
5. R. F. Tylecote, D. Howd, and J. E. Furmidge, *British Welding Journal*. No. 1. (1958) p. 21~33
6. Hideaki Nakayama. 輕金屬 溶接. Vol. 20. No. 12. (1982) p. 673~681
7. 日本壓接協會, *가스壓接의 手引*, (1981) p. 6~31
8. 日本壓接協會, *壓接工學* 增刊. (1983) p. 95~129
9. 中村光雄, 異種金屬의 常溫壓接 熔接技術 No. 1. (1983) p. 35~39
10. 大橋修, 橋本達哉, 擴散接合에 關する 研究, 日本 溶接學會誌 Vol. 45. No. 6. (1976) p. 71~77