

銅合金의 組織像에 關한 研究

서울大學校 齒科大學 保存學教室

教授 金 英 海

MICROSCOPIC STUDY ON THE STRUCTURE CHANGE OF COPPER BASED ALLOY TO COLD ROLLING AND ANNEALING

Prof. Yung Hai Kim

Dept. of Operative Dentistry, College of Dentistry, S.N.U.

Abstract

Brass specimen, copper based alloy was prepared in cubic form about 1cm×1cm×1cm in volume.

The specimens were mechanically compressed in one direction until the dimension distorted to 20%, 40%, 60% and 80% in length.

The compressed specimens with 80% distorted in length were then heat treated in 200°C, 300°C, 400°C, 500°C and 600°C for 30 minutes.

Microscopic examination was made on both compressed and heat treated specimens. The results obtained from the study were as follows:

1. Grain boundary and twin phenomenon was clearly seen in 0% and 20% compressed cases. Slip bands was appeared in 40% cases and distributed equally as well as twin.
2. The first evidence of slip bands was observed in 20% and the bands grew thicker and denser as the compression increased.
3. The density of the bands were reduced after annealing in 200°C and completely disappeared at 300°C cases.
4. Recrystallization was noticed unevenly in 300°C cases and the evidence of twin was observed in these crystallized area.
5. In 400°C cases the grain boundary was evenly found and the twin phenomenon was clearly observed. Grain boundary and twin was noticeably formed in size according to the annealing temperature increased.

I. 緒 論

齒科醫療用으로서 銅을 金合金에 많이 使用되고 또 銅아말감으로 或은 “銅시멘트”로 使用되고 있다.窩洞充

塡用으로 或은 補綴修復物로 使用되는 金合金에 銅을 많이 使用하는 主된 理由는 合金의 強度와 硬度를 增加하는데 目的이었다.」 또한 age hardening, 融點低下, 抗變色及 引張性에 크게 影響을 주어 齒科의 要求條件에 맞도록 貢獻하기 때문이다.

日常生活에 있어서도 “brass”라고 불리는 銅-亞鉛合金(亞鉛約 36%以下)과 “bronze”로 불리는 青銅(約 12%의 Tin, Silicon, Aluminium) 등이 生活用品으로 利用되고 있다.

著者は 銅의 合金內에 있어서 加壓時에 일어나는 組織像의 變化와 이에 다시 熱處理를 加하였을 때의 組織像의 變化를 檢討 하여 이에 報告 하는바이다.

II. 實驗材料 및 方法

銅 70%를 含有하는 brass를 1cm×1cm×1cm規格으로 切斷하여 試片을 製作하여 實驗에 使用하였다. 試片은 加壓器에서 最初의 길이가 20%, 40%, 60%, 及 80%壓縮되도록 荷重을 加하였다. 熱處理로서는 80%壓縮된 試片들은 各各 電氣爐속에서 200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 600°C에 30分間式 露出하였다. 加壓과 熱處理가 끝난 試片들은 Epoxy-resin에 包埋하여 研磨하였다. 研磨는 sandpaper 120mesh, 320, 600及 1200까지 冷却目的으로 注水하면서 施行하고 其後는 羊皮面에 水酸化 마그네슘 粉末을 添加하면서 研磨하고 研磨面에 機械的인 罅긴 線이 없을 때까지 繼續하였다. 研磨試片面을 流水속에서 잘 씻고 암모니아水와 過酸化 水素水(約 25%)合劑로 30秒 腐蝕, 水洗하여 鏡檢하였다.

III. 實驗成績

A. 室溫에서 brass(銅 70%)試片을 加壓壓縮한 顯微鏡所見은 다음과 같다.

1) 0% : 試片에 全然壓縮을 加하지 않은 例에서는 不整形의 粒子가 明確한 粒子境界를 나타내며 粒子境界線은 同一粒子에서는 새로 가로가 거의 비슷한 크기로 보인다 粒子境界部位에 明暗이 뚜렷한 두꺼운 平行的 帶狀線들을 볼수 있는데 이것은 twin 現象이라고 할수 있다.²⁾

2) 20% 壓縮例 : 粒子間境界線은 明瞭하나 모든粒子가 加壓方向에 直角으로 길게 引張된 狀態를 보이며 twin 現象도 散在해 있다.

3) 40% 壓縮例 : 粒子間境界線은 아직 뚜렷하고 加壓方向에 直角으로 더욱 引張 되어 slip band를 나타내고 twin像은 거의 消失되어 있다.

4) 60% 壓縮例 : 粒子間境界線은 加壓 反對方向으로 거의 平行으로 길게 slip bands가 走行하고 이 平行線間을 連結하는 듯한 斜線이 無數하게 나타나 있다. 이 斜線으로 보이는 線은 粒子境界線이 加壓으로 因해서 變型된 產物인 slip bands라고 본다. 이 試片에서는 全然 twin像을 찾아 볼수 없었다.

5) 80% 壓縮例 : 粒子는 極도로 壓縮變型되어 其境界

線은 幅을 좁힌 平行線으로만 보이며 平行線을 連結하고 있는 斜線도 不完全하지만 平行線에 가까운 走行方向을 取하고 있었다.

B. 80% 加壓壓縮된 試片을 서로 다른 溫度에서 30分間式 熱處理한後의 試片所見은 다음과 같다.

1) 200°C에서 處理된例 : 平行으로 走行하고 있는 粒子境界線을 볼수 있고 平行線間을 連結하고 있는 斜線도 거의 平行에 가까운 走行方向을 維持하고 있어 A-4項의 80%壓縮例所見과 近似하게 보인다.

2) 300°C에서 處理된例 : 平行으로 走行하고 있는 粒子境界線間의 幅이 거의 사라지고 若干의 痕跡만 남길程度이고 斜線으로 보이던 線은 完全히 消失되고 새로 析出된 粒子의 結晶體를 곳곳에서 볼수 있었다.

3) 400°C로 處理된 例 : 結晶粒子의 形成이 均等하게 析出되었으며 加壓變形으로 나타났던 平行線은 完全히 消失되었다. 結晶粒子의 크기는 아직 充分한 成長을 이루지 못 했지만 twin像은 散發的으로 찾을 수 있었다. 粒子의 固有形態에 가까워지는 느낌이며 A-3項의 壓縮例所見과 비슷하였다.

4) 500°C로 處理된 例 : 多少의 變型된모양을 보이지만 粒子形態를 完全히 恢復하고있다. 各各의 再結晶된 粒子는 열으로 若干길게 引張된 狀態이며 twin像도 뚜렷하게 散在해있으며 A-2項의 壓縮例所見과 恰似하게 보였다.

5) 600°C로 處理된 例 : 粒子形態는 完全히 原形대로 再結晶을 이루고 加壓方向에 直角으로 境界線이 平行으로 走行하던 것이 사라지고 固有의 像을 示顯 하였고 twin像도 明確하게 散在함을 볼수 있었다. 加壓하지 않은 A-1項의 所見과 完全히 一致함을 나타내었다.

IV. 考 按

試片에 加壓을 繼續하므로써 合金格子內原子의 配列을 變位³⁾시키고 이런 變化는 結晶體邊緣에 波及되어 slipping이라는 變形을 招來케 한다⁴⁾ 銅은 本來 電流의 抵抗值가 적고, 熱傳導性이 크고 磁性이 없다는 特徵外에도 其強度, 그特性及 鑄着的 容易性 등으로 齒科에서는 金合金의 主組成成分으로 널리 使用되고 있다 加壓이 적을 때에는 其結晶粒子가 扁平한 變形을 이루지만 훨씬 큰 壓力을 받으면 粒子境界線에 變形을 招來하여 slipping 現象을 일으켜 顯微鏡下에서는 slip band가 條線으로 나타나고 加壓方向의 直角方向으로 走行하는 像을 볼수 있게된다⁵⁾ 試片의 一邊길이 80%縮少 될 때까지 加壓하였을 때에도 試片表面에는 屈曲이 甚한 不整形의 面을 나타냈으나 表面의 缺損이나 龜裂은 보이지 못하였고 이것은 銅이 갖고 있는 큰 引張伸度 때문이

라고 生覺된다. 外力을 全然 加하지 않은 試片에서는 金屬表面을 處理한 腐蝕劑의 影響으로 粒子境界部位에 濃淡의 平行된 帶層을 볼수 있는 것이 brass에서 하나의 特徵인 歪 twin現象은 40%例에서도 散見할수 있고 60%에서 부터는 完全히 消失되었다 加壓變形된 試片을 加熱處理한 例를보면 거의 消失되었던 結晶粒子가 다시 再結晶되어가는 모습을 볼수 있었다. 200°C에서 30分間 處理된 試片에서는 slip bands가 점점 其間隔을 넓히고 60%壓縮例의 像과 비슷하다. 300°C例에서는 비로써 再結晶된 粒子가 析出되어 있는 像을 볼수 있고 slip bands는 若干其痕跡을 볼수 있을 뿐이다. 400°C例에서도 再結晶粒子가 均等하게 形成되어 slip bands로 認定된 部位는 찾을수 없을 만큼 크게 成長되었다. 結晶體 周邊에서는 twin現象을 到處에서 볼수있고 500°C例에서는 20%壓縮例 보다 더 整然한 構造를 이루고 twin 像도 크게 나타났다. 600°C例에는 壓縮하지 않은 例와 꼭 같은 組織像을 보였다.

以上 金屬組織像을 보면 合金粒子는 加壓에 따라서 twin像을 漸次消失되면서 同時에 slip bands는 反對로 漸次成長形成되었다가 다시 熱處理를 加하면 其 反對經路를 밟아서 原狀으로 恢復됨을 알수가 있다. 熱處理에 依해서 壓縮되었던 粒子는 차차 溫度의 上昇에 따라서 原狀을 되찾기 始作하여 本來의 結晶形態를 이루게되는 것으로 보인다. 結晶體가 壓縮變形되면 其格子構造에도 變化가 따르고 所謂 slip bands의 現象이 나타나는 것으로 生覺된다. 粒子境界部位에 出現하는 이러한 slip bands의 緻密度가 外來壓力으로 더 커지면 커질수록 其以上の 變形에 對抗하는 性質을 獲得케 된다^{5,6)} 齒科用銅合金을 齶蝕齒牙修復에 Inlay로서 充填하면 咬合壓에 依해서 金屬은 不斷히 冷間壓縮效果를 받을 것이며 이 金屬은 其合金結晶 體粒子에 以上과 같은 slipping 效果를 나타내어 얇은 邊緣의 窩緣에도 훨씬 큰 強度와 變形에 대한 抵抗力이 生길것으로 思料된다^{3,6)}.

V. 結 論

銅 70%를 含有하는 brass의 크기 1cm³試片을 加壓

壓縮하여 一邊의 長이가 0% 20%, 40%, 60%, 80%縮少되도록 加工 하여 其金屬組織像을 檢討하고 또 80%까지 壓縮된 試片들을 200°C, 300°C, 400°C, 500°C及 600°C에 30分間式露出 하여 熱處理한 試片에서 其組織像의 變化를 본 結果는 다음과 같다.

1) 加壓 20%까지는 粒子境界가 明確하고 雙晶(twin) 現象을 뚜렷이 보았으나 40%例에서는 雙晶現象과 slip bands가 共存 하는 現象이었다.

2) slip bands는 20%壓縮例에서 나타나기 始作하여 40%에서는 雙晶現象과 거의 같은 程度로 보이게되고 60%, 80%에서는 slip bands만 나타나고 더욱 緻密하게 나타났다.

3) slip bands는 200°C熱處理例에서는 slip bands의 緻密度가 적어지며 300°C에서는 거의 자취를 감추었다.

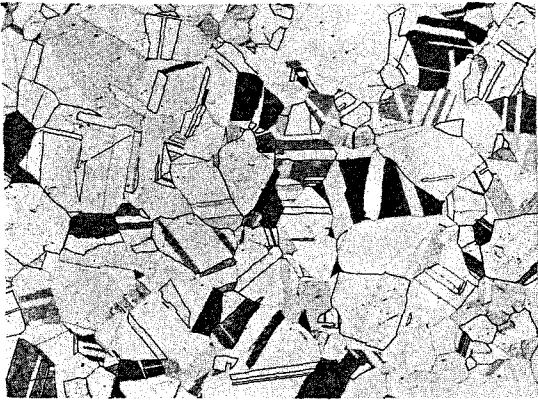
4) 粒子의 再結晶은 300°C에서 不均等하게 나타나기 始作하여 雙晶 現象을 若干 示顯하였다.

5) 400°C에서는 均等한 粒子構造의 出現과 아울러 雙晶現象을 보았고 溫度의 上昇과 함께 粒子는 크게 發達하여 雙晶現象도 原狀으로 恢復됨을 보았다.

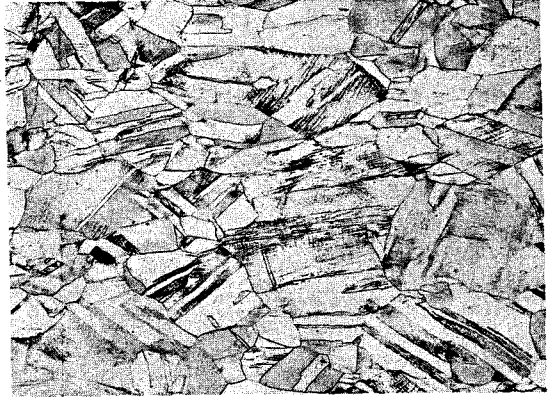
參 考 文 獻

- 1) Skinner, Phillip: The science of Dental materials p. 375, 6th Edi. Saunders.
- 2) Sidney, H. Avner: Introduction to Physical Metallurgy. p. 347. International Student Edition, 1964. Me-GrawHill.
- 3) Sidney H. Avner: Introduction to Physical Metallurgy. p. 89~93. International Student Edition 1964. Mc Graw-Hill.
- 4) Skinner and Phillip: The science of Dental Materials. p. 249~251. 9th Edi, Saunders.
- 5) Robert G. Craig and Floyd A. Peyton: Restorative Dental Materials. p. 144~146. 5th Edi Mosby.
- 6) Ralph W. Phillips: Science of Dental Materials p. 245~250. p 285~287. 7th Edi, Sanders.

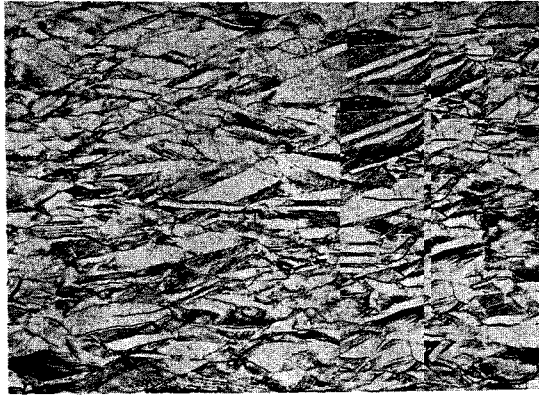
70:30 BRASS COLD
LOMPRESSED $\times 100$



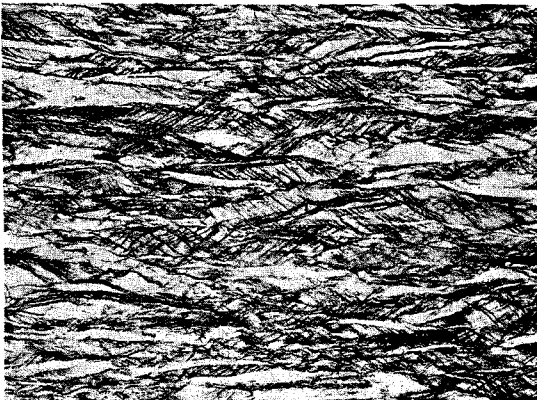
0%



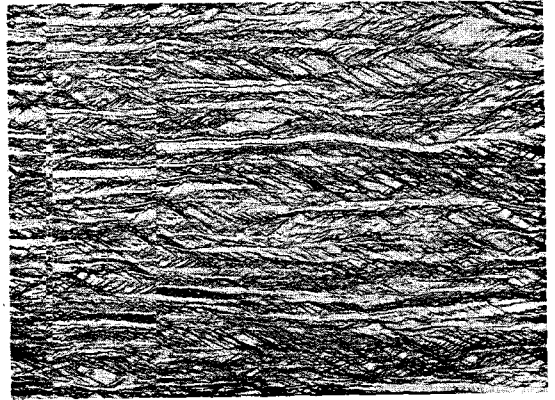
20%



40%

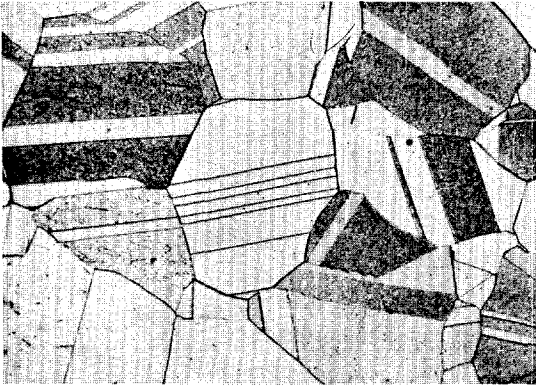


60%

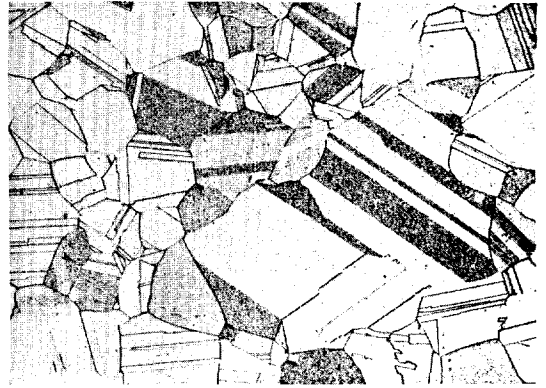


80%

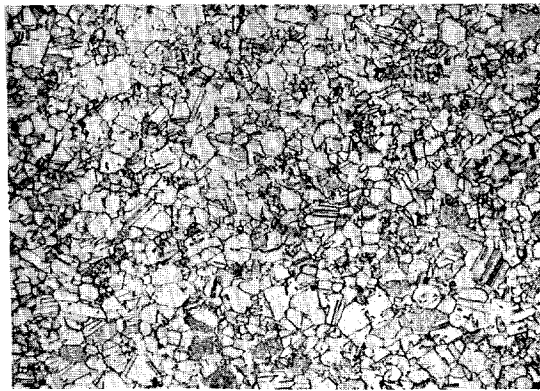
70:30 BRASS COLD ROLLED
80% ANNEALED $\times 500$



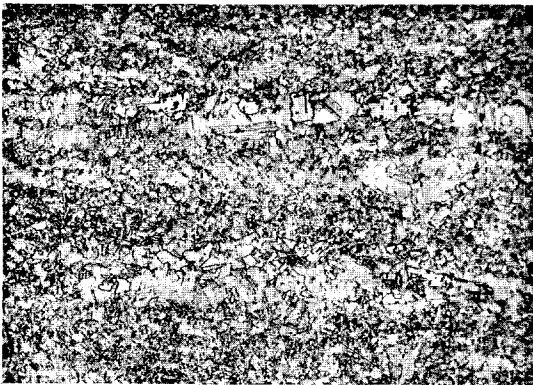
600°C



500°C



400°C



300°C



200°C