

인간과 열처리와의 관계

정리: 김한군 · 황길수

부경대학교

The Relation between Human and Heat Treatment

H. K. Kim and K. S. Hwang

Dept. of Metallurgical Engineering, Pukyong National University, Pusan 608-739, Korea

본 내용은 열처리의 역사를 생각해 보고자 일본 열처리 학회지 40권 4호에 게재된 Junji Sugishita씨의 “人間と熱處理の關わり”에 대한 글을 번역하여 정리한 것이다.

1. 「열처리는 금속재료에서 의무교육」

「금속열처리기술편람」¹⁾ 서문에 「열처리는 금속재료에서 의무교육과도 같은 것이다」라고 되어 있다. 이러한 의무교육 다시 말하면 재료의 특성을 좌우하는 열처리의 기원은 언제부터 인류의 지혜로 사용되었는가에 대하여, 유감스럽게도 이 책(소화 56년 증보개정판)에서는 그 답을 제시하지 않고 있다. 그래서, 이 기회에 주위의 역사 자료를 찾아서 적어도 열처리의 기초적 지식이나 기술이 없으면 절대로 제작할 수 없었으리라 생각되는 물건이나 작품을 통하여 인류의 지혜로서의 열처리가 언제쯤부터 사용되기 시작되었는지 고찰해 보고자 한다.

2. 동기 · 동제품과 열처리와의 관계

2.1 아이스맨의 동제품

독자들은 기억하고 있을지 모르지만 9년 정도 전쯤 오스트리아 남티롤 지방의 알프스 빙하에서 4000년 전의 청동기 시대 초기의 미이라가 발견되어, 「세기의 대 발견」이라고 크게 보도된 적이 있다. 미이라는 아이스맨 이라고 불려졌는데, 여기서 발견된 것 중에 돌의 칼날 부분에 부착된 나이프와 동합금체의 도끼를 가지고 있었다. 이 동합금이 칼로써의 기능을 수행하기 위해서는 설형(썰기형)의 형상과 어느 정도의 경도가 필요하게 되는데 경도는 함유성분을 적당히 조절하면 증가시킬 수 있다. 이것을 썰기형에 단조하고 연신하여 연마하면

칼로써의 기능을 가지게 되며 썰기형으로 성형하기 위해서는 용해하여 주형에 주입하여 소성가공하지 않으면 안된다.

잘 알려진 바와 같이 동 및 동합금은 냉간 가공도에 따라 경도가 증가하고 연신율은 저하한다. 그러나 동의 재결정온도 근방으로 가열(어닐링)하면 경도는 감소하고 연신율은 증가하게 된다. 이러한 사실은 아이스 맨의 시대에는 어느 정도 알려져 있었다고 볼 수 있으며 단조하고 연신시킬 때 가열하면 용력이 완화된다는 것을 그 당시에도 알려져 있었던 것이라 짐작된다. 사실이 그렇다고 하면 구석기시대 후기부터 청동기 시대의 초기에 걸쳐 인류는 가열처리에 의해 동계 재료의 개질이 가능하다는 것을 알고 있었다는 것이 된다.

2.2 고대 바빌로니아의 자연동

이 시기의 열처리가 우연은 아니었을지도 모른다고 말하는 것은 B.W. 스미스 저의 「동의 6000년」²⁾에서 언급되어 있다. 그것은 아이스맨의 시대보다도 1000년 정도 거슬러 올라가 B.C. 3100년 경에 제작된 작품으로 고대 바빌로니아의 도시에서 출토된 동제품 조각품이 있다. 그 조각품 전체는 단조하여 제조하였지만 앞에서 언급한 바와 같이 동의 가공경화 특성에 따라 이것에 의한 조형은 가공 도중에서 가열처리하지 않으면 곤란하다. 따라서 이미 이 시기에 지금의 어닐링에 해당하는 기술이 있었던 것을 증명하고 있는 것이 되어 인류의 열처리와의 관계는 현재 알려진 것보다 더욱 거슬러 올라간다는 설명이 된다.

關西대학의 龜井清 교수는 「고대 일본의 지혜와 기술」³⁾에서 「석기 시대에서 금속기 시대로 이행하는 단계로 인류가 최초로 도구로서 찾아낸 재료는 자연동일 것이라고 가정하고 있다. 그러나 자연동을 냉간가공하여 물건을 만들 때 가공도중에 어닐링 처리를 실시하지 않으면 소성변형을 계속할 수가 없게 된다. 이 사실을 고대 인류는 지금으로부터 7,8천년이나 전에 이미 알고 있었다는 것은 놀라지 않을 수 없는 것이다」라고 하는 취지의 해설을 하고 있다. 만약 자연동을 재료로서의 위치로 결부시켜 평가하게 되면 열처리의 기원은 아이스맨의 시대보다도 더욱 몇 천년 시대를 거슬러 올라가게 된다.

2.3 三角線神獸鏡의 파편

일본의 청동기시대의 시작은 앞의 아이스맨의 도끼 시대 이후로 2천 수백년 후의 금석병용의 농경시대, 즉 AD 100~300년 경이라고 알려져 있다³⁾. 이 시대의 청동주물로 유명한 三角線神獸鏡이 있다. 樋口隆康씨의 「三角線神獸鏡綜鑑」⁴⁾에 의하면, 여기서 소개된 거울 136개 중 약 절반인 64개의 파편을 볼 수 있다. 특히, 유좌(유를 통과한 중앙의 불룩한 부분)주변의 crack은 주조응력에 의한 전형적인 균열이다. 그 중에는 보관도중 인위적으로 파손된 것도 있을지도 모르지만 이러한 균열은 일본의 기술자들이 중국의 거울을 모방하여 만들었던 복제(모방제품)거울에도 나타나기 때문에 다분히 이 시기의 주물기술에는 주형 제조만이 전승되고 있었고, 주조응력이나 변형 내지 결정조직 조정을 위한 열처리라는 의 무교육은 고려되지 않았다고 생각할 수 있다.

3. 철기 · 주철강제품과 열처리의 관계

3.1 2500년 전의 열처리에 의한 가단주철

元近畿 대학 교수인 이시아 토오리선생은 「주물 오천년의 발자취」⁵⁾에서 열처리에 관하여 북경 철강학원 야금사 연구실의 韓씨의 저작을 인용하여 백주철에 열처리를 실시하여 가단주철을 얻는 것을 다음과 같이 소개하고 있다. 「백주철의 취성을 극복하기 위하여 늦어도 BC 500년경에는 어닐링 열처리법을 발명하여 표면층을 탈탄시키고 내부의 시멘타이트를 분해시켜 면화상(목화상)흑연으로 만든 소위 가단주철을 얻고 있다. 洛陽에서 출토(BC500년경)한 손 토끼와 호미는 현재까지 발견된 것 중에 가장 오래된 가단주철 제품이다」 열처리에 의

하여 백주철에서 가단주철을 얻는 것을 발견한 것은 백주철이 의도적으로 준비되었던 것인가 하는 것은 별개로 하더라도 앞에서와 같은 우연성은 예상되지 않는다. 사실이 그렇다고 하면 어닐링은 지금으로부터 2500년이나 그 이전에 알려져 있었다는 것이 되고 옛날사람들의 지혜에 다시 한번 감탄하지 않을 수 없다.

黒岩俊郎編의 「금속의 문화사」⁶⁾중에서, 사사키나 고토우 등은 家康의 거포(巨包)는 연강 편을 이용한 「와착(기와부착)법」에 의해 제조된 것이고, 강도면에서도 다층 단점구조인 것이 과학적 검사법에 의해 확인되었고 메이지시대에는 그 제조법에 관하여 백주철의 표면을 열처리에 의하여 탈탄시켜 가단주철 편으로 기와접착법을 했다고 하는 설도 있다. 이러한 설의 배경에는 앞에서 나타난 낙양의 가단주철제 손 토끼나 호미에 관한 먼 옛날의 열처리 정보가 전해지고 있었기 때문이라고 추측할 수도 있다.

3.2 열처리에 관한 전설: 다마스크의 칼

이상과 같은 약간의 자료를 살펴보면 열처리가 인류의 지혜와 관계되는 시기는 BC5000년~6000년경이었지만 지식이나 기술이 정착하는 시대는 그보다 훨씬 이후의 시기로서 아마도 재료가 일상 도구재료로서 가공되고 형을 만들고 이용하는 시대라고 생각된다. 우연히 전승되고 있는 일화 중에 열처리의 역사를 찾을 수 있는 것이 있어서 여기에 소개한다.

사비츠키와 크라치코는 「금속이란 무엇인가」⁷⁾(키시카다카 이치로 역)중에서 독일의 월름이 알루미늄 합금의 시효현상을 확신하기까지의 사이에 에피소드를 소개하고 있는데 이것은 잘 알려진 이야기이므로 생략하지만 여기서 놀랄만한 열처리법(퀵칭)이 소개되어 있다. 그것은 「다마스크 강의 비밀」의 한 구절로 「평원을 오르는 태양과 같이 빛날 때까지 가열하고 다음에 황제의 옷의 자홍색이 되기까지 근골이 늠름한 노예의 육체에 깊이 넣어 냉각시킨다. 노예의 힘이 칼로 이동하여 금속을 경하게 한다」 이 이야기는 기원전 9세기의 소아시아에 있었던 발갈 신전의 연대기 중에 있다고 한다. 그렇다면 강의 [퀵칭]은 지금으로부터 2800년이나 그 전에 알려져 있었던 것이 된다. 덧붙여 말하면 다마스크강의 도검은 「비단 스카프가 칼날위에 떨어지면 자신의 중량으로 두 동강이가 될 정도로 예리하게 연마가 가능하고 철갑을 잘라도 칼이 망가지지 않고 버드나무의 가지처럼 유연하고 구부러져도 부러짐이 없이 손을 놓으면 가

벼운 소리와 함께 끈게 되고…」 칼이라 한다. 노예의 육체를 이용한 켄칭은 중세에서는 실시되지 않고 소년의 오줌으로 실시하게 되었다고 기술하고 있다.

이미 독자는 짐작하겠지만 이 전설에는 켄칭에서는 가열온도나 냉각속도가 중요하고 냉각제는 온도나 성분에 따라 냉각속도가 다르다는 것과 가열온도와 Ms점부근의 서냉이 「균열」의 방지책으로 중요하다는 것을 나타내고 있다.

월름은 특히로 두랄류민의 권익을 확보했는데 특허제도가 없던 시대의 지식이나 노하우는 일화나 비전 혹은 속설로 되어 전해진 시대가 있었다고 생각할 수 있다. 이 비전에 따라서 기술의 전승이 단절된 경우도 있어서 기술이나 지혜가 단속(斷續)적으로 이루어졌다는 것을 생각할 수 있다.

4. 열처리는 畫龍點睛

앞에서 나타낸 바와 같이 열처리는 재료가 그 고유의 특성을 충분히 발휘시키기 위하여 필요한 의무교육 즉 화룡점정 행위이다. 다시 말하면 장승요라는 유명한 화가가 용을 다 그린 다음 마지막으로 용의 눈동자를 그려 넣었더니 홀연히 그 용이 구름을 타고 하늘로 올라갔다는 화룡점정의 고사와도 같이 열처리는 재료가 갖

는 최고의 기계적 성질을 얻기 위하여 화룡점정에서의 용의 눈동자를 그려 넣는 것과 같이 재료의 고유한 특성을 제대로 발휘하기 위하여 실시되고 최종적이고 핵심적인 기술이라고 할 수 있다. 이상으로 인간은 언제쯤부터 열처리에 대한 기술을 알고 있었고 언제쯤부터 체계적 열처리 기술이나 지식을 얻게 되었는지를 알기 위하여 생각해 보았다. 지면 관계상 사진이나 도표도 생략하였기 때문에 흥미를 가지는 독자들은 아래 나타낸 자료를 참조하면 도움이 될 것으로 생각된다. 끝으로 이 글을 집필한 Junji Sugishita 씨에게 감사드린다.

참고문헌

1. 金屬熱處理技術便覽編集委員會: 金屬熱處理技術便覽-增補改訂版- 日刊工業新聞社, 序(1964).
2. 日本銅センター譯: 銅の6000年, アグネ, p.26(1966) (著: B. Webster Smith: Sixty Centuries of Copper).
3. 森 浩一: 古代日本の知恵と技術, 大阪書籍 p.287 (1986).
4. 樋口隆康: 三角録神獸鏡綜鑑, 新潮社 (1992).
5. 石野 亨: 鑄物五千年の足跡, 日本鑄物工業新聞社, p.14 (1994).
6. 黒岩 俊郎編: 金屬の分化史, アグネ社, p.12, 34 (1991).
7. サビツキー クリャチコ共著, 木下高一郎譯: 金屬とはなにか, 講談社, p.112 (1993).