

새 文明을 만들어 내는 이 新素材

— 不可能을 可能케 하는 36개의 超素材 —

100년전의 조상들로 본다면 현대인들을 超知的생물과 같다고 생각했을지도 모른다.

왜냐하면 우리들은 합성수지, 합성섬유와 같은 새로운 素材를 일상용으로 사용하고 있을뿐만 아니라 상상도 못하는 超素材를 잇달아 만들어 내고 있기 때문이다. 어느 과학자는 1980년대의 인간들은 50만종의 소재를 이용하고 있다고 말하고 있다. 이제 세상은 超素材가 탄생함으로써 이때까지 不可能했던 일들을 可能케 하는 기적을 연출하게 될지도 모른다. 즉 素材는 새로운 文明을 만들어 내며 世上을 변하게 할 것이다.

本誌는 87년의 새해 선물로 이 번호부터 「새 文明을 만들어 내는 이 新素材 — 不可能을 可能케 하는 36개의 超素材」를 소개키로 한다.

이 연재물은 기술적인 면에서 명색뿐인 Prologue에 지나지 않음을 미리 밝혀둔다.

(註 編輯 者)

* 超金屬材料篇 *

(1) 磁氣浮上列車를 實現하는 — 超電導材料

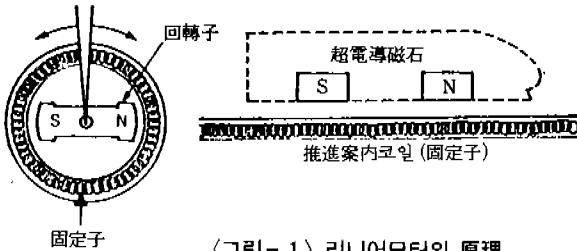
「TGV」, 「ICE」를 훨씬 능가하는 「MLU 001」

지금 세계에서는 超高速列車의 개발경쟁이 전개되고 있다. 프랑스의 TGV, 시속 310K를 실현하려고 하고 있는 西獨의 ICE등이다.

그러나 종전 철도는 레일 위에 차륜이 있으며 차륜은 레일과의 마찰을 이겨내며 주행하도록 되어있다. 이 방식에서는 주행속도가 빨라지면서 차륜의 회전수가 늘어나게 되면 레일과의 마찰이 적게되어 소위 슬립현상을 일으킨다. 따라서 320km/時 정도가 한계이며 이 상용속도는 300km전후에 머물 것이다. 이 한계를 넘어서는다는 車體를 공기 또는 磁力에 의해 공중에 뜨게하는 脫粘走行이 있다. 그리고 이 浮上은 고속철도의 제 2의 문제인 동시에 주행안정성에도 직결한다.

磁氣浮上列車의 구상은 車體측에 電磁石을 부착하며, 地上측에는 短絡코일을 설치, 차량이 주행하면, 차체자석의 磁束이 地上코일을 꿰음으로써 이 코일에 電磁誘導현상의 전류가 흘러 磁極化(磁石化)하여 兩磁極의 반발 또는 흡인에 의해 차체가 부상하는 구조로 되어 있다. 자석에는 N極과 S極이 있는데 같은 극 끼리이면 서로 반발하며 다른 극끼리이면 서로 흡인한다. 차체가 부상하면 그후는 공기 저항만으로 항공기와 같은 조건이 되므로 이론적으로는 시속 500K까지 또는 1000K까지도 나올 수 있는 超高速列車가 나올 수 있다. 주행은 모터의 회전자를 차체의 자석에, 固定子を 軌道측 벽에 설치된 안내추진 코일로 보고, 안내추진코일에 통전하도록 되어있다. 모터와는 磁石狀의 회전자와 그 둘레에 固定子の 코일을 설치, 코일에 통전하면 코일

의 電氣力線과 자석의 자력선이 서로 반발하여 回轉자를 회전시키는 구조로 되어 있는데 이 경우 固定子が 線(라인)狀으로 되어 있다. 그래서 Linear 모터카라고도 한다. (그림 1)



〈그림-1〉 리니어모터의 原理

보통의 모터를 끊어서, 평평하게 편 것으로 생각하면된다. 車上의 超電導磁石이 回轉子에 相當하며, 코일(固定子)의 자력과 서로 반발하며 前進한다.

자기부상열차의 개념을 생각해낸 것은 1960년 미국의 J.R. 포엘, G.R. 멘리의 양씨였으나 그후 일본항공의 시험차량 「HSST」, 그리고 西獨이 개발한 Trans Rabbit의 예가 있는데 본격적인 상용화에 착수한 것은 일본 國鐵철도기술연구소가 현재 「미야자끼」실험선에서 테스트주행을 계속하고 있는 「MLU001」이다.

자기부상열차는 초고속인 외에도 무소음·무진동이라는 훌륭한 특성을 지니고 있으며 장거리 뿐만 아니라, 도심·교외간의 수송에도 위력을 발휘하는 미래교통시스템으로써 기대되고 있다. 「HSST」나 西獨의 「Trans Rabbit」는 같은 자기부상열차라 할지라도 「MLU001」과는 이미 한시대 뒤떨어지고 있다.

그 이유는 자기부상 자석에 「MLU100」은 超電導磁石을 이용하고 있으나 「HSST」 「Trans Rabbit」는 常電導磁石을 사용하고 있는 점에 있다.

자석의 힘으로 부상한다고는 하나 몇10톤이나 되는 무거운 차체를 부상시킬만한 자석은 도저히 永久磁石 정도로서는 소용이 없어 강력한 電磁石을 사용하게 되는 것이다. 강력한 電磁石이란 코일에 大電流(I)를 흘리지 않으면 안되는데 코일에는 전기저항(R)이 있기 때문에 I^2R 에 상당하는 電力 로스가 발생한다. 아뭏든 電流의 2乘이므로 전력로스는

는 크다.

「MLU001」 정도의 차체를 부상시키는데는 수천 KW時的 전력을 필요로 한다. 만약 超電導재료 라는 것이 없었더라면 그 로스는 레일走行열차의 소비전력의 100배에 달하므로 웬만한 운임으로서는 적자를 면치 못할 것이다.

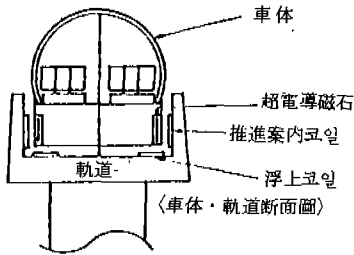
이점 Niob·Titan 합금으로 만들어진 코일을 감은 超電導磁石은 常溫下에서의 電氣抵抗은 銅보다는 크나, 이것을 液体Helium(마이너스 268.9℃) 속에 넣으면 그 전기저항치는 0에 가까이 되고 만다. 전기저항이 0이라는 것은 I^2R 도 또 0가 된다는 것이다. 그래서 超電導자석을 液体Helium속에 넣고 두고 최초 大電流를 투입, 回路를 끊고 코일내를 순환시키면 大電流는 전혀 電力로스를 발생시키는 일 없이 코일을 흘러 거기에서 강력한 磁力이 계속 발생하게 된다. 그 뒤는 크라이오스타트라고 하는 超電導磁石收納容器(보온병과 같은 용기)내의 液体 Helium을 끊어지지 않도록 냉동기로 Helium를 液化하면 된다. 이 液化電力(數W時)은 浮上전력에 비하면 數라고도 할 수 없는 數이다. 이 超電導 라고 하는 구조 덕분에 자기부상열차는 경제적으로 가능하게 된다. (그림 2, 3)

일본국철은 이 超電導자기부상열차「MLU001」을 개발해가고 있으며 이미 有人최고속속 350K를 기록했는데 시속 500K에 달하는 것은 시간문제라 되어 있다.

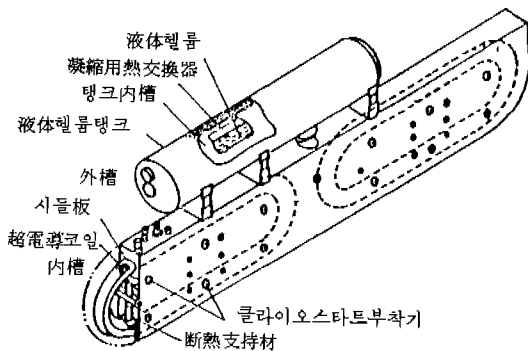
이미 船舶에도 推進機(Screw)는 필요없다

이때까지의 선박의 추진은 주로 Screw에 의한 것으로 부분적으로는 Water·Jet 추진, Hovercraft에 의한 프로펠러推進이 脫Crew의 파이오니어로서 활약하고 있으나 선박 그 자체의 혁명까지 가지는 못했다.

일본 운수성은 85년도부터 초전도기술에 의한「超電導電磁推進船」의 개발에 착수하고 있다. 동 추진선에는 Screw는 없다. 그 추진방법은 「Fleming의 左手法則」의 응용이라고 할 수 있다. 전자추진선에는 첫째 선박주위의 해수에 까지 磁場이 미치는

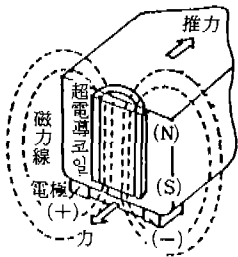


〈그림-2〉 磁氣浮上列車의 概念圖



〈그림-3〉 超電導磁氣浮上列車用 クライ오스타트

(船底部에서 推力을 發生)



〈그림-4〉 超電導磁氣推進船의 原理

강력한 電磁石을 積載한다. 다음에 船底에 플러스 마이너스의 電極을 설치하여 海水를 導體로 하여 電流를 흘린다. 이 때 자장의 방향이 배의 하부로 향하고 해수전류의 흐르는 방향이 배의 좌측에서 우측에 있으면 船尾의 방향에 힘이 발생하여 海水를 후방으로 밀게 되므로 그 반동에 의해 배는 船首방향으로 추진된다. (그림 4)

이러한 경우 배를 해수의 저항에 이겨 추진시키

는데는 배의 크기에도 관계되나 수만Causs에서 수 10만Causs 정도의 강력磁石이 아니면 추진력은 발생하지 않는다.

따라서 전자추진선의 전자석에 동, 알루미늄등의 常전도코일을 사용 하면 경제적으로 맞지 않으나 超電導코일로 하면 그 발생자장은 상전도의 10백 배 지 수10배로서 더우기 所要電力은 0에 가깝다라는 효과가 나오게 된다. 이때까지의 Screw추진방식에 의한 추진효율은 고작 60% 정도로 나머지 40%는 로스로 되고 있었으나 초전도 전자추진방식으로 하면 90%까지 갈 수 있는 가능성이 있어 省에너지효과면에 있어서도 매우 크다.

또 전자추진선의 선체에 접촉하면서 흐르는 海水層에 소용돌이가 생기게 되면 저항이 크게 되어 추진력을 감하기 때문에 선체에서 물을 분출하거나물을 吸入하여 그 境界層 흐름을 잘 조정할 수만 있다면 船形을 이때까지의 가늘고 긴 流線型으로 부터 폭이 넓고 吃水가 얇은 세탁하는 대야型으로 하여 중전 6만톤급 선박밖에 입항할 수 없었던 수심이 얇은 항구에 12만톤급 선박도 입항할 수 있는 가능성도 있다.

그렇다고 하여 육상에서만 이용되어 왔던 초전도 자석을 해상에 까지 들고 나오는 데는 기술적 벽이 산적되고 있다. 예로 레이더나 計測機器의 이상을 어떻게 할 것인지 또 해수에 전류를 흘리면 전기분해에 의해 塩素가 발생하므로 회수해야 하는 문제 점도 있다.

미국 웨스팅하우스 (WH)社는 常電導 자석에 의한 전자추진선의 실험을 하고 있으며 일본 고오배商船 대학에서는 超電導 자석에 의한 전자추진선의 연구를 진행시키고 있다.

Screw의 발명에 의해 범선, 外輪船과 訣別한 배는 이제 제 2의 혁명을 맞이할 시기에 와 있다.

超電導材料란?

모든 物質을 전기를 잘 통하게 하느냐 못하게 하느냐의 바로미터인 電氣傳導度에서 본다면 導體, 半導體, 不導體(絶緣體)로 분류된다. 물질에 따라서

는 常溫에서의 전기전도도는 낮으나 極低溫下에 있어서는 전기전도도가 비약적으로 올라가 導體材料는 電氣抵抗値가 0가까이 되며 不導體는 導體에 접근하는 현상을 볼 수 있다. 이것을 超電導현상이라고 하는데 1950年 英國의 플레리세, 美國의 버덴에 의해 발견되었다.

여기에서 電流라는 것을 생각해 보기로 한다. 전류는 플러스極에서 마이너스極으로 흘러간다고 알려져 있으나 실은 그렇지 않고 電子가 마이너스極에서 플러스極으로 이동하는 현상이다. 이 때에 電子는 마라톤과 같이 스타트에서 끝까지 완주하는 것이 아니라 驛傳경주와 같이 바톤터치 되어 간다. 그런데 도중에 走者가 있어야만 하나 이 주자에 상당하는 것이 浮遊電子로서 금속등에는 浮遊 전자가 존재하고 있으므로 導體가 되며, 플라스틱에는 浮遊 전자가 없으므로 不導體가 된다.

또 電子는 마이너스의 電荷를 갖고 있으나 原子核에는 플러스의 電荷를 가진 陽子가 있어 이 陽子가 電子의 발목을 잡아 당기는데 이것이 電氣抵抗이 된다. 그러나 極低溫에서는 제 1의 電子가 가까이 있는 2개의 原子核을 잡아 당겨 負電荷領域을 만들어 내는데 이에 따라 第2의 電子를 끌어 당긴다는 쿠퍼·페어運動이 일어나며 이 때문에 전기 저항이 현저하게 경감된다. 이것이 超傳導의 구조이다. 이 현상을 쉽게 이야기하면 온도가 높으면 電子의 에너지가 크므로 제멋대로의 행동이 되는 것이나 極低溫이 되면 마치 줄다리기 처럼 電子들의 보조가 잘 맞아 陽子의 引力을 이겨내고 앞으로 나가게 된다.

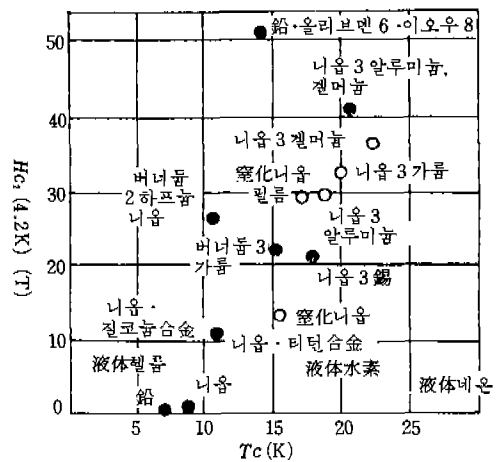
그러나 이 쿠퍼·페어運動은 어느 一定온도 이상이 되면 재차 제멋대로의 행동으로 되돌아와 개개의 힘은 陽子의 引力에 지고 만다. 다시 그 도체가 어느 一定이상의 磁界에 두었을 경우 어느 電流密度를 넘게 됨으로써 超電導는 소멸한다.

전형적인 초전도재료는 鉛이었으나 그후 니움·티탄합금, 최근에는 니움 3 錫등의 金屬間 化合物이 주목되고 있다.

초전도가 발생하는데는 세가지의 臨界조건이 필요하다. 그것은

臨界溫度
臨界磁界
臨界電流密度

이다. 실용상에서 말한다면 이 임계온도, 임계자계 임계전류밀도의 數値가 높은 재료일수록 응용가치가 높다는 것은 다시 말할 것도 없다. 임계온도, 임계자계, 임계전류밀도는 재료에 따라 特性値가 달라진다. 그림 5는 최근의 초전도재료의 임계온도임계재료이다.



K: 絕對溫度, T: 테슬러 (1테슬러는 1만가우스)
(●은 線材化되고 있는 材料)

(그림-5) 各種超電導材料의 臨界溫度, 臨界磁界

○臨界溫度(Tc)

도매체 몇도가 되면 초전도 현상이 되는지의 境界온도이다.

임계온도가 높다는 것은 냉각코스트가 적어도 되며 또한 冷媒人手面에 있어서도 유리한 경우가 많다. 예로 니움·티탄의 임계온도는 8K(마이너스 265°)이므로 액체헬륨을 冷媒로 하지 않을 수밖에 없으나, 헬륨을 액화하는 냉각코스트는 크며, 또한 헬륨은 稀少元素이다. 여기에 비하여 니움 3 젤머늄은 23K(마이너스 250°)이므로 액체水素로도 된다 만약 마이너스 196°의 액체질소로서의 임계온도를 표시하는 재료가 개발되면 그 유용성은 비약적으로 증대하는 것이나 현재로서는 니움 3 젤머늄의

23K가 최고의 임계온도가 되고 있다. 더우기 금속으로서 얻어지는 초전도재료의 임계온도 재료의 임계온도의 上限은 1957년 미국의 버딘, 쿠퍼, 슈리퍼가 발표한 BCS理論에 의하면 30K로 알려지고 있다.

○ 臨界磁界 (H_{c2})

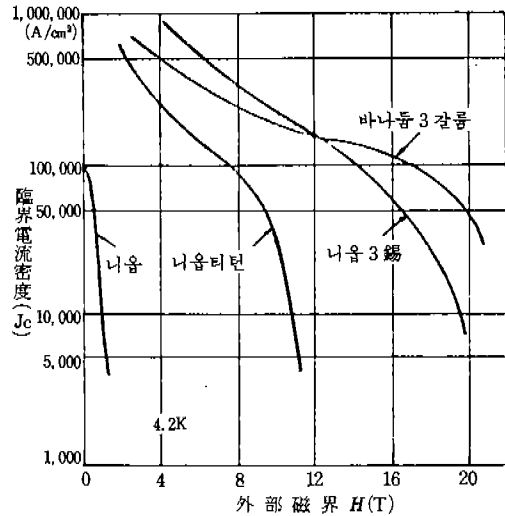
초전도현상은 어느 磁界의 크기를 넘으면 소멸하나 그 경계자계의 크기를 말한다.

그러나 이 임계자계는 월등하게 크다. 통상의 電磁石은 아무리 강력해도 수천 가우스로 끝나나, 초전도 자석은 그 10배, 100배의 超強力 磁石이 될 수 있다. 더우기 전기저항이 0에 가깝게 되니, 전력 손실이 극도로 적어도 된다는 기적이 될 수 있다. 전술한 니옴·티탄에서의 理論臨界磁界는 11테슬러(11만 가우스)이나 니옴 3 錫이면 22테슬러, 그리고 니옴 3 알루미늄·게르마늄에서는 41테슬러, 鉛, 몰리부덴 6 이오우 8에서는 실로 50테슬러를 넘는다.

단, 高臨界磁界를 얻을 수 있는 것은 금속간화합물의 분류에 속하나 이 재료는 매우 부드럽고 塑性加工을 할 수 없으므로 특수한 線材化기술이 개발되어 가고 있다.

○ 臨界電流密度 (J_c)

알루미늄 電解공장에 가면 10만 암페어, 20만 암페어와 같은 대전류가 흐르고 있으며 이것을 흘리는 銅의 브스·바는 한아름이나 되는 斷面積이 될 것이다. 그러나 초전도체에 있어서는 1평방cm의 단면적에서 몇 10만암페어나 흐른다. 이 임계 전류밀도의 특성은 그림 6과 같이 되나 이 데이터에서 본다면 니옴 3 錫은 4.2K, 4 테슬러의 자계조건에 있어서 실로 1평방cm당 100만암페어에 가까운 이론 전류밀도를 표시하는 것을 볼 수 있다. 최근 소련



〈그림-6〉 超電導線材의 臨界電流密度特性

의 우크라이나 科學아카데미 金屬物理연구소는 니옴 3 錫 合金系로, 125엘스테트의 磁界로 1평방 cm 당 100만암페어의 전류를 흘릴 수 있는 초전도 재료를 개발했다고 발표하고 있다.

超電導材料는 그 특성에서 다음과 같은 應用展開가 예상된다.

▲ 超磁石이용

磁石부상열차, 電磁추진선, 磁氣냉동시스템, 核磁氣共鳴장치, 核융합, MHD發電, 특수한 化學반응

▲ 超電流密度

초전도발전기, 초전도전동기, 초전도 전력저장시스템, 전력공급 안정시스템, 초전도 無損失송전, 조셉선素子

(2) 非結晶으로 로스를 10분의 1 이하로 — 아몰파스金屬

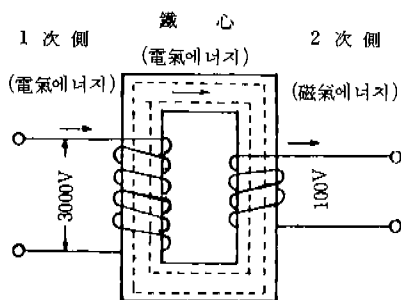
1년에 發電所 3기분의 로스가 나오는 電柱의 변압기

변압기는 도로변에 있는 전주에 올려 놓고 있는 주상트랜스와 같이 3000V의 배전선 전압을 100V, 220V의 가정전원으로 전압변환을 하는데 널리 사

용되고 있다. 이외에도 發·變電所, 제조공장은 물론, 텔레비전, 오디오등의 전원변압기등을 열거한다면 몇천만대가 될 것이다.

변압기는 많은 수의 硅素강판을 적층한 角形도우넛狀의 鐵心の 양측에 코일이 감겨져 있으며 이 코일의 卷線數의 차이로 전압을 변환(승압, 강압)한다. 3000V를 100V나 220V로 강압하는때는 2차측의 권선수를 1차측의 30분의 1로하면 된다.

변압기를 에너지적으로 보면 1차측에 온 전기에너지는 1차측 코일에 의해 철심을 통하는 磁氣에너지로 변환되어 2차측에 이르러 재차 전기에너지로 변환되어 나간다고 볼 수 있다. (그림 7)



(그림-7) 變壓器의 構造

그러나 1차코일의 전기에너지가 철심을 거쳐서 2차코일로 옮기는 과정에서 철심에 의한 磁氣損(鐵損)이 발생하여 이것이 열이나 소리가 되어 로스가 된다. 이것은 전류가 도체를 흐를 때, 도체의 전기저항에 의해 전력손실이 생기는 것과 같이 철심의 자기저항에 의해 磁氣損이 발생한다고 생각하면 된다.

그러므로 이때까지의 트랜스 철심재료로서는 자기손이 적은 硅素강판이 이용되어 왔다. 그러나 유소강판이라 해도 변압기 중량 1kg당 철손이 1.5W나 발생하여 트랜스 용량 1K볼트암페어당 년간 23.5KW時에 달한다. 전국적으로 본다면 상당한 로스로 어느 試算에 의하면 100만KW 발전소 3기분에 상당한다고 했다.

아몰파스(非晶質)란?

통상, 금속, 無機物質은 常溫에 있어서 結晶상태를 나타내고 있다. 보석과 수정일 것 같으면 單結晶(1개체로 하나의 결정)이 되며 금속일 것 같으면 무수의 微細結晶의 집합체(多結晶)로 이루어지고 있다. 이것은 현미경으로 보면 알 수 있다.

지금 이러한 것들에 열을 가해 용융상태, 또는 휘발상태로 하고 다음에 1초만에 10만도 C이상의 스피트로 液狀 또는 가스狀에서 急冷하여 고체화시키면 고체화는 되나, 結晶생성의 시간적 여유가 없기 때문에 그 물질을 구성하는 원자배치가 결정과 같은 長周期 規則性을 갖지 않는 무질서상태 즉 결정상태가 아닌 고체가 되고 만다. 이것이 아몰파스로서 非晶質이라고도 한다.

아몰파스는 일반적으로 融液의 急冷, 電着, 蒸着 스퍼터링등의 방법에 의해 생성되나 이 가운데 급냉에 의해 액체에서 고체에의 유리 轉移를 거쳐 이루어지는 것을 유리라고 한다.

이 개념에서 본다면 아몰파스란 순전히 人工材料로서 天然유리, 보석의 오팔(蛋白石)은 그 예외라 말할 수 있다. 그리고 원자구조로 해서 아몰파스의 逆의 極限에 있는 것이 完全結晶(통상의 물질은 여러가지의 불순물이 혼합되므로 완전結晶이 되지 않는다)이다.

또 熱力學的으로는 準安定相이며, 열에 대해서는 不安定이다. 즉 온도가 오르면 원래의 結晶質로 되돌아 간다.

아몰파스구조의 금속, 合金의 존재에 대해서는 1950년대에서 蒸着膜과 메키膜으로 알려지고 있으나 70년에 들어 연속急冷法이 개발되어 아몰파스 金線, 아몰파스 薄板이 試作하게 되어 74년에 美國 알라이드케미칼社가 「메트글라스」를 75년에 일본東北대학 금속재료연구소가 「아모메트」를 개발하고 있다.

오늘날 알려지고 있는 아몰파스 合金에는 금속-半金屬系, 금속-金屬系가 있으며, 元素周期律表의 대부분의 금속元素가 合金化에 의해 아몰파스화한다. 單一元素도 할 수 없는 것은 아니나, 유리轉移온도가 수10도C, 마이너스 수백도C가 되므로 만들기 어려워, 이점 合金이면 常溫이 된다.

아몰파스金屬의 만드는方法

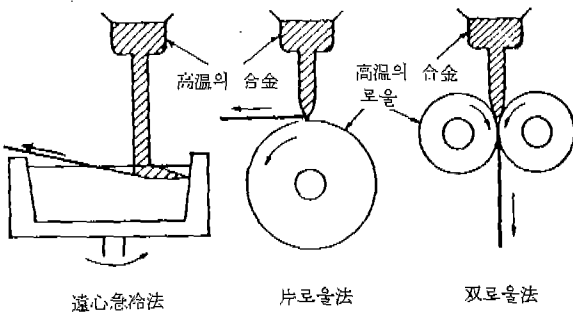
溶融금속을 급냉하여 아몰파스로 하는데는 過冷液体 금속중에 結晶의 核이 생성해도 그것이 성장하지 않는 것 같은 속도로 냉각할 필요가 있다. 이것을 臨界冷却속도라고 말하고 있다. 가령 유리나 폴리머와 같은 재료로서는 이 값은 대단히 작으나 금속의 경우는 일반적으로 10만도C / 초 이상이 된다.

액체금속을 臨界속도 이상으로 급냉하면 응점이 하로 過冷된 그것은 그대로 固化되여 아몰파스화한다. 이 과냉액체의 고화온도를 유리轉移온도라고 한다.

따라서 아몰파스金屬을 제조하는 데는 이같은 조건을 거치지 않으면 안된다.

아몰파스금속, 합금을 만드는데는 수 많은 방법이 알려지고 있으나 일반화되고 있는 것은 液体急冷法이다.

액체급냉법은 薄板(薄帶), 線材, 분말을 대량으로 생산하는 방법으로서 실용화되고 있으나 먼저 연속적으로 薄帶를 만드는데는 單(片)로울法, 雙로울法이 채용되고 있다(그림 8).



〈그림-8〉 아몰파스金屬製造法

그 어느 방법도 電氣爐, 高周波爐에 의해 금속합금을 용융하고 그 용융금속을 가스압에 의해 도가니의 先端의 노즐에서 極薄帶相에 분출시켜 회전하는 냉각용 로울의 표면상에서 접촉응고 시킨다.

각각의 방법에는 입장일단이 있는데 單로울法은 편면만의 냉각이므로 치수精度나 表面精度에 문제가 있으며 雙로울法은 兩面냉각 때문에 치수精度는

중으나 제조조건의 조정이 어렵다. 幅廣薄帶를 만드는 경우는 單로울法이 最適으로서 10cm 폭에서 수백미터의 것도 가능하다. 한편 雙로울法은 幅廣帶材에는 적합치 않으며 10mm폭 이하의 테이프狀에 적합하다.

두께는 두방식 모두 10~100미크론으로서 그 이상 두껍게 하면 급냉현상이 아니라 통상의 결정질 재료가 되고 만다.

또 아몰파스細線을 만드는데는 回轉드럼의 周緣에 물 또는 水溶液을 설치, 노즐細孔에서 용융금속을 액중에 분출시켜서 급냉시키는 방법이 일반적이며, 100~150미크론徑의 細線을 만들 수 있도록 되어 있다.

아몰파스金屬의 뛰어난 性質

아몰파스의 종래의 대표재인 유리는 塑性變形을 생기지 않는 부드러운 물질로 생각되어 왔으나 같은 아몰파스 재료에서도 금속합금의 경우에는 母材보다도 硬度나 強度가 월등하게 높게 되어 있다. 가령 鐵合金, 코발트合金, 니켈合金이 있는 組成의것은, 引力強度는 400kg / 平方리미터를 나타내고 있다. 피아노線의 引力강도의 1.5배이다. 그래서 골프·야프트에 아몰파스첨유가 이용되어 가고있다

또 아몰파스合金은 그 균질성에서 磁壁운동이 용이하므로 結晶質의 결함이 없으며 뛰어난 高透磁性(磁力線을 잘 통하게 하는 성질)을 얻기 쉽다. 더우기 이 高透磁性은 結晶合金에서는 극히 한정된 合金組成에 한정되나 아몰파스合金에서는 넓은 組成범위를 얻을 수 있다는 특징이 있다.

高透磁性이란 변압기의 철심에 사용했을 경우, 磁氣損이 적어도 된다는 것을 뜻한다. 현재 美國 전력계에서도 비상한 시선을 모으고 있다.

90년대에는 변압기의 태반이 이 아몰파스 철심으로 바꾸게 될 것이다. *