

技術資料

最近의 樹脂型

李 吉 弘

Recent Trends of Resin Pattern

K. H. Lee

1. 서 론

最近 특히 자동차 산업이 발전 함에 따라 量産 鑄造品 製造기술의 진보는 현저하게 발전되었다. 量産 鑄造品の 鑄造를 위해서는 高壓鑄造法이 채용되고 있으며 일반적으로 그 模型 사용 회수는 數萬回~數拾萬회에 달하기 때문에 통상 金型을 사용하고 있다.

최근의 일반적인 경향으로서는 制品의 形狀변경이 많고 그러한 金型의 製造費用이 높기 때문에 결국 鑄造品の 製造비용이 높게 되므로 製造비용이 낮은 模型이 요망된다. 이 요망의 일부를 충족시킨 것이 樹脂型이다. 종래 수지형의 재료로서는 epoxy 수지를 사용되어 왔으나 내마모성 외에 다른 결점이 많기 때문에 그 사용 범위는 한정되어 있다. 그 결점을 보완하기 위해서 최근 歐美^{1~5)} 각국에서는 마모에 강한 polyurethane 수지가 사용되고 있으며 이 수지는 數萬回 사용에도 견디고

鑄造用 模型製作 비용도 절감되고 있다.

Polyurethane수지를 중심으로 한 주조형에 대하여 그 특징과 제작법등을 소개하고자 한다.

2. Polyurethane樹脂의 성질과 특징

Polyurethane 樹脂는 Polyol과 Isodyanate을 혼합하면 化學反應이 일어나 경화된다.

1) 내마모성

표 1에 수지종류와 마모량의 관계를 나타냈다. Epoxy수지는 polyurethane 수지에 비하여 마모량이 많고 polyurethane수지는 첨가물의 배합에 따라서 마모량이 크게 변하므로 사용목적 사용방법에 따라서 수지의 종류를 선택할 필요가 있다.

2) 경화시 발열

수지와 硬化劑를 혼합시키면 반응시에 열을 발생 시키는데 다른 수지에 비해 polyurethane수지

표 1. 수지의 종류와 마모량

수지의 종류	100회전당의 마모량 mg	사용재료의 설명
polyurethane수지 I	5.9	경질 polyurethane수지(주입용)
polyurethane수지 I + 주철분	2.3	경질 polyurethane수지(주입용)
polyurethane수지 I + corundom	1.1	Al ₂ O ₃ 입자, Morse경도 9.0-9.5
polyurethane수지 II + 주철분	1.9	결합용 연질 polyurethane수지
polyurethane수지 III	1.2	경질교질 polyurethane수지
epoxy 수지 I	10.0	금속혼합 epoxy 수지
epoxy 수지 II	6.9	교질 epoxy 수지

SADO FOSS社 data, 시험방법 Taper test, 砥石 CS-10, 하중 1 kg

는 발열량이 많다. 그러므로 수지로 模型을 만들때 한번에 模型의 두께를 두껍게 만들 수 있고 열팽창에 비해서 열변형이 적으므로 치수의 精度가 양호한 模型을 제작할 수 있다.

3) 경화시의 수축

수지는 경화제와 반응하여 경화할 때 수축을 한다. Polyurethane수지는 線收縮率 0.07% 체적수축을 0.15%이므로 高精度의 模型을 製作할 수가 있다.

4) 기계가공이 가능

Polyurethane수지는 내마모성이 높기 때문에 ceramic등의 절삭이 어려운 재료는 배합하지 않고 수지 그 상태에서 기계가공이 가능하고 형상변경도 간단히 할 수 있다.

5) 충전재의 첨가

이 수지의 특징으로서 충전재의 첨가가 용이하다. 예를들면 열전도성을 양호하게 하기 위해서 Al 粉末을 집어넣고 내마모성을 좋게 하기 위해서 金屬粉을 집어 넣는다. 또 저팽창성을 얻기 위해 glass 와 ceramic 粒子는 집어 넣어서 polyurethane수지의 성질을 양호하게 개량할 수 있다.

6) 경화시 물과 반응

Polyurethan은 수지의 결점은 경화시 수분이 존재하면 수지와 반응하여 CO₂가스를 발생하므로 pinhole을 만드는 원인이 된다. 그러므로 型에는 수분이 없도록하여 사용하고 型으로 목형과 석고를 사용할 경우 충분히 건조한 후에 표면에 방수막을 塗布하고 型에 주입할 필요가 있다.

이와같이 polyurethane수지는 型을 제조하는데 양호한 성질과 특징을 가지고 있으며 제조비용이 적은 模型을 만들 수 있는 조건을 구비하고 있다.

3. Polyurethane수지의 耐摩耗性

앞에서 설명한 것과같이 수지형은 金型과 같이 사용하기 위한 커다란 문제점은 내마모성이다. 생형의 고압조형기에 模型은 부착시켜 Disamatic社에서 모형에 사용한 재료를 마모시험 하였다. 이 test는 Disa 2013型的의 기계를 이용하여 동일한 pattern내에 동일한 형상의 모형재료를 배열하여

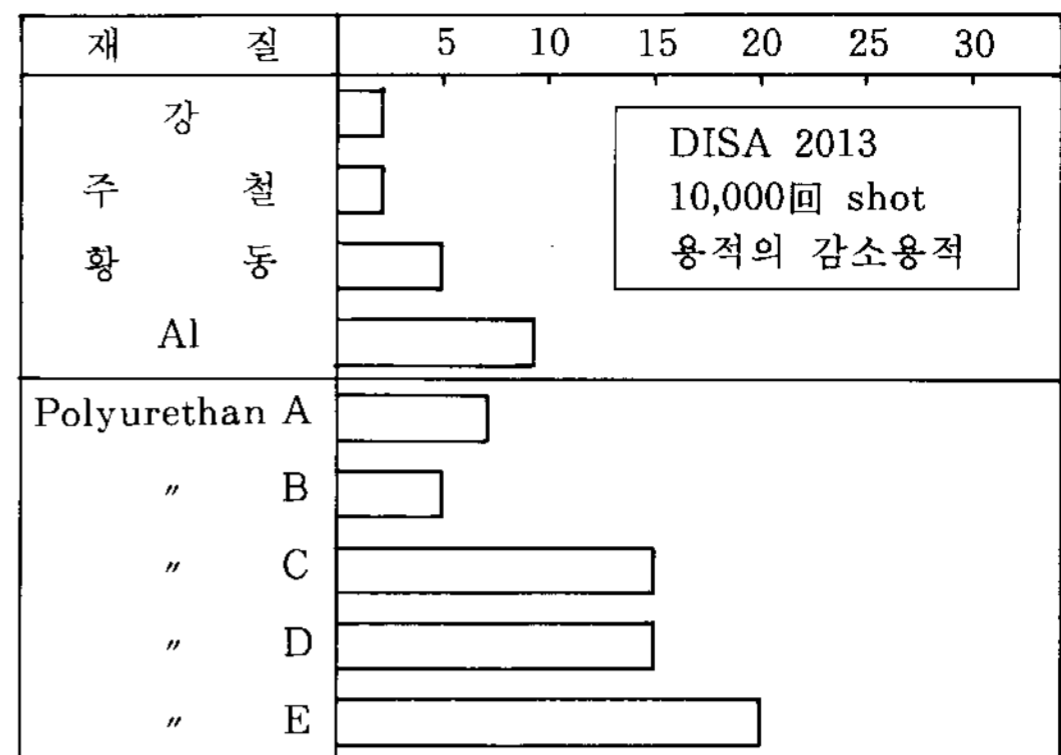


그림 1. 모형재료의 마모 test

10000회 shot한 후 마모용적을 鋼이 1이라고하여 비교한 결과를 그림 1에 나타냈다. 이 그림과 같이 polyurethane수지는 금속에 가까운 마모량을 나타내고 있지만 사용하는 polyurethane수지의 종류에 따라서 큰 차이가 있으므로 재료를 잘 선택하면 금형에 가까운 내마모성을 얻을 수 있다. Polyurethane수지의 내마모성을 개선하는 하나의 방법으로는 polyurethane수지에 내마모성이 있는 물질을 충전하는 방법이 있다. 表 1에 나타난 것과같이 polyurethane수지에 주철, corundum을 충전시킨경우에 내마모성이 향상되었다. Polyurethane수지에 종류가 다른 금속분과 충전량을 변화시켜 충전한 경우 마모량을 조사했다. 일반적으로 plastic의 마모량은 JIS-A1453에 의해 측정하는데 그 측정법은 소위 taper test라고 규정되어 있어 polyurethane수지에 금속의 종류와 충전량을 여러 가지로 변화시켜 충전한 시험편을 만들어 마모량을 측정했다. 금속분의 충전량과 마모량의 관계는 그림 2에 나타냈다. 이 그림에서 다음과 같은 것을 알 수 있다.

1) Polyurethane수지에 금속분말을 충전할 경우 일정한 충전량까지는 마모량이 감소하지만 정량을 초월하면 충전량의 증가와 함께 마모량이 증가한다. 이것은 polyurethane수지가 금속분말의

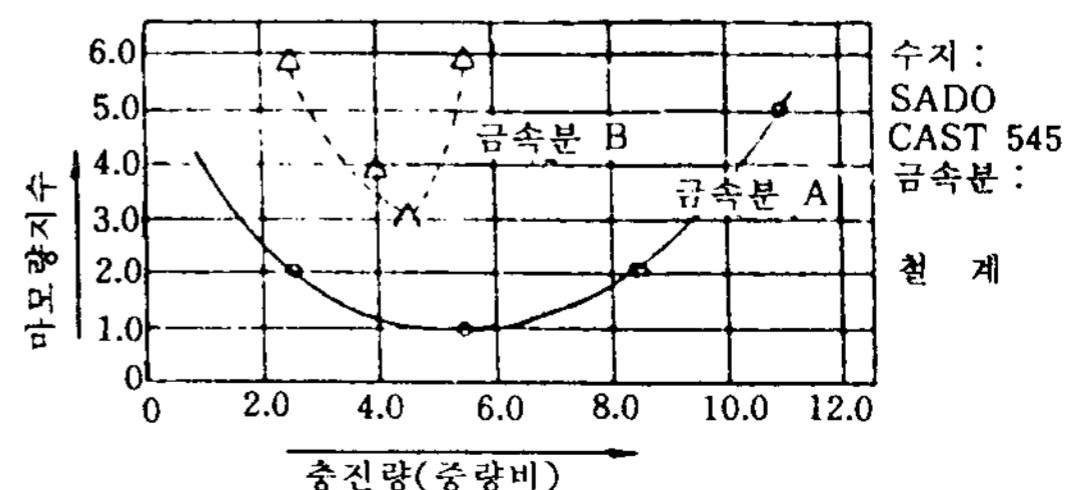


그림 2. 금속분의 수지에 대한 충전량(중량비)

결합재 역할을 하고 있지만 금속분말이 일정량이 초과됐을 경우는 금속분말에 대해서 수지의 결합력이 약하게 되는 결과라고 생각된다.

2) 그림에서 금속분말 A는 球形의 금속분말이고 금속분말 B는 多角形의 금속분말은 충전한 값을 나타냈다. 球形의 표면적은 동일 체적에 대해서 최소이고 多角形은 반대로 면적이 크게 되므로 球形의 金屬粉末은 충전한 경우 쪽이 마모량은 최저이고 금속분의 충전량을 크게한다. 또 사용상의 문제를 보면 球形의 형상에서는 사용중 수지와 떨어지기 쉬운 경향이 있지만 多角形의 形狀에 있어서는 수지와 결합력이 강해 떨어지지 않는 점이있어 다각형의 형상이 요망된다.

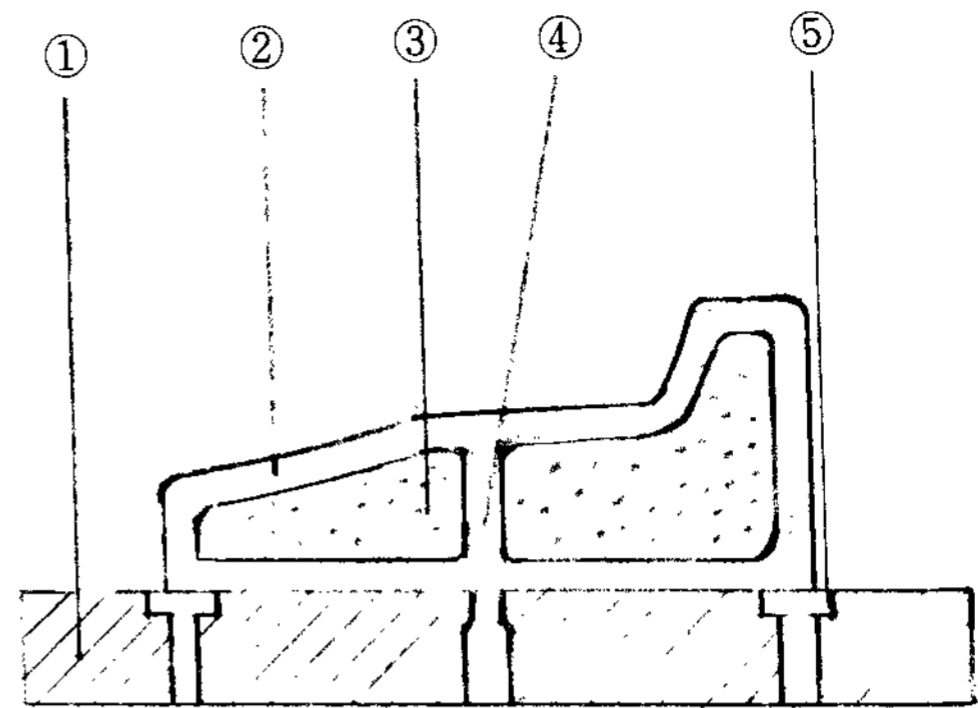
3) 금속분말 A는 금속분말 B에 비해서 내마모성이 높고 최저 마모량의 값은 금속 A쪽이 최저 마모량이 적게된다.

이러한 것들을 종합해 보면 내마모량을 최저로 하는 금속분말의 최적 충전량의 범위가 있고 내마모성이 높은 재질에 多角形의 재료를 선택할 필요가 있다. 또 단순히 내마모성의 향상만을 생각한다면 ceramic을 충전하면 좋다고 생각되지만 鑄의 기계가공, 溶射의 적응성을 고려한다면 polyurethane 수지의 충전재는 금속분말이 가장 적당하다고 생각된다.

4. 수지형 제작시 문제점

작은 수지형을 제작할 경우는 전체의 鑄을 수지만으로 제작할 경우도 있지만 약간 模型이 큰 것은 수지의 두께가 두꺼워 수축이 일어나므로 이러한 영향을 피하기 위해서 Back Metal로 aluminium과 주철을 사용하는 경우가 많다. 더구나 模型이 커서 Back Metal을 금속으로 사용하면 중량이 무겁게 되므로 내부에 수지중자를 사용한다. 模型製作 단면도를 그림 3에 나타냈다. 그림에서 보면 표면은 내마모성이 있는 수지로하고 두께는 10mm정도로 한다. 이 수지의 두께는 수지의 수축에 의해 치수精度 저하를 피하기 위해 균일하게 하여야 한다.

내부에는 polyurethane수지와 無機의 balloon을 혼합경화시켜 비중 0.65정도의 수지중자를 집어넣었다. 이 수지중자의 열팽창은 表 2에 나타나 있는 것과 같이 열팽창계수가 작아서 착오가 적고 patternplate가 구성하는 강판, Al판도 팽창차가



- ① pattern plate(강판제)
- ② 내마모·내열성을 가진 polyurethane 수지
- ③ 열팽창의 큰 변화가 없는 수지중자
- ④ 주입구
- ⑤ 경사에 대해 보는 선

그림 3. Polyurethane 수지모형의 기본적인 구조

적어서 수명이 길다. 이상과 같이 중심부에는 수지중자를 집어넣고 표면은 polyurethane수지로 구성함으로써 치수精度가 높고 가벼우며 장기간 열팽창 수축에 견디는 수지형을 제작할 수가 있다.

표 2. 열팽창계수(각종모형에 사용한 재료)

재 료	$^{\circ}\text{C}^{-1}\alpha \times 10^{-6}$
주철·강	11
Al-Si·합금	21
Sado Cast 537	45
A社 polyurethane수지(A)	65
A社 polyurethane수지(B)	135
수지중자	18

5. 수지형의 제작사례

- 1) 고압조형용 수지형
- 2) 자경성형용 수지형
- 3) 대형모형

이 사용법은 지금까지 설명한 수지형과 전혀 다른 鑄의 제작법으로 대형모형을 무를 사용하지 않고 수지중자로 제작하는 방법이 있다.

그림 4는 大型模型을 제작하는 것을 나타낸 것이다. 뼈대는 목형으로 제작하고 形狀이 필요한 곳에는 목형의 단면을 만들어 그 목형 단면의 사이에 수지중자를 채우고 표면을 가공하여 치수를 정

확하게하고 수분 흡수에 의해 잘못되지 않도록하여 가벼운 모형을 제작할 수 있다. 특히 단면형상이 복잡한 모형에 대해서는 치수정도가 필요로한 단면에 대한 정확한 목형을 만듦에 있어서 비교적 간단히 대형모형을 제작한다.

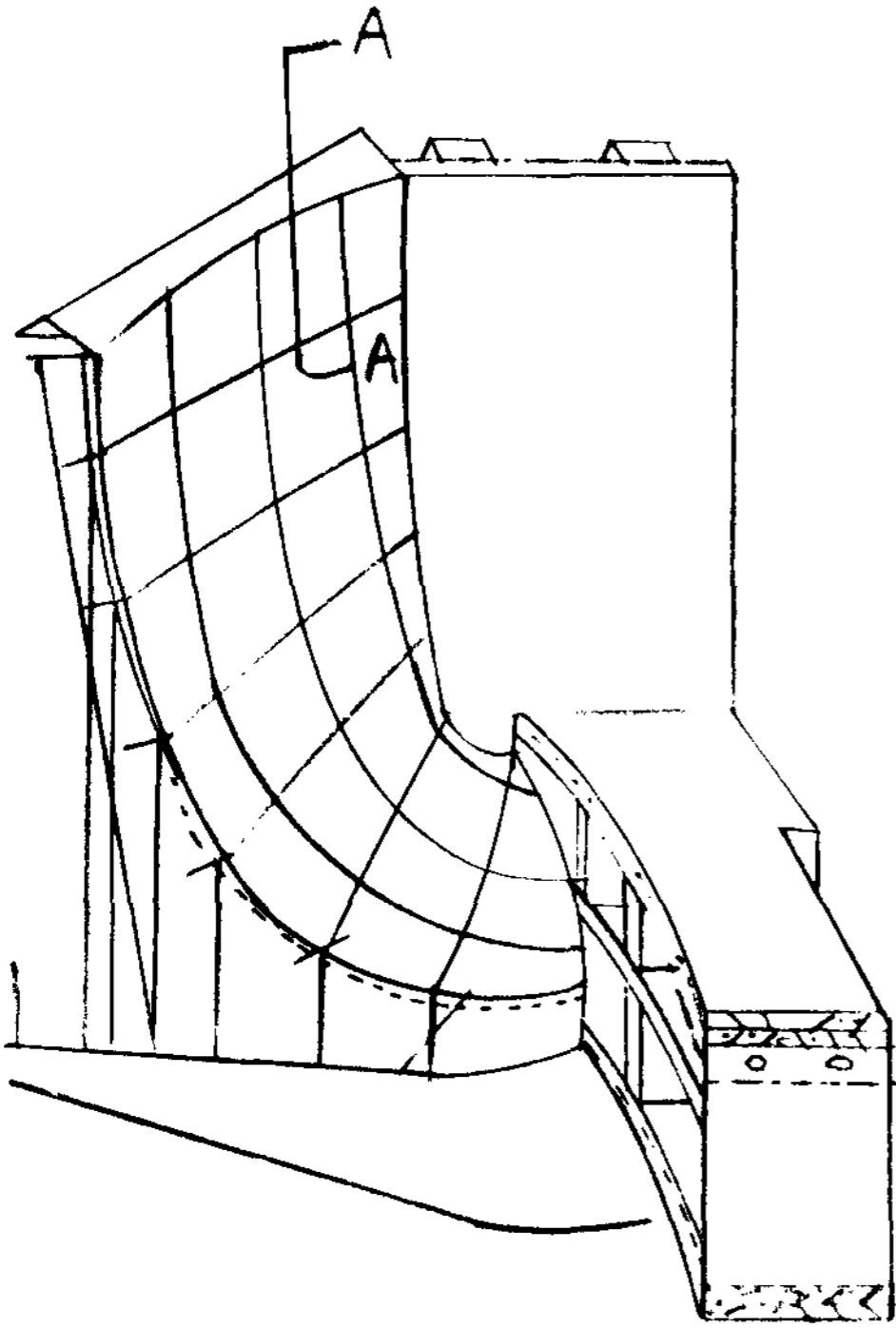


그림 4. 대형 모형의 예

6. 주조모형 이외의 응용에

1) Press용간이형 : 자동차용 박판판금 제작용으

로 형제작 전에 형상확인을 위해 간이식으로 박판을 press가공하여 형상을 확인하는 경우가 많지만 전출한 金屬을 집어넣은 polyurethane수지를 사용하여 좋은 성과를 올리기 시작했다. 또 이용범위가 확대될 전망이 크다.

2) Plastic 용형 : Urethane 발포성형, 간이 plastic성형 등 에 이용에, 歐美에서는 실용화 되고 있으며 이후 기술의 발전에 따라서 이용범위가 확대될 전망이다.

7. 결 론

이번 보고는 polyurethane수지형을 주조용 모형의 사용에 대해서 기술했다. Polyurethane수지형이 사용되면서 제작면에서도 수지의 성능면에 대해서도 계속 개량할 여지가 남아있는 분야가 많고 개선에 의해서 주조수지형의 제작간편화, 비용절감등이 하루속히 이루어지므로써 업계에 도움을 줄 수 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Disa社 Symposium資料 : Disamatic Low Cost Tool
2. Disa社 Symposium資料 : Jojuls Requirements Conversion from Horizontal to Vertical
3. British Foundryman : Dec 1981 : Foundry Plant Marketing
4. Roger Brown : Modern Casting Plastic Patterns for High Pressur Molding
5. Robin Bailey : Modern Casting, A New Idea in Pattern Making.