

다품종소량주물품의 연소모형주조를 위한 발포수지모형제작방법

임완빈, 박정광, 강정철

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《기계공학, 금속공학, 열공학, 재료공학을 비롯한 중요부문 기술공학들을 빨리 발전시키고 그 성과를 여러 경제부문에 적극 받아들여야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 40페이지)

연소모형주조기술은 발포수지를 리용하여 주물품과 크기와 모양이 같은 모형을 만들고 내화도료를 바른 다음 마른 모래속에 진동다집하여 설치하고 부압상태에서 쇠물을 주입하는 방법으로 모형이 연소되어 없어지면서 주물품을 얻는 정밀주조기술이다.

연소모형주조의 첫 공정인 발포수지모형제작공정은 주물품의 결면정결도와 치수정밀도를 높이는데서 매우 중요한 공정이다.

발포수지모형제작방법에는 발포성형법[1]과 가공법이 있다.

발포성형법은 EPS원료알갱이를 예비발포, 숙성, 형타에 의한 발포성형, 랭각 등의 과정을 거쳐 모형을 직접 얻어내는 방법이다. 이 방법은 생산성이 높으므로 계열생산주물품의 모형제작에 유리하다. 다품종소량주물품의 모형제작에는 가공법이 적합하다.

우리는 연소모형주조기술을 리용하여 주물품의 결면정결도와 치수정밀도를 높이기 위한 합리적인 발포수지재료를 선택하고 우리 식의 다품종소량주물품의 모형제작방법을 확립하였다.

발포수지재료의 선택 연소모형주조용 발포수지재료로는 발포폴리스티롤수지(EPS)와 발포폴리메틸메타크릴라트수지(EPMMA) 그리고 이 두가지 재료의 공중합재료인 STMMA가 리용되고있다.[1] 연소모형주조의 모형재료는 연소될 때 기체발생량과 열분해생성물이 적어야 한다. 그래야 주물품내외부에 기포가 없고 결면정결도를 높일수 있다.

EPS와 STMMA의 물리화학적성질은 표 1과 같다.[2, 3]

표 1. EPS와 STMMA의 물리화학적성질

재료	조성	탄소 함량/%	기화시작 온도/℃	다량기화 온도/℃	잔류 물량	가탄률/%	주물품 합격률/%
EPS	$[C_8H_8]_n$	92	275~300	460~500	많다.	0.1~0.3	80~92
STMMA	$[(C_5H_8O_2)_x(C_8H_8)_y]_m$	69.6	268	400~500	적다.	<0.06	>92

표 1에서 보는바와 같이 STMMA의 열분해생성물이 적고 가탄률이 낮으며 주물품의 합격률이 높다.

발포수지가 연소될 때 발포수지재료의 가스발생량과 가스발생속도는 재료의 종류에 따라 서로 다르다.[1, 2]

온도에 따르는 발포수지재료의 가스발생량과 가스발생속도는 그림 1과 같다.

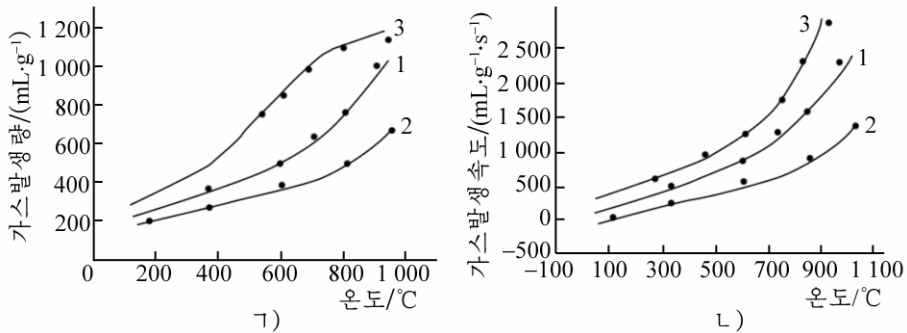


그림 1. 온도에 따르는 발포수지재료의 가스발생량(가)과 가스발생속도(나)
1-3은 발포수지재료가 STMMA, EPS, EPMMA인 경우

그림 1에서 보는바와 같이 가열온도가 높아짐에 따라 가스발생량과 가스발생속도는 증가한다. 그리고 세가지 재료가운데서 EPS의 가스발생량이 제일 적고 가스발생속도는 제일 느리다. 한편 EPS는 EPMMA나 STMMA에 비하여 원가가 낮으므로 연소모형주조용 발포수지재료로 EPS를 선택하였다.

가공법에 의한 발포수지모형제작방법 모형가공법에서는 가열실줄의 직경, 온도, 자름속도에 따라 모형의 치수정밀도가 차이나므로 합리적인 발포수지절단방법을 확립하였다.

일정한 크기(500mm×900mm×1 800mm)의 발포수지판을 절단 및 조립하는 방법으로 모형을 제작하는 가공법의 기술공정은 다음과 같다.

우선 발포수지판을 CNC발포수지실줄절단기로 절단하여 발포수지모형을 제작하기 위한 부분품들을 준비하였다.(CNC발포수지실줄절단기는 입력된 프로그램에 따라 2차원평면상에서 움직이는 가열된 니크롬선으로 발포수지를 절단한다.) 모양이 복잡한 모형은 평면상에서 절단할수 있는 부분품들로 가르고 접착제를 리용하여 조립하는 방법으로 제작하였다.(그림 2)

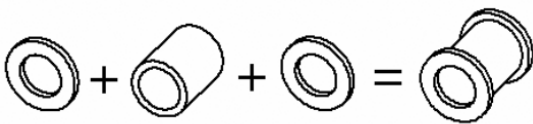


그림 2. 발포수지모형조립과정

가장 많이 리용된다. EVA열융해접착제를 사용할 때 모형의 치수정밀도를 보장하고 공기발생량을 감소시키기 위하여 접착제를 얇고 균일하게 바른다. 접착제를 0.1mm 두께로 균일하게 바를 때가 제일 좋았다.

모형부분품접착형식은 그림 3과 같다.

풀층이 두꺼우면 결합면에 풀혹(그림 3의 가), 나)이 나타날수 있는데 이것은 주물품결면틈결함을 나타낼수 있다. 모형부분품들의 결합면이 고르롭지 못하거나 결합이 있거나 풀층이 너무 얇으면 비교적 큰 접착틈(그림 3의 나))이 생겨 주물품에는 내부런결함결함이 나타난다. 제일 이상적인 결합형식은 그림 3의 다)이다.

실제로 모형을 절단할 때 실줄의 직경이 커짐에 따라 발포수지재료의 표면질은 나쁘고 반대로 직경이 작을수록

다음으로 절단한 부분품들을 접착제를 리용하여 조립하였다. 많이 리용되는 접착제는 폴리초산에틸렌(EVA)열융해접착제이다. 이 접착제는 접착세기가 높고 응고속도가 빠르며 잔류물이 적은것으로 하여 발포수지모형조립

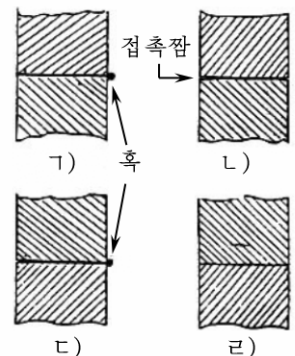


그림 3. 모형부분품접착형식

형성되는 폴리스티롤유리상섬유층이 더욱 치밀하고 균일하며 광택도가 높다.

실줄의 직경과 유효자름길이에 따르는 EPS모형절단공정결과는 표 2와 같다.

표 2. 실줄의 직경과 유효자름길이에 따르는 EPS모형절단공정결과

직경/mm	유효자름길이/mm	전압/V	자름온도/°C	자름속도/(m · min ⁻¹)	가공범위
0.2	<200	35	250~350	0.30~0.40	정밀가공
0.3	<500	28~30	300~400	0.4~0.45	정밀가공
0.5	500~1 000	25~28	300~450	0.45~0.70	정밀가공
0.8	<1 000	20~25	350~450	0.60~0.80	일반가공
1.0~1.2	<1 500	18~20	350~500	0.70~0.90	거친가공

실줄의 자름온도는 일반적으로 164~576°C로 한다. 그러나 이상적인 자름온도는 길이와 직경에 따라 결정된다.

표 2에서 보는바와 같이 실줄의 자름온도는 250~500°C가 적합하였다.

실줄의 자름길이는 직선으로 당긴 상태의 직선전열선자름부위의 길이인데 실줄자름길이의 증가에 따라 EPS와 실줄의 작용면적은 더욱 커지고 저항력과 열작용시간도 증가하며 가공면질은 낮아졌다.

맺 는 말

EPS를 연소모형주조용 발포모형재료로 선택하고 다품종소량주물에 적합한 가공법을 우리 식으로 완성하여 결면정결도와 치수정밀도가 높은 발포수지모형을 제작함으로써 주물품의 결면정결도를 Ra 6.3~12.5 μ m로, 치수정밀도를 9~11급으로 높였다.

참 고 문 헌

- [1] 박승수 등; 발포수지모형주조, 공업출판사, 7~49, 주체99(2010).
- [2] 刘玉满 等; 消失模空壳铸造·振动浇注及生产实用技术百例新解, 化学工业出版社, 68~90, 2010.
- [3] 章舟 等; 消失模铸造生产实用手册, 化学工业出版社, 11~33, 2010.

주체107(2018)년 9월 5일 원고접수

The Method of Foam Pattern Manufacture in Lost Foam Casting for Multi-Kind and Small Quantity Castings

Im Wan Bin, Pak Jong Gwang and Kang Jong Chol

We selected EPS(Expandible Polystyrene) as the foam pattern material. Also we raised the surface finish to Ra 6.3~12.5 μ m and the size accuracy to grade 9~11 by manufacturing the foam patterns with high surface finish and size accuracy on the basis of our own manufacturing method corresponding to multi-kind and small quantity castings.

Key words: lost foam casting, EPS, foam pattern