

In-take Manifold 변형제어에 관한 기초 연구

허영무, 이성희, 신광호, 윤길상, 정태성*

한국생산기술연구원(KITECH)

* : 재영솔루텍(주)



1

연구특표 및 내용

연구특표

- ◆ 플라스틱 사출 성형 공정을 이용한 Intake Manifold 제작 및 성형해석을 통한 변형제어 기술에 관한 선행 연구 수행.

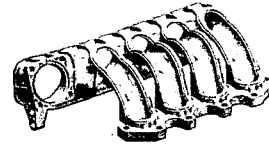
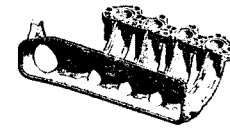
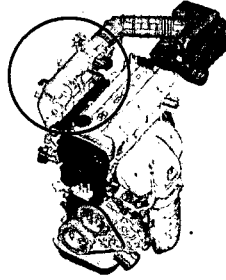
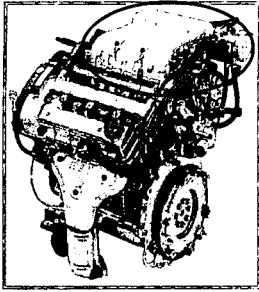
연구내용

- ◆ Intake Manifold 금형 설계 & 제작
- ◆ Intake Manifold 성형 해석을 통한 변형 예측
- ◆ Intake Manifold 금형 가공 효율화



2

In-take Manifold



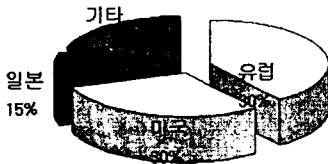
- ◆ 자동차 엔진부품으로 연료인 휘발유와 공기의 혼합 Gas를 실린더로 분배하는 역할을 하는 제품.
- ◆ 기존 생산방법 : 주물 공정을 이용한 알루미늄 성형 후 가공.
- ◆ 독일 및 선진국에서 자동차 자체의 경량화, 생산공정을 축소, 제품단가, 생산성 향상 등의 이유로 플라스틱 사출 후 Welding 으로 제품의 상·하형을 융착시키는 생산공정 개발.



In-take Manifold 시장현황

세계 Intake Manifold 금형 생산량

금형 가격



금형전체가격	250,000
금형부품	UPPER, LOWER, PLENUM

단위 : 천원

Intake Manifold 시장현황 및 시장 전망

Intake Manifold 금형의 시장현황

Intake Manifold 제품 시장전망

	2000년	2001년	2002년
국외	28,000	30,500	31,450
국내	5,360	5,520	6,300

단위 : 백만원

	1999년	2003년	비고
국외	26,000	115,000	국내외 자동차 시장의 변화에 따라 변동 가능
국내	3,260	13,230	

단위 : 백만원



In-take Manifold 에어/핵심기술

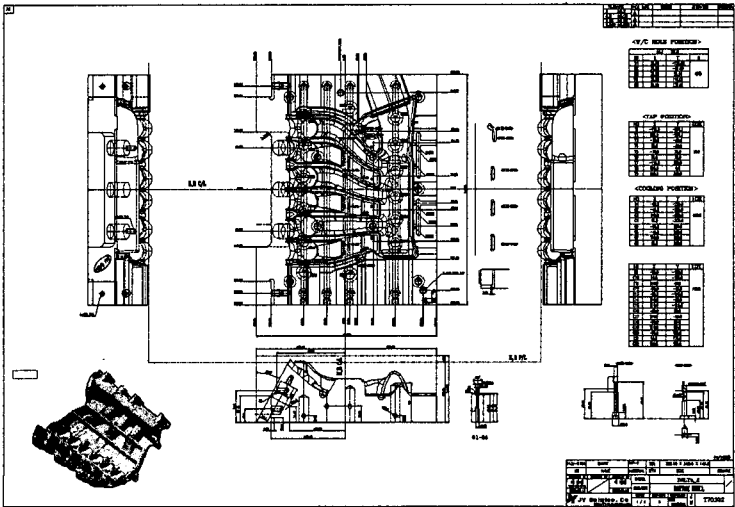
에어기술

- ◆ 금형 Structure Design : 금형의 구조적 문제
- ◆ Core & Cavity Slide Design : Slide 구동부의 Knowledge화
- ◆ 제품 추출 후 변형문제 : 상호 제품간에 변형으로 인한 Welding 문제, 조립불량
- ◆ 가공성을 고려한 Intake Manifold 금형설계 : 난삭 가공을 고려한 Core & Cavity 설계

필요핵심기술

- ◆ Product Data 자동 Repair : Intake Manifold 초기 모델링 수정
- ◆ 금형 Slide 구동부 자동생성
- ◆ 금형설계 자동화 : 금형요소부품 등록
- ◆ 가공특징형상을 고려한 가공패턴 : 단위가공공정계획, Tool List
- ◆ 전극가공의 무인화를 위한 Hardware & Software : Flexible Multi Jig, 주변장비

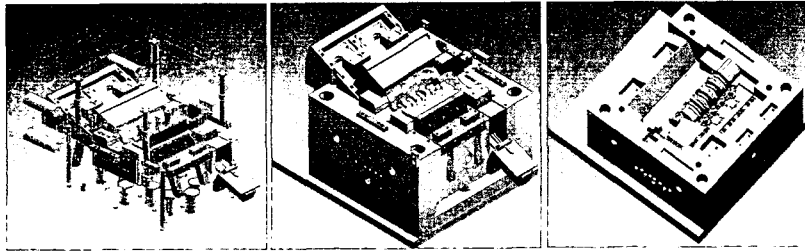
In-take Manifold 2D/3D 설계



In-take Manifold 금형실계



In-take Manifold Design (TOP, CENTER, BOTTOM) : UG & Mold-Wizard (Ver. 18)



3D Assembly

Core parts

Cavity parts



금형 수지 재료특성

금형재료

종류	탄소(C)	규소(Si)	망간(Mn)	크롬(Cr)	몰리브덴(Mo)	니켈(Ni)
KP1	0.5-0.55	0.2-0.35	0.75-0.9			
KP4	0.39-0.44	0.25-0.35	0.9-1.1	0.25-0.3		
KP4M	0.35-0.4	0.2-0.3	0.8-1.4	1.8-1.8	0.3-0.4	극히 미량

종류	인장강도(kgf/mm ²)	경도 (Hs)	인장률(%)	단면수축률(%)	항복응력 (kgf/mm ²)
KP1	65-70	28-33	22-28	35-42	28-30
KP4	90-102	38-42	13이하	35이하	70-85
KP4M	105-115	40-44	13-18	35-40	90-95

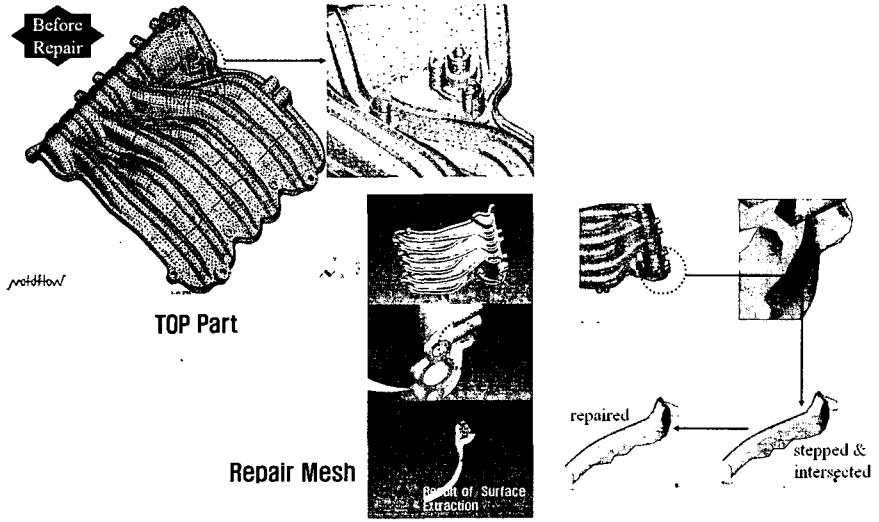
수지재료

종류	용점 (°C)	시울성형 온도 (°C)	성형수축률 (mm/min)	비중	인장강도 (kg/cm ²)	신율 (%)	굽힘강도 (kg/cm ²)	충격강도	경도 (로커웰)	굽힘강성률	열전도율	열팽창률	열수축률 (%)
PA-6	225	225-288	0.008-0.014	1.12-1.14	830-1400	100-300	990-350	5.4-11	119	27000-9300	5.8	8.3	1.3-1.9
PA-66	285	270-325	0.008-0.015	1.13-1.15	770-840	60-300	1200-430	5.4-11	120	30000-13000	5.8	8	1.5

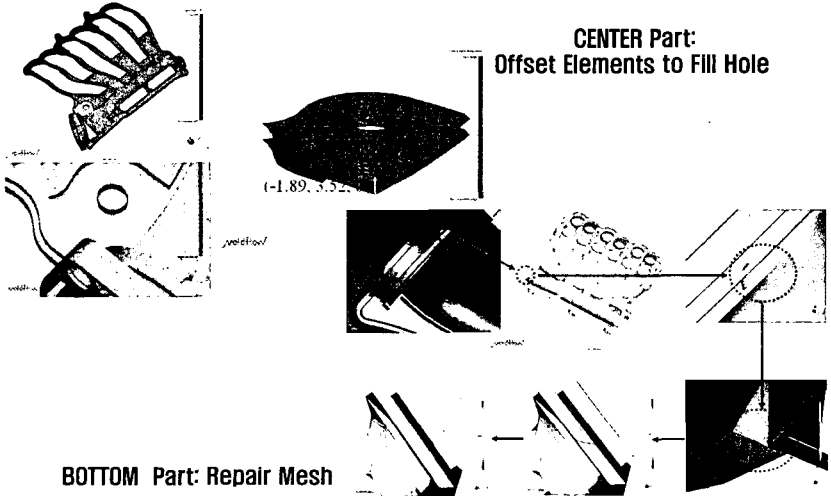
[충격강도 : Kg-cm/cm, 굽힘강성률 : kg/cm², 열전도율 : 10⁻⁴cal/s-cm²-°C-cm, 열팽창률 : 10⁻³ mm/mm/°C]



Design Repair(1)

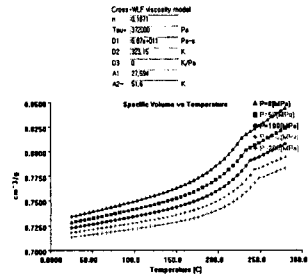
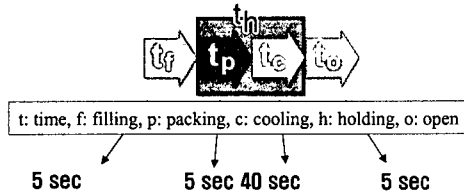


Design Repair(2)

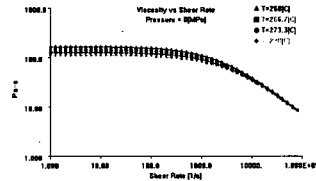


Processing parameters

- Family name: POLYAMIDES (NYLONS, PPA, ...)
- Trade name: Zytel 73G30 HSL BK031
- Manufacturer: DuPont Engineering Polymers (Moldflow Verified)
- Family abbreviation: PA66
- 금형온도: 90 °C, (65~120 °C)
- 수지온도: 270 °C (260~280 °C)
- 사출시간: 5 sec
- 시간대비 보압 프로파일: (0 80%) (5, 80%)
- 냉각시간: 40 sec



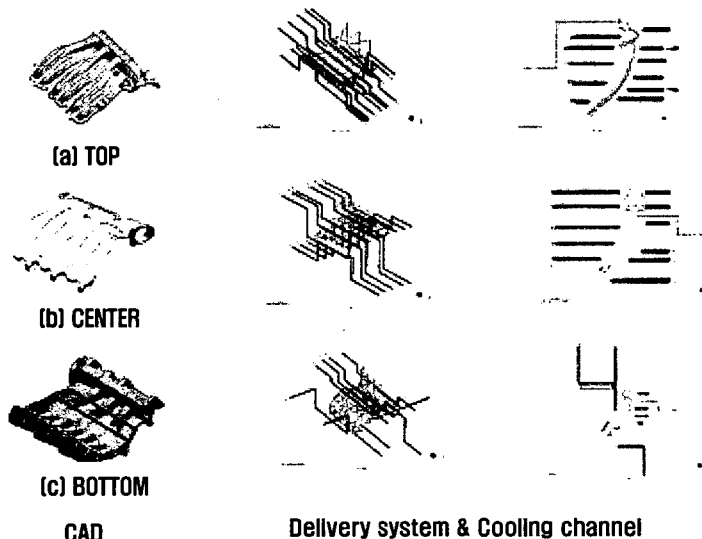
<사용수지의 PVT선도>



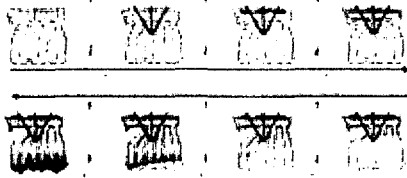
<사용수지의 점성>



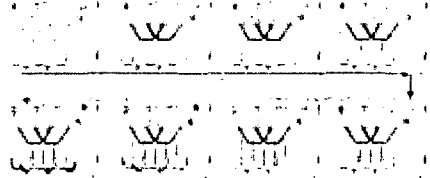
Delivery & Cooling design



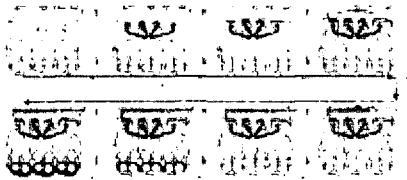
시출성형해석(층진)



(a) TOP(5.564sec)



(b) CENTER(1.966sec)



(c) BOTTOM(5.441sec)

① TOP은 충전 방향의 수직 방향은 리브가 존재하지 않아 변형이 출 방향 발생. 왼쪽 부분의 충전이 빨라진해 뒤므로 오른쪽 게이트나 런너의 크기 조절 필요

② CENTER는 큰 충전량 끝단의 수지가 중앙에 비해 늦게 유동하므로 게이트의 위치 조절 필요

③ BOTTOM은 1회 충전



시출성형해석(온도, 변형)

유동선단의 온도



(a) TOP(265.9°C)



(b) CENTER(263.2°C)



(c) BOTTOM(262.5°C)

변형



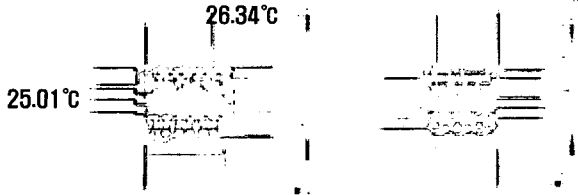
(a) TOP(max:0.3361mm) (b) CENTER(max:0.3526mm) (c) BOTTOM(max:0.2716mm)

유동선단의 온도 : 전체적으로 용융수지온도를 양호하게 유지.
 변형 : (a)상측에 리브 보강, (b) 게이트, 런너 조절로 뒨 방지, (c) 성형조건 최적화 필요



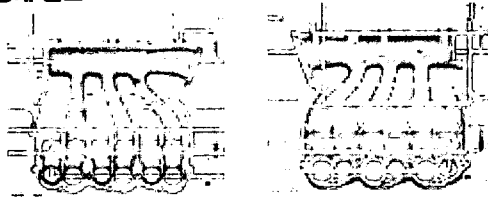
시출성형해석(냉각)

냉각채널의 온도분포



입구온도 출구 온도가 차이가 1.3 °C 정도 유지하고 있어 양호한 상태(보통 2-3 °C)

금형과 제품의 경계 온도



금형의 온도(60°C)보다 약 80°C 정도 높다. 냉각시간 불충분 (cycle : 50sec)

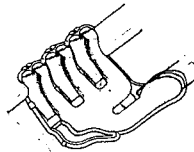
BOTTOM 냉각 시스템



기공조건 및 공구경로



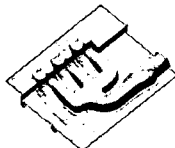
왕삭



왕잔삭



중삭



정삭



잔삭

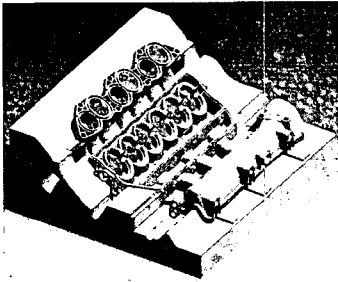


펜슬가공

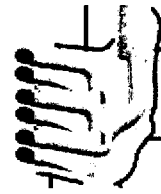
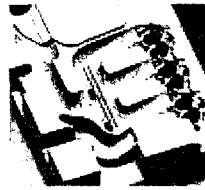
	왕삭	왕잔삭	중삭	정삭	잔삭	펜슬
Tool	50R3	12R1	16R8	16R8	10	10
스핀들 속도	1100	5000	5000	7000	5000	5000
절삭속도	4000	2500	2800	3000	2000	2000



전극 가공 및 전극 제작



Manifold 금형



전극면



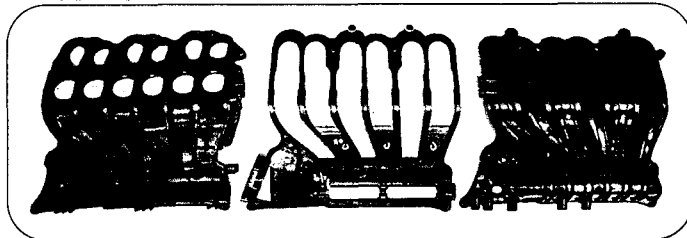
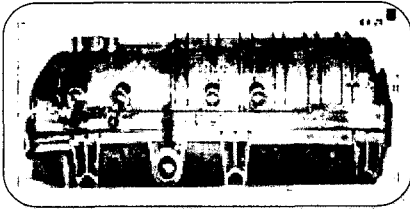
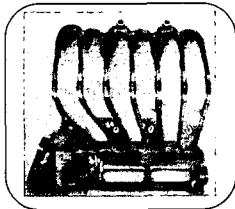
가공패턴을 적용한 cavity

가공패턴을 적용한 전극 형상

기준면	설명	Color
성형면	제품이 완성되어지는 면	파란색
흡입면	캐비티와 코어가 일치하는 면	붉은색
Parting 면	금형의 분리면	노란색
기준면	기준좌표	
전극면	형상가공이 불가능	



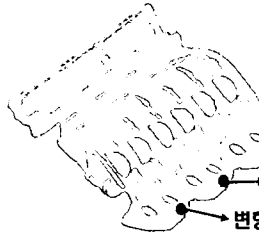
In-take Manifold 성형제품



성형품 측정



CAD DATA(BOTTOM)



Deformed shape (CAE, Moldflow)

최대변형량(a) : 0.2716mm

변형량(b) : 0.2660mm

변형량(c) : 0.2531mm

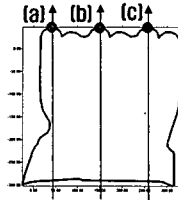


ERROR

(a:1.755mm)

(b:1.402mm)

(c:1.206mm)



Measuring results (Brown&Sharpe)

1. 시뮬레이션 결과와 제품의 측정결과 경향 일치.
2. 변형 예측 값과 실제 측정 값간의 차이 존재.

결론

- ◆ 플라스틱 사출 성형을 위한 In-take Manifold 금형 제작.
- ◆ In-take Manifold 성형 해석을 통한 변형 예측을 통한 변형제어 기초 기술 확립.
- ◆ 플라스틱 In-take Manifold 시성형을 통한 변형 비교분석.
- ◆ 성형해석 결과와 성형제품 변형량 패턴 일치.
- ◆ In-take Manifold 금형 가공 최적화.
- ◆ 3차원 금형설계를 위한 요소부품 라이브러리 구축.

* 본 연구는 산업자원부 우수제조기술연구센터 사업(재영술루텍㈜)에 의해 수행 되었음.