

**M Solutec**

## CAE를 이용한 IC Socket Body Housing의 변형 제어



안흥규\*, 정태성\*, 유승환\*, 허영무\*\*  
재영 솔루텍\*  
한국생산기술연구원\*\*

## 연구배경 및 목적

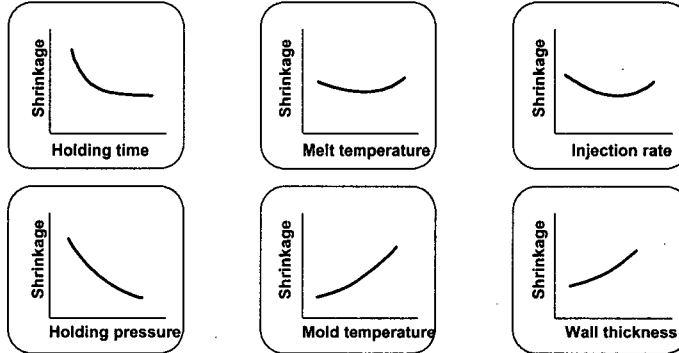
- 연구 배경
  - 제품의 품질 향상을 위한 도구로 사출성형 CAE 도입
  - 사출성형 CAE를 이용한 품질 향상 방법론의 필요성
  
- 연구 목적
  - 사출성형 CAE를 이용한 정밀 제품의 변형 원인 규명
  - 사출성형 CAE를 이용한 정밀 제품의 변형 제어

## 휨에 영향을 주는 인자

### ■ 휨의 원인

- 냉각의 차이 (Differential cooling)
- 수축량의 차이 (Differential shrinkage)
- 배향에 의한 수축 (Orientation shrinkage)

### ■ 공정조건이 수축에 미치는 영향



M/Solintec

3

## 휨의 원인별 유형

### ■ 수축량의 차이(Differential shrinkage)

- 제품내 수축 편차에 의해 발생
- 원인
  - 벽 두께 편차
  - Gate 위치
  - 냉각관 설계/변수
  - 공정조건

### ■ 배향에 의한 수축(Orientation shrinkage)

- 흐름의 수직, 수평 방향의 수축량의 차이에 의해 발생
- 원인
  - 배향 (수지, 첨가물)
  - Gate 위치
  - 냉각관 설계/변수
  - 공정조건

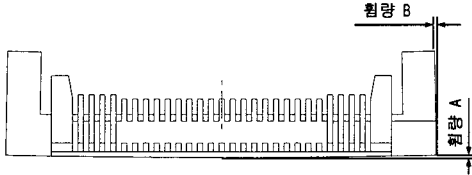
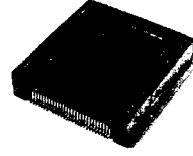
M/Solintec

4

## 제품 분석

### ■ 제품 분석

- 제품용도 : TSOP 실장용 IC Socket
- 불량내용 : 제품 내 변형 발생으로 인한 형상 불량
- 개선방향 : 바닥면의 휨을 0.03mm 이내로 개선



	휨량 A	휨량 B
SPEC'	0.03이하	0.03이하
측정결과	0.055-0.062	0.078-0.094

### ■ CAE 해석 방법

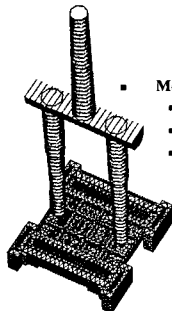
- CAE 해석 대상 품목의 제품에 대한 휨량을 3차원 측정기를 통해서 측정
- 제품의 해석 결과와 3차원 측정 Data를 비교·분석하여 실제 변형량과 해석 결과와의 경향 분석 및 정량적 값을 비교
- 문제점 해결 방안에 대한 해석을 통해서 제품의 휨 발생 경향을 분석
- 금형설계에 적용하여 금형수정 및 제품성형

## 해석 준비

### ■ 변형의 원인 파악

- 변형의 원인을 분석하기 위한 사출성형 CAE 진행
- 모든 조건은 양산 조건과 동일하게 설정
- 해석 결과와 양산 제품의 측정 결과를 비교

### ■ 해석 조건



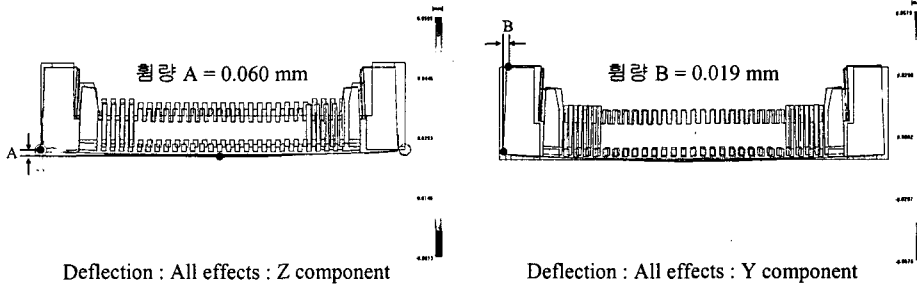
- Mesh information
  - No. of Elements : 9,068
  - No. of Beams : 159
  - No. of Nodes : 4,578

#### Analysis Conditions :

- Grade : Sumika Super LCP E6006L
- Injection Time : 0.2sec.
- Packing Time : 1sec.
- Cooling Time : 9.8sec. (total ; 11sec)
- V/P Switch-over % volume : 99%
- Packing Pressure : 25MPa
- Coolant Temp. : 60 °C
- Melt Temp. : 345 °C

Pre-Processing

## ■ CAE 해석 결과 : 휨량

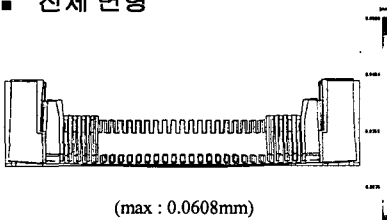


	휨량 A (mm)	휨량 B (mm)
SPEC'	0.03이하	0.03이하
실험결과	0.055-0.062	0.078-0.094
해석결과	0.060	0.019
오차	0.002-0.005	0.059-0.075

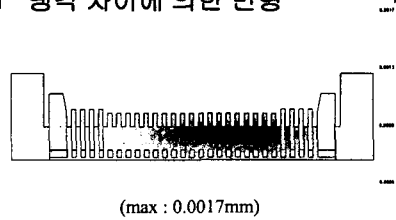
해석 결과와 실험결과가 휨의 유형은 유사하지만 휨량의 차이 발생  
 → CAE 해석에서 50% 이상 개선해야 실험결과가 SPEC을 만족할 수 있다고 유추

# 휨요인 분석

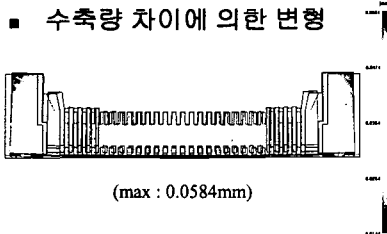
## ■ 전체 변형



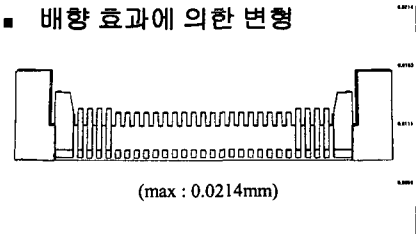
## ■ 냉각 차이에 의한 변형



## ■ 수축량 차이에 의한 변형



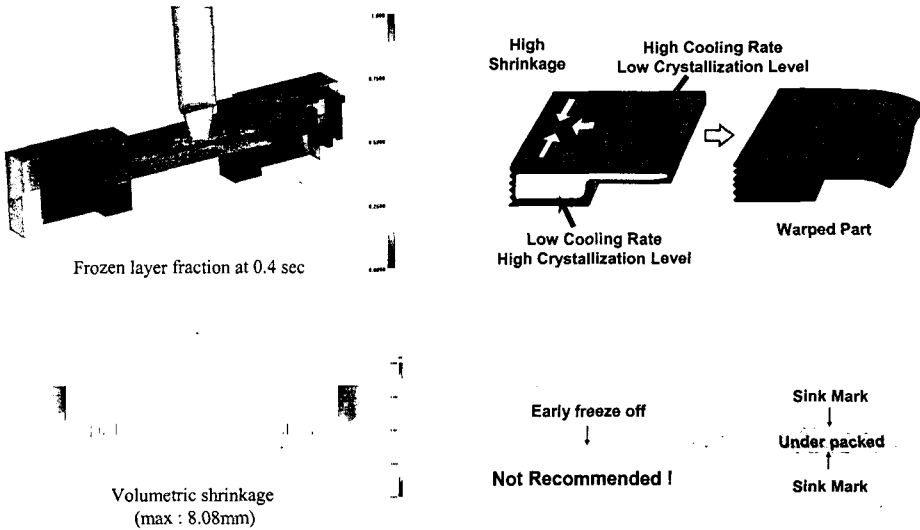
## ■ 배향 효과에 의한 변형



제품 변형의 주요 원인은 수축량 차이와 배향 효과의 차이

## 핵심인 분석

### ■ 제품 두께 차이에 의한 휨 발생

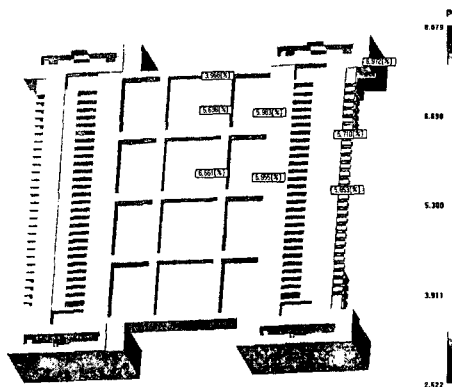


3D Solution

9

## 핵심인 분석

### ■ 제품 바닥면의 Volumetric shrinkage 분포



전체적으로 바닥면의 Volumetric shrinkage가 다양하게 분포되어 있음.  
(Shrinkage 양의 차이가 휨의 주요 원인)

3D Solution

10

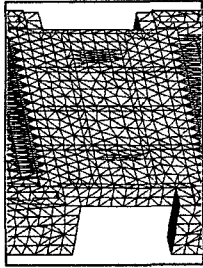
# 휨 개선 방안

Case 1

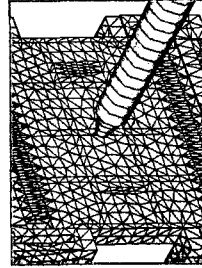
전체 바닥면의 살빼기 제거



Case 3의 제품에 게이트를 중앙1점으로 이동



Case 1



Case 2

### Analysis Conditions :

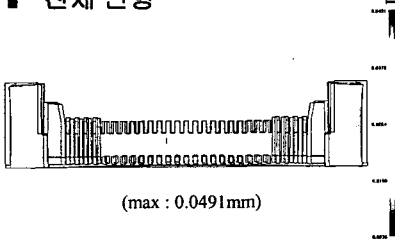
- Grade : Sumika Super LCP E6006L
- Injection Time : 0.2sec.
- Packing Time : 1sec.
- Cooling Time : 9.8sec. (total ;11sec)
- V/P Switch-over % volume : 99%
- Packing Pressure : 25MPa
- Coolant Temp. : 60 °C
- Melt Temp. : 345 °C

CAE Solution

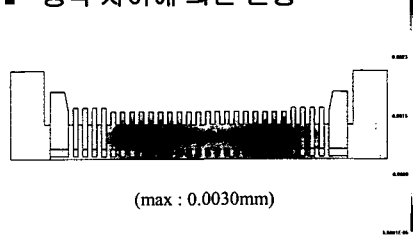
11

# 휨 요인 분석 (Case 3)

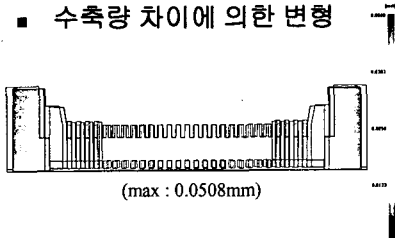
## ■ 전체 변형



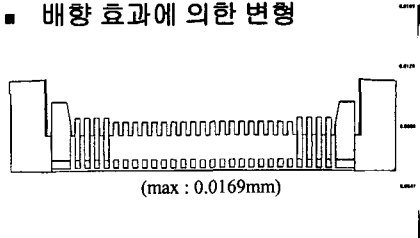
## ■ 냉각 차이에 의한 변형



## ■ 수축량 차이에 의한 변형



## ■ 배향 효과에 의한 변형



제품 변형의 주요 원인은 수축량 차이와 배향 효과의 차이 - 초기조건 보다 개선

CAE Solution

12

## 힘 요인 분석 (Case 4)

### ■ 전체 변형



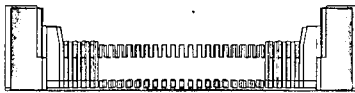
(max : 0.0437mm)

### ■ 냉각 차이에 의한 변형



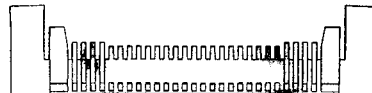
(max : 0.0019mm)

### ■ 수축량 차이에 의한 변형



(max : 0.05mm)

### ■ 배향 효과에 의한 변형

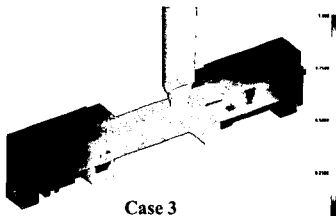


(max : 0.0169mm)

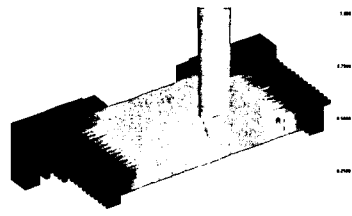
제품 변형의 주요 원인은 수축량 차이와 배향 효과의 차이-가장 많이 개선

## 해석결과

### ■ Frozen layer fraction

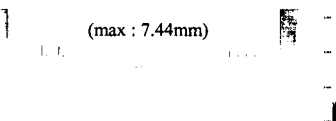


Case 3

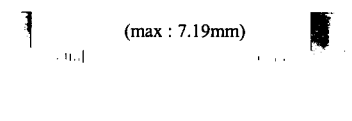


Case 4

### ■ Volumetric shrinkage



Case 3

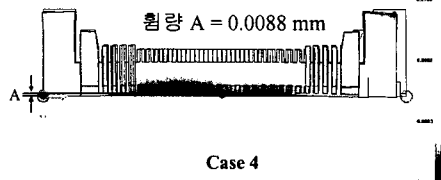
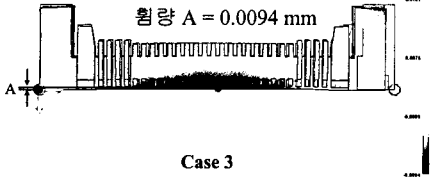


Case 4

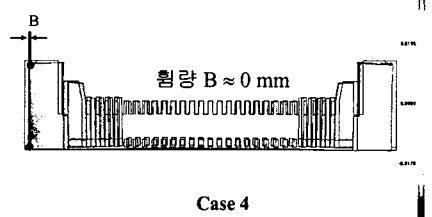
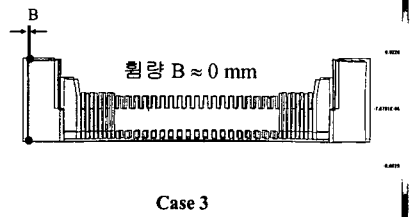
제품 두께의 변화로 보압전달이 원활하여졌고, 전체적인 수축량도 감소

# 해석결과 - 휨량

## Deflection : Z component



## Deflection : Y component

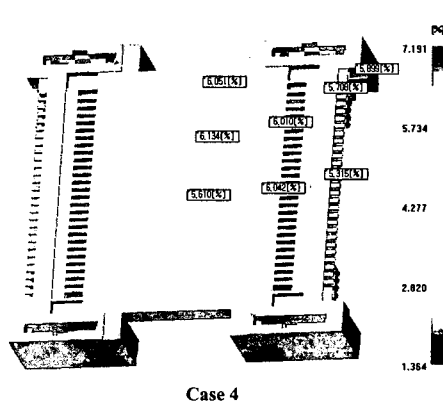
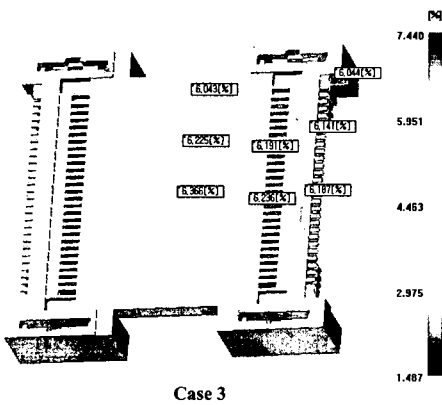


DM Software

15

# 해석결과

## 제품 바닥면에 대한 Volumetric shrinkage 분포



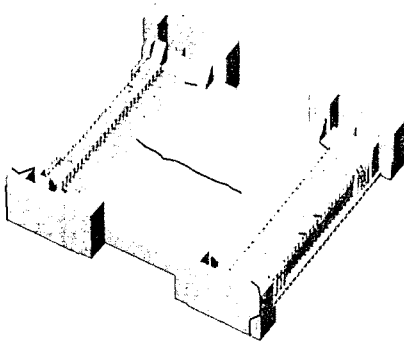
DM Software

16

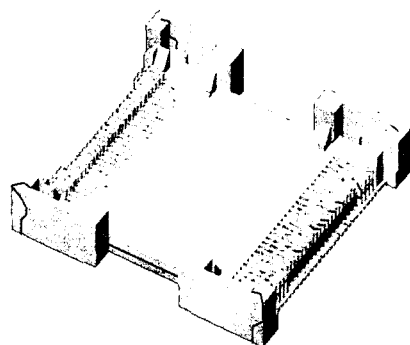


# 해석결과

## Weld line



2 Points gate : initial analysis, Case 1



1 Point Gate : Case 2

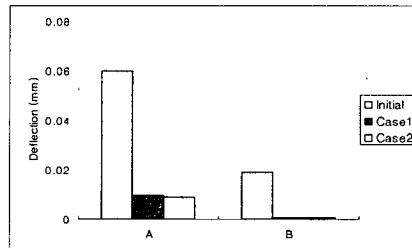
\* Gate를 1곳으로 하는 것이 제품 중앙의 weld-line의 생성을 방지

# 결과

## 제품의 휨량

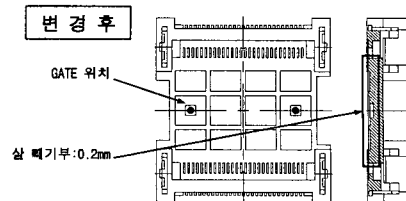
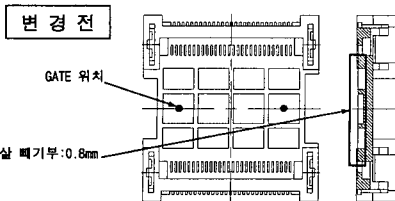
	휨량 A (mm)	휨량 B (mm)
초기 조건	0.060	0.019
Case 1	0.0094	0
Case 2	0.0088	0

• Case 1, Case2의 경우 제품의 휨량을 상당부분 개선  
 • Case 2의 경우 휨량 및 Weld line 개선이 가능하나 금형의 수정이 불가피 함



## 제품 변경

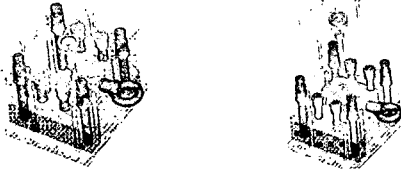
휨량을 제어하면서 금형 수정의 난이도를 고려하여 Case 1의 결과를 적용 함



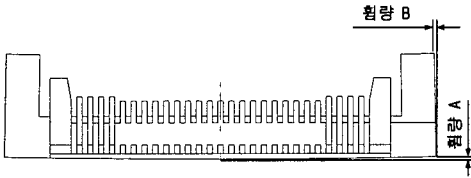
# 금형수정/제품성형 결과

## ■ 금형수정

제품 수정에 따른 상코어 일부 수정



## ■ 사출품의 휨 개선결과



구분	휨량 A (mm)	휨량 B (mm)
SPEC*	0.03이하	0.03이하
수정전	0.055-0.062	0.078-0.094
해석결과	0.0094	0
수정후	0.012-0.016	0.021-0.025

◆ 측정 : 3차원 비접촉 측정기, 공구현미경 이용

- CAE 성형 결과를 이용한 제품 성형 결과 제품 Spec 만족
- 해석 결과와 실험과의 오차가 발생하였으나 그 차이는 크지 않음

# 결론

## ■ 제품 불량률의 원인 규명

- CAE 해석을 통하여 제품의 변형 및 휨의 원인을 규명
- 사출품의 변형 원인은 보압과정시 충분한 압력이 전달되지 못하여 발생하였다. 따라서 제품전체의 원활한 보압전달로 균일한 수축을 달성

## ■ 변형 제어

- CAE를 이용하여 제품에 발생되는 휨을 개선
- 제품의 변형 중 가장 큰 문제가 되었던 것은 z 방향으로의 변형으로써, Case 2의 변형량이 최소이나 Case 1과 큰 차이 없음
- Case 2의 경우 Core 금형의 전체적인 수정이 불가피 하므로 금형의 수정을 최소화 하면서 최대의 효과를 가져 올 수 있는 Case 1를 고려
- Case 1의 경우 Initial Analysis와 z 방향으로의 변형량을 비교할 경우 최대 0.3mm 이하의 처짐량을 갖게 되어 제품의 치수 정밀도를 만족

## ■ 금형 수정 및 검증

- CAE를 통해 결정된 최적안을 제품 및 금형 수정에 적용
- 실험 결과 제품의 기본 Spec을 만족
- 해석결과와 실험결과와의 정성적 값 일치하나 정량적인 값에 차이 발생