


공정변수와 G/F 첨가에 따른 Weld Line의 강도

사출성형의 공정변수와 G/F 첨가에 따른 Weld Line의 강도

2004.11.30
금형가공 심포지엄

김현우, 홍형식, 원시대, 류민영*(서울산업대학교 금형설계학과)
오용근 (㈜새한테크)
나경환 (한국생산기술연구원)

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab




1

공정변수와 수지 첨가물에 따른 Weld Line의 강도연구

차 례

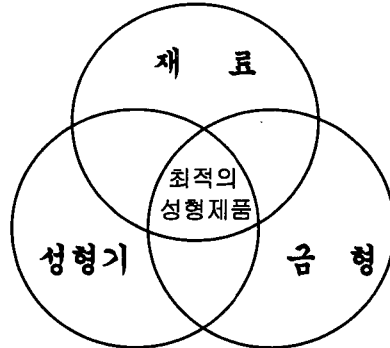
- 1 Introduction
- 2 Experimental
- 3 Results and Discussion
- 4 Conclusions

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



1. Introduction

플라스틱 성형의 3요소



1. 3요소가 최적화 되었을 때 최적의 성형제품을 얻음.
2. Weld Line의 최소화는 성형품의 외관 및 강성에 중요함.



Weld Line 배경

1. Hole이나 다점 Gate에서 사출 성형품에 Weld Line 발생
2. Weld Line 발생시 유동단면의 접합시 빈약한 결속력
3. Weld Line 부분의 외관 품질 저하
4. Weld Line의 기계적 강도 향상을 위한 방법 미비

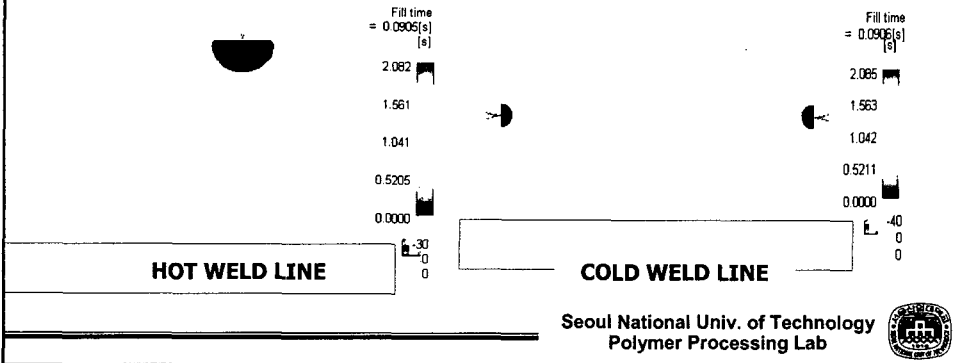


Weld Line 생성 및 분류

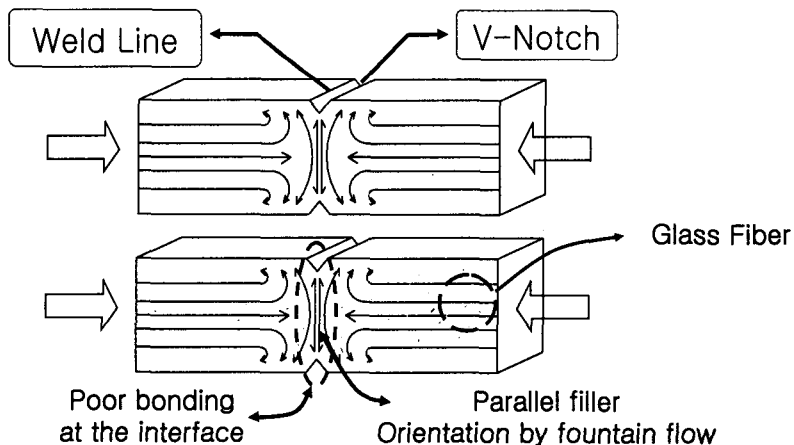
1. Weld Line 생성

- 두개 이상의 용융 수지가 만날 때 (다점 Gate)
- 수지의 분류 후 합류 될 때 (Insert Hole)

2. Weld Line 분류 (Hot Weld Line, Cold Weld Line)



Weld Line 구조



Weld Line 연구

1. Morphology of Weld Line

- K. Tomari 등 (1993)
- 송주호 등 (1996)
- T. Sembar 등 (1999)

2. Molding Condition

- S.C.Malguarnera 등 (1981)
- 김용조 등 (2001)
- 류민영 등 (2002)

3. Mold Design

- 김형수 등 (1997)
- 김지곤 등 (1997)
- 남지근 등 (1998)
- 이지연 등 (1998)
- 류민영 등 (2002)



Objective

1. 사출성형의 공정변수에 따른 Weld Line의 강도 연구
2. Resin에 따른 Weld Line의 강도 연구
3. 첨가물(Glass Fiber)의 함량에 따른 강도 연구
4. 피할 수 없는 Weld Line의 강도개선 방법 연구

※ Weld Line 부의 기계적 물성을 향상시킬 수 있는 제품설계 및 금형설계의 가이드라인 제시



2. Experimental

실험 조건

1. 사출성형 공정조건

Injection Temperature, Mold Temperature, Injection Pressure

2. 수지 및 첨가제의 함유량

Glass Fiber (10%,30%)

1) PP+G/F (HJ700 + CS04-147A)

2) PC+G/F (TRIREX 3020HF + CS05-473)

3. 금형설계 (시험편의 종류)

Non-Weld Line, Weld Line, Air-Vent,
Uneven Thickness, Rectangular Insert

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



사출성형 조건

1. Material & Molding Condition

Resin Grade (공급업체)	Injection Temperature (°C)	Mold Temperature (°C)	Injection Pressure (%)
PC TRIREX 3020HF (삼양사)	285, 300, 315	40, 60, 80	50, 65, 80
PP HJ700 (삼성종합화학)	210, 230, 250	30, 45, 60	35, 50, 65

※ Mold Temperature : Cavity 평균온도

※ Injection Temperature : Nozzle Temperature

※ Injection Pressure : 사출기 최대 사출압 1550kgf/㎠의 백분율

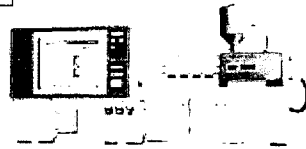
Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



실험 장비

1. 사출 성형기

- 성형기 : LG 사출 성형기 (IDE 140EN)
- 사출기 형체력 : 140 ton
- 최대사출용량 : 320 cm³
- Screw 직경 : 45 mm



Injection Machine

2. 인장 실험

- UTM Daeyoung TMaster TSM50
- 인장속도 : 50 mm/min
- 실험 시편 수 5개
- Max. Tensile Stress 측정
- ASTM D638 (TYPE 1)



인장 시험기

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



Experimental

- | | | |
|--------|--------|-----------------------|
| gate □ | | • Non-weld Line 시편 |
| gate □ | □ gate | • Weld Line 시편 |
| gate □ | □ gate | • Air Vent 시편 |
| gate □ | □ gate | • Uneven Thickness 시편 |



Rectangular Hole 시편

※ Delivery System

- 1) Gate 폭 : 19.0 mm
- 2) Gate 두께 : 1.0 mm
- 3) Runner : 6 mm × 4 mm

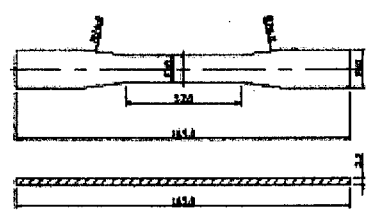
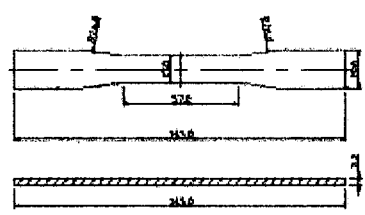
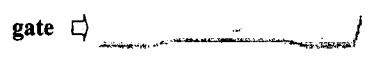
Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



Experimental

Non-weld Line 시편

Weld Line 시편



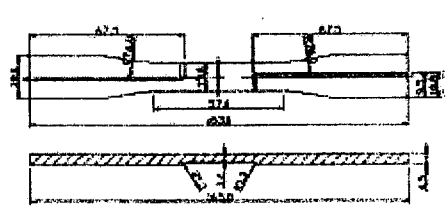
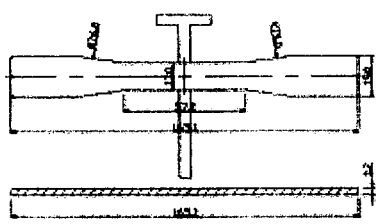
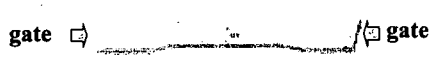
Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



Experimental

Air Vent 시편

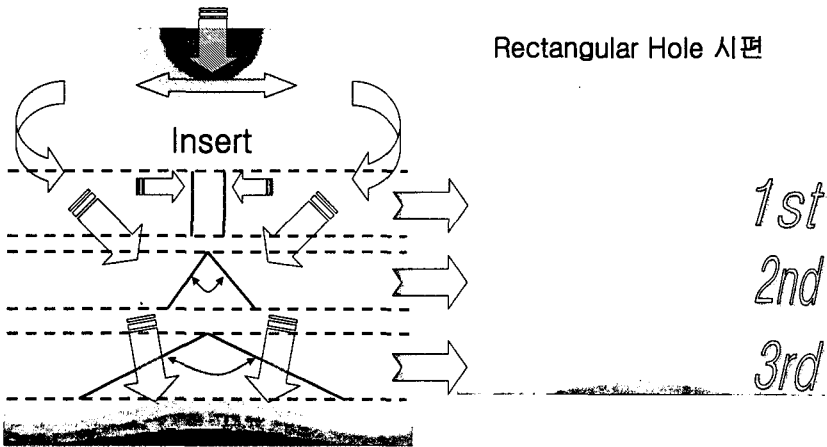
Uneven Thickness 시편



Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



Experimental

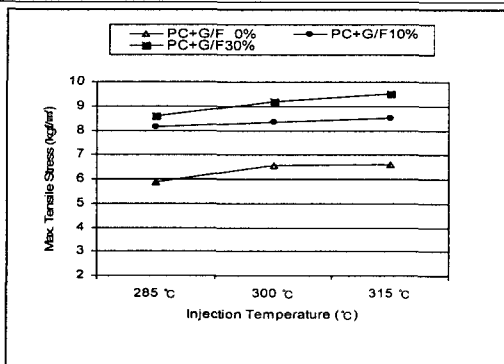


Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



3. Results and Discussion

PC Non-Weld Line 시편의 인장강도



Non-Weld Line 시편

gate □

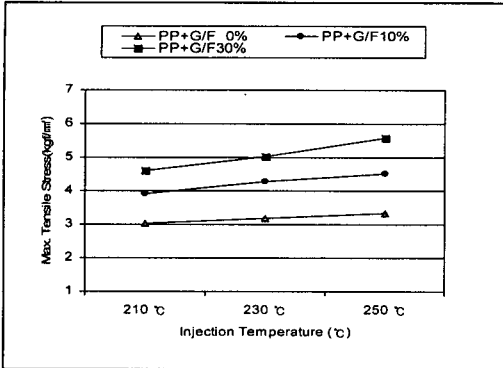
Injection Pressure : 50 (%)
Mold Temperature : 60 °C

- ◆ Glass Fiber의 양이 많을수록 인장강도 증가함.
- ◆ 수지온도가 높을 수록 인장강도 증가함.

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



PP Non-Weld Line 시편의 인장강도



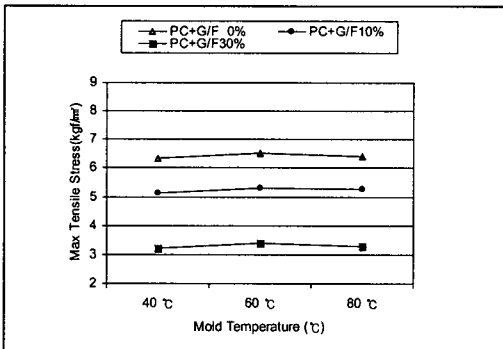
Non-Weld Line 시편
gate □

Injection Pressure : 50 (%)
Mold Temperature : 45 °C

- ◆ Glass Fiber의 혼합량이 증가 할수록 인장강도 증가
- ◆ 수지온도가 높을수록 인장강도 향상됨.



PC Weld Line 시편의 인장강도



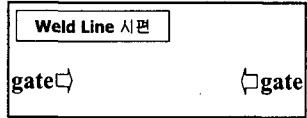
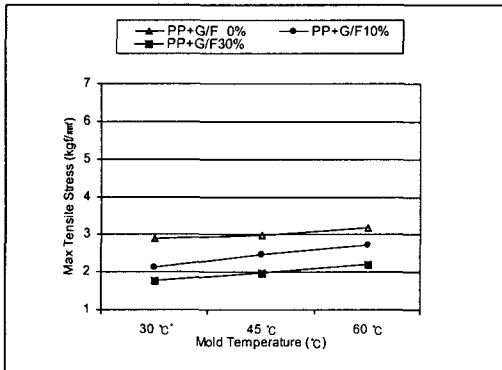
Weld Line 시편
gate □ □ gate

Injection Pressure : 50 (%)
Injection Temperature : 315 °C

- ◆ Glass Fiber 혼합으로 오히려 Weld부 인장강도 저하
- ◆ 금형온도 증가에 따른 인장강도의 증가는 미미함.



PP Weld Line 시편의 인장강도



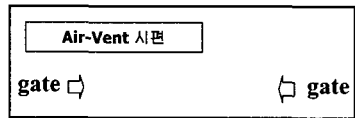
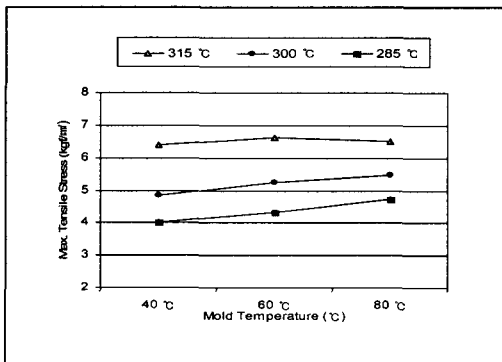
Injection Pressure : 50 (%)
Injection Temperature : 250 °C

- ◆ Glass Fiber 혼합으로 오히려 Weld부 인장강도가 저하
- ◆ 금형온도가 높을수록 인장강도는 미미하게 증가함.

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



PC Air Vent 시편의 인장강도



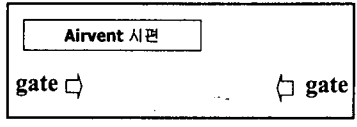
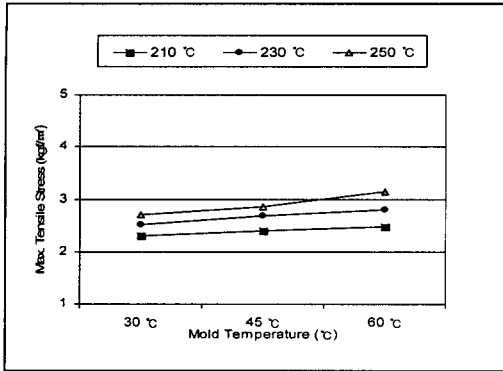
Injection Pressure : 50 (%)
PC+G/F 0%

- ◆ 수지 · 금형온도가 높을수록 인장강도 증가
- ◆ Weld Line부에 Air-Vent를 설치하여 공기의 배출이 용이하여 강도 증가

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



PP Air Vent 시편의 인장강도



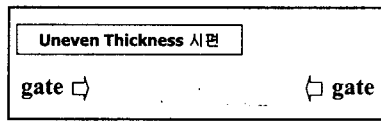
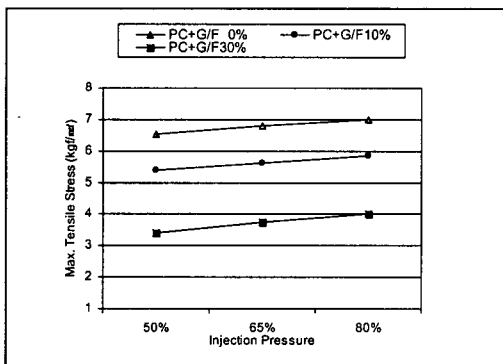
Injection Pressure : 50 (%)
PP+G/F 0%

- ◆ 수지 · 금형온도가 높을수록 인장강도 증가
- ◆ Weld Line부에 Air-vent를 설치하면 인장강도 증가

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



PC Uneven Thickness 시편의 인장강도



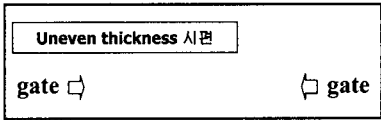
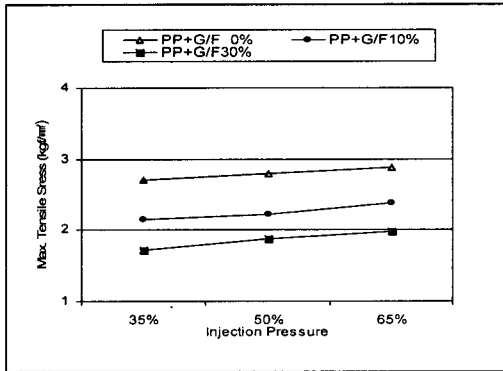
Injection Temperature : 315 °C
Mold Temperature : 40 °C

- ◆ 사출압력이 증가함에 따라 인장강도 증가
- ◆ Glass Fiber의 함유량이 증가할수록 인장강도 약화

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



PP Uneven Thickness 시편의 인장강도



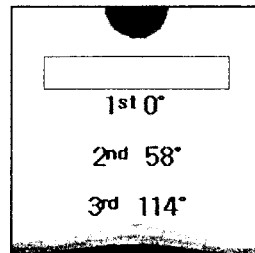
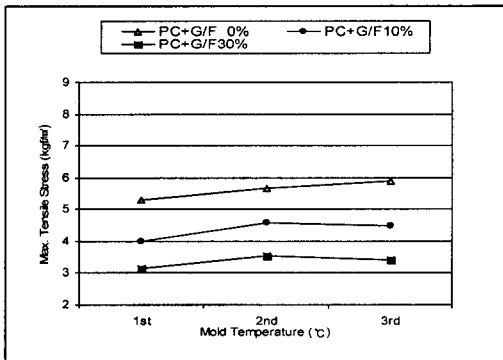
Injection Temperature : 250 °C
Mold Temperature : 30 °C

- ◆ 압력이 증가할수록 인장강도 증가
- ◆ Glass Fiber 혼합으로 인장강도 저하

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



PC Rectangular Insert 시편의 인장강도



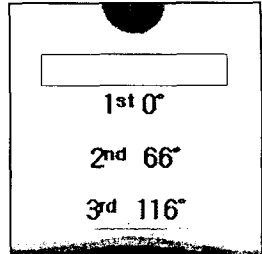
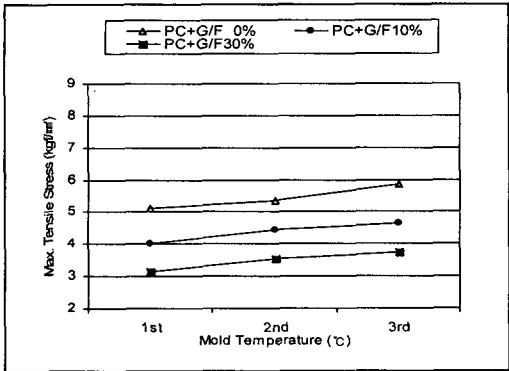
Injection Temperature : 315 °C
Mold Temperature : 40 °C
Injection Pressure : 50 %

- ◆ 시편은 합류각이 증가할수록 인장강도 증가
- ◆ 3rd의 경우 압력 및 온도 저하로 인장강도 약화

Seoul National Univ. of Technology
Polymer Processing Lab



PP Rectangular Insert 시편의 인장강도



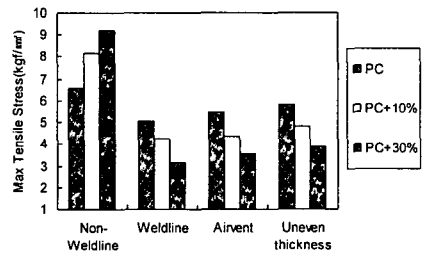
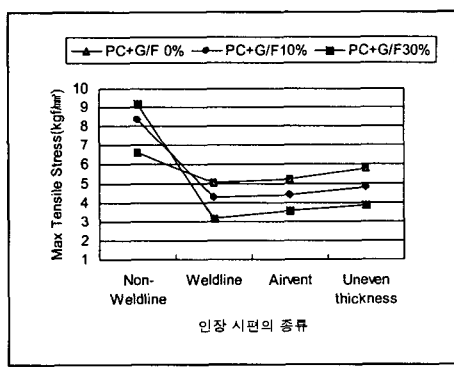
Injection Temperature : 250 °C
 Mold Temperature : 45 °C
 Injection Pressure : 50 %

- ◆ 시편은 합류각이 증가할수록 인장강도 증가
- ◆ 첨가제의 혼합으로 강도저하

Seoul National Univ. of Technology
 Polymer Processing Lab



PC 각 시편별 인장강도 비교



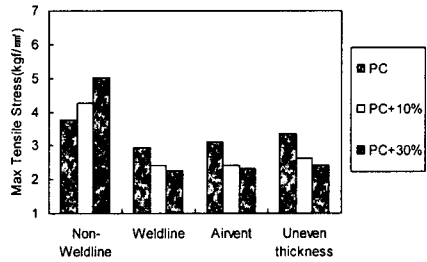
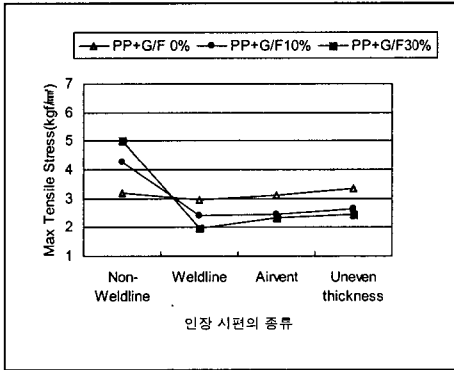
Injection Temperature : 300 °C
 Mold Temperature : 60 °C
 Injection Pressure : 50 %

- ◆ Non-Weld Line 시편은 Glass Fiber의 영향으로 인장강도 증가
- ◆ Weld Line 부분에 유동선단의 접촉각을 조절하면 인장강도 증가

Seoul National Univ. of Technology
 Polymer Processing Lab



PP 각 시편별 인장강도 비교



Injection Temperature : 230 °C
 Mold Temperature : 45 °C
 Injection Pressure : 50 %

- ◆ Non- Weld Line 시편은 첨가제의 영향으로 인장강도 증가
- ◆ Weld Line 생성부가 있는 시편은 첨가제의 영향으로 인장강도 저하

Seoul National Univ. of Technology
 Polymer Processing Lab



4. Conclusions

1. 성형조건에 따른 영향

- 수지온도 - 고온일수록 결합력이 우수하여 인장강도 증가
- 금형온도 - 고온일수록 유동성이 향상되어 인장강도 증가
- 성형압력 - 압력 상승함에 따라 Weld Line부 강한 결합을 유도하여 인장강도 증가

2. 제품 설계에 따른 영향

Weld Line : Weld Line 시편은 Non-Weld Line 시편보다 강도 약화

Air-Vent - Weld부에 설치되어 에어의 배출이 용이하게 되어 수지의 결합력 향상

Uneven Thickness - 유동선단의 흐름이 변화하여 Weld부의 접촉면적이 커져 가장 좋은 강도값을 나타냄.

Seoul National Univ. of Technology
 Polymer Processing Lab





3. 수지에 따른 영향

PC - 온도가 높을 수록 성형성이 좋아져 Weld Line에 효과적

PP - 고온에서 성형하는 것이 Weld Line 강도 보강에 효과적

4. 첨가제에 따른 영향

Non-Weld Line 시편에서는 Glass Fiber의 함유량이 증가 할수록

Weld Line의 인장강도는 증가하나 Weld Line을 포함한 시편에서

Glass Fiber는 Weld Line 부분에서 흐름방향에 수직하고 Weld 평면에

평행한 배향으로 인한 Weld Line의 인장강도 저하

5. Meeting Angle에 따른 영향

금형 설계시나 제품 설계시 서로 수직 배향되지 않게 두께 조절이나

흐름조절을 하여 합류각을 증가시켜 피할 수 없는 Weld Line의 결함을

줄일 수 있음.

