SCREW & CYLINDER

기 술 자 료

케 이 씨 에 스 ㈜

목 차

1. 정의

2. 명칭 및 역할

3. 최적의 스크류직경

4. 스크류 시린더 손상에 대한 원인 분석

5. 성형불량 원인 및 대책

4. 스크류 실린더 손상에 대한 원인 분석

- 소재구조 (저가, 고기능) 25%
- 구조 (압축, 직경) 및 디자인 8%
- 플라스틱 수지 (첨가제, 난연재, 부식성) 25%
- 사용량 (사이클타임) 20%
- 성형조건 (회전수 배압 온도) 20%
- 유지관리 2%

1) 스크류 실린더의 마모에 의한 성형불량

(1) 계량 위치의 변화

스크류 실린더의 마모 및 스크류 헤드의 파손으로 인하여 발생하는 현상으로
사출시 잔량이 일정하지 않고 보압을 형성할 수 없어 정상적인 성형조건이 불가능하다.
성형물의 치수와 중량이 일정치 않음으로서 정밀성형이 불가능 하다.

(2) 미성형 및 수축

계량시 수지가 역류하거나 미충전되어 발생하는 현상이다.

(3) 사이클타임 지연

계량위치가 일정하지 않고, 계량시 수지역류 및 공회전으로 인한 사이클타임 지연으로
생산성이 저하된다.

2) 스크류 디자인에 의한 성형불량

(1) 흑점 및 흑선

스크류 디자인이 적합하지 않거나 표면조도가 나쁨으로서 수지가 장시간 체류하여
탄화가스가 발생하여 생기는 현상이다.

(2) 성형품 내구성저하

가스발생으로 수지의 물성치를 변화시켜 수지의 특성이 상실되어 성형품의 내구성이 저하된다.

(3) 기포

수지가 장시간 체류하거나 원활하게 이송되지 못하면 기포가 발생한다.

3 최적의 스크류 직경

스크류 직경대비 계량 스트로크가 상대적으로 너무 적거나 너무 큰 경우 열적 문제나 표면 불량이 발생할 수 있다.
따라서 적정 사출량에 적합한 스크류 직경을 선택하는 것이 중요하다.
스크류 직경의 1~3D 계량 스트로크(최소 0.8D, 최대 3.5D)에서 적정사출량이 형성되는 것이 적합하다. 또한 바렐내 수지 체류 시간은 평균 4분이내에 형성되어야 한다.
작은 직경의 스크류는 사출압력이 높으나 이론사출용적과 사출율이 적어지고, 큰직경의 스크류는 사출압력이 낮아지나 이론사출용적과 사출율은 커진다.

○ 스크류 직경보다 계량 스트로크가 작은 경우의 단점 (1D이내)

- 열적으로 민감한 플라스틱에 긴 체류기간 제공한다.
- 상대적으로 긴 반응시간이 소요되며 역류방지 밸브의 반응시간의 편차발생 한다.
- 사출 속도를 내기 어렵다.

○ 스크류 직경보다 계량스트로크가 3배이상인 경우의 단점 (3D이상)

- 완전히 용융되지 않은 재료에 의한 줄이 발생 한다.
- 기포가 발생 한다.
- 열적으로 불균일한 용융상태

사출속도(mm/s) = 이론사출율(cm^3/s) ÷ 스크류 단면적(cm^2) x 10

스트로크(mm) = 이론사출용적(cm^3) ÷ 스크류 단면적 (cm^2) x 10

스크류 단면적(cm^2) = $3.^{1416}$ x 스크류반경(cm) x 스크류 반경(cm)

가소화 능력 계산식

Q(kg/hr) = 1.21.29 x d2 x h x N x p x 50 /1000
Q ; 가소화 능력
d2 ; SCREW 경
h ; SCREW 선단부 높이
N ; SCREW 회전수
P ; 수지 비중
50 ; 모터 의 Hz (만약 60Hz 이면 60 으로 변경)

사출율 계산식

k(cm2/sec) = d2/D2 x Q(1/min) x d1 x 100 / 60
k = 사출율
d2 = SCREW 경
D = CYLINDER 내경
d1 = 피스톤 로드경
Q = pump 토출량

(4) 재질에 따른 분류

최근 수지의 물성을 향상 시키기 위하여 수지에 유리섬유나 휠라 (Filler) 를 첨가한 소위 강화 프라스틱 수지 및 슈퍼엔프라 수지등 다양한 수지가 개발되어 이에 적합한 내구성을 유지하기위해 다양한 종류의 내마모, 내부식 소재의 스크류를 선택하여 사용하여야 한다.

	재 질	용 도	비 고
스크류	DHP40	고내마모용	내마모 (GF 10%)
	DHP50	내마모,내부식용	내식,내마모 (GF 30%)
	DHP60	내마모,내부식용	내식,내마모 (GF 50%)
	DHP70	고내마모,내부식용	특수사양
	DHP80	고내마모,내부식용	특수사양

3) 스크류 헤드, 체크링, 스페샬링의 구분

(1) 스크류 헤드 (토피트)

- 돌기형 : 2~4부분에 체크링의 돌기 부분이 조립될수 있도록 케터홈을 주어서 수지의 흐름을 유용하게 한다. 스크류 헤드와 체크링과의 마모량이 없다.
- 일반형(프리링용) : 스크류 헤드에 다량적으로 커터홈 및 각도를 주어 수지의 흐름을 원활히 하는 반면 스크류 헤드와 체크링과의 마모가 발생한다.

(2) 체크링 (역류 방지링)

- 돌기형 : 돌기처럼 앞부위가 뽀족하게 나와서 돌기형이라 한다. 계량시 스크류와 동일하게 회전하고 일반 범용수지등 모든 작업에 용이하며, 사출 행정 거리 부분(바렐)에 마모가 발생한다.
- 일반용(프리링용) : 강한 수지의 사용에 용이하며, 스크류 헤드와의 마모가 발생하고, 사출 행정구간의 마모율이 적다.
- 체크링 외경의 최대허용 마모
  (저점도 수지 / 0.05 m/m, 고점도 수지 / 0.1 m/m)

(3) 워셔 (스페샬 링)

- 스크류 헤드와 스크류와의 중간에서 저항을 방지 한다.
- 사출시 체크링과의 틈새를 줄여 역류를 방지 한다.

(2) 기계적인 정밀도

수지를 고체에서 유동체로 변화시키는 과정에서 일어나는 수지의 체적 변화에
의한 GAS발생과 스크류 회전시 바렐과의 마찰열 발생을 억제 시키기 위해서는
최대한의 정밀도와 직진도 (+ 0.02) 를 유지하여야 한다.

(3) 스크류의 조도

스크류 디자인과 함께 품질을 결정하는 가장 중요한 요소이다.
스크류골과 플라이트면의 조도가 성형동작 (공급과 수지흐름)에 영향을 미친다.
표면 조도가 나쁘면 수지의 유동성을 감소시켜 체류 GAS 및 탄화물이 생성된다.
기존에는 열처리 전후의 버핑 및 크롬 도금 하는것이 일반적이었다.
현재는 양질의 조도를 형성하기 위하여 다양한 코팅방법을 사용하고 있다.
여기서 유의해야 할 점은 코팅전의 표면조도는 Ra -0.2 이하를 유지하여야만 양질의
코팅제품을 얻을 수 있다.

COATING 종류별 특징			
	Futura nano	CrN	TiN
고유색상	Gray Violet	Silver	Gold
박막경도(HV0.025)	3300	1750	2300
박막두께(㎛)	1.5~5.0	1.5~1.0	1.5~5.0
열적 안정성	900℃	700℃	595℃
적용분야	GF함유재료	광학렌즈 및 테프론계열	광학용렌즈,도광판,기패드
	PA,PBT	PMMA,PVC,PU,POM	PC,PMMA

TiAlN코팅	CrN코팅	TiN코팅
연삭제가함유된수지 GF함유량이 40% 이상인수지 우수한 마모방지	불소 및 염소 함유 수지 동 활성 성분이 포함된 수지 우수한 부식방지	우수한 유동성 용착 형성 감소 이형성 개선 마모방지

2) SCREW

균질의 용융재료를 안정적으로 공급하기 위한 이송장치로서
품질을 결정하는 가장 중요한 부분이다.
이것을 결정하는 요소로서는

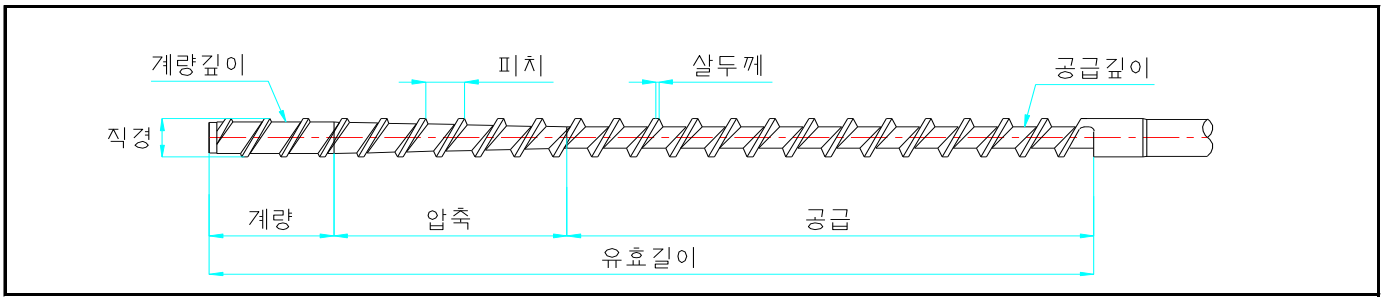
- 수지의 물성에 적합한 디자인
- 기계적인 정밀도
- 스크류조도
- 수지에 적합한 내구성 재질 등이 있다.

○ 스크류 유효 L/D 비율

사출스크류 20 ~ 22 : 1
압출스크류 32 ~ 36 : 1
경화성스크류 : 페놀16 ~ 18 : 1 , PVC 20 ~ 22:1

(1) 스크류 디자인

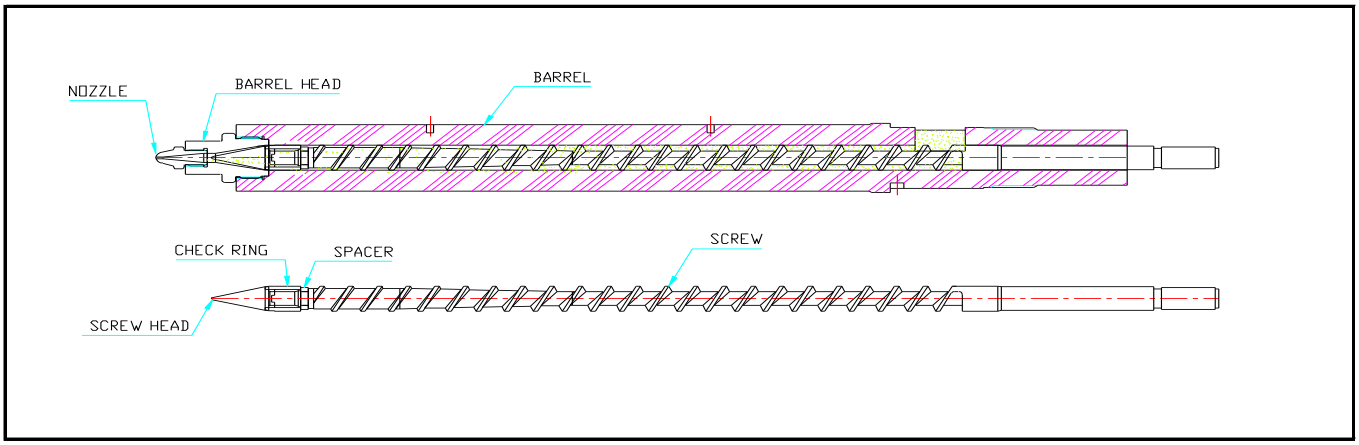
스크류 디자인에 의해 재료의 혼련상태나 가소화 능력이 크게 변화므로 수지의 물성에 적합한
설계가 요구된다.



○ 사용원료별 스크류종류

- 일반스크류 : 일반 범용 원료에 사용하는 스크류 (압축비 2.8:1)
- PC전용 스크류 : 성형기 조건에 주의하여야 함. 성형기의 특성에 맞게 스크류경을 설계한다.
  수지자체가 강성을 갖고 있기 때문에 압축구간을 길게 가져야 한다. (압축비 2.4:1)
- 나일론 전용 스크류 : 정전기 발생과 미끄럼성이 있기때문에 공급부를 깊게하여 공급력을 유지하여야한며
  수지의 용융시 급격한 체적변화 일어나기 때문에 압축구간을 짧게 가져가야 한다(압축비 3:1)
- 아세탈 전용 스크류 : 아세탈 특유의 GAS발생을 억제하며 물성을 최적으로 유지시키게 제작한다. (2.5:1)
- PVC전용 스크류 : 열에 민감성을 갖는 수지이므로 PVC 전용 스크류에서도 두 종류로 분할할 수 있다.
  PVC연질 스크류 (S-PVC 압축비 2.5:1) ,
  PVC경질 스크류 (H-PVC 압축비 2:1 , C-PVC 압축비 1.7:1)
- 열경화성 스크류 : 열경화성 원료의 특성에 따른 제작

2. 명칭 및 역할



1) CYLINDER(바렐)

가열장치로써 일정한 용융온도를 유지시켜 주기위한 열안정성(실린더두께)이 요구된다.

또한 스크류 회전시 불필요한 마찰열이 발생하는것을 방지하기 위하여

정밀한 직진도 (+0.02)가 유지되어야 한다.

마모는 스크류 헤드가 유동하는 선단부분(최종4D)에서 발생되는 마찰 및 부식 GAS

에 의한 마모와, 계량시 수지 투입구(최초5D)에서 발생되는 마찰에 의한 마모가 주로 이루어진다.

● 최대허용마모: 저점도수지 -0.1mm, 고점도수지 -0.2mm

바이메탈 CYLINDER

종 류		H-02	H-305	H-507	H-503	H-60	H-70	H-801	H-802
특 성		내마모용	내불소수지용	내마모용	내마모용 내부식용	고내마용 내부식용	초내마모용 내부식용	고내마모용 내부식용	초내마모용 내부식용
합 금 계		Fe-Ni-B	Ni-Cr-Si-B-Cu	Co-Cr-B	Ni-Co-Cr-Si-B	Ni-Co-Cr-Si-B+ 특수카바이트	Ni-Co-Cr-Si-B+ 특수카바이트	Ni-Cr-Si-B 특수카바이트	Ni-Cr-Si-B+ 특수카바이트
경도(HRC)		55~65	45~53	45~58	50~60	53~62	55~64	55~63	60~67
종탄성계수 Gpa(Kg/㎟)		181.4(18500)	205.9(21000)	196.1(20000)	205.9(21000)	215.7(22000)	215.7(22000)	205.9(21000)	205.9(21000)
열팽창계수	15~250℃	10.0X10-6	13.0X10-6	11.6X10-6	11.8X10-6	11.4X10-6	11.2X10-6	11.5X10-6	10.5X10-6
(/ ℃)	15~400℃	10.5X10-6	13.5X10-6	12.1X10-6	12.5X10-6	12.0X10-6	11.8X10-6	12.0X10-6	11.0X10-6

1. 정 의

사출성형에 있어서 가장 핵심적인 부분인 가소화장치 SCREW & CYLINDER 의 역할은
열적으로 기계적으로 수지를 고체상태에서 유동체로 변화시켜 균질의 용융재료를
공급하는 것이다.
이과정에서 품질에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 다양한 수지에 적합한 소재의 선택,
기계적 디자인, 사출성형조건 (용융온도,계량,속도,배압,보압) 등이다.

● 이론사출량

1회 사출에서 실제로 사출되어지는 용융재료의 최대중량.

사출량(g) = 이론사출용적(㎤) x 용융재료의 밀도(g/㎤)

$V=\pi/4\ D^2 \times S \times L$

V: 이론사출용적　　D: 스크류직경
S: 비중　　L: 스트로크

*각 수지별 비중

PS	ABS	PVDF	LCP	PEEK	PA	PC	PE	PMMA	POM	PP	경질PVC	연질PVC
1.05	1.04	1.79	1.4	1.32	1.14	1.2	0.91	1.17	1.41	0.9	1.4	1.02

5 성형불량 원인 및 대책

불량	현상	원인	대책
Silver streak	성형품 표면에 수지의 흐름 방향으로 생기는 가는 선	Pellet중의 수분 수지의 과열분해	Pellet 건조 Air shot로 용융 수지의 발포 상태를 본다
Sink mark	표면에 부분적으로 발생하는 오목현상	고화시 수축이 보압에 의해 충분히 보완되지 않음	보압 시간을 길게 한다.
Flash	틈새에 용융된 수지가 흘러들어가 생기는 불필요한 부분	형체력 부족 고압의 사출압 고속의 사출속도	형체력 증가 사출입, 보압 낮춤 사출속도 낮춤
Flow mark	충전되면서 유동 궤적이 생기는 현상 게이트를 중심으로 동심원으로 생성	냉각된 부분에 용융수지가 다시 밀려 들어오며 생김	gate를 넓히고 사출속도 감속 Gate위치 변경 수지 및 금형온도 높임
태움	생성품의 일 부분이 검게 타는것	수지의 과열 또는 체류시간이 길다. Pellet에 들어간 공기가 빠져 나가지 못함.	실린더노즐의 체류부의 점검 소용량 성형기 사용 배압을 높여 hopper로 기체 방출
Void (기공)	성형품 내부에 생기는 빈 공간 진공포 기포	사출압이 낮다. 냉각의 불균일	급냉하지 않는다. 온도를 낮춰 압력을 높임.
Short shot	성형품 일부가 성형되지 않는 현상	금형 온도, 수지온도의 저온, 유동성이 나쁘다. 게이트 밸런스 불량	실린더 온도 증가 사출속도 증가 스프루,러너 게이트 증가
Weld line	수지가 합류하는 곳에 생기는 가는 선	수지의 흐름 불량 수지중에 수분, 휘발유가 포함	수지를 충분히 건조 에어벤트를 설치

5 성형불량 원인 및 대책

불량	현상	원인	대책
Silver streak	성형품 표면에 수지의 흐름 방향으로 생기는 가는 선	Pellet중의 수분 수지의 과열분해	Pellet 건조 Air shot로 용융 수지의 발포 상태를 본다
Sink mark	표면에 부분적으로 발생하는 오목현상	고화시 수축이 보압에 의해 충분히 보완되지 않음	보압 시간을 길게 한다.
Flash	틈새에 용융된 수지가 흘러들어가 생기는 불필요한 부분	형체력 부족 고압의 사출압 고속의 사출속도	형체력 증가 사출입, 보압 낮춤 사출속도 낮춤
Flow mark	충전되면서 유동 궤적이 생기는 현상 게이트를 중심으로 동심원으로 생성	냉각된 부분에 용융수지가 다시 밀려 들어오며 생김	gate를 넓히고 사출속도 감속 Gate위치 변경 수지 및 금형온도 높임
태움	생성품의 일 부분이 검게 타는것	수지의 과열 또는 체류시간이 길다. Pellet에 들어간 공기가 빠져 나가지 못함.	실린더노즐의 체류부의 점검 소용량 성형기 사용 배압을 높여 hopper로 기체 방출
Void (기공)	성형품 내부에 생기는 빈 공간 진공포 기포	사출압이 낮다. 냉각의 불균일	급냉하지 않는다. 온도를 낮춰 압력을 높임.
Short shot	성형품 일부가 성형되지 않는 현상	금형 온도, 수지온도의 저온, 유동성이 나쁘다. 게이트 밸런스 불량	실린더 온도 증가 사출속도 증가 스프루,러너 게이트 증가
Weld line	수지가 합류하는 곳에 생기는 가는 선	수지의 흐름 불량 수지중에 수분, 휘발유가 포함	수지를 충분히 건조 에어벤트를 설치