

드럼세탁기용 커플링 부품 다이캐스팅 금형개발

박종남¹, 노승희^{1*}, 이동길²
¹조선이공대학교 기계과, ²(주)엔씨티

Development of Mold for Coupling Parts for Drum Washing Machine

Jong-Nam Park¹, Seung-Hee Noh^{1*}, Dong-Gil Lee²

¹Department of Mechanical Engineering, Chosun College of Science & Technology
²NCT Co., Ltd.

요약 본 연구의 목적은 소비자 및 현장의 니즈에 부합하면서 다이캐스팅으로 생산할 수 있는 커플링 부품을 개발하고자 하였으며, 유동 및 응고해석을 기반으로 다이캐스팅 금형 설계, 제작, 및 사출조건 최적화 도출을 실시하였고 사출된 제품의 측정 및 평가를 수행하였다. 유동해석을 통하여 캐비티 내부가 100 % 충전되기 위한 적정한 사출조건은 용탕의 온도 670 ℃, 사출속도 1.164 m/s, 충전압력 6.324 ~ 18.77 MPa로 분석되었다. 또한, 응고율이 69.47 %일 때 4개의 캐비티 모두에서 100%에 근접하는 응고가 발생됨을 알 수 있었으며, 이를 기초로 시사출 조건설정 등에 응용하였으며 그 결과 사이클 타임은 약 6.5초로 도출되었다. 다이캐스팅으로 시사출된 제품의 표면 및 내부의 품질 검사를 수행한 결과 성형불량 및 기공 등의 결함은 전혀 발견되지 않았으며, 주요 개소의 치수를 측정한 결과 모든 항목에서 허용하는 공차 이내의 값을 보였다. 또한, 게이트로부터 약 45 mm 이격된 곳의 평균 경도값은 97.7(Hv)로 나타나는 등 전체적으로 양호한 치수 및 품질의 부품을 제작할 수 있었다.

Abstract This study conducted a prototype development and evaluation by performing die-casting mold design, mold manufacturing, and injection condition optimization based on flow and solidification analysis to meet the needs of the coupling parts produced by die casting. Through flow analysis, the injection conditions suitable for 100% filling in the cavity were found to be a molten metal temperature of 670 ℃, injection speed of 1.164 m/s, and filling pressure of 6.324~18.77 MPa. In addition, solidification close to 100 % occurred in all four cavities when the solidification rate was 69.47 %. A defect inspection on the surface and inside the product revealed defects, such as poor molding and pores. In addition, the dimensions of the injected product were within the target tolerance and showed good results. Through the feedback of the results of flow and solidification analysis, it was possible to optimize the mold design, and the injection optimization conditions were confirmed to be a total cycle time of approximately 6.5 seconds. Good quality carrier parts with an average surface hardness of approximately 45 mm from the gate measured at 97.48(Hv) could be produced.

Keywords : Coupler, Die Casting, Flow and Solidification Analysis, Vickers Hardness, Defect Inspection

*Corresponding Author : Seung-Hee Noh(Chosun College of Science & Technology)

email: sh978@cst.ac.kr

Received April 1, 2020

Accepted June 5, 2020

Revised May 8, 2020

Published June 30, 2020

1. 서론

최근에 드럼세탁기 시장은 소비자의 욕구 변화로 부피가 크고 중량물의 세탁이 가능한 대용량이며 공간절약을 위한 콤팩트화를 선호하고 있다. 이에 발맞춰 생산자는 소비자의 욕구를 충족시키기 위해 주축 모터의 회전만으로 벨트구동에 필요한 손실이 없으며, 큰 동력전달과 콤팩트화 및 효율화가 가능한 추세로 변화를 시도하고 있다. 대표적인 것이 동력전달장치를 직접구동방식으로 변모하고 있는 것이다.

직접구동방식 드럼세탁기의 구동에 핵심적인 구성 부품은 축(shaft), 로터(rotor), 스테이터(stator)와 커플러(coupler)가 있다. 직접구동방식은 전력이 공급되면 로터의 회전에 의하여 스플라인(spline) 축이 회전을 하게 되며, 이 회전력은 축에 장착되어진 커플러에 동력이 전달되어 드럼을 직접적으로 회전시킨다. 커플러의 역할은 모터의 회전력을 드럼에 전달시키는 매우 중요한 부품이다. 근래에는 대용량의 드럼세탁기가 출시되면서 드럼을 회전시키는 중요한 역할을 수행해야 할 커플러는 더욱 가혹한 운전이 요구되므로 동력전달 손실이 적으면서 고출력이 가능한 방향으로 변화가 요구되고 있다[1].

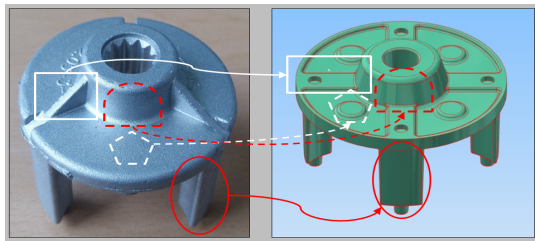


Fig. 1. Comparison of existing(left) and new product (right)

Fig. 1은 기존 대비 변화가 요구되는 형상 및 구조를 나타내고 있다. 그림에 나타난 바와 같이 대표적인 요구 사항은 다리(leg)의 수량 변경(기존 3개에서 4개), 리브의 형상 변경, 테이퍼 및 라운드 변경 및 중앙 홀 변경 등이 있다. 그러나 다이캐스팅 제품의 형상과 치수 등이 변화가 이루어질 경우 용탕의 유동특성 및 결함발생 등이 완전히 달라지므로 관련 기술적인 고찰과 분석 등이 수반되어야 하며 이에 대한 다수의 연구가 보고되었다[2,3].

따라서 본 연구는 다이캐스팅으로 생산되는 커플링의 현장 니즈에 부합하고자 하는 목적으로 다이캐스팅 금형 설계, 금형제작 및 사출조건 최적화를 실시하여 시제품

개발 및 평가를 수행하였다. 또한, 기존 제품과의 비교 및 평가 보다는 결함 최소화 도모를 위한 새로운 캐리어 부품의 다이캐스팅에 관하여 기술하고자 한다.

2. 설계 및 제작

캐리어 제품에 대한 다이캐스팅 유동해석을 위한 3차원 모델링 및 설계는 솔리드웍스 및 오토캐드 프로그램을 사용하였다. Fig. 2는 캐리어 부품에 대한 치수와 형상을 나타내고 있다. 금형설계 및 모델링은 캐리어 상판 및 하판과 캐리어 상코어 및 하코어 등으로 구분하여 진행하였으며, 전체적인 금형의 모델링 및 제작된 금형의 대표적인 사진을 Fig. 3에 나타내었다.

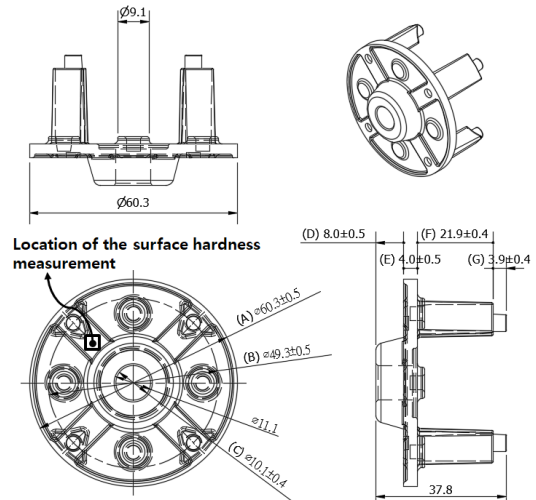


Fig. 2. Design and shape of the carrier

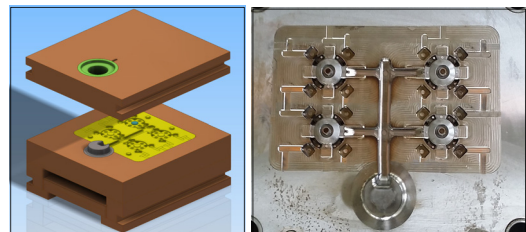


Fig. 3. Modeling and mold for carrier part

3. 유동 및 응고해석

3.1 해석조건

알루미늄 다이캐스팅 유동 및 응고 시뮬레이션 시 주로 고찰하는 방법은 용탕 및 금형온도, 주입온도 및 속도 등의 변수에 기인한 충전 및 응고상태를 분석하며 최적화를 도출하는 연구 등이 일반적으로 수행되고 있으며 [4,5], 본 연구에서도 유사한 방식으로 수행되었다.

시뮬레이션에 사용한 프로그램은 Magma 6.2이며, 4개 캐비티로 구성된 제품과 런너 등으로 구성된 모델링의 메쉬(mesh)는 총 92,584,800개 이었고 전체적인 체적은 28.24 cm³에 해당하였다.

다이캐스팅용 소재는 알루미늄 합금(ADC12)이며, Table 1에 화학적 성분을 나타내었다. 유동 및 응고해석에 필요한 주요 파라미터 및 설정 값은 Table 2에 나타내었다. 다이캐스팅 머신은 플런저 직경은 60 mm인 수평형 냉가압실 형식을 적용하여 용융금속 온도 670 °C, 금형 온도 150 °C, 사출속도 0.4~2.5 m/s, 스트로크는 250 mm 등으로 설정하였다.

Table 1. Chemical compositions of aluminum alloy

Materials	Al	Si	Cu	Fe	Zn	Ni	Mn	Mg
Composition(%)	84.7	9.0	3.0	1.2	1.0	0.4	0.4	0.3

Table 2. Conditions for simulation

Factor	Condition	
Cavity	S45C	
Die	SKD61	
Cooling	Water	
Initial Temperature(°C)	Cavity	670
	Die	150
	Cooling	30
Filled ratio of sleeve(%)	25.252	
Casting pressure(MPa)	60	
Plunger diameter(mm)	φ60	
Slow shot velocity(m/s)	0.4	
Fast shot velocity(m/s)	2.518	
Length of shot sleeve(mm)	226.19	
Length of fast sleeve(mm)	290.01	

3.2 충전압력 분석

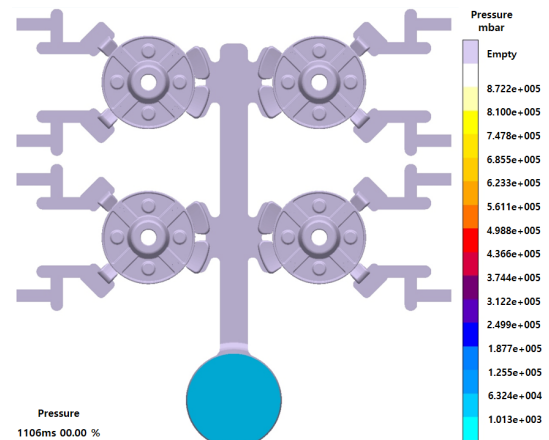
Fig. 4의 (a)~(d)는 충전압력에 대한 시뮬레이션 결과의 대표적 그림을 나타내고 있다.

(a)는 실린더 피스톤이 작동하여 용탕이 스프루(sprue) 입구까지 진행된 단계로서 스프루, 런너 및 제품부 등은 비어있는 상태이므로 충전율과 충전압력이 모두 0%를

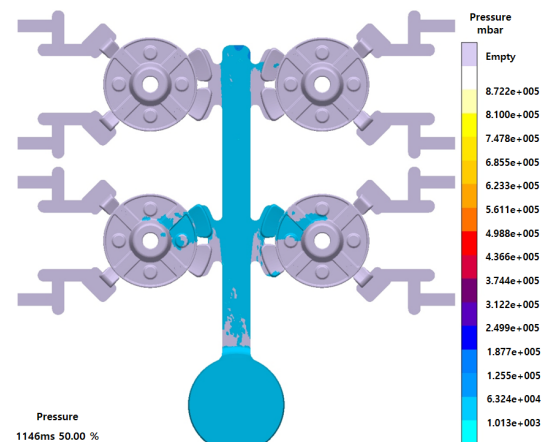
보이고 있다.

(b)는 충전압력이 50% 일 때의 그림으로서 스프루는 완전히 충전되고 용탕이 일부 런너 및 게이트를 통하여 제품부에 진입하고 있는 형상을 보이고 있다. 이 때 스프루 및 용탕의 선단 압력이 거의 동일하게 약 6.324 MPa로 나타났는데 이와 같은 이유는 완전한 충전이 이루어지지 않아 용탕이 계속 흘러가고 있는 상태이기 때문이다.

(c)는 충전압 90% 상태이며, (d)는 충전압 100% 상태를 나타내고 있는데 모든 제품부에 용탕이 충전되어 있으며, 이 때 압력은 약 18.77 MPa로 분석되었다. 또한 충전압력이 제품부에 균일하게 분포함으로써 충전압력 불균일에 따른 문제는 없을 것으로 예측할 수 있었다.



(a)



(b)

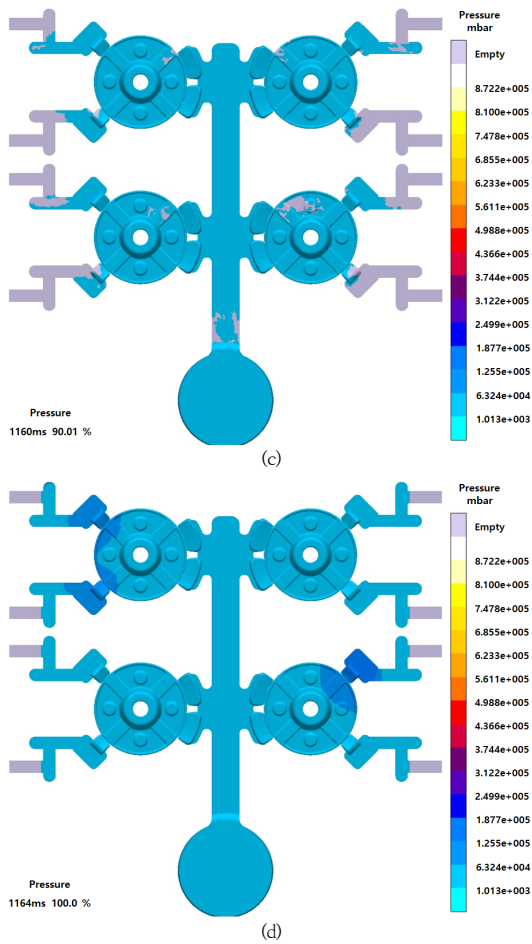


Fig. 4. Analysis of filling pressure
 (a) pressure 0% (b) pressure 50% (c) pressure 90%
 (d) pressure 100%

3.3 충전온도 분석

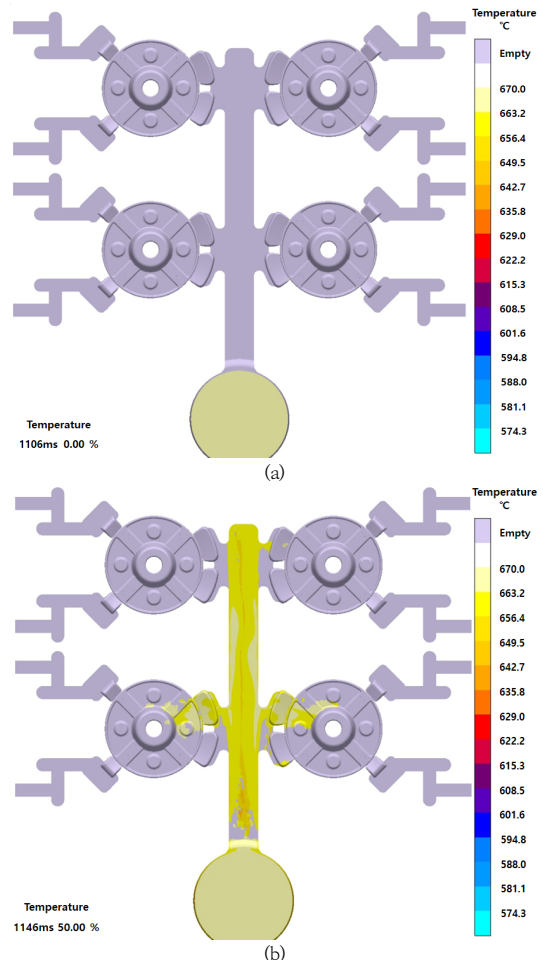
Fig. 5(a)~(d)는 충전온도 해석에 대한 대표적인 결과를 나타내고 있는 그림으로 3.2절 충전압력과 동일한 단계에서 고찰하였으므로 압력과 온도에 대한 분석 포인트만 다를 뿐 소요시간 및 진행율은 동일하게 표시되고 있다.

(a)는 용탕이 스프루에 주입되기 직전의 상태로서 충전율이 0%이다. (b)는 충전율이 50% 일 때의 그림으로서 스프루는 완전히 충전되고 용탕이 일부 런너 및 게이트를 통하여 제품부에 진입하고 있는 형상을 보이고 있다.

(c)는 약 1.161초가 경과한 충전율 90% 상태를 나타낸 것이다. 그림에 나타난 바와 같이 용탕은 4 캐비티 모든 제품부가 충전시키고 오버 플로우를 지나고 있는 단계로서 전반적으로 균일한 온도분포를 보이고 있음을 알 수 있다.

(d)는 충전이 100% 완료된 상태의 그림이다. 그림에 나타난 바와 같이 충전이 완료된 모든 제품부의 온도는 약 656.4~670℃로서 매우 균일한 분포를 보이고 있다. 또한 충전이 완료될 때까지 소요된 시간은 1.164초로 분석되었는데 충전율 0%인 (a)부터 충전율 100%인 (d)까지 걸린 시간은 약 0.06초로 분석되었다.

용탕이 금형으로 흘러 들어갈 때 금형온도가 지나치게 낮으면 용탕을 빠르게 냉각시키게 되고 응고율을 증가시켜 표면결함이 발생될 수 있다. 또한 두 가닥 이상의 용탕이 온도 불균일 또는 산화막 등으로 충분히 섞이지 않을 경우 박리(laminations) 결함이 발생되어 강도저하를 초래하는 등 다양한 문제가 있을 수 있다. 본 연구의 충전온도 시뮬레이션 결과 주입되는 용탕 선단의 온도변화가 거의 없었으며, 제품부의 온도분포가 균일한 거동을 보임으로서 박리와 기포(porosity) 등에 대한 문제는 최소화 될 것으로 해석되었다.



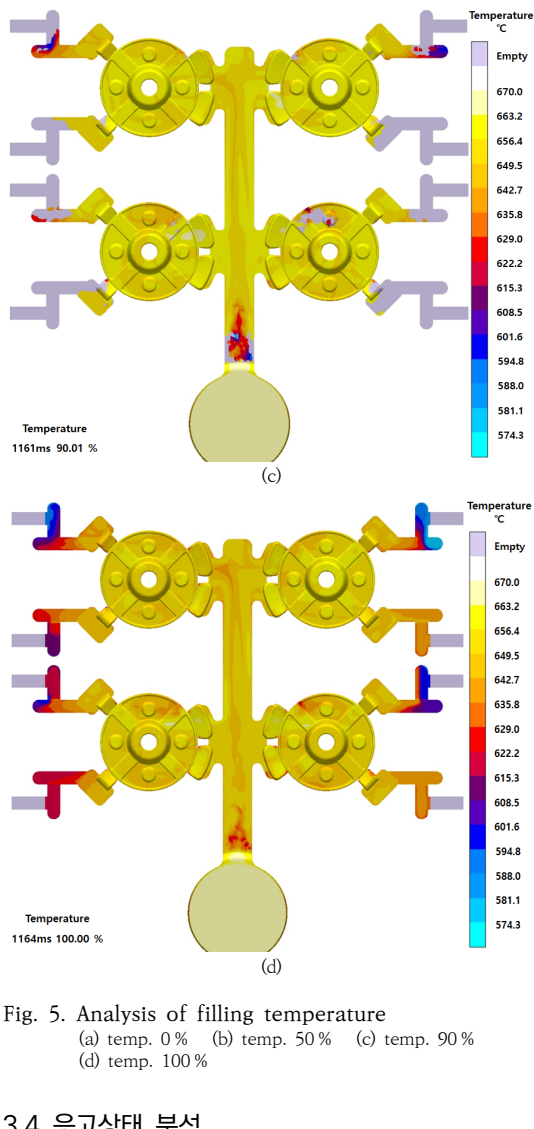


Fig. 5. Analysis of filling temperature
 (a) temp. 0 % (b) temp. 50 % (c) temp. 90 %
 (d) temp. 100 %

3.4 응고상태 분석

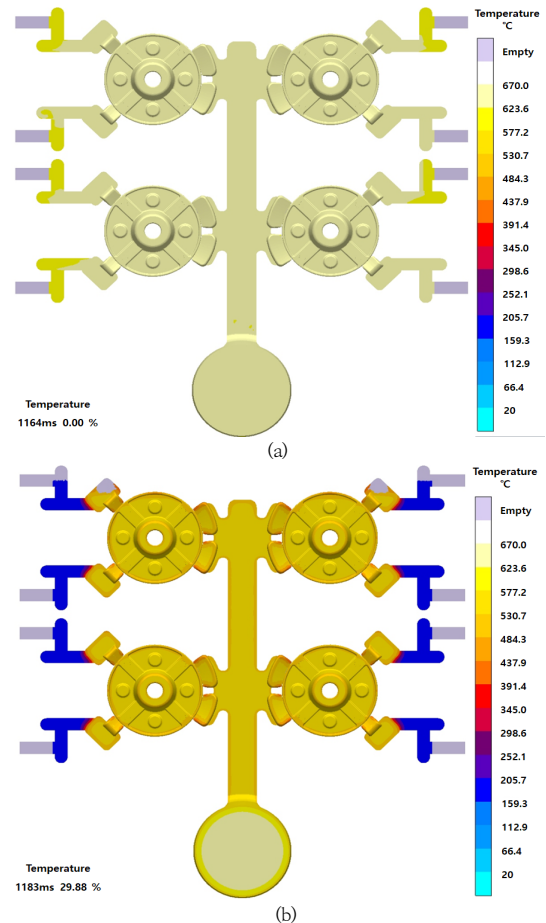
Fig. 6(a)~(d)는 용탕주입온도 670 °C, 금형 초기예열 온도 150 °C에서 충진이 완료 된 이후 냉각수 온도 30 °C 조건에서 응고의 진행현상을 분석한 것이다. 먼저 (a)는 앞서 충진온도 분석에서 충진이 완료된 1.164 초 일 때의 응고 진행률이므로 100% 충진상태로서 응고율은 0%에 해당하는 단계를 나타내고 있다.

(b)는 응고가 29.88% 진행된 상태로서 에어벤트 외런너, 제품부 및 오버플로우 등 모든 캐비티 부분에서 약 500 °C 정도의 균일한 온도분포를 나타내고 있음을 알 수 있다. (c)는 50.31% 진행된 응고상태를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 캐비티부의 온도는 약 480 °C 정도를 나타내며 균일하게 응고가 진행되고

있는 상태를 보이고 있다.

(d)는 사출 시작 후 3.179 초가 경과한 상태 즉, 사출 시작 후 1.183 초가 지나 완전 충진이 이루어지고 그 후 약 2 초가 경과한 응고상태를 나타내고 있다. 이때의 응고율을 69.47% 정도로 파악되며, 캐비티부의 온도는 350 ~ 450 °C 정도를 나타내고 있다. 일반적으로 제품의 취출 적정온도는 사출하는 제품의 형상 및 치수와 금형의 구조 등에 따라 달라진다. 본 연구에서 수행한 캐리어 금형제작 시 제품의 취출을 위해 각 캐비티의 제품부에 직경 4.0 mm 밀핀을 8개씩 배열을 하였고 밀핀이 위치하는 제품부의 두께가 4 mm로서 이젝팅 힘에 의한 제품의 변형이 발생될 수 있으므로 실제 취출 타이밍은 시사출 공정에서 설정함이 바람직하다고 할 수 있다.

이와 같이 유동 및 응고해석 결과를 바탕으로 실제 사출조건에 대한 기본적인 정보로서 보압, 냉각시간 및 취출 타이밍 설정 등에 활용할 있으며[6,7], 본 연구에서도 시사출 조건 최적화를 위하여 시뮬레이션 결과를 참조하여 설정 할 수 있었다.



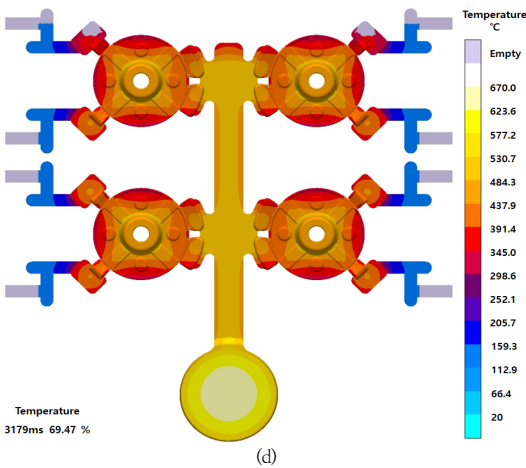
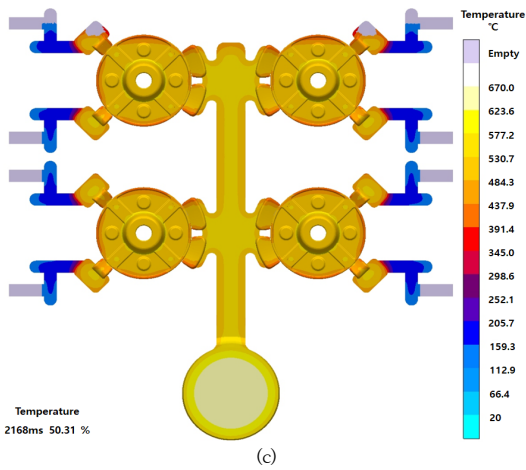


Fig. 6. Analysis of solidification rate
 (a) solidification 0% (b) solidification 29.88%
 (c) solidification 50.31% (d) solidification 69.47%

4. 시사출 및 평가

4.1 시사출

Table 3은 시사출에 적용된 다이캐스팅 조건을 나타내고 있다. 적용된 조건은 응고 및 유동해석의 결과를 기초로 반복적인 테스트 사출을 수행하며, 사출조건 최적화를 얻을 수 있었다. 즉, 용탕의 온도 및 금형의 온도는 시물레이션과 동일 한 온도인 670 ℃ 및 150 ℃로 하였으며, 사출속도는 시물레이션 조건과 유사한 0.4 ~ 2.12 m/s로 결정되었다. 사이클 타임은 시물레이션 결과를 바탕으로 충전에 1.164 초, 응고에 2.168 초가 필요함을 알았으며, 여기에 보압 1.0 초, 냉각 1.5 초 등을 적용하고 금형 개폐와 윤활제 분사 등에 필요한 시간을 총괄하여

전체적인 사이클 타임은 약 6.5 초로서 사출 최적화 조건이 도출되었다.

Table 3. Die casting conditions

Position(mm)	1st	2nd	3rd
	15	55	150
Speed(%)	0.40	1.20	2.12
Temp.(℃)	molten metal	mold	cooling
	720	140	70
Position change(mm)	stop	origin	pressure up
	330	392	250
Time(s)	cooling	pressure add	retraction
	1.5	1.0	6.5

4.2 성형불량 및 치수정밀도 평가

다이캐스팅 시사출 제품에 대한 평가를 위한 시료의 모집단 선정은 온도 및 공정이 안정된 상태라고 판단된 상태에서 연속적으로 사출된 제품 중 10개를 랜덤으로 선정하였다. 성형불량의 평가방법 및 순서로서 먼저 육안 검사를 통하여 미성형, 웰드라인, 버 등의 유무를 확인하고 보다 정밀한 검사가 필요하다고 판단되는 경우 광학 현미경(Olympus, BZ30, ×20)을 이용하여 확인하는 과정을 수행하였다. 총 10개의 샘플 중 육안검사 8개 및 현미경 검사 2개를 수행한 결과 일반적으로 다이캐스팅 시 성형불량[8]에 해당하는 미성형 및 웰드라인은 발견되지 않았다. 또한 런너 및 오버플로우를 제외한 제품부에서 육안으로 식별이 될 만한 버는 관찰되지 않아 전체적으로 성형불량 결함은 없었다.

Table 4. Dimension measurement results

Meas. Goal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
(A) 60.3±0.5	60.45	60.5	60.49	60.62	60.59	60.52	60.49	60.57	60.54	60.61	60.54
(B) 49.3±0.5	49.47	49.51	49.62	49.32	49.62	49.65	49.53	49.77	49.46	49.81	49.58
(C) 10.1±0.4	10.32	10.28	10.41	10.29	10.39	10.23	10.31	10.4	10.28	10.36	10.33
(D) 8.0±0.5	8.34	8.40	8.19	8.36	8.28	8.31	8.2	8.15	8.3	8.16	8.27
(E) 4.0±0.5	4.17	4.21	4.29	4.3	4.19	4.28	4.31	4.25	4.22	4.27	4.25
(F) 21.9±0.4	22.08	22.15	22.13	22.21	22.09	22.15	22.11	22.17	22.1	22.23	22.14
(G) 3.9±0.4	4.08	4.12	4.19	4.16	4.09	4.21	4.16	4.07	4.13	4.11	4.13

치수 정밀도 평가는 Fig. 2에 영문 알파벳 A~G로 표기된 7개소를 측정하였으며, 각각의 측정값 및 평균을 산

출하여 목표값과 비교 평가하였다. Table 4에 나타난 바와 같이 측정결과 모든 항목에서 목표 공차 내로 조사되었고 표준편차는 0.048~0.109 범위를 나타내는 등 양호한 치수 정밀도를 보였다.

4.3 표면경도 및 내부 기공검사

제품의 표면경도 측정 위치는 게이트로부터 약 45 mm 이격된 위치로서 Fig. 1의 □로 표기된 곳이다. 이 위치로 선정된 이유는 용탕이 게이트를 통해 들어와 중앙 홀을 만나면서 갈라진 후 홀을 지나면서 서로 합치되는 곳으로서 결합발생 가능성이 높은 곳으로 판단되었기 때문이다. 표면경도 측정에는 비커스 경도계(FM-700, Future Tech)를 사용하였으며, 시험방법 및 조건은 KS B 0811에 준하였고 적용된 시험하중은 5 kgf로서 5개의 시료를 측정하였다. Table 5는 이에 대한 결과로서 측정된 표면경도의 평균값은 97.48(Hv)로 나타났다. 일반적인 알루미늄 다이캐스팅 소재는 Al-Si계의 주조성을 유지하고 기계적성질을 개선하고자 Cu를 일부 첨가한 ADC12 합금으로서 경도값은 약 85~105(Hv) 정도로 알려져 있으며[9], 본 제품의 측정 결과와 잘 부합됨을 알 수 있었다.

내부 기공검사를 위하여 제품 두께의 1/2 정도의 부분을 와이어 방전가공으로 절단 후 광학현미경(Nikon, Eclipse L200, ×50)을 통하여 절단면을 관찰하였다. 검사를 수행한 위치는 게이트 입구라 할 수 있는 게이트로부터 약 5 mm 떨어진 위치(a), 앞서 표면경도를 측정한 위치(b), 그리고 용탕이 오버플로우로 빠져 나가기 직전의 후단부 위치로서 게이트로부터 55 mm 이격된 위치(c) 3곳으로 선정하였다. Fig. 7은 제품 내부에 기공 등의 결합 잔류 여부를 검사한 대표적인 사진이다. 사진에 나타난 바와 같이 모든 위치에서 기공 등의 내부결함은 관찰되지 않았다.

Table 5. Result of the vickers hardness measurement

No. of tests	Diagonal length of diamond marks(mm)		d (mm)	Result	
	d ₁	d ₂			
1	0.3083	0.3085	0.3084	96.96	97.48 Hv
2	0.3070	0.3069	0.3069	97.90	
3	0.3092	0.3092	0.3094	96.32	
4	0.3054	0.3059	0.3053	98.93	
5	0.3079	0.3080	0.3079	97.27	

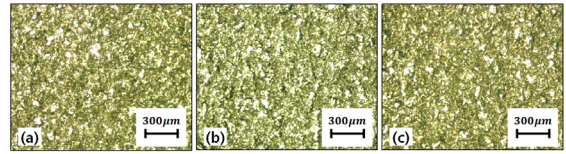


Fig. 7. Inspection photos for inside defects

이와 같이 커플링 시제품에 대한 전반적인 평가를 수행한 결과 양호한 치수 정밀도를 보였고 표면 및 내부 결합이 없었으므로 전반적으로 우수한 품질의 제품을 생산할 수 있는 금형기술이 적용되었다고 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 드림세탁기에서 회전력을 전달하는 핵심 부품으로서 커플러를 다이캐스팅을 통하여 생산하기 위한 시물레이션과 시제품 제작 및 평가를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유동해석을 통하여 캐비티 내부에 100 % 충진을 위한 적절한 사출조건은 용융금속 온도 670 °C, 사출속도 1.164 m/s, 충전압력 6.324~18.77 MPa 로 분석되었다.
2. 제품부에서의 응고 진행율이 69.47 % 일 때 4개의 캐비티 모두에서 100 %에 가까운 응고가 발생됨을 알 수 있었다.
3. 제품의 표면 및 내부의 결합 검사를 수행한 결과 전체적으로 성형불량 및 기공 등의 결함은 전혀 발견되지 않았고, 사출된 제품의 치수 측정결과 모든 항목에서 목표 공차 이내의 값을 보이며 양호한 결과를 보였다.
4. 유동 및 응고해석 결과의 피드백을 통하여 금형설계 최적화를 도모할 수 있었으며, 시사출을 통해 사출 최적화 조건은 사이클타임 약 6.5 초로 확인되었다.
5. 게이트로부터 약 45 mm 이격된 다이캐스팅 제품의 평균 표면경도값은 97.48(Hv)로 조사되는 등 양호한 품질의 캐리어 부품을 생산할 수 있었다.

References

[1] N. J. Park, S. H. Noh, "Study on the Flow Analysis of

Coupling Parts for Motors”, *Journal of Chosun College of Science and Technology*, Vol. 54. No. 1, Dec. pp. 1-6, 2019.

- [2] J. H. Lee, C. H. Yi, S. Y. Lee, H. B. Ha, “A Study on the Forming Analysis of the 2 Cavity Die Casting for Automobile Valve Housing”, *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 5, No. 2, pp. 27-35, 2006.
- [3] S. H. Cho, J. Y. Jang, “Strength Analysis of Die-cast Aluminum-alloy Brake Pedals for use in Lightweight Cars”, *Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, Vol. 25, No. 3, pp. 138-142, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.7735/ksmte.2016.25.2.138>
- [4] J. Y. Park, E. S. Kim, I. M. Park, “Die Casting Process Design of Automobile Gear Housing by Metal Flow and Solidification Simulation”, *Journal of the Korean Foundrymen’s Society*, Vol. 24, No. 6, pp. 347-355, 2004.
- [5] B. S. Sung, M. A. Kim, Y. H. Cha, J. D. Kim, D. J. Kim, Y. S. Lee, “A Study on the Molding Analysis of Automobile Regulator Housing using the Die Casting”, *The Korean Society for Machine Tools Autumn Conference paper*, pp. 456-459, 2006.
- [6] E. S. Kim, “Die Casting Process Design for Gear Housing of Automobile Transmission by Using MAGMASoft”, *Transactions of Materials Processing*, Vol. 14, No. 2, pp. 112-120, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.5228/KSP.2005.14.2.112>
- [7] J. Y. Park, E. S. Kim, Y. H. Park, I. M. Park, “Optimization of Casting Design for Automobile Transmission Gear Housing by 3D filling and Solidification Simulation in Local Squeeze Diecasting Process”, *Korean Journal of Materials Research*, Vol. 16, No. 11, pp. 668-675, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.3740/MRSK.2006.16.11.668>
- [8] William G. Walkington, Morris Murray, “Die Casting Defects: Causes & Solutions”, *North American Die Casting Association*, pp. 3-36, 2015.
- [9] K. T. Kim, “K. T. Kim, “High Strength Aluminum Alloy for Die Casting”, *Journal of the Korean Foundrymen’s Society*, Vol. 31, No. 3, pp. 101-105, 2011.”, *Journal of the Korean Foundrymen’s Society*, Vol. 31, No. 3, pp. 101-105, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.7777/jkfs.2011.31.3.101>

박 종 남(Jong-Nam Park)

[정회원]



- 2002년 2월 : 조선대학교 공과대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 조선대학교 공과대학원 기계공학과 (공학박사)
- 2007년 3월 ~ 2008년 2월 :
(주) 엠엔티 연구소 소장

- 2008년 3월 ~ 2011년 5월 : 조선이공대학교 선박해양·기계과 교수
- 2015년 3월 ~ 현재 : 조선이공대학교 기계과 교수

<관심분야>

CAD/CAM/CAE, 금형, 정밀가공

노 승 희(Seung-Hee Noh)

[정회원]



- 1997년 2월 : 조선대학교 일반대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2010년 3월 ~ 2014년 3월 :
(주) 엠엔티 연구소 책임연구원
- 2014년 4월 ~ 현재 : 조선이공대학교 기계과 교수

<관심분야>

금형, CAD/CAM, 유체, 절삭가공

이 동 길(Dong-Gil Lee)

[정회원]



- 1998년 2월 : 조선대학교 공과대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2002년 2월 : 조선대학교 공과대학원 기계공학과 (공학박사)
- 2003년 1월 ~ 2011년 10월 : 한국생산기술연구소 수석연구원

- 2011년 11월 ~ 2013년 11월 : 네오솔루션 대표
- 2016년 1월 ~ 현재 : (주)엔씨티 연구소장

<관심분야>

기계공학, 기계설계 및 가공, 기계재료