

차량용 대형 선바이저 생산을 위한 성형해석

박종남, 노승희*
조선이공대학교 기계과

Molding Analysis for the Production of Large Sun Visors in Vehicles

Jong-Nam Park, Seung-Hee Noh*

Department of Mechanical Engineering, Chosun College of Science & Technology

요약 자동차의 부속 장비들은 용도에 따라 네비게이션, 전방 및 후방카메라, 스포일러, 선 바이저 등 다양한 것들이 채택되어 사용되고 있다. 이 중에서 선 바이저는 햇빛을 차단시켜 줌으로써 운전자의 시야 확보를 통해 안전운전을 돕는 역할을 한다. 이런 장점으로 많은 차량에 채택되어 사용되고 있는 추세이다. 그러나 대형의 플라스틱 제품들은 사출성형을 통해 생산하기까지는 웰드 라인, 충전부족, 플로우 마크, 미성형 및 변형 등 여러 가지 문제로 인한 어려움이 따른다. 본 연구는 차량용 대형 선바이저에 관한 것으로서 대형 제품을 사출 성형하는 데 발생할 수 있는 문제점을 먼저 파악하기 위해 선(先)행된 결과를 토대로 CAE 시뮬레이션을 수행하였다. 연구를 수행한 결과 첫째, 용융수지가 완전 충전되기까지 유동의 흐름을 파악할 수 있었다. 둘째, 유동선단부의 온도 편차가 10℃ 정도로 매우 안정적임을 확인 할 수 있었다. 셋째, 성형품의 콜드 러너 취출(取出) 가능시간(약 70sec)을 구하였다. 넷째, 사출압력 및 형 체결력을 예측하여 사출 성형기의 능력을 구할 수 있었다.

Abstract Diverse accessories are used in automobiles, such as navigation systems, front and rear cameras, spoilers, and sun visors. Sun visors block sunlight so that drivers can drive safely with a better view, and they are used in many automobile designs. However, when large plastic products are manufactured using injection molding, there are many difficulties that develop, like weld lines, short shots, flow marks, imperfections, and distortion. In this study, a CAE simulation was conducted based on previous results to predict potential problems in the injection molding of large products. The flow characteristics up to complete charge for the melting resins were captured using a computer-aided engineering simulation. The temperature departure on the front part of a flow was about 10°C and very stable. The practical ejecting time of the cold runner was about 70 seconds in the simulation. Finally, the capability of a suitable injection machine was calculated and recommended by prediction of the injection pressure and the die clamping force.

Keywords : CAE Simulation, Clamping Force, Flow Mark, Injection Molding, Sun Visor, Weld Line

1. 서론

자동차를 안전하게 운행하기 위해서는 운전자의 안정적인 운전습관 및 자동차를 정상적으로 운행할 수 있는 상태로 유지·관리하는 것은 기본이다. 이 밖에도 도로의 상태, 방향 및 목적지를 안내해주는 네비게이션, 주차 시 후면을 살필 수 있는 후방카메라, 운전 중 운전자의 시야를 햇빛으로부터 차단 해주는 역할을 하는 선바이저 등

다양한 부속장비들은 차량운전자의 안전운전에 도움을 준다.

선 바이저는 운전 중 전방에서 비취지는 햇빛을 차단시켜줌으로써 운전자의 전,후방 시야를 확보시키는 역할을 한다. 이런 이유로 많은 차량들에 채택되고 있으며, 햇빛을 상, 하의 방향으로 각도 조절 및 폭 방향으로의 전개를 통하여 안전운전에 도움을 주는 장치에 관한 기술들이 연구되었다[1-2].

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

Tel: +82-10-4645-7416 email: ifretrade@hanmail.net, sh978@cst.ac.kr

Received October 25, 2016

Revised (1st November 4, 2016, 2nd November 9, 2016)

Accepted November 10, 2016

Published November 30, 2016

본 논문의 대상은 상용자동차 루프의 전면부에 부착하여 차량 외형의 디자인은 물론 햇빛 차단을 목적으로 사용되는 선 바이저에 관한 것으로 사용량의 증가로 대량생산이 요구되는 플라스틱 제품이다. 대량생산 방식에는 가능한 부가가치가 높은 금형을 적용하고 있으며, 특히 플라스틱 사출금형에서 금형설계는 생산제품의 질과 생산성에 매우 큰 영향력을 미친다.

사출금형 제품을 능률적으로 양산하기까지의 문제해결을 위해 선행된 연구로는 사출성형제품에 영향력을 미치는 인자들에 관한 연구[3], 생산공정 단축을 통한 역공학적인 시스템 적용한 연구[4-5], CAD/CAM 과 해석을 수행하여 설계와, 생산 그리고 예측을 할 수 있는 방법 [6-7] 등이 있다.

본 연구에 앞서 대형 트럭의 루프 전면부에 부착하여 사용되는 선 바이저를 최적의 조건으로 제작하기 위해 5가지의 경우로 Mold flow 성형해석 프로그램을 통해 실시하였다. 실시 된 연구내용은 Fig. 1에 나타난 것처럼 5가지 조건으로 게이트 개수와 위치를 다양하게 적용하여 캐비티 내로의 완전충진의 속도 및 미성형, 웰드 라인, 플로우마크 현상 등을 비교·분석한 것이다.

본 연구는 선행 된 연구에서 가장 이상적인 결과를 얻은 조건인 Case1을 바탕으로 사출성형제품 중 그 크기가 대형에 속하는 트럭용 루프 선 바이저 생산을 위한 성형제품 취출 시 콜드 러너의 취출 가능시간을 검토하는 데 주목적을 두었다.

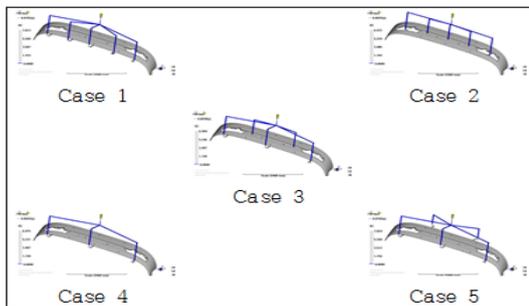


Fig. 1. Five conditions applied to the analysis

2. 사출성형 해석

2.1 성형재료

사출성형용 재료는 내열성 및 내후성이 좋고 내충격에 대한 강도가 대단히 높으며, 담황색의 응용범위가 넓

은 폴리-카보네이트(PC) 수지를 적용하였다.

제품 형상과 게이트 위치는 Fig. 2와 같이 게이트는 중앙의 1번 게이트로부터 좌, 우 방향으로 400mm 간격으로 배치하였다. 그리고 대상제품의 크기 및 러너 시스템 사양은 Table 1, Table 2에 각각 나타내었다.

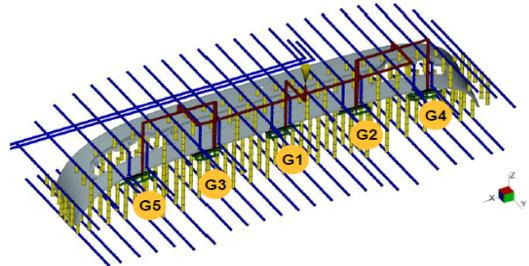


Fig. 2. Product shape and position of the gate

Table 1. The size of the product

Item		Size
Product	Size(XmmxYmmxZmm)	2260 x 226 x 464
	Thickness(t)	4.5
	Volume(cm^3)	3,285
	1shot Weight(g)	3,540

Table 2. The specification of runner system

Item		Case
H.R.S	System	BIM 45TLC, BIM 45VAL
	Nozzle Drop	5Point
	Manifold Size	ϕ 16
	Nozzle Size	BIM 45TLC: ϕ 15 BIM 45VAL: ϕ 22
	Gate Size	ϕ 6

2.2 사출성형해석 조건

사출성형해석용 장비는 Mold flow 2015(MPI Standard)를 활용하였고, 사출해석 조건은 플라스틱 유동해석을 위한 4노드(Node) 사면체 요소(Element)를 적용하였다.

생산현장에서 금형부 온도는 대부분 플라스틱의 경우 50℃ 전·후 온도를 요구하나 폴리-카보네이트 경우는 80℃를 요구하여 조건에 적용하였다. 사출성형해석을 위한 재료와 공정조건은 Table 3에, 폴리-카보네이트 수지의 온도변화에 따른 점도와 PVT선도는 Fig. 3에 나타내었다.

Table 3. Injection molding conditions for analysis

Items	Conditions
Mold temp.(°C)	80
Melting temp.(°C)	295
Cooling temp.(°C)	60
Ejection/ Transition temp.(°C)	132/141
Solid density(g/cm ³)	1.1863
Injection time(sec)	4.0
V/P switch over(%)	98
Packing pressure(%) / time(sec)	40/6
Material name	PC

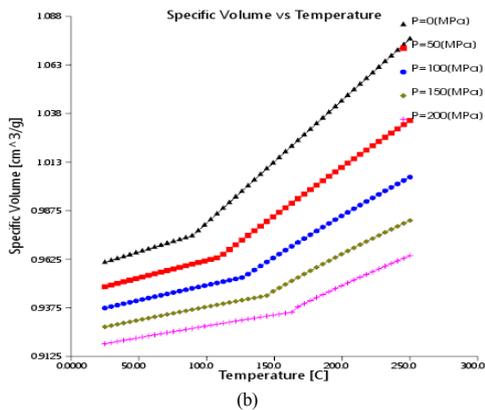
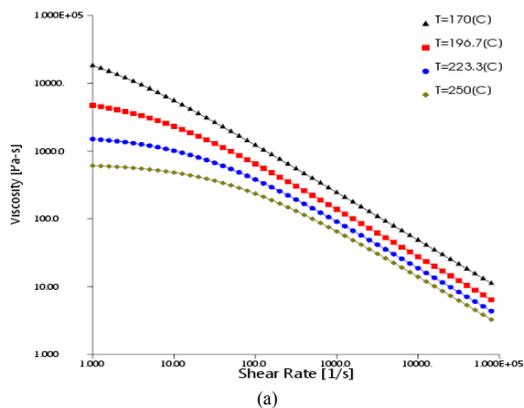


Fig. 3. Viscosity and PVT diagrams of poly carbonate resin
(a) Viscosity (b) PVT

3. 사출성형해석 고찰 및 결과

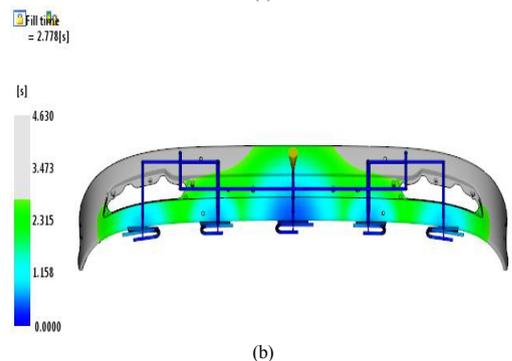
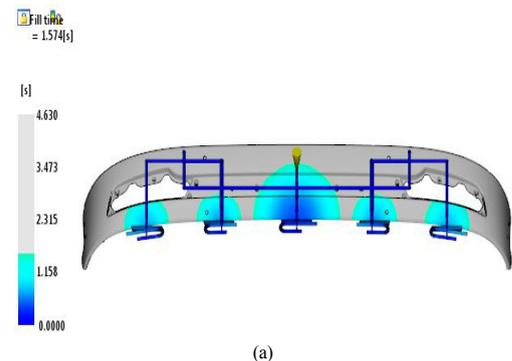
사출성형해석은 5점의 게이트 위치를 2.1절 Fig.1에

나타낸 것처럼 Cavity의 side 위치에 배치 적용하여 실시하였다. 주된 내용은 캐비티 내에서의 충전상태, 유동 상태, 사출압력, 사출성형기의 성형능력 및 콜드 러너의 취출 가능시간 등으로 구분하여 분석·예측하였다.

3.1 충전상태(모형) 분석

충전부족은 수지가 가열실린더에서 충분히 가열되지 않아 수지의 유동성이 좋지 않거나 수지의 유동저항이 클 때, 금형의 온도가 낮아 온도 차이에 따라 수지가 금형 캐비티 안을 전체적으로 꽉 채우지 못하여 냉각하고 고화되는 경우에 수지는 성형품을 완성하지 못하여 발생된다.

Fig. 4는 5점의 게이트를 side 위치에 배치하여 용융 수지가 캐비티 내로 충전모형을 나타낸 것이다. Fig. 4(d)에서 보이는 바와 같이 완전충전에 걸리는 시간은 4.630sec가 소요되었다. 충전 초기에 충전되는 각각의 게이트 주위, 충전 중반의 몸체 중앙부와 충전말단부 등에서 전체적으로 균형 있게 이루어졌으며, 충전을 마친 결과 충전부족 현상으로 인한 미성형은 발생하지 않았다. 이것은 캐비티 내에서 용융수지의 유동의 흐름이 양호하고, 용융수지의 공급과 균형이 안정적으로 이루어지면서 충전이 되었기 때문으로 사료된다.



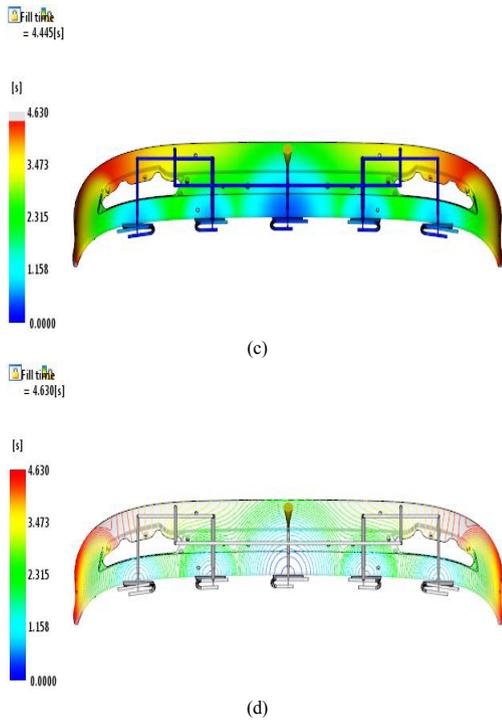


Fig. 4. Filling pattern analysis of the molten resin (a) 30% (b) 60% (c) 98% (d) 100%

3.2 유동상태 분석

사출성형품 성형에 캐비티 내에서 충전시의 균형과 용융수지의 유동 그리고 각 구간에서의 온도는 플로우마크, 미성형 및 변형 등 여러 가지 문제점들을 유발시킬 수 있다. 특히 유동상태와 각 부에서 큰 온도 차이는 수축편차에 따른 변형이 발생되어 이에 따른 성형품을 생산하는 데 사전 분석을 통한 대책은 매우 중요하다.

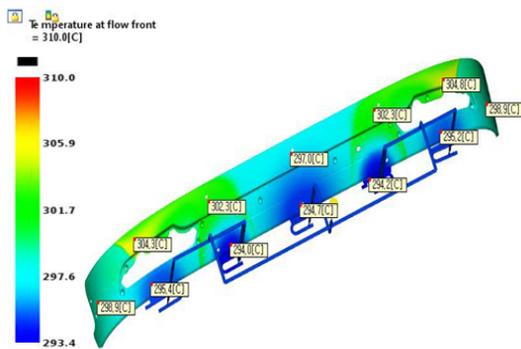


Fig. 5. The temperature of the flow analysis

Fig. 5는 시뮬레이션을 통해 유동선단부에서 온도를 표시한 그림이다. 그림에서처럼 각각의 유동선단에서의 온도분포는 294.0°C~304.8°C를 나타내었다. 양호한 제품 생산에 좋은 조건의 온도편차는 20°C 이내인 경우인데 가장 큰 온도편차는 10°C 정도로 매우 안정적으로 성형품은 고화시간에도 큰 차이는 없을 것으로 사료되며, 이에 따른 변형 가능성은 매우 낮을 것으로 예측된다.

3.3 사출압력 분석

사출압력은 사출성형시 수지의 종류, 성형의 조건, 성형품 형상 및 금형의 구조 등에 따라 영향을 받는다.

Fig. 6은 CAE를 통한 사출압력을 나타낸 그림이다. 그림에서 보는 바와 같이 최대사출압력 값은 107.2MPa를 나타내었다. 캐비티 내로 용융수지가 완전충전이 될 수 있도록 적정한 사출압력으로 보충시켜주는 보압의 과정은 최대사출압력의 50%이하인 40MPa로 일정하게 유지하였다.

최대사출압력이 107.2MPa 값으로 다소 높게 나타난 것은 사출압력의 상승은 유동길이 및 마찰손실에 비례한다는 이론과 일치하며, 대형의 제품생산에 다점 게이트를 적용할 수밖에 없는 상황에서 캐비티 내로의 용융수지 충전이 5점 게이트 중 어느 한쪽 이상의 게이트에서 충전이 진행 중인 이유라 생각된다. 이것은 사출성형에서 사출압력은 유동밸런스와 관계가 밀접하고 게이트의 위치가 용융수지의 유동성에 매우 중요하다는 연구결과와 비슷한 내용의 결과이다[8].

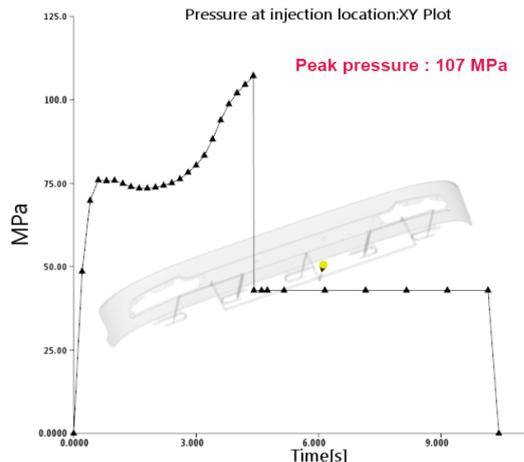


Fig. 6. Analysis of maximum injection pressure

3.4 형체력 분석

충진된 용융수지의 압력에 대하여 금형을 닫힌 상태로 유지하기 위하여 금형에 가하는 힘을 나타내는 형체력은 캐비티 내로 충전된 용융수지 압력에 맞서 금형을 닫힌 상태로 유지하기 위해 금형에 가하는 힘의 최대값으로 사출성형기의 성형능력을 의미한다.

Fig. 7은 실험조건에서의 형체결력을 분석한 그림이다. 형체력은 최고 1,880톤의 값을 나타내었다. 사출성형기 형체력은 최대기계사양의 90%보다 낮아야 문제를 야기하지 않으므로 사출성형기 능력은 2,088톤 이상이 요구된다.

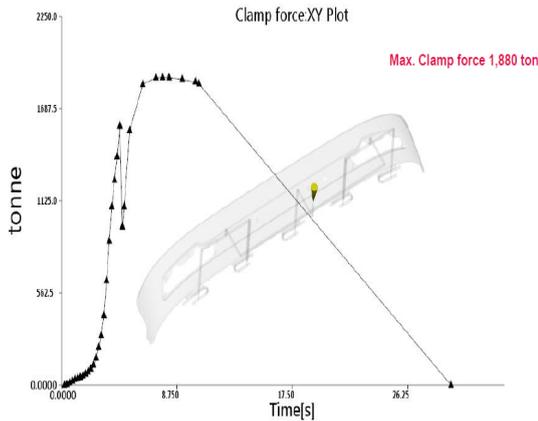


Fig. 7. Analysis of the clamping force diagram

3.5 콜드 러너(Cold runner) 분석

Fig. 8은 스프루(Sprue)와 콜드 러너를 상세히 나타낸 것이고, Fig. 9는 콜드 러너가 완전히 고화되기까지 시간을 분석하여 나타 낸 그림이다.

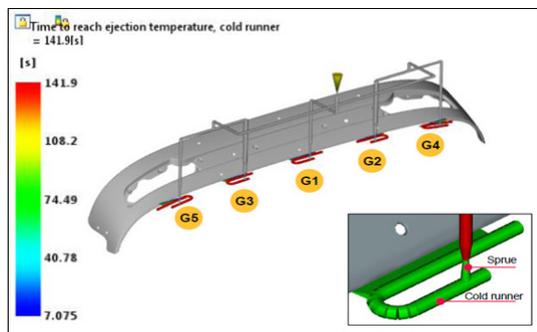
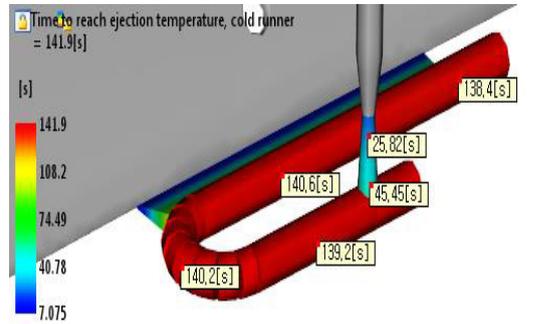
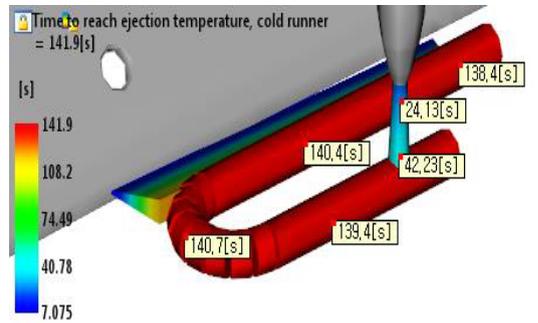


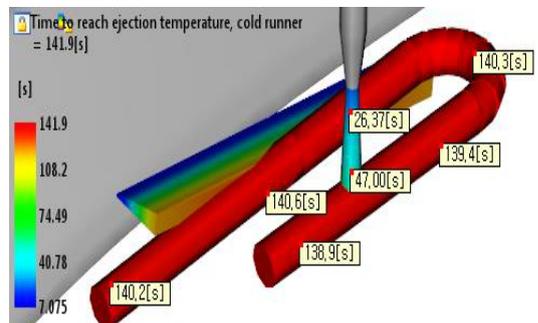
Fig. 8. A detailed view of the sprue and cold runner



(a)



(b)



(c)

Fig. 9. The cold runner until completely solidified times (a) gate 1 (b) gate 2, 3 (c) gate 4, 5

Fig. 9에서 용융된 수지의 냉각시간은 5점의 모든 게이트에서 거의 비슷하게 나타났다. 스프루 부에서는 24sec~27sec 사이이고, 콜드 러너부에서는 138sec~141sec 사이의 범위로 스프루 보다 콜드 러너에서 약 115sec정도 냉각시간이 더 필요하였다. 일반적으로 콜드 러너의 취출 시간은 제품의 50% 정도 고화가 이루어지면 가능하기 때문에 약 70sec 정도의 냉각시간이 필요하다는 결론을 얻을 수 있었다.

4. 결론

차량용 대형 선바이저 사출성형품을 생산하기 위해 용융수지의 충전 및 유동상태, 사출압력, 사출성형기의 능력, 콜드 러너의 취출 시간을 검토하기 위한 수행한 해석을 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 용융수지는 충전의 균형을 유지하며 유동이 이루어졌고 유동전단의 온도 편차도 10℃정도로 안정적이었다.
2. 최대사출압력 값은 107.2MPa를 나타냈으며, 보압과 정은 최대사출압력의 50%이하인 40MPa로 일정하였다.
3. 형체결력은 최고 1,880톤으로 사출성형기는 성형 능력은 2,088톤 이상이 요구되었다.
4. 취출 시간은 콜드 러너가 완전 고화되기까지 약 140sec정도가 소요되고, 취출 가능시간은 완전고화에 걸리는 시간의 50%인 70sec로 예상되었다.

References

- [1] Y. P. Kim, "Angle control apparatus of truck roof visor", *Korean intellectual property office*, pp. 1-7, 2005.
- [2] B. W. Kwak, "Roof sun visor for truck", *Korean intellectual property office*, pp. 1-5, 2007.
- [3] D. H. Kim, J. W. Lee and T. W. Kim, "Effects of mold temperature on the weld line and dimensional stability of injection-molded parts", *Journal of The Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 4, no. 3, pp. 172-176, 2003.
- [4] K. H. Kim and Y. Y. Lee, "A Study on deformation compensation of press part based on reverse engineering", *Journal of The Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 14, no. 1, pp. 28-32, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.1.28>
- [5] S. Y. Kim and T. H. Kim, " Application of reverse engineering system for improvement of press forming process", *The Korean Society for Machine Tools Autumn Conference paper*, pp. 412-419, 2003.
- [6] J. E. Jang and Y. J. Huh, "A Study on design and analysis of thin injection-molded parts using CAE", *Korea Academia-Industrial cooperation Society Autumn Conference paper*, pp. 83-86, 2004.
- [7] D. G. Ahn, S. H. Lee, M. S. Kim, G. Y. Han, J. S. Kim, H. S. Moon and Y. S. Yoon, "Investigation into the development of deep drawing tools with small size for electronic parts utilizing the CAE and RP/RP technology", *Proceedings of 2005 Autumn Annual Meeting for the Korean Society of Precision Engineering*, pp. 334-337, 2005.
- [8] S. M. Jang, and I. S. Kim, "A Study on decision of gate location for injection molding of automobile air cleaner

upper cover", *Journal of The Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 16, no. 7, pp. 4411-4417, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.7.4411>

- [9] K. H. Park and B. G. Cho, "Injection molding mold design", *bomoondang*, 2008.

박 종 남(Jong-Nam Park)

[정회원]



- 2002년 2월 : 조선대학교 공과대학 원 기계공학과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 조선대학교 공과대학 원 기계공학과 (공학박사)
- 2007년 3월 ~ 2008년 2월 : (주) 엠 엔티 연구소 소장
- 2008년 3월 ~ 현재 : 조선이공대학교 기계과

<관심분야>

CAD/CAM/CAE, 금형, 정밀가공

노 승 희(Seung-Hee Noh)

[정회원]



- 1997년 2월 : 조선대학교 일반대학 원 기계공학과 (공학석사)
- 2010년 3월 ~ 2014년 3월 : (주) 엠 엔티 연구소 책임연구원
- 2014년 4월 ~ 현재 : 조선이공대학교 기계과

<관심분야>

금형, CAD/CAM, 유체, 절삭가공