

CAE 시스템 소개

한국폴리아세탈(주)
KOREA POLYACETAL CO., LTD.

KPAC

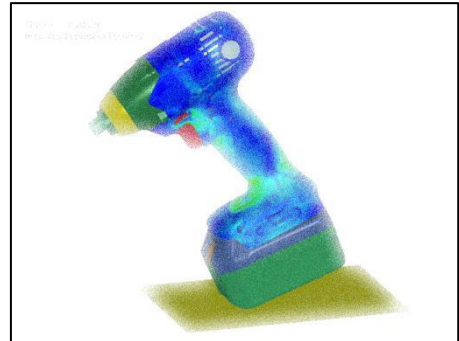
서울시 중구 소공로 94, 14층 (소공동, OCI빌딩)
14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel +82-2-728-7400 Fax 82-2-714-9235 www.gpac-kpac.com

1. CAE 시스템

CAE는 CAD로 작성한 모델의 성능, 제조과정 및 사용 소재의 적합성 등을 컴퓨터 내에서 상세히 검토하며 그 결과를 토대로 design, 제조공정, 소재 등을 최적화하는 도구입니다. 이를 활용함으로써 제품의 제조과정(원가, 성형 troubles 등), 사용과정(성능, design 등) 등에서 발생할 수 있는 문제점들을 컴퓨터상에서 미리 예측하여 최적 design 및 공정을 구현하고 개발 기간을 단축하여 공정 비용을 최소화 할 수 있습니다.

성형해석 S/W를 활용하여 제품 설계 시 성형 가능한 최적 Design을 결정할 수 있으며 금형설계 과정에서는 gate 위치 및 수, runner lay-out, 냉각 line 등을 최적화할 수 있습니다. 양산 과정에서는 공정을 최적화(cycle time, 사출기 사양 등)하여 생산성을 높일 수 있습니다. 또한 생산 과정에서 발생하는 troubles(변형, gas vents, weld lines 등)을 해결하거나 최소화하는데 활용됩니다.

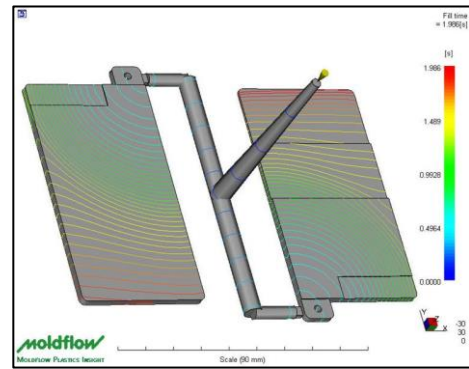
성형해석과 마찬가지로 구조해석 S/W 또한 금형 제작 전 사용 환경 및 구동 조건에 적합한 design을 최적화합니다. 이러한 기능을 이용하여 기존 Steel 제품의 성능에 뒤지지 않는 plastics 제품을 설계할 수 있으며 plastics 부품을 포함한 assembly 전체의 성능을 평가하는데 사용됩니다. 또한 사용 중 발생하는 troubles(crack, 백화, 소음, 진동 등)의 원인 파악 및 문제 해결에 사용됩니다.



당사는 고객 서비스의 일환으로 고객의 제품 및 금형(gate, runner, cooling channel 등) 설계, 소재 선택, 최적 공정(성형조건) 등을 결정하는데 있어 보다 합리적인 결정이 이루어 지도록 1992년부터 CAE 지원을 하여왔습니다. 1992년 성형해석 S/W인 Moldflow 도입을 시작으로 1998년에 구조해석 S/W인 Nastran(선형해석, 동적해석)과 MARC(비선형해석)를 도입하여 plastics 성형품의 구조적 강성과 진동특성에 대해 기술지원을 하였으며 2007년에는 충돌해석 S/W인 LS-Dyna3D를 도입하였습니다. 또한 2008년도에는 성형해석 S/W인 Moldex3D와 구조해석 S/W인 Ansys를 추가로 도입하여 보다 다양한 해석을 지원할 수 있도록 S/W를 보강하였습니다.

해석 분야	용도
Injection Molding Analysis	유동, 보압, 냉각, 변형해석
	Runner balancing, gate location
	Fiber 배향, 실험계획법, 공정최적화
	구조해석 연계, core shift, insert 사출
Structural Analysis	선형, 비선형(대변형, 소재, 접촉) 해석
	Normal mode, frequency & transient response
	Thermal, 충돌, 다물체 동역학

성형, 구조, 충돌, 진동 등 해석 분야를 확대하는 것 외에 해석의 정확도 향상을 위해 다양한 연구활동을 하고 있습니다. 특히 해석결과에 중요한 영향을 미치는 소재의 일반 물성, 특별 특성 및 온도에 따른 물성 변화 등의 data를 측정하고 DB를 구축하여 해석에 이를 반영하고 있으며 당사 소재를 활용하여 CAE 해석을 수행하고자 하는 고객을 위해 당사가 보유하고 있는 관련 소재의 물성 data를 공유하고 있습니다.

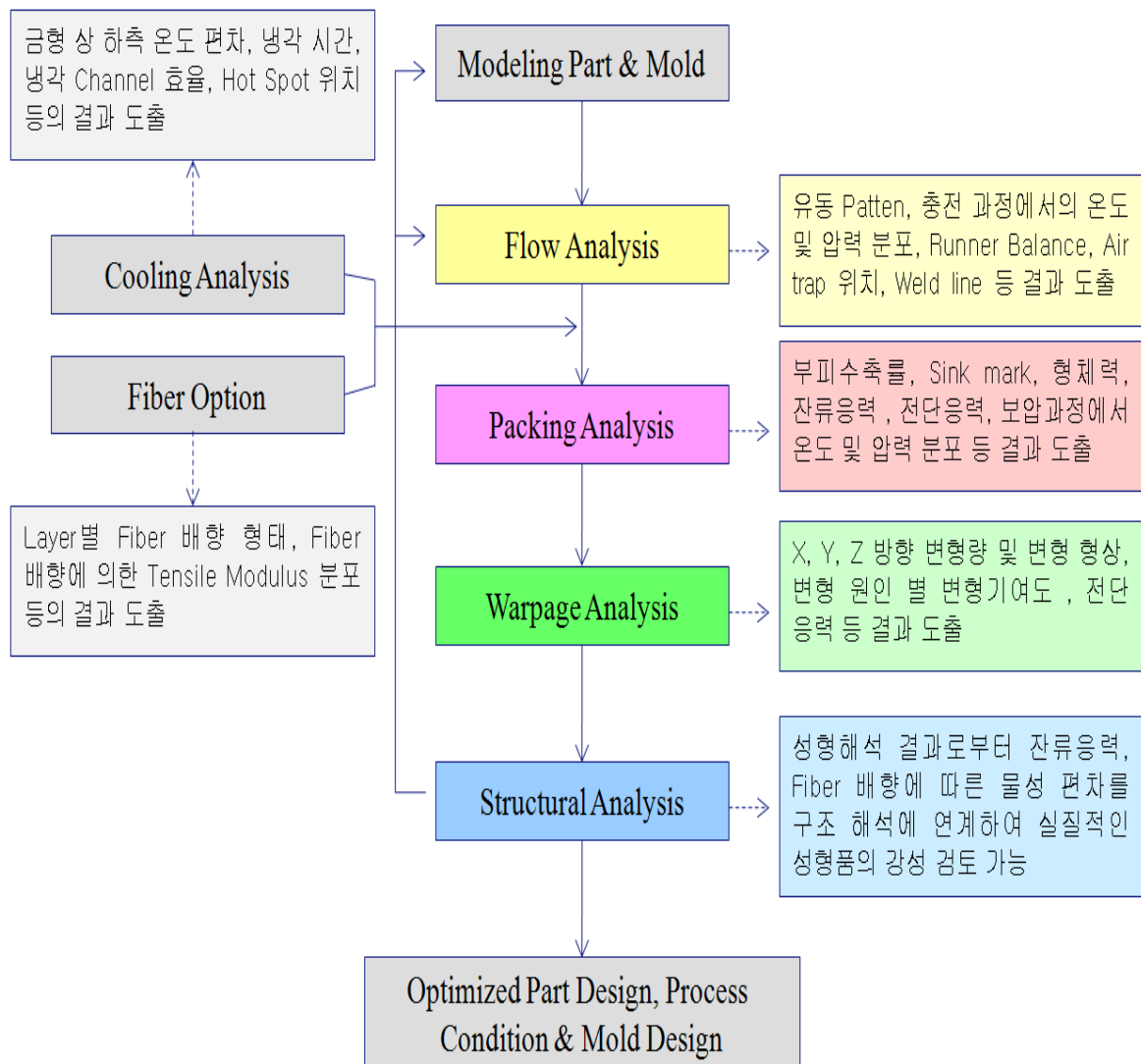


참고로 당사에 CAE 해석을 의뢰하실 경우 당사의 의뢰 양식에 문제점 또는 요청사항을 작성하여 주시고 성형해석의 경우 관련 부품의 3D data, 성형품, 금형도, 성형조건 등을, 구조해석은 3D data, 성형품, 사용환경, 하중 및 구속조건 등을 같이 보내주셔야 보다 정확한 해석결과를 받아보실 수 있습니다.

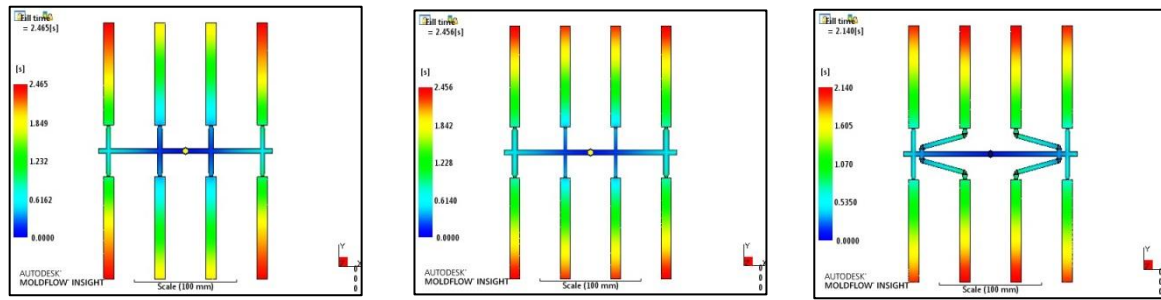
2. 성형 해석

현재 국내에서 사용되고 있는 성형해석 S/W는 Moldflow, Moldex3D, Timon, MAPS 3D, Simpoe-Mold 등이 있으며 이중 Moldflow와 Moldex3D를 당사는 보유 활용하고 있습니다. 대부분의 S/W가 같은 해석 이론을 적용하며 유사한 제품 구성을 갖고 있어 본 고는 최초로 상업화된 Moldflow를 기준으로 이후의 설명을 진행하고자 합니다. 성형해석 S/W는 기본적으로 유동해석(filling), 보압해석(packing), 냉각해석(cooling), 변형해석(warpage)로 구성되어 있습니다. 여기에 부가된 기능으로 core shift, insert, fiber 배향, structural analysis 및 structural interface 등이 있습니다.

성형해석 절차와 각 해석과정에서 얻는 결과는 하기 diagram과 같습니다.



유동해석에서는 미성형이나 air trap, weld line 발생 여부 및 위치를 우선 확인해야 하며 변형 또는 over pack에 의한 flash가 발생하지 않도록 충전 균형이 이루어 졌는지 확인해야 합니다. 다수 캐비티 금형은 러너 균형(runner balance) 여부를 확인하고 러너 재배치, 위치에 따른 러너 치수 변경으로 각 캐비티가 동시에 충전되도록 설계합니다.

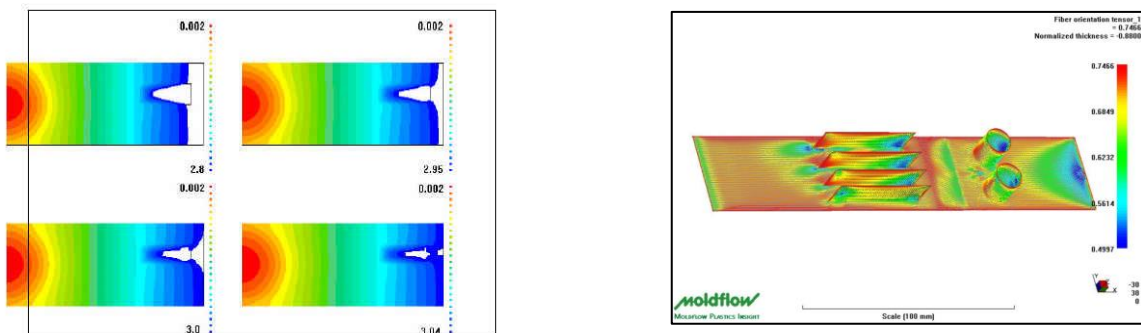


다음으로 흐름 정체(hesitation)나 race track이 발생하는지 확인합니다. 흐름이 정체되면 수지가 고화되어 flow mark 등의 외관 불량 발생할 수 있으므로 사출속도, 두께 변경, gate 위치 변경 등으로 정체 현상이 없도록 합니다. Race track은 두께 편차로 인해 두께가 두꺼운 방향으로 수지가 몰려 두께가 얇은 부위에 weld line 또는 미성형이 발생하는 현상으로 이를 개선하기 위해서는 성형조건 변경, Gate 추가 또는 위치 변경, 살두께 변경, rib 추가 등의 design 변경이 필요합니다.

외관제품이나 하중을 많이 받는 제품은 weld line 위치가 중요하므로 weld line이 중요 부위에 발생하지 않도록 gate 위치나 design 등을 변경합니다. Gas trap 또한 외관 불량의 한 원인이므로 gas trap 위치를 확인하여 이 부위에 gas vent가 금형상에 가공되도록 합니다.

전단응력 및 전단속도는 대상 소재의 한계 전단응력 및 전단속도를 넘어서는 안됩니다. 한계 응력이나 속도를 넘어서는 경우 수지의 분해나 첨가제에 의한 gas 발생을 유발합니다.

Fiber 배향은 주된 fiber 배향 방향과 그 분포가 어떻게 형성되는지가 중요합니다. 충전과정에서 fiber는 유동 저항을 최소화하기 위하여 일정한 방향을 가지게 되며 배향 방향과 배향된 정도에 따라 수축율의 이방성에 의한 수축률 편차로 변형을 유발하지만 반대 급부로 fiber의 강한 배향은 배향 방향으로의 제품 강성을 향상시키는 효과가 있습니다.

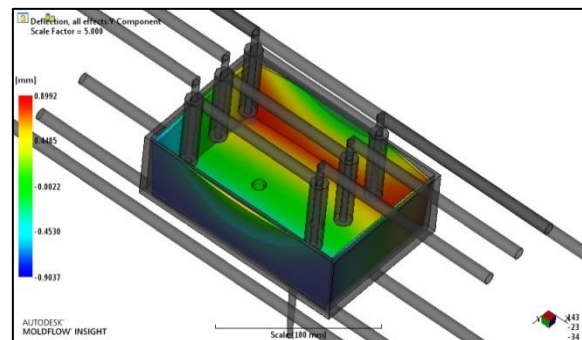
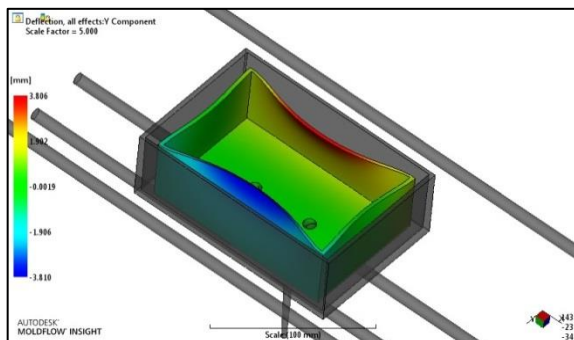


3. 냉각 해석

냉각해석의 가장 큰 목적은 금형온도를 계산하는 것이며 이는 좌측 그림과 같이 금형에서 발생할 수 있는 열전달 현상들을 고려하여 금형온도를 계산하게 됩니다. 금형온도에 따라 생산성에 직접적인 영향을 미치는 사이클 타임이 변화하며 금형온도 편차는 변형을 유발하므로 설정한 온도에 균일한 온도 분포를 갖도록 금형 설계하는 것이 중요합니다.

[냉각해석결과로부터 확인해야 할 사항]

- (1) Hot spot 발생 여부 및 그 위치를 우선 확인해야 합니다. Hot spot은 cycle time 지연, 기공, sink mark 등의 원인입니다. 따라서 이 부위의 냉각을 강화하거나 두께를 줄여 빨리 냉각될 수 있도록 해야 합니다. 심물의 성형품 또한 열의 방출이 어려워 hot spot으로 되기 쉽습니다.
- (2) 금형 상하측 온도 편차를 확인하고 그 편차가 큰 경우 변형을 유발하므로 편차를 최소화하기 위해 냉각 line을 보완해야 합니다.
- (3) 이형온도 도달시간(time to reach ejection temperature) 및 고화층 백분율(frozen layer percentage) 등의 결과를 참조하여 cycle time을 지연시키는 부분을 확인하고 살빼기 등을 통해 이를 개선해야 합니다.
- (4) Circuit coolant temperature, circuit Reynold's Number, circuit flow rate, circuit heat Removal efficiency 등의 결과로부터 각 channel의 냉각 효율을 검증하고 냉각 효율의 문제가 있다면 channel의 크기 및 lay-out, pump 용량, 냉매 종류 등에 대해 재검토를 실시합니다.



4. 변형 해석

변형해석은 유동 및 보압과정에서 발생하는 잔류응력 및 PVT 특성에 따른 수축량을 이용하여 X, Y, Z 방향의 변형량을 계산합니다. 또한 변형을 유발하는 요인별 전체 변형에 대한 기여도를 계산하여 변형의 원인을 제시합니다. 변형을 유발하는 인자는 많으나 크게 differential orientation, differential shrinkage, differential cooling, corner effects 등이 있습니다. 변형의 원인이 파악되면 각 원인 별 적절한 개선방안을 검토합니다. 배향에 의한 변형은 gate 위치 변경 또는 추가(또는 제거), 소재변경 등으로 문제를 해결하고 수축률 차에 의한 변형은 살두께 변경, rib 추가 또는 변경, 냉각에 의한 문제는 냉각 line 보완 또는 금형온도 조절 등의 방법으로 변형을 개선합니다.

상기의 유동, 보압, 냉각, 변형 해석의 부가적 option으로 insert의 영향을 고려할 수 있으며 사출압차에 의한 가늘고 긴 금형 core의 힘을 해석할 수 있습니다. 성형 과정에서 발생하는 잔류응력과 fiber 배향에 의한 물성 편차를 구조해석에 반영할 수 있는 성형해석을 연계한 구조해석도 가능합니다. 마지막으로 성형조건 또는 design을 요인으로 한 실험계획법을 수행하여 성형 trouble의 원인을 정확히 예측하고 해결방안을 제시할 수 있습니다.

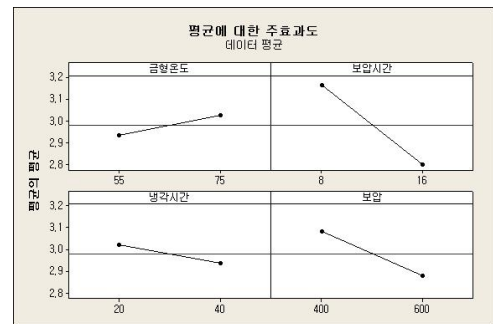


표 1 수축률에 대한 성형조건 주요 효과 분석

본사

04532, 서울특별시 중구 소공로 94 (OCI빌딩, 14층)
Tel. 02-728-7481 Fax. 02-714-9235

연구소

15850, 경기도 군포시 고산로 166, 104동 201호 (당정동, SK벤티움)
Te Tel. 031-436-1300 Fax. 031-436-1301

Headquarters

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7481 Fax. +82-2-714-9235

EU & America Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7467 Fax. +82-2-714-9235

Asia Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7491 Fax. +82-2-714-9235

China Sales

上海聚醚醚化工贸易有限公司
上海市长宁区天山路1717号SOHO天山广场2幢T2-903C室(200051)
Tel. +86-21-6237-1977 ; E-mail: cpac.sales@gpac-kpac.com

Disclaimer: 1. 상기 자료는 본 제품에 대해 당사의 현재 기술 수준에서 측정된 것이며, 측정 방법 및 조건에 따라 변경될 수 있습니다. 본 제품에 고객에 의해 안료 및 기타 첨가제가 사용된 경우 상기 자료는 적용되지 않습니다. 본 제품은 (치)의학 Implants 용으로는 적합하지 않으며, 고객은 안전 및 보건 기준에 따라 본 제품을 사용해야 합니다. 제품 사용의 결정 및 책임은 고객에게 있으며, 상기 자료는 법적 소송 및 근거자료로 활용될 수 없습니다.

2. 상기 성형수축률은 당사 시험편 금형을 이용하여 특정 사출조건에 한하여 측정된 수치이므로, 측정조건에 따라 다소 변동될 수 있습니다. 귀사에서 제작하고자 하는 금형의 경우 두께, 디자인, 사출기, 사출조건 등이 당사 시험편 금형과 상이하여 상기 수축률과 차이가 있을 수 있으므로, 귀사의 설계조건, 사출성형조건 등을 충분히 검토하신 후 필요 시 보정하여 적용하시기 바랍니다. 제작하고자 하는 금형과의 수축률 차이가 발생할 경우 당사에서는 어떠한 법적 책임도 질 수 없으며, 모든 책임은 귀사에 있음을 분명히 밝혀 드립니다.