

3S SOLIDWORKS

VARATECH Sigmund
Design & Build Quality are Predictable



FORD MOTOR COMPANY

품질에 큰 영향을 미치는 작은 노력

파트너 사례 연구



2009 Ford Flex

당면 과제:

치수 변형을 제대로 관리하지 못하면 비용이 많이 드는 스크랩, 재설계, 브랜드 손상 문제로 이어질 수 있습니다.

솔루션:

Ford는 Sigmund 소프트웨어를 이용하여 설계 단계에서 공차와 어셈블리 빌드를 해석합니다.

인생에서 다양성은 즐거움이지만 제조업체에게는 골칫거리입니다. 설계자와 엔지니어는 제조 라인에서 나오는 제품의 불가피한 변화, 세부 사항 등을 수용해야 합니다. Ford 등 몇몇 회사는 제품 개발 사이클 초기부터 변화에 대비합니다. 그렇지 않은 회사는 그저 문제가 생기지 않길 바라면서 일단 제조를 시작하고 나중에 문제를 해결합니다.

변화로 인해 발생할 수 있는 문제를 이해하려면 일단 제조에서 완벽함이란 있을 수 없다는 점을 기억해야 합니다. CAD 데이터는 고객에게 전달되는 제품의 실제 품질이나 성능이 아니라 이론상의 설계 의도 즉, 이상적인 설계를 나타냅니다. CAD에서는 아무것도 만들어지지 않습니다. 실제 제조 및 조립 공정에서 만들어지는 것입니다. CAD에서 설계가 맞는 것처럼 보인다고 실제로 올바르게 제작되는 것이 아닙니다.

단순히 제품이 직경 1인치인 원통이라고 해도 실제로는 정확히 1인치가 아닙니다. 공장에서는 약간 두껍거나 얇거나 또는 둥근 모양이 일그러져 나옵니다. 제품 설계자의 구체적인 공차 (및 공장의 역량)에 따라 다른 가변적 파트가 결합될 때 크게 변형될 수 있으며, 이는 제품 실패로 이어집니다.

위험은 모든 설계에 잠재해 있습니다. 일설에 따르면 스크랩과 재작업 중 절반은 잘못된 공차와 변형 관리에서 기인한다고 합니다. 그리고 기업은 재설계, 엔지니어링 변경 주문, 리콜, 보증, 책임, 릴리즈/출시 지연, 고질적인 제조 문제, 손상된 브랜드 이름 등 낮은 품질에 어마어마한 비용을 낭비하고 있습니다. “중대한 품질 문제”에 관한 10 Six Sigma 중 약 8개가 치수 변형 관리 문제로 이어집니다.

“이것이 설계 위험을 계산했으나 기대에 미치지 못하는 요인 중 하나”라고 Varatech CEO, Bob Gardner는 설명합니다. Varatech는 이러한 문제를 해결하기 위해 Sigmund®라는 공차 및 어셈블리 빌드 해석 소프트웨어를 제작한 회사입니다. “또 다른 요인으로는 가변적 파트 간의 다양한 주요 관계를 미리 파악하지 못하여 출시할 때까지 문제를 야에 발견하지 못하기도 합니다. 제작 품질 목표에 원시 및 공차 데이터를 정의하지 않고 설계 막바지에 임의로 부여하면 이런 일이 발생합니다. 이러한 상황이 발생하면 많은 비용이 들게 됩니다.”

“Sigmund가 정말로 하는 일은 제품 개발을 조정하는 것입니다.” “의견에 따라 자주 제품 방향이 정해지지만 객관적인 데이터로 의견을 통제할 수 있습니다. 객관적인 데이터가 있으면 논쟁을 펼칠 필요가 없습니다.”

— Glenn Reed, 기계 기술 전문가,
Ford Motor Company

설계 및 제품 제작 품질 예측

Gardner에 따르면 미리 제작 품질 목표를 정의하는 것이 중요하다고 합니다. Gardner는 이것이 맞춤, 마감 및 작동에 영향을 미치는 어셈블리 구속조건만큼 중요하다고 설명합니다. 스스로에게 물어보십시오. 품질로 환산할 수 있는 제품의 중요한 특징이 무엇입니까? 고급 자동차 본체의 경우 품질 척도 중 하나는 시임(seam)을 따라 항상 부드럽게 굴러갈 수 있는 볼 베어링입니다. 이것이 제작 품질 목표가 될 수 있습니다. 제작 품질 목표는 제품의 성능과 생산 시 문제 없는 제작 방식에 영향을 미칩니다.

선도적인 엔지니어링 팀은 경쟁력 평가, 벤치마크 연구, 마케팅 요구사항, QFD(Quality Functional Deployment) 해석 연구, 사용자 요구사항, 실패 해석, 메커니즘 관계를 위한 Machinery Handbook 같은 매뉴얼 등의 출처에서 제작 품질 목표를 도출합니다.

제작 품질 목표를 세우고 측정 가능하도록 정량화한 후 목표에 따라 설계를 추진합니다. 예를 들어 Ford Motor Company는 도로 분기점 연구에서 Varatech의 Sigmund를 사용하여 변형, 기하학적 민감도, 사전 정의된 제작 품질 목표를 기준으로 가장 역량이 뛰어나고 견고한 설계 개념을 파악합니다. 제작 품질 목표에 따라 어떤 Sigmund 기반 연구(Worst Case, Modified RSS, Monte Carlo Tolerance)가 필요한지 결정합니다. 기존에는 설계에 사용한 CAD 소프트웨어와 연계하지 않고 수작업 또는 스프레드시트로 이러한 연구를 실시하여 모든 공차/변형 정보를 개발, 업데이트 및 관리하기가 어려웠습니다. 그에 반해 Sigmund를 사용하면 설계자는 설계/가공 릴리즈 전에 제작 품질 목표를 모두 충족할 수 있는 설계를 객관적인 CAD 기반 데이터로 간편하게 시연할 수 있습니다. 이로써 처음부터 낮은 품질로 인해 발생하는 모든 지연과 막대한 비용을 방지할 수 있으며, 필요한 경우 되돌아갈 수 있는 참조 기반을 구축할 수 있습니다.

FORD: 설계 품질이 최우선

Ford는 SOLIDWORKS® 3D CAD 소프트웨어가 포함된 Sigmund로 뛰어난 품질을 보장합니다. 미시간주 디어본에 사는 Ford 기계 기술 전문가 Glenn Reed는 파워 유저입니다. 그는 SigmundWorks, Sigmund ABA 및 SOLIDWORKS 소프트웨어를 사용하여 글로벌 공급업체 및 전문 엔지니어의 새로운 설계에서 DVD, CD, 라디오와 같은 인포테인먼트(Infotainment) 시스템을 점검합니다. 가공 릴리즈 전에 작동 의도와 제작 목표를 충족하는지 확인합니다.

Reed는 IGES, STEP 또는 Parasolid 파일을 SOLIDWORKS 소프트웨어로 불러와 작업을 시작합니다. "SOLIDWORKS 소프트웨어는 원본에 관계없이 설계를 불러오고, 정리하고, FeatureWorks®를 사용하여 파라미터화할 수 있는 강력한 도구"라고 Reed는 말합니다.

그 다음 SOLIDWORKS 소프트웨어용 Varatech 해석 제품인 SigmundWorks를 이용합니다. SigmundWorks는 Certified Gold Product이기 때문에 SOLIDWORKS 소프트웨어와 완벽하게 통합되며 SOLIDWORKS 인터페이스 내에서 작동합니다. Reed는 품질을 평가하기 위해 임의로 치수, 공차, 변형을 수정하여 한 번에 수천 건의 가상 시나리오를 실행합니다.

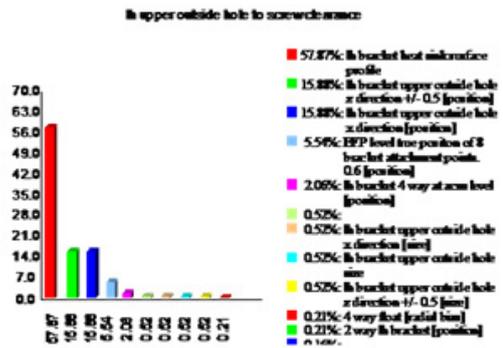
"SigmundWorks는 처음부터 제작 요구 사항을 정의하고 이해하는 데 도움이 된다"고 Reed는 말합니다. "비용, 제조 복잡성 및 어셈블리 면에서 설계의 각 기능, 치수, 공차가 미치는 후속 영향을 파악합니다."

FORD에서 SIGMUND의 효과

일례로 Reed는 2009 Ford Flex에서 EFP(전자 마감 패널)와 CFP(중앙 마감 패널) 사이의 인터페이스에서 구멍 패턴-스크루 보스 패턴 연구를 실시했습니다. 이 연구는 파트가 성공적으로 조립되고 버튼 주위로 일정한 공간이 유지되는지 확인하기 위해 고안되었습니다.

EFP는 2방향 로케이터와 4방향 로케이터를 사용하여 CFP에 배치되고 17개의 체결부품으로 고정됩니다. 최초 SigmundWorks 구멍 패턴 일치 해석에서는 EFP에서 본래의 직경 3mm 나사 구멍을 사용하는 어셈블리의 경우 문제가 발생할 가능성이 5%였습니다. 100% 제작 목표를 달성할 때까지 패턴 일치 해석을 수행하여 3.8mm까지 구멍을 점차적으로 늘렸습니다. "이러한 구멍-핀 일치 해석 유형은 수작업으로는 거의 불가능하다"고 Reed는 말합니다. "Sigmund를 사용하면 알맞은 어셈블리를 위해 크기 및 위치 공차 관점에서 필요한 것을 도출할 수 있습니다. 아주 쉽고 빠릅니다."

또 다른 예로 Ford는 지나치게 휘어진 디스크로 재생하는 경우를 제외하고 의도한 대로 CD 플레이어의 어셈블리가 작동하는지 검증할 수 있었습니다. 디스크가 열 또는 햇빛에 노출되는 것은 기술적으로 고객 측의 결함이라고 하더라도 Ford는 SigmundWorks 및 SOLIDWORKS 소프트웨어를 사용하여 디스크 가이드의 치수를 변경하여 약간 변형된 디스크도 올바르게 재생하고 꺼낼 수 있는지 확인하여 더욱 견고한 시스템을 만들었습니다. 이로써 Ford는 설계 결함이라는 인식조차 피할 수 있었습니다.



이 Sigmund Sensitivity-Pareto 차트에서 보듯 대부분의 변형에 영향을 미치는 공차는 극소수일 뿐입니다. 오른쪽에 표시되거나 아예 표시되지 않은 공차는 **비용 절감**의 기회일 수도 있습니다.

목표는 정확도가 필요한 곳과 그렇지 않은 곳을 파악하는 것입니다.

또 다른 예로 Ford는 막 출시하려던 새로운 자동차 모델에서 약간 흔들리는 라디오 다이얼을 발견했습니다. 기능에는 전혀 영향을 주지 않는 사소한 문제였지만 품질 인식에는 큰 영향을 미쳤습니다. Ford는 Sigmund ABA 어셈블리 빌드 해석 소프트웨어를 사용하여 문제의 원인인 두 메이팅 파트 사이의 아주 작은 공간에 숨겨져 있던 "기하학적 민감도"를 찾아냈습니다. 어셈블리 구속조건으로 그 영향이 커졌기 때문에 작은 공간에서 큰 흔들림이 생긴 것입니다(손목을 약간만 기울여도 칼끝이 크게 기울어지는 것을 생각해 보십시오). Ford는 간단하게 다른 쪽의 피쳐 인터페이스를 닫아 흔들림을 줄일 수 있었습니다. Sigmund 해석의 객관적인 데이터로 생산 사출 성형 가공을 확실히 수정할 수 있습니다.

Ford는 일반적으로 어셈블리 설계에서 최소 5,000개 이상의 Sigmund 기반 가상 시뮬레이션 빌드를 실행합니다. 이는 마치 공장에서 허용되는 공차 내에서 가능한 모든 변형 조합을 토대로 약간씩 다른 5,000개의 프로토타입을 제작하는 것과 같습니다. 그리고 나서 Sigmund는 빌드의 히스토그램을 작성합니다. 초기 설계에서 20%의 빌드가 실패할 경우 히스토그램의 모서리가 빨간색으로 표시되어 사양에서 벗어난 빌드임을 알 수 있습니다. 파란색은 사양을 충족한다는 의미입니다. Sigmund는 사전에 공칭 설계 실수와 어셈블리 프로세스 평균 이동을 파악할 수 있습니다.

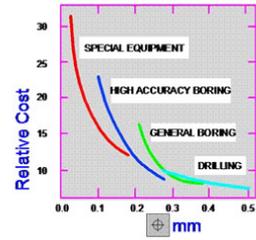
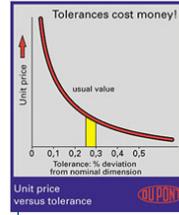
Sigmund에서 어셈블리 설계 애니메이션을 보는 것은 매우 유용합니다. 이 강력한 소프트웨어가 추천 개의 가상 빌드를 순환하면서 완성된 부품에 영향을 미칠 수 있는 모든 변형 가능성을 생생하게 보여 줍니다. 이는 설계의 완벽함이 실제 생산에서는 환상일 뿐이라는 것을 극명하게 보여 줍니다.

더 많은 예시

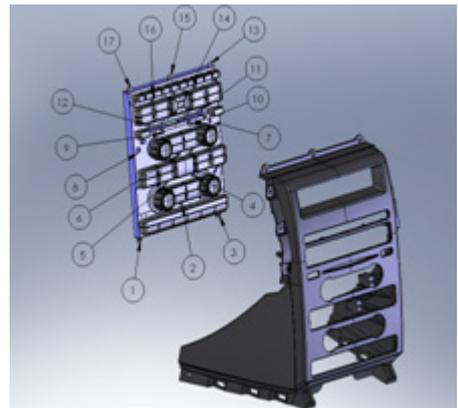
Ford는 또한 Sigmund를 사용하여 유한 요소 해석(FEA) 등 다른 유형의 해석을 보완합니다. FEA 지오메트리는 일반적으로 존재하지 않는 공칭 모델에 기반합니다. FEA 지오메트리에 실제 부품과 어셈블리 변형을 추가하면 시뮬레이션 결과와 테스트 간의 차이를 최소화할 수 있습니다. Sigmund는 실제 부품과 어셈블리 변형을 고려하고 편차가 적용된 실제 제조 지오메트리를 사실적으로 표현합니다. 즉, 개발 팀은 Sigmund를 사용하여 공장에서 출시될 때 제품 성능의 더욱 정확한 표현을 위해 실제로 어떻게 생산될지 분석할 수 있습니다.

판금 라디오 새시 좌측의 예는 원래 공차가 메커니즘 문제를 유발할 수 있는 정사각형이 아닌 상자를 수용하는 방법을 보여 줍니다. 라디오 새시 인클로저의 공칭 지오메트리에 관한 FEA 해석(NEiWorks 사용)은 한 가지 결과를 보여 줬습니다. Sigmund의 실제 편차가 적용된 인클로저 지오메트리로 인해 FEA 결과가 약간 달라졌습니다. 이대로 제조되었다면 변형과 어셈블리 하중의 복합적인 영향으로 인해 상당한 양의 새시에서 사각형이 안 맞거나 폐기되었을 것입니다. Ford는 설계를 빠르게 변경하여 문제를 해결할 수 있었습니다.

“Ford에서 Sigmund는 개념 평가, 설계, 재질 선택, 품질 프로그램, 공급업체 및 프로세서 선택을 위한 기반이 된다”고 Reed는 말합니다. “실제로 Ford는 모든 공급업체를 대상으로 새로운 규칙을 정했습니다. 가공 릴리즈 전에 공급업체는 빌드 목표를 보여 주기 위해 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 Worst Case, Modified RSS, Monte Carlo Tolerance 연구를 실시해야 합니다. 정말 좋은 아이디어라는 것은 두말할 나위가 없습니다.”



정밀도 비용 그래프—엄격한 공차는 비용을 크게 높임



균일 간격 달성. 100% 반영된 빌드

Ford Motor Company 관련 정보

본사 주소: Customer Relationship Center
P.O. Box 6248
Dearborn, MI 48126
전화: 1 800-392-3673

추가 정보
www.ford.com

프로젝트를 시작할 때 공차 및 어셈블리 빌드 해석을 수행하려면 시간과 노력이 필요하지만 스크랩, 재작업, 보증 클레임, 리콜에 드는 비용과 노력에 비한다면 아무 것도 아닙니다.

“Sigmund가 정말로 하는 일은 제품 개발을 조정하는 것”이라고 Reed는 말합니다. “의견에 따라 자주 제품 방향이 정해지지만 객관적인 데이터로 의견을 통제할 수 있습니다. 이제는 이렇게 말할 수 있습니다. ‘여기 설계 A, B, C와 Sigmund 연구 자료가 있습니다. 보시다시피, 설계 B는 목표를 충족하지 못하므로 품질 기준을 완화하거나 A 또는 C 중에서 선택해야 합니다.’ 객관적인 데이터가 있으면 논쟁을 펼칠 필요가 없습니다.”

SigmundWorks는 Certified Gold Product이고 Sigmund ABA for SOLIDWORKS 소프트웨어 및 Sigmund ABA Kinematics for SOLIDWORKS 소프트웨어는 솔루션 파트너 제품입니다. Ford는 지속적인 소프트웨어 교육, 지원 및 구축을 위해 Varatech와 공인 SOLIDWORKS 소프트웨어 리셀러 DASI Solutions와 협력하고 있습니다.

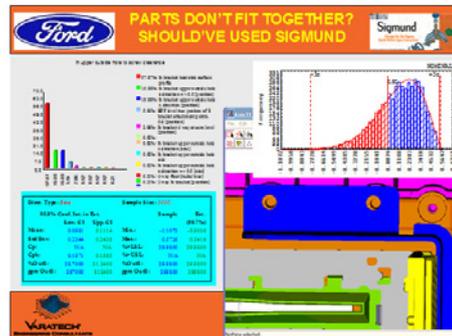
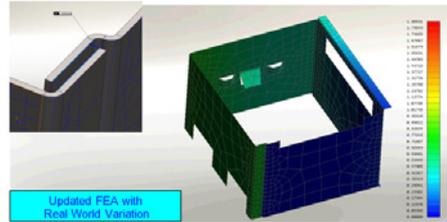
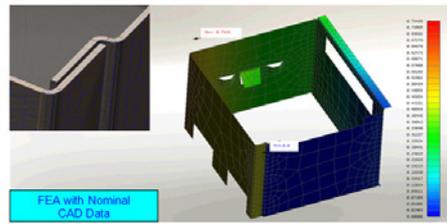
자세한 내용은 아래에서 확인하시기 바랍니다.

dasisolutions.com

www.ford.com

www.solidworks.com/ko

www.varatech.com



위 그림은 일반적인 Sigmund 보고를 표시합니다.

- 1) 문서화된 빌드 목표 보기(애니메이션 처리된 어셈블리 다양성을 보여주는 삽입 AVI일 수도 있음)
- 2) 사양을 벗어난 비율, Cpk, Six Sigma의 PPM(Parts Per Million) 등 최상위 정보를 고급 통계 데이터와 함께 제공하는 통계 보고서
- 3) 모든 부품 공차 및 어셈블리 변형의 순위(목표 기여율 기준)를 제공하는 빌드 목표 민감도 연구
- 4) 시뮬레이션된 값의 모집단 위치를 특정 빌드 목표 사양 한계와 비교하여 표시하는 그래픽 히스토그램. 또한 이 히스토그램은 분포 유형을 표시하고, 어셈블리 공정에서 종종 발생할 수 있는 평균 이동이 존재하는지를 나타냅니다.

11개 산업부문을 지원하는 3DEXPERIENCE® 플랫폼은 당사의 주력 브랜드 애플리케이션으로 다양한 산업솔루션 경험을 제공하고 있습니다.

3DEXPERIENCE®로 대표되는 다쏘시스템은 기업과 개인고객에게 지속 가능한 혁신을 위한 가상세계를 제공합니다. 세계 최고 수준의 솔루션은 제품설계, 생산 및 지원 방식에 변혁을 일으키고 있습니다. 다쏘시스템의 협업솔루션은 가상세계를 개선할 수 있는 가능성을 높여 소셜 이노베이션을 촉진합니다. 다쏘시스템은 전 세계 140여 국가의 모든 산업부문에서 25만 곳 이상의 고객들에게 새로운 가치를 창출해 주고 있습니다. 자세한 내용은 www.3ds.com/ko를 참고하십시오.

