

SIEMENS

Ingenuity for life

산업용 기계 및 중장비

Volvo Construction Equipment

건설 장비 제조사, Simcenter Testing Solutions의 도움을 받아 음향 쾌적성을 향상시키다

제품

Simcenter

비즈니스 당면 과제

소형 휠 로더 운전석에서 발생하는 화이닝 노이즈 (whinning noise) 해결

점차 중요해지는 소음 및 진동 문제를 해결할 솔루션 모색

비용 효율적이며 생산적인, 쾌적한 장비 제공

성공의 비결

Siemens Digital Industries Software 엔지니어 조언에 따라 변위 측정

샤프트 움직임에 변동을 주기 위해 약 10kg 중량 추가 및 작동 개선

사용하기 쉬운 Simcenter Testlab 소프트웨어로 시간 절약

결과

운전석에서 발생하는 화이닝 노이즈 제거에 상당한 진전이 이뤄짐

진동 감소를 위해 기어 품질 개선 필요성 발견

Volvo Construction Equipment, Siemens Digital Industries Software의 도구와 고객 지원을 활용해 NVH 문제를 해결하다

점차 커지는 음향의 비중

Volvo Construction Equipment (VCE)는 창립 이래 고객에 기대 이상의 제품을 제공하기 위해 끊임없이 쇄신해 왔습니다. 지난 180여 년간 VCE는 작업자가 쾌적함과 안전함, 제어감을 느낄 수 있는 화물 트럭, 휠 로더, 굴삭기, 도로 개발 장비 및 기타 건설 차량을 설계하고 제조해 왔습니다. Siemens Digital Industries Software 도구와 엔지니어는 VCE의 엔지니어링 프로세스 곳곳에 지원을 제공해 "설계 단계에서

갖춰지는 품질"을 구현할 수 있도록 합니다. 최근 VCE의 NVH (noise, vibration and harness) 엔지니어는 Simcenter™ 솔루션을 활용해 소형 휠 로더 기어 내 화이닝 노이즈를 해결할 수 있는 솔루션 개발의 큰 진전을 이뤘습니다.

VCE가 탄생한 스웨덴 에스킬스투나에는 900여명의 엔지니어가 연구 개발, 테스트, 시제품 제작 작업을 수행하는 대규모 개발 및 테스트 센터가 있습니다. 이 곳은 양질의 설계를 선보이겠다는 VCE의 의지를 고스란히 보여주는 현장입니다. 이 센터는 Siemens Digital Industries Software의 Simcenter SCADAS™ 하드웨어와 Simcenter Testlab™ 소프트웨어를 사용해 다양한 엔지니어링 문제를 해결합니다.



결과 (현재 진행 중)
중요한 고객 지원 제공
비틀림 진동 해석을 수행해
심층적 인사이트 확보

"VCE는 내구성을 가장 중요하게 생각하지만, 실제 프로세스에서 음향의 중요성이 점차 커지고 있습니다." "소음과 진동 성능이 우수한 제품을 요구하는 고객이 점점 더 많아지고 있습니다. VCE는 비용 효율적이면서 생산적이고 쾌적한 건설 장비를 만들고자 합니다. 거슬리는 소음을 최소화해 음향 쾌적성을 향상시키기 위한 노력에 심혈을 기울입니다. 이는 완벽히 해내려면 몇 년의 세월이 걸리는 까다로운 작업입니다. 다행히 저희는 우수한 음향 성능은 우수한 새시에서 출발한다는 점을 잘 알고 있습니다. 이러한 인식에 기반해 몇 년에 걸쳐 작은 문제들을 해결할 수 있습니다." Reza Renderstedt, 로더용 NVH 테스트 팀

소음원을 파악하다

VCE는 최근 소형 휠 로더 운전석에서 발생하는 거슬리는 화이닝 노이즈를 제거하는 작업을 진행 중입니다. 이 소음은 드라이버 샤프트라고도 불리는 프로펠러

샤프트의 아홉 번째 위치에서 RPM이 2,400 이상으로 높을 때만 발생합니다. 임계점에 이르면 소음 레벨이 5 데시벨 이상으로 증가하며, 증가 형태는 선형적입니다.

"화이닝 노이즈는 자주 발생하는 문제는 아니지만 정확히 짚어내고 조사하기가 매우 어렵습니다. 저희가 확실히 알 수 있는 거라곤 이것이 구조적 문제에서 비롯된다는 점 뿐입니다. 저희 제품이란 게 곧 토크가 높고 프레임에 대한 구조적 댄핑은 낮으며, 액슬이 프레임에 견고하게 부착된 중장비입니다." Reza Renderstedt, 로더용 NVH 테스트 팀

이 노이즈의 근본 원인을 알아보기 위한 초기 조사는 별 성과를 거두지 못했습니다. VCE는 다른 기어/크라운 휠을 사용해 보고 다른 운전석 유형도 테스트 해 보며 기어 품질을 향상시켰으며 아예 다른 액슬에도 넣어봤지만 액슬 기어 노이즈는 해결되지 않았습니다.

"이 화이닝 노이즈 문제에 대한 솔루션은 Siemens Digital Industries Software의 Simcenter Testing Solutions가 VCE의 품질 목표 달성에 어떻게 도움이 되는지를 잘 보여주는 하나의 예시에 불과합니다."

Reza Renderstedt
Volvo Construction Equipment
로더용 NVH 테스트 팀
팀장



솔루션을 찾아 나서다

문제 해결을 위한 시도가 이어졌으며, VCE는 Simcenter Testlab 음향 테스트 포트폴리오에서 얻은 두 가지 솔루션을 시도해 보았습니다. 첫 번째로 프론트 액슬에 ODS (operating deflection shape) 해석을 수행해 작동 조건 중의 진동 패턴을 평가했습니다. ODS 평가는 60개의 가속 센서 위치에서 10회 수행했습니다. 상당히 시간이 걸리는 방식으로, 운전석 내에서 화이닝 노이즈가 정점에 달하는 2,520 rpm에서의 처짐 패턴에 특히 집중했습니다. 테스트 엔지니어는 이 속도에서 내부 소음 수준이 올라갈수록 진동 수준도 올라간다는 점을 파악했습니다. 그러나 소음이 3,000 rpm에서 피크를 찍는 것과 진동 피크와는 무관해 보였습니다.

"진동 수준이 증가하면 전체 소음 수준도 증가했지만, 진동이 높다고 꼭 운전석 소음이 높은 건 아니었습니다. 즉, 이 테스트는 그다지 도움이 못 됐습니다." Reza Renderstedt, 로더용 NVH 테스트 팀

뿐만 아니라 전체 휠 로더에 대한 모달 해석에서도 이렇다 할 결과를 얻지 못했습니다.

"작동시킬 때마다 해머 임팩트를 측정해 작동력과 무관한 프론트 액슬의 모달 거동을 파악했습니다. 임계 주파수는 찾을 수 없었습니다." Reza Renderstedt, 로더용 NVH 테스트 팀

Simcenter™ Engineering 서비스와 협력한 세 번째 방식을 통해 한층 결정적인 결과가 도출됐습니다. 테스트 팀은 프론트 액슬에 세 개의 센서를 달았습니다. 왼쪽/오른쪽 드라이브 샤프트에 각각 하나씩, 피니언 샤프트에 추가로 하나를 놓고 가속 중 케이싱 내부 변위를 측정했습니다. 이를 통해 아홉 번째 프로펠러 샤프트 위치에 있는 피니언 샤프트에서보다 측면 샤프트에서의 변위가 훨씬 크다는 점이 드러났습니다. 게다가 피니언 베어링에서의 케이싱 진동 피크는 210Hz와 375Hz에서의 피크 변위와 분명한 상관 관계를 보였습니다. 이 테스트 및 그 외 관찰을 통해 프론트 액슬에서 화이닝 노이즈가 유발된다는 점을 분명히 알 수 있었습니다.

"Simcenter Engineering 팀은 변위를 측정한다는 기막힌 아이디어를 제시했습니다. 사실 당초 저희는 이 테스트가 액슬에 무리를 줄 수 있어 꺼렸으나, 해 볼 만한 가치가 충분했습니다. 몇 가지 트랜스듀서만 사용해 상당히 좋은 결과를 냈습니다." Reza Renderstedt, 로더용 NVH 테스트 팀

"Simcenter Engineering 팀은 변위를 측정한다는 기막힌 아이디어를 제시했습니다. 사실 당초 저희는 이 테스트가 액슬에 무리를 줄 수 있어 꺼렸으나, 해 볼 만한 가치가 충분했습니다. 몇 가지 트랜스듀서만 사용해 상당히 좋은 결과를 냈습니다."

Reza Renderstedt
Volvo Construction Equipment
로더용 NVH 테스트 팀
팀장



여러 발견 사항을 한데 모으다

엔지니어들은 이 결과에 이어 비틀림 진동 해석을 통해 이 문제를 보다 심층적으로 들여다 보고자 했습니다. 하나는 리어 근처에, 다른 하나는 프런트 액셀 프로펠러 샤프트의 프런트 플랜지 근처에 있는 두 개의 레이저 센서를 통해 370Hz에서 구동계에서 비틀림에 의한 공진 피크가 뚜렷이 나타났습니다. VCE 엔지니어들은 이러한 발견 사항을 종합해 비틀림 모드가 2,400 rpm의 프런트 액셀에서 높은 여기를 유발하며, 진동을 줄이려면 기어의 품질을 개선해야 한다는 점을 파악했습니다.

이와 동시에 문제를 해결할 수 있는 솔루션 제안도 이뤄졌습니다. 이 팀은 추가 테스트에 기반해 약 10kg 중량을 추가하면 샤프트 동역학이 변경돼 거동을 개선시킬 수 있을 것으로 판단했습니다. 프로펠러 샤프트 구성이 미흡할 경우 튜닝된 매스 댐퍼가 도움이 될 수 있습니다.

"아직 할 일이 남았지만 최소한 방향은 제대로 잡았습니다. Siemens가 이러한 결과에 도달하는데 상당히 도움을 줬습니다. Simcenter Testlab은 록앤필이 뛰어나며 사용하기 간편한 솔루션 플랫폼으로, 상당한 시간 절감 효과를 가져다 줬습니다." Reza Renderstedt 로더용 NVH 테스트 팀

"Simcenter Engineering 서비스 팀은 상시 지원 준비가 돼 있었습니다. 문제가 있을 때 고객 지원 센터로 전화만 걸면 직원이나 엔지니어가 즉시 지원을 제공합니다. 이 화이닝 노이즈 문제에 대한 솔루션은 Siemens가 VCE의 품질 목표 달성에 어떻게 도움이 되는지를 잘 보여주는 하나의 예시에 불과합니다."

"Simcenter Engineering 서비스 팀은 상시 지원 준비가 돼 있었습니다. 문제가 있을 때 고객 지원 센터로 전화만 걸면 직원이나 엔지니어가 즉시 지원을 제공합니다."

Reza Renderstedt
Volvo Construction Equipment
로더용 NVH 테스트 팀
팀장

솔루션/서비스

Simcenter Testlab
siemens.com/simcentertestlab
Simcenter SCADAS
siemens.com/simcenterscadas

고객사 주력 비즈니스

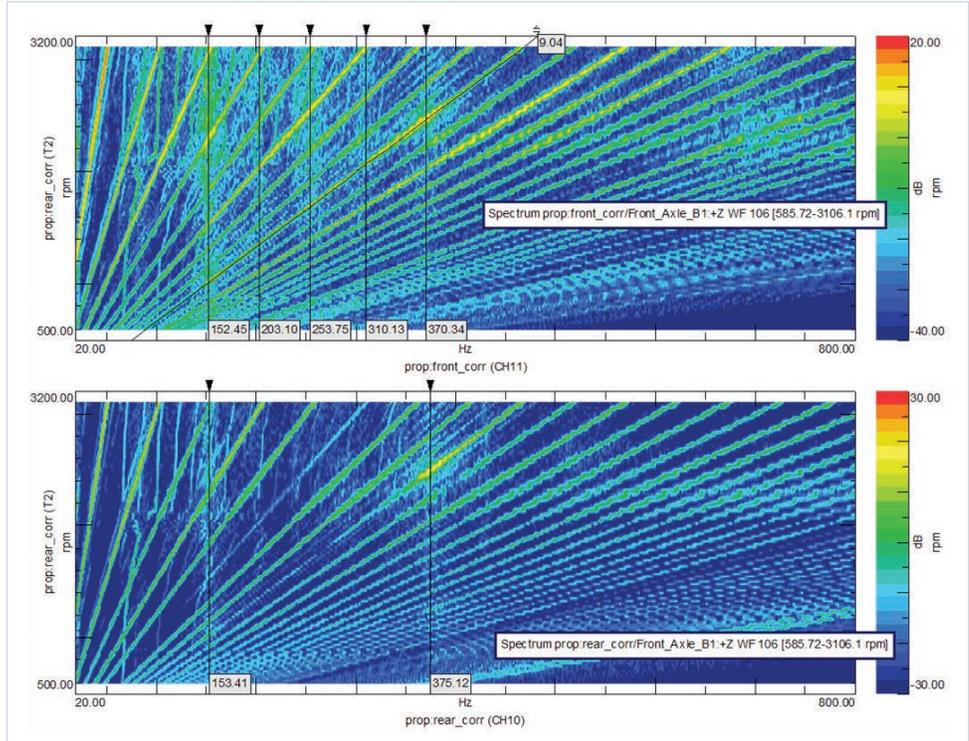
Volvo Construction Equipment의 제품과 서비스는 독점 판매업체 또는 독립 판매업체를 통해 전 세계 125여 국에 제공됩니다. 채석장, 석유 및 가스, 에너지 관련 산업, 중공업 인프라, 유틸리티, 도로 건설, 건축, 철거, 재활용, 산업 자재 취급 및 임업 등에서 Volvo 기계가 사용됩니다.
www.volvoce.com

사업장 소재지

스웨덴
에스킬스투나

"Simcenter Testlab은 록앤필이 뛰어나며 사용하기 간편한 솔루션 플랫폼으로, 상당한 시간 절감 효과를 가져다 줬습니다."

Reza Renderstedt
Volvo Construction Equipment
로더용 NVH 테스트 팀
팀장



이 그래프는 프런트 액슬 플랜지 근처 프런트 프로펠러 샤프트 (위)와 중심 베어링 근처 (아래)의 비틀림 진동을 보여줍니다. 차수 9 진동은 370Hz에서 피크에 도달합니다.

Siemens Digital Industries Software

미주 지역 +1 314 264 8499
유럽 지역 +44 (0) 1276 413200
아태 지역 +852 2230 3333

© 2018 Siemens. 관련 Siemens 상표 목록은 [여기](#)서 확인할 수 있습니다. 기타 모든 상표는 해당 소유자에 귀속됩니다.
40851-81374-C9-KO 1/20 LOC

siemens.com/software