



DIGITAL INDUSTRIES SOFTWARE

시뮬레이션 기반 선박 설계로 지속성 강화

다단계 모델링 및 시뮬레이션을 사용하여 갈수록 더 엄격해지는 해양 환경 규정 준수

요약

해양 산업은 IMO(국제해사기구)의 규정에 따라 화석 연료에서 배출 중립 솔루션으로의 기념비적인 전환을 겪으면서 중요한 시점에 직면해 있습니다. 동시에 디지털화는 SDSA(시뮬레이션 기반 선박 설계)가 구식 설계 방식을 대체하면서 혁신적인 접근방식으로 부상해 왔습니다. SDSA는 다중 물리 시뮬레이션 도구를 통합하여 높은 수준의 자동화를 제공합니다. 업계를 혁신할 수 있는 잠재력을 가진 SDSA는 친환경 방식의 전환을 실행할 수 있는 인프라인 대체 전력 공급 솔루션 및 녹색 회랑(green corridors)의 문제를 해결합니다. 본 백서는 기존의 대체 연료에서 후처리 및 원자력 추진에 이르기까지 해양 산업의 과제와 솔루션을 설명합니다.

목차

소개	3
Simcenter를 사용하여 복잡성 모델링 및 속도 향상	4
암모니아 분산	6
LNG 증발	7
과냉각 비등	8
빙-선체 상호작용	9
연도 가스 세척	10
결론	11

소개

2023년 7월, IMO는 2050년경까지 배출량 제로를 달성하겠다는 야심 찬 목표를 설정했으며, 이는 이전 목표인 2100년에서 대폭 앞당겨진 것입니다. 이는 개념 설계에서 실제 운영 및 해체에 이르기까지 선박 라이프사이클 관리에 광범위한 영향을 미칩니다. 2022년 청정에너지 행동포럼(Clean Energy Action Forum 2022)에서 ABS(미국선급협회)의 CEO(최고경영자) 겸 사장인 Chris Wiernicki는 배출량 제로 목표를 달성하기 위해 운영자가 새로운 연료 유형을 선택하는 데 핵심 동인이 될 신뢰할 수 있는 방법을 개략적으로 설명했습니다. 의사 결정의 핵심은 단기, 중기, 장기로 나눌 수 있는 기술 준비 일정에 있습니다. Wiernicki에 따르면 다음 네 가지 핵심 요소가 준비 상태를 결정합니다.

- 견고한 비즈니스 사례
- 확장성
- 인증 가능한 데이터의 제공 및 사용
- 비의도적인 결과의 완화

단기적인 해결책은 LNG(액화천연가스), 메탄올, 1세대 및 2세대 드롭인 바이오연료(drop-in biofuels)입니다. 해상 및 해운 연구 서비스를 제공하는 클락슨 리서치(Clarksons Research, 2023)에 따르면 2023년 전체 신규 주문 중 45%가 대체 연료로 사용될 수 있었습니다. LNG 이중연료(40%)가 가장 큰 비중을 차지했고, 메탄올 이중연료(23%)와 LPG(액화석유가스) (10%)가 차례로 그 뒤를 이었습니다. 드롭인 바이오 연료의 주요 이점은 기존 연료 인프라를 거의 또는 전혀 조정하지 않아도 된다는 것입니다. 소형, 근해, 연안 선박의 경우 적절한 배터리 솔루션을 이미 사용할 수 있으며 완전 전기 및

자율주행 선박의 성공적인 프로토타입을 운영하고 있습니다. 중기 기간에는 메탄올이 더욱 발전할 것이며, 향후 2년 동안 호환 가능한 엔진의 사용 가능성이 증가함에 따라 암모니아가 증가할 것입니다. 장기적인 친환경 연료(바이오매스 공급원에서 생산됨)와 블루 수소를 사용할 수 있습니다. 예를 들어, 천연 가스에서 생산되고 CCS(탄소 포집 및 저장)로 지원되는 수소가 있습니다. CCS 기술 준비는 선상 및 육상 운영 모두에 매우 중요합니다.

선급 협회는 원자력 기술을 수용할 수 있는 대형 상선의 옵션으로 원자력 에너지를 평가하는 데 있어 최고 기관에 해당합니다. 시뮬레이션 기술은 ABS에서 정의한 4가지 핵심 요소를 설정하도록 지원합니다. 견고한 비즈니스 사례를 구축하려면 효율을 정확하게 예측하여 대체 연료로의 전환과 관련된 손익분기점과 수익을 파악해야 합니다. 확장성은 애초에 리소스 문제이지만, 유행에서 운항(well-to-wake)까지의 전 과정에서는 몇 가지 CFD(전산 유체 역학) 시뮬레이션에서 자체적인 문제가 발생합니다. 예를 들어, 전승 체인 또는 엔진 성능 해석의 인프라 측면에서 문제가 발생합니다(신뢰할 수 없고 성능이 저하되는 엔진은 확장할 수 없음). 바람직하지 않은 결과를 완화하는 것은 위험 해석의 일부이며, 이는 가스 분산 및 화재 진압 시뮬레이션과 같이 CFD 시뮬레이션이 이미 일상적으로 사용되고 있는 영역입니다. 마지막으로, 디지털 데이터는 인증 프로세스에 사용되는 빈도가 날로 증가하고 있으며 규제 기관에서 인정하고 있습니다. 이러한 일련의 시뮬레이션 문제를 해결하려면 모델링 요구사항을 충족할 수 있는 높은 수준의 유연성을 제공하는 도구가 필요합니다.

Simcenter를 사용하여 복잡성 모델링 및 속도 향상

Simcenter™ 소프트웨어의 기본 원칙은 복잡성 모델링, 가능성 탐색, 통합 유지, 속도 향상이라는 네 가지 목표를 수반합니다. Simcenter는 소프트웨어, 하드웨어 및 서비스로 구성된 Siemens Xcelerator 비즈니스 플랫폼의 일부입니다.

다상 모델링은 설계 탐색 및 최적화 프로젝트에 포함될 수 있으며(가능성 탐색) 다른 도구와 연계될 수 있습니다(통합 상태 유지). 이는 주로 전부는 아니지만 많은 다상 유동 문제의 높은 복잡성을 모델링하는데 사용됩니다. 변화하는 흐름 및 위상 체계에 대해 하나의 시뮬레이션에서 동적으로 적응하는 기능 덕분에 세분화되고 순차적인 문제 해결과 비교할 때 전례 없는 속도를 제공합니다. 그림 1은 다음과 같은 방법으로 구성된 하이브리드 다상 모델링을 보여줍니다.

- 오일러리안 다상(EMP)
- 혼합 다상(MMP)
- 유체 부피(VOF)
- 분산 다상(DMP)
- 유체 필름(필름)
- 라그랑지안 다상(LMP)
- 이산 요소 방법(DEM)

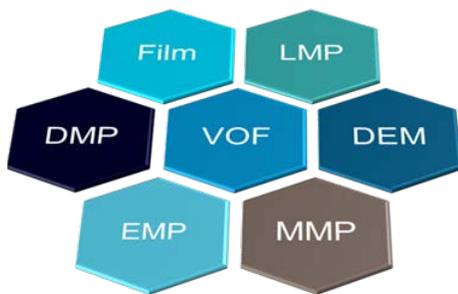


그림 1. 하이브리드 다상 모델링 구성.

이 모델의 첫 번째 설명은 참조 프레임, 즉 오일러리안 (Eulerian) 또는 라그랑지안(Lagrangian)과 관련이 있습니다. 오일러리안의 의미에서 관찰자는 벌크 흐름, 입자, 기포, 물방울 또는 박막을 비유동적 체적(stationary volume)을 통과하는 연속체로 간주합니다. 라그랑지안 개념에 따라 관찰자는 공간과 시간을 따라 흐르는 입자 소포를 추적합니다. 하이브리드 다상 모델링에서는 두 제품군이 공존할 수 있습니다. 결합된 오일러리안-라그랑지안 모델이 필요한 다상 유동 문제의 전형적인 예는 분산된 상이 희석되고 입자 간 충돌이 거의 없거나 중간 정도인 부피 분획이 특징인 연속 및 분산 상이 있는 유동입니다. 오일러리안 제품군 내에서 종종 혼화성 특성과 요구사항을 살펴보고 모델을 선택할 때 정보를 제공할 수 있습니다. 해양 산업에서 가장 보편적인 다상 문제는 혼화성 요구사항이 없는 명확하게 정의된 위상 인터페이스를 사용하여 선박 및 부유 구조물 주변의 물과 공기의 흐름을 시뮬레이션하는 것입니다. 그림 2에 나타난 바와 같이 VOF 방법은 인터페이스를 선명하게 파악할 수 있는 프레임워크를 제공합니다.

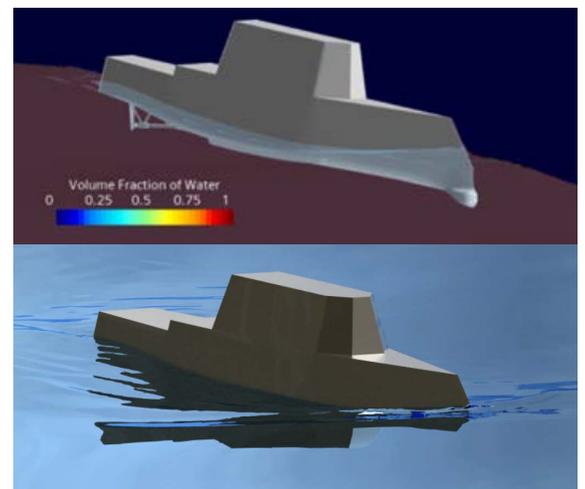


그림 2. 파도 속에서 기동하는 표면 전투선(Surface Combatant) VOF 방법 및 고해상도 인터페이스 파악 방법은 선박 및 해양 플랫폼 주변의 공기 및 물 흐름 시뮬레이션에서 일상적으로 사용됩니다.

작은 길이 스케일에서 혼합성 위상을 모델링하고 각 위상에 대한 전체 운송 방정식 세트를 풀어야 하는 경우 EMP 모델을 사용할 수 있습니다. 충실도 요구사항을 완화할 수 있는 경우 부피 분획만 해석하는 MMP(혼합 다상 모델)이라는 경량 변형도 사용할 수 있습니다. 슬러그, 휘젓기, 버블 흐름의 단계가 있는 표면으로 유체를 펌핑하는 파이프라인을 고려하고, 엔지니어링 관심 메트릭은 시스템의 질량 처리량입니다. 대부분의 경우 MMP를 사용하는 것으로 충분하며, MMP는 VOF를 적용할 때 일반적으로 의도하는 인터페이스 파악에 막대한 비용을 들이지 않고 이러한 단계에서 혼합물 특성과 부피 분획 분포를 보존합니다(그림 3).

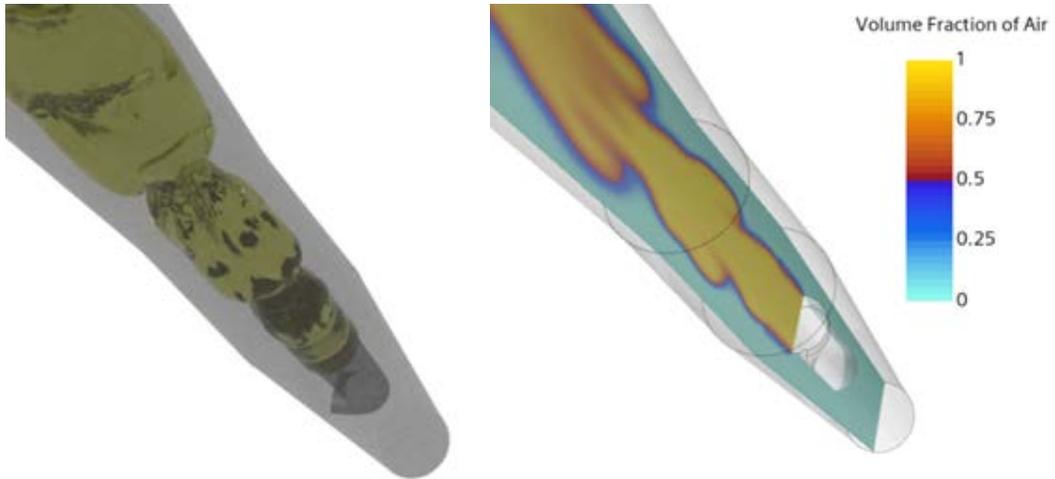


그림 3. 라저 내부 흐름의 MMP 시뮬레이션.

LNG 탱크 내부의 슬로싱(sloshing)을 살펴보면 요구사항이 근본적으로 다릅니다. LNG와 공기는 섞이지 않으며, 탱크 벽의 전복파와 최고 압력 하중을 포착하려면 자유 표면의 선명한 인터페이스 해상도에 도달해야 합니다. 예를 들어 시간 진행 시뮬레이션 중에 위상 및 에너지 전이를 통해 요구사항이 변경되는 경우 다상 상호 작용 모델이 물리 모델링을 구동합니다. 대표적인 예로는 증발, 비등, 응축, 액적 충돌, 필름 부착, 물방울이 있습니다. 프로펠러 주변의 캐비테이션 흐름은 상호 작용 모델과 함께 VOF를 적용하는 또 다른 예입니다. 산업 환경에서 Schnerr-Sauer 모델은 시간적 이산화 요구사항으로 인해 시뮬레이션 시간이 길어지는 Rayleigh-Plesset 등 다른 접근 방식보다 더 활용도가 높은 것으로 입증되었습니다. 최근 발표된 백서는 캐비테이션을 포함한 다상 유동 모델링 및 시뮬레이션에 대한 자세한 인사이트를 제공합니다.¹

암모니아 분산

LNG와 암모니아는 극저온 상태로 저장되므로 벙커링 중 누출과 같은 환경 조건에 노출되면 순간 기화(그림 4, 감압 비등(flash boiling))되어 승선원이 위험에 처하고 수많은 환경 위험을 초래할 수 있습니다. 파이프 누출에서 환경으로의 액체 분무가 감압 비등되는 것은 주변 압력이 액체 연료의 포화 압력보다 낮기 때문입니다.

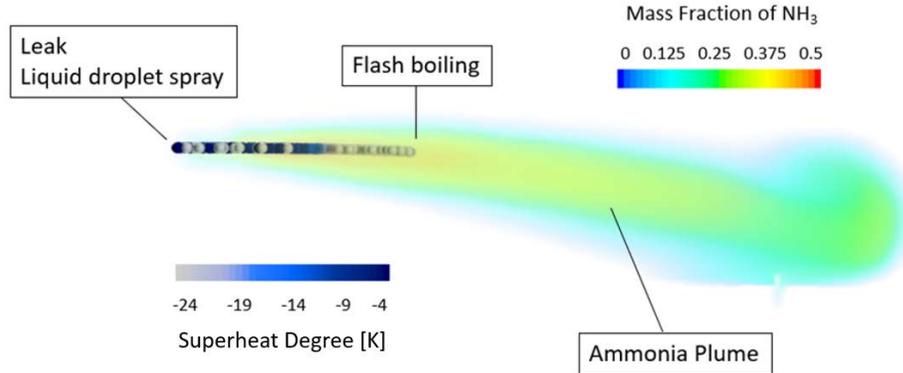


그림 4. CFD 시뮬레이션에서 극저온 가스의 감압 비등.

분무 방향과 인접 구조물과의 거리에 따라 분산된 증기 구름에서 강우가 발생할 수 있습니다. 강우는 가연성이 높은 대부분 기화된 분무에 남아 있는 액체 방울이 충돌하여 발생합니다. 분무 감압 비등 및 가스 분산의 위험을 더 정확하게 이해하기 위해 벙커링 중 누출로 인해 파이프의 극저온 암모니아 분산을 Simcenter STAR-CCM+™ 소프트웨어로 시뮬레이션하는 해상 보충 문제를 연구했습니다. 갑판에 있는 작업자가 30분 이상 동안 2,000ppm을 초과하는 치명적인 농도 수준에 노출될 가능성은 낮지만 NIH(국립보건원)에 따르면 같은 시간 동안 70ppm에 적게 노출되면 눈과 호흡기가 따끔거리거나 작열감이 발생할 수 있습니다. 이러한 증상은 엔진룸과 같은 밀폐된 공간에서 노출되었을 때 발생할 수 있으며, 이는 위험 평가의 중요성을 강조합니다. 현재의 가상 벙커링 시나리오에서는 액체 암모니아가 8bar의 압력으로 수급선(receiving ship)의 벙커 인프라로 수평으로 누출되어 환경으로 빠르게 분산됩니다. 10초 동안 작업 운영에 일반적으로 사용되는 포인트 위치에서 약 1ppm을 측정할 수 있습니다. 그림 5는 갑판에서 강우가 감지되지 않았음을 보여줍니다.

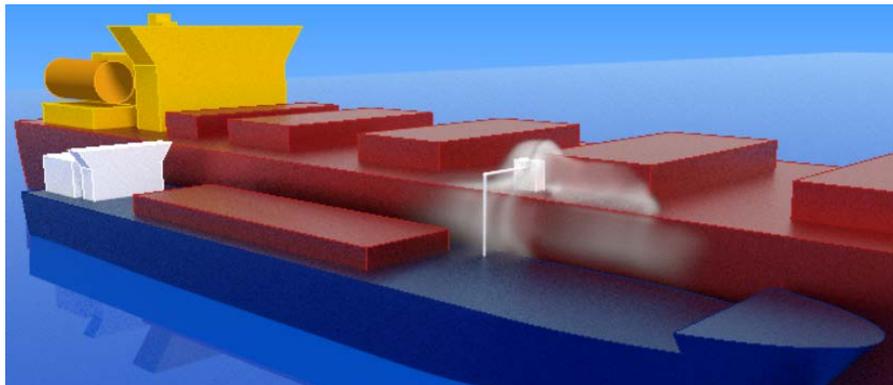


그림 5. 벙커링 중 누출에 따른 암모니아 분산 시뮬레이션.

LNG 증발

LNG는 섭씨 -160도(°C)의 낮은 온도에서 저장 및 운송되며 탱크의 절연층으로 차폐됩니다. BOG(증발 가스)는 절연재를 통해 탱크로 유입되는 열 에너지와 슬로싱으로 인한 운동 가열로 인해 액체에서 기체 상태로 전달되는 질량의 양입니다. BOG의 후처리를 위한 세 가지 옵션 중 하나가 대기 중으로의 방출, 재액화 또는 엔진 연소 활용에 사용됩니다. BOG와 관련된 이익 손실을 완화하기 위해 엔지니어는 절연 문제, 탱크 크기 조정, 후처리를 위한 효율적인 경로 변경 방법을 해결합니다. 엔지니어는 하이브리드 다상 모델링을 사용하는 시뮬레이션을 활용하여 해상 유지에 대한 대응으로 탱크 슬로싱을 통한 열 에너지 전달을 비롯한 총진에서 비우기 및 단열 실패에 이르기까지 전체 운송 체인에서 발생하는 열 역학을 해결합니다. 비등 과정의 복잡하고 다면적인 특성으로 인해 수치 모델은 각 문제의 지배적인 물리적 특성을 기반으로 설명됩니다. 액체에서 증기로의 상 전이는 다음 위치에서 발생할 수 있습니다.

- 벽에서 멀리 떨어진 증기-액체 계면
- 증기 클러스터가 이미 존재하는 벽
- 밀도 변동으로 인한 액체 벌크

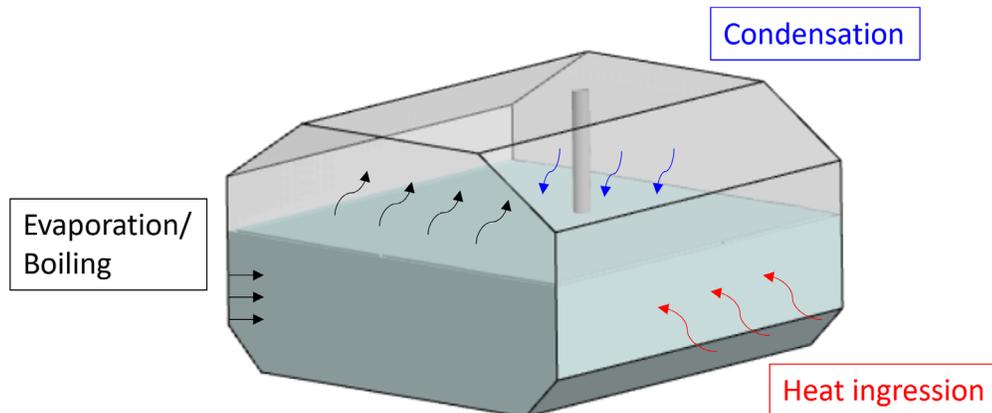


그림 6. 일반적인 탱크 내부의 LNG 증발 개략도.

따라서 모델 선택은 비등 유형(핵, 분자 또는 전이) 및 발생 위치(벽 위 또는 벽과 인접 또는 벌크 위)와 같은 여러 요인에 의해 결정됩니다. 비등 모델은 VOF 또는 EMP에 내장되어 있습니다. 과냉각 비등 또는 보다 일반적으로 비평형 모델링을 포함하여 위상별 운송 방정식이 필요한 문제에는 VOF를 적용할 수 없습니다. 핵 수준에서 비등은 벽에 증기 기포를 생성하고 성장시키는 것을 포함하며, 이는 개별 지점에서 시작됩니다. VOF 핵 비등 모델은 비교적 낮은 솔리드 온도에 적용할 수 있습니다. 벽 표면 온도가 핵 비등 개념의 최대 유효 온도를 초과하지만 여전히 벽 박막 비등의 온도 범위보다 낮으면 전이 비등이라고 하는 불안정한 혼종 비등 상태가 시작됩니다. VOF는 이 상태에 사용할 수 있습니다. 높은 벽 표면 온도에서의 비등은 EMP 모델링 영역에 포함되며 임계 열 플럭스를 초과하면 가열된 표면에 연속 증기 박막이 동반되는 박막 비등 범위에 속합니다.

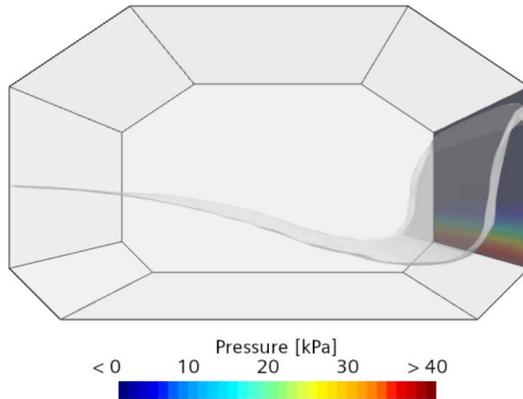


그림 7. VOF를 사용한 CFD 시뮬레이션으로 슬로싱 이벤트 중 LNG와 공기 간의 인터페이스를 파악합니다.

선호하는 메트릭은 과열, 포화 온도로부터의 이탈 및 증기의 방향 이동입니다. EMP 벽 비등에 대한 자세한 내용은 본 백서의 뒷부분에 나와 있습니다. ABS는 평형 가정과 균질 비등하에서 VOF 프레임워크가 일반적인 LNG 탱크 내부의 BOG를 예측하는 데 어떻게 사용되는지 보여주었습니다.² 벽 과열 저하, 열 전달에 대한 대류 플럭스의 지배력 및 분자 수준에서 증발이 발생하지 않는다는 개념을 바탕으로 모델을 선택했습니다. 이러한 상황에서 VOF에 유리한 또 다른 요소는 슬로싱으로 인한 자유 표면을 파악하는 데 있어 VOF의 우수성입니다. 또한 ABS는 대표적인 외부 2상 유체역학 시뮬레이션의 VOF에 익숙합니다.

과냉각 비등

과냉각은 액체를 정상적인 끓는점 이하로 유지하는 과정입니다. 과냉각 비등에서 대부분의 액체 온도는 포화 온도보다 낮고 벽에서 나오는 기포는 액체로 응축될 가능성이 있어 열 전달 능력을 수익성 있게 증가할 수 있음을 의미합니다. 이로 인해 원자력 발전소의 가압수형 원자로와 같이 산업 전반에 걸쳐 광범위하게 적용되었습니다. 가압 수준은 가압수의 온도와 원자로 노심의 냉각수 출구 온도 사이의 차이로 정의되는 과냉각 여유도(Subcooling Margin)를 결정합니다. 벌크 수온이 상승함에 따라 이 여유도는 과냉각 비등이 시작할 가능성을 결정합니다. 증발에서 급냉 및 대류 가열에 이르기까지 기본 물리적 프로세스의 복잡성으로 인해 EMP 및 벽 비등 모델과 같은 다상 상호 작용 모델을 사용해야 합니다. 또한 높은 열 전달 속도는 포화 증기가 증기의 포화 온도보다 낮은 온도로 과냉각된 물과 인터페이스할 때 DCC(직접 접촉 응축)에서도 발생합니다. 이러한 응축기는 원자로 시스템에서도 널리 사용됩니다. 증기 제트가 물기둥에 들어가면 월류(geysering) 현상이 발생할 수 있으며, 응축을 통해 증기 주머니가 빠르게 형성되고 붕괴됩니다.

Simcenter STAR-CCM+를 사용하면 이 프로세스의 모델링에 중요한 핵심 EMP 모델, 즉 LSI(Large-Scale Interface) 및 표면 장력 모델을 확장할 수 있습니다.³ 아래 그림 8은 월류 및 과냉각 비등 동안의 증기-물 계면을 실험과 유사하게 보여줍니다.⁴

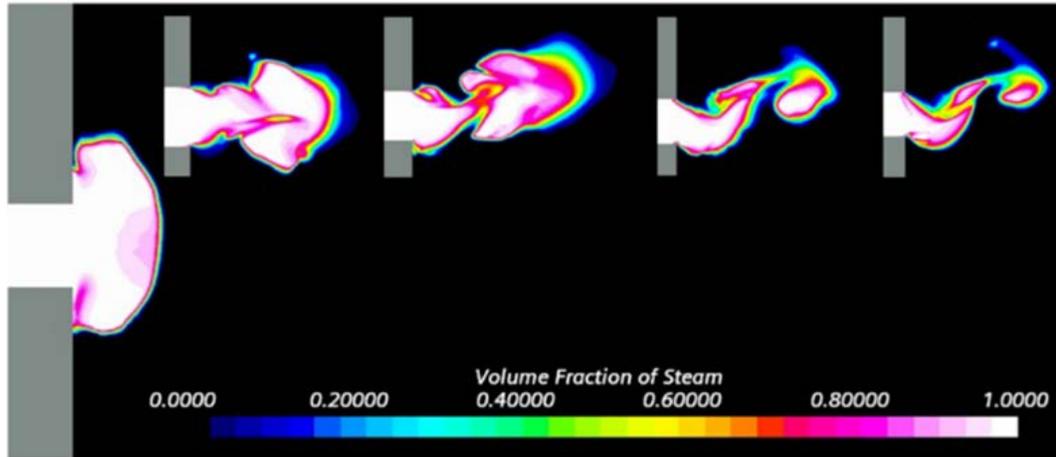


그림 8. EMP-LSI 모델을 사용하여 과냉각 비등(냉각수로 수집한 증기) 중 월류를 해결할 수 있습니다.

빙-선체 상호작용

북극 환경에서 대규모 천연 가스 및 석유 매장지를 탐사하려면 설계 단계 및 운영 중 최소 전력 요구사항 및 구조적 강도 추정을 위해 빙-선체 상호작용을 고려해야 합니다. 또 다른 오일러리안-라그랑지안 다상 모델인 DEM은 Simcenter STAR-CCM+의 핵심 유한 볼륨(finite volume) 프레임워크 내에서 많은 입자에 대한 집합적 동역학을 유도할 수 있는 이점을 제공합니다. DEM을 사용하여 선박 또는 해양 구조물 주변의 흐름을 시뮬레이션하기 위해 취빙(brash ice) 사용을 고려할 수 있습니다. Simcenter STAR-CCM+를 사용하면 Navier-Stokes 방정식과 DEM의 해를 기반으로 하는 고충실도 유체 역학 간에 양방향으로 결합할 수 있습니다. 결과적으로, 선박 선체의 전진으로 유도된 유동 교란이 DEM 입자의 집합적 거동에 미치는 영향과 얼음에 의한 유동장의 변형을 고려할 수 있습니다. Simcenter STAR-CCM+에 구현된 DEM은 라그랑지안 입자 추적 공식을 확장하여 중첩이 허용되는 연성 입자 공식을 기반으로 한

상호 작용을 설명합니다. 입자 동역학은 대표적인 운동량 보존 방정식을 기반으로 합니다. 결합된 CFD-DEM 시뮬레이션의 복잡성은 두 개의 연속적인 오일러리안 위상과 라그랑지안 위상의 결합에 달려 있습니다. 입자에 가해지는 유체 힘은 간단한 항력 모델을 기반으로 계산됩니다. 항력 항(drag term) 평가에 필요한 유속은 입자 위치를 기반으로 천이 CFD 솔루션을 통해 확보합니다. 단방향 결합의 경우 입자 동역학은 CFD 솔루션에 영향을 주지 않습니다. 양방향 결합의 경우 위상 변위, 물과 공기의 연속 위상과 얼음의 분산 위상 사이의 위상 간 운동량 및 질량 교환을 고려합니다. 위상 변위는 각 CV(제어 부피) 내에서 라그랑지안 위상의 부피 분획을 계산하여 고려합니다. 연속 위상과 운동량 및 질량의 순 교환은 주어진 CV를 통과하는 모든 입자에 대한 분산 위상 방정식을 통합하고 이를 소스 항을 통해 연속 위상 방정식에 도입하여 구합니다. 결합된 CFD-DEM 방법을 적용하여 취빙 수로를 통해 전진하는 벌크선을 연구했습니다.



그림 9. 취빙 수로를 통해 전진하는 벌크선의 CFD-DEM 시뮬레이션(위) 온전한 빙상(ice sheet) 주변의 취빙 입자 분포에 대한 상세도(아래).

이러한 해석으로 두 가지 목표를 도출했습니다. 첫 번째 목표는 취빙에 의해 선박 선체에 가해지는 접촉력이 초래하는 예상 저항 증가를 평가하는 것이었습니다. 둘째, 프로펠러 블레이드에 대한 충격 가능성을 평가하기 위해 이 계산 프레임워크를 유동장 해석에 사용할 수 있는 방법을 보여주었습니다.⁵

연도 가스 세척

후처리를 위한 연도 가스 세척 장치(스크러버)를 작동하는 것은 많은 선박 운영자가 IMO의 EIAAPP(엔진 국제 대기 오염 방지) 프로토콜에 따라 SO_x(황산화물) 및 NO_x(질소산화물)에 대해 실행 중인 필수 규칙을 충족할 수 있는 실행 가능한 방법으로 부상했습니다. 규정 준수는 연료를 사용하여 SO_x 또는 NO_x 배출량을 줄이거나 스크러버를 작동하는 두 가지 방법 중 하나로 달성할 수 있습니다. 후자의 경우 세척수가 환경에 무해하다는 증거가 있어야 합니다. 본 백서에 소개된 하이브리드 다상 프레임워크는 업계에서 발생하는 다양한 종류의 플랜트에서 연도 가스 세척률을 예측하도록 지원합니다. 이는 반응 흐름으로 확장하여 EMP 및 적절한 다상 상호 작용 모델을 활용하여 수행됩니다. 다음 시연에서는⁶, 액체와 기체 사이의 역류 접촉 효과를 사용하는 탈황용 분무 컬럼의 예를 사용하여 개략적으로 설명합니다. 시뮬레이션 결과는 플랜트의 두 가지 KPI(핵심 성과 지표)인 탈황 속도와 슬러리 농도를 보여줍니다. 두 개의 오일러리안 상은 연도 가스를 설명하는 다성분 기체와 슬러리를 설명하는 다성분 액체입니다. 이는 용해 및 위상 간 질량 전달을 허용하는 연속적으로 분산된 위상 상호 작용 모델 체제로 연결됩니다. 관련된 반응물은 수산화나트륨(NaOH)으로, 예를 들어 $SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$ 와 같은 전역 1단계 반응(Global single-step reaction)과 결합되며, 이는 역학 전용 모델의 Simcenter STAR-CCM+에서 구현되는

EBU(와류 분산 장치)와도 결합됩니다. 그림 10은 2,000미크론 액적 크기에 대한 슬러리의 속도장과 부피 분획을 보여주며, 그림 11은 액적 크기 변화에 따른 SO₂ 제거 효율을 보여줍니다.

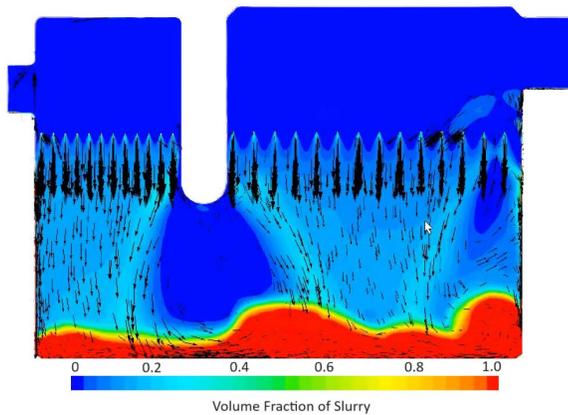


그림 10. 연도 가스 제거 용기에서 슬러리의 부피 분획 분포.

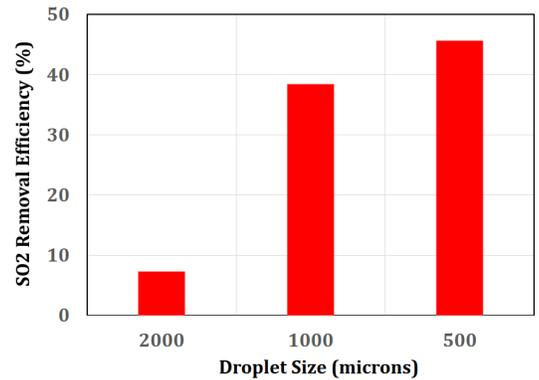


그림 11. 다양한 액적 크기에 대한 SO₂ 제거 효율.

엔지니어는 시뮬레이션을 통해 액적 크기와 키네마틱, 액체 유량 및 타워 지오메트리에 대한 설계의 민감도를 정량화할 수 있습니다. 이를 통해 필수 설계 유도 요소에 대한 중요한 인사이트를 얻어 규칙 집합을 준수할 수 있습니다.

결론

Siemens STAR-CCM+ 다상 모델링 제품군은 명확하게 구분된 모델링 개념의 하이브리드 작업에 매우 적합합니다. 단일 시뮬레이션은 일련의 분할된 시뮬레이션과 달리 서로 다른 흐름 영역을 기반으로 해당 문제에 대한 성능을 향상하며, 이를 통해 시뮬레이션 기반 선박 설계의 두 가지 필수 요소인 설계 탐색과, 다른 CAE(Computer-Aided Engineering) 도구와의 원활한 통합을 위한 새로운 가능성을 창출합니다. 해운 산업이 엄격한 환경 규제로 인해 이윤을 유지하거나 늘려야 한다는 압박이 증가함에 따라 엔지니어는 세분화된 전문 도구와 긴 반복 루프가 포함된 단절된 CAE 프레임워크에서 시뮬레이션을 사용하여 작업하기 때문에 철저한 해석 및 혁신을 위한 시간을 확보하는 데 어려움을 겪고 있습니다.

모델링 및 시뮬레이션 문제를 빠르게 처리할 수 있는 CFD 프레임워크에 대한 임박한 요구사항을 강조하기 위해 친환경 에너지 전환 범위 내에서 현장에서 5가지 실제 사례를 파악했습니다.

Siemens 포트폴리오의 일부인 Siemens STAR-CCM+는 이전에 단절되어 있던 여러 엔지니어링 분야를 응집력 있는 시뮬레이션 환경에서 통합합니다. Siemens는 차세대 물리적 테스트 및 데이터 수집과 결합된 시뮬레이션에 기반한 접근 방식으로 기존 설계 방법의 한계를 극복하고 엔지니어에게 혁신적인 설계가 요구사항에 따라 수행될 것이라는 확신을 줍니다.

참조

1. Clarksons Research, Green Technology Tracker, January 2023.
<https://insights.clarksons.net/green-technology-tracker-january-2023/>
2. Peric, M., "Using simulation to predict cavitating flow." Siemens Digital Industries Software white paper, 2023.
3. Yu, K., Ge, Z., Korpus, R., "CFD predictions of FLNG BOG including the influence of filling, offloading, and vessel motion." Offshore Technology Conference – 27228MS. 2015.
4. Gada, V., Tandon, M., Elias, J., Splawski, A., Lo, S., "Simulation of direct contact condensation using large-scale interface multifluid model." Proceedings of the 2016 International Conference on Nuclear Engineering, 2016.
5. Clerx N., "Experimental study of direct contact condensation of steam in turbulent duct flow," PhD thesis. Eindhoven University of Technology, 2010.
6. Mucha, P., "Fully-Coupled CFD-DEM for Simulations of Ships Advancing Through Brash Ice." SNAME Maritime Convention, 2019.
7. Tourani, C., Eppinger, T., "CFD Simulation of Flue Gas Desulfurization (FGD) Plant. Siemens, Simcenter STAR-CCM+ Support Center, 2017.

Siemens Digital Industries Software

미주 지역: 1 800 498 5351

유럽, 중동, 아프리카 지역: 00 800 70002222

아시아 태평양 지역: 001 800 03061910

다른 지역 번호는 [여기](#)를 클릭하십시오.

Siemens Digital Industries Software는 규모에 관계없이 모든 조직이 Siemens Xcelerator 비즈니스 플랫폼의 소프트웨어, 하드웨어 및 서비스를 사용하여 디지털 방식으로 혁신할 수 있도록 지원합니다. 기업은 Siemens의 소프트웨어와 포괄적인 디지털 트윈을 통해 설계, 엔지니어링 및 제조 프로세스를 최적화하여 오늘날의 아이디어를 미래의 지속 가능한 제품으로 전환할 수 있습니다. [Siemens Digital Industries Software](#)는 칩에서 전체 시스템까지, 제품에서 프로세스까지 산업 전반에서 혁신 기술로 현재는 물론 미래에 대응합니다.

[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© 2024 Siemens. 관련 Siemens 상표 목록은 [여기](#)에서 확인할 수 있습니다. 기타 모든 상표는 해당 소유자에 귀속됩니다.

85741-D3-KO 4/24 LOC