



연료전지 시스템 TCO(총 소유비용) 절감에서 PEM 특성의 역할

효율적이고 탄소 배출이 적은 대체 에너지 중에서도 PEM (양성자 교환막) 연료 전지 기술이 최근 각광받고 있습니다. 특히, 기후변화 대응이 전 지구적 과제로 부상한 지금, PEM 연료전지 시스템 비용의 절감은 연료전지의 경제성을 좌우하는 핵심 요소입니다.

이 글에서는 PEM 기술이 어떻게 상용 수소차 생산 비용과 유지보수비를 줄이고, 출력을 늘리고, 연비를 개선해 결과적으로 TCO 절감에 기여할 수 있는지에 대해 알아보겠습니다.

전동 파워트레인은 10년이라는 기간 안에 틈새시장을 타겟으로 한 제품에서 미래 승용차를 위한 보편적인 대안으로 부상하였습니다. 중대형 트럭 역시 같은 트렌드를 따라갈 것으로 보입니다.

연료전지 제조기업들이 공통으로 추구하는 초기 설비투자가 낮은 연료전지 시스템을 개발하는 데 있어 스택 비용은 단 하나의 고려사항에 불과합니다.

연료전지 기술의 TCO가 다른 대안과 유사한 수준까지 내려가야 한다는 것은 업계에 잘 알려진 사실입니다. 그렇기 때문에 TCO를 검토할 때에는 다음의 사항을 포함하여 보다 포괄적인 분석이 필요합니다:

- **차량 비용**
시스템 디자인 관련 비용
- **유지보수비**
보수 빈도와 유지보수의 난이도
- **연료비**
거리 당 비용 관련 비용
- **운영비**
가변적인 인건비 관련 비용

그림 1.

일반 디젤 트럭의 TCO에 영향을 미치는 요소

TCO 구조 -

차량비 : 유지비 : 연료비 : 기타 비용 = 1 : 1 : 2 : 6

수소트럭의 TCO 절감 시 고어가 고려하는 영역



*각 비중은 PEM 성능 및 내구성에 의해 좌우됨



Want to Optimize Your Fleet? Know Your Average Trucking Cost per Mile, Paragon, <https://www.paragonrouting.com/en-us/blog/post/want-optimize-your-fleet-know-your-average-trucking-cost-mile/>
 What is Total Cost Per Mile for truckload carriers?, FreightWaves, 2020, <https://freightwaves.com/news/understanding-total-operating-cost-per-mile>
 The Real Cost of Trucking – Per Mile Operating Cost of a Commercial Truck, TruckersReport, <https://www.thetruckersreport.com/infographics/cost-of-trucking/>

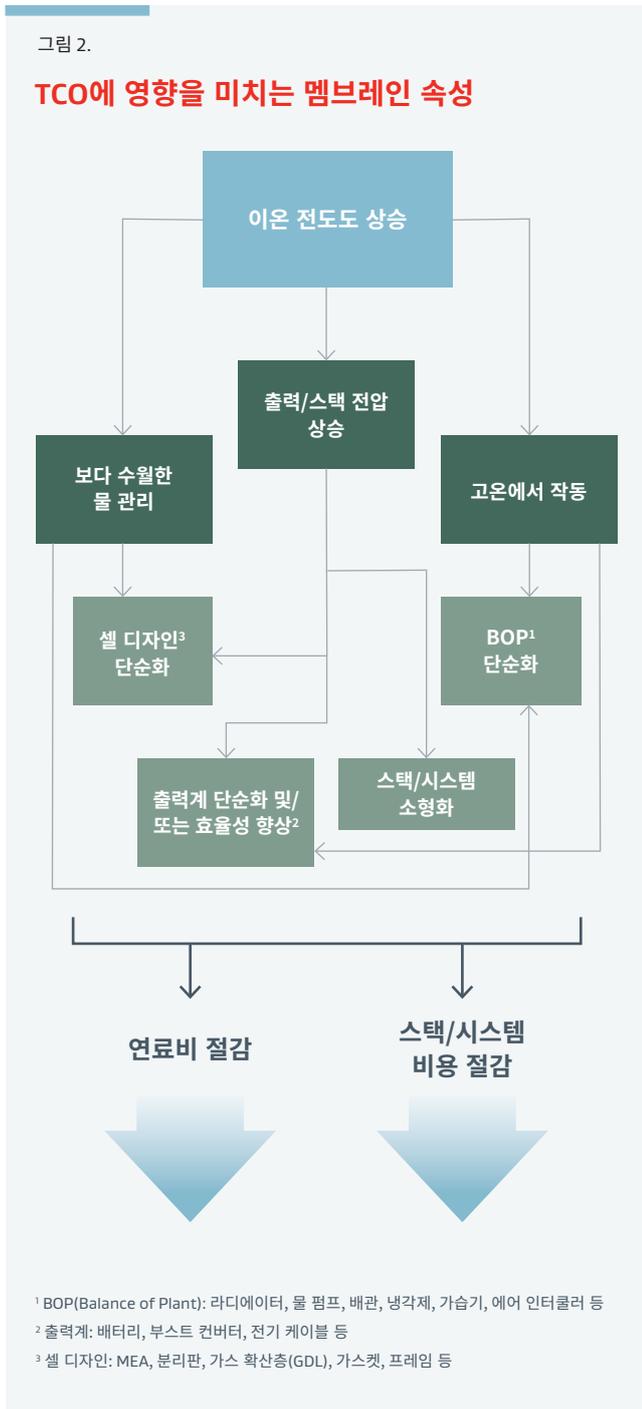
운영비를 제외했을 때, 일반적인 디젤 트럭의 TCO 중 44%는 차량, 연료 및 유지보수 비용입니다 (그림 1). 하지만 여기에서 더 나아가, 고어는 어떻게 하면 연료전지 생태계의 전체적인



벨류체인에서 TCO를 낮추어 연료전지 시스템을 화석연료나 배터리 구동 애플리케이션과 견줄만한 대안으로 만들 수 있을지 고민합니다.

PEM은 TCO 절감에 어떻게 기여하는가?

PEM 속성을 활용하여 연비를 개선하고 시스템 설계를 최적화하여, 동등한 수준의 TCO를 달성할 수 있습니다. 여기서는 이온 전도도를 예로 들어 고어의 강화된 멤브레인이 TCO에 어떻게 기여하는지를 알아보겠습니다.



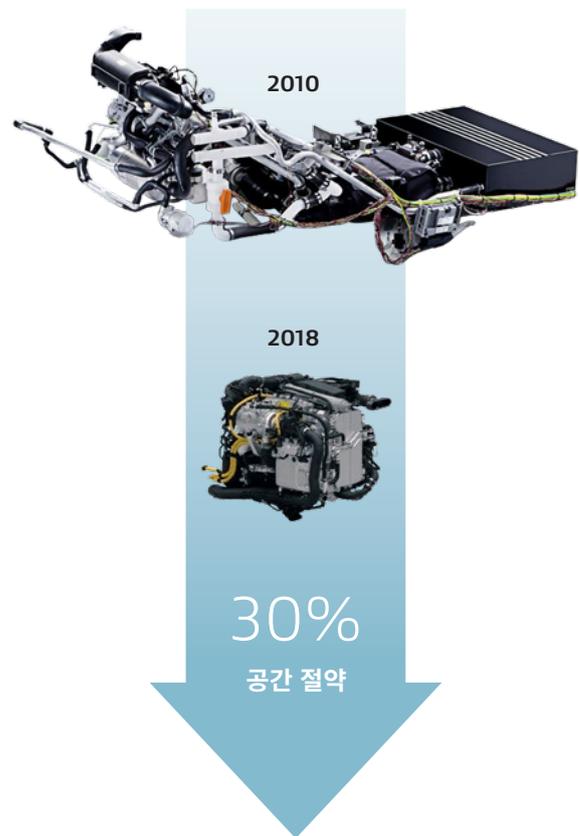
이온 전도도가 높은 전해질 막은 온도, 출력, 스택 전압이 상대적으로 높아도 사용이 가능합니다. 또한 GORE-SELECT® 멤브레인을 사용하면 셀 안의 물 관리가 수월합니다.

이에, 스택과 시스템 크기를 줄일 수 있고, BOP와 셀 설계를 단순화할 수 있어, 연료전지 시스템의 효율이 제고됩니다. 이는 다시 스택 시스템 비용과 연료비 절감, 결국에는 TCO 절감으로 이어집니다 (그림 2).

GORE-SELECT® 멤브레인을 통한 TCO 절감

고어의 강화 PEM은 확장형 폴리테트라플루오로에틸렌 (ePTFE) 및 맞춤형 과불화 설폰산(PFSA) 이오노머와 특수첨가제로 제조되었습니다.

멤브레인이 얇을수록 연료전지 시스템의 소형화가 가능하여 설계의 폭이 넓어집니다.



The Intelligent Fuel Cell Plug-in Hybrid Drive System of the Mercedes-Benz GLC F-Cell, MTZ Worldwide, 2019, <https://doi.org/10.1007/s38313-018-0121-6>

이와 같이 이온 전도도가 더 높고 가스 크로스오버가 낮은 PEM을 사용하면 보다 높은 온도에서 상용 수소차 작동이 가능하고, 연비가 향상됩니다.

동시에 제조사들은 기존 부품을 활용하여 라디에이터를 만들거나, 더 적은 수의 재료로 더 작은 라디에이터를 만들어 차량 제조비를 절감할 수 있습니다.

또한 GORE-SELECT® 멤브레인을 사용하면 물 관리가 용이하여 상대습도가 낮고 고온인 환경에서도 별도의 가습기를 사용할 필요가 없거나 가습기 크기를 줄일 수 있습니다. 따라서 시스템 비용과 빈번하고 복잡한 유지보수가 줄어듭니다(즉, 유지보수비가 절감됩니다).

앞으로 수소차와 모빌리티 외의 수소 애플리케이션이 크게 증가할 것입니다. 이러한 상황에서 PEM의 속성을 고려해 체계적으로 최적의 제품을 선정한다면, 보다 신속하게 TCO 절감을 달성할 수 있을 것입니다.

고어는 TCO 절감에 필요한 연료전지 시스템 요구사항 분석을 위한 전문성과 다양한 소재 관련 솔루션을 보유하고 있습니다. 이를 바탕으로 최적의 PEM 멤브레인을 선정하여 수소차,



연료 및 유지보수비를 포괄적으로 고려한 상용화를 실현할 수 있습니다.

귀사의 연료전지 시스템 TCO 절감을 위해 고어가 어떠한 도움을 드릴 수 있는지 궁금하신 경우 언제든지 연락 주세요.



저자소개:

신이치 니시무라

E snishimura@wlgore.com

신이치 니시무라는 W. L. Gore & Associates의 연료전지 기술 사업부 글로벌 프로젝트 스페셜리스트이며, 연료전지 및 기타 애플리케이션용 PEM 분야에서 20년 이상의 경력을 보유하고 있습니다.

고어 및 GORE-SELECT® 멤브레인에 대해 보다 자세한 내용이 궁금하시면 <https://www.gore.com/alt-energy> 를 방문해 주십시오.

W. L. Gore & Associate Ltd.

고어(W. L. Gore & Associates)는 산업의 변화를 주도하고 삶의 질 향상에 기여하는 글로벌 소재 과학 기업입니다. 창립 이래 우주 공간에서부터 전 세계의 최고봉, 나아가 인체 내부에 이르기까지 까다로운 환경 조건에서의 복잡한 기술적 문제를 해결해 왔습니다. 고어에는 전 세계 12,000명 이상의 직원이 근무하고 있으며, 연 매출은 약 45억 달러에 달합니다.

보다 자세한 정보가 궁금하시면 <https://www.gore.com> 을 방문해 주십시오.

산업용으로만 사용이 가능합니다. 식품,약품, 화장품 또는 의료기기의 제조, 처리, 포장 공정 용도로는 사용할 수 없습니다.

본 문서에 기재된 모든 기술정보 및 권고사항은 고어의 경험 및/또는 테스트 결과에 따른 것입니다. 고어는 본 정보가 사실이라는 신념 하에 공유하고 있으나, 이에 대한 법적 책임은 지지 않습니다. 제품의 성능평가는 제품의 작동과 관련된 모든 데이터가 있을 때 가능하므로, 특정 애플리케이션에 대한 적합성 및 유용성에 대한 별도 검증을 권고 드립니다. 상기 정보는 변경될 수 있으며 제품 스펙으로 사용될 수 없습니다. 본 제품은 고어의 약관에 의거하여 판매됩니다.

W. L. Gore & Associates는 ISO 9001 인증을 획득하였습니다.

GORE, GORE-SELECT, Together, improving life 및 디자인은 W. L. Gore & Associates의 상표입니다. ©2023 W. L. Gore & Associates, Inc.

INTERNATIONAL CONTACTS

호주	+61 2 9473 6800	일본	+81 3 6746 2570	남아공	+55 11 5502 7800
중국	+86 21 5172 8299	한국	+82 2 393 3411	대만	+886 2 2173 7799
유럽·중동·아프리카	+49 89 4612 2211	멕시코	+52 81 8288 1283	미국	+1 410 506 7812
인도	+91 22 6768 7000	싱가포르	+65 6733 2882		

W. L. Gore & Associates, Inc.

서울 중구 통일로2길 16 AIA타워 17층 고어코리아

T +82 2 393 3411 F +82 2 393 1285 E performancesolutions@wlgore.com
kr.gore.com/alt-energy

