

특집

부유식 해상풍력용 HVAC 70kV 다이내믹 케이블 기술개발

노유호, 김철민(LS전선 기반기술연구소)

1. 서론

부유식 해상풍력발전의 국가별 설치 용량은 2019년 4분기 기준 영국 32MW, 포르투갈 25MW, 일본 19MW, 노르웨이 2.3MW, 프랑스 2.2MW로 약 80MW 정도이며 현재 추진 중인 프로젝트들의 누적 용량은 2021년 말까지 276MW로 예상된다. 또한, 그림 1과 같이 국가별 부유식 해상풍력발전 계획에 따르면 2030년까지 최소 7GW에서 최대 14GW로 성장이 예상된다. 최근 부유식 해상풍력발전에 대한 사업화가 진행되면서 두드러지는 기술적 특징 중 하나는 내부망(이하 다이내믹 케이블) 전압이 초고압(66kV 이상) 케이블로 상향된 것이다. 내부망의 전압은 초기 22.9kV에서부터 시작하여 33kV 상향되었고 현재 주로 66kV 전압이 주요 해상풍력단지에서 사용되고 있다. 내부망 케이블 전압 상향의 주 원인은 터빈 용량 및 단지 규모의 대형화 이다.

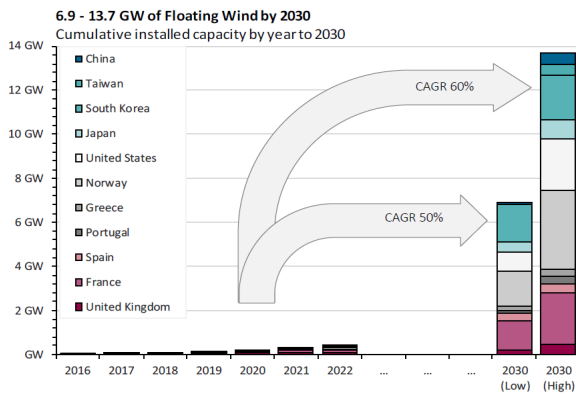


그림 1 부유식 해상풍력발전 누적 발전 용량 예상

유럽의 단지 개발사들은 33kV 전압 대비 66kV 전압은 200MW 단지 개발 시 그림 2와 같이 1 String 당 연결되는 터빈 수의 증가로 케이블 CAPEX를 최대 30% 절감이 가능하다고 발표하고 있다. 고정식 해상풍력발전에는 적용되는 66kV 정적 케이블의 경우에는 국내외 대부분의 케이블 제작사는 사업화가 완료되었으나 66kV 다이내믹 케이블은 실증에 적용되었거나 개발단계에 있다. 따라서 정부 재생에너지 3020 목표 달성을 위해 국내 부유식 해상풍력발전 사업화는 필수이며 이를

달성하기 위한 핵심 기술 중 하나는 HV급 다이내믹 케이블 기술개발이다.

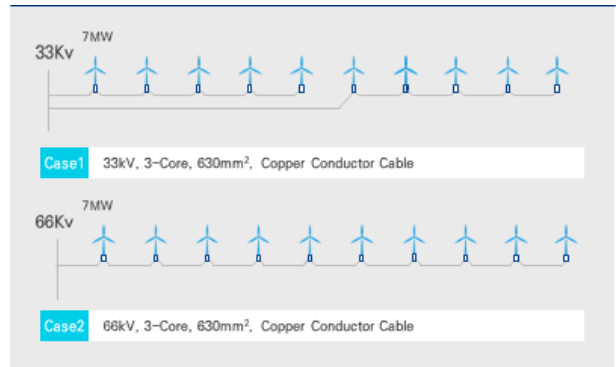


그림 2 66kV System for Offshore Wind Farm : DNV GL

2. 본론

주관 기관 LS전선 외 동원엔텍, 백산에스엔케이, 파이버프, 코엔스텍시온, 목포대학교, 인하대학교의 7개의 참여 기관은 2020년 한국에너지기술평가원 부유식 해상풍력용 70kV급 다이내믹 케이블 시스템 기술 개발의 수행자로 최종 선정되었다. LS전선의 연구 내용은 70kV급 다이내믹 케이블 신뢰성 평가를 통한 제품인증이다. 다이내믹 케이블 시스템은 그림 3과 같다.

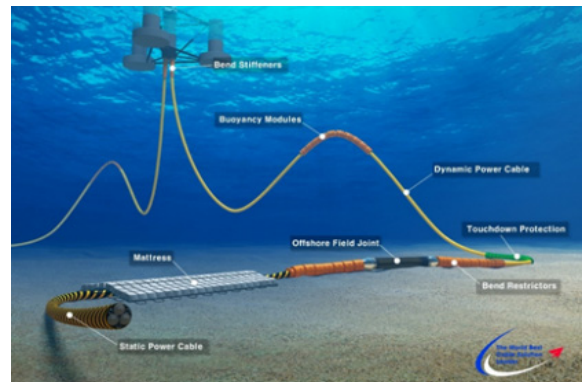


그림 3 다이내믹 케이블 시스템 조감도 : LS전선

다이내믹 케이블은 설치환경을 고려한 통합하중해석 및 최적화 설계 기술을 바탕으로 설계, 제작, 해석, 평가, 인증이 이루어진다. 주요 신뢰성 평가에는 해수와 전계 조건하에 절연 성능의 적합성 검증이 요구됨에 따라 CIGRE TB 722 기준에 따른 장기 침수 노화 성능 시험이 있고 또한, 설치, 운용 중에 해당되는 해양환경에 의한 누적 영향을 포함한 전기적 특성의 건전성 확보 필요에 따라 CIGRE TB 623 기준에 따른 Type Test가 있다.

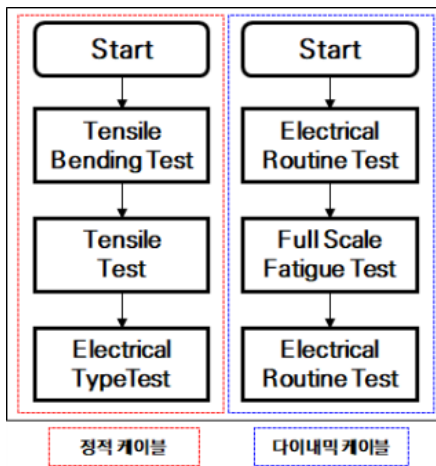


그림 4 다이내믹 케이블 Type Test Process

매설용 정적 케이블의 대표적인 검증 절차는 설치, 운용, 극한 해석 결과에 따른 하중 조건에 따라 케이블과 접속함(OFJ, Offshore Field Joint)에 대한 Tensile Bending Test, Tensile Test 이후 해당 시료에 대한 전기적 성능검사를 진행한다. 다이내믹 케이블의 경우는 운용중의 동적환경하의 피로 하중을 고려하여 취약부분(Hot spot)을 식별하고, 주로 Hang-Off position, Buoyancy module position 및 Touch-down Point, 이를 모사하여 다이내믹 케이블과 Bend stiffener를 포함한 Full scale Tension-Bending Fatigue Test를 통한 기계적, 전기적 성능을 동시에 평가한다.



그림 5 다이내믹 케이블 Type Test : Static



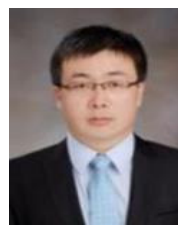
그림 6 다이내믹 케이블 Type Test : Dynamic

3. 결론

LS전선은 한국에너지기술평가원 부유식 해상풍력용 70kV 다이내믹 케이블 시스템 기술개발 과제를 통해 설계, 제작, 해석, 평가 및 인증을 통해 국내 최초로 실증 연계를 확보하고 케이블 CAPEX를 30% 이상 줄일 수 있도록 신뢰성을 확보하고자 한다.

참고 문헌

4C Offshore, [Floating Wind and Dynamic Cables, Subsea Cable Insight Report] (2019)
 Cigre, [Recommendations for Mechanical Testing of Submarine Cables, CIGRE TB 623] (2015)
 Cigre, [Recommendations for Additional Testing for Submarine Cables From 6kV Up to 60kV, CIGRE TB 722] (2018)
 DNVGL, [66kV System for Offshore Wind Farm](2015)



노 유 호

- 인하대학교 조선해양공학과 박사
- 현 재 : LS전선 기반기술연구소 선임연구원
- 관심분야 : 다이내믹 케이블 ULS, FLS 해석
- E-mail : yhrho@scns.com



김 철 민

- 한국과학기술원(KAIST) 기계공학과
- 현 재 : LS전선 기반기술연구소 수석연구원
- 관심분야 : 해양용 복합케이블 설계 및 평가
- E-mail : cmkim@scns.com