

황인주 한국건설기술연구원 환경·플랜트연구소 연구위원 | e-mail : ijhwang@kict.re.kr

이 글에서는 북극, 북극권, 추운 지역을 포괄하는 의미의 극한지(極寒地)의 정의와 동 지역에서 오일·가스 개발사업의 가치사슬, 관련 기술동향, 사업진출 필요성 등을 개괄하여 소개하고자 한다.

극한지(極寒地) 정의

일반적으로 극한지(極限地)는 온도나 환경여건이 열악하거나 물리적 접근이 어려운 지역으로, 지역개발 및 건설사업 관련하여 접근, 거주, 작업환경이 열악한 지역을 의미한다. 대표지역으로 적도 및 적도권, 극지 및 극지권, 심해저, 원격지, 우주 등이 있다.

본 기고에서 논하려고 하는 영역은 극한지(極限地)

에서 추운 지역을 의미하는 극한지(極寒地)를 대상으로 가혹하게 추운 기후로 건설여건이 열악하여 개발이 더디거나 미개척 지역을 의미한다. 대표지역으로 캐나다 북부, 미국 알래스카, 러시아 북동부, 북유럽 등 북극권역과 일부 중앙아시아 등이 이에 해당한다.

개발이 진행되고 있는 북반구 극한지는 북극권과 그 외 한지(寒地)로 구분되며, 이 중에서 북극권(arctic circle)은 북위 66° 33' 44"을 지나며, 북극권



출처 : <https://iakal.wordpress.com/2015/08/05/united-states-and-russia-in-the-arctic-zone/> 출처 : 극한지 이송스테이션 건설플랜트 기술 기획보고서(2016)

그림 1 북극권 및 한지 영역에 대한 개요도

은 지구 자전축 기울기의 변화에 따라 위치의 변동이 있다. 북극권은 북극과 북극 해양을 포함하며, 육상의 경우에 영구동토층으로 덮여 있다. 또한 북위 45° 이북 권역은 한지로 구분되며 영구동토 또는 계절 동토층을 형성하고 있다.

이러한 극한지에는 오일 및 가스 등이 풍부하며, 전 세계 미발견 오일·가스 부존량의 약 22%가 영구동토를 포함한 극한지에 매장된 것으로 추정하고 있다(USGS, 2012). 극한지에 매장된 오일·가스는 해당 지역에 접근이 어려운 경우가 많으며, 기존 전통적인 채굴방법으로 생산성을 확보하기 어려워져서 새로운 채굴방법을 적용하여야 하는 비전통 오일·가스인 경우가 많다.

일반적으로 한지는 영하 18℃까지, 혹한지는 영하 30℃까지, 극한지는 영하 30℃ 이하로 구분하고 있으며, 기술의 발전과 사업적 수요에 따라 점진적으로 극한지개발이 증가하고 있는 현실이다.

극한지에서 오일·가스 사업의 가치사슬과 산업동향

극한지 미개발 오일·가스 시장은 캐나다, 러시아, 중앙아시아, 북유럽 등을 중심으로 시장 규모가 점증할 것으로 전망되고 있다. 영구동토, 극지 등 기온이 낮아 작업환경이 열악한 지역으로 미개발 오일·가스

잠재량이 크며, 중류·상류 영역으로 진출을 통한 부가가치 창출 잠재성이 매우 큰 것으로 분석된다.

극한지에서 타겟시장은 오일·가스 생산, 이송분야에서 수집 스테이션, 전처리공정, 이송 스테이션 등 핵심 목적물에 대한 엔지니어링, 연관 설비 및 기자재, 기반기포 및 구조, 사업계획 및 관리, 건설장비 등으로 파악된다.

극한지에서 오일·가스 개발과 관련된 시장은 크게 엔지니어링, 처리·공정, 수집 및 이송 스테이션, 건설 공법 및 장비 등으로 대별되며, 각각의 가치사슬과 매칭되는 시장자료를 다음 표에 열거하였다.

전반적인 산업동향을 살펴보면, 글로벌 에너지 시장에서 개발이 비교적 용이한 육상 및 천해의 자원개발이 점차 마무리되고, 그 간 채산성과 기술의 한계에 부딪혀 개발하지 못했던 극지의 자원개발이 활발히 진행되고 있으며, 2000년대 이후 전 세계 석유생산에서 기존매장지(유럽지역의 북해 매장지역, 러시아 서시베리아 매장지역 등)에서의 생산 비중이 급격히 감소하고 있으며 회수율 증대에 따른 원유생산, 비전통 석유 생산, 신규매장지 발견/개발에 따른 생산 비중이 증대되는 추세에 있다.

러시아 Tazovskoye 매장지는 1962년에, 미국 Alaskan Pmdhoe Bay는 1967년에 각각 발견되었으며, 러시아, 노르웨이 지역에는 주로 가스 자원량이 많으며, 미국, 캐나다 지역에는 석유 자원량이 많은 편이다. 러시아는 극지 인접국 가운데 가장 적극적으로 극지 자원개발 사업을 전개하고 있으며 이미 육상매장지역에 대하여는 파이프라인을 통해 석유/가스가 국내는 물론 해외로 수출 중이다. 미국, 노르웨이, 캐나다, 러시아 등 극지 인접국 4개국은 극한지 자원 개발을 선점하기 위해 국가차원의 개발전략을 추진하고 있고, 쉘, 엑슨모빌, BP, 스탯 오일, 에니(ENI), 가즈프롬 등 글로벌

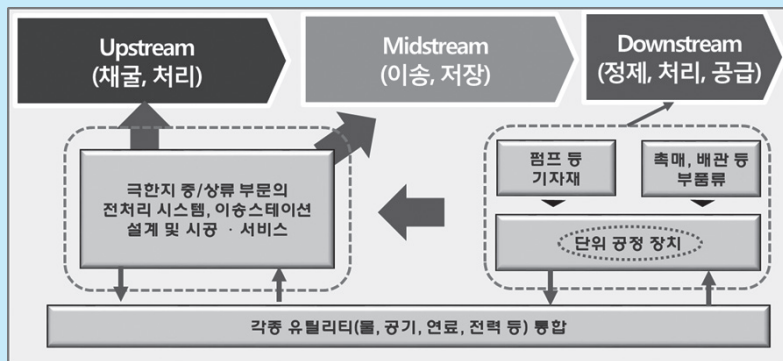


그림 2 극한지 오일·가스사업의 가치사슬

타깃 분야	시장 자료 매칭	START		END		CAGR	자료
		year	금액 (billion)	year	금액 (billion)		
가. 엔지니어링	Global Design market	2014	70.6	-	-	-	ENR
	Global Engineering Services	2011	773	2016	909	3.3%	IBISWorld
나. 처리·공정	Oil and gas Separation	-	-	2020	10.7	-	Grand View Research
	Oil and gas Separation Equipment Market	2014	6.39	2022	8.82	4.2%	Grand View Research
	Onshore produced water	2012	59	-	-	-	DW
다. 수집 및 이송 스테이션	Pipeline Transportation	2014	8.68	2019	14	10.0%	MarketsandMarkets
	Pipeline; Safety, Pigging system 등	2013	4.35	2018	6.73	9.1%	MarketsandMarkets
라. 건설 공법	Onshore Pipeline construction	2010 ~2014	193	2015 ~2019	222	직전 기간 대비 14% 증가	DW
마. 건설장비	Global Construction Equipment Market	2015	153.13	2020	223.41	7.9%	Modor Intelligence

Source : 타깃 분야별 별도 표기

기업들의 극지개발을 위한 각축전이 본격화 되는 추세이다.

극한지 오일·가스 플랜트 기술동향

극한지 오일·가스 플랜트는 그림 5와 같이 상류, 중류 부문으로 크게 대별되며, 상류부문은 유전지대 지상에 설치되는 수집관로 및 승압시스템, 3상 분리, 수분제거, 오일처리, 생산수처리, 불순물 제거, 유틸리티, 셸터 등 전처리 설비 등으로 구성되며, 중류부문은 주로 이송분야로 오일·가스 스테이션 및 처리공정·저장설비, 이송망 등을 포함한다.

극한지 특성상 동토, 영구동토층에서 오일·가스를 생산함에 있어 원격지에 인프라(도로, 기초, 구조 등)

와 각종 지상설비(surface facilities)를 건설하여야 하는데 추위와 일조시간, 민감한 동토지반, 소요자원 조달 등 큰 장애로 작용하며, 이는 기존 중동이나 아프리카, 동남아시아 등에서 오일·가스 플랜트 기술로 해소하기 어려운 측면이 있다. 이에 따라 지반기초 및 구조물, 급속시공, 모듈화, 콤팩트, 추운조건(-40℃ 내외)에서 운용 등을 위해서 기초 및 지상설비의 재료, 공법, 형식 등에 있어 차별화된 기술과 기준이 적용되고 있다.

미국, 일본 및 유럽의 선진국에서는 계획, 설계단계에서 시공 및 운영 단계에서 발생할 수 있는 다양한 문제점들을 미리 도출, 분석하여 설계오류 검증, 비용 감소/공기 단축 등을 목적으로 하는 가상현실 기반의 프로그램을 개발, 활용하고 있다. 또한 현장을 통합관

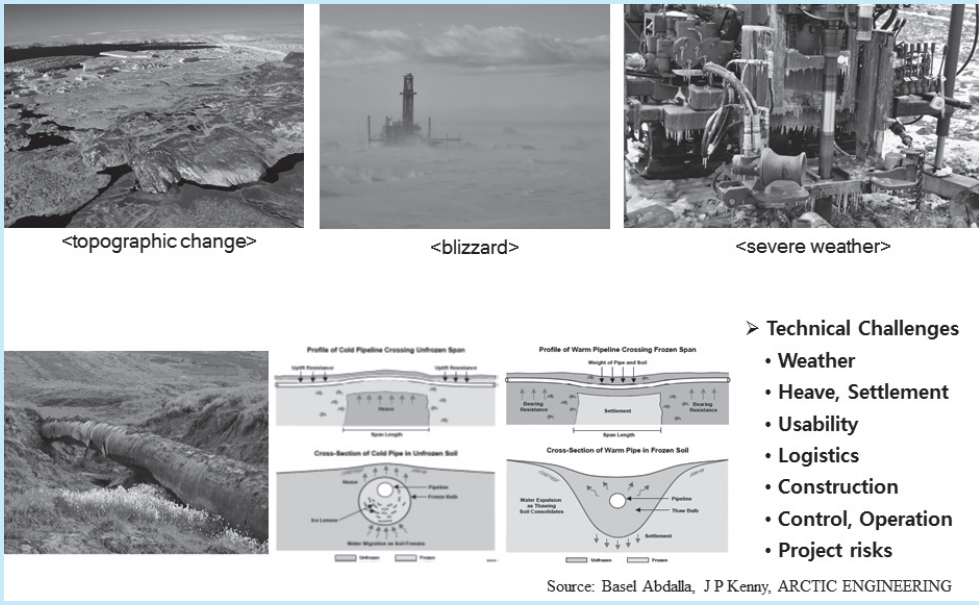


그림 3 극한지 오일·가스 개발에 있어 기후 환경적 제약사항 등

발생하는 열 또는 과도한 태양복사열로 인해 얼어있던 지표 근처의 지반이 녹을 수 있으며, 지반이 녹을 경우, 기초의 지지력이 낮아져 구조물의 안정성을 위협하기 때문에 지반 융해 방지를 위하여 써머사이폰을 설치하고 있다. 플랜트가 대형화됨에 따라 고강도, 저온인성을 동시에 갖는 구조물, 철강 소재부품에 대한 요구가 증

리하기 위하여 플랜트에서 실시간으로 공정 데이터, 이벤트를 관리하고, 중요한 실시간 데이터에 즉각적인 접근이 가능하도록 하는 인프라 및 프로세스 자동화 솔루션 적극 도입 중이다.

스테이션을 컨테이너 형태(모듈화)로 설계, 제작, 운반, 설치가 가능한 모듈 패키지화 기술, 무인/원격/연속 운전이 가능한 모니터링, 안전진단 시스템을 탑재한 트럭/철도/해상 운송에 적합한 표준 모듈을 개발하는 사례도 증가 추세에 있다.

한편 기술개발과 더불어 극한지 플랜트용 기자재 시험평가(ASME/CSA/GOST/API/ASTM 국제표준에 따른 시험평가) 및 인증시스템 구축이 중요한 실정으로 해외선진국은 자국의 시장보호, 해외진출을 도모하는 투자를 증가시키고 있다.

세부 기술적인 측면에서, 동토지역 플랜트 운행 중 발생하는 지반 creep, 온도 변화에 따른 지반 융해 및 동결, 진동에 의해 발생 가능한 settlement 등을 고려할 수 있는 기초 및 하부구조 형식이 개발되고 있다. 동토지역에서 파이프라인 또는 상부구조물에서

가하고 있다. 유수 분리기와 관련하여 Supersonic 조건을 조성해줌으로써 빠른 유속과 높은 압력을 가하여 적합한 처리능력과 Dew-point depression을 얻어 분리효율을 높이며, 초음속만을 사용하는 것이 아니라 Swirling 효과 또한 사용하여 원심력으로 Heavy carbon을 분류할 수 있는 기술을 Dehydration에 이용하고 있다.

기존 화학 처리제 중심의 수처리 기술 패러다임이 가격 경쟁력뿐만 아니라 기존 방식으로 처리하지 못했던 물질들을 걸러낼 수 있는 Membrane 방식의 기술 패러다임으로 전환됨에 따라 극한지 기후에 적용가능한 수처리 기술의 개발과 도입이 추진할 계획이다.

극한지 오일·가스 사업 진출 필요성

경제적인 측면에서 미래 성장동력 창출을 통한 극한지 미개척 오일·가스 개발시장으로 진출을 전략적으로 확대할 필요성이 커지고 있으며, 각국의 에너지

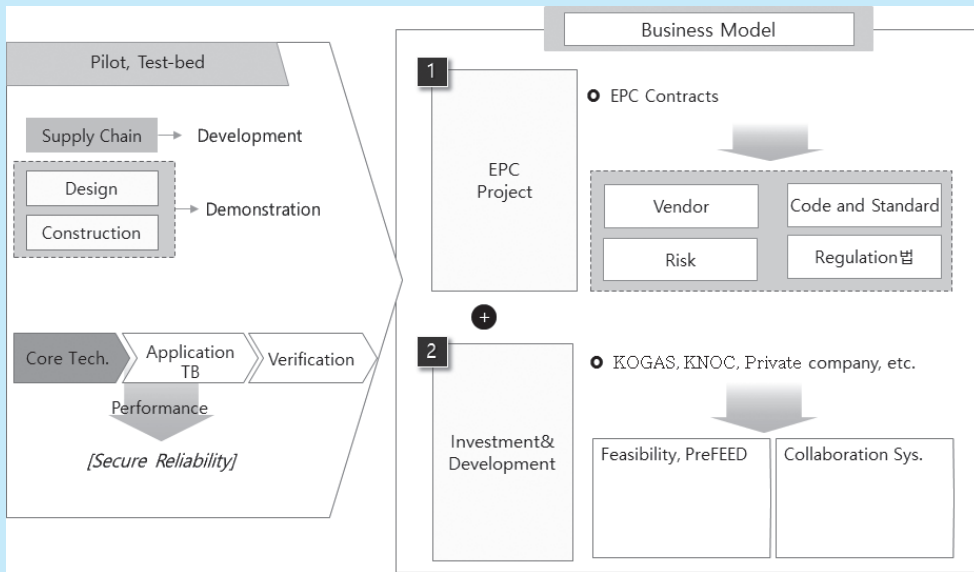


그림 4 극한지 오일·가스 플랜트 기술개발과 사업화 방향

안보차원 접근추세, 국가 및 지역간 기후환경, 법제도 등 도전적인 신시장 주도를 위한 기반 구축이 중요한 시점으로 사료된다.

기존 진출지역(중동, 동남아시아)의 수주 비중을 낮추고 중앙아시아권, 러시아권, 북미권, 남미권, 아프리카권, 북극권 등으로 다변화가 시급하며, 이를 통하여 우리나라 해외플랜트 수주의 지역·공종의 편중 해소를 통한 리스크 저감이 가능할 것으로 판단된다. [지역별 해외건설수주비율(2013년, 해외건설협회): 중동(58%), 아시아(29%), 중남미(4%)]

극한환경 플랜트 건설 전주기 핵심기술의 실증개발을 통하여 미개척지에서 신사업 창출과 해외 수주 경쟁력을 증대에 기여할 수 있는 대표 기술로서 적합성이 높으며, 장기사업의 개발투자모델 발굴·연구개

발 추진, 인프라·조달체인 연계활용 등을 위한 지원이 시급하다.

극한지의 기후와 가혹한 현장여건에 따른 생산성, 신뢰성 확보를 위한 기술 니즈가 매우 크나, 극한지 사업에 필요한 기술은 비교적 난이도와 규모가 큰 기술로서 국내 개발경험이 전무하여 초기 리스크 세어를 위한 국

가차원의 지원이 필요하며, 핵심기술 미비 및 기술격차 등을 장애요소를 시급히 해소하여야 할 것이다.

극한환경에서 플랜트 건설 경쟁력 확보의 핵심 키워드로 생산성 제고, 비용의 최소화가 중요하며, 신뢰성 기반의 시공계획 및 플랜트 설계, 시공자동화, 모듈화 설계, 시공법, 맞춤형 건설 플랜트·핵심장치 등에 관한 기술혁신이 필요할 것이다.

미개척 타겟시장 성장 잠재성, 3~7년 이상의 시장 진입시기, 국내 조달체인의 역량 및 인지도 등을 종합 고려 시 국가 지원의 대표 브랜드 과제로 성공 가능성이 매우 크며, 신뢰성 기반의 시공계획 및 플랜트 설계, 시스템 및 공정설비, 시공법 건설장비 등 실증 기술역량을 확보할 수 있을 것으로 예상된다.