

# 한국가스공사 평택생산기지 제2공장 기본설계 개요

손영순, 양영명, 윤인수, 최건형  
한국가스공사 연구개발원

## Basic Design of Pyeongtaek LNG Receiving terminal-II of Korea Gas Corporation

Youngsoon Sohn, Youngmyung Yang, Insoo Yoon, Gunhyung Choi  
R&D Division, Korea Gas Corporation

### 1. 서론

한국가스공사(KOGAS)의 평택생산기지 제1공장은 한국 최초의 LNG 인수기지로 1986년 처음으로 상업운전을 시작하였다. 평택생산기지 제1공장은 100,000m<sup>3</sup> 용량의 멤브레인 형식 저장탱크 10기를 보유하고 있으며 최대 천연가스 송출량은 2,020톤/시간이다.

한국가스공사는 기존의 평택생산기지 제1공장 북쪽에 인접한 새로운 매립지에 제2공장 건설을 결정하였다. 이 터미널은 10기의 LNG 저장탱크와 720톤/시간 용량의 기화송출설비로 구성된다. 1단계 건설은 2003년부터 2008년 까지 140,000m<sup>3</sup> 용량의 저장탱크 4기를 건설하고 720톤/시간 용량의 기화송출 설비를 건설할 계획이다. 1986년 건설된 평택기지 1공장의 하역설비는 평택기지 2공장 하역용으로 새로이 구성된다. 평택기지 제 2공장의 기화송출용량은 최대 1,440톤/시간까지 처리 가능하도록 구성하였다. 여기서는 한국가스공사 연구개발원에서 수행한 평택생산기지 제2공장 기본설계의 특징 및 개요에 대하여 소개하고자 한다.

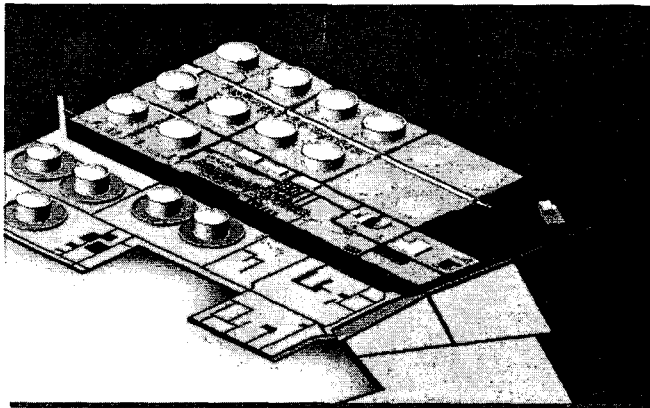


그림 1. 평택생산기지 전경 (1,2공장 포함)

## 2. 평택생산기지 제2공장 기본설계 개요

국내 에너지 수요 및 수급여건 변화를 반영하여 수립된 제6차 장기 천연가스 수급계획에 따른 정부의 에너지정책에 부응코자 추진되고 있는 평택생산기지 제2공장 1단계 건설 기본계획에 따라 지상식 LNG 저장탱크 10기, 기화송출설비(720톤/시간) 및 부대설비로 구성되는 평택생산기지 제2공장의 본설비에 대한 기본설계를 연구개발원에서 수행하였다.

본 기본설계는 평택생산기지 제2공장의 본설비 상세설계에 필요한 기본설계용 기초 자료를 위주로 관련 부서들과의 협조, 의견교환 및 조정을 거쳐 작성되었다. 평택생산기지 제2공장은 궁극적으로 완전히 독립 운전되는 것을 전제로 기본설계를 하고, 2005년도에 완성되는 360톤/시간의 기화송출설비와 LNG 하역부두의 전용사용이 가능한 2011년까지는 제2공장의 완전 독립운전이 어려우므로 현재 운영중인 제1공장과의 최소한의 연계방안을 반영하여 연계성을 검토하였다. 이에 따라 저장탱크의 운전압력, LP LNG 송출압력, LNG 순환방식, 기화설비 구성, BOG 처리방안, Flare Stack, 계측제어시스템 등이 제1공장과의 연계를 전제로 검토되었다. 설비배치계획(Plot Plan)은 현재 한국가스공사가 운영중인 평택생산기지 제1공장, 인천생산기지, 통영생산기지의 장점을 최대한 살려 확정하였다.

표 1. 평택생산기지 제 2공장 설비 설치 계획

항 목	현 설계(2008년)	향후 확장	비고
하역설비	135,000 m <sup>3</sup> 급 * 1 berth	-	1공장 berth 사용
저장설비			
- 저장탱크	140,000m <sup>3</sup> * 4기	14기	저장용량 미정
- 1차펌프 (LP)	150 t/h * 10기	150 t/h * 32기	
기화설비			
- 2차펌프	110 t/h * 7기	110 t/h * 16기	
- ORV	180 t/h * 2기	180 t/h * 5기	
- SMV	90 t/h * 2기	90 t/h * 6기	
최대 송출용량	720 t/h	1440 t/h	

### 2.1 공정설계 기준

#### 2.1.1 LNG 조성

평택생산기지는 인도네시아, 말레이시아, 브루나이, 카타르, 오만 등 여러 천연가스 산지로부터 LNG를 도입한다. 아래에 규정된 조성범위에는 현재 도입되지 않는 호주, 알래스카, 예멘 등의 LNG 조성범위까지도 포함한다.

표 2. 평택생산기지에 공급되는 LNG의 조성범위

(Composition : mol%)

Component	Lean	Rich	Max N <sub>2</sub>	Typical
Nitrogen	0	0	1	0.04
Methane	96.74	85.12	94.33	89.26
Ethane	1.89	8.63	1.97	8.64
Propane	0.68	4.14	2.5	1.44
i-Butane	0.34	1.1	0.1	0.27
n-Butane	0.34	0.9	0.1	0.35
i-Pentane	0.01	0.1	0	0
n-Pentane	0	0.01	0	0
Molecular Weight	16.791	19.32	17.189	17.924
Gross Heating Value (GHV) MJ/Nm <sup>3</sup>	41.35	46.71	41.74	43.72
SG Liquid	0.434	0.478	0.448	0.455

### 2.1.2 설계 송출량

계획된 송출량 720톤/시간을 근거로 최소송출량과 최대설계 송출량을 확정하였으며, 년도별 송출량은 2005년 360톤/시간, 2007년 540톤/시간, 2011년 720톤/시간이며, 최대설계송출량은 1440톤/시간으로 설계하였다.

최소송출량	200톤/시간
정격송출량	720톤/시간
설계송출량	1440톤/시간

### 2.1.3 저장탱크 운전압력, LP LNG 송출압력, Recirculation 압력

저장탱크 운전압력은 BOG 발생량이 적은 KOGAS 표준형 LNG 저장탱크 방식에 따라 설계압력 29 kPa, 운전압력 15~25 kPa인 운전방식을 채택하였으며, LP LNG 송출압력은 생산기지의 효율성을 고려하여 1.2 MPa의 운전방식을 채택하였다. 또한 LNG 순환방식은 LNG 하역부두 등의 연계 운전시까지의 순환압력이 0.2~0.25 MPa의 평택생산기지 제1공장과 같이 설계하였고, 제2공장의 독립 운전시 인천생산기지과 통영생산기지과 같은 Recirculation 방식으로서의 변경에 대비한 설계를 반영하였다.

구분	저장탱크 운전압력	LP LNG 송출압력	Recirculation 방식
설계압력 (운전압력)	29 kPa (15~25 kPa)	1.2 MPa	0.2~0.25 MPa (순환압력)
비고	Recirculation 운전(약 1.2 MPa)이 가능하도록 설계에 반영하여 향후 운전방식 변경에 대비		

## 2.2 공정모사

평택기지 제2공장 공정설계를 위해 공정설계기준에 근거한 프로세스 모델링 및 공정모사(Process simulation)를 수행하였다. 공정모사 결과인 열 및 물질수지 데이터는 프로세스 단위기기의 크기와 유속결정 데이터를 제공한다. 공정모사는 평택 2공장 1단계 공사 즉 저장탱크 4기, 송출량 720톤/시간에 대해 수행하였으며 LNG 하역/비하역시, 최대/최소 송출 등 다양한 운전조건을 고려하였다. LNG 생산기지의 주요설비는 하역설비, 저장설비, BOG 처리설비, 기화송출설비로 크게 나누어진다. 주요 공정모사 결과인 BOG 발생의 주요 원인은 저장탱크 열손실, 배관 열유입, LP 펌프 재순환, 하역에 따른 저장탱크 내 BOG 치환, LNG 수송선 및 하역탱크 내 LNG의 엔탈피 차이에 의한 Heat accumulation 등이 있다. 공정 흐름도 및 주요 공정모사 결과를 아래에 나타내었다.

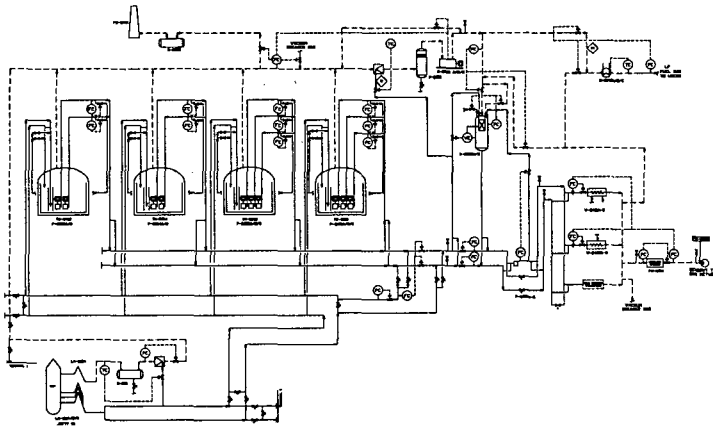


그림 2. 평택생산기지 제2공장 공정흐름도

표 3. 평택기지 제2공장 BOG 발생량

운전조건	BOG 발생량 (톤/시간)		설계기준
	최대송출	최소송출	
하역시	15.6	18.7	Typical LNG composition Normal Tank Pressure
비하역시	5.9	8.8	

### 2.3 기화설비 구성 및 Flare stack

기화설비의 구성은 평택생산기지의 해수온도, 운전모드, 시설투자비, 운영비 등을 고려한 경제성 분석결과를 토대로 ORV와 SMV가 최적 구성되도록 하였으며, 제1공장의 노후화에 대비하여 제2공장의 최대송출량이 1440톤/시간 가능하도록 반영하였다.

평택생산기지 제1공장의 Flare Stack 위치를 2공장으로 변경하는 방안을 검토 하였으나 1공장과 2공장의 Flare 설정압력이 상이하고 Hydraulic 계산결과 Flare 배관 크기가 과다하게 구성되어 설치비가 막대하게 증가되므로 1공장의 Flare Stack은 현재 상태로 운영하고, 제2공장의 물량만 처리할 별도의 제2공장 전용 Flare Stack을 설치하는 것으로 설계하였다.

### 2.4 설비 배치 계획 (Plot plan)

본 기본설계는 지상식 14만kl급 LNG저장탱크와 기화송출 및 부대시설에 대한 설계이나, 향후 확장을 고려하여 지상식 14만kl급 LNG 저장탱크 15기(총 저장능력 210만kl)의 저장탱크 부지를 확보할 예정이었으나, 빠른 시일내에 대용량 LNG 저장탱크의 적용이 가능하고, 부지이용의 효율성을 높이기 위하여 LNG 저장탱크 14기를 건설할 수 있는 부지를 확보하는 것으로 변경하였다. 이는 14만kl급 4기(56만kl), 18만kl급 10기(180만kl)를 건설할 경우 총 236만kl의 저장능력이 되며, 14만kl급 6기(84만kl), 18만kl급 8기(144만kl)를 건설할 경우 총 228만kl의 저장능력으로 초기 210만kl를 상회하므로 향후 LNG 저장탱크 건설계획에도 적합한 설계이다.

기화송출설비는 향후 확장성을 고려하여 최대 1440톤/시간의 기화송출이 가능한 ORV 5기, SMV 6기의 부지를 확보하고 있으며, LP LNG Pump 32기(4,800톤/시간), BOG Compressor 8기(72톤/시간), Recondenser 2기(60톤/시간), HP LNG Pump 16기(1,760톤/시간), 해수취수설비 56,000톤/시간, Metering System 2열, Control Room, 주변전소 및 4개의 부변전소를 설치할 수 있도록 반영하였고, 진입여건 등을 고려하여 최적의 생산기지가 되도록 설계에 반영하였다.

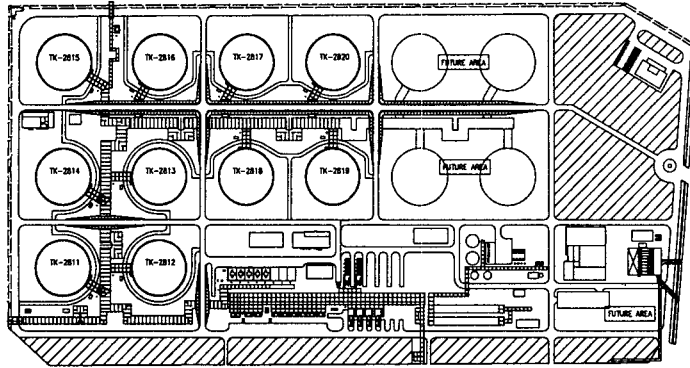


그림 3. 평택생산기지 제2공장 배치도

## 2.5 평택기지 1,2공장 연계운전

평택생산기지 제1공장 및 제2공장은 공장간 완전독립운전을 기본으로 하나 2005년도에 완성되는 360톤/시간의 기화송출설비와 LNG 하역부두의 전용사용이 가능한 2011년까지는 제2공장의 완전 독립운전이 어려우므로 현재 운영중인 제1공장과의 최소한의 필요 배관만을 연결하였다. 1,2 공장간 주요 연결배관은 하역 라인, LP LNG 송출라인, HP NG 송출라인 및 1,2 공장간의 BOG 처리설비의 효율적 운영을 위한 압축 BOG 라인이다. 또한 2005년 기화송출설비의 운영에 사용되는 프로세스 보조라인(Degassing, kick-back, drain line) 및 유틸리티 라인도 2공장이 정상운전되기 전까지 연결하여 운영한다.

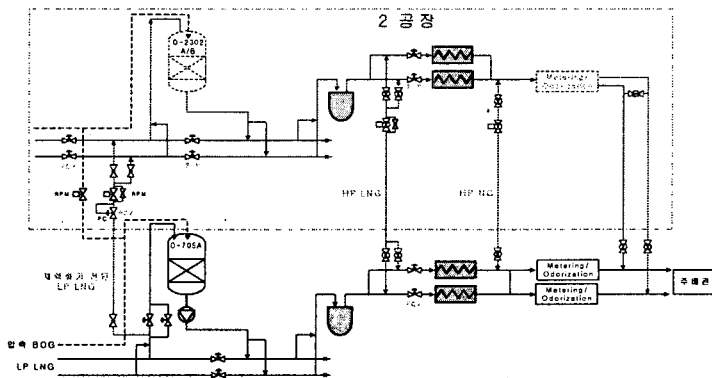


그림 4. 평택생산기지 1, 2공장 연계운전 흐름도

### 3. 평택 2공장 기본설계 내용

연구개발원은 생산기지 설계 및 건설사업과 관련된 모든 기본자료, 정보 및 보고 자료를 검토하였으며 설계기준에 따라 위험성 평가를 근거로 한 지역분류, 배치도 및 세부설비 배치도, 설비목록 등 일반사항을 포함한 분야별 도면, 계산서 및 검토서를 작성하였다.

표 4. 평택기지 제2공장 기본설계 주요내용

항 목	설계 내용
일반	1) 프로젝트 설계 데이터 2) Equipment List
공정	1) LNG, BOG, NG, 해수, 소화수 등 설비에 대한 공정흐름도(PFD) 2) 열물질수지 (Heat and Material Balance) 3) 주요 장비의 데이터시트
기계/배관	1) LNG, BOG, NG, 해수, 소화수 등 설비에 대한 P&ID 2) 주요 기기 구매 사양서 3) Plant Layout
토목/건축	1) 배치계획 2) 우배수 및 도로 (해수 취수 구조물 포함) 3) 조경계획 4) 해수 취·배수 설비 5) Cable Conduit / Trench 계획
전기	1) 전력확보 대책(주전원, 예비전원) 2) 예비 단선결선도 (Key Single Line Diagram) 3) 전력계통감시제어시스템 4) 전력부하분석 5) 안전설비(화재경보 및 방재 관련 설비 포함) 6) 전력공급설비 (수전설비) 7) 전기방식설비, 위험지역 분류 8) 통신 및 방송설비, 방호 및 보안설비
계장/통제설비	1) 감시장치 및 공정제어 (DCS, FMS, DPS, FDS, TOMS) 2) 계장 및 통제 기본설계 3) 전력 및 공기 공급설비 4) 계장설비목록 5) 특수계장설비 (펌프진동감시시스템, 탱크구조감시장치) 6) 제어밸브, 유체요소 크기 및 계산 7) 중앙조정실 및 Local Control Room Layout 8) 각종 계기와 밸브 선정 및 적용 검토
안전	1) 안전설비 개념 2) 안전 및 환경 연구보고서

#### 4. 맺음말

평택생산기지 제2공장은 기존 제1공장의 북쪽에 인접한 바다를 매립해 조성한 약 20만평의 부지에 제6차 장기천연가스수급계획에 따라 2012년까지 LNG저장탱크 10기와 720톤/시간 규모의 기화송출설비를 건설하는 프로젝트이다. 이 프로젝트를 완성하기 위해서 우선 기존 운영중인 평택기지 제1공장의 설비를 분석한 후 기존기지과 신설기지(제2공장)와의 연계를 고려해 설계를 추진하였으며, 또한 제2공장의 저장설비가 완공되기 전인 2005년도에 제1공장의 LNG를 기화시켜 송출하는 기화송출설비에 대한 설계를 수행하였다. 그동안 국내 LNG 생산기지 기본설계는 M.W.Kellogg 등 외국설계사에서 수행했기 때문에 기술축적이 이루어지지 않아 외국기술 의존도가 매우 높은 분야로서 이번에 자체기술력으로 프로젝트를 수행 가스공사의 핵심역량 및 경쟁력이 진일보되었다고 판단된다.

가스공사는 평택기지 제2공장 기본설계를 성공적으로 수행함으로써 그동안 외국설계사에 의존해오던 LNG 생산기지 기본설계를 자체적으로 수행할 수 있는 능력을 확보했고 아울러 해외 LNG 프로젝트에 참여하기 위한 기본설계 실적을 보유하게 됐다. 이번에 LNG 인수기지 기본설계 기술을 확보함으로써 LNG Plant 일관 설계기술을 갖추게 되어 대내사업은 물론 LNG Plant를 Package로 일괄 발주하는 대외사업에도 경쟁력을 갖추게 되었다.