

LNG事業의 特性



鮮于 賢範

(韓國電力 LNG事業本部·企劃部長)

序 言

세계적으로 石油需給 불안이 高潮되고 原油價가 계속 상승됨에 따라 代替에너지 개발이 급속히 요구되고 있다.

代替에너지의 하나인 天然가스는 그 매장량이 尙後 약 50년 사용에 상당할 뿐만 아니라 石油와는 달리 그 자원분포가 비교적 고르게 散在되어 있다. 이 天然가스를 遠距離까지 해양수송하기 위해 액화한 液化天然가스(LNG)는 硫黃分, 粉塵 등이 전혀 없는 청결에너지로서, 公害를 경감시킬 수 있고, 일단 需給계약이 이루어지면 長期安定供給이 보장되는 등 많은 利점이 있다.

우리나라에서도 脫石油電源開發의 일환으로, 또 도시가스로 이용하기 위해 LNG를 도입, 사용하는 방안이 구체적으로 검토·추진중에 있다. 이에 즈음하여 LNG導入 事業의 特性에 관해 간략하게 소개하고자 한다.

1. LNG

(1) LNG(液化 天然가스)란 ?

LNG(Liquefied Natural Gas ; 液化天然가스)란 北아메리카, 알라스카, 東南아시아, 中東 등의 가스田으로부터 産出되는 炭化水素(주로 메탄가스)를 주성분으로 하는 天然가스(可燃性가스)를 硫黃分, 炭酸가스, 水分 등의 불순물을 제거한 뒤 -162

℃까지 냉각시켜 무색, 무취의 액체로 만든 것이다.

(2) LNG의 組成

天然가스의 組成은 産地에 따라 매우 상이하다. 일반적으로는 메탄(CH₄)이 대부분이며 에탄(C₂H₆) 프로판(C₃H₈), 부탄(C₄H₁₀) 등의 重質分을 많이 포함하고 있으나 窒素, 炭酸가스, 硫黃化合物을 多量으로 포함한 것도 있다. 그러나 간단히 액체화되는 重質分과 연료로서의 質을 떨어뜨리는 원인이 되는 不純分은 액화되기 전에 제거한다. LNG組成의 대표적인 예를 들어보면 <表1>과 같다.

<表1> 産地別 LNG 組成

(단위 : %)

産地 \ 구분	메탄	에탄	프로판	부탄	기타
알 라 스 카	99.8	0.1			0.1
아 브 다 비	82.8	15.5	1.5	0.2	
브 르 베 이	89.8	5.9	2.9	1.4	
인도네시아 東카리만탄	90.5	4.9	2.9	1.3	0.4

위의 표에서 알 수 있듯이 브르베이産과 인도네시아産 LNG는 組成이 매우 비슷하다.

(3) LNG의 性状

<表2>는 LNG의 주성분인 메탄과 LPG(液化石油

〈表 2〉 LNG와 LPG의 性状 比較

	LPG		LNG
	프 로 판	N - 부 탄	메 탄
分 子 式	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CH ₄
가스比重(空氣=1)	1.522	2.006	0.554
沸点(1기압)	-42.1℃	-0.5℃	-161.5℃
融点(1기압)	-187.7℃	-138.4℃	-182.5℃
液比重(沸点4℃)	0.580	0.605	0.425
臨 界 温 度	96.8℃	152.0℃	-82.1℃
臨 界 压 力	42.0기압	37.4기압	45.8기압
着 火 温 度	466℃	405℃	537℃
연 소 범 위	2.1~9.5%	1.8~8.4%	5.0~15.0%
총 발 열 량	23.674Kcal/Nm ³	30.682Kcal/Nm ³	9.500Kcal/Nm ³

資料. Handbook of Natural Gas Engineering

가스의 주성분인 프로판, 부탄과 性状을 비교한 것이다.

▲ 가스比重 : LNG의 주성분인 메탄은 空氣보다 가벼우므로(空氣對比 비중 0.554 공기중에 확산이 잘된다.

▲ 着火温度 : 메탄의 착화온도는 537° C이며, LPG 성분에 비하여 착화온도가 높다.

▲ 燃燒範圍 : 연소범위란 가스가 연소에 필요한 空氣와 燃料가스의 混合比를 나타내는 것으로 天然가스, 도시가스, 프로판가스 등 可燃性가스는 공기와 일정비로 혼합되지 않으면 연소하지 않는다.

▲ 臨界温度·臨界压力; 불포화증기를 等温压缩하면 압력이 증가하여, 飽和蒸氣压에 달하게 되며, 일반적으로 액화하기 시작한다. 이 경우 压力(從)과 体積(橫)의 곡선은 전부 액화가 완료되기까지 压力一定의 区間이 생기게 되나 더욱 高温에서 이 과정을 계속 시켜, 어느 온도에 달하면 前記 区間은 1点으로 된다. 그때의 온도를 臨界温度, 압력을 臨界压力이라 한다. 즉 氣相·液相의 변화점이다.

▲ 總發熱量·眞發熱量; 연소에 의해 발생한 수증기가 물로 응축되는 경우의 발열량을 총발열량이라 하고, 이에 따라 발생한 물이 수증기 형태로 존재하는 경우의 발열량을 眞發熱量이라 하는데 총 발열량이 眞발열량보다 크다.

(4) 天然가스의 液化에 따르는 利点

美国과 蘇聯은 가스田으로부터 가스를 채굴, 파이프·라인을 통해 연료로 널리 이용하고 있다.

그러나 中東과 東南아시아 등과는 原油생산수출국에서는 종래에는 가스田과 油田으로부터 수반되어 나오는 天然가스(隨伴가스)를 燒却처리 또는 空中放散시켜 소모해 버렸다. 그러나 최근에는 極低温技術의 진보로 天然가스를 -162° C라는 극저온으로 냉각시켜 액체로 만들고, 액체화된 가스를 그 상태로 저온 저장하여 선박으로 원거리 해외수송이 가능하게 됨으로써 良質의 연료로서의 이용이 가능하게 되었다.

天然가스는 액화에 의해 大容積을 小容積으로 만들 수 있어 輸送 및 貯藏이 용이하다. 예를 들면 1톤의 LNG용량은 약 2.35m³이나 이것을 가스화하면 표준상태에서 약 1,400m³의 가스로 된다. 다시 말하면, 天然가스는 액화에 의해 용량이 약 580분의 1로 되어 大海輸送 및 취급이 용이해진다.

2. LNG 프로젝트

(1) LNG 프로젝트란 ?

LNG 프로젝트는 가스의 개발, 天然가스의 수송, 액화, 해상수송, 저장, 再氣化등의 요소가 체인처럼 일관성을 가진 시스템化되어야 하므로, 일반적으로 이를 LNG체인이라고 부른다.

LNG 생산부터 소비까지 LNG 프로젝트를 순서에 따라 설명하면 다음과 같다.

가. LNG 생산

가스田에서 產出된 가스는 일반적으로 파이프·라인으로 液化工場에 수송하여, 組成에 적합하게 脫濕, 脫硫, 脫炭酸 등 淨化處理한 후 냉각시킨다. 이같은 방법으로 생산된 LNG는 LNG선박의 도착 및 수요지로의 수송에 대비하여 일시 貯藏탱크에 저장한다.

나. 輸 送

LNG의 해상수송은 保冷積荷탱크를 실은 專用船舶으로 한다. 積荷탱크는 보온병과 같은 원리로, 外界로부터의 入熱을 차단시켜 저온을 유지하게 되어 있다. LPG船과 다른 점은 LPG船은 조금씩 증발하는 가스(Boil Off Gas)를 再液化시켜 탱크에 회수하나, LNG船은 액화장치가 高價이며, 대형이므로 이 B.O.G. (Boil Off Gas)를 昇温, 昇压

□特輯：LNG時代는 오는가？

시커 엔진실에 보내 보일러용 연료로 사용한다.

LNG船은 LNG의 超低温, 可燃性, 低比重 등 특징에 따른 적절한 대책이 강구되어야 한다. LNG積荷탱크의 종류에는 英國의 Conchi社가 개발한 Membrane방식, 노르웨이의 Moss Rosenberg社가 개발한 獨立球形탱크방식 등이 있다.

다. 貯藏

운반되어 온 LNG는 引受基地의 특수(Unloading)설비를 통해 탱크에 저장된다. LNG 저장에는 地上式과 地下式이 있다.

地上式 탱크의 대표적인 것은 金屬2重殼式으로 內殼과 外殼 사이에 遮断材를 충전하고 있다. 액체와 접촉하는 내벽에는 9% 니켈鋼이나 알루미늄合金이 사용된다. 地上式탱크는 일반적으로 널리 사용되고 있으나, 탱크 사이의 거리 또는 다른 설비와의 保安距離 문제가 있고, 防災对策으로 충분한 防液堤 등을 필요로 한다. 이같은 문제를 해결하는 방식으로 地下式 탱크가 채용되고 있으나 비교적 高價이고 특수 地質 및 條件에 맞아야 한다는 제약이 따른다.

라. 再氣化

액체로 저장탱크에 저장된 LNG는 사용시 가스로 전환된다. 가스화를 위해 氣化器에서 -162°C인 LNG를 常溫까지 끌어 올려야 하는데 크게 2가지로 나누면, 海水와 열교환을 하는 Open Rack式 氣化器와 버너로 물을 가열하여 이것으로 열교환을 하는 Submerged式 氣化器가 있다. 일반적으로는 풍부한 海水를 얻기 쉬운 경우에는 Open Rack式이 유리하다. 再氣化된 天然가스는 파이프·

〈表 4〉 LNG資源의 賦存現況

地域別	区分	確認埋藏量 (10億m ³)	構成比(%)
아시아·太平洋		3,394	4.8
유 럽		4,057	5.7
中 東		20,690	29.2
아 프 리 카		5,275	7.4
北 南 美		10,674	15.1
共 産 圈		26,759	37.8
合 計		70,849 (4,430億BBL-原油)	100

○可採年數：40~50年, 石油埋藏量의 2/3
非産油地域에도 分布

〈表 6〉 LNG事業의 特性

特 徵	內 容
1) 國家政策的인 事業	○無公害에너지事業, 公益事業, 燃料多元化
2) 國際的 事業	○生産과 供給：國際的인 企業協力에 依함, 300만톤/年 規模 1個 프로젝트
3) 大規模資本과 長期工事 所要	○資本：30~40億달러 ○期間：6~7年 新規開發時 *CIF 導入時 消費國設備：6.8億달러
4) 長期間契約事業	○契約期間：20~25年
5) 需要供給의 硬直性	○需給의 安定性, 一致性을 要함. (Take or pay)
6) 供給單位 大規模	○最小單位：1 Train 150만톤/年 以上 ○經濟單位：300만톤/年

〈表 3〉 LNG의 用途

区 分	內 容
1) 發電用 燃料	○既存 油發電所의 重油代替 ○新設 LNG發電所 燃料
2) 都市가스用 燃料	○炊事, 暖房用(家庭 및 사무실)
3) 産業用 熱料	○一般産業用：시멘트, 石炭, 유리 食品製造等 ○製鐵用：高炉, 熱延, 厚板加熱等
4) 化學原料	○암모니아, 메타놀等
5) 其 他	○冷熱利用 等

라인에 의해 발전소, 도시가스 사업소, 제철소 등으로 보내져서 도시가스의 원료나 연료로 사용된다.

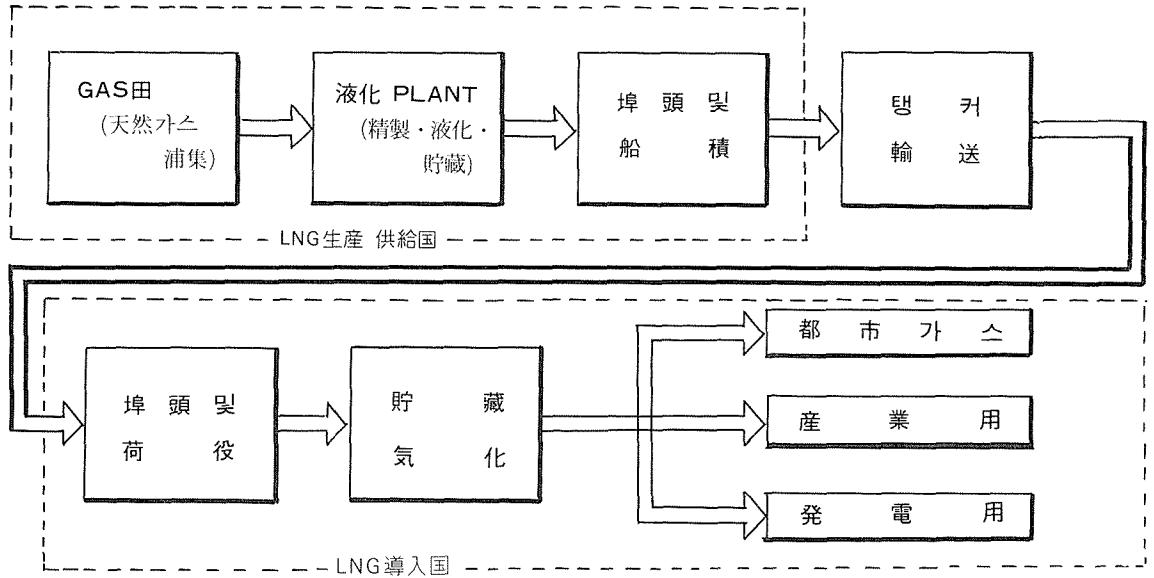
(2) LNG의 用途 및 事業의 特性

LNG의 용도〈表3〉, LNG資源의 賦存現況〈表4〉 생산 및 공급의 体系〈表5〉, 및 LNG사업의 특성〈表6〉을 간략하게 도표로 나타내면 위와 같다.

3. 世界의 LNG프로젝트 現況

현재 세계에서 가동중인 LNG 프로젝트는 日本의

〈表 5〉 LNG의 生産 및 供給体系



〈註 1〉 LNG Train : GAS 浦集, 精製, 液化等の 一連의 单位生産工程 現在
1 train容量은 100~150万吨/年이나 200~250万吨/年으로 증가 추세임.

〈註 2〉 LNG Chain : GAS 浦集부터 需用家에 供給까지의 1 個의 프로젝트 전과정을 말함.

〈表 7〉 实施中인 LNG 프로젝트

輸 出 国	輸 出 元	輸 入 国	輸 入 元	基 地	輸 入 開 始 年 月	年 間 輸 入 量
알 제 리	CAMEL	英 国	British Gas Corporation	켄베이島	1964. 11	7만톤
알 제 리	CAMEL	프 랑 스	Gaz de France	루아블 뉴 욱	1965. 3	35 "
알 제 리	Sonatrach	美 国	Distrigas	보스톤	1971. 11	28 "
알 제 리	Sonatrach	프 랑 스	Gaz de France	호 수	1973. 1	245 "
알 제 리	Sonatrach	스 페 인	Enagas	바르세로나	1975 (1979)	105 " (315 ")
리 비 아	ESSO	스 페 인	Catalana de Gas	바르세로나	1971. 3	77 "
리 비 아	ESSO	이 탈 리 아	SNAM	라스베치아	1971. 7	168 "
알 제 리	Sonatrach Phillips Pet. Co.	美 国	고몽비야가스	Cove Point	1978. 2	700 "
알 라 스 카	Marathon Oil Co.	日 本	東京電力 東京가스	Kenai	1969. 11	96 "
브 르 네 이	Brunei Cold gas Ltd.	日 本	東京電力 東京가스 大阪가스	Lumut	1972. 12	514 "
아 브 다 비	Abudhabi Gas Lgiuefac- tion Co. Ltd.	日 本	東京電力	Das島	1977. 5	206 "

□特輯：LNG時代는 오는가?

의 6個 프로젝트를 비롯하여, 美国, 英国, 프랑스 등 선진공업국에 집중되어 있다. 79년의 세계 LNG무역중 日本의 비율은 계약기준으로 50%가 넘는다. 현재 세계에서 계획 또는 검토되고 있는 LNG 프로젝트는 약 30개 정도로 알려지고 있다. 현재 실시중인 세계의 LNG 프로젝트의 개요를 살펴 보면(表7)과 같다.

4. 우리나라의 LNG 事業概要

(1) LNG 導入使用의 필요성

지금까지 도시연료의 主宗을 이루 왔던 無燃炭은 자원의 한계성(可採年數: 약30년)과 採炭작업의 深層化 등으로 인해 供給原價가 계속 상승되고 있다. 또한 경제성장에 따른 국민소득의 향상으로 家庭燃料의 편리를 추구하는 도시시민의 취향에 대응하기 위해 도시연료의 전환이 요청되며, 날로 심각해지는 대도시의 大氣汚染을 감소시킨다는 측면에서 볼 때 LNG의 도입·사용이 절실히 요청된다.

石油, LPG, 電力 등도 도시연료로 물론 사용할 수 있겠으나, 石油과 LPG는 공급이 불안정하고 가격 면에서 불리하며, 電力은 에너지 이용효율면에서 부적합하다. (電力效率: 40% 미만, 가스효율: 80% 이상)

또한 에너지공급원의 다원화라는 관점에서도 LNG의 도입 사용이 필요하며, 도시연료로서의 LNG 사용은 세계적인 추세이다. 石油依存度가 75%나 되는 發電用 연료로 LNG를 이용함으로써 도시연료만으로는 非經濟的 規模(10만톤/年미만)를 경제적 규모(약 300만톤/年)로 확대시켜 發電燃料의 다원화도 기할 수 있게 된다.

(2) LNG導入事業 추진經緯

△ 78. 9. 4~9. 14

LNG事業現況 海外調査(動資部 主管 7名, 日本)

△ 79. 6. 11~80. 3. 7:

LNG導入使用 妥当性 調査用役 施行(韓電-大宇엔지니어링)

△ 79. 12. 13: 가스發電所 燃料確保 指示 (動資部-韓電)

△ 80. 1. 16: 産가스国(10個国)에 供給要請書 發送(韓電)

△ 80. 2. 27~80. 3. 20:

가스資源供給先 조사 終了(韓電 2名)

○ 対象国: 인도네시아, 濠洲, 말레이지아

△ 80. 3. 27: 인도네시아 PERTAMINA社 總裁 韓電訪問

○ LNG供給 협의

△ 80. 5. 3~80. 11. 30:

LNG受入基地建設 基本調査用役 施行中

(重化学工業推進企劃團→코리아 엔지니어링)

△ 80. 5. 23~80. 6. 1:

LNG導入 協議를 위한 인도네시아, 말레이지아出張(韓電副社長 外 1名)

△ 80. 7. 9: L/I 發給承認要請 및 LNG事業計劃(案)報告(對動資部)

△ 80. 10. 2: “가스導入에 關한 基本方針” 經濟長官協議會 의결

△ 80. 10. 25: L/I 發給承認 및 LNG 資源交涉推進指示(動資部→韓電)

△ 81. 4. 6: LNG 導入事業, 基本計劃 決定(第11차 경제장관 협의회)

△ 81. 6. 17: LNG社業工期短縮 方案 決定(第25次 경제장관 협의회)

(3) 事業概要 및 추진計劃

가. 事業概要

에너지자원의 안정적 확보와 수급구조의 합리적 개편을 위해 牙山灣에 LNG(液化天然가스) 引受基地를 건설하여 85년부터 150만톤/年, 87년부터 300만톤/年 규모로 도입할 예정이며, 使用計劃은 <表8>과 같다.

나. 推進計劃

84년말 완공을 목표로 추진중이며 <表9>는 추진工程을 나타낸 것이다.

(4) LNG事業의 經濟性

LNG를 發電燃料로 사용할 때의 경제성은, 현재 사용중인 벵커C油(S: 4%)에 비해 發電原價面에서 약 14% 높고, 저유황중유(S: 0.2%) 사용시와는 비슷하다. 또 벵커C油(S: 4%) 專燒發電설비에 排煙脫黃 장치 등 公害對策 시설을 附設할 때와도 비슷하다. 다음 <表10>은 발전용 연료별 發電原價 比較值이다.

〈表 8〉 LNG導入 規模 및 使用計劃

(단위: 千톤)

区 分	導入 規模	使 用 計 劃		
		發電用(註1)	家庭用(註2)	産 業 用
'85년부터	1,500	1,400 (93%)	100 (7%)	-
'87년부터	3,000	2,550 (85%)	284 (9%)	166 (6%)
'91년부터	3,000	1,914 (64%)	613 (20%)	473 (16%)

〈註1〉 平沢火力(85년부터), 仁川火力(87년부터)

〈註2〉 家庭用: 京仁지역都市가

項 目	工 程	81	82	83	84	85	備 考
工 期 短 縮 对 策 確 定		5月 ▼					
L N G 供 給 契 約		6 10 ▼					
地 点 調 査 및 基 本 設 計		6 6					
細 部 設 計			4 8				
機 資 材 製 作 供 給			準備 6 2				
埠 頭 및 Utility			6 2				
貯 藏 탱 크 建 設			準備 8 착공 4				탱 크 3 기 기준
航 路, 港 灣 浚 渫			準備 6 착공 2				
主 配 管 建 設			실시 설계 6 6				
發 電 所 改 造		6 준비	착공 1/2 평택 1/2 평택 5/6 仁川 1/2				
LNG 第 一 船 入 航					6 시운전 준공		

註: 막대그림표의 수자는 月표시임.

〈表10〉 發電原價比較

燃料別 区 分	LNG	B-C油 (S:4%)	B-C油 (S:1.6%)	B-C油 (S:0.2)
發 電 原 價 (원/KwH)	53.10	45.76	50.14	53.60
对 比 (%)	100	86.1	94.4	101

〈註〉: 計算基準(연료單價)

○LNG(FOB): \$ 5.87/100万Btu

○B-C油(S: 4%): 170.55원/ℓ

○B-C油(S: 6%): 189.60원/ℓ

○B-C油(S:0.2%): 204.60원/ℓ (推定)

5. 向後的 LNG展望

세계의 石油需給事情은 石油자원의 한계성과 O-PEC 원유가의 계속적 인상으로 꺾박 상황에 있고, 산유국의 資源保存政策이 강화되고 있는 점에서 불 때 석유수급 사정은 더욱 악화될 것으로 예상되는 바, 이에 대응하기 위한 에너지節約政策과 代替에너지의 개발·도입이 적극적으로 진행되고 있다.

이러한 상황하에서 LNG는 天然가스의 풍부한 賦存과 長期 安定供給이 가능하다는 점에서, 石油 代替에너지로서 각광을 받고 있으며 그 개발·이용 확대에 큰 기대가 예상된다.*