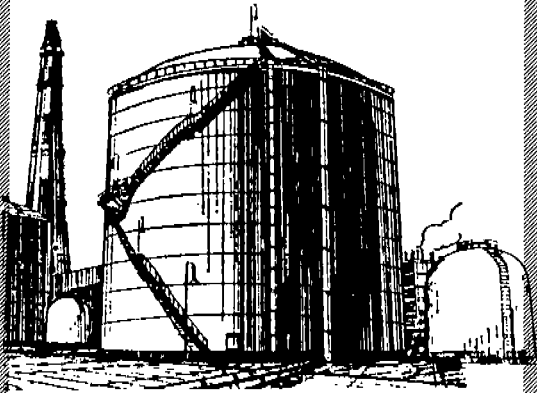


LNG發電과 附帶事業

LNG Power Generation
and Incidental Business



鄭元翊

動力資源部 石油局 가스課長

I. 序 論

우리나라의 에너지資源은 極히 貧弱하여 無煙炭을 除外하고는 大部分 輸入에 依存하고 있다. 特히 經濟成長의 過程에서 急增하는 에너지需要의 充足을 爲하여 石油依存度가 深化되어 왔던바(80年度實績: 總에너지의 62.7%, 發電燃料中 74%), 73年の 石油波動과 79年の 이란事態 以後 繼續된 油價引上과 物量確保難이 經濟成長의 制約要因이 되고 있다.

國內 無煙炭도 可採量이 約 6 億屯(可採年數: 約 30年未滿)에 不過하며 開發與件의 惡化 및 經濟性 低下로 供給能力이 不足한 現象이다.

또한 都市燃料의 主宗인 煉炭의 缺點(低熱量, 煉炭가스中毒危險, 재처리 및 使用不便)과 經濟成長에 따른 生活水準의 向上으로 都市燃料의 便宜性을 追求하는 傾向에 副應하기 爲하여 都市燃料의 轉換이 要請되고 있다.

이와같은 與件下에서 石油依存度 減縮, 에너지 供給源의 多元化 및 長期安定的 確保, 都市家庭燃料의 解決, 公害解消를 爲하여 政府는 LNG事業計劃을 確定하였으며 關聯機關이 LNG資源交涉, LNG 引受基地建設, 가스主配管建設等 關聯事項이 本格的으로 推進되고 있는 바, LNG를 使用한 發電과 附帶事業을 考察하는 것은 매우 意義있는 일이라 하겠다.

II. LNG 事業 計劃 概要

石油依存度 減縮 및 都市家庭燃料의 解決을 위한 LNG事業은 1段階 LNG導入先으로서 인도네시아 Arun液化基地를 對象으로 하여 現在 인도네시아 Pertamina社(國營石油公社)와 協商推進中에 있고 導入物量은 1985년에 160萬屯/年(1段階分), 1987년에 300萬屯/年(2段階 140萬屯/年 追加分, 導入先은 未定)으로 計劃하고 있으며 引受基地 立地로는 大宇엔지니어링(株) 및 코리아엔지니어링(株)의 用役結果에 依據, 京畿道 平澤郡 平澤火力 西側海岸으로 選定되어 引受基地建設을 爲한 基本設計, 細部設計 및 基礎工事が 進行中에 있고 牙山灣 LNG 船舶航路에 對한 浚渫工事が 實施中에 있는데 1段階 事業工事 完了는 84. 12月末로, LNG最初 導入時期는 85. 5月로 計劃下에 事業을 推進하고 있다.

(表-1) LNG 導入 使用 計劃
(LNG 千噸/年)

區分	年度	'85		'87		'91	
		千噸	%	千噸	%	千噸	%
導入計劃		1,600		3,000		3,000	
使用計劃	都市가스用	100	6	280	9	610	20
	發電用	1,500	94	2,720	91	2,390	80
	計	1,600	100	3,000	100	3,000	100

LNG 使用計劃은 表 1 과 같이 初期段階에는 大部分 發電用으로 供給使用하고 都市가스 需要가 擴大됨에 따라 發電用에서 轉換하여 使用 計劃이며 1980年 不變價格으로 總 5577億원이 所要될 引受基地와 航路, 港灣建設, 引受基地에서 仁川火力까지의 主配管路 建設 및 發電所 LNG 改造의 投資費內 譯은 表 2 와 같으나 本事業의 關聯事項이 具體化됨에 따라 總投資費가 增額調整될 것이다.

Ⅲ. LNG 發電

天然가스 生産國에서는 一般적으로 가스田에서 捕集된 가스를 精製後 파이프라인으로 通해 直接 都市가스用, 産業用 및 發電用으로 供給, 使用하고 있으나 精製後 液化된 LNG를 다시 氣化하여 發電所에 供給, 使用하는 例는 尖頭負荷用外에는 드물다.

그러나 天然가스資源이 없는 LNG 輸入國에서는 既存 都市가스需要가 貧弱하고 既存 都市가스需要가 組織되어 있다하더라도 LNG Project 特性上 最

(表-2) 投資費 및 財源 (億원)

區分	投資費	財源
內資	引受基地建設	552 國民投資基金
	主配管建設	133 産銀施設資金
	運轉資金建設利子	281 韓電調達
	發電所改造	357 産銀施設資金
	航路港灣建設	1,451 財政
計	2,774	
外資	計	2,803 (412) 借款
合計	5,577	

(註) ()內는 百萬\$, 換率 680원/\$ 基準

小 交易物量이 150~200萬噸/年이므로 都市 가스 需要만으로는 (LNG를 처음 輸入하고자 하는 나라에서) LNG Project가 成立할 수 없다.

또한 LNG 事業은 長期間의 建設期間과 老대한 投資費가 所要되고 生産國과 消費國의 LNG 施設 (生産國 → 液化設備, 船積港, 消費國 → 引受基地 및 需要設備)의 建設工程이 相互 一致되도록 推進되어야 하며 LNG 特性上 長期間 貯藏이 不可能하므로 契約上 "Take or Pay"條項의 特性에 依據, 供給되고 있다.

이러한 特性에 對하여 大量의 LNG를 安定하게 消費할 수 있는 需要組織이 必須的이므로 供給國에서는 消費國의 大量需要者와 直接契約을 하고, 消費國에서는 LNG 導入 初期에 大部分 發電用으로 供給하여 LNG 事業 基盤 및 體系를 構築함이 必要한 것이다.

1. LNG 改造 對象發電所

既存 發電所中 發電燃料를 LNG 兼用으로 轉換, 改造할 發電所 對象要件은

○ 引受基地와 隣接 또는 近距離에 位置하여 LNG 가스 供給이 容易하고,

○ 大容量 發電所로서 基底負荷用으로 運轉되며

○ 重油 또는 原油專燒 發電所로 改造가 容易하여야 하며

○ 殘存壽命이 길어 可能的한 LNG 供給 契約期間까지 運轉할 수 있어야 한다.

上記와 같은 要件으로 檢討選定된 發電所는 引受基地와 隣接인 平澤火力 第 1~4號機와 仁川火力 第 1~4號機로서 對象發電所의 現況은 다음 表와 같다.

LNG 가스 燃燒發電은 從來의 重油 또는 原油燃燒式 發電에 比하여 根本的으로 差異는 없으며 또한 技術과 機器製作面에서 特別한 問題點이 없다. 다만 燃料供給 및 燃燒設備 部分에 있어서 使用燃料가 爆發性 氣體라는 點과 無公害에 너지라는 點에서 設備 및 運轉上의 特徵이 있을 뿐이다.

即 LNG 燃燒時는 重油燃燒設備와 比較하여 燃燒特性이 다르고 燃料供給設備 (Tank 및 Pipe)와 Burner 特性, 보일러 Furnace와 Tube 配列이 약간 相異하며, 一次 空氣豫熱器, 煤塵除去裝置 및 燃料加熱器等이 必要없고 硫黃分이 없어 低溫腐蝕이 發

〈表- 3〉 LNG改造 對象 發電所

事業段階	發電所	容量(MW×基)	竣工年度	備考
1 段階	平澤火力# 1, 2	350× 2	80. 5	} 85. 4 까지 改造完了
	“ # 3, 4	350× 2	83. 12豫定	
	仁川火力# 1, 2	250× 2	70. 5, 74. 12	
	計	1900MW (6 基)		
2 段階	仁川火力# 3, 4	325× 2	78. 5, 78. 12	(運轉中) 87. 12까지 改造완료
計		2550MW (8 基)		

생지 않으므로 排氣가스溫度를 낮게 維持할 수 있다.

또 公害設備面에서 보면, 脫黃設備, 電氣集塵器等 公害對策設備가 不必要하므로 發電所自體의 設備는 低廉하고 簡便한 便이나 綜合熱效率이 約 1.5 ~ 2.0% 低下된다.

現在 韓電에서는 上記 對象發電所를 LNG 와 重油, 兼用(各各의 專燒 및 混燒可能)으로 使用할 수 있도록 計劃을 樹立, 改造推進中이며 이는 石油依存度 減縮 및 에너지多源化 側面에서 바람직한 것이다.

2. LNG 燃燒時 發電原價

LNG는 高價의 Clean Energy 이므로 發電用燃料로 使用하여 消費하기에는 아까운 燃料이나 앞에서 言及한 바와 같이 LNG 事業의 構成要件인 需要組織上 必須的이므로 都市가스用 및 産業用需要가 創出되기까지 主로 發電用으로 供給 使用하게 된다.

LNG 使用時의 發電原價는 그 重大要素인 LNG 價格이 現在 導入先인 인도네시아와 協商中이어서 決定되지 않았으나 兩側主張을 勘案한 豫想價格을 基準하여 事業段階別로 改造對象發電所에 使用時 다음 表4 와 같이 推定된다.

表4에서 보는 바와 같이 無公害에너지로서의

利點을 考慮, 環境廳에서 公害解消를 爲하여 서울 地域에 使用토록 告示된 硫黃含有量이 1.6% 以下인 重油와 對比時 LNG 使用 發電原價는 1 段階에서는 不利하나 導入物量이 增量되는 2 段階에서는 經濟性이 있는 것으로 判斷된다.

1 段階에서 發電原價가 높은 것은 LNG 導入 物量에 比하여 2 段階까지 考慮한 航路, 港灣開設, 引受基地 敷地, 構造物 및 京仁地區 까지의 主配管路等이 1 段階에서 建設되므로 初期投資費에 依한 固定費가 LNG를 相對的으로 上昇시킨 結果이며 家庭用인 炊事用, 煖房用 등의 都市가스需用을 擴大함은 勿論, 産業用需要도 創出하여 LNG 導入 物量을 LNG 事業의 經濟規模인 300 萬屯/年까지 增量시킴으로써 LNG 海洋輸送費 및 引受基地 處理費(Terminal Charge), 配管輸送費等を 低下시키면 經濟性이 提高될 것으로 判斷된다.

IV. 附帶產業

LNG의 導入使用은 環境保護와 에너지源의 多邊化 및 長期安定 確保라는 直接的인 效果 이외에도 莫大한 投資費가 所要되는 施設材産業 및 導入活用 에 따른 技術開發促進面에서도 많은 波及效果가 期待된다.

〈表- 4〉 LNG 燃燒時 發電原價

(82. 1)

區分	事業別 導入物量	1 段階	2 段階	備考
		160 萬屯/年	300 萬屯/年	
發電用 LNG 消費量		150 萬屯/年	272 萬屯/年	
發電原價		61.65 원/kWh	53.68 원/kWh	
比較	160萬屯/年基準	100 %	87 %	
	重油燃燒基準	107 %	97 %	重油(1.6%유황함유)연소시 발전원가 기준

LNG를 導入하면서 輸入國에 크게 影響을 미친 關聯產業에 對하여 簡單히 記述하면 다음과 같다.

1. 裝置產業

貯藏탱크, 低溫移送펌프 및 가스壓縮機, 熱交換器, 配管材料 및 斷熱材, 計器工業等 特殊素材活用과 高度의 技術集約의이고 附加價値가 큰 裝置製作이 活發해짐으로써 特殊機械產業 및 化學設備 分野에 刮目할 만한 成長을 이룩하게 된다.

한 例로 引受基地의 標準低溫貯藏탱크인 75,000 Kℓ 容量의 탱크만을 製作하는 境遇 約 2,000 ~ 2,300萬 \$이 所要되고 年間 300萬噸 程度의 LNG 引受基地에 이러한 容量의 탱크를 8個 程度를 設置한다면 탱크費用만 約 1.6~1.8億弗을 上廻함으로써 石油化學 Plant와 比較해 볼 때 裝置產業中에서도 特히 많은 投資費가 所要되는 產業이며 引受基地의 配管, 氣化設備設置 費用等이 試運轉 以前까지 材料 및 建設費를 모두 包含하면 純탱크費用의 3~4倍 程度가 投資되고 있으므로 LNG 導入에 따른 가장 直接的인 影響은 裝置產業에 關聯된다고 할 수 있다.

間接的인 裝置產業으로서 新設 및 改造되는 LNG 發電所 設備, 都市가스設備等의 莫大한 投資費도 大部分 國內에서 吸收하여 外貨節約은 勿論 他國의 LNG 產業에의 進出에서도 外貨稼得率을 높일 수 있다. 素材工業에서도 니켈鋼, 알루미늄鋼, 9% Stainless Steel 등을 비롯한 金屬工業分野의 發展을 圖謀할 수 있다.

2. 造船工業

LNG 輸送에는 極低溫(-162℃)에서 견딜 수 있는 素材의 使用과 安全의 保障, 輸送中의 LNG Loss의 極小化等이 保障되는 特殊專用船의 建造가 必要하다.

標準크기 125,000m³의 輸送船 1隻의 建造費가 約 1億5千萬弗 程度이므로 日本의 인도네시아 Project 에만 投入된 7隻의 輸送船費用은 約 10億弗의 尨大한 規模였을 것으로 推定된다.

그러므로 世界的인 造船國인 우리나라로서도 LNG 船에 對한 極低溫 設備技術과 建造能力을 開發 蓄積하여 最近 世界的인 不況인 造船工業의 活路를 摸索하는 한 方案이 될 것으로 생각된다.

3. 港灣施設等 大單位土木事業

LNG는 輸送 및 荷役過程의 安全性 保障을 爲하여 進入航路 및 專用埠頭의 建設이 必要하다.

125,000m³의 標準輸送船의 入港을 위한 경우 水深 約 14m, 1.5m 以內의 波高 航路幅 約 400 m (往復) 直徑 約 900m의 旋回場과 300m 程度의 接岸施設等과 LNG 貯藏을 위한 敷地造成, 長距離 主配管建設이 必要하고 이에 따른 土木工事의 並行推進이 要求되므로 이 方面의 產業伸張에 크게 寄與할 수 있다.

4. 化學工業

LNG는 石油, Naphtha 代身 水素源 或은 一酸化炭素源으로 利用될 수 있어서 메타놀, 암모니아 合成製造에 主原料로 使用될 수 있다.

實際로 美國은 天然가스를 使用하여 多樣한 化學製品을 生産中에 있으며 日本도 LNG 價格水準이 安定되고 납사價格 或은 需給이 圓滑치 못한 경우 LNG를 이들 化學製品生産에 活用하기 爲하여 相當한 準備를 갖추고 있는 것으로 알려져 있다.

5. 冷熱利用產業

LNG의 實際利用은 大部分 氣體狀態로 還元해서 使用하는데 LNG는 그 自體가 -162℃의 極低溫體로서 LNG 1kg當 200kCal (얼음 2.5kg 相當)의 冷熱을 가지고 있으므로 이 冷熱을 可能한 最大로 活用하기 위한 方案들이 研究되고 있다.

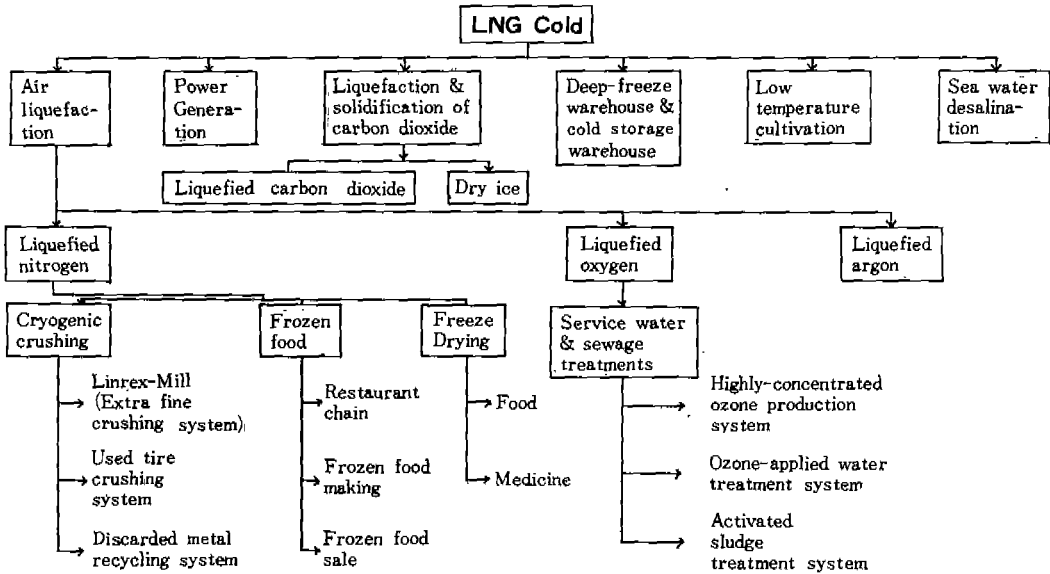
現在 日本에서는 空氣液化에 依한 液體窒素, 液體酸素等을 製造하여 廢棄物의 粉碎處理, 食品冷凍等에 一部 利用하고 있다.

아직 積極的인 活用에는 冷熱利用을 爲한 設備投資가 많이 必要하고 또한 冷熱利用에 使用 可能한 LNG 量은 都市가스 및 火力發電用 需要의 季節變動에 따라 다르나 通常 冷熱에 利用되는 것은 導入量의 20~30% 밖에 利用할 수 없는 制約이 있으므로 經濟性이 問題되어 왔으나 冷熱利用產業의 体系的, 集中化 및 熱管理 技術開發에 따라 그 利用領域은 넓어질 것이 豫想되며 그 利用分野는 表 5와 같다.

6. 設備用役 技術產業

LNG의 液化工場, 輸送船, 引受基地 供給配管等

LNG Cold Utilization Technology and its Business



의 諸設備에 對한 設計, 製作, 建設, 運轉等에는 特殊한 低溫技術, 素材選擇 및 加工技術, 海水利用 技術等을 비롯하여 上記 裝置產業에서 이미 記述한 各個裝置의 設計, 製作技術이 高度로 集約되어 있음으로써 이 LNG 設計用役費가 全体建設費의 約 10% 차지하고 있고 設計用役費의 絕對的金額의 크기 뿐만 아니라 所要裝置의 製作會社가 限定되어 있음으로써 充分한 技術檢討를 遂行할 수 있는 自體能力이 없는 限 製作先의 任意選定조차 어려운 實情이다.

그러므로 LNG의 導入利用이 늘어감에 따라 基本의 事業性 檢討로부터 Plant 設計, 購買 및 建設監理, 試運轉指導에 이르기까지 設計 및 一般支援用役技術을 蓄積하고 能力을 保有하여야 할 것이다.

또한 單純輸入에서 開發輸入으로 轉換時 LNG 生産國의 設備分野에 技術進出함으로써 生産에서 利用까지 全部門의 技術用役能力을 擴大시킬 수 있게 될 것이다.

V. 結 言

本 LNG 事業은 國內에서 最初로 推進되는 國家的인 에너지事業으로서 適期에 蹉跌없이 成功的으로 推進되어야 한다. 그러기 위하여 現在 LNG 資源 交渉과 引受基地 및 主配管建設을 爲한 關聯業

務가 本格的으로 推進되고 있으나 앞에서 論한 바와 같이 LNG 發電은 導入物量의 大部分을 發電用으로 使用케 되므로 그 運轉實績의 如何가 LNG 事業에 重大한 影響을 미치는 點을 勘案, LNG 改造를 爲한 設計에서 부터 製作, 施工까지 徹底한 檢討와 品質管理 및 工程管理을 實施하여 改造後 無事故運轉 및 性能保證을 期함은 勿論 導入時期前에 改造를 完了하여 LNG 消費에 對備하여야 할 것이다.

아울러 LNG 燃燒特性 및 設備運用に 對한 技術教育訓練을 通하여 優秀한 技術人 및 運轉員을 確保토록 하여야 할 것이다.

또한 裝置產業, LNG 船造船工業, 冷熱利用產業 및 設計用役等 有關附帶 產業分野에 있어서도 本 LNG 事業이 그 Project의 特性에 依據, 技術集約的 및 有機的인 關聯性을 가지고 綜合的으로 推進되어야 하는 點을 勘案, 國家的인 事業에 參與할 수 있도록 先進技術의 習得 및 蓄積은 勿論, 優秀한 技術人力을 養成, 確保하여야 할 것이다.

여기에는 事業主들의 認識과 履行이 要求되며 이렇게 함으로써 本事業을 成功的으로 推進하게 되는 基盤이 되며 追後 LNG 開發導入時 뿐만 아니라 現在 各國에서 推進하고 있는 世界 LNG 市場에 進出할 수 있는 促進劑가 될 것이다.