



## 內容摘要

日本神戶製鋼高砂廠(Takasago)為永安廠 LNG 氣化器(ORV)主要供應商，日本大阪瓦斯公司與東京瓦斯公司在地上式與地下式 LNG 儲槽及冷能利用之發展皆屬頂尖公司，世界上第一座地下式 LNG 儲槽以及最大容量 LNG 儲槽（20 萬立方公尺，全地下式 LNG 儲槽）皆由東京瓦斯公司所締造，全球發電效率最高之冷能發電工廠為東京瓦斯公司 NEGISHI 接收站之 MF Rankine 型。

韓國瓦斯公司已研發出 20 萬立方公尺地上式 LNG 儲槽，全公司共 60 座地上式與地下式 LNG 儲槽（含在建 20 座地上式 LNG 儲槽）。韓國瓦斯公司 LNG 氣化器基於維修及成本考量，僅裝設 ORV 及 SCV 型。

日本大阪瓦斯公司與東京瓦斯公司對冷能廣加利用，除大家耳熟能詳之冷能發電外，尚有冷凍倉儲，更全力發展天然氣重組並運用於燃料電池，不但發揮天然氣最大效用且對於環境保護亦極盡心力。

# 目錄

頁次

壹、參訪目的 .....	3
貳、參訪過程 .....	3
1. 行程 .....	3
2. 訪問大版瓦斯公司.....	5
3. 訪問神戶製鋼高砂廠.....	6
4. 訪問東京瓦斯公司.....	9
5. 訪問韓國瓦斯公司.....	11
參、研習心得與建議.....	11
肆、附錄 .....	14

## 壹、參訪目的

日本神戶製鋼高砂廠 (Takasago) 為永安廠 LNG 氣化器 (ORV) 主要供應商，而世界上大部分之 IFV 型 (管殼式) LNG 氣化器亦由其供應，基於成本與維修考量，使用此類型氣化器之公司並不多。

日本大阪瓦斯公司與東京瓦斯公司在地上式與地下式 LNG 儲槽及冷能利用之發展皆屬頂尖公司；因日本氣候及其生活習性較適 LNG 冷能利用發展，造就其在此方面有較亮眼之成績。世界上第一座地下式 LNG 儲槽以及最大容量 LNG 儲槽 (20 萬立方公尺，全地下式 LNG 儲槽) 皆由東京瓦斯公司所締造。

韓國瓦斯公司已研發出 20 萬立方公尺地上式 LNG 儲槽，全公司共 60 座地上式與地下式 LNG 儲槽 (含在建 20 座地上式 LNG 儲槽)。韓國瓦斯公司 LNG 氣化器基於維修及成本考量，僅裝設 ORV 及 SCV 型，並未安裝 IFV 型 (管殼式) LNG 氣化器。

本廠正進行「永安廠第五期擴建計劃可行性評估與環境影響評估」作業，內容涵蓋 LNG 儲槽擴建、冷能利用及相關氣化製程 ORV、二級泵及海水泵等設備，須廣泛收集目前業界 LNG 儲槽及冷能利用發展趨勢，以做為將來擴建參考依據，此即職本次奉派出國之主要目的。

## 貳、參訪過程

### 1. 行程

日期	行程	過程概述
97.6.18	大阪瓦斯公司	上午：啓程。 下午：下午訪問 HIMEJI 廠及座談不同裝載量之地上式 LNG 儲槽優缺點及其操作、維修技術事。；
97.6.19	神戶製鋼高砂廠	訪問 Kobe Steel Takasago Equipment Plant 討論各類型 LNG 氣化器與 ORV 設

		計技術及鰭管 Coating 維修保養技術相關事宜。
97.6.20	大阪瓦斯公司	訪問泉北廠及座談不同裝載量之地上式 LNG 儲槽之優缺點及其操作、維修技術相關事宜。
97.6.21	大阪瓦斯工程公司	與大阪瓦斯工程公司人員討論儲槽營運週轉天數並分析不同裝載量之地上式 LNG 儲槽優缺點及其設計、技術、經費相關事宜。
97.6.22	大阪、東京	由大阪搭乘新幹線至東京及參訪資料整理與準備。
97.6.23	東京瓦斯工程總公司	拜會東京瓦斯工程總公司，討論儲槽營運週轉天數並分析不同裝載量之地下式 LNG 儲槽優缺點及其設計、技術、經費相關事宜。
97.6.24	東京瓦斯公司	上午：訪問根岸 (NEGISHI) LNG 接收站及座談不同裝載量之地下式 LNG 儲槽之優缺點及其操作、維修技術相關事宜。 下午：訪問扇島 (OHGISHIMA) LNG 接收站及座談不同裝載量之地下式 LNG 儲槽之優缺點及其操作、維修技術相關事宜並參觀 -60℃ 之冷能利用冷凍倉儲運作情形。
97.6.25	東京、首爾	自東京搭車至成田機場搭機前往韓國。
97.6.26	韓國瓦斯公司	上午：參訪韓國瓦斯公司仁川 LNG 接收站。

		下午：訪問韓國瓦斯公司總公司討論儲槽營運週轉天數並分析不同裝載量之地下式與地上式 LNG 儲槽優缺點及其設計、技術、經費相關事宜，並了解其對 4 個 LNG 儲槽洩漏處理情形與經驗
97.6.27	首爾、台灣	返程。

## 2. 訪問大阪瓦斯公司

大阪瓦斯公司共有姬路（HIMEJI）及泉北（Senboku）一期及二期 3 個 LNG 接收站，姬路及泉北廠皆設有瓦斯科學博物館，利用影片、動畫表演、來賓機智回答及模型剖面等展示與說明「瓦斯科技」、「環境保護」和「節約能源」，每年至少有數萬人次參觀，是最佳的敦親睦鄰活動，也是教育下一代最好教材。

大阪瓦斯公司認為地上式 LNG 儲槽較地下式 LNG 儲槽安全，因此該公司僅發展地上式 LNG 儲槽，無任何地下式 LNG 儲槽，目前最大儲槽容量為 18 萬立方公尺。

泉北廠設有兩座冷能利用發電工廠，詳細資料如下：

發電量	LNG 用量	海水用量	發電方式
1450 KW	60 T/HR	3000 T/HR	冷能發電(Rankine)
6000 KW	150 T/HR	6000 T/HR	冷、壓能合併發電 ( Rankine + NG Direct)

姬路廠設有一座冷能利用發電工廠，詳細資料如下：

發電量	LNG 用量	海水用量	發電方式
2880 KW	120 T/HR	5000 T/HR	冷能發電(Rankine)

大阪瓦斯公司 LNG 接收站儲槽營運週轉率一覽表

接收站	2007 年卸收量 (萬噸/年)	儲槽數量 (座)	容量 (萬公秉)	週轉率
泉北接收站 I&II	511	22	180	6.21
姬路接收站	219	8	74	6.47

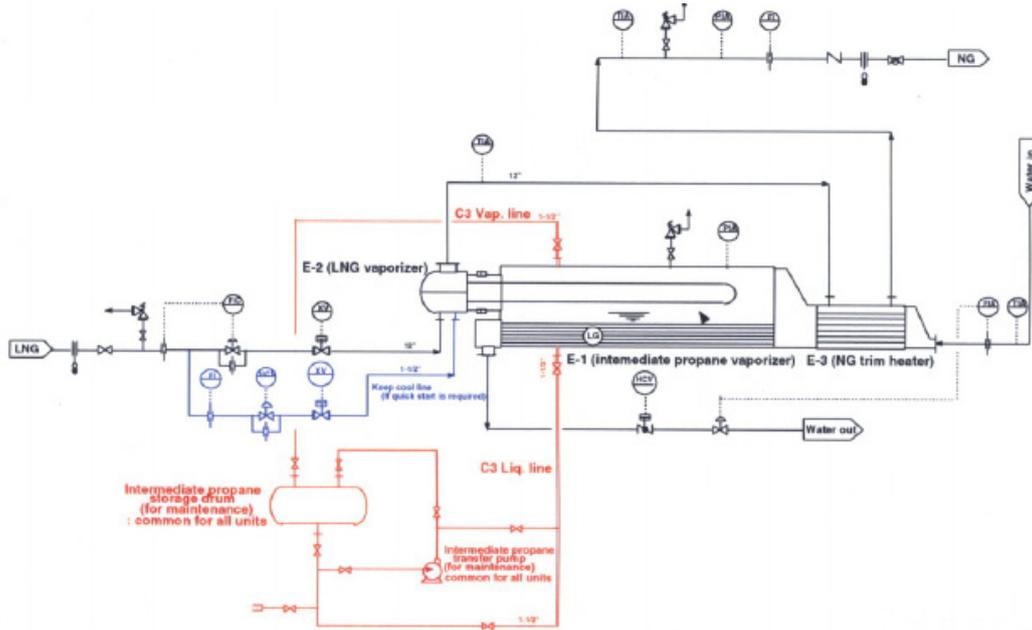
大阪瓦斯公司氣化器型式數量統計

	Terminal	ORV type		SCV type		TRI-EX(IFV) type	
		氣化量	數量	氣化量	數量	氣化量	數量
Osaka Gas	Himeji	150 ton/h	1		0	60 ton/h	3
						120 ton/h	1
						150 ton/h	1
	Semboku I	40 ton/h	3		0	40 ton/h	1
						120 ton/h	1
	Semboku II	65 ton/h	7		0	60 ton/h	2
						120	16

### 3. 訪問神戶製鋼高砂廠 (Takasago) :

神戶製鋼高砂廠 (Takasago) 主要 LNG 產品有開架式氣化器 (ORV)、沉燃式氣化器、管殼式氣化器 (IFV；其中賣至大版瓦斯公司並經改良後稱為 TRI-EX) 及液化冷箱 (Cold Box) 等。其中 IFV 一般使用於海水水中含有硬質粒狀泥沙時使用，為避免海水水中硬質粒狀泥沙沖刷 ORV 鰓管表面塗層而採用，例如，上海接收站；亦有用於合併冷能發電考量之場合，例如，大版瓦斯公司；惟基於成本與維修考量，使用此類型氣化器之公司並不多，東京瓦斯公司及韓國瓦斯公司皆未使用。

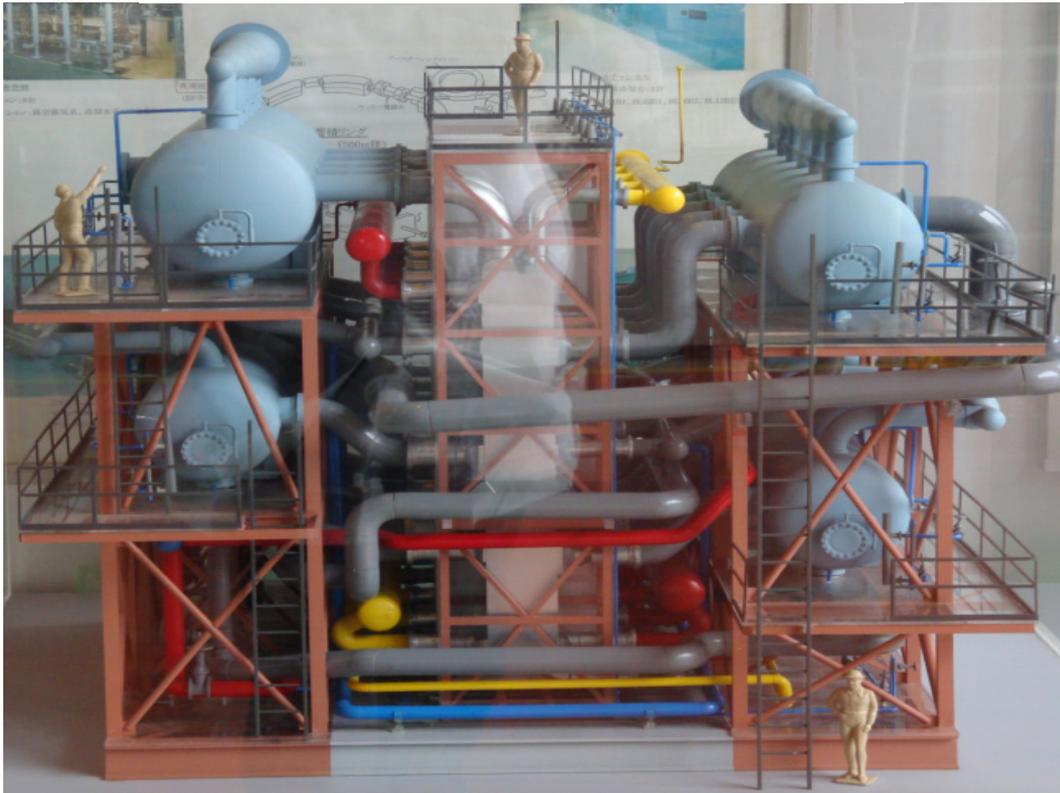
## IFV 操作控制流程



## IFV 安裝圖



LNG 液化冷箱 (Cold Box)



開架式氣化器 (ORV) 組裝



#### 4. 訪問東京瓦斯公司

本次除拜訪東京瓦斯工程公司總公司聽取其 20 萬立方公尺地下式 LNG 儲槽建廠時程與相關研發技術外，亦了解日本國內對於地下式 LNG 儲槽之管理規定與定期檢查情形，並接洽富永安廠考察研究一期儲槽延緩開槽檢查之可行性。

本行程亦參訪東京瓦斯公司司扇島及根岸接收站，了解其儲槽、氣化器運作與冷能利用實際案例，其中更親臨體驗零下 60°C 之冷凍倉儲環境，此地共冰存 300 萬公噸之黑鮭魚，係大東京地區居民生魚片主要供應來源。

東京瓦斯公司 LNG 接收站儲槽營運週轉率一覽表

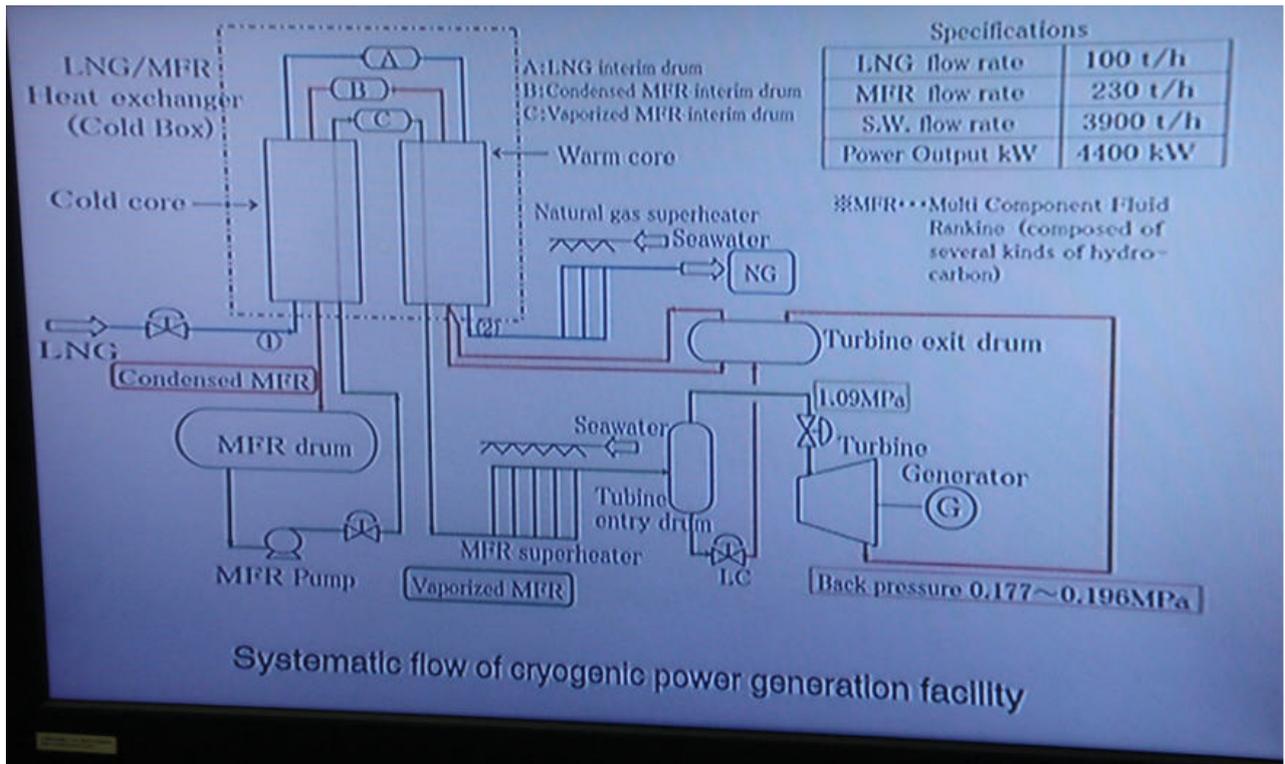
接收站	2007 年卸收量 (萬噸/年)	儲槽數量 (座)	容量 (萬公秉)	週轉率
東京瓦斯根岸接收站	199	13	115.5	3.77
東京瓦斯扇島接收站	240	3	60	8.75

東京瓦斯公司氣化器型式數量統計

	Terminal	ORV type		SCV type		TRI-EX(IFV) type	
		氣化量	數量	氣化量	數量	氣化量	數量
	Negishi		10		6		0
	Ohgishima		4		0		0
Tokyo Gas	Sodegaura	88 ton/h	10	70 ton/hr	4		0
		98 ton/h	17	120 ton/hr	4		0

全球發電效率最高之冷能發電工廠為東京瓦斯公司 NEGISHI 接收站之 MF Rankine 型，相關資料如下述：

全球發電效率最高之冷能發電工廠為 NEGISHI 接收站 MF Rankine



NEGISHI 接收站 MF Rankine 冷能發電工廠 1 : 30 縮圖



## 5. 訪問韓國瓦斯公司

韓國瓦斯公司已研發出 20 萬立方公尺地上式 LNG 儲槽，全公司共 60 座地上式與地下式 LNG 儲槽（含在建 20 座地上式 LNG 儲槽），本次前往韓國瓦斯公參訪仁川液化天然氣接收站，該接收站發生洩漏之 4 座 LNG 地下式儲槽將於年底全部整修完成，規劃修護技術完全由韓國瓦斯公司自己執行。

韓國瓦斯公司對於 LNG 氣化器基於維修及成本考量，僅裝設 ORV 及 SCV 型，並未安裝 IFV 型（管殼式）LNG 氣化器。

韓國瓦斯公司 LNG 接收站儲槽營運週轉率一覽表

接收站	2007 年卸收量 (萬噸/年)	儲槽數量 (座)	容量 (萬公乘)	週轉率
仁川、平澤、統營接收站	2,500	40	516	10.6

韓國瓦斯公司氣化器型式數量統計

Company	Terminal	ORV type		SCV type		TRI-EX(IFV) type	
		氣化量	數量	氣化量	數量	氣化量	數量
KOREA GAS	Inchon	180 ton/h	8	90 ton/h ~ 120 ton/h	24		0
	Tongyoung	180 ton/h	8	90 ton/h	3		0
	Pyeongtaek	180 ton/h	12	90 ton/h ~ 120 ton/h	15		0

## 參、 研習心得與建議

本公司對天然氣之經營幾僅止於將超低溫液化天然氣加工成常溫氣態天然氣，冷能利用率低，開發潛力頗大。由於台灣天氣四季炎熱，難得見雪，因此冷能利用可朝此方面發展，諸如製冰廠、人造雪景等皆是有效利用冷能之不錯商業化模式（大

鵬接收站已完成大冰雪世界規劃,據聞即將動工執行)。公司若能組成研發人員或派遣相關技術人員前往專業製冰廠或人造雪知名公司取經,以厚植本公司冷能利用技術與能力,假以時日,必可創造更大經濟效益。

目前國內 LNG 來源兼具高熱值與低熱值,正面臨天然氣高、低熱值之整合問題,熱值調整不外乎升高熱值、降低熱值和直接混合等方法,日本採用於天然氣中添加 LPG 以調高天然氣熱值,由於日本需要進口大量高價的 LPG,因而熱值調整的成本較高;高、低熱值直接混合係將不同熱值和來源的天然氣按照比例進行混合,使其達到所需的熱值,這種方法需要龐大的天然氣儲存設施且貨源運輸安排不易,投資金額較大;而降低熱值法包括在天然氣中摻混無熱或低熱值的氮氣、空氣或人工煤氣等,由於天然氣高壓管網輸氣壓力高,能耗較高且操作較複雜,另一種降低熱值的方法就是將進口的 LNG 中熱值相對較高的乙烷、丙烷等 C<sub>2</sub>+輕烴分離出來,達到降低熱值的目的。

由於利用 LNG 的冷能可以簡單的分離出其中的 C<sub>2</sub>+輕烴,並且 C<sub>2</sub>+輕烴的銷售價格遠高於天然氣作為燃料的價格,除可增加盈利外亦是一種非常經濟、有效的熱值調整方法。目前已有許多國家利用 LNG 冷能來從事液化天然氣輕烴分離以獲取更高之經濟價值,此部分製程亦有多項專利,如美國之輕烴分離流程專利 US6941771B2 及中國大陸之輕烴分離流程專利 ZL200510035124.4 等。

利用 LNG 冷的可用能,來從事液化天然氣輕烴分離製程並不難,甚至僅需於製程上稍加優化即可避開專利問題,由於此製程除可創造豐厚之附加經濟價值外,亦是一種非常經濟、有效的熱值調整方法,此製程或許亦是解決國內熱值一元化之最佳方案。

本次前往日本大阪瓦斯公司、東京瓦斯公司及韓國瓦斯公司體會到其對 LNG 儲槽數量相當重視,數目都很多,會中也曾問其緣由,其言出了庫存週轉與安全考量外,尚有經濟考量因素,

儲槽容量大可儲存便宜之 LNG，此亦是生財之道，反觀永安廠儲槽只有 6 個，很難有此機會生財；此行亦參訪及收集各公司對氣化器之採購數量與型式，整理如下表：

日、韓、台氣化器型式數量統計表

Company	Terminal	ORV type		SCV type		TRI-EX(IFV) type	
		氣化量	數量	氣化量	數量	氣化量	數量
Tokyo Gas	Negishi		10		6		0
	Ohgishima		4		0		0
Tokyo Gas	Sodegaura	88 ton/h	10	70 ton/hr	4		0
		98 ton/h	17	120 ton/hr	4		0
Osaka Gas	Himeji	150 ton/h	1		0	60 ton/h	3
						120 ton/h	1
						150 ton/h	1
	Semboku I	40 ton/h	3		0	40 ton/h	1
						120 ton/h	1
	Semboku II	65 ton/h	7		0	60 ton/h	2
150 ton/h						6	
KOREA GAS	Inchon	180 ton/h	8	90 ton/h ~ 120 ton/h	24		0
	Tongyoung	180 ton/h	8	90 ton/h	3		0
	Pyeongtaek	180 ton/h	12	90 ton/h ~ 120 ton/h	15		0
中油公司	永安廠	150	2		0		0
		120	16				
	台中廠	150	6+2		0		0

日、韓、台 LNG 接收站儲槽營運週轉率一覽

國別	接收站	2007 年卸收量 (萬噸/年)	儲槽數量 (座)	容量 (萬公秉)	週轉率
日本	大阪瓦斯泉北接收站 I&II	511	22	180	6.21
	大阪瓦斯姬路接	219	8	74	6.47

	收站				
	東京瓦斯根岸接收站	199	13	115.5	3.77
	東京瓦斯扇島接收站	240	3	60	8.75
韓國	韓國瓦斯仁川、平澤、統營接收站	2,500	40	516	10.6
台灣	永安廠	829	6	69	26.27

肆、 附錄

COBE STELL 之 ORV 簡介-2008 資料。