

# LNG受入基地 設備技術및 建設費



宋英圭

(프리차드·코리아 理事)

## 1. 序 論

73年 第1次 石油危機以來 정부는 에너지源 多邊化에 의해 關係事業을 안정적으로 발전시킬 必要性을 切感하고, 그 해결방법의 일환으로 LNG(液化天然가스)의 도입사용에 대해 꾸준히 연구검토 하여 왔다.

△LNG事業에 대한 予備調査報告(78. 10. 動力資源部)

△液化가스 導入便用타당성檢討 보고서(79. 11. 大宇엔지니어링)

△LNG受入基地 建設계획(80. 11. 코리아·엔지니어링)

上記와 같이 事業開發에 필요한 모든 예비조사단계 즉, △予備調査(Reconnaissance Survey) △妥當性검토(Feasibility Study) △事業計劃수립(Project Plan Establishment)의 과정을 통하여 이 事業에 대한 意志를 確立하고, 81年7월에 이르러 프리차드·코리아사와 LNG受入基地 基本설계用役契約를 체결함으로써 본격적인 實施단계에 돌입한 것이다.

현재 政府가 계획시행하고 있는 LNG導入事業은 忠南 아산만의 平택火力發電所 인접지역에 LNG受入基地를 建設하여 인도네시아産 LNG를 84年 6月末까지 제 1단계로 年間 1百60萬톤을 도입사용하고, 追后 시설확장을 통해 88년까지 年間 3百20

萬톤의 LNG를 도입사용하는 것으로 되어있다. 도입되는 LNG는 事業初期에는 대부분 發電用연료로 사용될 것이나 점차적으로 附加價値가 높은 都市가스의 需要확대를 도모함으로써, 바야흐로 우리나라의 都市生活구조도 先進國型으로 변모되는 시대를 맞게 될 것이다.

다음의 <表1>과 <表2>는 세계적으로 가동되고 있거나 계획중인 基底負荷用 LNG受入基地 현황을 보여주고 있으며, 여기서 알 수 있는 바와 같이 韓國은 세계적으로 12번째로, 아시아 지역에서는 2번째로 LNG도입 사용국이 되는 것이다.

LNG는 대부분 先進工業國에서만 사용되고 있다는 사실에서 알 수 있듯이 LNG 도입사용은 막대한 資本投資를 前提로 하며, 또한 安全運營上 고도의 技術力을 필요로 한다. 여기서 筆者는 일반적으로 LNG受入基地 建設과 관련하여 발달해온 기술내용을 소개하고, 美國의 어느 受入基地 建設費內訳을 소개함으로써 관계자의 참고자료로 삼고자 한다.

## 2. 受入基地 設備技術

全体 受入基地 設備는 여러개의 別途시스템의 複合體로 구성되어 있지만, 그 技術性은 液化工場에 비하면 비교적 단순하다고 할 수 있다. 受入基地를 구성하는 설비는 크게 ①荷役설비 ②貯藏설비 ③蒸氣取扱설비 ④氣化설비 ⑤發電설비등으로 나뉘

〈表 1〉 가동중인 LNG 受入基地 (79年)

위 치	저장용량 (Mbrl)	저 장 타 입	준공년도
英國 - Canvey Island	1,592	In-ground and above-ground aluminium	1958~67
프랑스 - Le Havre	230	Above-ground, 9% nickel steel	1963
프랑스 - Fos-sur-Mer	450	Above-ground, aluminium	1971~78
이탈리아 - La Spezia	630	Above-ground, 9% nickel steel	1969
스페인 - Barcelona	1,500	Above-ground, prestressed concrete and 9% nickel steel	1969~77
日本 - Chita	1,890	Above-ground, aluminium	1977
日本 - Himeji	1,760	Above-ground, 9% nickel steel and aluminium	1979
日本 - Negishi	3,090	Above-ground, 9% nickel steel and in-ground prestressed concrete	1969~78
日本 - Sodegaura	3,500	In-ground prestressed concrete, and above-ground aluminium	1973~74
	3,800		
日本 - Semboku	5,600	Above-ground, 9% nickel steel and aluminium and in-ground prestressed concrete	1972~73
日本 - Tobata	2,280	Above-ground, 9% nickel steel and aluminium	1977
美国 - Everett, Mass.	974	Above-ground, 9% nickel steel	1971
美国 - Staten Island, N. Y.	1,800	Above-ground, prestressed concrete	1973~75
美国 - Cove Pt., Md.	1,500	Above-ground, aluminium	1977
美国 - Elba Island, Ga.	1,200	Above-ground, aluminium	1977
美国 - Providence, R. I.	1,800	Above-ground, 9% nickel steel	1973~75

〈表 2〉 計畵中 또는 施工中인 LNG 受入基地 (79年)

위 치	저장용량 (Mbrl)	저 장 타 입 (all above-ground)	준공예정
브라질, San Sebastian	n/a	n/a	1980
프랑스, Montoir	1,500	concrete	1980
스페인, Barcelona	500	double-wall, prestressed	1979 u.c.
이탈리아, Monfalcone	n/a	n/a	1980
서독, Wilhelmshaven	1,640	9% nickel steel	1985
네덜란드, Eemshaven	n/a	n/a	1984
벨기에, Zeebrugge	1,570	n/a	1982
日本, Kawagoe	1,880	n/a	1979 u.c.
캐나다, St. John	2,400	n/a	1981
美国, Port O'Connor, Texas	1,890	n/a	1982
美国, Ingleside, Texas	1,650	9% nickel steel	1983
美国, Lake Charles, La.	1,800	9% nickel steel	1980
美国, Point Conception, Ca.	1,600	9% nickel steel	42 months after approval

수 있다.

가) 荷役設備 (Unloading)

최근에 發往建造되고 있는 보통의 LNG 탱커에서 LNG를 荷役하려면 최고 187.5m<sup>3</sup> / 分の 속도로 하역할 수 있는 설비를 갖춰야 한다. 이때의 荷役配管 길이는 공장의 배치상황 및 埠頭設備條件등에 따라 各基地마다 차이가 있다.

地域조건 여하에 따라 LNG 탱커가 接岸할 수 있도록 浚渫하는 것 보다는 오히려 Jetty를 길게 뽑는 것이 經濟的인 경우도 있고, 또 어떤 경우는 港口地域의 保安上 바다 밑으로 긴터널을 뚫어서 荷役配管을 설치하지 않으면 안되는 경우도 있다. 이번에 韓國 最初의 LNG 受入基地가 건설될 아산灣은 潮力干滿의 差가 심하고 水深이 낮아서 125,000 m<sup>3</sup>의 LNG 탱커가 자유롭게 往來할 수 있도록 만

들려면 상당히 많은 量의 浚渫이 필요할 것이며 동시에 Jetty의 길이도 상당히 길어질 것으로 예상된다.

최근 건설되는 대부분의 受入基地는 보통 荷役配管을 二重(2개)으로 설치하여 한쪽이 고장날때 다른 線(管)으로 碇泊中인 배에서 不斷히 荷役할 수 있도록 설계되고 있다. 또 대부분의 수입기지에서는 하역하지 않는 期間에도 Unloading Arm이 계속 低溫을 유지하기 위해 LNG를 순환시켜야 하기 때문에 二重配管(2-line)설비는 有利한 與件을 갖는다.

한편 이 荷役配管의 크기는 LNG輸送船의 配送能力, 하역배관의 總延長길이, 貯藏탱크의 상대적 높이등의 函數로 정해진다. 만일 LNG를 貯藏탱크의 上部로 받도록 하려면 최소한 37m 靜圧頭의 追加 압력손실을 극복할 수 있도록 설계해야 한다.

하역배관의 두께를 결정할 때는 流体速度가 변할 때 발생하는 압력변화에 견딜 수 있도록 고려하는 것이 필요하다. 왜냐하면 밸브의 開閉時나 펌프 故障時는 流速에 변화가 오고 이때 配管壁이나 支持台에 追加的인 스트레스가 加해지기 때문이다. 두께는 가능한 한 얇은 것(薄)이 경제적이기 때문에 하역설비는 流速의 변화가 最小化되도록 설계하여 流体의 hammering효과를 감소시키기 위해 밸브의 開閉運轉은 아주 천천히 한다든가 back-up 펌프를 설치하는등의 고려가 필요하다.

한편 LNG Unloading Arm은 輸送船의 配管과 도크의 配管 사이를 연결해주는 役割을 담당하므로 輸送船의 流動을 충분히 흡수할 수 있도록 Flexible 해야 한다. LNG Unloading Arm은 低溫材質을 사용한다는것 이외에는 보통것과 큰 차이는 없고, 얼음이 얼어서 固定되지 않도록 Swivel joint를 사용하고 스테인리스·스틸로 제작한다.

#### 나) 貯藏設備(Storage)

저장설비의 設計에서는 가장 중요한것이 全体貯藏容量을 결정하는 것이다. 저장용량은 사용하는 LNG탱커의 船積容量의 2~3 배를 설계 기준으로 삼는다. 만일 125,000m<sup>3</sup>의 탱커를 사용하는 受入基地는 최소한 300,000m<sup>3</sup>의 저장탱크 容量이 필요하다. 이 밖에 저장용량 算定에 영향을 주는 因子는 船積日程, 기후조건, 基地의 氣化配送速度 등이 있으며, 이러한 여러조건을 감안하여 약 10日分 정

도의 余裕를 주는 경우가 많다.

受入基地의 설계자가 직면하는 또하나의 主要問題는 저장탱크의 配置문제이다. 일반적으로 運轉의 側面에서는 어떤 탱크가 故障時에 다른 탱크를 代替使用할 수 있기 때문에, 적은 數의 大型탱크를 갖는것 보다 中間크기의 탱크를 여러개 갖는 것이 유리하다. 더우기 55,000m<sup>3</sup>~80,000m<sup>3</sup>의 中型탱크는 100,000m<sup>3</sup> 이상의 大型탱크 建設에서 항상 부딪히는 基礎 문제를 어느정도 피할 수 있다는 점에서도 많이 選擇對象이 되고 있다.

그러나 費用의 觀點에서는 일정한 全体容量에서 작은 탱크를 여러개 建設하는것 보다 大型탱크를 몇개 建造하는 것이 훨씬 경제적이다. 이번엔 아산灣 受入基地에 건설될 저장탱크는 100,000m<sup>3</sup> 容量의 탱크인 것으로 알려졌다.

LNG液化工場이나 受入基地등에서 채택되는 貯藏탱크는 기본적으로 다음과 같은 3가지 類型으로 분류된다.

#### ① 地上二重殼탱크 :

가장 보편적인 類型으로 内部탱크는 5083 알루미늄이나 9%니켈鋼으로 건조되는데, 기본적으로 그 材質選擇은 선택시점에서의 資材費가 어느쪽이 저렴한가에 달려있다. 外殼壁은 보통 炭素鋼으로 건조되며 外殼과 內殼 사이는 퍼라이트 斷熱材로 充填된다.

内部탱크는 加熱設備에 의하여 冷凍點 이상으로 유지되는 콘크리트基礎 위의 負荷支持斷熱材에 얹어 놓는다. 또 内部탱크는 매달려 있는 天障에 의해 저장탱크에서 boil-off되는 蒸氣로 퍼지는 斷熱空間을 유지한다. 아산灣의 LNG基地에서도 이 類型의 탱크가 채택될 것으로 생각된다.

#### ② PSC型(Pre-Stressed Concrete) :

PSC를 사용하는 방법은 2가지 類型이 있다. 하나는 内部탱크가 PSC로 되어 있다는 점 이외에는 앞의 二重殼탱크와 같은 것으로 역시 炭素鋼으로 된 外殼과 PSC내부탱크 사이를 퍼라이트 斷熱材로 充填한다.

다른 變型은 내부탱크뿐 아니라 外部壁도 PSC로 건조하는 것이다. 이때는 퍼라이트斷熱材는 内部벽의 外殼面에 설치되고 약 3m 두께의 특수 콘크리트 가룻대가 斷熱材와 外部壁 사이를 받치게 된다. 이 設計는 Distrigas프로젝트에서 Staten

島에 설치한 2개의 140,000m<sup>3</sup>짜리 탱크에서 사용되었으며, 이 설비는 200노트 速度로 飛行하는 보잉747機와 충돌해도 安全할 정도로 堅固하다고 한다.

③ In-ground frogen-hole :

LNG産業 초기단계에 유럽에서 사용했으나 熱損失이 過多해서 현대의 프로젝트에서는 고려대상이 되지 못하고 있다.

다) 蒸氣取扱設備

Boil-off에 의해 발생하는 蒸氣는 두 종류로서 하나는 base-load시에 탱크에서 정상적으로 발생하는 것으로 탱크類型에 따라 차이가 있으나, 地上 탱크의 경우 하루에 0.07%, 地下탱크의 경우는 하루 0.2%정도가 boil-off된다. 또 하나는 荷役할 때 새로운 LNG가 탱크속에서 혼합되면서 발생하는 것으로 그 量은 base load때 보다 약 4배 정도가 된다. 따라서 이런 boil-off에 의해 발생하는 低圧蒸氣를 처리하는 設備가 필요하다.

이 boil-off蒸氣를 처리하는데는 기본적으로 다음 3가지 方法이 사용되고 있다. 가장 많이 채택되고 있는 방법은 이 蒸氣를 取合壓縮하는 설비를 갖춰서 중간압력의 燃料系統에 증기를 공급해 주는 것이다. 이 설비는 LNG氣化機, 가스·터빈發電機나 가스·엔진驅動的 往復구동식壓縮機에 boil-off 가스를 공급한다.

Boil-off증기의 또다른 처리방법은 Stack 에서 태워버리거나 地上燃燒器에서 연소시키는 것이다. 그러나 LNG는 高價燃料이기 때문에 이 방법은 最後の 해결책이어야 한다. 다음의 세번째 처리방법은 低圧가스·홀더를 준비해서 荷役때 과다하게 발생하는 boil-off를 일시적으로 저장하는 방식인데 Canvey島 LNG基地에서 사용하고 있다.

라) 氣化設備

LNG탱크로부터 파이프라인·가스壓力로 펌핑된 후 氣化되어 약 5℃까지 加熱된다. 이 氣化에 필요한 熱源은 여러가지 方式으로 조달할 수 있는데, 그 基地마다의 설계조건에 따라 달라지며 그 主要型은 연소에 의하는 것과 주위의 自然적 要素를 이용하는 방식이다.

① Direct Firing :

이 설비에서는 天然가스는 버너로 연소되고, 燃燒가스는 LNG가 순회하는 코일에 直接對流 熱伝達한다. 여기서 사용하는 버너는 코일에서 LNG가 누설될 때도 폭발이 일어나지 않도록 燃燒가스가 충분히 不活性이 되도록(완전연소되도록) 설계한다.

② Indirect Firing :

이 설비는 燃燒加熱器가 中間媒体(通常은 물을 사용)를 加熱토록 하고, 이 중간매체가 LNG와 熱交換한다. 이 연소간접이용법의 利點은 연소부분을 LNG로부터 충분히 거리를 두어 폭발가능성을 排除한 것이다. 그러나 決定的 弱點은 直接火災利用 方法에 비해 현저히 效率이 낮다는 것이다.

上記한 두가지 방법은 연료비가 크게 문제되지 않는 즉 1년에 단 며칠만 運轉하는 Peak Shaving基地에서 주로 채택한다. 그러나 base load 基地에서는 파이프라인·가스를 연속적으로 供給해야 하며, 이 경우 燃燒用가스의 소모는 중요한 문제점이 되기 때문에 이 방법은 予備的으로만 사용되고 있다.

③ Ambient Vaporizers :

앞서의 燃燒法은 연료비가 높기 때문에 큰 基地 負荷用 受入基地에서는 自然조건을 熱伝達에 이용하는 方式이 큰 利點을 지니게 된다. 이 경우 利用되는 自然조건의 熱源은 下川水 또는 海水이거나 空氣이다. 이런 설비는 初期投資가 크지만, 가동기간동안의 연료비節減을 고려할 때 競爭力을 갖게되며, 또 대부분의 수입기지가 海邊에 위치하고 있기 때문에 많은 量의 海水를 容易하게 이용할 수 있다.

④ Ambient Water :

물을 이용하는 氣化器는 일반적으로 Open rack 型 기화기이다. extended fin tube로 만들어진 여러 垂直板의 下部 manifold로 LNG는 注入되며, 튜브内에서 上流하는 LNG는 管壁外壁으로 film 상으로 흘러내리는 물에 의해 加溫된다. 이 氣化器의 LNG와 접촉하는 부분은 알루미늄으로 제작하며 管壁外壁은 Zinc cladding으로 되어있다. 위에서 흘러내리는 물줄기는 下部集水槽에 모여져서 水源으로 되돌려진다.

이런 型의 氣化器에서의 설계상 문제는 설비주위의 海水溫度가 낮아짐으로써 야기되는 일종의 環境 公害문제이다. 이런 환경문제를 排除하기 위해 氣化器 전후의 水温變化는 최고 6℃로 制限하게 된

□特輯：LNG時代는 오는가？

다. 이번에 아산基地에서도 이런 海水에 의한 氣化器가 주로 사용될 것으로 생각되나, 아산灣 일대의 海水溫度 年間分布가 최저 2℃까지 내려가는 겨울철에는 補助的인 燃燒型氣化器가 필요할 것으로 보인다. 또 海水를 사용하는 경우는 海洋生物에 의해 本系列이 故障나는것(Clogging)을 방지하기 위해 送入海水에 일종의 殺菌劑를 注入하는 것이 필요하다.

⑤ Ambient Air :

大氣도 熱源으로 사용할 수 있다. 그러나 이 경우 初期投資가 많이 들고 表面에 얼음이 끼며, 너무 큰 設置面積이 필요하고 또 周邊의 大氣 溫度에의 영향등을 고려하여 그 사용에는 反對하는 立場이 많다.

마) 發電設備

受入基地 설계형태에 따라 수입기지 電力需要量은 1BCF/D (28MMCM/D) 容量의 경우 3,000BHP에서 23,000BHP까지 달라진다. 연소형氣化器를 사용하고, booster pump가 없으며 Trunk line에 중간 콤프레서를 쓰지 않는 경우는 電力需要가 적게된다. 反面에 海水氣化器를 사용하며 LNG 荷役때 booster pump를 사용하며 trunk line에 중간 콤프레서가 필요하도록 설계하는 경우는 電力需要가 크게 된다.

아산基地의 경우는 海水氣化器를 사용하는 反面에 LNG荷役 booster pump나 trunk line의 booster compressor는 필요없는 설계가 될 것이므로 電力需要는 중간정도로 필요하게 될 것이다.

이런 必要電力의 공급에는 일반적으로 2가지 방식이 채택되는데, 하나는 가스·터빈을 이용하여 自家發電供給하는 방식이며, 또 하는 受電하는 방식이다. 그 선택은 經濟性, 受電 전력의 신뢰도, 其地의 독립운영에 대한 필요성등에 따라 결정 될 문제이다.

3. 受入基地 建設費

수입기지 건설비는 地形的制約, 港口與件 특히 環境의요구사항등에 따라 전체적으로 2배까지도 늘어나며, 특히 저장설비는 그 지역의 地震가능성에 따라 크게 달라진다.

또한 최근의 國際物價上昇에 따른 영향은 대단한 것으로, 수년전 Western LNG Associates 가 Lake Charles보다도 200MMCF/D나 容量이 큰 900MMCF/D의 配送能力을 갖는 point conception基地를 계획하는데 77年가격 기준으로 5億 8千 9百萬달러를 예정하였던 것이 현재 이 予算은 약 10億달러로 늘어났다.

本稿에서는 이번 韓國의 最初受入基地인 아산基地의 容量과 같은 規模인 미국의 Lake Charles 에 건설될 LNG受入基地에 대한 79年 8月基準 당시의 推定建設費내역을 소개한다. 이 Lake Charles에서도 79年 基準予算은 78年予算보다 單 1年만에 64%나 상승되었다는 사실을 添言한다.

◇Lake Charles受入基地 建設費 見積

(79년 基準)

1. Plant Facilities	\$ 236,917,000
2. Marine Facilities	\$ 15,085,000
3. LNG Storage Facilities	\$ 54,449,000
4. Owner Eng'g, Sup. & overhead	\$ 11,663,000
△ Total est. Direct Costs	\$ 318,114,000
△ Contingencies	\$ 24,720,000
△ Allowance for Funds Used	\$ 49,872,000
△ Total Cost of Facilities	\$ 392,706,000

위의 각부분에 대한 상세한 내역은 다음(表3)에 기술되어 있으며, Charles 受入基地의 主要基地構成내용은 다음과 같다. (Lake Charles 受入基地는 年間 320萬톤의 알제리産 LNG를 125,000m<sup>3</sup> 容量의 LNG탱커에 의하여 6日 간격으로 수입하고 있다.

① 海洋設備 :

LNG탱커가 接岸하는 埠頭는 그 길이가 366m이며 荷役도크에는 5개의 荷役 Chicksan Arm이 설치되어 있다. 이 중 4개는 LNG輸送에 사용되며 나머지 하나는 Vapor return용이다. 이 도크에서 貯藏탱크까지는 610m거리를 32인치 스테인리스·파이프로 연결되어 있다.

② 貯藏設備

이 공장은 冷凍 없이 LNG를 저장할 수 있는 各 各 100,000m<sup>3</sup> 容量의 二重殼탱크 3개가 구비되어

있다. 内部탱크는 9% 니켈鋼으로 건조되어 있으며 또 각 탱크는 事故時 탱크의 全容量을 受容할 수 있는 크기의 earthen dike로 둘러 싸여 있다.

③ 氣化設備 :

LPG의 氣化는 모두 Submerged Combustion type으로 台當 100MMCF/D (2.8MMCM/D) 容量 짜리가 7 대 구비되어 있다. 正常運轉時는 이 중 5개의 氣化器가 稼動하여 약 420MMCF/D (12 MMCM/D)의 가스를 Trunk line에 配送한다.

④ 補助設備

이 基地는 모든 設備運轉用 電力을 自家發電시 키고 있다. 30MW의 電力을 생산하는 容量의 가스·터빈發電機를 설치하였다. 또한 이 基地는 年間 無斷續運轉이 가능하도록 保安設備, 防火·防災 設備등을 갖추고 있으며, 操縱室은 탱커의 荷役에서 부터 基地에서의 가스配送까지의 모든 단계를 電子式으로 모니터함으로써 設計基準에서 偏嗜가 있을 때는 早期에 警報하도록 시스템이 구성되어있다.\*

〈表 3〉 美国의 LNG 受入基地 建設費內訳 (Lake Charles의 경우) (79年 8月 기준)  
I. 工程設備

ITEMS	MATERIAL	INSTALLATION	ENGINEERING PROCUREMENT
1. Land	2,427,000	-	
2. Site Preparation & Railroad Relocation	-	14,320,000	
3. Communication	220,000	400,000	
4. Process Plant			
(a) Exchangers	4,921,000		
(b) Towers	173,530		
(c) Drums & Tanks	404,000		
(d) Pumps & Compressors	14,230,780		
(e) Special Equipment	2,737,000		
(f) Fire & Safety Equipment	1,919,820		
(g) Foundations & Concrete Structures	4,277,910		
(h) Steel Struct, Pits, & Indust, Buildings	1,521,310		
(i) Architectural Buildings	892,000		
(j) Piping	20,179,000		
(k) Electrical	6,012,000		
(l) Instruments	8,197,000		
(m) Insulation & Paint	48,600		
(n) Catalyst & Chemicals	53,500		
(o) Commissioning Spare Parts	477,000		
(p) storage - Direct Material	100,000		
(q) Sales & use Taxes Unallocated	2,980,000		
Subtotal	69,124,450	72,342,000	
5. Subcontracts			
(a) Pilings		2,500,000	
(b) Finish grade - Stabilization & landscaping		2,800,000	
(c) Site Finishing (roads dikes Paving etc)		9,170,000	
(d) Buildings		5,186,000	
(e) Fire water Pump intakes		2,000,000	
(f) Security System		2,316,000	
(g) Insulation & Paint		8,467,385	

□ 特輯 : LNG時代는 오는가 ?

(h) Dycon Insulation		850,000	
(i) Miscellaneous		5,598,015	
Subtotal		38,887,400	
6. Miscellaneous Plant Facilities			
(a) Cathodic Protection System	175,000	200,000	
(b) Operations Spare Parts	3,108,000	-	
(c) Operations furniture, tools and equipment	1,742,000	-	
Subtotal	5,025,000	200,000	
7. Engineering			29,643,810
8. Procurment			4,102,340
9. Quality Assurance/Quality Control Programs & Miscellaneous Studies			225,000
Subtotal	-	-	33,971,150
<b>Total Plant Facilities (\$ 236,917,000)</b>	76,796,450	126,149,400	33,971,150

II. 海洋設備

ITEMS	MATERIAL	INSTALLATION	ENGINEERING PROCUREMENT
1. Cranes	500,000	-	-
2. Dredging	-	3,400,000	-
3. Dock Construction & Design	-	8,550,000	1,635,000
4. Overwater Spill Contaiment (Contingent)	-	700,000	300,000
<b>Total (\$ 15,085,000)</b>	500,000	12,650,000	1,935,000

III. LNG貯藏設備

ITEMS	MATERIAL	INSTALLATION	ENGINEERING PROCUREMENT
1. Piping	1,500,000	8,618,864	1,084,500
2. Tank: (a) Carbon steel Material (b) Alloy steel Material	3,250,282 6,669,888	25,892,092	
3. Piling & Foundations	1,649,039		2,299,335
4. Electrical	-	1,220,000	-
5. Management	-	-	1,510,000
<b>Total (\$ 54,449,000)</b>	13,069,209	38,030,291	3,349,500

IV. OWNER FIELD ENG'G, SUPERVISION AND OVERHEAD

ITEMS	LABOR	EXPENSE	OVERHEAD
1. Company Field Supervision Service	1,785,000	627,000	836,000
2. Company Engineering & Administrative Services	1,475,000	925,000	690,000
3. Company Operational training	1,750,000	1,805,000	820,000
4. Insurance (Builder Risk)	-	950,000	-
<b>Total (\$ 11,663,000)</b>	5,010,000	5,307,000	2,346,000