

台湾 CPC 社向け LNG 受入ターミナル

LNG Receiving Terminal for CPC Corporation, Taiwan

天然ガスは、ほかの化石燃料に比べて燃焼排出ガス中の二酸化炭素量が少なく、発電燃料用および都市ガス用の需要が世界的に増大している。産出地から消費地が遠い場合は、天然ガスを液化天然ガス (LNG : Liquefied Natural Gas) に変換して輸送を行う。LNG は -164°C の極低温の液体であるため、LNG 設備の建設には極低温に耐える材料を使用するなど、特有の技術が必要である。

当社は 1969 年に国内最初の LNG タンクを完成し、主な客先である国内のガス・電力会社とともに LNG 受入ターミナルと LNG タンクの技術を開発・発展させ、建設を行ってきた。一方、海外では、2001 年に LNG Receiving Terminal を Petronet 社 (インド) と契約した。以降、連続して LNG 受入ターミナルおよび LNG タンクを建設している。その高い技術力とプロジェクト遂行能力によって、マーケットから LNG 設備建設の主要な企業として認められている。

本稿では、2009 年に営業運転を開始した CPC 社 (台湾中油社) 向け LNG 受入ターミナルについて、概要と特徴を述べる。

1. プロジェクトの概要

2004 年、当社は台湾のエンジニアリング会社 CTCI 社と、その子会社である土木建設会社 RESI 社および東亜建設工業株式会社と 4 社で共同企業体を組み、CPC 社から Northern LNG Receiving Terminal を設計から試運転までの一括請負契約で受注した。当プロジェクトは 2009 年 7 月に台中液化天然気廠として開所式が行われ、営業運転を開始した。CPC 社は、本 LNG 受入ターミナルをフル稼働させた場合、燃料油を天然ガスに転換したとして計算すると、年間約 200 万 t の二酸化炭素が削減可能であると発表している。

以下にプロジェクトの仕様を示す。

LNG 取扱量	300 万 t/y
送ガス能力	発電所入口圧力 5.5 ~ 6.0 MPa で、 最大 900 t/h
LNG タンク	地上式 PC フルコンテインメントタンク 160 000 m ³ × 3 基

2. LNG 受入ターミナル

2.1 LNG 受入ターミナルの概要

LNG 受入ターミナルは、CPC 社が国営台湾電力の Tatan 発電所に燃料ガスを供給するための設備であり、台湾中部の台中港に立地している。第 1 図にターミナルのフローを、第 2 図にターミナルの全景を示す。

LNG 受入ターミナルは、棧橋上のアンローディングアームを LNG 船に接続して LNG を荷揚げし、LNG タンクに貯蔵する。LNG タンク内の LNG は、BOG (Boil off Gas) 再液化装置を経て LNG 昇圧ポンプに導かれる。一方、LNG タンク内では常に BOG が発生しており、そのガスは BOG 圧縮機で昇圧された後、BOG 再液化装置内で払出し LNG の冷熱によって再液化される。

LNG 昇圧ポンプで昇圧された LNG は、LNG 気化器で海水を熱源としてガス化され、流量を計測された後、送ガス配管を通じて受入ターミナルの外に送出される。

2.2 LNG 受入ターミナル設備の特徴

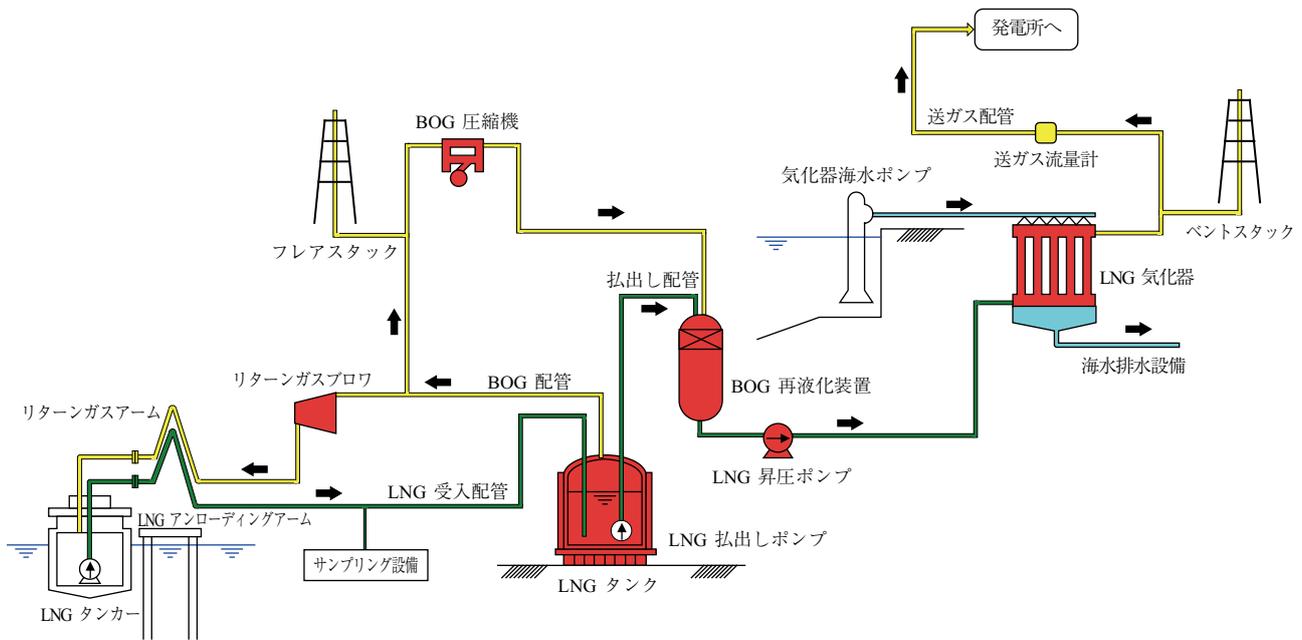
- (1) ガスのユーザである発電所はコンバインドサイクル発電 (ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた複合発電) であるため、高圧のガスを供給する必要があり、高圧用の LNG 昇圧ポンプおよび LNG 気化器 (設計圧力: 12.2 MPa) が設置されている。
- (2) タンクから発生する BOG を LNG の冷熱で再液化し、LNG 昇圧ポンプで昇圧する。これによって、BOG を高圧まで昇圧する動力コストの削減を図っている。
- (3) LNG 昇圧ポンプと BOG 再液化装置は二系統設置され、分離運転によって信頼性を高めている。

3. LNG タンク

3.1 LNG タンクの構造

第 3 図に LNG タンクの概要を示す。LNG タンクは大きく分けて、基礎、内槽、外槽およびそのほかの付属品で構成されている。

- (1) 基礎には、長さ 29 m または 25 m のコンクリート製 PHC (Prestressed High-strength Concrete) 杭が



第1図 LNG受入ターミナルのフロー



第2図 LNG受入ターミナルの全景

タンク1基当たり774本据え付けられている。鉄筋コンクリート製の底版は、周端部1.5m、一般部約1.3mの厚さとなっている。

- (2) 内槽は9%Ni鋼材（ASTM A553材）で作られ、 -164°C 下でも耐える十分な強度とじん性をもっている。内槽の直径（内径）は76m、屋根頂部までの高さが約51mである。

側板の板厚は16.8～33.4mmで、上部になるほど薄くなっている。

また、側板と屋根を接続するナックルプレートの板厚は49.5mmで、タンクのなかで最も厚い材料となっている。

- (3) PC（プレストレストコンクリート、以下PCと

呼ぶ）外槽は、PCの内側に鋼製の側ライナ（板厚5mm）が張り付けられている。

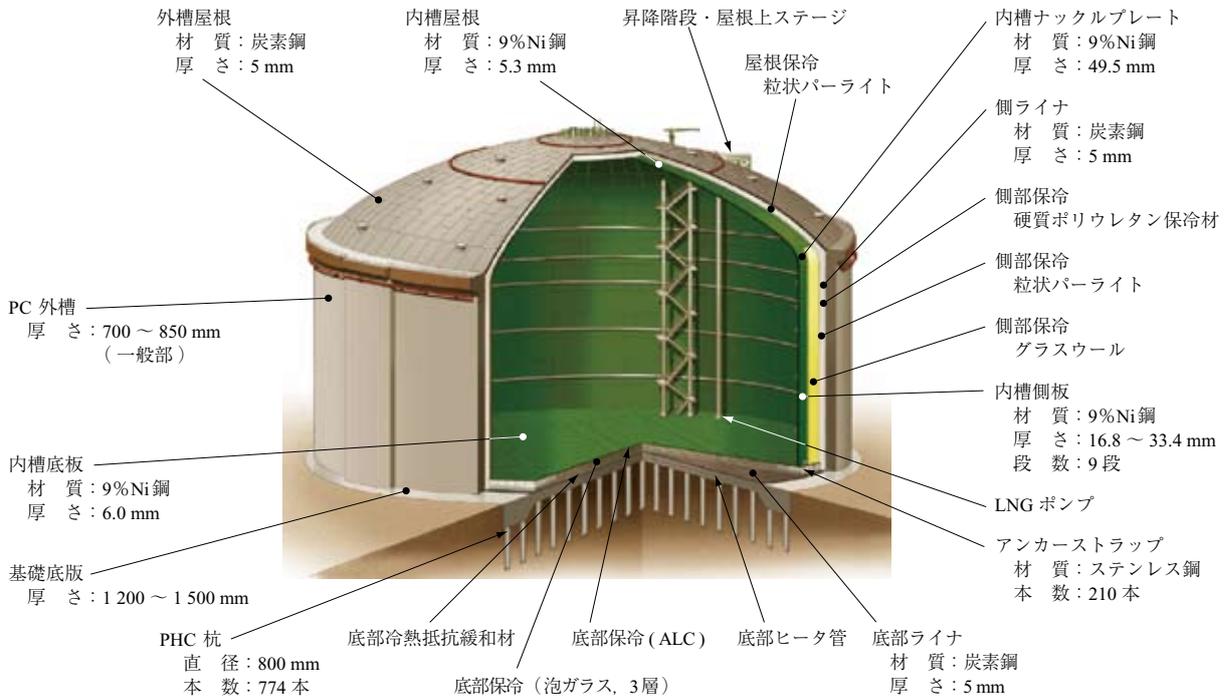
PC外槽の直径（内径）は78.2m、屋根頂部までの高さが約53mである。

プレストレストコンクリートは、荷重が掛かる前にコンクリート部材にPC鋼材（PCに緊張を与える高強度鋼）で圧縮力を加え、荷重を受けたときにコンクリートに発生する引張応力を緩和する構造である。PC外槽と外槽屋根は、万一、内槽が損傷してもLNGがタンク外部に漏えいしないよう設計されている。

- (4) 内槽とコンクリート底版およびPC外槽の間には、外部からの入熱を減少させるために保冷材が充てんされている。主な材料は、底部が泡ガラス、側部が粒状パーライトである。
- (5) 底版内には底部ヒータ管が埋設されている。これは、冷熱が地盤に伝わって凍結・膨張することを防ぐためのものである。

3.2 LNGタンクの建設

LNGタンクの建設は、契約して2か月後の地盤改良からスタートし、試運転開始まで約38か月間の工期であった。土木工事、組立・溶接工事とも大規模な作業の連続であるが、そのなかでも、地上部で作り上げたタンク内の屋根（約1450t）を空気圧で頂部まで押し上げるエアレージング作業は、建設中における最大のイベントである。



第 3 図 LNG タンク概要図

3.3 LNG タンクの特徴

(1) 海外では、LNG タンクの内槽屋根は外槽屋根から吊り下げられたデッキ構造である。しかし、台湾は日本と同様の地震国であるため、CPC 社は地震時のスロッシングに強く、日本で実績のあるドーム屋根方式を採用した。

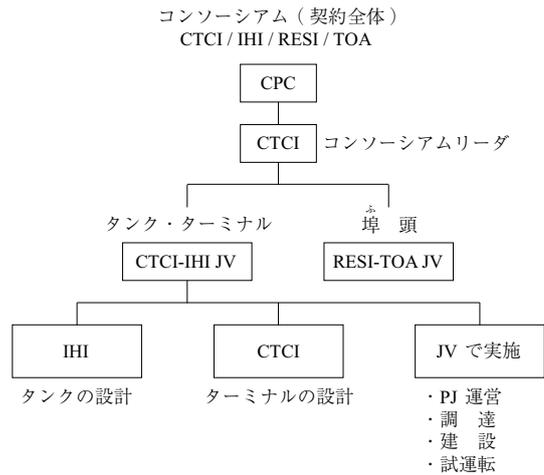
このため、このタイプの LNG タンクに初めて海外規格 (BS および API) が適用された。BS はイギリス規格、API はアメリカ石油協会の規格である。

(2) 国内の同型タンクに比べ、① 屋根骨の削減 ② ポンプおよびノズル配置の合理化 ③ 外部階段形状の簡略化 ④ 保冷材の施工方法の簡略化 ⑤ 底部ヒータ方式の変更、など多くのコストダウン施策を実施した。

(3) 今回のタンクは台湾初となる地上式 PC タイプの LNG タンクであり、建設に当たってはさまざまな苦勞があったが、工期・品質とも客先の満足を得ることができた。

4. コンソーシアムおよび JV でのプロジェクト運営

第 4 図に 4 社におけるコンソーシアム (分担施工方式の共同企業体) での本プロジェクトの仕組みを示す。図中での当社と CTCI 社のジョイントベンチャ (共同施工方式の共同企業体、以下、JV と呼ぶ) は、タンクとターミナルを担当し、設計は各社の責任範囲とした。プロジェ



第 4 図 4 社共同企業体の仕組み

クトの運営・調達・建設および試運転については、JV として共同のプロジェクトチームを編成して遂行した。なお、コンソーシアムおよび JV の統率は CTCI 社が担当した。

4.1 JV 業務対応

当社 - CTCI 社の JV はプロジェクトオフィス CTCI 本社 (台北) 内に設け、当社のプロジェクトメンバも駐在した。一方、当社設計担当部分や JV 調達を日本で担当するメンバは、IHI 本社 (当社) で執務を行った。

現地工事が最盛期を迎えた 2006 年 6 月以降は、PM (プロジェクトマネージャ) (CTCI) とアシスタント PM

(当社)などのJVプロジェクトメンバが台北のプロジェクトオフィスから現地事務所に移り、迅速な意思決定を図った。

4.2 JV 運営

JV スタートから数か月間は、互いの文化や会社の仕組みの違いから、JV 運営上の細かな問題が発生したが、JV で規定した手順の徹底、文化・習慣の違いを考慮してのコミュニケーションを図ることなどによって、両社間の信頼関係を構築することができ、JV 運営を円滑にした。

5. 台湾での受賞

CPC 社と 4 社共同企業体は、行政院（台湾政府）の公共工程委員会に本プロジェクトにおける高い品質が認められ、2007 年 12 月に 2007 年度公共工程金質特奨の施工品質優良奨、特優を受賞した。この賞は、公共工事の品質

を高めるために設定された賞であり、プラント工事の分野で特優を受賞した日本企業は当社が初めてである。台湾で高い権威をもつ賞であり、客先にとっても非常に名誉ある受賞であった。

また上記以外にも、台湾の中国工程師学会 (Chinese Institute of Engineers) から工程優良奨を受賞している。

6. おわりに

LNG 受入ターミナルは、建設国のインフラレベル向上や温室効果ガス削減に大きな役割を果たしている。今後もこの経験と実績を活かし、台湾を始めとする LNG プロジェクトを推進する所存である。

〔 プラントセクター海外プロジェクト統括部
八十 芳樹 〕