

中国・PCLNG タンクの設計および工事管理 — 上海 LNG ピークシェービング基地拡張工事 —

阿久津 富弘*1・永井 秀樹*2・広谷 亮*3

上海 LNG ピークシェービング基地拡張工事は、経済発展によりガス需要が急増している中華人民共和国上海市において、長江の河口である長江口に位置する液化天然ガス（LNG）ピークシェービング基地に LNG タンクを含む LNG 設備を増設するものである。このうち、LNG タンクは中国側が施工を担当し、設計を含むエンジニアリング業務とコンストラクションマネージメントを日本側が実施した。

本報文は、プレストレストコンクリート製 LNG タンク 2 基の増設のうち構造設計および工事管理について報告するものである。

キーワード：海外工事, PCLNG タンク, エンジニアリング

1. はじめに

21 世紀に入り経済が急速に発展している中華人民共和国（以下、中国）では、昨年の北京オリンピックの開催に伴い大都市圏での経済成長は落ち着きを見せているが、上海経済圏では 2010 年開催の「上海 EXPO」に向け引き続き経済発展が期待されている。本プロジェクトの事業者は上海市 450 万世帯に都市ガスを供給するガス事業を統括する上海燃气（集団）有限公司である。中国西部のタリム盆地から産出される天然ガスを西気東輸パイプラインで受け入れ液化・貯蔵する LNG 基地を有しており、貯蔵容量 2 万 m³ のプレストレストコンクリート製 LNG タンク（以下、PCLNG タンク）が設置されていた。本プロジェクトは、経済発展により上海のガス需要が急増していることを背景に、冬場の需要期に備えるピークシェービング用として海外から受け入れた LNG を貯蔵するタンクを増設するものである。本文では、貯蔵容量 5 万 m³ の PCLNG タンクの構造設計および工事管理について報告する。

2. プロジェクトの概要

本プロジェクトは、LNG 基地全体の設計を含むエンジニアリング（Engineering）、LNG 主要機器の調達（Procurement）、コンストラクションマネージメント（Construction Management）

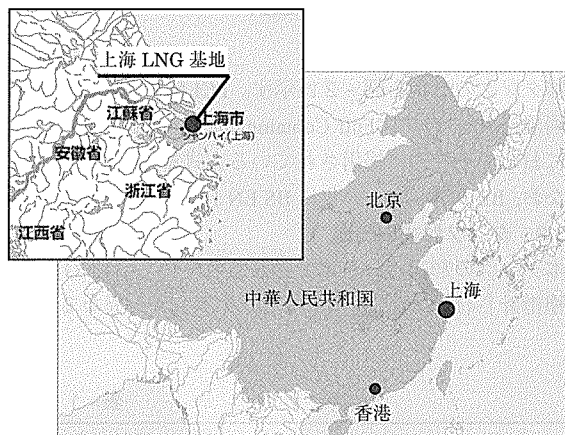


図 - 1 位置図

の EPCM を東京ガス・エンジニアリング（株）が実施した。

工事名：The Expansion of Shanghai LNG Peak Shaving Project

上海 LNG ピークシェービング基地拡張プロジェクト

事業者：上海燃气（集団）有限公司

EPCM：東京ガス・エンジニアリング（株）、ACRE

施工者：上海電力建築工程公司（土木）、
上海安装工程公司（機械）



*1 Tomihiro AKUTSU

（株）大林組 土木本部生産技術
本部生産施設技術部 課長



*2 Hideki NAGAI

（株）大林組 土木本部生産技術
本部生産施設技術部 副主査



*3 Akira HIROTANI

東京ガス・エンジニアリング（株）
海外事業本部海外プロジェクト部長

LNG タンク技術協力：(株) 大林組，トーヨーカネツ (株)



写真 - 1 5万 m³PCLNG タンク

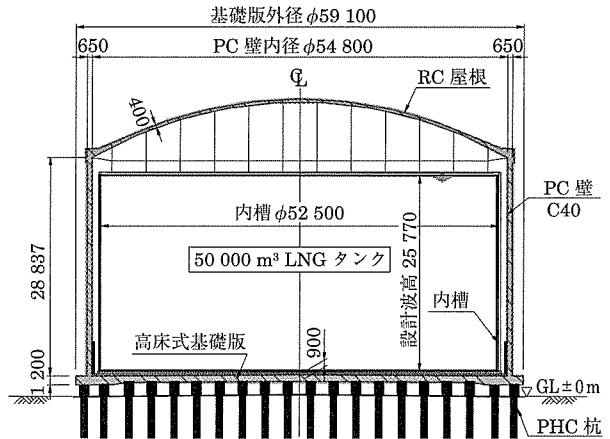


図 - 2 5万 m³PCLNG タンク構造図

3. PCLNG タンク的设计

3.1 構造の概要

本タンクの形状を図 - 2 に示す。PCLNG タンクの形式は英国規格 BS 7777 の 'Full Containment Tank' を基準とし、海外において一般的に採用されている方式を採用する。

なお、BS 7777 は 2006 年に BS EN 14620 に移行している。

3.2 タンク形式の特徴

本タンクの形式は、日本で建設されている「LNG 地上式貯槽指針」(日本ガス協会) に基づくタンクと異なる。

表 - 1 に示すように漏液時の貯液機能が異なる。とくに、内槽からの漏液時に 9% ニッケル鋼製コーナープロテクション (PC 壁下端部の高さ 5 m の範囲) が設置された部分を除き、PC 壁のコンクリート内面に LNG (設計温度: -168℃) が直接接触する点が特徴的である。中国ではこの形式の LNG タンクが数多く計画されており中国における主流の形式である。

LNG タンクの外槽である PC 壁には、漏液時の要求性能として、内槽から LNG が漏液した場合に、その漏液圧を二次バリアーとして受け止める耐荷性能と液密性能が要求される。

表 - 1 PCLNG タンク形式の違い

	本タンクの構造形式 英国規格 BS 7777	日本のタンクの構造形式 LNG 地上式貯槽指針 (日本ガス協会)
基礎版	高床式、自然換気により地盤凍結を防止 セカンダリーバリア (9% ニッケル鋼) により LNG を貯液	基礎版内部のヒーターにより地盤凍結を防止 底部冷熱抵抗緩衝部により保冷性能は保持、基礎版に貯液性能を確保
PC 壁	コーナープロテクション (9% ニッケル鋼) により LNG を貯液、その他の範囲では LNG が PC 壁に直接接触、PC 壁に貯液性能を確保	側部冷熱抵抗緩衝部 (PUF) により保冷性能は保持、PC 壁に貯液性能を確保
一般図		

3.3 構造仕様

- PC 壁 : プレストレストコンクリート製
 内径 54.8 m 外径 56.1 m
 壁厚 0.65 m
- 基礎版 : 鉄筋コンクリート製
 高床式 (自然換気式) 基礎版外径 59.1 m
 版厚 一般部 0.9 m, 周辺部 1.2 m
- RC 屋根 : 鉄筋コンクリート製
 厚さ 一般部 0.4~0.8 m
 基礎杭 : PHC 杭
 杭径 800 mm 杭長 55 m
 杭本数 328 本 (タンク 1 基分)

3.4 PCLNG タンクの設計手法

(1) 設計手法

コンクリートの構造は英国規格 BS 7777 に準じ限界状態設計法により行う。荷重の種類は、コンクリートおよびタンク本体の自重、活荷重、ガス圧、液荷重、風荷重、温度荷重、試験荷重、地震荷重、プレストレス力、乾燥収縮およびクリープなどを考慮している。

表 - 2 に示す各荷重条件に対して限界状態を設定し、使用限界状態 (SLS : Serviceability Limit State) として、運転時、施工時、試験時には曲げひび割れ幅を、漏液時には貯液限界を設定している。また、終局限界状態 (ULS : Ultimate Limit State) として断面破壊の限界状態を設定している。日本のタンクでは PC 壁の使用限界状態として通常時に曲げひび割れ発生限界が設定される。一般的に日本の PCLNG タンクではコンクリート外面に塗装は実施しない。一方、本タンクでは耐久性確保のための外面塗装を前提に PC 壁の使用限界状態として通常時にひび割れ幅 ($W_a \leq 0.2 \text{ mm}$) が規定されている。また、基礎版と RC 屋根には使用限界状態として通常時にひび割れ幅 ($W_a \leq 0.3 \text{ mm}$) が規定されている。

(2) 基礎の設計

本タンクの地盤は地表面下 70 m まで長江河口域に細か

い土粒子が堆積した軟弱な沖積粘土層が続いている。本タンクの杭長は 55 m とし、せん断弾性波速度 V_s が 200~280 m/s である更新世に堆積した砂質シルト層を支持層とした。

また、FEM 解析により水張試験および通常運転時の基礎版の不等沈下量が英国規格 BS 7777 に規定されているタンク基礎版半径の 1/300 以下であることを確認した。

基礎版は鉄筋コンクリート製高床式基礎である。基礎版下の空気槽の断熱により、地盤凍結防止管理に底部ヒーターを必要としない構造である。基礎版において内槽からの漏液後、LNG は 9% ニッケル鋼製セカンダリーバリアーにて貯液されることから基礎版には貯液性能が要求されない。

(3) PC 壁の設計

本タンクは、PC 壁下端部において内槽からの漏洩後、LNG は 9% ニッケル鋼製セカンダリーバリアーにて貯液されることから基礎版外周部および PC 壁下端へのプレストレス力導入の必要がない。PC 壁と基礎版は剛結合とし、基礎版は 1 回打設、また PC 壁構築完了後に PC 壁の鉛直・円周方向 PC 鋼材の緊張作業を実施する計画とした。

構造解析は基礎版と PC 壁および RC 屋根を一体構造として実施した。また、耐震性に関しては、米国基準 NFPA 59A に規定されている OBE (Operating basis earthquake), SSE (Safe shutdown earthquake) の 2 つの地震動に対して、中国側が設定した応答スペクトルに基づき設計震度を設定し、修正震度法ベースの耐震設計を実施した。また、有限要素法による内槽 - 内容液 - PC 壁 - 基礎および周辺地盤の連成を考慮した三次元モデルを用いて動的応答解析を実施し、タンク本体と PC 壁の応答性状を確認した。

(4) RC 屋根の設計

本タンクの RC 屋根は 2 層に分けて施工する計画とした。1 層目コンクリートはエアサポートされた鋼製屋根を、2 層目はエアサポート無しで 1 層目コンクリートを型枠支保工として打設する計画とし、完成後の構造解析に加え、コンクリート打設時の構造照査を実施した。

表 - 2 PCLNG タンクのコンクリート構造の限界状態設計法

荷重条件		運転時	施工時	試験時	地震時 OBE, SSE	漏液時
使用 限界 状態 (SLS)	RC 屋根	ひび割れ幅 ($W_a \leq 0.3\text{mm}$)			—	—
	PC 壁	ひび割れ幅 ($W_a \leq 0.2\text{mm}$)			—	・一般部 圧縮ゾーン ($\geq 65 \text{ mm}$; 厚さの 1/10) 平均導入圧縮応力 ($\geq 1.0 \text{ Mpa}$) ・コーナープロテクション部 ひび割れ幅 ($W_a \leq 0.3 \text{ mm}$)
	基礎版	ひび割れ幅 ($W_a \leq 0.3\text{mm}$)			—	—
終局 限界 状態 (ULS)	RC 屋根	—	○	○	○	○
	PC 壁	—	○	○	○	○
	基礎版	—	○	○	○	○

3.5 PC 壁の液密性能の照査

(1) 構造解析の結果

内槽から LNG が漏洩した場合、基礎版天端から高さ 5 m のコーナープロテクションの範囲を除く PC 壁の内面には LNG が直接接触し、PC 壁のコンクリート内表面は、 $-168\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで冷却される。漏液時の熱伝導解析は、軸対象ソリッドモデル（解析コード：ABAQUS）により実施した。定常状態において PC 壁の外表面が $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下となる一方、コーナープロテクションの範囲では、PC 壁の内面でも $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上の温度が維持される。基礎版、RC 屋根については、漏液後も保冷性能が維持されるため、通常時からの温度変化は小さい。

本タンクの液密性能を評価する場合、コンクリート部材の温度降下が大きいことからひび割れが発生し、部材に発生する応力は部材剛性に依存するため、線形解析の適用が難しい。そこで、漏液時の構造解析として、ひび割れによる応力分散、材料の非線形性が考慮できるコンクリート非線形有限要素解析（解析コード：FINAL）を適用した。解析モデルは、部材をコンクリートについては直交異方性の板要素、鉄筋および PC 鋼材は一方方向剛性の膜要素を用いて四角形平面シェル要素集合体とし、低温時の実挙動を適切に表現できるように温度依存の影響を考慮してコンクリート、鉄筋、PC 鋼材の材料特性を設定した。

PC 壁の漏液時の液密性は、英国規格 BS 7777 に準じ PC 壁の壁厚の 1/10 以上の圧縮領域が確保されることにより担保される。漏液時の非線形有限要素解析結果（PC 壁の圧縮領域の幅とその圧縮領域の平均コンクリート応力）を図 - 4 に示す。もっともクリティカルとなる位置は、コーナープロテクションの上方（基礎版天端から高さ約 5 m 付近の位置）の円周方向応力であり、図 - 5 に断面方向の応力分布を示す。PC 壁外面から約 13 cm の圧縮領域が確保されており、壁厚の 1/10 である 6.5 cm 以上を満足する結果を得た。

(2) PC 壁の材料仕様

PC 壁のコンクリートは C40（日本の円柱供試体強度の場合 32 N/mm^2 相当）とした。PC 鋼材は、LNG の漏液圧とガス圧の合計と同等のプレストレスを導入するため、12 S 15.2（ASTM A 416 Grade 270）の PC 鋼材を円周方向に 52 段配置し、長さが 1/2 周の PC 鋼材を外周に設けた 4 箇所の定着柱に定着させた。鉛直方向には同じサイズの PC 鋼材により約 2.0 N/mm^2 の圧縮応力を導入し、高さ約 29 m の U 字形で PC 壁頂部に定着させた。定着具は PCLNG タンクで採用実績があり、低温下での定着性能が確認されている VSL 工法の GC 6-12 タイプを採用した。

また、PC 壁の内面は漏液時に極低温域に入ることから、内側鉄筋には海外の LNG タンクで採用実績がある低温鉄筋（KRYBAR-165、降伏強度 460 MPa ）を使用した。コーナープロテクションの範囲と漏液時に圧縮領域に入る外側鉄筋には中国国内で流通している普通鉄筋（HRB 400、中国国家標準 GB 1499-98 製品、降伏強度 400 MPa ）を使用した。

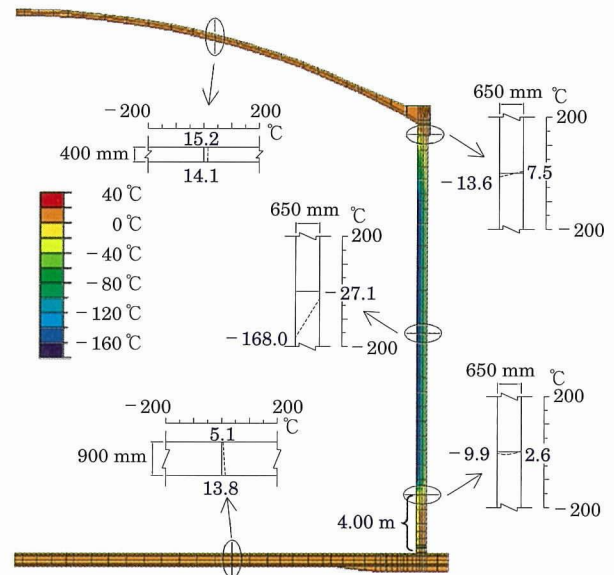


図 - 3 漏液時の温度分布

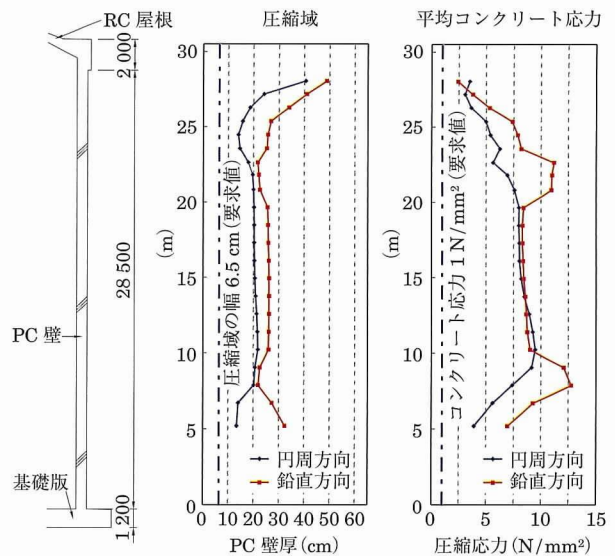


図 - 4 漏液時の PC 壁応力分布

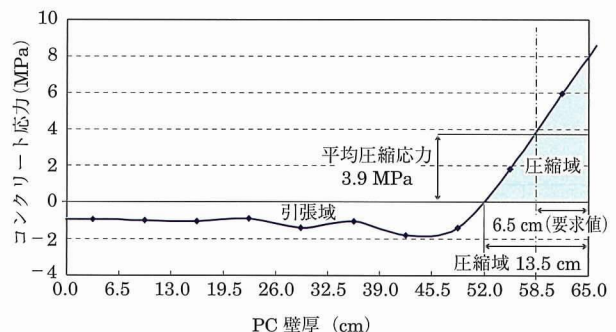


図 - 5 漏液時の PC 壁コンクリート応力分布

4. PCLNG タンクの工事管理

4.1 工事概要

本プロジェクトは 2006 年 6 月に契約調印、8 月に着工し、2008 年 10 月に PCLNG タンクのクールダウンを完了した。

PCLNG タンクの基礎杭打設から完成まで約 27 ヶ月である。

PCLNG タンクの施工手順は、①基礎杭打設、②支柱および基礎版構築、③ PC 壁構築および基礎版上で鋼製屋根組立て、④ PC 壁構築後、基礎版上で組み立てた鋼製屋根を空気圧により浮上、⑤ PC 壁の頂部の円周方向 PC 鋼材の緊張、⑥ RC 屋根構築、⑦コンクリート躯体の内部で外槽側板、底部保冷、内槽底板・側板の機械工事、⑧内槽の水張試験、⑨ PC 壁に設けている工所用開口部の閉塞、⑩ PC 壁の鉛直・円周方向 PC 鋼材の緊張、⑪内外槽間の保冷および PC 壁外面の塗装となる。

4.2 コンクリートの品質管理

コンクリートの品質管理は、中国国家标准 GB 50204-2002 (コンクリート構造工程施工品質検収規範) に基づいて行われ、検査はオーナーが選定した第三者検査機関が実施する。日常の品質検査は圧縮強度試験のみで、その他の管理項目については設計者からの要求事項となる。

コンクリート圧縮強度試験の供試体は 10 cm 角の立方体で、呼び強度 C 5~C 40 (日本の円柱供試体強度に換算すると 32 N/mm²) のコンクリートが標準配合として流通している。

また、超高層ビルの建設などで高強度コンクリートも実績が多く一般的に調達可能な状況である。

コンクリート圧縮強度の管理には、中国国家标准 GBJ 107-1987 (コンクリート強度試験標定標準) にある「統計的手法を適用しない管理手法」が一般的に用いられている。この管理手法では、3本の供試体に対して、 m_{fcu} (強度平均値) $\geq 1.15 f_{cu,k}$ (設計強度)、 $f_{cu,min}$ (強度最低値) $\geq 0.95f_{cu,k}$ を満足する必要がある。

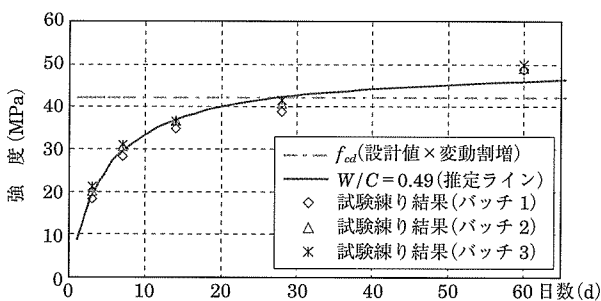


図 - 6 C 40 コンクリートの圧縮強度発現特性

4.3 コンクリートの材料および配合

本プロジェクトのコンクリートの躯体工事には、コンクリートの品質を確保する観点から、現地でもっとも流通量の多い C 40 のコンクリートを適用した。セメントは、28 日強度が 42.5 Mpa 以上で、混合材料を 6~15 % 含む普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は長江の上流から下流域の上海市まで船舶で運搬した良質な川砂中砂を使用した。

コンクリートの配合は、中国国家标准規格 JGJ 55 (普通コンクリート配合設計規範) に従った。配合を表 - 3 に示す。また、PC 壁に設けた工所用開口部閉塞用として高流動コンクリートを適用した。高流動コンクリートの配合を表 - 4 に示す。試験練りにより品質を確認するとともに、打設前に実機ミキサで練り混ぜ、トラックアジテータで運搬しランプフローの経時変化を確認した (写真 - 2)。

生コンプラントは、現場までの所要運搬時間が 40 分程度の上海市郊外にある 24 時間稼働の大規模プラント (最大出荷量 300 m³/h (2.0 m³ × 4 基)、生コン車 40 台 (6 m³、8 m³、10 m³ 積) を有する) を選定した。

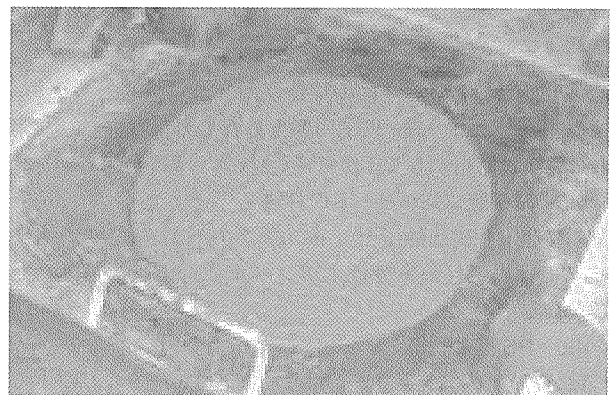


写真 - 2 高流動コンクリートのフロー試験

4.4 コンクリートの温度ひび割れ制御

(1) 温度ひび割れに関する協議

中国においても重要コンクリート構造物のひび割れ制御は技術的な課題となっており、事業者が招聘した中国の学識経験者・公的機関の技術者により組織された専門家チームと構造設計の段階から協議を行った。

協議の冒頭、専門家チームからは「コンクリート構造物にひび割れが発生した場合、設計側と施工側との間で往々に

表 - 3 躯体コンクリートの配合

RC 屋根	種別	G _{max} (mm)	スランプ (mm)	W/C (%)	単位量 (kg)					
					W	C	S	G	フライアッシュ	高性能減水剤
基礎版	C 40	25	150 ± 50	49.0	170	345	736	1 024	80	4.49
PC 壁	C 40	25	150 ± 50	47.0	180	380	700	1 010	80	4.73
RC 屋根	C 40	25	120 ± 30	46.0	170	370	720	1 010	80	4.44

表 - 4 工所用開口部閉塞用高流動コンクリートの配合

種別	G _{max} (mm)	スランプフロー (mm)	W/C (%)	単位量 (kg)						
				W	C	S	G	フライアッシュ	膨張材	高性能減水剤
C 50	25	55 ± 10	0.46	170	370	800	844	120	37	6.30

して責任転嫁が行われる。品質の良いコンクリート構造物を構築するためにも設計側と施工側が協力して構造設計の段階から課題解決にあたる必要がある。」との発言があり、中国でのコンクリート構造物の温度ひび割れ制御に対する意識の高さが垣間見られた。

(2) 温度ひび割れ制御対策

本プロジェクトでは、工期が厳しいことから、新たな設備の設置を伴うポストクーリング、またコンクリート打設前後に通水試験および管理が必要なパイプクーリングの実施が困難な状況にあった。したがって、構造設計の段階から以下の対策を講じ温度ひび割れを制御する計画とした。

- ① 既設の PCLNG タンクに対して PC 壁の壁厚，またコンクリートの設計基準強度を低減した。
- ② 外部拘束の影響が大きい PC 壁下端部の鉄筋比を 0.5 % 以上としひび割れ幅を抑制した。
- ③ 基礎版コンクリートは強度管理材齢を 28 日から 60 日に変更し単位セメント量を低減，またフライアッシュを添加した。
- ④ 冬季の打設となる基礎版コンクリートは，コンクリート打設後，天端にマットを敷設し湿潤保温養生を実施した。

これらの対策を講じた結果，基礎版からの外部拘束が厳しい PC 壁下端の一部に拘束ひび割れが発生したものの，ひび割れ幅は 0.2 mm 以下に抑えられており有害なひび割れの発生は防止することができた。

4.5 基礎版コンクリートの打設

基礎版（基礎版外径 59.1 m，厚さ 0.9~1.2 m）のコンクリートは施工地を設けずポンプ車 4 台で一括打設した（写真 - 3）。

4.6 PC 壁の構築

PC 壁の躯体コンクリートは平均高さ 3.6 m を 1 リフトとしポンプ車にて円周方向に一括打設，高さ方向に 10 分割する計画とした。足場は単管と H 鋼で組まれた簡易な構造とし，現場に常置されたタワークレーンにて高さ 3.6 m ごとにリフトアップさせるジャンピング工法が採用された（写真 - 4，5）。型枠は木製型枠とし，高さ 3.6 m の 1 リフトに対して 1 日目 2.4 m 打設し，2 日目に下部 1.2 m の型枠を外して上部の残り 1.2 m に取付けコンクリートを打設する方式が採用された。中国では人件費に対して仮設備のコストを抑える傾向にあり，1 回のリフトアップの間に型枠を組み替えてでも仮設備費用の縮減を優先している。日本では 1 回の打設高さを 5.0 m のように高くし，リフトアップやコンクリート打設回数を減らしコスト縮減を試みていることから，まったく反対の考え方である。これは労務単価の差による工法の違いが出ている事例であり，工事管理を実施する上で注意が必要となった。

4.7 RC 屋根コンクリートの打設

RC 屋根は 2 層に分けてコンクリートを打設した。1 層目はエアサポート（設計圧力 800 mmAq）された鋼製屋根（完成後は外槽ライナとして機能）を型枠支保工として 250 mm の厚さで打設し，2 層目は 1 層目コンクリートを型枠支保工として打設した。1 層目の打設後，エアサポート



写真 - 3 基礎版コンクリート打設状況



写真 - 4 PC 壁の足場型枠装置

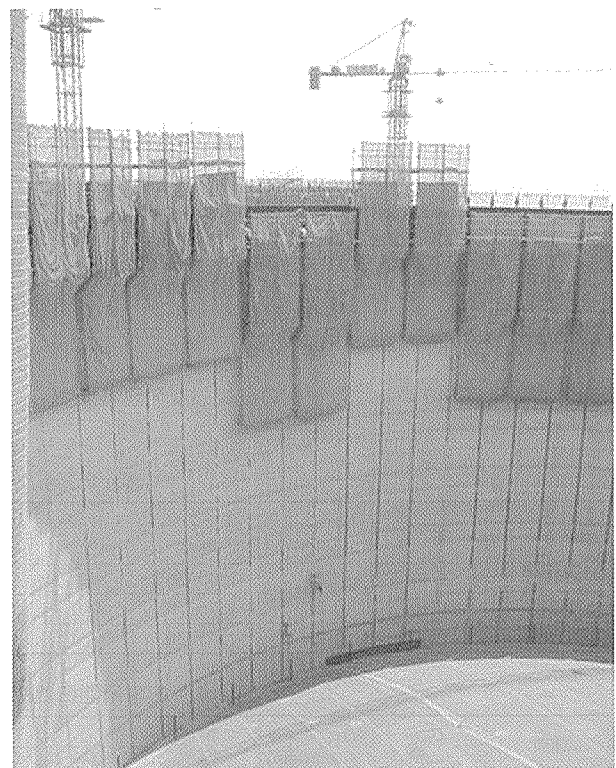


写真 - 5 PC 壁の足場型枠装置

はコンクリート設計基準強度の70%である28 N/mm²（角柱強度）に達するまで保持した。

RC屋根の端部は約30度の傾斜があり、バイブレータによる締固めを行った場合に流下しやすい。したがって、締固めに伴うコンクリートの流下を防止するため、メッシュ鉄筋を円周状に1m間隔で配置した。

ポンプ車のブームでコンクリートを打設できる外周部はコンクリートのスランプを12±3cmとした。またブームが届かない中央部ではタワークレーン3基によりバケットを用いることとし、スランプの管理値の範囲内でできるだけ固いコンクリートを打設した（写真-6, 7）。



写真-6 RC屋根コンクリート打設状況

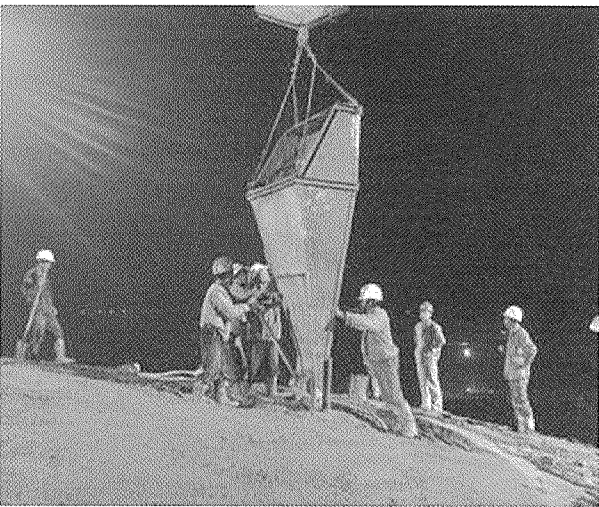


写真-7 RC屋根コンクリート打設状況

4.8 工事用開口部閉塞用コンクリートの打設

PC壁にはタンク本体工事の資機材の搬入・搬出のために、大小2箇所の工事用開口部を設けた。工事用開口部は幅5mと3m、高さ2.6mであり、0.65mの厚さの内部には円周および鉛直方向PCシース管と、鉄筋が150~175mm間隔で内外に配置されている。したがって、バイブレータでは十分な締固めを行うことが困難であることから高流動コンクリートを使用した。これにより高流動コンクリートを型枠上部に設けた投入口から流し込むだけで狭隘な

部材の隅々まで充てんすることができた。

また、工事用開口部の閉塞は逆打ち施工となる。逆打ち継部については、巻込み気泡を確実に排出し継目の一体化を図るためにバイブレータを併用して施工した。



写真-8 工事用開口部コンクリート打設状況

4.9 PC 工事

(1) 緊張工事

本タンクは、基礎版と剛接合のPC壁に円周方向の圧縮応力を導入する必要が無いことから、①PC壁構築後のRC屋根コンクリート打設前にPC壁頂部の円周方向PC鋼材を緊張、②工事用開口部閉塞工事後に全体構造系に対して鉛直・円周方向PC鋼材を緊張する2段階に分けた緊張作業を実施した。また、工事用開口部に影響を及ぼさない範囲については先行して緊張作業を実施し工期短縮を図った。



写真-9 鉛直方向 PC 鋼材緊張状況

(2) PC グラウト工事

PCグラウトの品質管理は中国国家標準 GB 50204-2002（コンクリート構造工事施工品質検収規範）と fib 規定のうちより厳しい値を管理基準値とした。中国国家標準 GB

50204-2002 では PC グラウトのブリージング率は3時間経過後2%、24時間経過後3%と規定されているが、fib 規定に基づきノンブリージングを原則とした。

PC グラウトとしてプレミックスタイプの VSL HPI グラウトを適用した。製品カタログではブリージング率が3%以下と規定されノンブリージングタイプではないものの、実施工においてはブリージングが発生しない良質の材料であった。

また、鉛直方向 PC 鋼材に PC 鋼より線を用いた場合、より線間の隙間がドレーンの役目をしてグラウトが加圧脱水作用を受け、それがグラウト上面に集められて欠陥を生じやすいと指摘されている。PC 工事は中国国内の施工担当会社のもとで VSL 香港社が実施したが、設計者側からの鉛直方向 PC 鋼材上部のグラウト充てん性に関する注意喚起に対して、鉛直方向グラウト充てん後、写真 - 11 に示すグラ

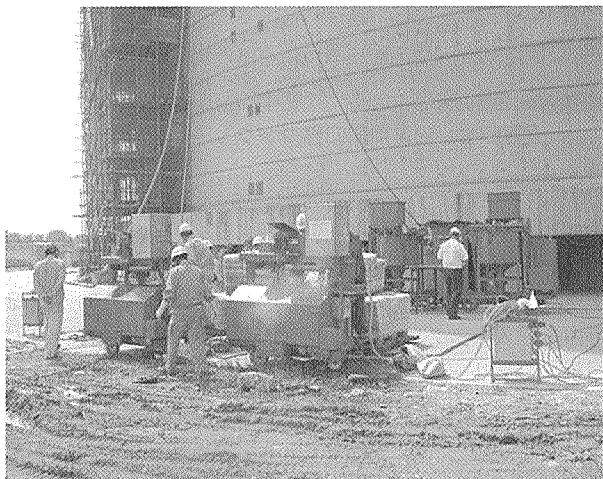


写真 - 10 PC グラウト製造プラント



写真 - 11 鉛直方向 PC グラウトの補充容器

ウト補充容器を設置しておりグラウト充てん性を確実にするための配慮がなされていた。

4.10 PC 壁の外面塗装

本タンクでは耐久性確保のための外面塗装を前提に、PC 壁の使用限界状態として通常時に許容ひび割れ幅が規定されている。また、長江河口域では塩分飛来の影響を考慮しなければならないことから、コンクリート躯体の外面に塗装を施すこととした。塗装材料として、中国国内で調達可能な脂肪族系アクリル樹脂を採用した。

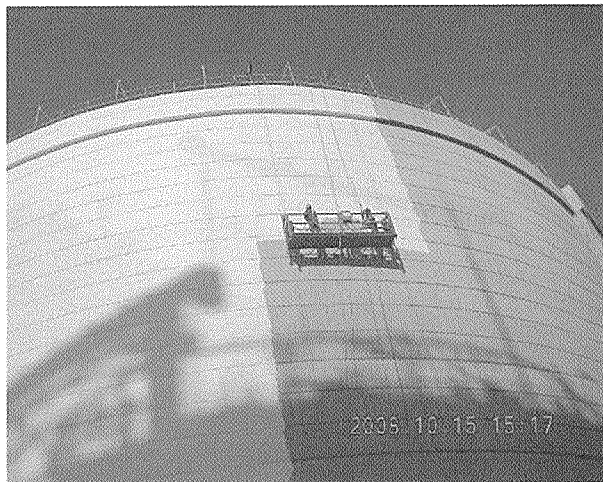


写真 - 12 PC 壁外面塗装状況

5. おわりに

本プロジェクトは、2008年11月に竣工しマレーシアからの LNG を無事に受け入れた。

中国政府は天然ガスについて石油・石炭の消費抑制や大気環境改善に資する重要なエネルギーと位置づけており、中国沿海部を中心に数多くの LNG 基地の建設計画が進行している。LNG 基地の建設から運転まで日本企業の協力が期待されており、今後も PCLNG タンクのエンジニアリング業務の機会が続くものと考えられる。

本報告が、中国をはじめとする海外における PCLNG タンク建設の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) British Standard (BS7777) : Flat-bottomed, vertical, cylindrical storage tanks for low temperature service, 1993
- 2) British Standard (BS EN 14620) : Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and -165 °C
- 3) 日本ガス協会 : LNG 地上式貯槽指針, 2002

【2009年9月18日受付】