

中国上海市におけるLNGタンクのコンクリート施工

東京ガス・エンジニアリング 広谷亮

大林組 正会員 ○久保田修一 正会員 永井秀樹 正会員 近松竜一

1. はじめに

中国上海市の長江河口域に位置するLNGタンク建設プロジェクト(写真-1)において、コンクリートの品質管理・材料仕様および施工について得られた知見を報告する。本プロジェクトは、国際競争入札によりエンジニアリング、材料調達とプロジェクトマネジメントを日本企業グループが受注し、施工を上海市のローカル企業が担当した。

2. 中国規格におけるコンクリート品質管理

コンクリートの品質管理は、中国規格GB 50204に基づいて行われ、検査は第三者機関が実施する。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エンジニアリングサイドからの要求事項となる。

圧縮強度試験の供試体は10cm角の立方体で、呼び強度C5~C40のコンクリートが標準配合として流通している。高強度コンクリートも調達可能な状況であった。

圧縮強度の管理には、中国規格GBJ-107の規定にある「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、 $m_{f_{cu}}(\text{強度平均値}) \geq 1.15f_{cu,k}(\text{設計強度})$ 、 $f_{cu,min}(\text{強度最低値}) \geq 0.95f_{cu,k}$ を満足する必要がある。

3. コンクリートの材料および配合

本プロジェクトでは、コンクリートの品質を確保する観点から、現地で最も流通量の多いC40のコンクリートを適用した(表-1)。セメントは、28日強度が42.5Mpa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河砂中砂を使用し、コンクリートの配合は、中国規格JGJ-55に従った。

生コンプラントは、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300m³/h(2.0m³×4基)、生コン車40台(6m³、8m³、10m³積)を有する)を選定した。現場までの所要運搬時間は40分程度である。



写真-1 LNGタンクの完成写真

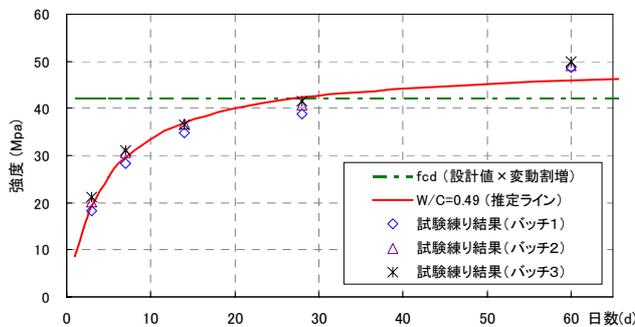


図-1 C40コンクリートの圧縮強度発現特性

表-1 コンクリートの配合

部位	種別	Gmax (mm)	スランブ (cm)	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	C40	25	150+/-50	49.0	170	345	736	1024	80	4.49
PC壁	C40	25	150+/-50	47.0	180	380	700	1010	80	4.73
屋根	C40	25	120+/-30	46.0	170	370	720	1010	80	4.44

表-2 高流動コンクリートの配合

種別	Gmax (mm)	スランブ フロー (cm)	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
C50	25	55+/-10	0.46	170	370	800	844	120	37	6.30

キーワード 品質管理、温度ひび割れ、示方配合、高流動コンクリート

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組東京本社 生産技術本部生産施設技術部 TEL 03-5769-1307

4. 基礎版のコンクリート

基礎版のコンクリート（直径約 50m、厚さ 1.0～1.2m）は、施工目地を設けず一括で打設した。冬季施工の下で、温度ひび割れ対策として、コンクリートの強度管理材齢を 28 日から 60 日に変更し、セメント量を減じたこと、コンクリート表面にマットを敷設し湿潤保温養生したことにより、ひび割れの発生を抑制できた。

5. PC壁のコンクリート

本タンクは、コンクリートの外面を塗装する仕様で、ひび割れの発生は許容されているが、耐久性を確保するためにひび割れ幅を 0.3mm 以下に制御することが求められた。特に、PC壁下端部は、基礎版との接合部で、外部拘束の影響が大きく温度ひび割れの発生が懸念されたため、エンジニアリングサイドからの提案により詳細設計において、以下の変更を行った。

- ① PC壁の壁厚を 80cm から 65cm に変更する。
- ② コンクリート強度を C50 から C40 に変更する。
- ③ PC壁下端部の鉄筋比を 0.5%以上とする。

温度解析の結果、上記の①、②より約 12℃の温度上昇を抑えられ、最大の内外温度差は 25℃程度にまで低減されることが明らかになった。

実際の施工では、PC壁下端部において約 2m 間隔でひび割れが発生したが、その最大幅は約 0.15～0.2mm の範囲に制御することができた。

PC壁の一部に一時的に設けられる工事用の開口部を閉塞するために、高流動コンクリートを適用した。これにより、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あいな部材の隅々まで充てんすることができた(写真-3)。逆打継ぎ部については、巻込み気泡を確実に排出し、既設部と一体化を図るために、バイブレーターを併用して施工した。コンクリートは、生コンプラントで製造実績がある表-2の配合について、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、スランプフローの経時変化を確認した。

6. RC屋根のコンクリート

RC屋根のコンクリートは、エアサポート圧力の関係から 40cm の厚さを 2 層打ち (20cm+20cm) とする中で、30 度の傾斜がある屋根端部において、打設時のコンクリートの流下を抑えることが課題となった。

そこで、ポンプ車のブームによりコンクリートが配分可能な屋根の外周部は、スランプをできるだけ小さく

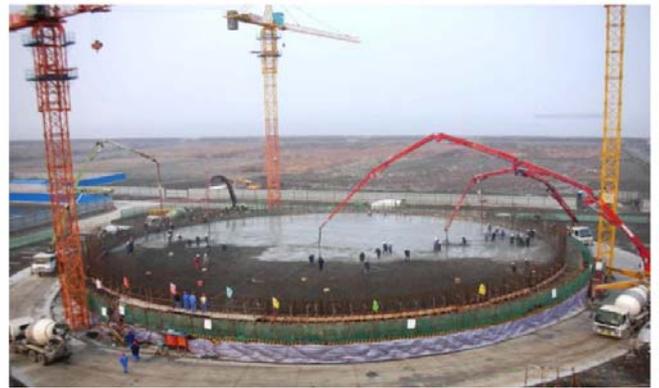


写真-2 基礎版コンクリートの施工状況



写真-3 開口部閉塞工事の施工状況



写真-4 屋根コンクリートの施工状況

(12cm)し、中央部はタワークレーン 3 基によりバケットを用いて打設した。30 度の傾斜部は、流下を防止するためにメッシュ鉄筋を円周状に 1m 間隔で配置することで、コンクリートの出来形を所定の精度で管理できた。

7. おわりに

中国では、コンクリートの検査手法、配合、施工方法など、日本と相違点が多い。本稿が少しでも今後のプロジェクトの参考となれば幸いである。