

新仙台火力発電所 LNG タンク基礎コンクリートの温度ひび割れ対策について

東北電力株式会社 新仙台火力発電所建設所 土木建築課 正会員 ○ 堀見 慎吾
東北電力株式会社 新仙台火力発電所建設所 土木建築課 正会員 和田 宙司

1. はじめに

新仙台火力発電所に現在建設中の PC 型式 LNG タンク (16 万 kL×2 基)の基礎版は、厚さが最大 1.6 m (コンクリート量約 7,400 m³) であり、その上部に打継ぐ防液堤は壁厚 0.65 m のマスコンクリートとなる。このため、コンクリート打設時の水和熱による温度ひび割れを制御することが、基礎版および防液堤コンクリートの品質を確保する上で重要な課題となる。

本稿では、基礎版および防液堤のコンクリート打設後の温度変化によるコンクリートのひび割れについて実施した温度応力解析結果と、温度ひび割れ対策の概要について報告する。

2. PC - LNG タンクの概要

PC - LNG タンクは図 - 1 に示すように防液堤と金属製タンクを一体化したコンパクトな構造となっており、従来、防液堤が占めていた面積が大幅に減少することで、敷地の有効利用が可能となる。一方、漏液時には液深が高くなるため、防液堤コンクリートに PC による水平張力を導入し、液圧に抵抗できる構造としている。

3. 基礎版および防液堤への要求性能

基礎版および防液堤の鉄筋・PC 鋼材等には長期にわたる耐久性と液密性の確保が要求されるため、施工時および常時にコンクリートのひび割れを抑制することが重要である。このうち施工時については、LNG 地上式貯槽指針¹⁾で、目標ひび割れ指数を 1.75 以上と厳しく設定している。

4. コンクリートの設計仕様

基礎版および防液堤のコンクリート設計基準強度を図 - 2 に示す。特に防液堤第 1 ロットでは、水平方向のプレストレスによる変形が基礎版に拘束されるため、鉛直方向に大きな外引張曲げモーメントが発生することから、コンクリートの引張強度の確保を目的に設計基準強度を 60 N/mm² としている。強度管理材齢は、セメント量の減少を図り、発熱量を抑えるため 91 日としている。

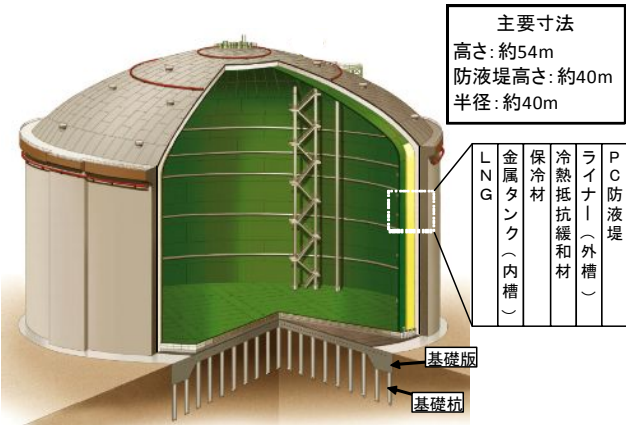


図-1 PC-LNG タンク概要図

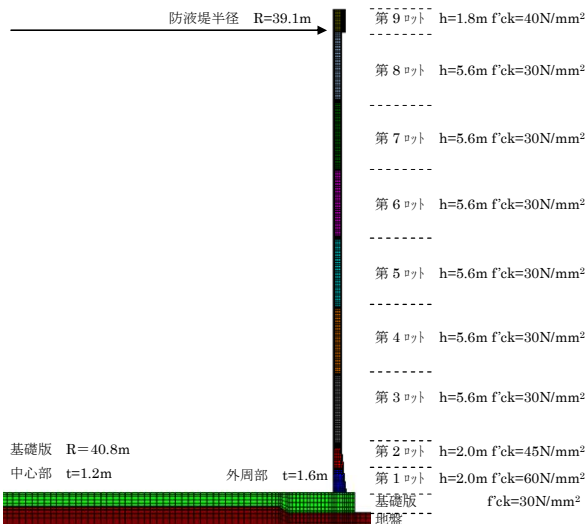


図-2 解析モデル図

表-1 解析結果(ひび割れ指数)

		設計時		温度ひび割れ対策後	
		1号機	2号機	1号機	2号機
基礎版	中心部	1.88	1.90	2.09	1.88
	外周部	1.52	1.42	2.07	1.98
防液堤	第9ロット	2.06	2.45	2.08	2.34
	第8ロット	1.24	1.26	1.77	1.92
	第7ロット	1.26	1.25	1.89	1.81
	第6ロット	1.31	1.24	2.02	1.86
	第5ロット	1.44	1.28	2.17	1.96
	第4ロット	1.63	1.34	2.30	1.95
	第3ロット	1.08	1.12	2.00	1.88
	第2ロット	1.92	1.58	2.24	1.78
	第1ロット	2.75	3.73	2.56	2.93

キーワード LNG タンク、マスコンクリート、温度ひび割れ対策

連絡先 〒985-0901 仙台市宮城野区港 5-2-1 TEL 022-362-5062 FAX 022-362-5064

表-2 温度ひび割れ対策

部位	設計時	温度ひび割れ対策後
基礎版	普通ポルトランドセメント	中庸熱ポルトランドセメント, 保温養生(エアバックシート 4 枚)
防液堤(第 1, 2, 9 ロット)	低熱ポルトランドセメント, 膨張材	低熱ポルトランドセメント, 膨張材
防液堤(第 3~8 ロット)	普通ポルトランドセメント, 膨張材	中庸熱ポルトランドセメント, 膨張材

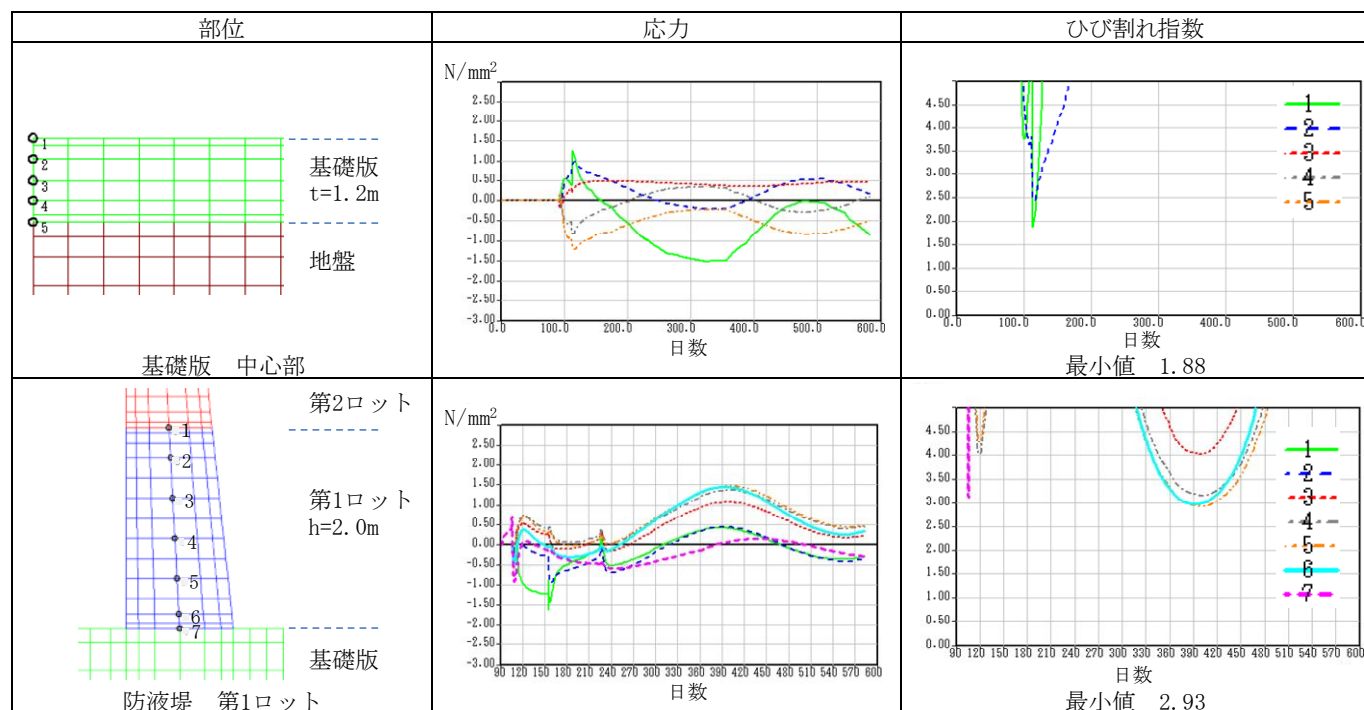


図-3 解析結果(温度ひび割れ対策後)

打設間隔は基礎版打設後、概ね1ヶ月の養生期間を確保しながら第1~9ロットを打設していく。基礎版は主に内部拘束、防液堤は主に外部拘束に対するひび割れ対策が必要となる。

5. 温度応力解析および温度ひび割れ対策

解析手法は、2次元軸対象回転体有限要素法を用いた非定常熱伝導解析および応力解析を行い、ひび割れ指数を算出して評価する。温度条件は気象庁(平年値)、強度および熱的条件はコンクリート標準示方書、自己収縮ひずみはマスコンクリートのひび割れ制御指針²⁾を参考に解析条件を設定した。なお、対策後の条件のうち断熱温度特性はセメントメーカーの技術資料、強度特性は試験練りの結果より設定している。セメント種別、ひび割れ指数、解析結果を表-1、2および図-3に示す。設計時のセメント種別は、既往事例等を参考に設定していたが、工事工程の確定に伴い具体的な施工時期、気候条件を考慮して温度応力解析を行った結果、ひび割れ指数が1.75を満足しないことが確認された。これは、既往事例に対し今回の温度応力解析では自己収縮を考慮しており、自己収縮に伴う引張応力の増分の影響に

よりひび割れ指数が低下したと思われる。

ひび割れ指数の改善策として、普通ポルトランドセメントを中庸熱ポルトランドセメントに変更して発熱量を低減させるとともに、基礎版はエアバックシートを用いた保温養生を行い表層部と中心の温度差を小さくすることとした結果、いずれの部位においてもひび割れ指数1.75を満足した。なお、第2ロットについては、詳細設計に伴い呼び強度を40から45 N/mm²に変更したことに伴い引張強度が増加したため、ひび割れ指数が向上している。

6. おわりに

PC-LNGタンク基礎版および防液堤コンクリートの温度ひび割れ対策として温度応力解析により検討を行い、セメント種類の変更および基礎版の養生方法の変更等により、ひび割れ指数1.75を満足し、コンクリート品質を確保できることを確認した。

参考文献：

- 1) (社)日本ガス協会：LNG地上式貯槽指針，pp.302～303(2002)
- 2) (社)日本コンクリート工学会：マスコンクリートのひび割れ制御指針，pp.47～54(2008)