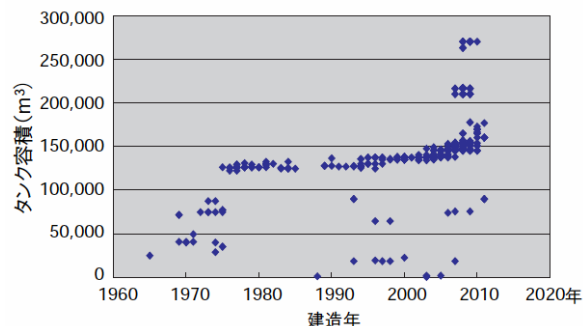


超大型 LNG 船に対応した栈橋受入能力の向上

大阪ガス (株) 正会員 ○大西 俊輔
 大阪ガス (株) 正会員 西崎 丈能

1. はじめに

最近の LNG プロジェクトでは、輸送効率の向上と輸送コストの低減を目的とした LNG 船の大型化が進んでいる(図-1)。たとえば、カタールの LNG プロジェクトでは、21 万 m³ 級(Q-flex)や 26 万 m³ 級(Q-max) のタンク容量を有する大型 LNG 船が建造されている。これらの LNG 船を既存の LNG 受入基地で受け入れるには、既設栈橋の能力を向上させる必要がある。特に、当初の設計と比較して、着岸時の接岸エネルギーや、ドルフィンに作用する接岸力・牽引力が大幅に増加するため、これらに耐えうる構造安定性が要求される。一方、栈橋には定期的に LNG 船が入船しており、LNG の受入に影響が及ぼさないような施工計画も必要となる。今回、泉北製造所第二工場の第一栈橋において、現状の防衛設備および係留設備の性能を評価し、合理的な対策案の策定と、供用への影響を回避した施工を実施することで、大型 LNG 船の受入を可能にした。これにより、LNG 調達の安定性・柔軟性が向上し、さらなるエネルギーの安定供給を図ることができる。

図-1 LNG タンク容量の変遷¹⁾

2. 栈橋概要

当社泉北製造所第二工場の第一栈橋はドルフィン構造の LNG 専用栈橋であり、LNG の荷役を行うワーキングプラットフォーム 1 基、接岸ドルフィン 3 基、綱取ドルフィン 2 基、陸上係船柱 4 基で構成されている。

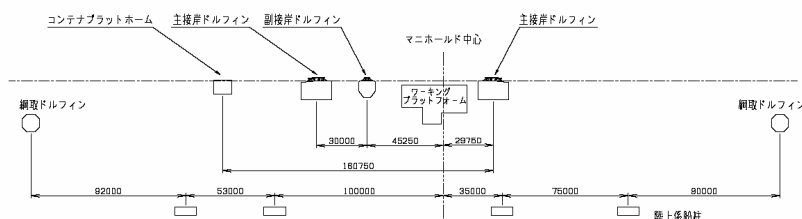


図-2 栈橋平面図

(図-2、写真-1)。建設当時は、12.5 万 m³ 積 LNG 船(排水トン数約 9.6 万トン)を想定して設計されており、その後の再評価を経て、これまで 14.5 万 m³ 積(排水トン数約 10.5 万トン)までの LNG 船を受け入れてきている。今回、さらに 21 万 m³ 積(排水トン数約 14.3 万トン)までの LNG 船の受入れを対象とするため、排水トン数が約 1.5 倍の規模となることに対する栈橋の受入性能の評価と対策を行った。



写真-1 接岸ドルフィン

3. 評価項目

栈橋の受入性能を評価するには、接岸に関する検討と係留に関する検討が必要となる。

接岸に関する検討として、接岸エネルギーに対する防舷材の性能評価、防舷材反力に対する接岸ドルフィンの耐力評価を行った。また、係留に関する検討として、係留索の配置、係留動揺シミュレーションによる安全係留評価、綱取ドルフィンおよび陸上係船柱の耐力評価を行った。その他、防舷材取替えによるローディングアームの可動範囲への影響も確認した。

4. 評価内容

(1) 接岸に関する検討

まず、接岸ドルフィンに設置している既存の防舷材が、船舶の大型化により増加した接岸エネルギーを吸収
 キーワード LNG 船、栈橋、防舷材、係留動揺シミュレーション

連絡先 〒541-0046 大阪市中央区平野町 4 丁目 1-2 大阪ガス株式会社 エンジニアリング部 TEL 06-6205-4592

できるかについて評価した。接岸条件は、接岸速度 15cm/sec, 接岸偏位(栈橋法線方向のずれ) 0~20m. 接岸角度 0~6 度とし、接岸エネルギーは「港湾の施設の技術上の基準」²⁾の規定により算定した。その結果、21 万 m³ 積 LNG 船の接岸エネルギーは、既存の防舷材の吸収エネルギーを超えることが判明した。そこで、防舷材を高さ 1300mm から 1700mm のものにサイズアップし、既存防舷材の 1.7 倍の吸収エネルギーを持たせることで大型船の接岸を可能にした(図-3 左)。

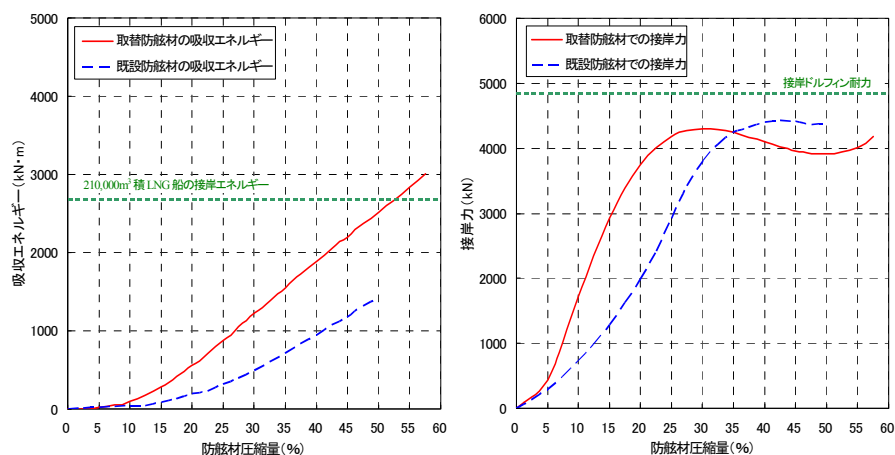


図-3 防舷材性能曲線(左:吸収エネルギー, 右:反力)

一方、防舷材の圧縮により接岸エネルギーが吸収される過程で、防舷材反力が発生し、接岸ドルフィンに作用する水平力(接岸力)となる。一般的に、吸収エネルギーが大きくなると防舷材反力も大きくなるが、低反力型の防舷材を採用することで、最大反力を接岸ドルフィンの設計水平力以下に抑制することができた(図-3 右)。これにより、接岸ドルフィンの設計水平力は変わらず、水平力増加によるドルフィンの補強を回避することができ、防舷材の取替えのみで 21 万 m³ 積 LNG 船を接岸させることが可能となった。

(2) 係留に関する評価

係留については、まず現状の係留設備(綱取ドルフィン、陸上係船柱)に対する係留索の配置(配索)を検討した。

21 万 m³ 積 LNG 船の全長は 315m あり、14.5 万 m³ 積 LNG 船と比較しておよそ 25m 長くなっているが、船首側、船尾側ともにバランスが取れた配索をすることができた。バウライン(船首索)およびスターンライン(船尾索)は各 3 本、ブレストラインは 8 本、スプリングラインは 4 本の、計 18 本の配索を標準とした(図-4)。

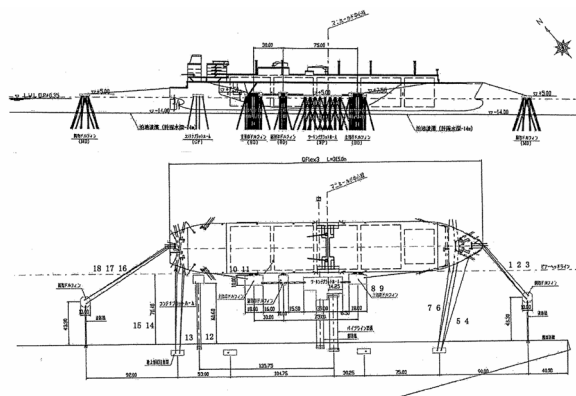


図-4 係留計画図

また、この配索状態で係留動揺シミュレーションを実施し、安全係留評価を行った。船首風、船尾風、向岸風、離岸風、年間卓越風、冬季季節風の各風向について風速 20m/sec までを与え、船体動揺量、係留索張力、防舷材ひずみがすべて許容値以下に収まっていることを確認した。また、係留索を通して作用する牽引力に対して、綱取ドルフィンおよび陸上係船柱が耐力評価も行った。

5. 施工

防舷材の取替えを行っている間は、栈橋に LNG 船を入船させることができない。そこで、予定されていたローディングアームの定期整備期間中に合わせ、約 2 週間で防舷材の取替えを実施した。通常、定期整備による入船制約は LNG 船の配船計画に事前に反映されているため、新たな入船制約を生じさせることなく、施工を行うことができた。

6. おわりに

本件では、合理的な対策案の策定と入船への影響を回避した施工を行うことで、大型 LNG 船受入化を実現することができた。今後も、設備機能の向上と合理的な設備計画を両立させ、エネルギーの安定供給を図っていく。

参考文献

- 1) 湯浅和昭：LNG 輸送技術の最新動向，JOGMEC 石油・天然ガスレビュー，2008.7 Vol.42 No.4 pp45-53
- 2) 港湾の施設の技術上の基準・同解説，社団法人日本港湾協会，平成 19 年 7 月