

# 新仙台火力発電所 LNG 受入栈橋への複合防舷材導入による接岸設備の合理化について

東北電力(株) 新仙台火力発電所建設所 正会員 ○工藤 武美  
 東北電力(株) 新仙台火力発電所建設所 正会員 佐藤 努  
 東北電力(株) 新仙台火力発電所建設所 木村 雅道

## 1. はじめに

東北電力(株)新仙台火力発電所前面海域に現在建設中のLNG受入栈橋は、斜杭(鋼管杭)による組杭を基本としたドルフィン構造の栈橋となっている。栈橋に接岸する対象船舶は、最大船型をLNG船(21.7万m<sup>3</sup>級)、最小船型をタンカー(1万DWT級)として、60隻以上の船種、船型の異なる船舶の接岸・係留・荷役が可能な設備設計となっている。このような条件で新設するドルフィン構造の栈橋は国内初となる。

本稿では、栈橋設備のうち多種多様な船舶の接岸を可能とした接岸設備(防舷材、接岸ドルフィン)の配置および構造等の合理的な設計について、模型実験等を踏まえて検討・採用した内容を報告する。

## 2. LNG受入栈橋の概要・船舶諸元

栈橋は、図-1、2に示す平面・断面形状であり、設備規模は、延長469.5m、幅50m、泊地水深17.1mである。栈橋に接岸する対象船舶の諸元については、表-1に示す。

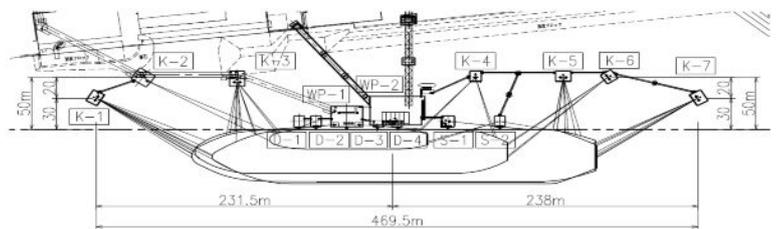


図-1 LNG受入栈橋平面図

表-1 LNG受入栈橋に接岸する船舶諸元

船舶種別	LNG船	タンカー
対象船舶数	32隻	29隻
船舶規模	12.5~21.7m <sup>3</sup> 級	1.0~11.5万DWT級
全長	272.0~315.2m	119.6~243.8m
型幅	41.6~52.0m	18.8~42.1m
満載喫水	11.2~12.5m	7.8~15.0m

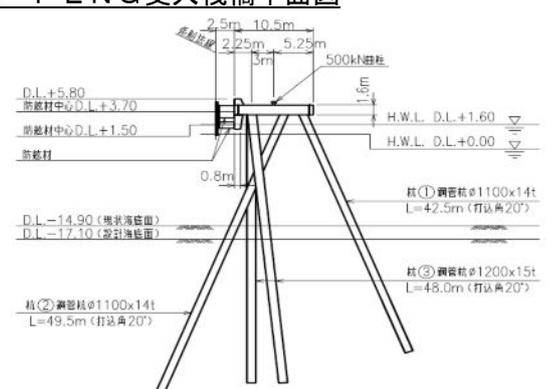


図-2 接岸ドルフィン断面図

## 3. 接岸設備の配置における課題と改善の着目点

接岸設備の要求性能は、設計波力・地震力・接岸力等に対する安全性であるが、当該地点の場合、接岸力が設計の支配条件となる。このため、要求性能を満たすためには、接岸設備の平面・断面配置が設計上重要となる。平面配置においては、対象船舶のパラレルボディ内に接岸設備が配置されていること、断面配置においては、干潮時等に船舶接岸面が防舷材(ゴム部)下端から外れないこととなる。しかし、多種多様な船舶を接岸させるためには、図-3のとおり受衝板の高さが5.5m(T.P+5.3m~-0.2m)となり、接岸位置の受衝板背面に防舷材を1基追加する必要が生じた。

定常的な防舷材の上下2基配置の設計では、要求される性能を有する防舷材を2基配置することとなる。この場合、防舷材のどの部位に接岸しても防舷材の性能が発揮され、安全性は確保されるが、同性能の防舷材を2基設置したことで接岸ドルフィンに伝達される反力は2倍となり、接岸ドルフィンの構造・形状に大きく影響を与える。今回この点に着目し、上下2基配置の防舷材の適正な組合せと仕様選定等による防舷材の合理化および反力低減による接岸ドルフィンの構造の合理化等を検討することとした。検討は、スケール1/20の模型実験により、船舶の接岸実態を踏まえた実験ケースを設定し、防舷材の安全性、反力の低減効果、確保すべき構造等を確認することとした。

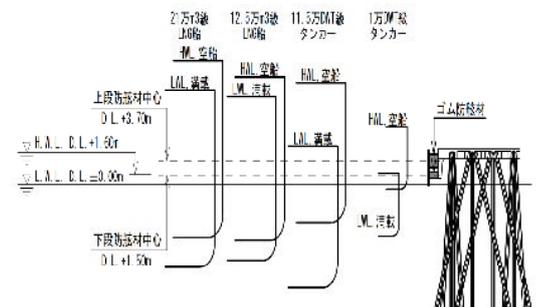


図-3 接岸船舶と防舷材位置の関係図

キーワード LNG栈橋, 接岸ドルフィン, 防舷材, 接岸力, 吸収エネルギー・反力

連絡先 〒985-0901 仙台市宮城野区港5-2-1 TEL022-362-5062 FAX022-362-5064

#### 4. 模型実験概要

対象船舶を最大船型(LNG船：21.7万m<sup>3</sup>級)として接岸力(表-2)に対応するユニットII型の防舷材を選定し、模型実験により性能を確認した。なお、単体防舷材の場合、表-4に示す①タイプ[2000H×1800L(S1.2)]が必要となり、定常的には同性能の防舷材を上下に2基配置するが、①タイプ1基と同性能の接岸エネルギーを有する防舷材を組合せることとし、表-5に示す②タイプ[2000H×2000L+1000L(S4.4)]を選定した。

実験ケースは表-3に示すとおりであり、接岸力の算定方法と接岸実態の聞き取り調査等を参考に設定した。また、実験方法は図-4、模型実験状況は写真-1,2のとおりである。

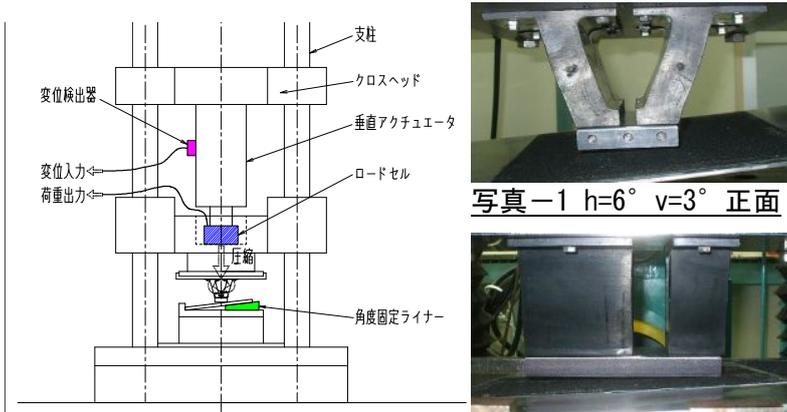


図-4 試験機概要



写真-1 h=6° v=3° 正面



写真-2 h=6° v=3° 側面

表-2 接岸力算定結果

対象船舶(LNG船)	21.7万m <sup>3</sup> 級	
総トン数	GT(m)	136,000
全長×型幅	L×B(m)	315.0×50.0
型 深	D(m)	27.0
船舶質量	Ms(t)	152,048
接岸力	Ef(kN・m)	1,514

表-3 実験ケース等(スケール1/20)

実験項目	水平角度 h	鉛直角度 v
正常圧縮	0°	0°
角度圧縮	6°	0°
	6°	3°

表-4 単体防舷材(ユニットII型)の性能値

①2000H×1800L(ゴム質 S1.2)ok		
接岸角度	h=0° v=0°	h=6° v=0°
吸収E値	1,749kN・m	1,675kN・m>Ef
反力値	2,360kN	2,347kN

表-5 複合防舷材(ユニットII型)の性能値

②2000H×2000L+1000L(ゴム質 S4.4)ok		
接岸角度	h=0° v=0°	h=6° v=3°
吸収E値	1,855kN・m	1,777kN・m>Ef
反力値	2,503kN	2,487kN

表-6 模型実験による測定値

②' 100H×100L+50L(ゴム質 S4.4)ok		
接岸角度	h=0° v=0°	h=6° v=3°
吸収E値	1,992kN・m	1,808kN・m>②
反力値	2,272kN	2,252kN<②

表-7 合理化内容

#### 5. 実験結果および合理化内容

模型実験の結果、表-6のとおり最も厳しい接岸条件(h=6° , v=3° , 圧縮率57.5%)で、接岸力に対する吸収エネルギーを確保していることが確認されたほか、製品(②

タイプユニットII型)性能以上の吸収エネルギーと反力低減を有していることも確認された。これにより、定常的な防舷材の上下2基配置と比較して、表-7のとおり防舷材と接岸ドルフィン下部工(鋼管杭)において合理化が図られた。さらに、表-8の②-A, Bタイプの防舷材のように本来1基では接岸力に対応できない防舷材でも、受衝板を介して防舷材の性能が加算し合うことが確認された。しかし、常にこのような状態を形成するためには、防舷材を圧縮領域で管理することが前提となるため、防舷材に水平・鉛直角度を持った船舶の接岸等に対しては、防舷材に引張力が作用しないよう検討する必要がある、その対策としてチェーンアンカーの配置による引張力の抑制や、受衝板の剛体性能の確保等が重要な設計要素になることも確認された。

防舷材タイプ		複合性能(今回採用)	同性能2基(従来)
防舷材本体	寸法規格	2000H×2000L+1000L ゴム質：S4.4	2000H×1800L+1800L ゴム質：S1.2
	価格	0.77	1.0
接岸ドルフィン下部工	鋼管杭	φ1.1m×L45m×6本 φ1.2m×L48m×2本	φ1.1m×L45m×12本 φ1.2m×L48m×2本
	工事費	0.57	1.0

表-8 ②タイプ防舷材の単体性能値

接岸角度	h=0° v=0°	h=6° v=3°
②-A, 2000H×2000L(ゴム質 S4.4)out		
吸収E値	1,237kN・m	1,174kN・m<Ef
反力値	1,669kN	1,657kN
②-B, 2000H×1000L(ゴム質 S4.4)out		
吸収E値	618kN・m	603kN・m<Ef
反力値	834kN	827kN

#### 6. おわりに

今回検討・採用した上下2基の複合防舷材の配置による合理化策は、特にドルフィン構造の棧橋設計に対して効果が期待できる。今後、同設備の防舷材取替え等も検討対象としながら採用の拡大を図っていく。

参考文献：1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、pp.391～412(2007)