

## 防舷材の性能規定化に伴う品質確保に関する一考察

前 (財) 港湾空港建設技術サービスセンター 菊池 一志  
 (財) 港湾空港建設技術サービスセンター (正) ○島田 伊浩

### 1. 目的

防舷材は、船舶が岸壁に接岸するときの衝撃力を和らげ、船舶の舷側および岸壁自体を保護する重要な役割があり、品質を確保し維持管理する必要がある。しかし現状の港湾では、防舷材の多くが損傷し、こうした損傷は岸壁の利用状況や接岸速度、海象条件に起因するものと考えられている。また、近年の ISO 規格など、国際規格と国内規格の整合性・協調性が強く求められるようになり、技術基準類の性能規定化に対応するための性能照査、品質保証についても配慮する必要性が生じている。

本検討は、防舷材の品質を確保するため、アンケート調査により国内における現状と課題を整理した。また、海外の設計実態等を調査し、防舷材に関する設計、仕様のあり方について考察した。

### 2. 検討内容

#### (1) 防舷材に関するアンケート調査

防舷材の設計供用期間中の利用条件（使用条件、環境条件）を考慮し、防舷材の機能を確保する観点から、港湾管理者に利用実態、課題等のアンケートを実施した。

#### (2) 海外における防舷材の設計実態・発注方式・品質保証の調査

海外の港湾における防舷材の設計システムを整理し、防舷材設計の仕様規定と性能保証の実態を把握し、国内の設計条件・仕様規定の比較検討を実施した。また、防舷材の発注方式・品質保証について事例を収集し、国内との相違について比較検討を実施した。

### 3. 検討結果

#### (1) 防舷材に関するアンケート調査

回答のあった 7 港、21 岸壁、45 バースに装備される 694 基の防舷材では、損傷がないものが半数以下の 49%で、防舷材の健全性が確保されていない現状を確認した。

アンケート結果より、防舷材の損傷には、係留時の船体の動揺に伴い発生するものが多いことが共通して挙げられ、船体動揺の要因としては、長周期波等による影響と推測される。

#### (2) 海外における防舷材の設計実態の調査

海外の資料調査により、防舷材の設計手法においては、BS6349 (British Standard) 及び PIANC2002 (防舷材システム設計の指針：2002 版) の手法を単独あるいは、混在させており、標準的な手法はないこと、性能規定対応は一部において結果的に成されていることが判明した。

一方、防舷材システムの仕様（ゴム材の物理特性、防舷材性能試験等）に関して、海外も含めると ASTM,BS,DIN,JIS,ISO,AS 等多数存在し、ASTM,BS,JIS が一般に使用されている。それらの規定を所有する国は特記仕様書でそれぞれ自国の規定に則ることを基本としているが、内容に大きな違いがないことから 1 つの規定にこだわらず、他の同等の試験規定を認めている例が多く自国の規定を持たない国も同様である。

また、PIANC2002 では、耐熱老化性試験や耐オゾン性試験で JIS,ASTM,ISO の規定を認めており、これらに準じ試験を行うことを規定している。防舷材性能試験に関して、PIANC2002 では、試験速度を定速(CV)方式、減速(DV)方式の何れかで実施し速度係数、温度係数を考慮し性能特性を標準化できる手順を示している。また、耐久性試験でも 3000 回の繰り返し試験を行い損傷がないことを確認する様規定しており、これに従って品質を保証するよう、特記仕様書で求めている事例もある。

---

キーワード 防舷材, 性能規定, 品質確保, 維持管理, 海外の設計

連絡先 〒100-0013 千代田区霞が関 3-3-1 尚友会館 3F (財) 港湾空港建設技術サービスセンター TEL:03-3503-2804

(3) 防舷材の発注方式・品質保証の調査

海外における防舷材の発注方式・品質保証方式については、工事若しくは防舷材を発注する時点で、その設計条件を発注者が提示し請負者の責任で設計施工を行うのが一般的である。従って、特記仕様書に設計条件として準拠すべき基準を示すと共に利用条件、自然環境の他、対象船舶の諸元・接岸速度・接岸角度等の詳細が示されている。また、準拠すべき基準が示されていない場合は請負者から設計手法も含め発注者に提案し承認を得たうえで施工を行っている。

一方、国内の公共事業においては、通常、設計と施工は完全に分離されており、設計は発注者自身若しくは設計コンサルタントが行い、防舷材の種類、所要の吸収エネルギーや最大反力等の性能が検討される。その結果を当該の工事の特記仕様書に示し施工請負者がその性能を満足する防舷材を選定し、発注者の承認を得て施工される。

表-1 国内と諸外国の防舷材設計に関わる仕様規定・性能保証の比較

また、品質保証は海外においては特記仕様書に予め示された性能、物理特性、耐久性を決められた試験により確認すると共に指定された保証期間を保持する様求められている。国内における品質

		国内仕様	海外仕様事例
設計条件	準拠基準等	技術上の基準に従い設計されているものが殆どである。基準本文で規定されていない事項はPIANC2002を参考としている。	全プロジェクト数に対して、明確に準拠する基準として記述されている事例は約12%程度と思われる。多くは明確ではない。準拠基準が示されている場合はBS 6349、PIANC2002を採用しているのが一般的である。
	対象船舶	対象とする船舶の種類、規模は、設計の特記仕様書に明記されている場合が多い。但し、最大船舶のみが多く、小型船については一般的には省略している。	国内同様に設計条件として明記されている例が大部分で、対象とする全ての規模の船舶について示している例も有る。
	接岸速度	設計の特記仕様書で示される例は少なく、殆どが協議の結果決定される。対象船舶の規模や船種複数有る場合は、その違いにより設計速度を変える事例は有る。	特記仕様書で対象船舶を規模や操船条件でクラス分けを行い、それにより接岸速度を示している。決定方法はBSやPIANCに従う場合が多い。
	接岸角度	岸壁法線に対して一般に、0～10°とする例が多い。	対象船舶の規模、船種、タグボートの有無等や接岸形態を考慮し0～15°にて検討している。
	安全係数	基準等では特に明記されておらず、一般に公共の連続バースでは考慮していない。但し、大型ドルフィンバース等では、異常接岸の状態として接岸位置や速度を危険側に設定して接岸エネルギーを算出する場合もある。	PIANC 2002、BS 6349-4 に準じている例が多く、安全係数として、通常接岸エネルギーに対し、1.1～2.0を取る場合が多い。
	最大面圧	技術上の基準では、船舶の外板に永久変形を生じさせない配慮が必要との解説が記されているが、一般的な設計では特記されていない。	多くの特記仕様書で規定されており、最大面圧として 200kN/m <sup>2</sup> ～300kN/m <sup>2</sup> を採用している。
	耐用年数	一般に20年程度と言われているが明確な規定は無く、特記されていない。	特記仕様書で示されている事例が有り10～30年とされている。
	その他	温度係数、速度係数等については技術上の基準で配慮すべき事項として解説はしているが検討している例は少ない。	温度係数や速度係数はPIANC2002に準拠すべきとして特記している例がある。
仕様規定	引張り強さ	港湾工事共通仕様書に規定されており海外の事例と概ね同様である。	PIANC 2002、BS、ASTM、ISO、DIN、AS等各国、各事例で採用する基準は異なるが試験の手法は概ね同じで同程度の規定数値を採用している。
	伸び	港湾工事共通仕様書に規定されており海外の事例と概ね同様である。	PIANC 2002、BS、ASTM、ISO、DIN、AS等各国、各事例で採用する基準は異なるが試験の手法は概ね同じで同程度の規定数値を採用している。
	硬さ	港湾工事共通仕様書に規定されており海外の事例と概ね同様である。	PIANC 2002、BS、ASTM、ISO、DIN、AS等各国、各事例で採用する基準は異なるが試験の手法は概ね同じで同程度の規定数値を採用している。
	永久歪	港湾工事共通仕様書に規定されており海外の事例と概ね同様である。	PIANC2002に規定はないが、具体的な試験方法(BS,ASTM,ISO,DIN)や規定値で示されている例が有る。
	耐海水性	港湾工事共通仕様書では耐海水性を有しなければいけないと表現されているが具体的な試験法、数値等は示されていない。	具体的な試験方法(DIN)や規定値で示されている例が有る。
	耐油性	規定されていない。	具体的な試験方法(BS)や規定値で示されている例が有る。
	耐オゾン性	規定されていない。	具体的な試験方法(BS<ASTM,ISO,DIM)や規定値で示されている例が有り、PIANC2002においても求められている。
	耐久性	規定されていない。	PIANC2002,Appendix A等に準拠し実施されている例が有る。
品質保証	性能照査	技術上の基準に従い船舶の接岸エネルギーを算出し、これを上回る吸収エネルギー(製造誤差を考慮)を有した防舷材を選定する。	PIANC 2002、BS 6349-4 等に準拠し船舶の接岸エネルギーを算出し、これを上回る吸収エネルギー(製造誤差を考慮)を有した防舷材を選定する。
	性能試験	港湾工事共通仕様書で示された手法による最大反力値及びエネルギー吸収値を確認する。試験機関・確認機関は特に規定されていない。	試験方法はPIANC2002に準拠する例が多く、国により認定されるか独立した試験所により実施され、Lloyds等の認証が必要とする例がある。
	品質保証	全体の工事契約に含まれ、フェンダーシステムとしては特に規定されていない。	品質保証の期間として5～10年程度求められており、最大耐用年数と同じ期間の30年としている事例がある。特に示されていない場合はメーカー社内の規定による。

保証は性能、物理特性、耐久性を決められた試験により確認するものが主となっている。海外における防舷材の設計実態・発注方式・品質保証の調査結果の比較を表-1 に示す。

4. 考察

(1) 防舷材に関するアンケート調査

アンケート結果より、日常的なメンテナンスを行うため「維持管理点検マニュアル」作成が必要である。また、防舷材の損傷には、係留時の船体の動揺に伴い発生するものが多いことが共通し挙げられている。船体動揺の要因としては、長周期波等による影響と推測されており、これを設計に反映させる必要があると考える。

(2) 海外における防舷材の設計実態・発注方式・品質保証の調査

我が国においては、港湾の技術基準における仕様規定から性能規定への切り替えに伴い、防舷材についても品質確保の見直しを余儀なくされることから、今後、性能規定化をデザインビルド方式により実現させる必要があると考える。