

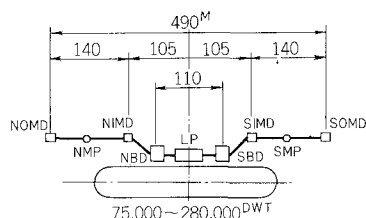
出光興産北海道製油所 石野岡 三郎
 鹿島建設技術研究所 正員 〇三 村 長一郎
 ” ” 藤 田 時男

1 まえがき 近年、シーバースが原油や鉱石などを荷揚げする施設として各地で築造されるようになったが、従来そのほとんどは泊地や湾内に築造されていた。しかし船舶の大型化あるいは工場の立地条件の関係から、外海の波浪と直接受ける沖合にも築造する要求が増え、その初めての例として出光北海道シーバースが建設された。

こうしたシーバースの設計では設計外力として、船舶の接岸時衝撃力より、係留中の船体がうねりを受けて動揺した時に生じる衝撃力の方が大きくなる更に特徴がある。この種の衝撃力に関する研究はまだ少なく、例えば船体が横波を受けた時にもたらす衝撃力と水槽実験で補いながら解析したもの⁽¹⁾、入射波の入射角が考慮されているが、船体を隋円柱体とみなして解析したもの⁽²⁾、あるいは有限水深での矩形断面導体の運動と解析したもの⁽³⁾⁽⁴⁾、扶水槽実験で実験的に研究したもの⁽⁵⁾などがある。しかしこれらの研究にはそれぞれ種々の条件が設けられており、この種の構造物の設計に適用しようとする場合にはその適用性が必ずしも明らかでない。そこで、これらの適用性を調べるとともに、今後この種の設計と発展させてゆく場合の参考にするため、実際の挙動を出光北海道シーバースにおいて測定しているが、ここではその結果の一部を報告するものである。

2 構造物と測定器 出光北海道シーバースは苫小牧港の沖合約3km

で水深が約25mの所にあって、その構成は図-1に示すとおりである。南側および北側フレスティングドルフィンがジャケット形式の構造で、その前面には長さ3mの大型セル式防舷材が基礎に取付けられている。また各ムアリングドルフィンは斜組杭形式の構造である。測定項目としては、外力の条件となる気象海象状態、係留船体の動揺状態、それにフレスティングドルフィンの挙動であり、そのために表-1に示すような諸測定器をシーバースの各位置に取付けた。これらの計器はその一部を除いて、アンローディングプラットフォーム上の計測室内で集中操作される。



(注) N(北側), S(南側)
 OMD: 外側ムアリングドルフィン
 IMD: 内側 " "
 BD: フレスティングドルフィン
 LP: アンローディングプラットフォーム
 MP: 中間ピア

図-1 出光北海道シーバースの構成

3 測定結果 当シーバースは外洋シーバースと言っても、外洋に面するのはS~SE方向であり、また卓越波向はS方向である。そのため横波(SW方向)のもとで測定できる機会は少なく、これまでの測定例は船尾斜後方からの波に対するものである。図-2に示した(ケース1)では気象海象とも比較的穏やかなもので、船体の動揺状態としてRollingは微小であり、Swayingが若干みられた程度であった。このSwayingに伴って生じた防舷材の変形状況は図-2に示す波形の如くで、これはフレスティングドルフィン1基あたり約300t程度の衝撃力に相当する。たゞこの波形には周期性があって、衝撃力の作用周期は約50secで、防舷材が変形している時間は約7secである。この時のフレスティングドルフィン

種別	名 称	数 量	位 置
気象 海象 関係	風 向 風 速 計	1	LP
	流 向 流 速 計	1	NMP
	ステップ式波高計	1	LP
	容量式波高計	1	SOMD
	波 向 計	1	NMP
構造物 関係	防 舷 材 変 形 計	4	SBD, NBD
	ストレーン・ゲージ	40	SBD, NBD
	電子光学式変位計	1	LP~BD
船体 関係	ローリング計	1	甲板上
	係留索張力計	4	SOMD, SIMD

表-1 諸測定器

この変形は、防舷材のそれと較べて僅かなので、防舷材と係留索から成る復元力系で Swaying の固有周期を概算してみると、この周期に該当している。したがってこの場合、船体は波の周期に対応して動揺しているのではなく、Swaying の固有振動が励起され卓越していた状態とみられる。

一方、(ケース 2) では有義波高にして 5m 弱、最大波高では 5m 弱とかなり大きな波高の状況下にあった。しかし船体の Yawing は殆んどなく Swaying は大きく 2m 程度、また Rolling は片振幅で 1° 強しかなかった。そのため衝撃力も (ケース 1) と較べて若干大きい程度で、波高の割には大きくなかった。防舷材の左舷変形記録波形を見ると、(ケース 1) のように明瞭ではないが、Swaying の固有周期とみられる約 40 sec の周期がみとめられる。しかし Rolling の記録波形より、その固有周期とみられるものは 8 sec 強であって、波の周期と較べてあまり離れていない。したがって船体の動揺が波高の割に発達しなかったのは、これらの固有周期と波の周期の対応関係より、むしろ波向が船展料後方であったことが重要な要因になっているとみられる。

4 考察 係留中の船体にもたらす衝撃力と考える場合、横波の場合が最も激しい衝撃力にならうから、構造設計では横波を対象にならうが、上記の状況を見ると離陸条件や係留可能延日数の算定において、横波でない場合も重要になることがわかる。また振動系としては、特に復元力特性と防舷材～係留索から成る系で考えることが重要で、係留索については初期張力も重要なようである。これは防舷材と係留索とは復元力特性が著しく相違するの船体の動揺に重要な影響を及ぼし、防舷材を通じて作用する衝撃力と、係留索を通じて作用するけん引力とは性状が異なってくるからである。その他、余幅水深、あるいは Swaying と Rolling の位相関係なども重要な要因のようである。

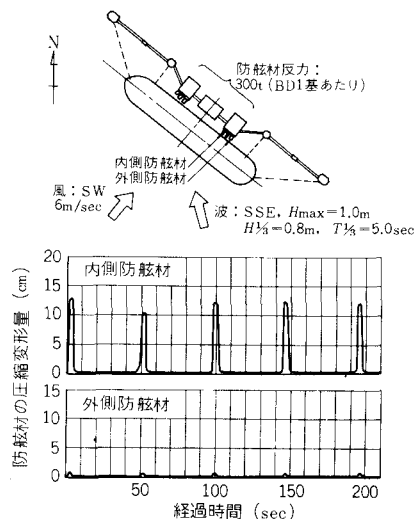
5 あとがき 当測定に当たり出光興産北海道製油所から多分のご理解と、また広島建設土木設計本部および同出光若小牧出張所から種々の助言やご配慮をいただきましたことをここに深く感謝致します。

(共同研究者) 広島建設技術研究所; 野尻陽一、竹田哲夫

(参考文献) (1) 永井ほか「横波後方スパータンカーの drifting, Swaying, rolling によるモデルタンクに作用する復元力の研究」第 16 回海岸工学講演集 1969. (2) 合田ほか「隣接船体近傍に於ける船体に及ぶ波力の理論的な実験」港研報告第 12 巻 4 号、1973 (3) 井島ほか「有限水深の波における矩形断面物体の運動と波の変形」工学会論文集-202, 1972. (4) 伊藤ほか「浮防波堤の物理に関する近似理論と応用」港研報告第 11 巻 2 号、1972. (5) 谷本ほか「橋式スパータンクにおける波力問題」港研講演会講演集 1973.

(ケース 1)

東光丸 (三光汽船)	載荷重量 トン	排水トン	長さ (pp)	幅	高さ	吃水	速載時	測定時
	113,258t	130,892t	243m	40m	22m	15.98m		12.6m



(ケース 2)

日華丸 (出光タンカー)	載荷重量 トン	排水トン	長さ (pp)	幅	高さ	吃水	速載時	測定時
	139,328t	170,361t	276m	43m	22.2m	17.23m		8.2m

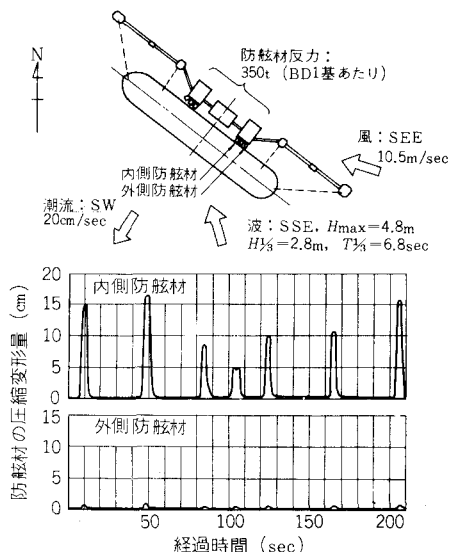


図-2 測定結果例