

浮遊式係船岸の動揺特性について

運輸省第五港湾建設局 正会員 神田勝己
 運輸省第五港湾建設局 正会員 〇 滝野義和
 運輸省第五港湾建設局 鈴木勝敏

1. はじめに

港湾を取り巻く状況の変化や、海洋開発の進展に伴って、今後、施設整備の場が大水深、軟弱地盤等建設条件の悪い海域へと発展していくことが予想されており、このような条件下において、経済性に富み、機動性、施工性に優れた浮遊式構造物の開発が強く要請されている。また、東海地震を始めとした地震対策の観点からは、高い耐震性を有する浮遊式構造物が期待されている。さらに、沖合人工島構想を始めとする各種海洋開発の分野においても、浮遊式構造物に対する要請が高まっている。

本報告は、このような各種要請を勘案し、係船機能を有した、より適用性の高い浮遊式構造物を開発するため各種技術的検討を行った中から、波浪等の外力による浮遊式係船岸の動揺特性について述べたものである。

2. 浮遊式係船岸諸元の設定

各種バースの今後の計画規模等を勘案して、表-1のように開発対象バースの規模を設定した。なお、係留方式は、ドルフィン方式またはブリッジ方式とした。

表-1 開発対象バースの規模

バース種類	対象船舶 (DWT)	浮体規模 (m)		
		長さL	幅B	高さD
内貿バース	5,000	150	70	6
外貿ライナーバース	15,000	200	70	7
コンテナバース	40,000	350	40	9

3. 浮体動揺の検討

各種バースについて、表-2に示す海象・気象条件下における浮体の動揺シミュレーションを実施した。以下に内貿バース用浮体の防衝材位置での動揺（防衝材反力）について述べる。

図-2, 3に規則波による浮体の動揺特性を示す。定反力型防衝材では、周期の変化にかかわらず各防衝材で800t前後の反力が生じている。反力漸増型防衝材では、周期12s以下では反力が370t程度であるが、14sでは極めて大きい反力が生じる。

次に、パラメーターの変化に伴う浮体の動揺の変化について述べる。表-4, 5に各々の防衝材の反力を示す。

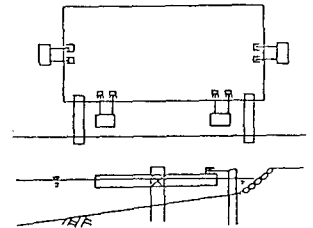


図-1 係留例

表-2 検討条件

波高	1.5m
周期	4 ~ 18sec
波向	90° (浮体長手方向に対して直角)
風	風速 55m/s時の両側
風向	60° (浮体長手方向に対して)

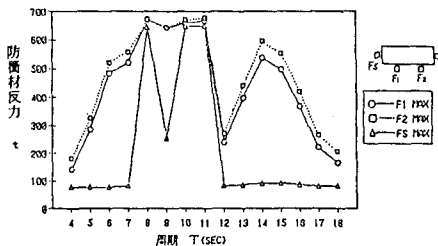


図-2 標準状態での動揺特性
 (定反力型防衝材:C-2250Hを2列2段計4個/係留点)

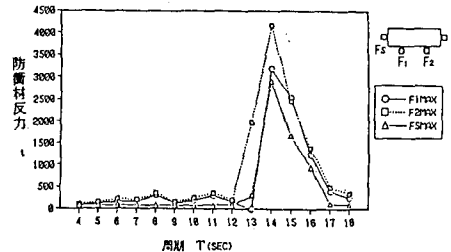


図-3 標準状態での動揺特性
 (反力漸増型防衝材:φ4.5m×12m×3個/係留点)

1 定反力型防衝材の場合

- a) 水深 h の影響: $h=7.5\text{m}$ では最大反力は約 700t であるが、 $h=12\text{m}$ では $T > 17\text{s}$ で 2500t を越え、 $h=16\text{m}$ では、 $T > 15\text{s}$ で 2500t を越えることから、水深が深いほど長周期で反力が大きくなる傾向があることがわかる。
- b) 護岸距離 ld の影響: $ld=40\text{m}$ では最大反力は約 700t であるが、 $ld=30\text{m}$ では $T > 14\text{s}$ で 2500t を越え、 $ld=20\text{m}$ では $T > 17\text{s}$ から反力が 2500t を越えている。

- c) 支点位置の影響: $1/4$ 支点と $1/6$ 支点とで大きな差はない。
- d) 防衝材強さの影響: 標準の $1/2$ にすると、 $T \leq 12\text{s}$ では標準状態の $1/2$ 程度の防衝材反力になる。しかし $T > 12\text{s}$ になると、変形量が大きくなり反力も 800t と大きくなる。
- e) 波高 H の影響: $H=1.5\text{m}$ 、 1.0m とほぼ同じ反力の傾向を示す。
- 以上より、周期が 12s より大きくなると水深と護岸距離が浮体動揺に大きく影響することがわかる。

2 反力漸増型防衝材の場合

- a) 水深 h の影響: どの水深とも $T \leq 12\text{s}$ では反力が約 300t とほぼ等しく、定反力型防衝材の場合の約 $1/2$ になっている。しかし、 $T=13\sim 14\text{s}$ で急激に大きくなり、 $3000\sim 4000\text{t}$ の反力が発生している。
- b) 護岸距離 ld の影響: $ld=40\text{m}$ では 14s でピーク約 4000t の反力が生じており、 $ld=30\text{m}$ では $T=14$ 、 17s で約 2000 、 1000t 、 $ld=20\text{m}$ では $T=15\sim 16\text{s}$ で $1700\sim 2400\text{t}$ のピークがある。
- c) 支点位置の影響: $1/4$ 支点では $T=14\text{s}$ 、 $1/6$ 支点では $T=13\text{s}$ とピークが変化するが、最大反力は約 3500t とほぼ等しい。
- d) 防衝材強さの影響: 標準の $1/2$ にすると、 $T=15\text{s}$ で反力が 1500t を越え OVER FLOW する。
- e) 波高 H の影響: $H=1.5\text{m}$ から 1.0m にすると、 $T=14\text{s}$ に現われていたピークはなくなり、 $T=18\text{s}$ に約 1800t のピークが現われている。
- 以上より、いずれのケースにおいても、周期 12s を越えると反力が極めて大きくなることがわかる。

4. おわりに

今回は、ポンツーン型の浮体形状での動揺特性を検討したが、今後は、各種減揺策を施した浮体についても動揺特性を検討する等、大型浮遊式係船岸の実用化を目指し、調査を進める予定である。

表-3 パラメーター

項目	パラメーター
防衝材水深	定反力型防衝材および反力漸増型防衝材 $(7.5\text{m}, 12\text{m}, 16\text{m})$
護岸距離	$(40\text{m}, 30\text{m}, 20\text{m})$
支点位置	浮体中央より $\pm 1/4 L$ の位置、 $\pm 1/6 L$ の位置
防衝材強さ	標準、標準の $1/2$
波高	$(1.5\text{m}, 1.0\text{m})$

注) $\bigcirc$ 印は標準状態

表-4 パラメーターの変化に伴う防衝材反力の変化
(定反力型防衝材)

比較項目		最大反力 (tf)	
		$T \leq 12\text{sec}$	$T \leq 18\text{sec}$
水深 h	$h = 7.5\text{m}$	$T=11$ 678	$T=11$ 678
	$h = 12.0\text{m}$	$T=12$ 934	$T=18$ 2560
	$h = 16.0\text{m}$	$T=10$ 678	$T=16$ 3177
護岸距離 ld	$ld = 40\text{m}$	$T=11$ 678	$T=11$ 678
	$ld = 30\text{m}$	$T=10$ 663	$T=16$ 3760
	$ld = 20\text{m}$	$T=10$ 677	$T=16$ 2497
支点位置	$1/4$ (浮体長)	$T=11$ 678	$T=11$ 678
	$1/3$ (浮体長)	$T=10$ 681	$T=10$ 681
防衝材強さ	1 (標準)	$T=11$ 678	$T=11$ 678
	$1/2$ (対標準)	$T=10$ 329	$T=15$ 792
波高 H	1.5m	$T=11$ 678	$T=11$ 678
	1.0m	$T=11$ 666	$T=11$ 666

表-5 パラメーターの変化に伴う防衝材反力の変化
(反力漸増型防衝材)

比較項目		最大反力 (tf)	
		$T \leq 12\text{sec}$	$T \leq 18\text{sec}$
水深 h	$h = 7.5\text{m}$	$T=11$ 368	$T=14$ 4158
	$h = 12.0\text{m}$	$T=12$ 472	$T=13$ 3121
	$h = 16.0\text{m}$	$T=11$ 329	$T=15$ 3752
護岸距離 ld	$ld = 40\text{m}$	$T=11$ 368	$T=14$ 4158
	$ld = 30\text{m}$	$T=10$ 443	$T=14$ 1911
	$ld = 20\text{m}$	$T=9$ 441	$T=16$ 2224
支点位置	$1/4$ (浮体長)	$T=11$ 368	$T=14$ 4158
	$1/3$ (浮体長)	$T=11$ 378	$T=13$ 3328
防衝材強さ	1 (標準)	$T=11$ 368	$T=14$ 4158
	$1/2$ (対標準)	$T=8$ 220	$T=14$ 1139
波高 H	1.5m	$T=11$ 368	$T=14$ 4158
	1.0m	$T=12$ 347	$T=16$ 1715