

津波時の船舶係留における２点係留索にかかる荷重について

防衛大学校 学生会員 ○中川 航太 防衛大学校 正会員 藤間 功司

防衛大学校 学生会員 シマモラ チャルレス 防衛大学校 正会員 嶋原 良典

1. 背景および目的

津波の陸へ及ぼす被害は波によるものだけではない。2004 年のインド洋大津波では係留している船が流され、川を遡上する事による橋の破壊等の被害があった。そこで、係留索が切れなければその様な被害は解消できるという観点に基づき「船舶の係留索への引張り力の測定」を目的とした。

2. 実験概要

実験装置は幅 7m, 深さ 62cm の平面水槽で行った(図-1)。左端に造波板があり、造波されたのち波は勾配 0.34 の斜面をのぼり水深 5 cm の陸棚に進む。そこに防波堤モデルをつくり、２点係留の船体モデルを設置した。測定は長さ 4 cm の張力計を用い、張力計を含めた索の長さを 12cm とした。

実験は 3 ケースで行った。(周期, 目標波高) = (a) (10, 10), (b) (10, 15), (c) (15, 10)である。また測定器の抵抗をできるだけ軽減するために、前後同時に測定せずに前後別々に測定した。計測は計り計の抵抗を極力軽減するために前後各々の場合 2 回に分けて測定した。測定項目は船の前後の係留策への荷重。船体に影響する流速, 波高の測定とした。

縮尺は 1/75 とし、換算はフルード相似を用いた。質量は 61.3 (g) これは実スケールで 25.9 (t) また、船体の長さは 22 (cm), 実スケールで 16.5 (m) とした。この実験での船体は漁船を想定し船首を沖側に向ける。

3. 実験結果

図-3 に測定結果を示す。横軸は全て時間軸であり、全て同じスケール, 時間帯で表示している。縦軸は上中段が引張り荷重, 下段は流速である。上段は船前, 中段は船尾の係留索にかかる

荷重のグラフである。どの測定においても、船首から正弦波がきて船首の引張り計に荷重がかかり、その後、陸地での反射波が船後方より船を沖側に押し流すといった挙動を示す。図-3 において上段に見られる二つ目の山は引き波時に測定している値であるので、一波目の引張り力是一つ目の山の値とする。最大値等を表-2 にまとめる。

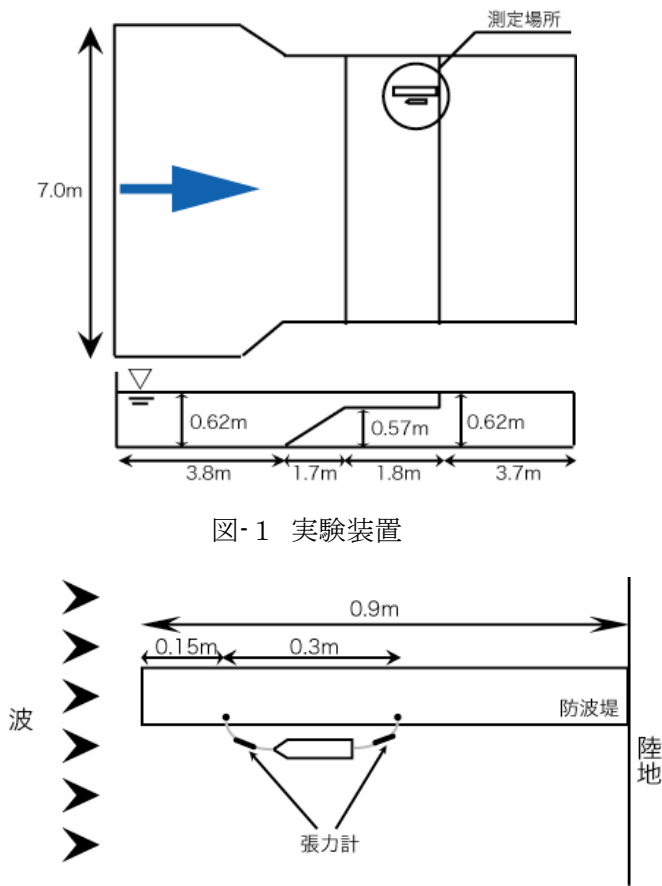


図-1 実験装置

図-2 測定場所詳細

表-1 測定結果とその換算

	物理量	ケース	実験モデル (1/75)		実スケール	
波	防波堤での高さ	(10, 10)	1. 7(cm)		1. 275(m)	
		(10, 15)	2. 2(cm)		1. 65(m)	
		(15, 10)	2. 0(cm)		1. 50(m)	
荷重	最大係留索荷重	(10, 10)	0. 29(N)	0. 38(N)	12. 5t	16. 4t
		(10, 15)	0. 45(N)	0. 45(N)	19. 4t	19. 5t
		(15, 10)	0. 36(N)	0. 28(N)	15. 5t	12. 1t

キーワード：津波, 係留, 防波堤, 漁船

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 Tel0468-41-3810 Fax0468-44-5913

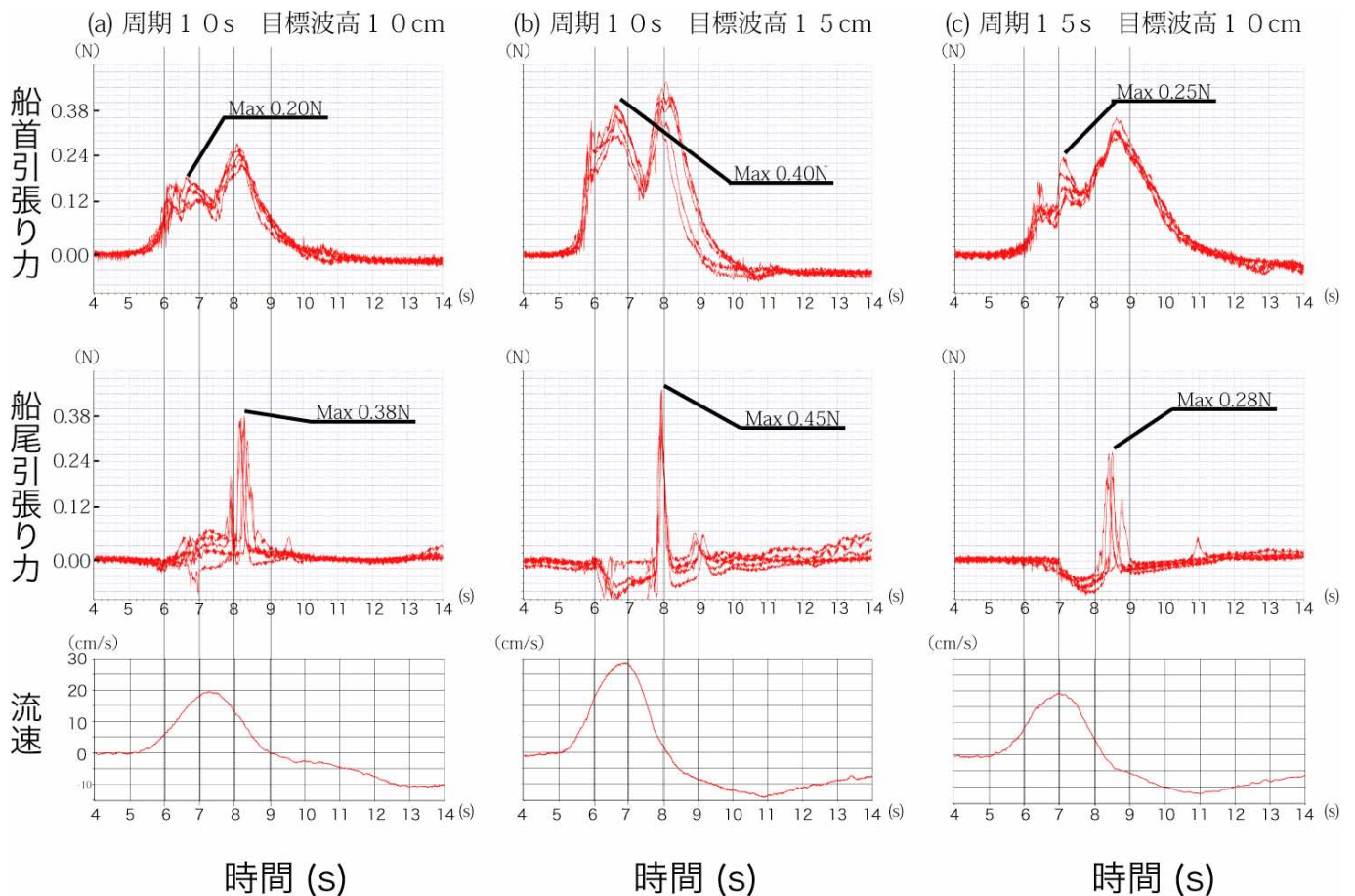


図-3 測定結果

まず(a)と(b)のケースに注目する。条件の違いは波高のみである。このとき図-3より、波高の高い②の方が急速に荷重がかかっていることがわかる。また、絶対値として見た場合も波高が増大(1.3倍)すると張力は1.6倍の値を示している。(a)と(b)のケースを比較する。条件の違いは周期のみである。この時それぞれの流速はほぼ等しい。両者の違いは、最大値である。(c)の場合は(a)の場合の1.2倍の値をとっている。これは、(c)の場合の方が波の立ち上がりが緩やかな分、船がより波のスピートに近づいているためと考えられる。一方で引き波時の引張りに関しては、全体として一波目の船首部分の引張り力に比べて大きい。これは、船の移動距離が大きく影響していると考えられる。つまり船首の引張りは船体の中立状態からの移動によるものであるのに対し、船尾の引張りでは船体が波によって陸側に引っ張った状態からの沖側への移動によるものであるため移動距離が長い。ゆえに運動エネルギーが増し、結果として大きな引張りを生じていると考えられる。

4. まとめ

本研究により、正弦波の周期や波高の差異による係留索への荷重差異は顕著であることがわかった。汎用の係留索はクレモナという商品で、引張り強さ1.29(tf)直径12.5(mm)である。つまり実際は寄合わせたりしているものの、単純計算で今実験の最大荷重である19.5(t)に耐えるにはクレモナを16本以上使う必要があるといえる。このことをふまえ、今後防波堤での漁船係留はどうあるべきか考察していかなければならない。

参考文献

- 1) 港内長周期波影響評価マニュアル：財団法人 沿岸技術研究センター
- 2) Mooring load of a ship single-point moored in a steady current : Marine Structures , T. E. Schellin
- 3) 津波による係留船舶の動揺特性および係留施設への衝突に関する模型実験：海洋開発論文集，第22巻，p535-540