

境港におけるチップ船の動揺に及ぼす要因分析と予測に関する研究

鳥取市 正会員 ○黒目 卓良
鳥取大学工学部 フェロー会員 上田 茂

1. はじめに

境港においては近年昭和南 1,2 号岸壁に大型チップ船の就航後、年に数回チップ船の動揺が生じ荷役障害が起っている。本研究では、境港における 2001 年 11 月～2006 年 3 月の間の荷役障害事例を分析し、船舶動揺を起す要因として、波浪、風、気象データなどに着目してそれらを分析し、40,000～50,000DWT 級の大型船の動揺との関係を考察する。本研究では特に、長周期波成分の有無とその発生条件に着目する。

2. 船体動揺及び荷役障害の事例抽出

大型船の係留中の動揺に関しては、過去、苫小牧港、仙台港などに事例がみられるが、周期数百秒の長周期波成分が影響していることが知られている。長周期波の予測にはカミンズなど高度なシステムがあるが、本研究ではナウファスおよび気象情報をもとに分析する。ナウファスデータは境港および鳥取港も観測点としているが、境港沖には長周期波換算波高データがないので、鳥取港の長周期波換算波高データを用いる。有義波で比較すると鳥取と境の波浪はほぼ同等と考えられるので、鳥取港と境港の沖合いでは長周期波換算波高もほぼ同等であるとする。過去荷役障害は 40,000～50,000DWT のチップ船で発生しているが、これらのサージングの固有周期は約 100 秒と考えられるので、周期 60～300 秒の長周期波換算波高 150mm 以上のときを抽出した。荷役障害の発生時期は主に冬期であるので、2001 年度～2005 年度の 11 月～3 月の 5 ヶ月間を対象とした。その結果各年度で、それぞれ 5,5,3,6,3 回の合計 22 回の出現があった。そのうち 6 例は船舶係留がなかったため、荷役障害があったものは後出の図 - 2 に示す 16 回であった。図 - 1 は一例として、2005 年 1 月 17,21 日(18)の有義波高、有義波周期および日最大長周期波換算波高、天気図を示したものである。このときは 20 日夜～21 日朝の間、境港で係留索 6 本の切断があった。長周期波換算波高と有義波高と有義波周期と風速と波向と風向についても分析した。

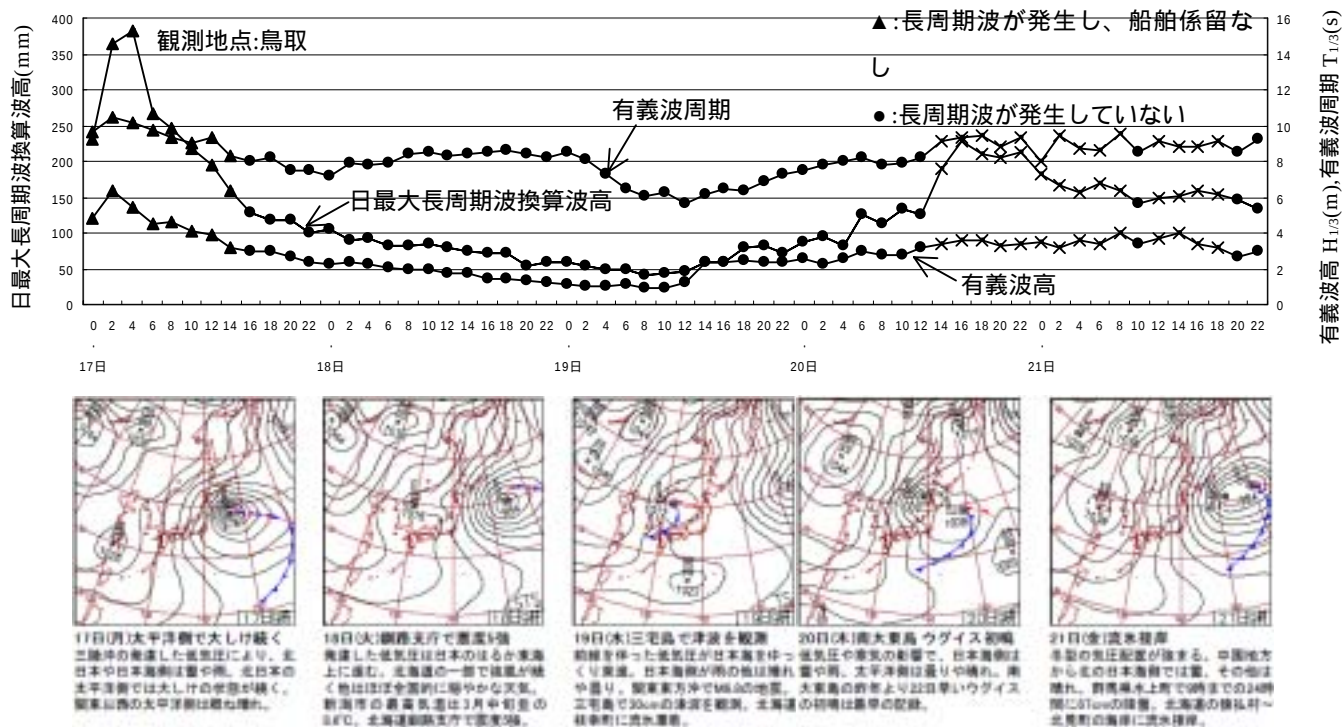


図 - 1 2005 年 1 月 17～21 日の事例

キーワード 係留船舶の動揺, サージング, 荷役障害, 長周期波換算波高, 低気圧

連絡先 〒680-0945 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101 鳥取大学工学部土木工学科 上田茂 TEL 0857-31-5286

3. 船体動揺による荷役障害と長周期波高との関係

図 - 2 は、先の 16 例について長周期波高と荷役障害との関係を示したものである。この図から長周期波換算波高が、250mm 以上のときに船体動揺が生じていることがわかる。なお、(18)の事例では船舶係留時の長周期波換算波高は 229mm であったが、4 日前に 381mm であったのでこの影響もあると考えた。

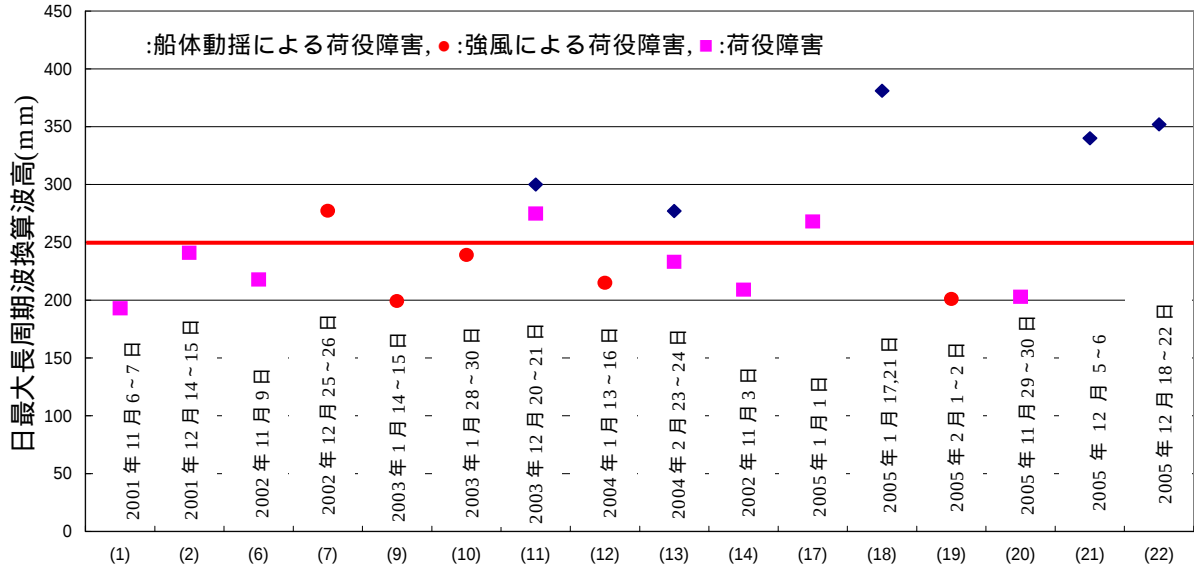


図 - 2 荷役障害の有無と鳥取港の日最大長周期波換算波高(60 ～ 300 秒)の関係

4. 長周期波発生と気象条件との関係およびまとめ

表 - 1 荷役障害があったときの気象海象条件

No.	年 月 日	船舶係留 DWT	荷役障害 の有無	鳥取の日最大 長周期波換算 波高(mm)	鳥取 有義波最大				鳥取 風速最大 (m/s)	境 風速最大 (m/s)	鳥取最多 風向	鳥取最少 風向	境最多 風向	低気圧の状況			
					$H_{1/10}(m)$	$T_{1/10}(s)$	$H_{1/2}(m)$	$T_{1/2}(s)$						天気と気圧配置	位置(9時の天気図で)中心気圧	移動の様子	停泊または発進
(7)	2002年12月25～26日	あり 51,152	強風のため 荷役停止	277	5.8	9.7	0.96	8.9	7.7	5	NNW	NW	WSW	26日北海道上空に寒気が入り、強い 冬型の気圧配置 27日も強い冬型の気圧配置が続く	25日北緯約37°の山陰の日本海上(1010hPa) 26日北緯約50°の日本のカムチャッカ半島の東海上(984hPa) 27日北緯約50°の日本のカムチャッカ半島の東海上(984hPa)	25日山陰の日本海から東進し、26日東北の少し離れた東海上へ移動 27日はカムチャッカ半島の東海上へ移動	25～27日発達
(9)	2003年1月14～15日	あり 51,264	強風のため 荷役停止	199	4.44	8.6	1.09	9.5	8.8	6.5	WNW NNW	N	N	15日北日本から西日本まで寒気が 入り、冬型の気圧配置	14日北緯約52°の日本のカムチャッカ半島の西海上(982hPa) 15日北緯約42°の北海道の東海上(992hPa)と 北緯約39°の東北から少し離れた東海上(990hPa)に二つある	14日から15日にかけてカムチャッカ半島の西海上より 北海道から離れた東海上へ南下し、16日には道が 彼方の東海上へ移動し、東北から少し離れた東海上 に低気圧が発生	停泊も発達も していない
(10)	2003年1月28～30日	あり 35,166	強風のため 荷役停止	239	4.9	10.2	0.65	3.3	10.5	9.2	NNNW	W	W,WSW	29日北日本上空に寒気が入る 30日冬型の気圧配置	28日北緯約43°の北海道の西海上(984hPa) 28日北緯約40°の日本の東海上(974hPa) 30日北緯約43°の北海道から離れた東海上(970hPa)	28日から29日にかけて北海道の西海上より増大の 東海上へ移動、30日には北海道から離れた東海上 へ移動	28日発達 29日停滞して発達
(11)	2003年12月20日	あり 35,166	なし	275	4.98	11.4	0.76	8.9	11.1	5.9	NNW	NNW	NNW	日本海面上空に強い寒気が入り、強い 冬型の気圧配置 強い寒気は日本の東に抜け、冬型の 気圧配置は続く	北緯40°の日本の東海上(992hPa)と東北から離れた東海上 (972hPa)に二つある 北緯44°の北海道の東海上(968hPa)と北緯約55°の カムチャッカ半島の東海上(980hPa)に二つある	一方は20日から21日にかけて東北よりカムチャッカ半 島へ移動、もう一方は同日東北から離れた東海上 より北海道から離れた東海上へ移動	急発達
(12)	2003年12月21日	あり 43,924	強風のため 荷役停止	300	4.5	11.6	1.16	12.5	6	4	N	SE	WSW	21日冬型の気圧配置	13日北緯約42°の東北の西海上(996hPa)と北緯約36° の三陸沖(1000hPa)に二つある(二つ主低気圧) 14日北緯約42°の北海道の東海上(964hPa) 15日北緯約42°の北海道の東海上(968hPa) 16日北緯約42°の北海道から離れた東海上(976hPa)	一方は13日から14日にかけて東北の西海上より北 海道の東海上へ移動し、15日も北海道の東海上で 発達し、16日には北海道から離れた東海上へ移動、も う一方は同日三陸沖より東北から離れた東海上へ 移動	13日発達 14日停滞して発達 15～16日停泊
(13)	2004年2月23日	あり 45,762	なし	233	4.02	11.2	1.01	1.1	9	5.9	N	NNW	WNW	23日冬型の気圧配置	21日北緯約36°の中国大陸の青島(1010hPa) 21日北緯約40°の北朝鮮の東海上(996hPa) 23日北緯約44°の北海道の東海上(968hPa) 24日北緯約48°の北海道から離れた東海上(952hPa) 25日北緯約51°の日本のカムチャッカ半島の東海上(968hPa)	21日から22日にかけて中国大陸の青島より北朝鮮 の東海上へ移動し、23日には北海道の東海上へ移 動、24日には北海道から離れた東海上へ移動し、25 日にはカムチャッカ半島の東海上へ移動	21～23日発達 24～25日停泊
(17)	2005年1月17日	あり 34,021	なし	268	5.61	10.4	1.12	10.2	9.9	5.3	NNW NNE	NNWN ESE	WSW	30日冬型気圧配置に戻り、槽内上空 付近には強い寒気が入る、31日も冬 型気圧配置で、1日は更に強まる、2 日は北日本上空に寒気が入る、	29日北緯約31°の本州の南海上(1000hPa) 30日北緯約40°の東北から離れた東海上(968hPa) 31日北緯約50°の日本の東海上(970hPa)、新たに 31日北緯約32°の本州南岸(1000hPa) 1日北緯約42°の北海道の東海上(982hPa) 2日北緯約53°の日本のカムチャッカ半島の東海上(962hPa)	29日から30日にかけて本州南海上より東北から離れた 東海上へ北進し、31日はカムチャッカ半島の東 海上へ移動、新たに31日から1日にかけて本州南岸 より北海道の東海上へ北進し、2日にはカムチャッ カ半島の東海上へ移動	29～30日発達 31～2日発達
(18)	2005年1月17日	なし	なし	381	6.31	10.5	1.09	8.8	13	7.2	N	NNW NW	NNW JNW	17日冬型の気圧配置	15日北緯約28°の本州から離れた東海上(1000hPa) 16日北緯約35°の関東南部(988hPa) 17日北緯約39°の東北の東海上(970hPa) 18日北緯約40°の日本の東海上(984hPa) 19日北緯約47°の北朝鮮の東海上(1012hPa) 20日北緯約38°の東北の東海上(1000hPa)にある	15日から16日にかけて本州南海上より東北から離れた 東海上へ北進し、17日には北海道の東海上へ移動 18日には日本の東海上から離れた東海上へ移動	15～18日発達
(19)	2005年1月21日	あり 51,264	船体動揺 (係留索切 断)	229	4	8.8	0.69	8.4	7.3	5.8	N	NNW	N	20日は日本海側上空に寒気が入る 21日は冬型の気圧配置で西日本か ら移る	20日北緯約42°の北海道の東海上(984hPa)と北緯 約42°の北海道の東海上(984hPa)に二つある 21日北緯約42°の北海道の東海上(984hPa) 22日北緯約48°の北海道の東海上(952hPa)	一方は18日から19日にかけて北朝鮮の東海上より 東北の東海上へ移動し、21日は北海道の東海上 へ移動、もう一方は20日から21日にかけて北海道 の東海上より北海道の東海上へ移動し、22日は北海 道の東海上へ移動	19～22日発達
(19)	2005年2月1日	あり 51,152	強風のため 荷役停止	201	4.5	8.4	0.75	11.3	9	7.6	NNW	WSW	W	31日は強い冬型の気圧配置 1日は日本列島上空に寒気が入る	31日北緯約38°の東北から少し離れた東海上(984hPa)と 北緯約44°の北海道の西海上(980hPa)と北緯約50° の日本の東海上(980hPa)と北緯約43°の北海道から 離れた東海上(984hPa)に四つある	31日から1日にかけて北海道の北海上より東北から 少し離れた東海上へ移動し、北海道の東海上と韓 国の東海上と北海道から離れた東海上に低気圧が 発生	31日発達
(21)	2005年2月2日	あり 49,923	なし	244	5.29	9.7	0.55	8.2	7.3	5.9	N	WSW	WSW	2日は寒気が引き続き流入 3日は上層の寒気が弱まり、冬型気 圧配置は西から移る	2日北緯約41°の北海道から離れた東海上(968hPa)と 北緯約50°の日本のカムチャッカ半島の南岸(980hPa)に二つ ある	一方は21日から22日にかけて東北から少し離れた東 海上より北海道から離れた東海上へ移動、もう片 方は同日北海道の西海上よりカムチャッカ半島の南 岸へ移動	2日発達
(21)	2005年12月5～6日	あり 49,923	船体動揺 (係留索切 断)	340	5.55	9.8	0.66	10.3	10.5	9.2	N	WSE	W,WSW	5日強い冬型気圧配置で、寒気が入 る 6日引き続き寒気が西日本中心に流 れ込む	4日北緯約37°の山陰の日本海上(1004hPa)と北緯約 30°の日本の南海上(1000hPa)に二つある 5日二つ主低気圧で、北緯約39°の北陸の海上 (996hPa)と北緯約37°の三陸沖(980hPa)にある 6日北緯約40°の道が東海上(1004hPa)と北緯約35°の関 東の東海上(984hPa)に二つある 7日北緯約53°の日本の列島の東海上(1008hPa)	一方は4日から5日にかけて山陰の日本海上より北 陸の海上へ東北東進し、6日関東の南海上まで移動 し、7日日本列島の道が東海上へ移動、もう一方は 同日日本の南海上より三陸沖へ東北東進し、6日 北海道の道が東海上へ移動	4～5日発達
(22)	2005年12月18日	なし	なし	270	5.46	10.2	0.83	8.6	9.7	6.6	NNW	W	W	18日北日本から東日本の上空に寒 気が入り、冬型の気圧配置が強まる	18日北緯約46°の北海道の北海上(998hPa)と北緯約 43°の北海道の東海上(990hPa)に二つある	一方は18日から19日にかけて北海道の北海上より 道が東海上へ移動、もう一方は同日北海道の東 海上より北海道から離れた東海上へ移動し、20日 は北海道の道が東海上へ移動	18日停滞して発達
(22)	2005年12月19～20日	あり 46,882	船体動揺 (係留索切 断)	218	4	8.5	0.89	11.7	7.3	5.1	N	SE	W,WSW	20日上空の強い寒気は東に抜け、 本付近の冬型気圧配置は西から移 る	19日北緯約45°の北海道の東海上(972hPa) 20日北緯約45°の北海道の東海上(972hPa)	一方は18日から19日にかけて北海道の北海上より 道が東海上へ移動、もう一方は同日日本海側より 東北の東海上へ移動し、23日は北海道の道が東海 上へ移動	19～20日発達
(22)	2005年12月21～22日	あり 21,624	なし	352	5.62	10.8	0.74	8.9	10.4	7.1	NNE	NNW	WSE	21日北緯約38°の日本の南海上(1000hPa)と北緯約44°の 北海道の西海上(1000hPa)に二つある 22日北緯約38°の東北の東海上(970hPa) 23日北緯約44°の北海道の道が東海上(952hPa)	21日は21日から22日にかけて北海道の西海上から 道が東海上へ移動、もう一方は同日日本海側より 東北の東海上へ移動し、23日は北海道の道が東海 上へ移動	22～23日発達	

図 - 2 に示した長周期波発生事例について気象海象条件をとりまとめ表 - 1 に示す。これから以下のことがわかる。

- 1) 境港で船体動揺が発生しているときには、鳥取の日最大長周期波換算波高は概ね 250mm 以上であることがわかった。
- 2) 二つ玉低気圧の場合(日本海側と太平洋側に低気圧がある)および寒気が強く低気圧が北緯 40 ° 付近を西から東に移動し、停滞または強い冬型の気圧配置であるとき。また、北海道や東北の東海上で低気圧が発達する場合に多い。