

国海環第 3 号の 1
国海運第 9 号の 1
国海安第 26 号の 1
国海査第 60 号の 1
平成 23 年 4 月 28 日

(社)日本旅客船協会会長 }
日本内航海運組合総連合会会長 } 殿
(社)日本外航客船協会会長 }

国土交通省海事局
安全・環境政策課長
坂下 広朗
運航労務課長
山本 博之
安全基準課長
久保田 秀夫
検査測度課長
秋 田 務

フェリー・RORO 船の安全対策について

平成 21 年 11 月、熊野灘を航行中の大型フェリー(全長:167m、総トン数:7,910トン)が、航行中に大傾斜し、その後、三重県御浜町沖に座礁する事故が発生しました。

同事故を受け、国土交通省海事局では、有識者による「フェリー大傾斜事故防止対策検討委員会」を設置して事故再発防止対策の検討を行ってきました。

本年 3 月に開催された同委員会の第 5 回会合において、「フェリー大傾斜事故の再発防止対策について」が取りまとめられました。同取りまとめでは、再発防止対策案として、①大傾斜防止のための操船、と②貨物の移動防止のための固縛等、の 2 点が掲げられています。

今般、同取りまとめに沿って、フェリー・RORO 船を対象とした安全対策を別添の通り取りまとめましたので通知します。貴会傘下のフェリー・RORO 船の運航事業者に対して別添文書を周知頂き、事業者において所要の周知・改善等の対策を実施するよう指示させていただきますようお願いします。

なお、本文書の写しを各地方運輸局等にも配布していますので申し添えますとともに、本文書に関連して不明な点等がありましたら、管轄の各地方運輸局等にお問い合わせいただきますようお願いします。

以上

(別添)

フェリー・RORO船の安全対策について

【実施事項一覧】

フェリー・RORO 船の安全対策として、以下の事項を実施することが必要と考えています。下記の実施要領を確認の上で、該当する事項を実施してください。

なお、事業者別の該当する安全対策項目については、別紙 1 をご参照ください。

1. 操船による大傾斜回避のための方策

- (1) 安全な運航に関する注意喚起
- (2) 大傾斜事例の報告

2. 船体傾斜による貨物の移動防止のための方策

- (1) 車輻甲板に積載するコンテナの固縛装置の設置義務化
- (2) ガイドラインに基づく貨物の固縛方法等の改善
 - ① 外洋を航行するフェリー・RORO 船
 - ② 車輻甲板にコンテナを直積みする船舶 (①に該当するものを除く)
- (3) 安全管理規程の改正、貨物固縛マニュアルの作成

【実施要領】

1. 操船による大傾斜回避のための方策

(1) 安全な運航に関する注意喚起

フェリー・RORO 船の運航における船体大傾斜を防止するためには、適切な航海計画を立案し、航行海域の気象・海象状況に応じた操船を行うことが必要です。

このため、フェリー・RORO 船の運航の際に追い波中であって危険な状況に該当する場合には、減速や針路の変更によって安全な操船に努めるよう注意喚起をしたところです(「フェリー・RORO 船の操船について(注意喚起)」(平成 22 年 4 月、国海環第 1 号国海運第 2 号):別紙 2)。

今般、運輸安全委員会の事故調査報告書において、同委員会の所見として、「追い波状態で航行する場合の危険性について(中略)同危険性の周知徹底を図ることが望ましい」との指摘がなされたことを受け、同危険性の周知徹底を図るため、再度注意喚起を行います。フェリー・RORO 船の運航に携わる関係者に、別紙 2 を用いて再度周知を図ってください。

(2) 大傾斜事例の報告

大傾斜事故防止対策の更なる向上を図るためには、フェリー・RORO 船における大傾斜事例の発生状況を継続的に収集するとともに、適切な形でフィードバックを図っていくことが必要と考えられます。ついては、フェリー・RORO 船の運航において大傾斜事例が発生した場合、別紙 3 の要領に従って速やかに各地方運輸局等に報告を行うようお願いします。

なお、対象とする大傾斜事例は、大傾斜に伴って固縛装置や貨物の損傷が発生したもの

に限らず、フェリー・RORO 船の運航中に大傾斜が発生した事例すべてを対象としますので、これらの事象が発生した際には、各地方運輸局等の運航労務監理官に報告を行ってください。

2. 船体傾斜による貨物の移動防止のための方策

(1) 車輻甲板に積載するコンテナの固縛装置の設置義務化

今般の事故再発防止対策の一環として、船舶検査心得を改正し、車輻甲板に積載するコンテナを甲板に固縛する装置を備えることを義務づけることとしています。(船舶検査心得の改正の内容は別紙 4 を参照)

このため、今後、車輻甲板にコンテナを直積みする船舶を新規に建造する場合は、車輻甲板にコンテナを固縛する設備を設けるとともに、船舶の設計段階において固縛設備の設置位置・強度等について、各地方運輸局等の船舶検査官の承認を得てください。

また、現存の船舶については、2. (2)のガイドラインに従い、固縛方法の改善を実施してください。なお、固縛方法の改善のために、船舶に固定して用いる設備を新設する場合には、臨時検査事由に該当しますので改造後に臨時検査を受検してください。(改造を行わない場合は、臨時検査を受検する必要はありません。)

(2) ガイドラインに基づく貨物の固縛方法等の改善

① 外洋を航行するフェリー・RORO 船

[対象事業者]

- ・ 外航航路又は 300km 以上の内航航路を運航しているフェリー・RORO 船の運航事業者 (瀬戸内海のみを運航している事業者を除く)

[実施事項]

- ・ 「外洋を航行するフェリー・RORO 船の貨物固縛方法について(ガイドライン)」(別紙 5)に基づき、平成 23 年 9 月 30 日までに、ガイドラインを踏まえた貨物固縛の強度評価の実施と、評価結果を踏まえた固縛方法の改善・マニュアルの整備を行ってください。また、各地方運輸局等の運航労務監理官に対して、評価結果と固縛マニュアルの提出を行ってください。(変更を行わない場合は、評価結果の提出と変更を行わない旨の報告を行ってください。)
- ・ 船舶の改造を伴うために 9 月 30 日までに実施することが困難な場合は、9 月 30 日までに経過と完了見通しの報告を各地方運輸局等の運航労務監理官に行ってください。
- ・ なお、ガイドライン中の強度評価作業の簡略化のため、「貨物に加わる外力の算定ツール」(Excel ファイル)を作成・添付しています。表中の個船ごとのデータ項目(貨物位置、GM、固縛の本数など)を入力すると、固縛装置 1 本あたりに加わる張力が求められますので、こちらも活用して強度評価を行ってください。

② 車輻甲板にコンテナを直積みする船舶 (①に該当するものを除く)

[対象事業者]

- ・ 車輻甲板へのコンテナ直積みを行っている船舶を運航しており、①の対象となっていない事業者

[実施事項]

- ・ 「フェリー・RORO 船の車輛甲板へのコンテナ直積み輸送における固縛方法について(ガイドライン)」(別紙 6)に基づき、平成 23 年 9 月 30 日までに、ガイドラインを踏まえた固縛方法の改善・マニュアルの整備を行ってください。また、各地方運輸局等の運航労務監理官に対して、評価結果と固縛マニュアルの提出を行ってください。(変更を行わない場合は、評価結果の提出と変更を行わない旨の報告を行ってください。)

(3) 安全管理規程の改正、貨物固縛マニュアルの作成 (別通達にて指示)

[対象事業者]

- ・ RORO 船を運航している内航海運業者

[実施事項]

- ・ RORO 船を運航している内航海運業者は、「内航海運業法に基づく安全管理規程の見直しについて」(平成 23 年 4 月 28 日国海運第 10 号)に基づき、安全管理規程の改正等を行うことが必要となります。同通達を踏まえて所要の手続き等を実施してください。

3. 問い合わせ先

内容に疑義が生じるなど、何か疑問点や支障などがありましたら、下記の連絡先までお問い合わせいただきますようお願いいたします。

【連絡先】

○海事局安全環境政策課

担当:大西 (代表:03-5253-8111(内線 43533)、直通:03-5253-8631)

e-mail: oonishi-y248@mlit.go.jp

以上

フェリー・RORO 船の安全対策の関連表（事業者別、貨物の積載状況別）

			操船	車両・シャーシを積載			コンテナを積載			各事業者で 実施する項目
				安全管理規 程の改訂	マニュアルの 評価・検証	固縛装置の 強度基準	安全管理規 程の改訂	マニュアルの 評価・検証	固縛装置の 強度基準	
事業者の 区分	フェリー	外航	■ 1.	○	■ 2.(2)①	○	○	■ 2.(2)①	■ 2.(1)	1. [2.(1)]、(2)①
		外洋	■ 1.	○	■ 2.(2)①	○	○	■ 2.(2)①	■ 2.(1)	1. [2.(1)]、(2)①
		その他	■ 1.	○	-	○	○	■ 2.(2)②	■ 2.(1)	1. [2.(1)、(2)②]
	RORO	外航	■ 1.	(○)	■ 2.(2)①	○	(○)	■ 2.(2)①	■ 2.(1)	1. [2.(1)]、(2)①
		外洋	■ 1.	■ 2.(3)	■ 2.(2)①、(3)	○	■ 2.(3)	■ 2.(2)①、(3)	■ 2.(1)	1. [2.(1)]、(2)①、(3)
		その他	■ 1.	■ 2.(3)	■ 2.(3)	○	■ 2.(3)	■ 2.(2)②、(3)	■ 2.(1)	1. [2.(1)、(2)②]、(3)

○：従来から措置済み

■：新規に措置

(○)：SOLAS 条約に基づく ISM コードにより実質的に担保済み

[]：コンテナを積載する場合のみ実施

(別紙2)

国海環第1号
国海運第2号
平成22年4月6日

(社)日本旅客船協会会長
日本内航海運組合総連合会会長
(社)日本船主協会会長
(社)日本外航客船協会会長 } 殿

国土交通省海事局
安全・環境政策課長
坂下 広朗
運航労務課長
西村 典明

フェリー、RORO 船の操船について
(注意喚起)

昨年11月、熊野灘を航行中の大型フェリー(全長:167m、総トン数:7,910トン)が、航行中に大傾斜し、その後、三重県御浜町沖に座礁する事故が発生しました。

この事故の調査を実施している運輸安全委員会から本年3月24日に進捗状況報告(参考資料参照)が公表されました。同報告では、復原性の低下する追い波中の航行により傾斜が発生し、この傾斜で生じた荷崩れにより40度程度の大傾斜となった可能性があるとの推定がなされています。

追い波中での復原性の低下はよく知られた現象で、国際海事機関(IMO)から出されている「荒天中の操船ガイドライン」(以下、「IMOガイドライン」という。)にもその危険性と操船上の注意事項が示されています。今般、同種の事故の再発防止の観点から、IMOガイドラインに示されている追い波中での危険性と操船上の注意事項の要点を別添のとおり取りまとめましたので、傘下のフェリー事業者及びフェリーと同様の運航形態にあるRORO船の事業者に対し、注意喚起を実施していただきますようお願いいたします。

なお、運輸安全委員会の進捗状況報告により事故原因に関する一定の情報が明らかとなってきていることから、海事局では有識者による委員会を設置して事故再発防止対策の検討を行う予定としておりますので、念のため申し添えます。

追い波中での操船について（注意喚起）

平成 21 年 11 月、三重県熊野灘沖を航行中の大型フェリー（全長：167m、総トン数：7,910 トン）が航行中に大傾斜し、その後海岸に座礁する事故が発生しました。この事故の調査を実施している運輸安全委員会から本年 3 月 24 日に進捗状況報告が公表されました。同報告では、復原性の低下する追い波中の航行で傾斜が発生し、この傾斜で生じた荷崩れにより 40 度程度の大傾斜となった可能性があるとの推定がなされています。

追い波中での復原性の低下は良く知られた現象で、国際海事機関（IMO）から出されている「荒天中の操船ガイドライン」（以下、「IMO ガイドライン」という。）にもその危険性と操船上の注意事項が示されています。今般、同種の事故の再発防止の観点から、IMO ガイドラインに示されている追い波中での危険性と操船上の注意事項の要点を取りまとめました。同様の事故を防止するため、フェリー、RORO 船を運航している皆様は、以下の点に注意して運航するよう努めてください。

追い波航行中の危険性

船体が波頂に乗った状態では、水中にある船体形状の変化によって復原性が低下します。追い波状態では、船体が波頂に乗る時間が長くなるので危険性が大きくなります。波長が船の長さの 0.6 倍から 2.3 倍の状態では特に注意が必要で、波高が高くなるほど復原性の低下が著しくな

ります。

また、追い波中の航行では、復原性の低下により横揺周期が長くなり、波周期と横揺れ周期が一致した場合には横揺れが増幅される同調横揺れが発生する危険性があります。また、波周期と復原性の変化によって大きな横揺れが生じるパラメトリック横揺れの危険性もあります。

追い波中の危険性を回避するための操船上の注意事項

波長の長い大きな波を後ろから受ける状況下で、波周期と船速がある一定の関係になると、船が波の影響を非常に強く受け、「危険な状態」になることがあります。特に、比較的船速が大きいフェリーや RORO 船では、周期の長い追い波の影響を強く受けることがあります。

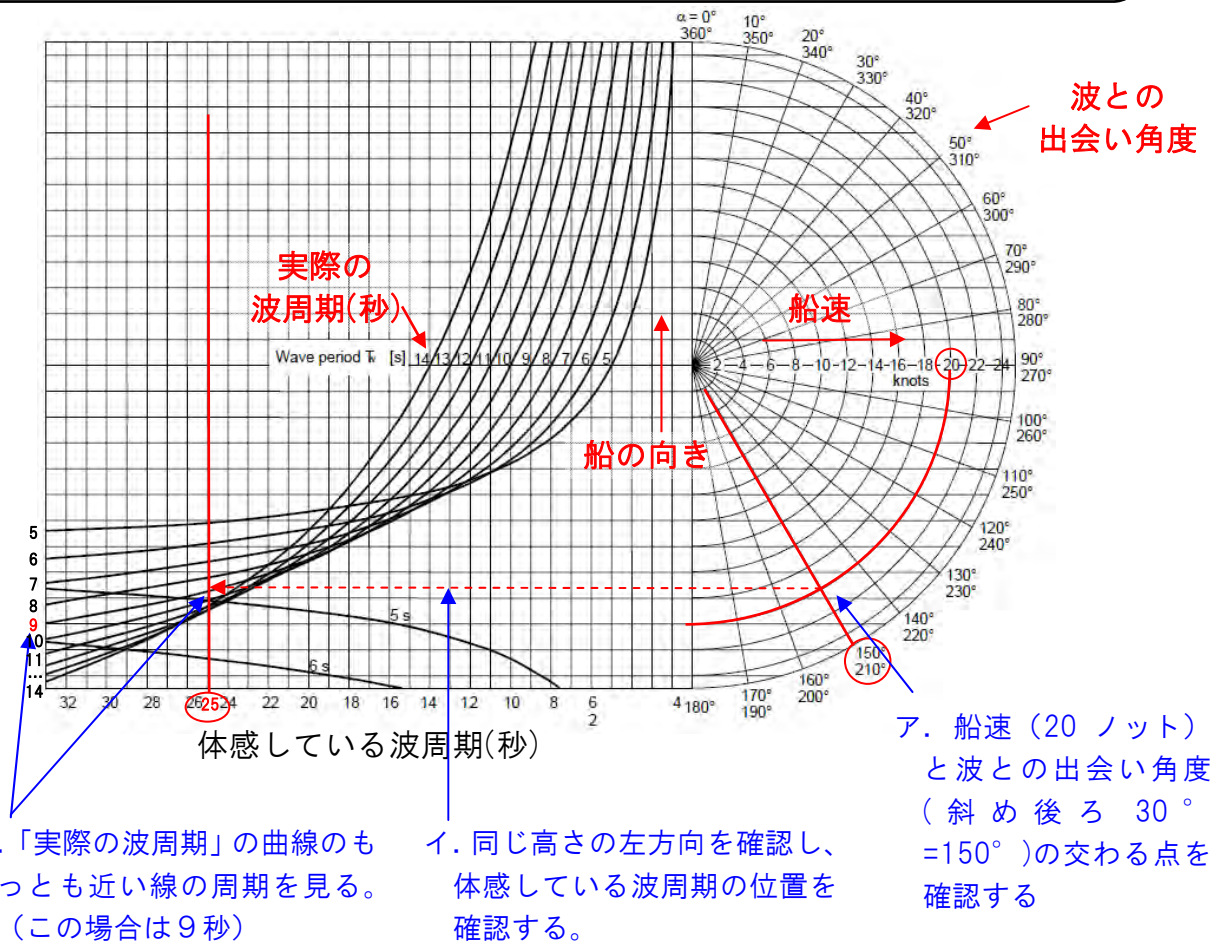
このため、特に体感周期の長い追い波中を航行しているときは、以下の①、②、③の方法で、自船の状態が「危険な状態」に入っていないか確認し、「危険な状態」となっている場合は**減速するなどの方法**で「危険な状態」を回避することが重要です。

① 船上で体感している波周期から実際の波周期、波長を求める。

船が自ら移動している影響で、船上で体感している波周期と、海面での実際の波周期は異なってきます。以下のグラフを用いれば、体感している波周期と波との出会い角度、船速から、海面での実際の波周期と波長を求めることができます。

例：船速 20 ノット、体感周期 25 秒で、波を斜め後ろ 30° 方向から受けている場合

⇒ 以下のア～ウの手順で、実際の波周期は約 9 秒とわかる。



実際の波周期がわかったら、以下の式を用いて、波長を求めます。

$$\text{波長 (m)} = 1.56 \times \text{波周期の二乗}$$

上記の例の場合、波長は $1.56 \times 81 = 126\text{m}$ となります。

② 波長と波高から「波長の長い大きな波」を受けている状態かを確認する。

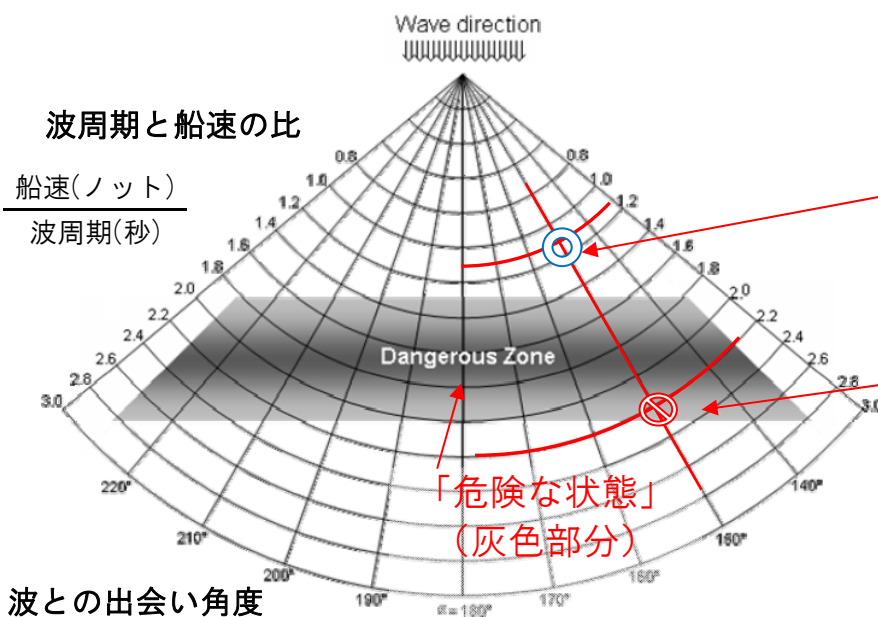
「波長が船の長さ (L_{pp} : 垂線間長) の 0.6 倍以上」で「波高 (有義波高) が船の長さ (L_{pp} : 垂線間長) の 0.04 倍以上」となっている場

合には、「波長の長い大きな波」を受けている状態となっていますので、
③に進みます。

例：Lpp120m、観測される有義波高5m
 ⇒ $0.6 \times 120 = 72\text{m} \leq 126\text{m}$ 、 $0.04 \times 120 = 4.8\text{m} \leq 5\text{m}$ で「波長の長い大きな波」を受けている状態となっています。

③ 波周期と船速、波との出会い角度から「危険な状態」に入っていないか確認する。

体感している波周期から実際の波周期がわかったら、実際の波周期と船速から、自船が「危険な状態」に入っていないか確認することができます。



例1：船速 10 ノット、左斜め後ろ 30 度から周期 9 秒の追い波を受けている場合
 ⇒ 波周期と船速の比が 1.11 となり、危険領域を回避している

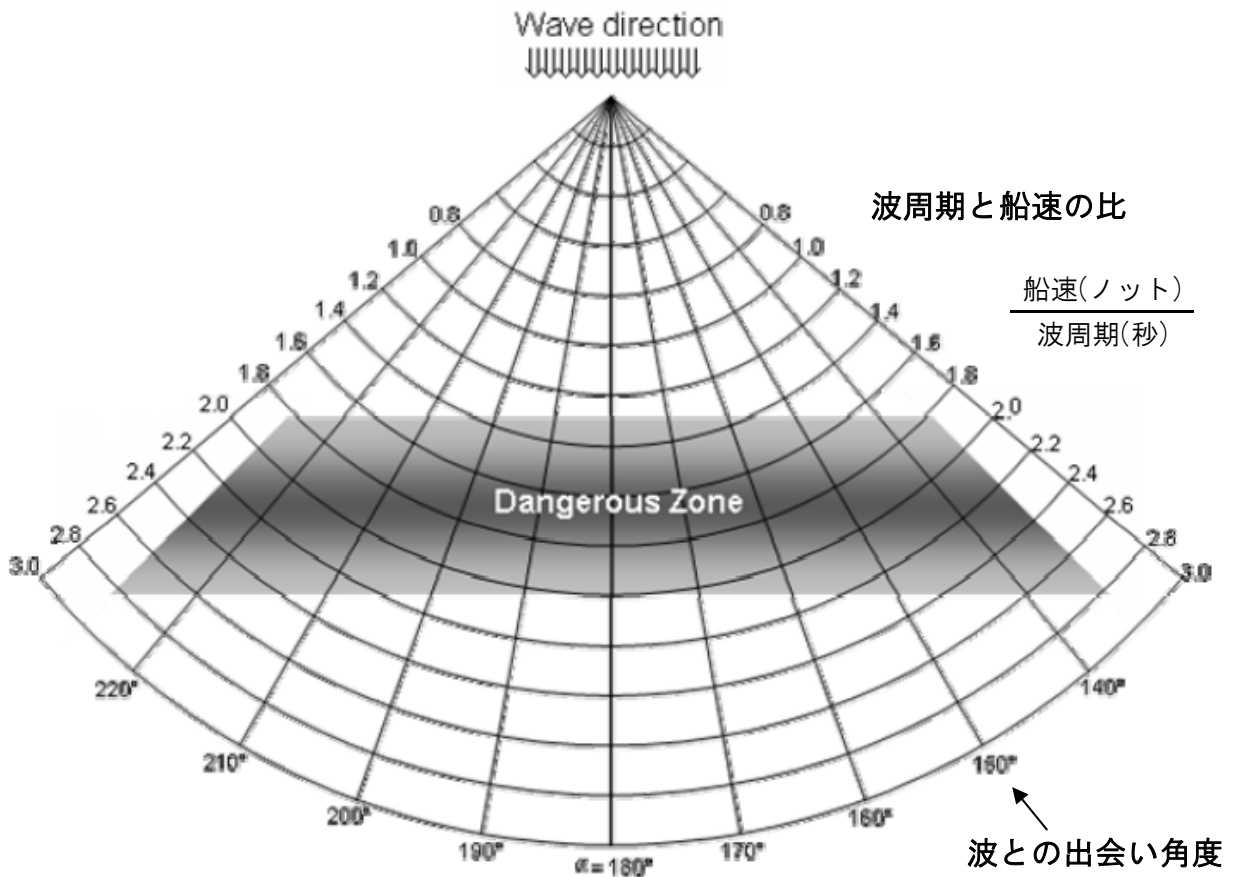
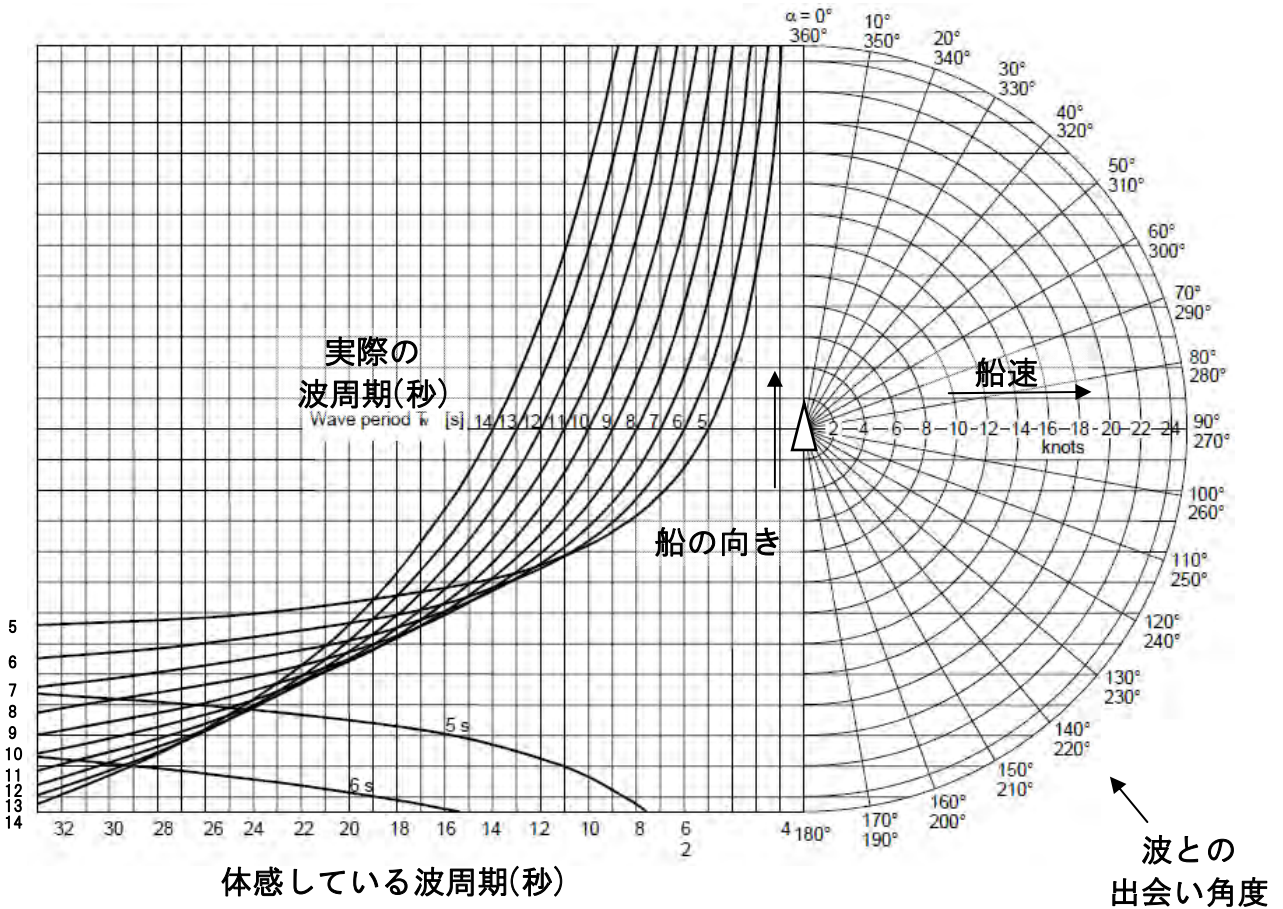
例2：船速 20 ノット、左斜め後ろ 30 度から周期 9 秒の追い波を受けている場合
 ⇒ 波周期と船速の比が 2.22 となり、危険領域に入っている

回避の方法

航行中に、上の「危険な状態」に該当するような波周期・波との出会い角度の波を受けている場合は、**減速する・針路を変えるなどの方法**で、「危険な状態」を回避することが重要です。

また、自動操舵（オートパイロット）で航行している場合は、手動操舵に切り替えて、船首揺れ（ヨーイング）に注意して船体が波間に入らないように船首を立てて操舵することも有効です。

追い波航行中の「危険な状態」を確認するためのグラフ





Ref. T1/2.04

MSC.1/Circ.1228
11 January 2007

**REVISED GUIDANCE TO THE MASTER FOR AVOIDING DANGEROUS
SITUATIONS IN ADVERSE WEATHER AND SEA CONDITIONS**

1 The Maritime Safety Committee, at its eighty-second session (29 November to 8 December 2006), approved the Revised Guidance to the master for avoiding dangerous situations in adverse weather and sea conditions, set out in the annex, with a view to providing masters with a basis for decision making on ship handling in adverse weather and sea conditions, thus assisting them to avoid dangerous phenomena that they may encounter in such circumstances.

2 Member Governments are invited to bring the annexed Revised Guidance to the attention of interested parties as they deem appropriate.

3 This Revised Guidance supersedes the Guidance to the master for avoiding dangerous situations in following and quartering seas (MSC/Circ.707).

ANNEX

**REVISED GUIDANCE TO THE MASTER FOR AVOIDING DANGEROUS
SITUATIONS IN ADVERSE WEATHER AND SEA CONDITIONS**

1 GENERAL

1.1 Adverse weather conditions, for the purpose of the following guidelines, include wind induced waves or heavy swell. Some combinations of wave length and wave height under certain operation conditions may lead to dangerous situations for ships complying with the IS Code. However, description of adverse weather conditions below shall not preclude a ship master from taking reasonable action in less severe conditions if it appears necessary.

1.2 When sailing in adverse weather conditions, a ship is likely to encounter various kinds of dangerous phenomena, which may lead to capsizing or severe roll motions causing damage to cargo, equipment and persons on board. The sensitivity of a ship to dangerous phenomena will depend on the actual stability parameters, hull geometry, ship size and ship speed. This implies that the vulnerability to dangerous responses, including capsizing, and its probability of occurrence in a particular sea state may differ for each ship.

1.3 On ships which are equipped with an on-board computer for stability evaluations, and which use specially developed software which takes into account the main particulars, actual stability and dynamic characteristics of the individual ship in the real voyage conditions, such software should be approved by the Administration. Results derived from such calculations should only be regarded as a supporting tool during the decision making process.

1.4 Waves should be observed regularly. In particular, the wave period T_w should be measured by means of a stop watch as the time span between the generation of a foam patch by a breaking wave and its reappearance after passing the wave trough. The wave length λ is determined either by visual observation in comparison with the ship length or by reading the mean distance between successive wave crests on the radar images of waves.

1.5 The wave period and the wave length λ are related as follows:

$$\lambda = 1.56 \cdot T_w^2 \text{ [m]} \text{ or } T_w = 0.8\sqrt{\lambda} \text{ [s]}$$

1.6 The period of encounter T_E could be either measured as the period of pitching by using stop watch or calculated by the formula:

$$T_E = \frac{3T_w^2}{3T_w + V\cos(\alpha)} \text{ [s]}$$

where V = ship's speed [knots]; and

α = angle between keel direction and wave direction ($\alpha = 0^\circ$ means head sea)

1.7 The diagram in figure 1 may as well be used for the determination of the period of encounter.

1.8 The height of significant waves should also be estimated.

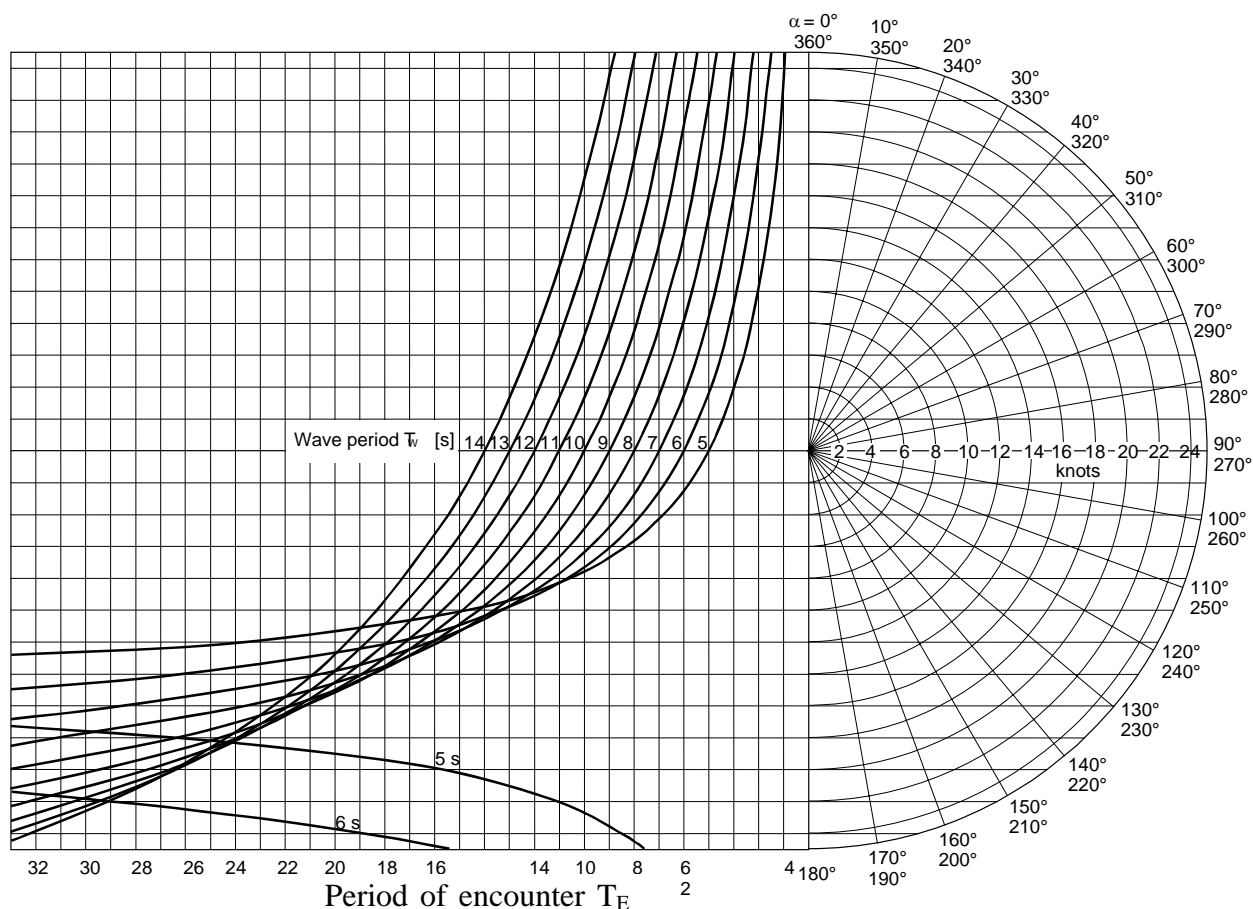


Figure 1: Determination of the period of encounter T_E

2 CAUTIONS

2.1 It should be noted that this guidance to the master has been designed to accommodate for all types of merchant ships. Therefore, being of a general nature, the guidance may be too restrictive for certain ships with more favourable dynamic properties, or too generous for certain other ships. A ship could be unsafe even outside the dangerous zones defined in this guidance if the stability of the ship is insufficient. Masters are requested to use this guidance with fair observation of the particular features of the ship and her behaviour in heavy weather.

2.2 It should further be noted that this guidance is restricted to hazards in adverse weather conditions that may cause capsizing of the vessel or heavy rolling with a risk of damage. Other hazards and risks in adverse weather conditions, like damage through slamming, longitudinal or torsional stresses, special effects of waves in shallow water or current, risk of collision or stranding, are not addressed in this guidance and must be additionally considered when deciding on an appropriate course and speed in adverse weather conditions.

2.3 The master should ascertain that his ship complies with the stability criteria specified in the IS Code or an equivalent thereto. Appropriate measures should be taken to assure the ship's watertight integrity. Securing of cargo and equipment should be re-checked. The ship's natural period of roll T_R should be estimated by observing roll motions in calm sea.

3 DANGEROUS PHENOMENA

3.1 Phenomena occurring in following and quartering seas

A ship sailing in following or stern quartering seas encounters the waves with a longer period than in beam, head or bow waves, and principal dangers caused in such situation are as follows:

3.1.1 Surf-riding and broaching-to

When a ship is situated on the steep forefront of a high wave in following or quartering sea conditions, the ship can be accelerated to ride on the wave. This is known as surf-riding. In this situation the so-called broaching-to phenomenon may occur, which endangers the ship to capsizing as a result of a sudden change of the ship's heading and unexpected large heeling.

3.1.2 Reduction of intact stability when riding a wave crest amidships

When a ship is riding on the wave crest, the intact stability can be decreased substantially according to changes of the submerged hull form. This stability reduction may become critical for wave lengths within the range of 0.6 L up to 2.3 L, where L is the ship's length in metres. Within this range the amount of stability reduction is nearly proportional to the wave height. This situation is particularly dangerous in following and quartering seas, because the duration of riding on the wave crest, which corresponds to the time interval of reduced stability, becomes longer.

3.2 Synchronous rolling motion

Large rolling motions may be excited when the natural rolling period of a ship coincides with the encounter wave period. In case of navigation in following and quartering seas this may happen when the transverse stability of the ship is marginal and therefore the natural roll period becomes longer.

3.3 Parametric roll motions

3.3.1 Parametric roll motions with large and dangerous roll amplitudes in waves are due to the variation of stability between the position on the wave crest and the position in the wave trough. Parametric rolling may occur in two different situations:

- .1 The stability varies with an encounter period T_E that is about equal to the roll period T_R of the ship (encounter ratio 1:1). The stability attains a minimum once during each roll period. This situation is characterized by asymmetric rolling, i.e. the amplitude with the wave crest amidships is much greater than the amplitude to the other side. Due to the tendency of retarded up-righting from the large amplitude, the roll period T_R may adapt to the encounter period to a certain extent, so that this kind of parametric rolling may occur with a wide bandwidth of encounter periods. In quartering seas a transition to harmonic resonance may become noticeable.
- .2 The stability varies with an encounter period T_E that is approximately equal to half the roll period T_R of the ship (encounter ratio 1:0.5). The stability attains a minimum twice during each roll period. In following or quartering seas, where the encounter period becomes larger than the wave period, this may only occur

with very large roll periods T_R , indicating a marginal intact stability. The result is symmetric rolling with large amplitudes, again with the tendency of adapting the ship response to the period of encounter due to reduction of stability on the wave crest. Parametric rolling with encounter ratio 1:0.5 may also occur in head and bow seas.

3.3.2 Other than in following or quartering seas, where the variation of stability is solely effected by the waves passing along the vessel, the frequently heavy heaving and/or pitching in head or bow seas may contribute to the magnitude of the stability variation, in particular due to the periodical immersion and emersion of the flared stern frames and bow flare of modern ships. This may lead to severe parametric roll motions even with small wave induced stability variations.

3.3.3 The ship's pitching and heaving periods usually equals the encounter period with the waves. How much the pitching motion contributes to the parametric roll motion depends on the timing (coupling) between the pitching and rolling motion.

3.4 Combination of various dangerous phenomena

The dynamic behaviour of a ship in following and quartering seas is very complex. Ship motion is three-dimensional and various detrimental factors or dangerous phenomena like additional heeling moments due to deck-edge submerging, water shipping and trapping on deck or cargo shift due to large roll motions may occur in combination with the above mentioned phenomena, simultaneously or consecutively. This may create extremely dangerous combinations, which may cause ship capsize.

4 OPERATIONAL GUIDANCE

The shipmaster is recommended to take the following procedures of ship handling to avoid the dangerous situations when navigating in severe weather conditions.

4.1 Ship condition

This guidance is applicable to all types of conventional ships navigating in rough seas, provided the stability criteria specified in resolution A.749(18), as amended by resolution MSC.75(69), are satisfied.

4.2 How to avoid dangerous conditions

4.2.1 For surf-riding and broaching-to

Surf-riding and broaching-to may occur when the angle of encounter is in the range $135^\circ < \alpha < 225^\circ$ and the ship speed is higher than $(1.8\sqrt{L})/\cos(180 - \alpha)$ (knots). To avoid surf riding, and possible broaching the ship speed, the course or both should be taken outside the dangerous region reported in figure 2.

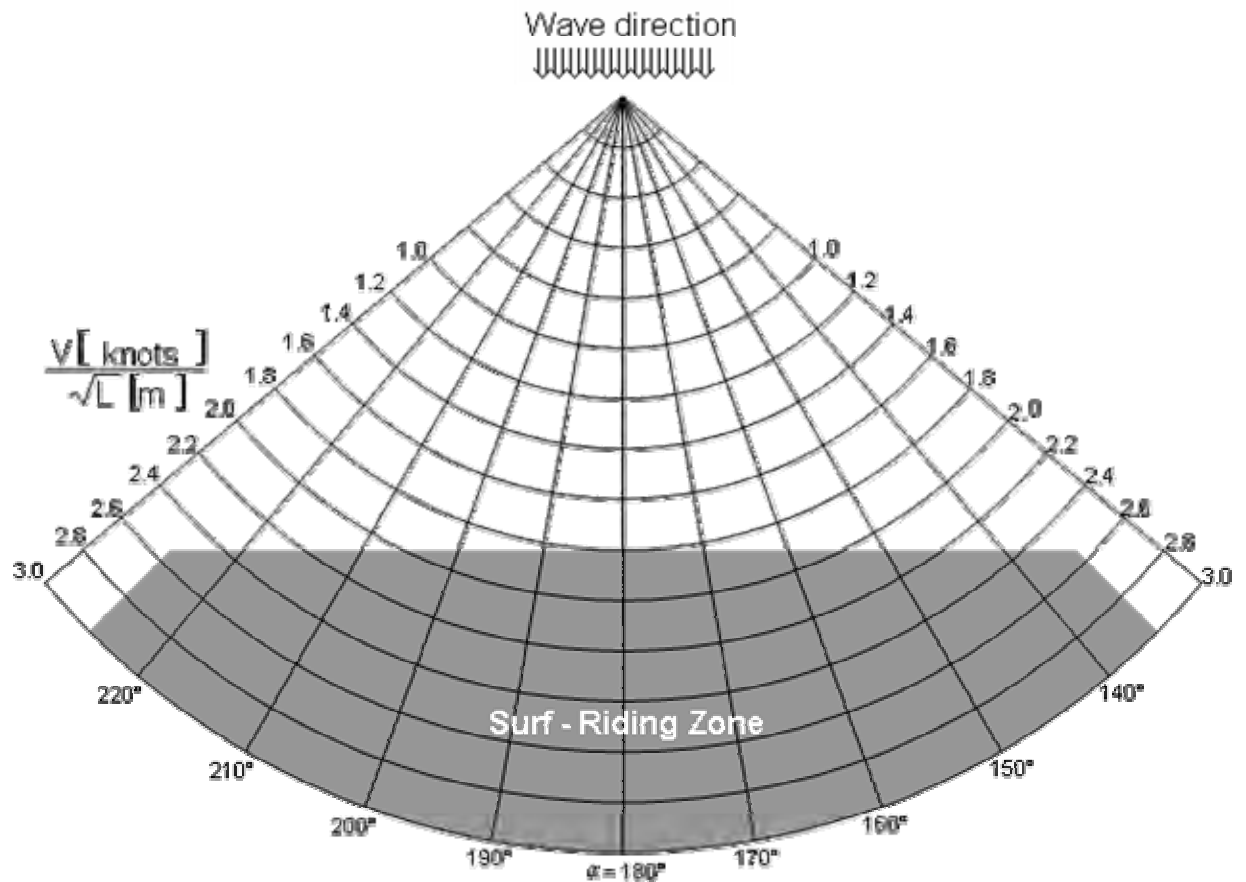


Figure 2: Risk of surf-riding in following or quartering seas

4.2.2 For successive high-wave attack

4.2.2.1 When the average wave length is larger than $0.8 L$ and the significant wave height is larger than $0.04 L$, and at the same time some indices of dangerous behaviour of the ship can be clearly seen, the master should pay attention not to enter in the dangerous zone as indicated in figure 3. When the ship is situated in this dangerous zone, the ship speed should be reduced or the ship course should be changed to prevent successive attack of high waves, which could induce the danger due to the reduction of intact stability, synchronous rolling motions, parametric rolling motions or combination of various phenomena.

4.2.2.2 The dangerous zone indicated in figure 3 corresponds to such conditions for which the encounter wave period (T_E) is nearly equal to double (i.e., about 1.8-3.0 times) of the wave period (T_W) (according to figure 1 or paragraph 1.4).

4.2.3 For synchronous rolling and parametric rolling motions

4.2.3.1 The master should prevent a synchronous rolling motion which will occur when the encounter wave period T_E is nearly equal to the natural rolling period of ship T_R .

4.2.3.2 For avoiding parametric rolling in following, quartering, head, bow or beam seas the course and speed of the ship should be selected in a way to avoid conditions for which the encounter period is close to the ship roll period ($T_E \approx T_R$) or the encounter period is close to one half of the ship roll period ($T_E \approx 0.5 \cdot T_R$).

4.2.3.3 The period of encounter T_E may be determined from figure 1 by entering with the ship's speed in knots, the encounter angle α and the wave period T_w .

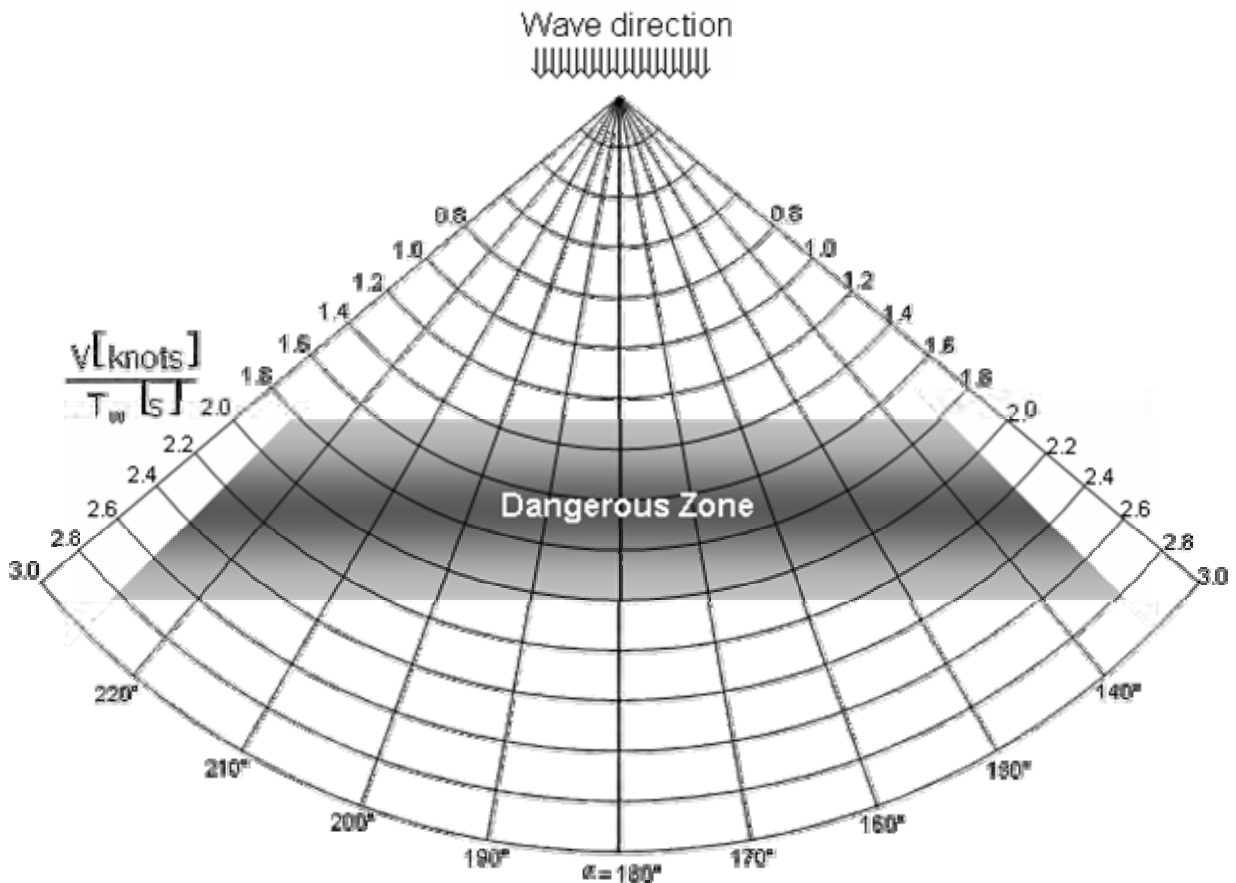


Figure 3: Risk of successive high wave attack in following and quartering seas

Abbreviations and symbols

Symbols	Explanation	Units
T_w	wave period	s
λ	wave length	m
T_E	encounter period with waves	s
α	angle of encounter ($\alpha = 0^\circ$ in head sea, $\alpha = 90^\circ$ for sea from starboard side)	degrees
V	ship's speed	knots
T_R	natural period of roll of ship	s
L	length of ship (between perpendiculars)	m

フェリー・RORO 船の運航中における大傾斜事例の報告要領

1. 対象事業者

フェリー・RORO 船の運航事業者

2. 対象事例

大傾斜(25 度を超える傾斜)の発生と、これによる車輛・シャーシ、コンテナ等の搭載貨物の移動や荷崩れ、固縛装置の移動・脱落・変形等の事例

(貨物の損傷等の被害の大小に関わらず、貨物や固縛装置の移動・変形等が生じたすべての事例を対象としてください。)

3. 報告要領

別添調査票に記入の上で、各地方運輸局等の運航労務監理官に提出願います。なお、記録等が存在せず不明な箇所がある場合についても、調査票を作成の上、該当する欄にその旨を記入願います。

4. 補足

本調査は、フェリー・RORO 船の安全対策の効果を評価・検討するための調査ですので、当該事例による損害の大小に関わらず報告をお願いします。

また、調査の目的上、報告された事案について、個別事例の公表を行うことや、損傷なし又は損害の軽微な事案に対する事業者への監査・指導等を行うことは想定していませんので申し添えます。

以上

フェリー・RORO 船における搭載貨物の移動等に関する調査票

船名	
航行状況	
針路	
発生日時	
発生位置	
天候	
風向風速	
主たる波向、波高	
航行中の最大傾斜角	
乗船状況	
貨物の搭載状況	
固縛状況 (固縛マニュアル又は固縛のイメージ図(手書き可)を添付すること)	
発生時の状況	
生じた現象	

フェリー・RORO 船における搭載貨物の移動等に関する調査票(記入例)

船名	○×丸
航行状況	東京から釧路に向けて航行中
針路	20 度
発生日時	平成○年○月○日 ○時○分ごろ
発生位置	犬吠埼の東南東 約○km
天候	雨
風向風速	東北東の風 15m/s
主たる波向、波高	東北東 約 4m
航行中の最大傾斜角	約 25 度
乗船状況	乗客○名、乗員○名
貨物の搭載状況	シャーシ○台、コンテナ(直積み)○個、乗用車○台
固縛状況 (固縛マニュアル又は固縛のイメージ図(手書き可)を添付すること)	<p>シャーシ:車止め4個、固縛策(スピータンバー)6本(天井釣り2本、甲板止め4本)、で固定</p> <p>コンテナ:2 段積みで搭載しているコンテナの、上段のコンテナの下隅を固縛策(スピータンバー) で固定 (コンテナ 2 個ごとに 1 か所を固定)</p> <p>乗用車:車止め2個 で固定</p>
発生時の状況	航行中に波の影響で次第に揺れが大きくなり、左舷側に大傾斜が発生した際に大きな音が生じて貨物が移動した。
生じた現象	<p>B デッキに搭載していたシャーシを固定していた固縛策のフックが変形し、固縛策が外れ、シャーシが隣のシャーシにぶつかっていた。</p> <p>C デッキに搭載していたコンテナのうち、固縛されていないコンテナが積載時より左舷方向に約 1m 移動していた。</p> <p>D デッキに搭載していた乗用車が左舷方向に約 50cm 移動していた。</p>

フェリー等の貨物固縛に関する船舶検査心得の改正について

1. 車両甲板の固縛措置の対象へのコンテナの追加

平成 21 年 11 月に発生した「フェリーありあけ」の大傾斜事故においては、車両甲板に直積みされていたコンテナに十分な強度の固縛措置を講じられておらず、コンテナの移動等が契機となって船体大傾斜・横転事故に至ったと推定されています。

一方、現在の自動車渡船構造基準においては、自動車等については一定の強度を有する固縛装置を設けることを規定していますが、車両甲板に直積みされたコンテナについては基準の対象となっていません。このため、車両甲板にコンテナを直積みする船舶では、波浪等による大傾斜が発生した際に固縛措置の強度が不足しコンテナが移動することで、船体の大傾斜が発生する恐れがあります。

このため、車両甲板に積載したコンテナについて、自動車等と同様の強度を有する固縛措置を講じることを義務付けることとします。

2. 自動車等に関する固縛措置の強度評価基準

特に航行中に荒天等に遭遇して船体の大傾斜が発生しうる可能性の高い長距離航路のフェリー等の運航事業者においては、本通達の別紙 5 のガイドライン等に基づき、以下の措置を講じていただく予定としています。

- ・ 運航事業者が作成する安全管理規程の作業基準を満たすための固縛マニュアルとして、自動車等の転倒防止・並行移動防止の両方に関して十分な固縛措置を規定したマニュアルを整備すること。
- ・ 同マニュアルに基づき適切に貨物の固縛を行い運航すること。

このため、上記の運用改善を図るにあたり、船舶検査心得を以下の通り改正します。

○貨物の並行移動防止

上記により固縛方法の改善が図られることで、従来の規則において求めていた貨物の転倒防止、貨物の並行移動防止については、いずれも運航中の貨物固縛措置により十分な貨物移動防止効果が得られることとなります。このため、上記のマニュアルを整備し運航している船舶について、貨物の並行移動防止のための桁材の設置又は滑り止め塗装を行わなくても差し支えないものとします。

○強度評価基準の見直し

固縛装置の強度評価基準のうち船体の縦揺周期については、現在の船舶検査心得

においては一律 5 秒と規定していますが、そもそも船舶の要目等による異なる性質を持っています。また、規則策定時以降のフェリーの大型化等により縦揺周期も長くなっています。

現在の大型フェリーについて縦揺周期 5 秒で算定した場合、現実から離れた過大な強度を求めることとなることから、現実的な強度評価手法となるよう、縦揺れ周期についても横揺れ周期と同様に、本船の動揺周期又は近似式による評価を行うこととします。

3. 実施スケジュール

平成 23 年 4 月

改正

平成 23 年 10 月 1 日以降

最初の定期的検査時に適用

○船舶検査心得 2-1 船舶構造規則 附属書[4] 自動車渡船構造基準

(傍線の部分は改正部分)

改 正 案	現 行	備考
2-1 船舶構造規則	2-1 船舶構造規則	
<p>附属書[4] 自動車渡船構造基準</p> <p>4 車両区域</p> <p>(1)～(5) (略)</p> <p><u>(削除)</u></p> <p><u>(6)</u> 車両区域には、次に掲げる要件に適合する自動車等及びコンテナを甲板に固縛する装置を備えること(湖川港内等航行船にあっては、この限りではない。)。ただし、平水区域及び限定沿海区域(瀬戸内海及び沿海区域の航行予定時間が2時間未満の区域をいう。)を航行する船舶(湖川港内等航行船は除く。)にあっては、(i)の要件に適合する自動車等及びコンテナを甲板に固縛する装置を設けること。</p> <p>(i)安全率4以上</p> <p>(ii)船体のローリング角及び周期 25度及び当該船舶の周</p>	<p>附属書[4] 自動車渡船構造基準</p> <p>4 車両区域</p> <p>(1)～(5) (略)</p> <p><u>(6)</u> 車両区域には、自動車等の左右への過度の移動を防止するため、次に掲げるいずれかの方法によること。</p> <p><u>(i)自動車列間には車両甲板の長さの2/3以上にわたる高さ12cm以上の桁材を設けること。</u></p> <p><u>(ii)摩擦係数(水にぬれた状態での自動車用タイヤに対する値)が0.7以上であって、十分な耐圧強度及び耐久性を有するすべり止め塗料を塗布すること。</u></p> <p><u>(7)</u> 車両区域には、次に掲げる要件に適合する自動車等を甲板に固縛する装置を備えること(湖川港内等航行船にあっては、この限りではない。)。ただし平水区域及び限定沿海区域(瀬戸内海及び沿海区域の航行予定時間が2時間未満の区域をいう。)を航行する船舶(湖川港内等航行船は除く。)にあっては、(i)の要件に適合する自動車等を甲板に固縛する装置を設けること。</p> <p>(i)安全率4以上</p> <p>(ii)船体のローリング角及び周期 25度及び当該</p>	

改 正 案	現 行	備考
<p>期</p> <p>(iii)船体のピッチング角及び周期 5度及び<u>当該船舶の周期</u></p> <p><u>(7) 車両区域における自動車等及びコンテナの左右への過度の移動を防止するため、次に掲げるいずれかの措置を講じること。</u></p> <p><u>(i) 海上運送法又は内航海運業法に基づく安全管理規程の作業基準を具体的に示したマニュアルとして、自動車等及びコンテナの左右への過度の移動を防止するために十分な強度を有する固縛方法を規定した貨物の固縛マニュアルを備え付けること。</u></p> <p><u>(ii)自動車等及びコンテナ列間には車両甲板の長さの 2/3 以上にわたる高さ 12cm 以上の桁材を設けること。</u></p> <p><u>(iii)摩擦係数が 0.7 以上であって、十分な耐圧強度及び耐久性を有するすべり止め塗料を塗布すること。</u></p>	<p>船舶の周期</p> <p>(iii)船体のピッチング角及び周期 5度及び<u>5秒</u></p> <p><u>(新設)</u></p>	<p>船体のピッチング周期が不明な場合については、船級協会の近似式($0.5 \times \sqrt{L_{pp}}$)を参照のこと。</p>
<p><u>心得附則 (平成 23 年 4 月 28 日)</u></p> <p><u>(施行期日)</u></p> <p><u>(a) 本改正後の心得は、平成 23 年 5 月 1 日より適用する。</u></p> <p><u>(a) (経過措置)</u></p> <p><u>施行日前に建造され、又は建造に着手された船舶については、平成 23 年 10 月 1 日以降の最初の定期検査又は中間検査の時期までは、改正後の規定にかかわらず、なお従前の例によることができる。</u></p>		

外洋を航行するフェリー・RORO 船の貨物固縛方法について (ガイドライン)

1. 概要

平成 21 年 11 月、熊野灘を航行中のフェリーありあけ(7,910トン)が、航行中に船体が右舷側に大傾斜し、その後、三重県御浜町沖に乗り上げて横転状態となる事故が発生しました。同事故は、幸い迅速な救助等により乗客乗員が全員無事救助されたものの、我が国のフェリー事故としては近年に類を見ない重大な事故です。この事故は、連続した比較的大きな追い波により 25 度程度まで傾斜した後、貨物の横ずれで大傾斜につながったものと考えられます。

国土交通省では、本事故の重大性に鑑み、平成 22 年 5 月に「フェリー大傾斜事故防止対策検討委員会」を設置し、同委員会において事故時の状況等を踏まえた再発防止対策の検討を進めてきました。

同検討では、主に追い波中における大傾斜防止のための操船方法と、船体大傾斜時の貨物移動を防止するための固縛方法の検討を進めてきましたが、同委員会における検討の結果、フェリー等における貨物の固縛に関し、以下の 2 点について改善が必要と考えられるとの結論が得られました。

- ① 車輻甲板への直積みコンテナの固縛方法
(直積みコンテナの積載方法の改善)
- ② 車輻・シャーシの固縛方法
(特に貨物の横ずれ防止のための固縛装置の強度評価の実施)

このため、特に航行中に荒天に遭遇する可能性が高い、外航航路及び内航の長距離航路(300km 以上)を運航しているフェリー・RORO 船(※)の運航事業者の皆様においては、運航中の船体の大傾斜の可能性に備えて、2. 以下の事項を踏まえた貨物固縛の強度評価の実施と、強度評価の結果を踏まえた固縛方法の改善・マニュアルの整備を行っていただきますようお願いします。

但し、瀬戸内海のみを航行する船舶については、航路の特性から本ガイドラインの強度評価はなじまないと考えられます。このため、これらの航路のみを運航している運航事業者の皆様は、本ガイドラインの対象には含みません。

※ PCC 船型の船舶であっても、商品車以外の車輻(貨物を積載したトラック・シャーシなど)を輸送するものについては、フェリー・RORO 船に搭載した車輻と同様の貨物固縛を実施する必要があります。このため、これらの車輻に関する固縛方法について、本ガイドラインに従って強度評価等を実施していただきますようお願いします。

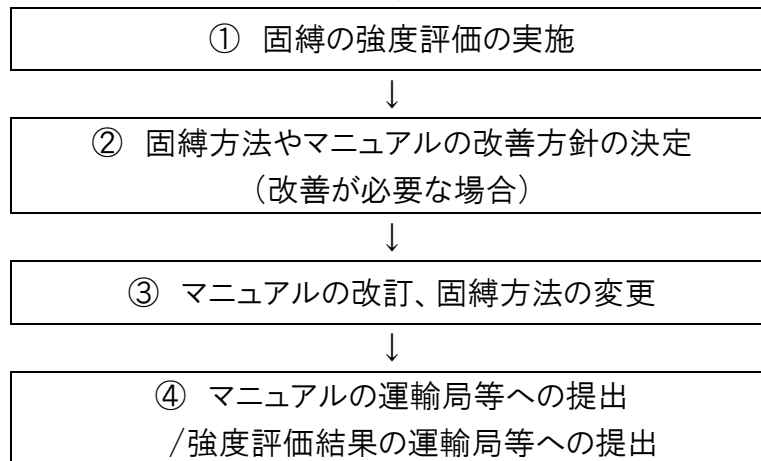
2. 貨物固縛の強度評価の実施(車輛・シャーシ)

【ポイント】

この項目で実施することのポイントは以下の通りです。

- 現在の貨物の固縛方法が、貨物の重さや船の揺れによって発生しうる力と比べて十分なものか否かを検証していただくのが目的です。
- 船の要目や貨物の重量、貨物の積載位置に応じて、必要な固縛強度は大きく異なります。実際に計算して確認してください。
- これまでの固縛強度の計算では、貨物の転倒のみを対象として計算を行っている事例もありましたが、今回の計算では、貨物の転倒と貨物の並行移動(横滑り)の両方について計算を行って頂きます。
- 現在、皆様が実施している固縛方法について、強度が十分か再評価をしていただくことが目的です。現行のマニュアルを全面的に改訂していただくことを求めるものではありませんので、強度評価の結果を踏まえて、必要に応じて、現在のマニュアルに追加・修正を実施してください。
- 強度評価は、本船が運航しうる範囲内の荒天の中で航行する際に、貨物に実施すべき固縛措置を明確にするために実施するものです。どのような天候においても強度評価結果に適合する固縛を実施することを求めるものではありませんので、本評価結果を踏まえつつ、比較的静穏な気象・海象を想定した固縛基準も定めていただいて差し支えありません。(但し、荒天時の固縛に対して、その他の気象・海象における固縛措置が著しく軽減されている場合は、設定根拠を確認させていただく場合がありますのでご了承下さい。)
- なお、商品車専用の自動車航送船やパルプ運搬用の RORO 船など、一定の荷主からの特定の貨物のみを輸送している場合で、当該貨物の積付け方法や必要な固縛装置の強度を独自に算定している場合は、このガイドラインに沿った強度評価を改めて実施していただく必要は有りませんが、4. に基づき、貨物固縛マニュアル及び強度評価結果の資料の提出をお願いします。

主な流れ



(1) 必要な強度の評価

自社の運航している船舶ごとに、別添の算定方法に従い、必要な強度の評価の算定を実施してください。

強度の評価基準は船舶安全法に基づき以下の通り定められています。また、別添の外力の算定方法は、「カーフェリーの安全性向上について(昭和 46 年 4 月 14 日付船査第 27 号)」の取扱い等について(昭和 46 年 8 月 16 日付船査第 254 号)の算定手法をベースとしています。

【船舶安全法で求めているフェリー・RORO 船の貨物の固縛強度】

縦揺れ:5 度・本船の縦揺周期、横揺れ:25 度・本船の横揺周期とする。

固縛装置の強度は、安全率 4 以上とする。

計算の実施にあたっては、特に重量のある大型トラックやシャーシほど、固縛装置の強度不足が発生する恐れがあるため、これらの重量のある車輛を対象に強度評価を実施してください。また、船内の位置(船の前後・左右の位置、デッキ高さ)によって作用する外力が大きく異なるため、①車輛甲板中のどのエリアにどういった種類の貨物(乗用車、大型トラック・シャーシ、重機等)を搭載するかを整理するとともに、②大型トラックやシャーシなどの重量物を積載するエリアの中で揺れの影響が最も大きくなる場所(上層の車輛甲板の前後左右端)に積載した車輛に作用する外力の算定を実施してください。

なお、別添の強度評価方法で対象としている固縛方法以外の固縛方法を講じている場合は、自社にて適切な方法で強度評価を実施してください。

(2) 強度評価結果の検証

船内位置や貨物の重量によっては、現在行っている固縛では強度が不足する試算結果が出る場合もあります。

この場合、以下の対応例を参考に、十分な固縛強度を有するよう固縛方法を改善するとともに、作業マニュアル等にも反映させてください。

(対応例)

① 固縛装置の本数を追加する

固縛強度が不足している場合、もっとも簡単な対応方法は、固縛装置の本数を増やすことです。固縛装置の本数分だけ強度が上がりますので、特に重量物を搭載する場合には、適切な本数の固縛装置を取り付けることが最もシンプルな対応方法です。

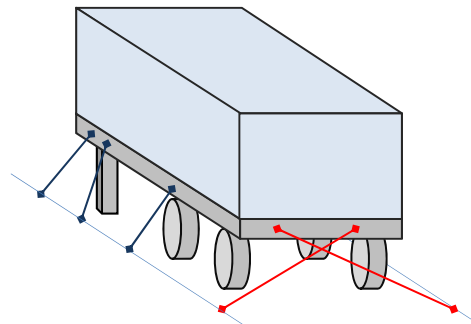
なお、一般的な大型のフェリー・RORO 船では、荒天の予想される状況下で 25 トンを超えるような重量のある車輛を輸送する場合は、使用してよい強度が 4 トン程度のベルトやチェーンを 8 本程度取ることが必要となると考えられます。

これよりも少ない固縛で運航している場合で、(1)の試算の結果、固縛の強度が不足する場合は、まずは固縛装置の追加を検討してください。

② 固縛装置や取付方法の変更を行う

①の方法は、固縛の強化を行う上では最も簡単な方法ですが、荷役時の作業が増大し、作業効率が低下する可能性があります。一方、貨物の固縛装置の強度は、大型の車輻向けのものでも、使用してよい強度が2～4トン程度と幅を持っています。固縛装置の強度が低いものを用いている場合、より強度の強い固縛装置を用いることも有効です。

また、以下の図のように車輻の前又は後で、たすき掛けで固縛を行うと、特に横方向の移動に対しては強度が上がります。長めのベルト・チェーンを用いたり、ベルト・チェーンの延長を行いたすき掛けの固縛を行うことも改善策の一つです。



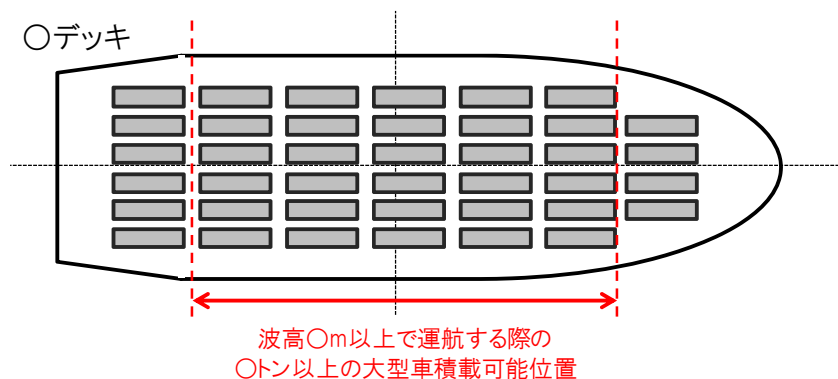
たすき掛けの固縛のイメージ(赤線)

③ 搭載する貨物の重量や荒天に応じた積付け等の制限を設ける

強度評価の結果からわかるように、船の揺れの影響は船の前後・左右の端に近い場所、より上方の甲板ほど大きく影響を受けます。より影響の大きいところに重いものを搭載した場合、固縛装置に加わる力は大変大きくなります。

貨物の種類や内容から、重量があると思われる車輻・シャーシについては、なるべく船の中央の下寄りのデッキに積載し、乗用車や小型のトラックなどの軽いものをその他の場所に積載する方法も有効です。

また、重量のある車輻・シャーシで十分な固縛が実施できない場合は、荒天が予想される航海においては積載しない、という制限を設けることが考えられます。具体的には、車輻・シャーシは、 $\times m$ 以上の波高が予想される場合は \times デッキの中央部のみ、 $\square m$ 以上の波高が予想される場合は搭載を禁止する、など、積載位置と気象・海象の観点から、運用上の制限を設けることが考えられます。



重量のある大型車の積載制限の例

本方法は、貨物の固縛強度が著しく不足する際に船の前後端など特に外力条件の厳しい場所への貨物の積載制限を設けるもので、その前提である貨物に作用する外力は、規則的に船体が揺れているという状況を仮定して推定したものとなっています。

長距離を運航する場合には、航行中の天候の悪化などにより、予想外の荒天や局所的な高波に遭遇し、船体が想定外の揺れを起す可能性があります。船体中央付近に積載する貨物への推定外力が小さいからといって、積極的に固縛措置を減じてよい、ということの意味するものではありません。

あくまで、十分な固縛措置を講じても固縛強度が不足する際の補完的な方法として捉えてください。

(3) マニュアルの整備と周知

2.(1)の強度評価と2.(2)の具体的措置を踏まえて、現行の貨物固縛マニュアルの改訂を行ってください。また、マニュアルの改正に併せ、特に以下のような事項が盛り込まれていない場合は、これらの事項を盛り込んでください。

- 甲板上の位置ごとの固縛の条件、搭載物の条件(設定を設ける場合)

また、今後、新たな船舶を導入した際や、固縛装置等の変更を行う場合に備えて、自社のマニュアルの参考資料として計算結果も保存してください。

なお、改正したマニュアルに基づき、適切な貨物固縛が行われることが必要です。作成したマニュアルについては、社内・船舶・荷役を行う作業会社を含め、関係する部署に広く周知し、実際の貨物固縛において徹底されるよう努めてください。

(4) 運用における留意事項

○固縛装置の固定方法

車輛・シャーシやコンテナの固定に用いる固縛装置は、甲板に垂直に固定するほど、横

方向への移動(横滑り)には効果が低くなります。また、車輻甲板とタイヤやゴムマットとの間の摩擦力は、一般に考えられるほど効果が高くないため、固縛装置で貨物を甲板に引っ張っても摩擦力(固縛力)が不足する場合があります。

このため、固縛装置を用いた固定を行う場合は、横方向への移動に対して効果を有するよう、船長方向・船腹方向のいずれも、なるべく甲板に斜めに角度を有するように固縛を行うことが必要です。

○適切な固縛装置の使用

(1)~(3)までの措置は、固縛装置が適切に使用されている場合を想定したものです。固縛装置が十分な強度を発揮するためには、固縛装置の適切な使用がなされ、車輻や車輻甲板上の固縛装置にしっかりと固定されていることが必要です。

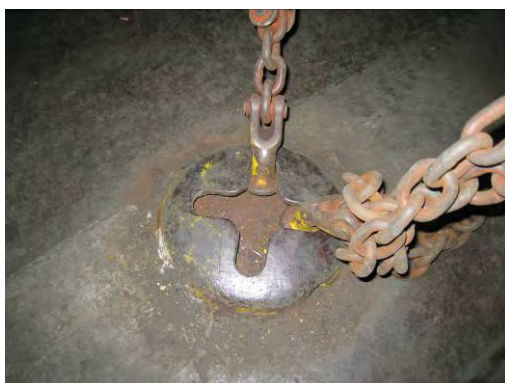
一例として、固縛装置の形状があっておらずしっかりと金具が掛っていない場合や、しっかりと固定される場所に装置が掛っていない場合には、固縛装置の強度が本来の強度を発揮しないことがあります。例えば、以下の写真のようにクローバーリーフにフック型の金具を掛けている場合は、強度は半分程度になってしまいます、車輻甲板の固縛装置がクローバーリーフの型の場合には、専用の金具形状を有する固縛装置を用いることが必要です(下記参照)

このため、固縛装置の運用にあたっては、使用している金具の種類が合っているか、また、車輻・シャーシ側の固定場所が十分な強度を有するか、など、固縛の実施にあたっての注意事項を十分に周知・徹底することが必要です。

また、固縛装置は使用中に腐食・摩耗・変形・経年劣化等により強度が低下します。固縛装置についても、ドック入り等の際に定期的確認を行い、経年劣化等で強度が低下したと思われるものは交換を行って、常に十分な強度を有する固縛装置を使用することが重要です。



クローバーリーフにフック形式の固縛装置を掛けている例
(強度不足となる可能性があり不適切)



クローバークレーンに、専用の固縛装置を掛けることが必要

(3. は、車輻甲板にコンテナを直積みしている船社向けの項目です。車輻・シャーシのみを輸送(コンテナをオンシャーシで輸送している場合も、シャーシを輸送しているものと見なします)しており、コンテナを車輻甲板に直積みをしていない船社については、3. は飛ばして読んでください。)

3. 貨物の固縛方法の改善(コンテナ)

RORO タイプの車輻甲板を有し、フォークリフトでコンテナの積み下ろしをする方式でコンテナを輸送している場合は、これらの貨物の固縛方法についても改善する必要があります。

(1) 車輻甲板へのコンテナの直積み方式

特に長距離航路を運航しているフェリー・RORO 船において、車輻甲板への直積み方式によるコンテナ輸送を行っている場合の主な積付け方法は以下の通りです。

- ① 車輻甲板に設けられたコンテナ専用の固縛装置(ツイストロック等)を用いて固定している場合
- ② 特別な装置を設けていない車輻甲板にコンテナを積付け、ラッシングベルトやチェーンなどで固定している場合(下図参照)

このうち、②の方式で積載している場合については、船体が大傾斜した際に固縛の強度が不足し、大きく荷崩れが発生する可能性があります。このため、②の方式でコンテナを輸送している場合は、本項を参照してコンテナの固縛方法の改善を図ってください。(①の方式で積載している場合には、積載・固縛方法等の変更を行う必要はありません。)

(なお、離島航路におけるコンテナの積付けにおいては、以下の事例のほか、車輻甲板の隅(船側等)にコンテナを密接させて積付けを行っている事例もあります。)



チェーンによるコンテナの固縛

(船が大傾斜した際に固縛装置が壊れてコンテナが動いてしまう恐れがある)

(2) 固縛方策の改善

ラッシングベルトやチェーンを用いたコンテナの固縛は、特に船体が傾斜した際に貨物が動き出すのを防ぐ上では非常に弱い固縛方法です。波浪等で船体が大きく傾斜した際に貨物の移動を防止するためには、コンテナの固縛方法の改善を図ることが必要です。以下の改善方法を参照して、コンテナの固縛方法の改善を図ってください。

(改善方法)

i) 車輻甲板にコンテナ用の固縛装置を設ける

車輻甲板に積載されたコンテナの固縛を目的とした専用装置による固縛です。これらの装置の中には、着脱式で車輻等を積載する場合には外せるものもあります。

これらの装置を用いるためには車輻甲板に専用の金具を設置する必要があるため、現在運航されている船舶で新たに用いるためには、車輻甲板への改造工事が必要となります。

車輻甲板で用いられているコンテナ固縛資材の例



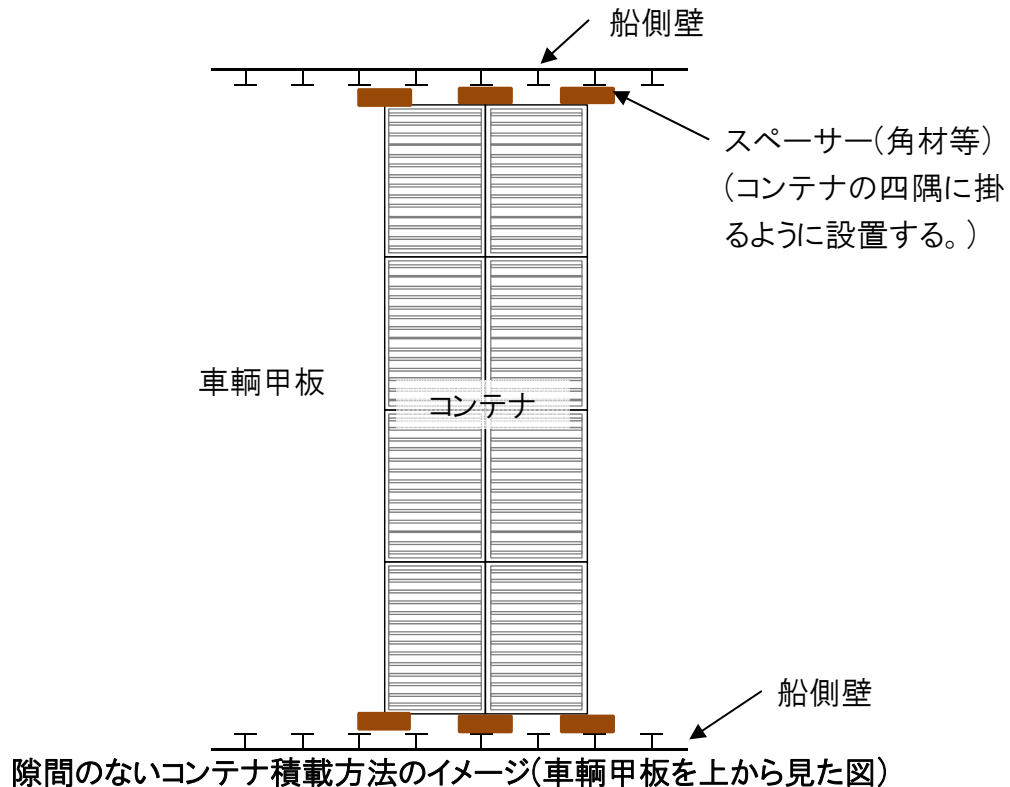
ii) 車輻甲板の横方向の全域にわたってコンテナを積載するとともに船側等に治具を設け、特に横方向のコンテナの移動を防止する。

車輻甲板にコンテナを直積みする方法は、甲板上を移動しやすく大変危険な方法です。このため、原則として上記の i) の方法によりしっかり固定することが必要です。

しかしながら、現存船に措置する場合には改造等が困難な状況となる可能性があります。このような場合に貨物移動を防止する方法として、車輻甲板の全域にわたってコンテナを積載する方法が考えられます。(具体的には、以下のような

形で積付けを実施することとなります。)

- コンテナとコンテナの間は密着させて積付ける。
- コンテナとコンテナの間やコンテナと船側の間に隙間がある場合は、移動防止のための角材等のスペーサーを設置する。(コンテナの側壁は強度が無いため、スペーサーを設置する場合は、コンテナの四隅のコーナー部分に設置する必要があります。)



この方法で積載する場合は、原則としてすべての航海において、特に横方向については、全く貨物の移動する余地のない状態で積み付けることが必要です。

なお、この方法は現存船で早急な積載方法の変更が困難な場合の緊急措置であって、車両甲板に積載したコンテナの移動防止を図る上での最適の方法ではありません(スペーサーのずれなどによりコンテナが移動してしまう可能性があります)。

今後、新造船を建造する場合や大規模な修繕等を行う場合は、i)の方法でしっかり固定できるよう措置してください。



船側壁とコンテナの間などの移動防止措置のイメージ

(補足)コンテナの固縛方法

上記は、コンテナの固縛方法の改善策を示すために記載したもので、具体的な固縛方法を制限するものではありません。しかしながら、上記の方法以外の方法をとる場合、各事業者においてコンテナの固縛措置が十分な強度を有することを確認することが必要となります。各社で強度評価を実施して、十分な強度を有することを確認の上、当該計算結果を保存してください。(車輻甲板に積載する貨物に求められる固縛強度は、コンテナも車輻・シャーシも同じ基準となっています。2. を踏まえた適切な方法で確認を行ってください。)

なお、本ガイドラインの発出に併せ、フェリー・RORO における貨物固縛の強度に関する船舶安全法関連通達(船舶検査心得)の改正も行っています。このため、平成 23 年 10 月 1 日以降の最初の定期的検査時より、車輻甲板に直積みしているコンテナの固縛強度についても規則が適用されますので、車輻甲板への直積みコンテナを輸送している場合は、上記の期日までに固縛方法の改善を図ってください。

(3) マニュアルの整備と周知

3. (2)の具体的措置を踏まえて、現行の貨物固縛マニュアルの改訂を行ってください。なお、前述の通り、作成したマニュアルについては、関係する部署に広く周知し、実際の貨物固縛において徹底されるよう努めてください。

4. 結果の報告等

- 国土交通省では、本ガイドラインによる、各事業者の皆様における対策の実施状況を確認し、今後の更なる対策の必要性等の検討を行うことを予定しています。このため、各事業者の皆様において、平成 23 年 9 月 30 日までに本ガイドラインを踏まえた検討・見直しを行い、結果の運輸局への報告と固縛マニュアルの運輸局への提出をよろしく願います。(変更を行わない場合は、その旨の報告をお願いします。)
- 提出いただいたマニュアルについて、固縛方法の改善などが必要と思われる場合は、固縛方法の変更やマニュアルの変更をお願いする場合がありますのでご了承ください。
- なお、固縛強度の評価方法等に疑問点などがある場合は、お近くの地方運輸局(沖縄総合事務局)・運輸支局の運航労務監理官にお問い合わせいただきますようお願いいたします。

以上

参考1：フェリー等における大傾斜と貨物の損傷について

- 平成22年5月に国土交通省で実施した長距離航路を運航しているフェリー・RORO船における大傾斜事例の調査結果では、過去10年間で25件の大傾斜事例が報告されており、そのうち16件では、車輛の移動・損傷や固縛装置の損傷が生じています。(最近5年の例は以下の表のとおり。)
- 車輛の移動・損傷等が生じた事例の多くは、大型車向けのラッシングベルトやラッシングチェーンなどの固縛装置を6～8本取っていたにも関わらず発生しています。
- 自社の固縛方法は強度が十分に足りている、という先入観で捉えず、万が一の可能性に備えた十分な固縛措置の実施に努めてください。

フェリー等における船体大傾斜事例（過去5年、傾斜角25度以上）

発生年月	発生海域	波の向き	最大傾斜	生じた現象
H16 11	青森県 尻屋崎沖	右舷横	40度	波、うねりによる縦揺・横揺の増大により大傾斜が発生
H16 12	遠州灘	左舷前方	30度	荒天により激しい船体動揺(縦揺・横揺)が発生。動揺が収まった後にシャーシ等の移動を発見
H17 1	茨城県沖	後方	27度	海上模様好転の見込みにより入港を開始した際に、後方からの大波で船体大傾斜が発生
H18 10	茨城県沖	左舷後方	30度以上	荒天のため反転避難途上に左舷後方からのうねりにより大傾斜が発生
H18 10	茨城県 大洗港外	右船尾 30°方向	40度	追い波による復原力減少、強風の影響により40度以上の傾斜が発生し、その後、波による復原力増加で反対舷に20度以上傾斜し、車輛が移動
H19 11	岩手県 鮎ヶ崎沖	前方	25度	航行中の船体動揺によりラッシングベルトの破損、荷崩れが発生
H21 1	宮城県 金華山沖	左舷後方	25度	航行中に波高が高くなり大きな船体傾斜、貨物移動が発生
H21 4	青森県 鮫角灯台沖	右舷後方	25度以上	追いつ手からのうねりによる動揺に加えて前方からのうねりでパンチングが発生
H21 5	和歌山県沖	右舷 ～後方	26度	右舷船尾方向からの風により船体が切り上がり、船尾方向からのうねりにより大傾斜が発生
H21 11	沖縄県 宮古島北西	(記録なし)	25度	針路48度で航行中に針路20度に変針した際に20～25度の傾斜が3回発生

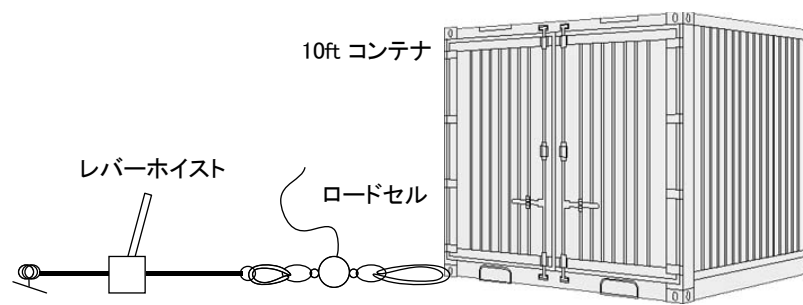
※H22は発生報告なし (注)H22年5月 国土交通省海事局調べ

参考2：破断強度と実使用において許容される強度の違い

- 一般にフェリー等の貨物の固縛に使用されているベルトやチェーンは、その強度ごとに“9tのワイヤー”や“16tのスピータンバー”といった形で呼ばれていますが、これは、新品をまっすぐにゆっくりと引っ張った際に壊れる力(破断強度(B.L.:Breaking Load))を示しています。
- 実使用では、想定外の衝撃が加わる可能性などがあるため、破断強度までの強度があることを期待せず、強度には余裕をみる必要があります。これが、安全率と呼ばれるもので、フェリー等の固縛装置では、船舶安全法関係法令に基づき、安全率は4以上と定められています(実際に使用してよい強度は破断強度の1/4まで)。
- このため、実使用において許容される強度は、一般に使用されている大型トラックやシャーシ用のベルトやチェーン(スピータンバー)などで4t、ワイヤー製のもので2t程度となっています。これ以上の力がかかることが想定される場合は、強度不足による事故を招く恐れがあるため、固縛の強化等を行う必要があります。
- 運航事業者の皆様においては、実際に使用している固縛装置の仕様を確認し、適切な状況での使用となるよう留意してください。

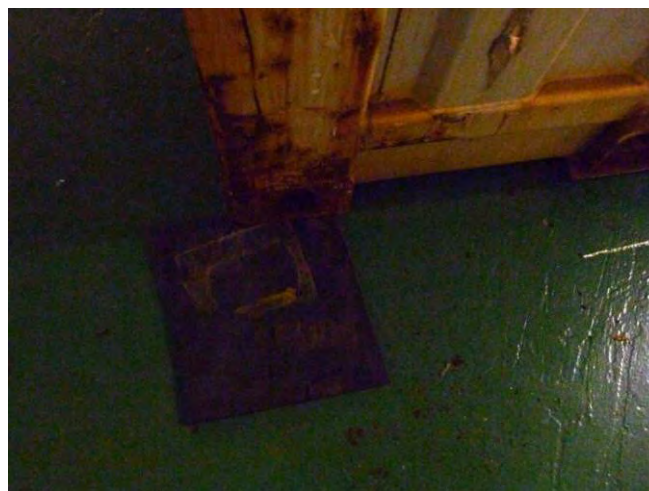
参考3：摩擦力（車輻甲板に敷いたゴムマット等の効果、水分の影響）

- 車輻甲板へのコンテナの直積み輸送を行う際に、ロープを用いたダンネージやゴムマット等を敷いて輸送している事例もあります。
- また、雨や雪の影響や、埃防止のための散水などで、車輻甲板が濡れることがありますが、濡れた車輻甲板(鉄板)の上は非常に滑りやすくなります(例えば、雨の日のマンホールや鉄板の上を自転車や自動車でする状況をイメージしてみてください)。
- このため国土交通省では、車輻甲板においたコンテナの滑りやすさを評価するため、RORO船の車輻甲板にコンテナを置いて、実際に引っ張る実験を行いました。(実験のイメージは下図を参照)
- 実験の結果、①車輻甲板にコンテナを直接置く場合、と、②ダンネージやゴムマット等を敷いてからコンテナを置く場合、では、滑りにくさ(摩擦力)に大きな差がない結果となりました(いずれも乾いた状態で摩擦係数0.6程度)。また、濡れた状態の車輻甲板にコンテナを置いた場合では、摩擦力は約半分(摩擦係数0.3程度)まで減少しました。
- ダンネージやゴムマットによるコンテナの移動防止効果は、皆さんがイメージしているほど期待できません。また、甲板が濡れてしまうとさらに滑りやすくなります。このため、車輻甲板に積んだコンテナは固縛装置などを用いてしっかりと固縛するようお願いします。



実験のイメージ

(車輻甲板においた 10ft コンテナを引っ張り、コンテナが動き出す力を計測)



実験時のコンテナの移動状況(ゴムマットの上を滑った)

参考4：貨物の移動による重心の移動量

- 車輻甲板にコンテナを積載する場合、コンテナの状況確認や冷凍コンテナへの配線等を行えるようにするため、コンテナ間に通路をあけて積載している例があります。
- しかしながら、フェリーありあけの大傾斜時では、コンテナとコンテナの間の通路やコンテナと船側の通路分だけコンテナが移動したことで、船が大きく傾くほど重心が移動してしまいました。
- 1m や 2m 程度であっても、貨物全体が移動すると重心位置が大きく移動します。コンテナを隙間なく積載して移動防止を図る場合は、この程度の間隙は大丈夫、と考えず、移動の余地がないようきっちり積載してください。

フェリー等における貨物固縛の強度評価の方法について

1. 算定条件

(1) 強度評価にあたっての算定条件 (共通事項)

フェリー等における貨物固縛の強度評価にあたっては、以下の算定条件により評価を行う。

- ・ 縦揺れ:5 度・本船の縦揺周期、横揺れ:25 度・本船の横揺周期とする¹。
- ・ 固縛装置の強度は、固縛装置の破断強度に対して安全率 4 以上とする。
- ・ 船体横方向の貨物の転倒モーメント・並行移動を想定して算定を行うものとする。(但し、船体横方向の貨物の転倒モーメント・並行移動以外のモードについても、当該影響が無視できないと推定される場合は計算を実施することとする。)
- ・ 車輦甲板と貨物の間で作用する摩擦力の評価のための係数は以下の通りとする。
 - 甲板(鋼) 対 タイヤ・ゴムマット(ゴム)の場合 摩擦係数 0.4
 - 甲板(鋼) 対 コンテナ(鋼)の場合 摩擦係数 0

(2) 強度評価にあたっての算定条件 (自社での決定事項)

- ・ 貨物の重量:自社で上限を設けて運用する場合は当該上限値を、上限値を設けずに用いる場合は、法定・規格に基づく重量を用いることとする。(トラック(自走車輦)は 25t、シャーシは、基準緩和なしで 28t、基準緩和ありで 36t が最大重量。コンテナは ISO 規格等で 10ft で 10t 程度、20ft で 24t 程度が最大重量。)
- ・ 甲板上の車輦の固定位置、デッキ高さは、それぞれ自社の船舶の要目より、取りうる最大の値(重量物(大型車輦、コンテナ等の 10t を超えるような貨物)を搭載する最も上層の車輦甲板の、前後・左右方向の最も隅に積載する貨物の重心位置)を与えることとする。
- ・ 固縛装置の取付位置(甲板上の取付位置と車輦上の取付位置との位置関係:下図の p_x , p_y , p_z)は、実測値を与える。

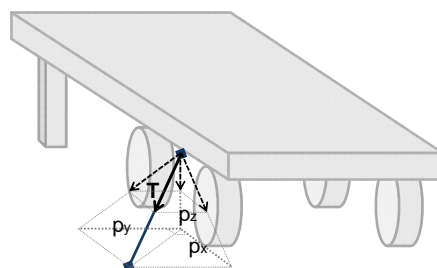


図 1 固縛装置の取付位置の図

¹ 但し、現行規則では、平水、限定沿海を航行区域とする船舶には緩和規定あり。(平水:横揺れ 5 度、限定沿海:横揺れ 10 度。いずれも縦揺れは考慮不要。)

注：以下では計算の流れの概略も記載していますが、数値を求める際は波線の式にそれぞれの数値を入れれば結果が求められます。

2. 評価の流れ

(1) 貨物に作用する外力の算定

① 船体動揺による加速度(力)の算定

貨物の固定に必要な固縛装置の強度を算定するためには、まず、貨物に加わる加速度(力)を算定する必要がある。ここでは、算定方法の簡略化を図るため、船が波などの影響で規則的に動揺している状況を想定して外力を算定する。算定する力のイメージは図1のとおり。

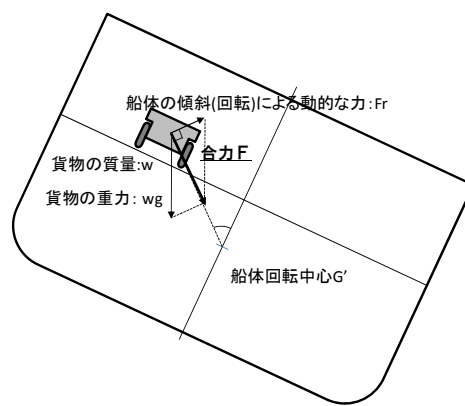


図2 船体に作用する外力のイメージ
(重力 wg と回転による力 Fr が作用する)

ここで、それぞれの記号は、これ以降の数式を含め、以下のとおりとする。また、これらの数値のイメージは、図2、図3のとおり。

- GMr :メタセンタ高さ(ローリング)(m)
- Lpp :垂線間長 (m)
- Tr :動揺周期(ローリング)(秒)
- Tp :動揺周期(ピッチング)(秒)
- θr :船体の横傾斜角(rad)
- θp :船体の縦傾斜角(rad)
- w :貨物の質量(kg)
- g :重力加速度(m/s^2)
- b :船体回転中心から貨物の重心までの幅方向距離(m)
- ℓ :船体回転中心から貨物の重心までの長手方向距離(m)
- h :船体回転中心から貨物の重心までの高さ(m)

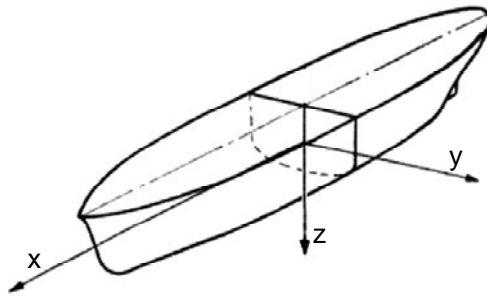


図3 本強度評価で用いる座標系

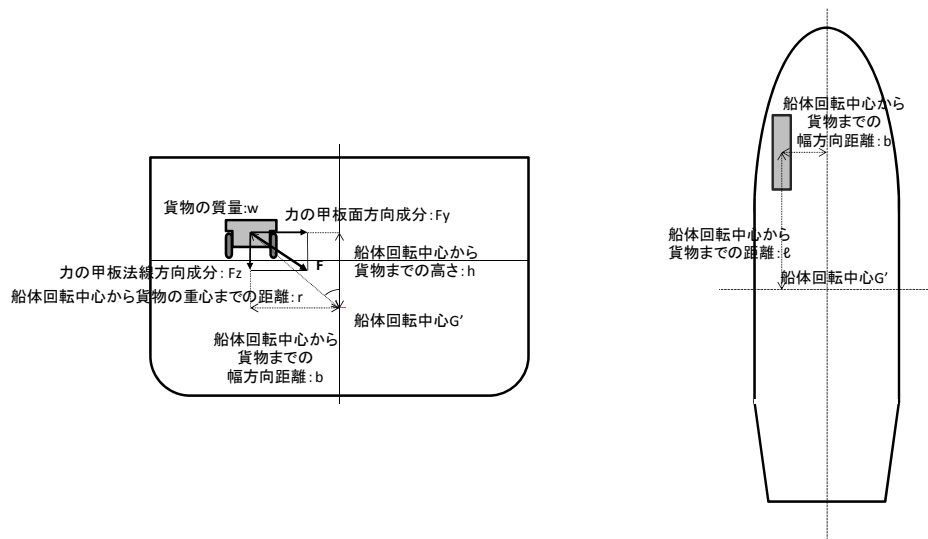


図4 船体の断面図・平面図と貨物位置の関係

まず、外力の算定にあたっては、船体の縦揺・横揺の周期を定めることが必要となる。以下の式により船体の横揺・縦揺の周期 T_r と T_p を求める。

$$T_r = \frac{0.7B}{\sqrt{GMr}} \text{ (秒)} [\text{近似式}] \text{ 又は } \underline{\text{実測値}} \quad (1)$$

$$T_p = 0.5\sqrt{L_{pp}} \text{ (秒)} [\text{近似式}] \text{ 又は } \underline{\text{実測値}} \quad (2)$$

続いて、貨物の重量 w (kg)、傾斜角 θ_r (rad)、 θ_p (rad)、貨物の位置 b (m)、 l (m)、 h (m) に基づき、以下の式により貨物に作用する外力を求める。

まず、船体の回転中心を求める。船体回転中心は以下のいずれかの式より算定する。

$$KG' = \frac{KG + KB}{2} \quad \text{又は} \quad KG' = 0.5 \times \left(\frac{D}{2} + d \right)$$

大傾斜が発生した際に作用する力に対して十分な強度を確保することが必要であるため、 $\theta r=0.436(\text{rad})(=25^\circ)$ 、 $\theta p=0.0873(\text{rad})(=5^\circ)$ として、以下の式にそれぞれの値を代入して外力を算定する。

$$F_y = \frac{1}{g} \left(w \cdot g \cdot \sin \theta r + 4\pi^2 \cdot w \cdot h \cdot \frac{1}{Tr^2} \cdot \theta r \right) \quad (3)$$

$$F_z = \frac{1}{g} \left(w \cdot g \cdot \cos \theta r - 4\pi^2 \cdot w \cdot b \cdot \frac{1}{Tr^2} \cdot \theta r - 4\pi^2 \cdot w \cdot l \cdot \frac{1}{Tp^2} \cdot \theta p \right) \quad (4)$$

(2) 貨物の固縛装置に作用する力

上記で求めた貨物に作用する加速度(力)をもとに、貨物の固縛装置に加わる力を算定し、固縛装置の強度の評価を行う。(以下では、甲板面横方向外力 F_y 、甲板法線方向外力 F_z から、船体横方向の転倒及び並行運動について算定した例を示す。)

なお、固縛装置の強度評価にあたっては、①転倒、②並行移動のそれぞれのモードについて、独立して強度の評価を行う。

① 転倒モーメントと固縛装置に加わる力

車輛等を剛体とみなして、片側の接地点の端を軸に転倒モーメントが作用するとした場合の固縛装置に加わる力を算定する。貨物の重心高さを h_c 、貨物の幅を b_c と表わすと、貨物の貨物に加わる転倒モーメントは以下の通り表わされる。(想定している力等のイメージは以下の図のとおり。)

$$MR = \left(h_c \cdot F_y - \frac{b_c}{2} \cdot F_z \right) \quad (5)$$

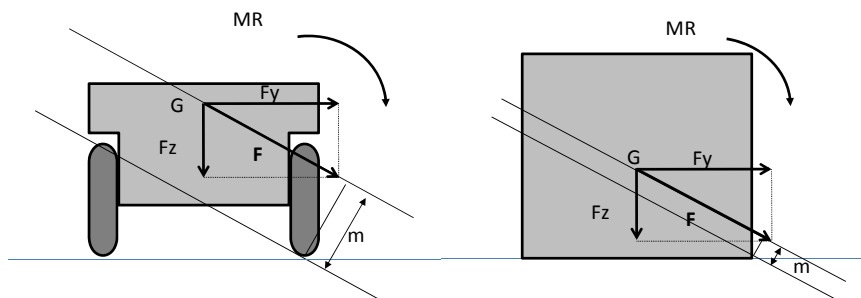


図5 貨物に作用する転倒モーメント
(船の幅方向の貨物の断面図)

(i) 貨物の側面から下方向へのラッシングのみの場合

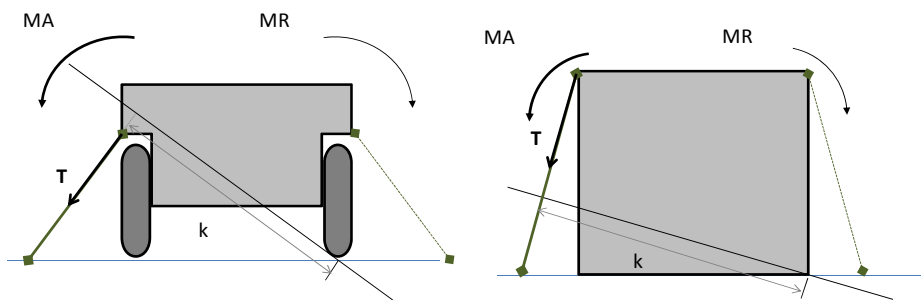
固縛装置 1 本による張力を T 、車輛・コンテナの片側に取り付けている固縛装置の本数を n (例:両側で6点取っている場合は $n=3$ となる。)、転倒モーメントの回転軸となる接地点(下の図の例では、甲板と設置している右の端点)から固縛装置の延長線上に垂線を下

ろしたときの距離を k 、固縛装置の長さを p 、固縛装置の甲板上位置と車輛上位置との距離のxyzそれぞれの方向の長さを p_x 、 p_y 、 p_z と表わすと、固縛による反転倒モーメント MA は以下のとおり表される。

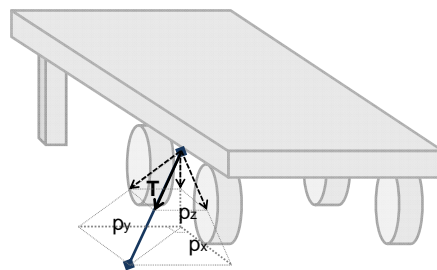
$$MA = \frac{\sqrt{p_y^2 + p_z^2}}{p} \times n \times T \times k \quad (6)$$

ここで、固縛による反転倒モーメントのこの長さ k は、貨物の幅を b_c と固縛装置の甲板上位置と車輛上位置との長さ p_x 、 p_y 、 p_z を用いて以下の通り表わされる。

$$k = (b_c + p_y) \frac{p_z}{\sqrt{p_y^2 + p_z^2}} \quad (7)$$



(図 6-1 船の幅方向の貨物の断面図)



(図 6-2 斜め方向から見た図)

図 6 貨物に作用する転倒モーメントと転倒防止方向に作用する固縛装置の張力
(貨物の側面から下方向へのラッシングのみの場合)

モーメントの釣り合いにより、 $MR=MA$ となることから、(5)式と(6)式を用いて転倒モーメントにより固縛装置に加わる力に変換すると、以下の通り表わせる。

$$T = \frac{P}{(b_c + p_y) \cdot n \cdot p_z} \cdot \left(h_c \cdot Fy - \frac{b_c}{2} \cdot Fz \right) \quad (8)$$

(ii) 車輛の側面から下方向へのラッシングに加えて、追加のラッシング(オーバーラッシングやたすき掛けのラッシングなど)を実施している、又は、前後のラッシングを傾斜を緩やかにして固定している場合 (模式図参照)

固縛装置 1 本による張力を T_1 、 T_2 、車輛・コンテナの片側の側面で下側に取り付けているラッシングの本数を n_1 、追加のラッシングの車輛・コンテナの片側の本数を n_2 、転倒モーメントの回転軸となる接地点から固縛装置の延長線上に垂線を下ろしたときの距離を k_1 、 k_2 、固縛装置の長さを p_1 、 p_2 、固縛装置の甲板上位置と車輛上位置との距離をそれぞれ p_{1x} 、 p_{1y} 、 p_{1z} 、 p_{2x} 、 p_{2y} 、 p_{2z} 、それぞれの弾性係数 E_1 、 E_2 、それぞれの固縛装置の断面積を A_1 、 A_2 とする。

まず、 T_1 と T_2 の関係は以下の通り表わされる。

$$T_1 = \frac{n_1 \cdot E_1 \cdot A_1}{p_1} \cdot \frac{p_{1z}}{p_1} \cdot \frac{p_2}{n_2 \cdot E_2 \cdot A_2} \cdot \frac{p_2}{p_{2z}} \cdot T_2 \quad (9)$$

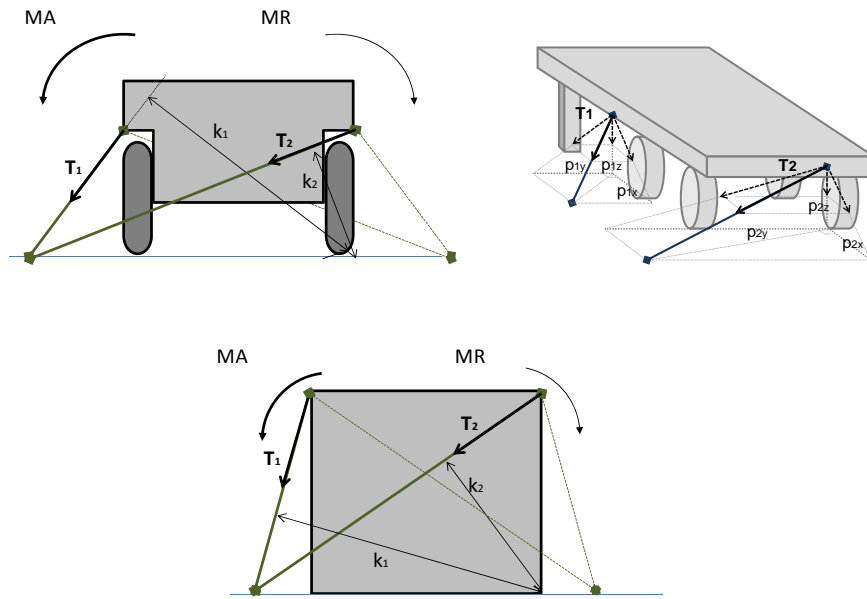
また、転倒モーメントの支点から固縛装置の延長線上に垂線を下ろしたときの距離をそれぞれ ℓ_1 、 ℓ_2 とした場合、反転倒モーメント MA は以下のとおり表される。

$$MA = \frac{\sqrt{p_{1y}^2 + p_{1z}^2}}{p_1} \times n_1 \times T_1 \times k_1 + \frac{\sqrt{p_{2y}^2 + p_{2z}^2}}{p_2} \times n_2 \times T_2 \times k_2 \quad (10)$$

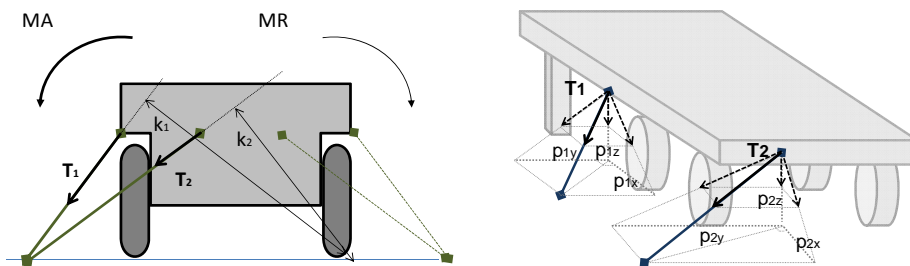
ここで、固縛による反転倒モーメントのためこの長さ k_1 、 k_2 は、貨物の幅を b_c と固縛装置の甲板上位置と車輛上位置との長さ p_x 、 p_y 、 p_z を用いて以下の通り表わされる。

$$k_1 = (b_c + p_{1y}) \frac{p_{1z}}{\sqrt{p_{1y}^2 + p_{1z}^2}} \quad (11)$$

$$k_2 = (b_c + p_{1y}) \frac{p_{2z}}{\sqrt{p_{2y}^2 + p_{2z}^2}} \quad (12)$$



(図 7-1 たすき掛けの固縛のイメージ)



(図 7-2 前後のラッシングを側面のラッシングより傾斜を緩やかにして固縛するイメージ)

図 7 貨物に作用する転倒モーメントと転倒防止方向に作用する固縛装置の張力

モーメントの釣り合いにより、 $MR=MA$ となることから、(5)式、(9)式、(10)式、(11)式、(12)式を用いて転倒モーメントにより固縛装置に加わる力に変換すると、以下の通り表わせる。

$$T_1 = \frac{n_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot p_1 \cdot p_2^3 \cdot p_{1z}}{n_1^2 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot p_2^3 \cdot (b_c + p_{1y}) \cdot p_{1z}^2 + n_2^2 \cdot E_2 \cdot A_2 \cdot p_1^3 \cdot (b_c + p_{1y}) \cdot p_{2z}^2} \cdot (h_c \cdot F_y - \frac{b_c}{2} \cdot F_z) \quad (13)$$

$$T_2 = \frac{n_2 \cdot E_2 \cdot A_2 \cdot p_1^3 \cdot p_2 \cdot p_{2z}}{n_1^2 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot p_2^3 \cdot (b_c + p_{1y}) \cdot p_{1z}^2 + n_2^2 \cdot E_2 \cdot A_2 \cdot p_1^3 \cdot (b_c + p_{1y}) \cdot p_{2z}^2} \cdot (h_c \cdot F_y - \frac{b_c}{2} \cdot F_z) \quad (14)$$

同一素材の固縛装置を用いている場合は、E、A は同一となるため計算式から消去され、以下の通り変換される。

$$T_1 = \frac{n_1 \cdot p_1 \cdot p_2^3 \cdot p_{1z}}{n_1^2 \cdot p_2^3 \cdot (b_c + p_{1y}) \cdot p_{1z}^2 + n_2^2 \cdot p_1^3 \cdot (b_c + p_{1y}) \cdot p_{2z}^2} \cdot (h_c \cdot Fy - \frac{b_c}{2} \cdot Fz) \quad (15)$$

$$T_2 = \frac{n_2 \cdot p_1^3 \cdot p_2 \cdot p_{2z}}{n_1^2 \cdot p_2^3 \cdot (b_c + p_{1y}) \cdot p_{1z}^2 + n_2^2 \cdot p_1^3 \cdot (b_c + p_{1y}) \cdot p_{2z}^2} \cdot (h_c \cdot Fy - \frac{b_c}{2} \cdot Fz) \quad (16)$$

なお、異なる素材の固縛装置を用いている場合は、固縛装置ごとの伸びやすさの違いにより特定の固縛装置に力が集中してしまい、より小さな力で固縛装置が破断する可能性がある。(特に、引っ張られた際に変形の小さいものに力が集中する。)

このため、一つの貨物に対して異なる固縛装置を用いる場合は、メーカー等に問い合わせ固縛装置の特性を確認の上、自社で強度評価を実施することが必要である。

② 船体横方向への並行移動と固縛による反力

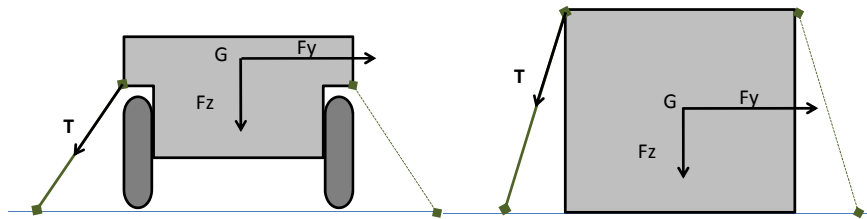
(i) 車輛の側面から下方向へのラッシングのみの場合

車輛甲板と貨物との摩擦係数を μ 、固縛装置 1 本による張力を T 、車輛・コンテナの片側に取り付けている固縛装置の本数を n 、固縛装置の長さを p 、固縛装置の甲板上位置と車輛上位置との距離を p_x 、 p_y 、 p_z とすると、甲板面方向の力の釣り合いから、ラッシングによる張力 T は以下の通り求められる。

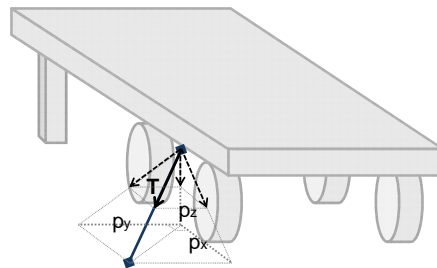
$$F_y = \frac{\sqrt{p_y^2 + p_z^2}}{p} \cdot n \cdot \frac{p_y}{p} \cdot T + \mu(F_z + \frac{\sqrt{p_y^2 + p_z^2}}{p} \cdot n \cdot \frac{p_z}{p} \cdot T) \quad (17)$$

これより並行移動により固縛装置に加わる力に変換すると、以下の通り表わせる。

$$T = \frac{1}{n} \cdot \frac{p^2}{\sqrt{p_y^2 + p_z^2}} \cdot \frac{F_y - \mu \cdot F_z}{p_y + \mu \cdot p_z} \quad (18)$$



(図 8-1 船の幅方向の貨物の断面図)



(図 8-2 斜め方向から見た図(再掲))

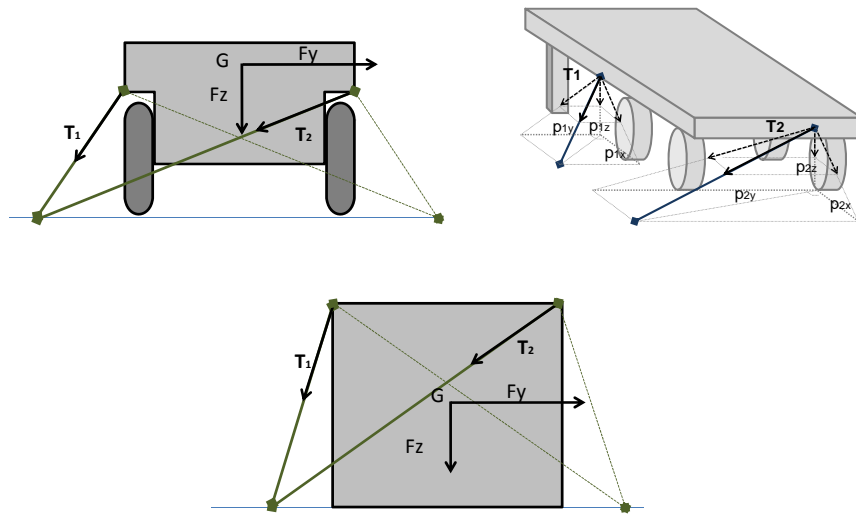
図 8 貨物に作用する並行移動外力と移動防止方向に作用する固縛装置の張力
(貨物の側面から下方向へのラッシングのみの場合)

(ii) 車輛の側面から下方向へのラッシングに加えて、追加のラッシング(オーバーラッシングやたすき掛けのラッシングなど)を実施している、又は、前後のラッシングを傾斜を緩やかにして固定している場合

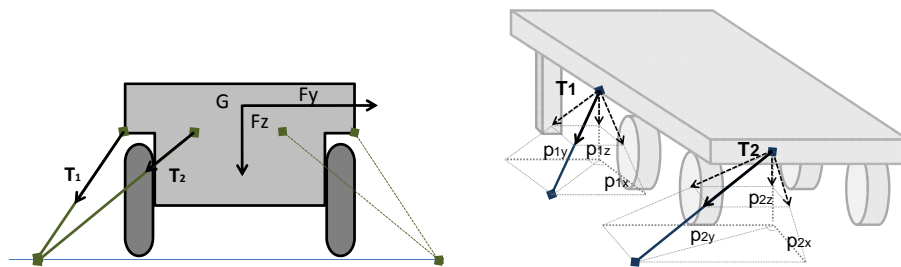
車輛甲板と貨物との摩擦係数を μ 、固縛装置 1 本による張力を T_1 、 T_2 、車輛・コンテナの片側の側面で下側に取り付けているラッシングの本数を n_1 、追加のラッシングの車輛・

コンテナの片側の本数を n_2 、ラッシング資材の長さをそれぞれ p_1 、 p_2 、固縛装置の甲板
上位置と車輛上位置との距離をそれぞれ p_{1x} 、 p_{1y} 、 p_{1z} 、 p_{2x} 、 p_{2y} 、 p_{2z} 、それぞれの弾性係
数 E_1 、 E_2 、とすると、 T_1 と T_2 の関係は以下のとおりとなる。

$$T_1 = \frac{n_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot p_{1y}}{p_1^2} \cdot \frac{p_2^2}{n_2 \cdot E_2 \cdot A_2 \cdot p_{2y}} \cdot T_2 \quad (19)$$



(図 9-1 たすき掛けの固縛のイメージ)



(図 9-2 前後のラッシングを側面のラッシングより傾斜を緩やかにして固縛するイメージ)

図 9 貨物に作用する並行移動外力と移動防止方向に作用する固縛装置の張力

一方、甲板面方向の力の釣り合いから以下の式が求められる。

$$F_y = \mu \cdot F_z + \left(\mu \cdot \frac{p_{1z}}{p_1} + \frac{p_{1y}}{p_1} \right) \cdot \frac{\sqrt{p_{1y}^2 + p_{1z}^2}}{p_1} \cdot n_1 \cdot T_1 + \left(\mu \cdot \frac{p_{2z}}{p_2} + \frac{p_{2y}}{p_2} \right) \cdot \frac{\sqrt{p_{2y}^2 + p_{2z}^2}}{p_2} \cdot n_2 \cdot T_2 \quad (20)$$

(19)式と(20)式を用いて並行移動により固縛装置に加わる力に変換すると、以下の通り表わせる。

$$T_1 = \frac{n_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot p_1^2 \cdot p_2^4 \cdot p_{1y}}{n_1^2 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot (\mu \cdot p_{1z} + p_{1y}) \cdot p_2^4 \cdot \sqrt{p_{1y}^2 + p_{1z}^2} \cdot p_{1y} + n_2^2 \cdot E_2 \cdot A_2 \cdot (\mu \cdot p_{2z} + p_{2y}) \cdot p_1^4 \cdot \sqrt{p_{2y}^2 + p_{2z}^2} \cdot p_{2y}} (Fy - \mu \cdot Fz) \quad (21)$$

$$T_2 = \frac{n_2 \cdot E_2 \cdot A_2 \cdot p_1^4 \cdot p_2^2 \cdot p_{2y}}{n_1^2 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot (\mu \cdot p_{1z} + p_{1y}) \cdot p_2^4 \cdot \sqrt{p_{1y}^2 + p_{1z}^2} \cdot p_{1y} + n_2^2 \cdot E_2 \cdot A_2 \cdot (\mu \cdot p_{2z} + p_{2y}) \cdot p_1^4 \cdot \sqrt{p_{2y}^2 + p_{2z}^2} \cdot p_{2y}} (Fy - \mu \cdot Fz) \quad (22)$$

同一素材の固縛装置を用いている場合は、E、A は同一となるため計算式から消去され、以下の通り変換される。

$$T_1 = \frac{n_1 \cdot p_1^2 \cdot p_2^4 \cdot p_{1y}}{n_1^2 \cdot (\mu \cdot p_{1z} + p_{1y}) \cdot p_2^4 \cdot \sqrt{p_{1y}^2 + p_{1z}^2} \cdot p_{1y} + n_2^2 \cdot (\mu \cdot p_{2z} + p_{2y}) \cdot p_1^4 \cdot \sqrt{p_{2y}^2 + p_{2z}^2} \cdot p_{2y}} (Fy - \mu \cdot Fz) \quad (23)$$

$$T_2 = \frac{n_2 \cdot p_1^4 \cdot p_2^2 \cdot p_{2y}}{n_1^2 \cdot (\mu \cdot p_{1z} + p_{1y}) \cdot p_2^4 \cdot \sqrt{p_{1y}^2 + p_{1z}^2} \cdot p_{1y} + n_2^2 \cdot (\mu \cdot p_{2z} + p_{2y}) \cdot p_1^4 \cdot \sqrt{p_{2y}^2 + p_{2z}^2} \cdot p_{2y}} (Fy - \mu \cdot Fz) \quad (24)$$

異なる素材の固縛装置を用いている場合は、固縛装置ごとの伸びやすさの違いにより特定の固縛装置に力が集中してしまい、より小さな力で固縛装置が破断する可能性がある。(特に、引っ張られた際に変形の小さいものに力が集中する。)

このため、一つの貨物に対して異なる固縛装置を用いる場合は、メーカー等に問い合わせた上で固縛装置の特性を確認の上、自社で強度評価を実施することが必要である。

(3) 固縛強度の評価と固縛の改善策の検討

(2)で求めた貨物の固縛装置に加わる力をもとに、固縛装置の強度の評価を行う。固縛装置の強度不足の有無は、固縛装置ごとにメーカーが定める値を用いて評価を行う。

なお、(2)①で求めた転倒に対する力と、②で求めた並行移動による力は、外力が加わった際にいずれかが発生するものであり同時に発生するものではないため、それぞれの力ごとに個別に評価を行う。

(1)固縛強度の評価

固縛装置の強度は、使用している装置の種類によって異なるため、自社で使用している固縛装置の強度*と比較して、強度の不足が無いかなら評価を行う。

*固縛装置の強度

- ・ 一般に固縛装置の強度の呼称として用いられている強度は、破断荷重をベースとしているものが多い（現在使用されている固縛装置で、“8トン”、“10トン”、“16トン”といった形で呼ばれているものはすべて破断荷重である。）。
- ・ 実使用では、想定外の衝撃が加わる可能性などがあるため、破断強度までの強度があることを期待せず、強度には余裕をみる必要がある。これが、安全率と呼ばれるもので、フェリー等の固縛装置では、船舶安全法関係法令に基づき、安全率は4以上(実際に使用してよい強度は破断強度の1/4まで)と定められている。
- ・ このため、実使用において許容される強度は、一般に使用されている大型トラックやシャーシ用のベルトやチェーンなどで4t、ワイヤー製のもので2t程度となっており、これ以上の力がかかることが想定される場合は、強度不足による事故を招く恐れがあるため、固縛の強化等を行うことが必要である。
- ・ 運航事業者の皆様においては、実際に使用している固縛装置の仕様を確認し、適切な状況での使用となるよう留意してください。

(2)強度評価結果を踏まえた固縛の改善策の検討

本評価で固縛装置の強度が不足する場合は、貨物の積付けや固縛方法の見直しを行うことが必要であるため、ガイドラインの2.(2)を踏まえ固縛方法の改善を図り、固縛強度が十分であることを確認する。

(以上)

(参考)本文中で用いられている記号一覧

GMr	:メタセンタ高さ(ローリング) (m)
Lpp	:垂線間長 (m)
Tr	:動揺周期(ローリング) (秒)
Tp	:動揺周期(ピッチング) (秒)
θ_r	:船体の横傾斜角 (rad)
θ_p	:船体の縦傾斜角 (rad)
KG	:船底からの重心高さ (m)
KB	:船底からの浮心高さ (m)
KG'	:船底からの回転中心高さ (m)
w	:貨物の質量 (kg)
hc	:貨物の重心高さ (m)
bc	:貨物の幅(貨物上の固縛点の幅) (m)
g	:重力加速度 (m/s^2)
μ	:車輦甲板上の貨物の摩擦係数
b	:船体回転中心から貨物の重心までの幅方向距離(m)
ℓ	:船体回転中心から貨物の重心までの長手方向距離(m)
h	:船体回転中心から貨物の重心までの高さ(m)
Fy	:貨物に加わる船腹方向の外力(kgf)
Fz	:貨物に加わる上下方向の外力(kgf)
MR	:船体運動により貨物に加わる転倒モーメント(kgf·m)
m	:船体運動により貨物に加わる転倒モーメントのてこの長さ(m)
MA	:固縛装置により貨物に加わる反転倒モーメント(kgf·m)

【以下は、側面から下方向へのラッシングのみの場合】

n	:固縛装置の本数(片側) (本)
T	:固縛装置に加わる力 (kgf)
p	:固縛装置の長さ (m)
p_x	:固縛装置の甲板上位置と車輦上位置との距離 (船の長手方向) (m)
p_y	:固縛装置の甲板上位置と車輦上位置との距離 (船の幅方向) (m)
p_z	:固縛装置の甲板上位置と車輦上位置との距離 (上下方向) (m)
k	:固縛装置による反転倒モーメントのてこの長さ (m)

【以下は、追加のラッシングを実施している場合】

n_1	:固縛装置(側面下向き)の本数(片側) (本)
n_2	:固縛装置(追加の固縛装置)の本数(片側) (本)
T_1	:固縛装置(側面下向き)に加わる力 (kgf)

- T_2 : 固縛装置(追加の固縛装置)に加わる力 (kgf)
 E_1 : 固縛装置(側面下向き)の弾性係数 (kgf/m²)
 E_2 : 固縛装置(追加の固縛装置)の弾性係数 (kgf/m²)
 A_1 : 固縛装置(側面下向き)の断面積 (m²)
 A_2 : 固縛装置(追加の固縛装置)の断面積 (m²)
 ρ_1 : 固縛装置(側面下向き)の長さ(m)
 ρ_{1x} : 固縛装置(側面下向き)の甲板上位置と車輦上位置との距離 (船長方向) (m)
 ρ_{1y} : 固縛装置(側面下向き)の甲板上位置と車輦上位置との距離 (船幅方向) (m)
 ρ_{1z} : 固縛装置(側面下向き)の甲板上位置と車輦上位置との距離 (上下方向) (m)
 ρ_2 : 固縛装置(追加の固縛装置)の長さ(m)
 ρ_{2x} : 固縛装置(追加の固縛装置)の甲板上位置と車輦上位置との距離 (船長方向) (m)
 ρ_{2y} : 固縛装置(追加の固縛装置)の甲板上位置と車輦上位置との距離 (船幅方向) (m)
 ρ_{2z} : 固縛装置(追加の固縛装置)の甲板上位置と車輦上位置との距離 (上下方向) (m)
 k_1 : 固縛装置(側面下向き)による反転倒モーメントのてこの長さ (m)
 k_2 : 固縛装置(追加の固縛装置)による反転倒モーメントのてこの長さ (m)

フェリー・RORO 船の車輛甲板直積みコンテナの固縛方法について (ガイドライン)

- ・ 車輛甲板に直積みしているコンテナは、一見すると、重量があり簡単には動かないように見えますが、航海中に波などの影響で大きく傾くと、非常に簡単に移動してしまう可能性があります。特に、現在行われているコンテナ固縛方法の中には、波などで大きく傾いた際に固縛装置が壊れて貨物が移動してしまい、貨物が損傷したり船が大傾斜を起してしまう恐れのある固縛方法も含まれています。
- ・ 車輛甲板にコンテナを直積みする時には、突発的な波などで船が大きく傾いた際に荷崩れを起こさないよう、積み方や固縛方法に十分注意することが必要です。
- ・ フェリー・RORO 船の運航事業者の皆様は、安全な運航の確保のため、以下の点に注意して、コンテナの積載・固縛方法の改善を図ってください。

1. ガイドラインの目的と対象事業者

本ガイドラインは、フェリー・RORO 船の車輛甲板にコンテナを直積みしている船舶を対象に、コンテナの固縛方法の改善を図っていただくことを目的としています。このため、本ガイドラインは、離島航路等でフェリー・RORO 船の車輛甲板にコンテナを直積みしている運航事業者を対象としています*。対象の事業者の方は、2. 以降の内容に目を通して頂き、コンテナの積載・固縛方法の改善を図ってください。

* 外航航路又は内航の長距離航路(300km 以上)のフェリー・RORO 船で車輛甲板にコンテナを直積みしている運航事業者については、「外洋を航行するフェリー・RORO 船の貨物固縛方法について(ガイドライン)」の対象となりますので、本ガイドラインの対象事業者には含みません。

2. 実施事項

(1)改善の対象となる直積みコンテナの固縛方法

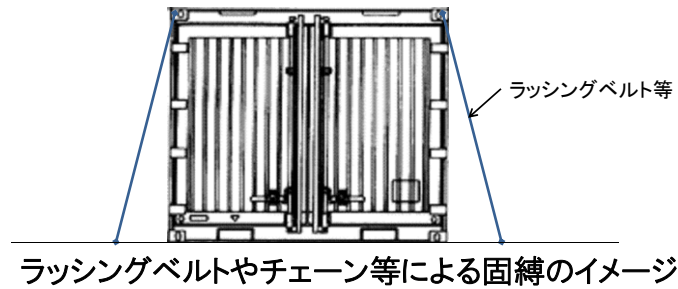
以下のコンテナの積載方法をしている場合は、(2)に従ってコンテナの固縛方法の改善を図ってください。(なお、各方法の詳細については、「参考1:車輛甲板への直積みコンテナの積載方法と特徴」を参照してください。)

① 固縛なし 又は ゴムマット・ダンネージ等の下敷きのみ

- ・ 通常の車輛甲板にコンテナを直接積載し、またはコンテナの下にゴムマット等を敷いて、固縛用の装置を設けずに積載するものです。

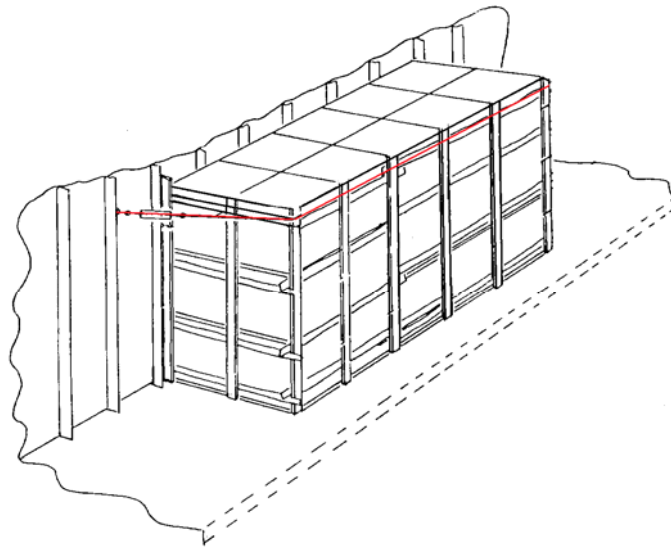
② ラッシングベルト等での下方向への固縛

- ・ コンテナの上端と車輛甲板の固縛装置の間を、ラッシングベルトやチェーン等で固定するものです。(下図を参照)



③ 多数のコンテナのラッシングベルト等による船側への固縛

- ・ コンテナを船側の壁等に寄せて積載し、コンテナの中ほどの高さにラッシングベルト等を廻して、船側に引っ張りつけて固定するものです。3 個以上の多数のコンテナをまとめて固縛すると、強度不足が生じる恐れがあります。



船側への固縛のイメージ

(2)コンテナの固縛方法の改善

上記のコンテナ固縛方法は、特に船体が傾斜した際に貨物が動き出すのを防ぐ上では非常に弱い固縛方法です。

このため、これらの方法でコンテナを固縛している運航事業者の皆様においては、波浪等で船体が大傾斜した際に貨物の移動を防止するため、コンテナの固縛方法の改善を図ることが必要です。以下の改善方法を参照して、コンテナの固縛方法の改善を図ってください。

(改善方法の例)

・ 船側への固縛

多数のコンテナをまとめて固縛すると強度が不足する可能性があります。1 個や 2 個程度の比較的少数のコンテナを積載する場合には有効な方法です。少数のコン

テナごとにベルト等で固定することが必要です。

- ・ コンテナ専用の固縛装置による固縛

安全な積載・固縛方法です。但し、既存船で実施する場合には車輻甲板に改造を加える必要があります。(装置のイメージは「参考1:車輻甲板への直積みコンテナの積載方法と特徴」を参照してください。)

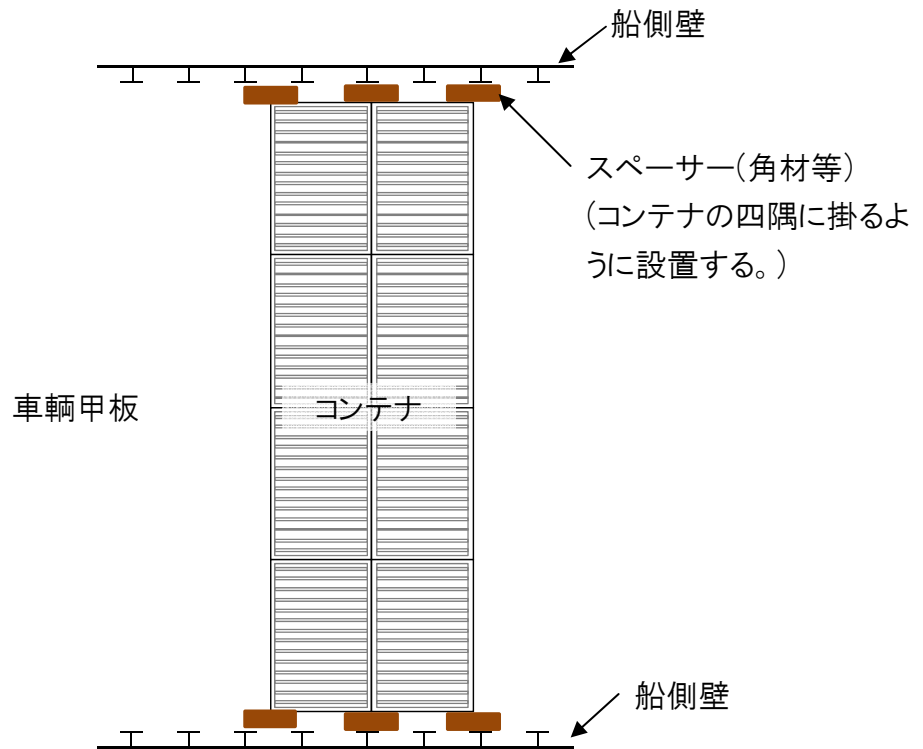
- ・ 隙間のないコンテナの積載

車輻甲板の全域にわたってコンテナを積載する方法で、多数のコンテナを輸送する場合に有効な方法です。(具体的なイメージは次のようなものです。)

この方法で積載・固縛を行う場合には、すべての航海において、特に横方向について全く移動する余地のない状態で積み付けることが必要となりますので、この方法を採用できるのは、一定数以上のコンテナを運ぶ場合に限られます。また、この方法は現存船で早急な積載方法の変更が困難な場合の緊急措置であって、車輻甲板に積載したコンテナの移動防止を図る上での最適の方法ではありません(スペーサーのずれなどによりコンテナが移動してしまう可能性があります)。

今後、新造船を建造する場合や大規模な修繕等を行う場合は、コンテナ専用の固縛装置でしっかり固定できるよう措置してください。

- ・ コンテナとコンテナの間は密着させて積付ける。
- ・ コンテナとコンテナの間やコンテナと船側の間に隙間がある場合は、移動防止のための角材等のスペーサーを設置する。(コンテナの側壁は強度が無いため、スペーサーを設置する場合は、コンテナの四隅のコーナー部分に設置することが必要です。)



隙間のないコンテナ積載方法のイメージ(車輻甲板の平面図)



船側壁とコンテナの間などの移動防止措置のイメージ

(3) 貨物固縛マニュアルの改正

(2)を踏まえてコンテナの固縛方法を変更した場合、変更後の積付・固縛方法に適合するよう現行の貨物固縛マニュアルの改訂を行ってください。

3. 報告

- 国土交通省では、本ガイドラインに基づく各事業者の皆様における対策の実施状況を確認し、今後の更なる対策の必要性等の検討を行うことを予定しています。
- このため、各事業者の皆様においては、9月30日までに本ガイドラインを踏まえた検討・見直しを行い、結果の報告、固縛マニュアルの提出をお願いします。(変更を行わない場合は、その旨の報告をお願いします。)

- なお、固縛方法の改善などが必要と思われる場合は、固縛方法の変更やマニュアルの変更をお願いする場合がありますのでご了承ください。
- なお、本ガイドラインについての疑問点などがある場合は、お近くの地方運輸局(神戸運輸監理部、沖縄総合事務局)・運輸支局・海事事務所の運航労務監理官にお問い合わせいただきますようお願いいたします。

以上

参考1：車輻甲板への直積みコンテナの積載方法と特徴

現在行われているフェリー・RORO 船の、車輻甲板へのコンテナ積載の主な方法と、各方法の特徴は以下のとおりです。

① 固縛なし 又は ゴムマット・ダンネージ等の下敷きのみ

- ・ 通常的車輻甲板にコンテナを直接積載し、またはコンテナの下にゴムマット等を敷いて、固縛用の装置を設けずに積載する方法です。
- ・ この積載方法では、およそ 15 度～20 度程度の傾斜が発生すると、傾いた方向にコンテナが移動してしまう恐れがあります。
- ・ コンテナの下にゴムマット等を敷くと、甲板が濡れた際には多少すべりが抑えられる効果が得られる可能性はありますが、傾斜した際に貨物の移動を防止する方策として大きな効果は期待できません。
- ・ 船が大きく揺れる状態では貨物の移動が発生しやすい大変危険な積載方法です。

② ラッシングベルト等での下方向への固縛

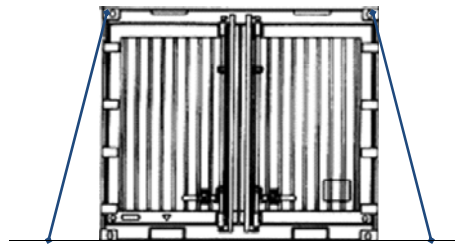
- ・ コンテナの上端と車輻甲板の固縛装置の間を、ラッシングベルトやチェーン等で固定しているものです。(下図参照)
- ・ この固縛方法は、コンテナに重量物が積載している場合には、ラッシングベルト等に非常に大きな力が加わります。例えば、横方向に傾いた際にコンテナが動きだそうとする力は、25° の傾斜でコンテナの重量の 40～50%程度にもなります(10 フィートコンテナ(重量 10トン)で 4～5トン程度)。これに対して、固縛装置で下方向に引っ張っている場合は、固縛装置に非常に大きな力が加わります。(以下の例では、2.89～4.89 トン)



チェーンによるコンテナの固縛

(船が大傾斜した際に固縛装置が壊れてコンテナが動いてしまう恐れがある)

固縛装置の取付位置までの距離と加わる力の関係



固定装置までの距離

距離(m)	0.1	0.3	0.5	1.0
加わる力(トン)	4.89	4.16	3.65	2.89

(10ft コンテナ 1 個に 4 本の固縛装置を取り付けた場合)

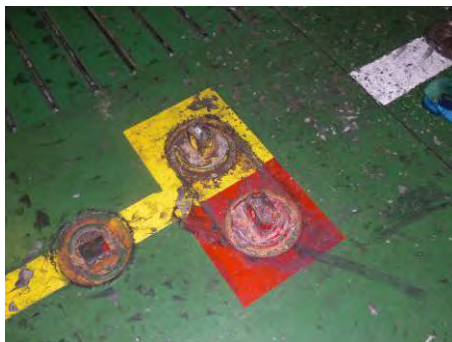
③ ラッシングベルト等での船側への固縛

- ・ コンテナを船側の壁等に寄せて積載し、コンテナの中ほどの高さにラッシングベルト等を廻して、船側に引っ張りつけて固定する方法です。(イメージは本文を参照)
- ・ この積載・固縛方法は、横方向にまっすぐ引っ張るため、積載するコンテナが少数の場合は有効です。しかしながら、多数のコンテナを積載する場合には、1 個ごとに固定するなど、固縛装置の強度に配慮を行うことが必要となります。(横方向に動こうとする力が 1 個あたり 4 トンの場合、固縛装置に加わる力は、1 個の固定で 2 トン、2 個の固定で 4 トン、3 個の固定で 6 トン、…と固定するコンテナの個数に応じて増加します。)

④ コンテナ専用の固縛装置による固縛

- ・ 車輻甲板にコンテナ固縛用の突起型の装置を設置し固定する方法です。車輻甲板に固定されているものや、治具のみが甲板についているものがあります。
- ・ コンテナ専用の固縛装置は、コンテナの形状に合った固縛装置ですので、適切に使用されていれば十分な強度を有する固縛方法と考えられます。装置の不適切な使用や劣化した装置の使用などのないよう、適切な使用に努めてください。

車輻甲板で用いられているコンテナ固縛資材の例 (スタッカー、スライディングコーン)





参考2：フェリー等における大傾斜と貨物の損傷について

- 平成22年5月に国土交通省で実施した長距離航路を運航しているフェリー・RORO船における大傾斜事例の調査結果では、過去10年間で25件の大傾斜事例が報告されており、そのうち16件では、車輛の移動・損傷や固縛装置の損傷が生じています。(最近5年の例は以下の表のとおり。)
- 車輛の移動・損傷等が生じた事例の多くは、大型車向けのラッシングベルトやラッシングチェーンなどの固縛装置を6～8本取っていたにもかかわらず発生しています。
- 自社の固縛方法は強度が十分に足りている、という先入観で捉えず、万が一の可能性に備えた十分な固縛措置の実施に努めてください。

フェリー等における船体大傾斜事例（過去5年、傾斜角25度以上）

発生年月	発生海域	波の向き	最大傾斜	生じた現象
H16 11	青森県 尻屋崎沖	右舷横	40度	波、うねりによる縦揺・横揺の増大により大傾斜が発生
H16 12	遠州灘	左舷前方	30度	荒天により激しい船体動揺(縦揺・横揺)が発生。動揺が収まった後にシャーシ等の移動を発見
H17 1	茨城県沖	後方	27度	海上模様好転の見込みにより入港を開始した際に、後方からの大波で船体大傾斜が発生
H18 10	茨城県沖	左舷後方	30度以上	荒天のため反転避難途上に左舷後方からのうねりにより大傾斜が発生
H18 10	茨城県 大洗港外	右船尾 30°方向	40度	追い波による復原力減少、強風の影響により40度以上の傾斜が発生し、その後、波による復原力増加で反対舷に20度以上傾斜し、車輛が移動
H19 11	岩手県 鮎ヶ崎沖	前方	25度	航行中の船体動揺によりラッシングベルトの破損、荷崩れが発生
H21 1	宮城県 金華山沖	左舷後方	25度	航行中に波高が高くなり大きな船体傾斜、貨物移動が発生
H21 4	青森県 鮫角灯台沖	右舷後方	25度以上	追い手からのうねりによる動揺に加えて前方からのうねりでパンチングが発生
H21 5	和歌山県沖	右舷 ～後方	26度	右舷船尾方向からの風により船体が切り上がり、船尾方向からのうねりにより大傾斜が発生
H21 11	沖縄県 宮古島北西	(記録なし)	25度	針路48度で航行中に針路20度に変針した際に20～25度の傾斜が3回発生

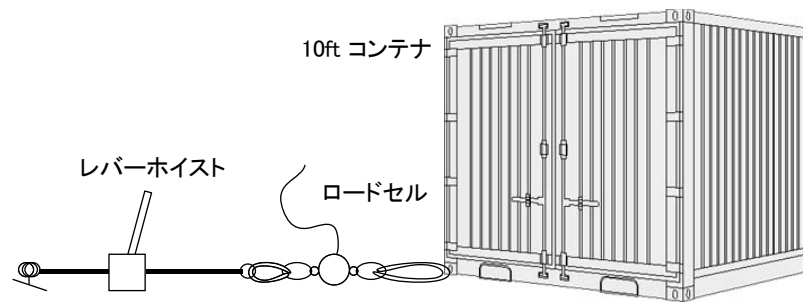
※H22は発生報告なし (注)H22年5月 国土交通省海事局調べ

参考3：破断強度と実使用において許容される強度の違い

- 一般にフェリー等の貨物の固縛に使用されているベルトやチェーンは、その強度ごとに“9tのワイヤー”や“16tのスピータンバー”といった形で呼ばれていますが、これは、新品をまっすぐにゆっくりと引っ張った際に壊れる力(破断強度(B.L.:Breaking Load))を示しています。
- 実使用では、想定外の衝撃が加わる可能性などがあるため、破断強度までの強度があることを期待せず、強度には余裕をみる必要があります。これが、安全率と呼ばれるもので、フェリー等の固縛装置では、船舶安全法関係法令に基づき、安全率は4以上と定められています(実際に使用してよい強度は破断強度の1/4まで)。
- このため、実使用において許容される強度は、一般に使用されている大型トラックやシャーシ用のベルトやチェーン(スピータンバー)などで4t、ワイヤー製のもので2t程度となっています。これ以上の力がかかることが想定される場合は、強度不足による事故を招く恐れがあるため、固縛の強化等を行う必要があります。
- 運航事業者の皆様においては、実際に使用している固縛装置の仕様を確認し、適切な状況での使用となるよう留意してください。

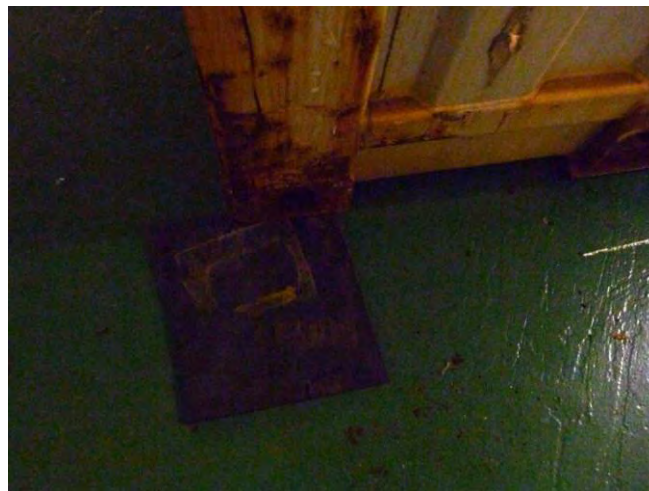
参考4：摩擦力(車輻甲板に敷いたゴムマット等の効果、水分の影響)

- 車輻甲板へのコンテナの直積み輸送を行う際に、ロープを用いたダンネージやゴムマット等を敷いて輸送している事例もあります。
- また、雨や雪の影響や、埃防止のための散水などで、車輻甲板が濡れることがありますが、濡れた車輻甲板(鉄板)の上は非常に滑りやすくなります(例えば、雨の日のマンホールや鉄板の上を自転車や自動車でする状況をイメージしてみてください)。
- このため国土交通省では、車輻甲板においたコンテナの滑りやすさを評価するため、RORO船の車輻甲板にコンテナを置いて、実際に引っ張る実験を行いました。(実験のイメージは下図を参照)
- 実験の結果、①車輻甲板にコンテナを直接置く場合、と、②ダンネージやゴムマット等を敷いてからコンテナを置く場合、では、滑りにくさ(摩擦力)に大きな差がない結果となりました(いずれも乾いた状態で摩擦係数0.6程度)。また、濡れた状態の車輻甲板にコンテナを置いた場合では、摩擦力は約半分(摩擦係数0.3程度)まで減少しました。
- ダンネージやゴムマットによるコンテナの移動防止効果は、皆さんがイメージしているほど期待できません。また、甲板が濡れてしまうとさらに滑りやすくなります。このため、車輻甲板に積んだコンテナは固縛装置などを用いてしっかりと固定するようお願いいたします。



実験のイメージ

(車輻甲板においた 10ft コンテナを引っ張って動き出した際の力を計測)



実験時のコンテナの移動状況(ゴムマットの上を滑った)

参考5：貨物の移動による重心の移動量

- 車輻甲板にコンテナを積載する場合、コンテナの状況確認や冷凍コンテナへの配線等を行えるようにするため、コンテナ間に通路をあけて積載している例があります。
- しかしながら、フェリーありあけの大傾斜時では、コンテナとコンテナの間の通路やコンテナと船側の通路分だけコンテナが移動したことで、船が大きく傾くほど重心が移動してしまいました。
- 1m や 2m 程度であっても、貨物全体が移動すると重心位置が大きく移動します。コンテナを隙間なく積載して移動防止を図る場合は、この程度の隙間は大丈夫、と考えず、移動の余地がないようきっちり積載してください。



船員(海技者)の確保・育成に関する検討会について ～ステークホルダー間の真の連携をめざして～

平成 23 年 5 月 16 日
国土交通省海事局

船員養成ルートが多様化、船員教育ニーズの変化、民間船社による訓練の実施、独法改革等の情勢の変化に対応した、効果的な船員教育・訓練のあり方について、ステークホルダー間の連携を図りつつ、総合的に検討するため、今般、本検討会を国土交通省に設置します。

1. 設置目的

- ・ 国民生活・経済を支える海上輸送の安定性・安全性の確保のためには、下記の船員教育・訓練を取り巻く情勢の変化を踏まえつつ、船員教育・訓練を行う必要。
 - ・ 従来、船員養成を担ってきた船員教育機関に加えて、一般大学のルート等が出現するなど、船員養成ルートが多様化
 - ・ 外航日本人船員の役割の変化(運航要員から陸上マネジメントの中核へ)及び業界が求める船員教育のニーズ(船員の資質・即戦力の強化)の変化
 - ・ 従来、航海訓練所のみが実施していた乗船訓練について、民間船社の自社船舶においても実施されるようになったこと
 - ・ 独立行政法人たる航海訓練所及び海技教育機構においては、事務・事業の見直しとして、船員養成の効果的・効率的実施が求められていること(平成22年12月閣議決定)
- ・ このため、今般、海事局に検討会を設置し、社会ニーズに応えうる優秀な船員を効果的・効率的に養成するための船員教育・訓練のあり方を総合的に検討することとする。
- ・ 検討においては、ステークホルダー(航海訓練所、船員教育機関 15 校、海運会社等)が真に連携を図ることをキーワードとする。

2. 委員構成 (別紙名簿参照)

3. スケジュール

- ・ 平成23年5月18日 第1回開催(その後、毎月開催)
- ・ 平成23年7月 論点整理・今後の議論の方向性の提示
- ・ 平成23年9月以降 具体的な検討(官民の役割分担・連携、教育・訓練内容の見直し、受益者負担等)
- ・ 平成24年3月 最終とりまとめ

4. 第1回の日時・場所等について

- ・ 日時 平成23年5月18日(水) 10:00～12:00
- ・ 場所 中央合同庁舎3号館11階特別会議室
- ・ 議題 船員確保・育成の現状と今後の進め方について

5. その他

- ・ 当検討会は公開(撮影は冒頭のみ可能)
- ・ 傍聴に当たっての登録は不要(傍聴席に限りあり)
- ・ 議事概要等については、後日、国土交通省のホームページで公開予定

【問い合わせ先】

事務局 国土交通省 海事局 海事人材政策課 川上・細田

電話：03-5253-8111 (内線：45126) 03-5253-8647 (直通)

FAX：03-5253-1645

船員（海技者）の確保・育成に関する検討会 委員名簿

【学識経験者】

杉山 雅洋 元 早稲田大学 商学学術院 教授（座長）
 野川 忍 明治大学 法科大学院 教授
 深澤 旬子 (株)パソナグループ 取締役 専務執行役員
 工藤 裕子 中央大学 法学部 教授

【教育・訓練機関】

・東京海洋大学 海洋工学部長 鶴田 三郎
 ・神戸大学大学院 海事科学研究科長 小田 啓二
 ・国立高等専門学校機構 理事 木谷 雅人
 ・大島商船高等専門学校 校長 久保 雅義
 ・航海訓練所 理事長 飯田 敏夫
 ・海技教育機構 理事長 鋤柄 好利

【関係団体】

・日本船主協会 副会長 林 忠男
 ・日本船主協会 労政委員会委員 赤峯 浩一（日本郵船 常務経営委員）
 ・日本船主協会 労政委員会委員 平塚 惣一（商船三井 専務執行役員）
 ・日本船主協会 労政委員会委員 佐々木 真己（川崎汽船 取締役常務執行役員）
 ・日本船主協会 労政委員会委員 阪田 泰一（NS ユナイテッド海運 執行役員）
 ・日本船主協会 労政委員会委員 紙田 浩（JX 日鉱日石タンカー 取締役
 船舶管理本部長）
 ・日本内航海運組合総連合会 船員対策委員長 上窪 良和
 （第一中央船舶 代表取締役社長）
 ・内航大型船輸送海運組合 会長 栗林 宏吉（栗林商船 代表取締役社長）
 ・全国海運組合連合会 会長 小比加恒久（東都海運 代表取締役社長）
 ・全国内航タンカー海運組合 会長 岩田 誠（旭タンカー 代表取締役社長）
 ・全国内航輸送海運組合 会長 三木 孝幸（三洋海運 代表取締役社長）
 ・全日本内航船主海運組合 会長 佐藤 國臣（佐藤國汽船 代表取締役社長）
 ・日本旅客船協会 理事 高松勝三郎（オーシャントランス 社長）
 ・国際船員労務協会 理事 栢原 信郎（キーマックスマリタイム CEO）
 ・日本船舶管理者協会 理事長 蔵本由紀夫（イコーズ 取締役会長）
 ・全日本海員組合 副組合長 田中 伸一
 ・全日本海員組合 中央執行委員 森田 保己（国際局長）
 ・全日本海員組合 中央執行委員 田中 利行（国内局長）
 ・全日本海員組合 中央執行委員 立川 博行（国際・国内政策局長）

【国】

・文部科学省 高等教育局 専門教育課長 内藤 敏也
 ・国土交通省