

## Annex 13

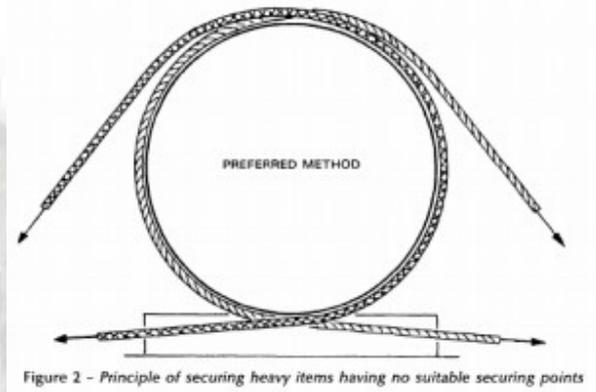
規格化されていない貨物に対しての固縛効果を評価する方式

## 1 適用範囲

本書に示される方式は、規格化されていない貨物（コンテナ・自動車・袋詰め、コイル等の規格物でないもの）に対し適用する。

Code of Safe Practice for Cargo Stowage の Chapter1.8 の規定にあるような特別な最大級の重量物（本船の構造部材をも考慮するようなもの）に関する Annex 規則の積付けや保定についての排他的なアドバイスは、ここでは取り上げないこととする。

当該 Annex に記載された理論に適用される Lashing (構成) 資材は、貨物据付の固縛ポイント、もしくは強固に支持された構造物がそこに位置するか、または、適切なアドバイスがある部分に取り付けられるか、Annex5 の figure2 図に示されるように、1本のワイヤーが貨物に環状に巻かれ、その両端が同方向側に伸びて固定される方法を取らねばならない。



そして、保定についてその方法が明らかでない貨物には、仕方なくその頭上にワイヤーを回して（上図ではない。貨物の頭を抑えつつ右から左にワイヤーを渡すやり方）押さえつけるのみの Lashing を施すこともあるが、それは単にその貨物の初期固有摩擦力を増加させるだけであって、この Annex の元に行われる保定配置（やり方）の評価において信頼されない。

もしその出力が Annex に適用される最小安全係数に一致する範囲になる場合、この Annex は、コンピューターソフトウェアの使用を排除して読まれてはならない。

この Annex に記述される適用方式は、船員の良識的原則を補足するものであって、実践の積付および保定の経験に変わるものではない。

## 2 方式の目的

- 1 Cargo Securing Manual や手本の準備に関し、ガイダンスを提供する。
- 2 Cargo Securing Manual によって補えない貨物保定の算定に乗組員を支援する。
- 3 Cargo Securing Manual によって補えない貨物保定の算定に陸上職員を支援する。
- 4 港湾関連事業の教育の一端を担う。

### 3 方式の提案

方式は世界標準的に適用可能、かつ、融通性のあるものとして提案される。Cargo Securing Manual の策定者は、この提案をその船や、保定資材、輸送貨物に適したフォームに変換することを推奨します。このフォームは、適切な図解、表、例題から成る。

### 4 保定資材の強度

4.1 保定資材の工場は、資材の公称破断強度情報を (kN で) 提出しなければならない。

4.2 Maximum securing load(MSL) 最大保定荷重は、船体と貨物を固定するために使用する資材の許容荷重に定義・使用される用語です。

Safe Working Load(SWL) 安全荷重が、MSL の代わりにすることもあるだろうが、これは、MSL で定義された強度と同等以上のものという条件であること。(当社では安全率を 6 としているため、こういうことは在り得ないが、経済性のため Lashing の場合には MSL→CS を採用している)

参考例:Chain (by 相田)

$$SWL = BL / \text{安全率 } 6 = 20t / 6 = 3.33t$$

$$MSL = BL \times 50\% = 20t \times 50\% = 10.00t$$

経済性で  $MSL / 1.35 = CS(7.41t)$  を採用

各 Lashing 資材の MSL 計算法は、Table1 に示される。

木材の MSL は Grain に対し 0.3kN/cm<sup>2</sup> とする。

**Table1-Determination of MSL from breaking strength**

Material	MSL
shackle, rings, deckeyes, turnbuckles of mild steel	50% of breaking strength
fibre rope	33% of breaking strength
web lashing	50% of breaking strength
wire rope (新品)	80% of breaking strength
wire rope (再使用)	30% of breaking strength
steel band (新品)	70% of breaking strength
chain	50% of breaking strength

4.3 特別な保定資材 (即ち、テンショナー付き繊維帯、コンテナ用保定資材) の許容荷重は、当局によって規定され、検印されているだろうから、これを MSL とする。

4.4 Lashing 資材の構成が、ワイヤー、シャックル、チェーン等で連結してデッキのアイに固定される場合は、その各資材のうち最小 MSL となるものを適用する。

### 5 大まか方式 (大雑把な考え方)

5.1 貨物を保定する資材の両舷 MSL の総量が、貨物重量と同じになるようにする。

1kN ≒ 100kg  
(+貨物重量は kN にとる。)

5.2 横揺れ加速度が 1G(9.8m/S<sup>2</sup>)を意味するこの方式は、いかなる船型、積付位置、復元力、貨物、運航地域、気象にも適応する。しかしながら、この方式は、Lashing 角の逆効果や、保定資材の力の不均衡分散も、有利な摩擦効果についても、どちらも算入していない。

(\*これでは船が逆さまになっても貨物が本船に固定されているということだ。by 相田)

5.3 船横方向移動抑制のための Lashing は、それと甲板との角度を 60° 以上にはならず、かつ、適切な資材の使用によって十分な摩擦抵抗が得られるようにすることが重要である。60° 以上の角度をもった追加の Lashing は、転倒(tipping)防止の措置として好ましいかもしれないが、横移動防止のとしての Lashing 本数として勘定に入れるべきではない。

## 6 安全係数

保定資材の強度を評価するために平衡計算法を用いる場合は、資材に不均衡な荷重がかかる可能性や、不適切な構成資材による能力減少、その他の理由のため 安全係数を算入する。MSL と、採用する Annex 方式 (Advance 方式か、Alternative 方式か) によって計算強度 (Calculated Strength:CS) を導き出す公式の中に、この安全係数は使用される。

$$CS = \frac{MSL}{\text{Safety factor}}$$

安全係数を導入したとしても、保定の配置内に均一の弾力性を備えるため、同類・同形の保定成分をもつ資材を使用するよう配慮されるべきである。

## 7 (前述よりも) 進歩させた計算方式 (Advance 方式)

### 7.1 外力の仮定

貨物の船首尾方向、船横方向、垂直方向にかかる外力は、公式を用いることで取得できる。

$$F_{(x,y,z)} = m \cdot a_{(x,y,z)} + Fw_{(x,y)} + Fs_{(x,y)}$$

式の構成

- F(x,y,z) = x 船首尾方向、y 船横方向、z 垂直方向
- m = 貨物質量
- a(x,y,z) = x 船首尾方向、y 船横方向、z 垂直方向の加速度(table2 参照)
- Fw(x,y) = x 船首尾方向、y 船横方向の風圧力
- Fs(x,y) = x 船首尾方向、y 船横方向の波浪影響 (海水揺動)

基本的加速度データは table2 に提示される。

Table2-Basic acceleration data

Transverse acceleration $a_y$ in $m/s^2$ 船横加速度										Longitudinal acceleration $a_x$ in $m/s^2$		
	舵軸									FPT	船ナリ加速度	
on deck, high		7.1	6.9	6.8	6.7	6.7	6.8	6.9	7.1	7.4	3.8	
on deck, low		6.5	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1	6.3	6.5	6.7	2.9	
tween-deck		5.9	5.6	5.5	5.4	5.4	5.5	5.6	5.9	6.2	2.0	
lower hold		5.5	5.3	5.1	5.0	5.0	5.1	5.3	5.5	5.9	1.5	
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	L
Vertical acceleration $a_z$ in $m/s^2$ 垂直加速度												
7.6 6.2 5.0 4.3 4.3 5.0 6.2 7.6 9.2												

注釈：

表から得られた船横加速度の数値は、重力成分、縦揺れ上下動の成分が含まれている。垂直加速度の数値には、静的重量成分は含まない。

基本的加速度データは以下の運航状態条件において妥当なものであると考えられる。

- .1 運航区域を限定しない。
- .2 1年を通した全ての季節。
- .3 航海期間は25日間。
- .4 全長100m。
- .5 航海速力15knot。
- .6  $B/GM \geq 13$  (B=船幅、GM=メタセンタ高さ)。

(例えば瀬戸内海のような) 制限された運航区域では、季節や航海期間要素を算入して、上記の数字の低下が考慮されるかもしれない。

100m を超える全長の船や、航海速力が 15knot を超える船に至っては、上記加速度の数値を table3 によって補正しなければならない。

Table 3 - Correction factor for length and speed

Length(m) Speed(kn)	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
9	1.20	1.09	1.00	0.92	0.85	0.79	0.70	0.63	0.57	0.53	0.49
12	1.34	1.22	1.12	1.03	0.96	0.90	0.79	0.72	0.65	0.60	0.56
15	1.49	1.36	1.24	1.15	1.07	1.00	0.89	0.80	0.73	0.68	0.63
18	1.64	1.49	1.37	1.27	1.18	1.10	0.98	0.89	0.82	0.76	0.71
21	1.78	1.62	1.49	1.38	1.29	1.21	1.08	0.98	0.90	0.83	0.78
24	1.93	1.76	1.62	1.50	1.40	1.31	1.17	1.07	0.98	0.91	0.85

length (全長横列) / speed (速力縦列) の関係を直接的に作表していない。補正係数を得るために以下の公式を使用することができる。v = 速力 (knot)、L = 垂線間長 (m)

$$\text{correction factor} = (0.345 \cdot v / \sqrt{L}) + (56.62 \cdot L - 1034.5) / L^2$$

この公式は全長 50m 以下の船と、300m を越える船について使用できない。

ついで、B/GM < 13 となる船については、table4 の数値によって、船横加速度が補正されなければならない。(船ナリ加速度については補正の要なし)

**Table 4 - Correction factors for B/GM < 13**

B/GM	7	8	9	10	11	12	13 OR ABOVE
omdeck, high	1.56	1.40	1.27	1.19	1.11	1.05	1.0
on deck, low	1.42	1.30	1.21	1.14	1.09	1.04	1.0
tween-deck	1.26	1.19	1.14	1.09	1.06	1.03	1.0
lower hold	1.15	1.12	1.09	1.06	1.04	1.02	1.0

以下について注視する。:

片舷 30° 以上の横揺れとなった場合には、上記で与えられた船横加速度値を超過するだろう。その状態を避けるため有効な対抗措置が取られなければならない。

船首が高速で波に突っ込んでスラミングがある場合には、上記で与えられた船ナリ加速度値や垂直加速度値を超過するだろう。その際には適切な減速を検討しなければならない。

十分でない復元力において船尾またはクォーターの追い波に航行している場合は、大傾斜が予想 (ブローチング現象) され、それと共に与えられた船横加速度を遥か超えてしまう。適切な針路の変更を検討しなければならない。

暴露甲板上に積載した貨物に対する風圧、波浪の力は、下記の方法によって算入する。

$$\text{風圧力} = 1\text{kN per m}^2$$

$$\text{波浪力} = 1\text{kN per m}^2$$

波浪は前行記載の数値を更に大きく超えることがある。したがって、この数値は来たる波を避けるに十分な手段をとったのち、どうしても避け得なかったものとして考慮されなければならない。

したがって、この波浪力はハッチトップ上 2m までの高さについて適応すればよい。(当社のソフトもこうしてある)

さらに、航行区域を制限する場合には、波浪影響は無視できるだろう。

## 7.2 力の平衡とモーメント

平衡計算は下記において積極的に実施されなければならない。

- － 右舷・左舷方向の船横滑動力
- － 右舷・左舷方向の転倒力
- － 摩擦力を減じた状態での船首尾方向の滑動力

左右舷において対照的な保定配置となっている場合は、片舷の計算で十分である。

摩擦は滑動防止に寄与する。それは以下のように適用される。

Table 5 – Friction coefficients

Materials in contact 相互間接触材質	Friction coefficient ( $\mu$ ) 摩擦係数
Timber-timber, wet or dry	0.4
Steel-timber or steel-rubber	0.3
Steel-steel, dry	0.1
Steel-steel, wet	0.0

### 7.2.1 船横滑動力

平衡計算は以下の状態が満たされていなければならない。(figure 1 を参考)

$$F_y \leq \mu \cdot m \cdot g + CS_1 \cdot f_1 + CS_2 \cdot f_2 + \dots + CS_n \cdot f_n$$

式の構成

- n ラッシングの本数
- F<sub>y</sub> 推定される船横滑動力 (kN)
- $\mu$  摩擦係数
- m 貨物質量 (t)
- g 重力加速度 = 9.81m/S<sup>2</sup>
- CS 保定による計算強度

$$CS = \frac{MSL}{1.5}$$

- f ラッシングがデッキとなす角度  $\alpha$  による水平分力と、その垂直分力による摩擦の作用の和。(table 6 参照)  $f = \mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha$

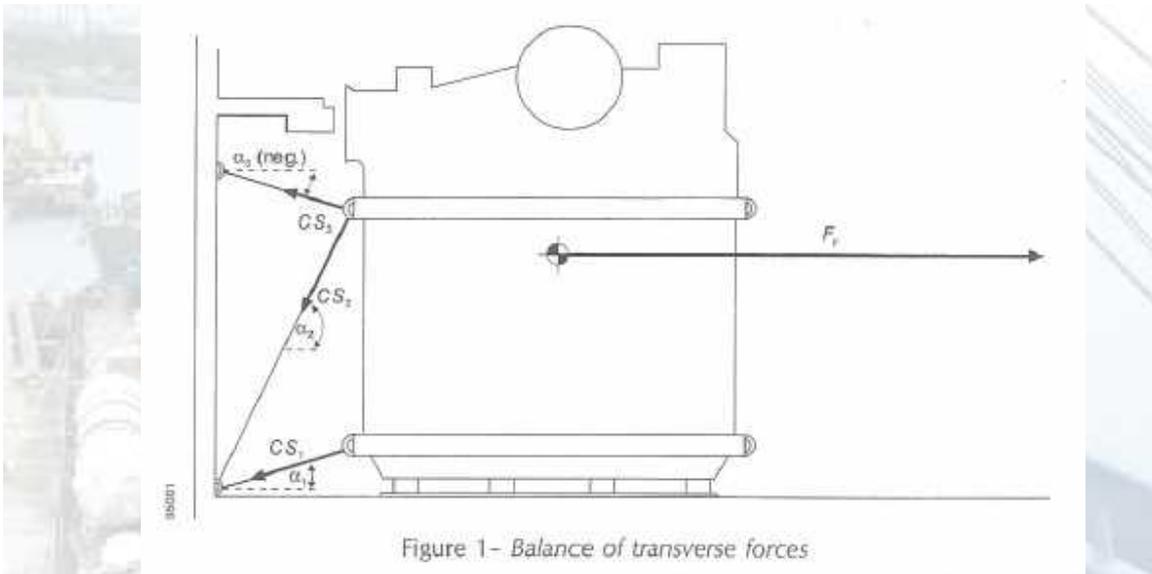


Figure 1- Balance of transverse forces

ラッシングとデッキがなす角度 $\alpha$ が 60 度以上になると、貨物の滑動力の点で、この保定の効力は減少する。したがって、転倒力に対し切迫した状態となったり、または、よほど信頼できる保定制装置（資材）であったり、航海を通して初期張力を維持できる、などによって必要な荷重が獲得されない限り、力の平衡計算上、そのような保定制は無視されるべきである。（これが、Annex13 Advance と Alternative の大きな違いである。）

水平方向のラッシング角、すなわち真横からの偏向角は、 $30^\circ$  を超えてはならない。さもなければ、船横側の平衡計算から除外すべきである。（前項同様、当社は alternative を採用しているので算入している）

Table 6 – Value as a function of  $\alpha$  and  $\mu$

$\mu \backslash \alpha$	$-30^\circ$	$-20^\circ$	$-10^\circ$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$
<b>0.3</b>	0.72	0.84	0.93	1.00	1.04	1.04	1.02	0.96	0.87	0.76	0.62	0.47	0.30
<b>0.1</b>	0.82	0.91	0.97	1.00	1.00	0.97	0.92	0.83	0.72	0.59	0.44	0.27	0.10
<b>0.0</b>	0.87	0.94	0.98	1.00	0.98	0.94	0.87	0.77	0.64	0.50	0.34	0.17	0.00

Remark:  $f = \mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha$

Alternative 方式としては、7.3 の章に方式の概要があるように、保定制配置のその力の決定において table 6（もしくは公式）を使用することで、船横、船なり方向の構成成分を計算することができる。

### 7.2.2 船横転倒力

この平衡計算は、下記の条件を満たすものである。（figure 2 を参照）

$$F_y \cdot a \leq b \cdot m \cdot g + CS_1 \cdot c_1 + CS_2 \cdot c_2 + \dots + CS_n \cdot c_n$$

式の構成

$F_y, m, CS, n$  は、7.2.1 の説明と同じ。

- a 転倒応力の作用垂直距離 (m)
- b 安定特性の作用水平距離 (m)
- c 転倒軸から保定作用線までの距離 (m)

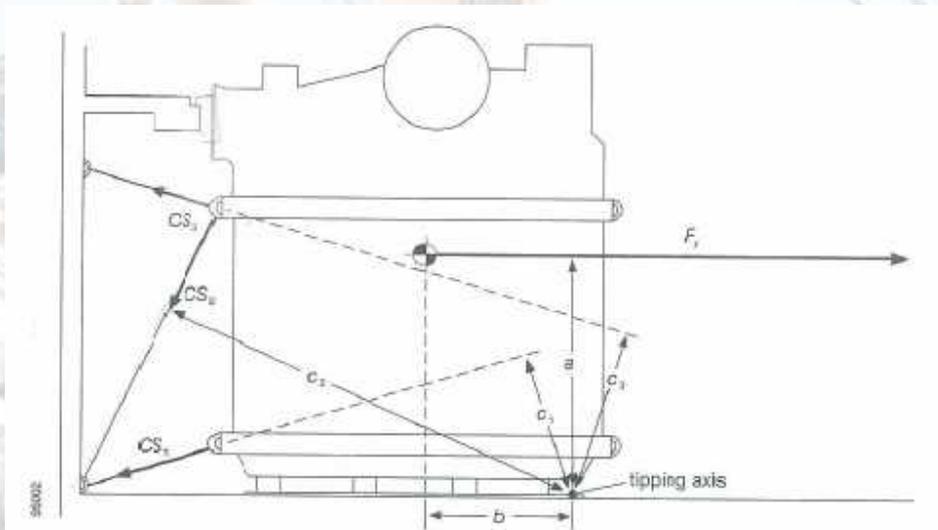


Figure 2 - Balance of transverse moments

### 7.2.3 船なり方向の滑動力

通常の状態において、船横方向の保定は、船なり方向の滑動力をも補完する。疑わしい場合には、平衡計算において以下を満たすようにする。

$$F_x \leq \mu \cdot (m \cdot g - F_z) + CS_1 \cdot f_1 + CS_2 \cdot f_2 + \dots + CS_n \cdot f_n$$

式の構成

$\mu, m, g, f, n,$  は、7.2.1 の説明と同様。

$F_x$  推定される船なり滑動力 (kN)

$F_z$  推定される垂直方向応力(kN) →  $F_z = \text{Table2(下段)} \times \text{Table3(補正)} \times \text{重量}$

CS 保定による計算強度

$$CS = \frac{MSL}{1.5}$$

注釈: 船横方向の保定による船なり方向の滑動防止成分が、ラッシング資材 CS の 0.5 倍以上で想定してはならない。

(当社ソフトでは、alternative 方式として、ナリ方向も詳細に計算しているので、ここは流して良い。)

### 7.2.4 計算例

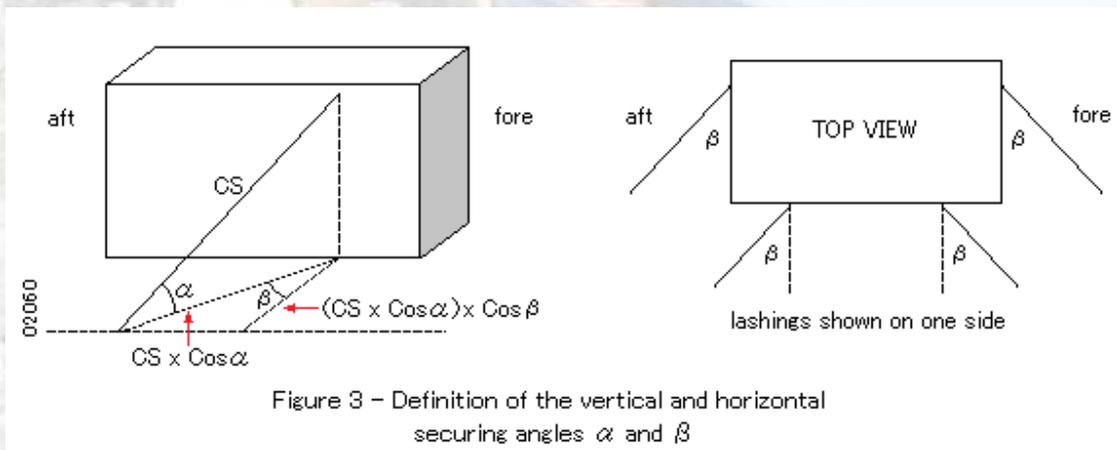
この方式(Advance 方式) による例題が、後頁の付録に示されている。

## 7.3 平衡力計算 - (代替の) 新しい方式 (Alternative 方式)

7.2.1 や 7.2.3 において述べてきた外力（加速度等）と Lashing の力の平衡については、通常、適切な保定配置決定に備えます。しかしながら、alternative 方式では保定水平角の更なる正確な検討を与える。

保定具（装置）は実際、純粹に船なり、船横方向を向いてはいない。しかし、それらは水平面に  $\beta$  角を持っている。この  $\beta$  角が、船横方向からの偏角としてこの項で明らかにされる。（ $\beta$  角で Lashing の船横成分が計算できる。）

この  $\beta$  角は 1/4 象限、すなわち  $0^\circ \sim 90^\circ$  で表される。



$\beta$  角を伴う保定具は、船ナリ、船横の双方向に保定効果をもたらす。それらは、CS（計算強度）に  $f_x$  の見かけ量、もしくは、 $f_y$  の見かけ量を掛けることで、求められる。

Lashing の船横成分の力 =  $CS \times \cos \alpha \times \cos \beta + \mu \cdot \sin \alpha$   
 Lashing の船縦成分の力 =  $CS \times \cos \alpha \times \sin \beta + \mu \cdot \sin \alpha$   
 ( $\mu \cdot \sin \alpha$  は、Lashing によって下に引っ張られ、見かけ上重量が増えたことによる摩擦)

これらの数値は、次の table7 からも得ることができる。

Table7 は摩擦係数が 0、0.1、0.2、0.3、0.4、の 5 つの規定数値を元に構成する。それぞれの返し値は、垂直角  $\alpha$  と水平角  $\beta$  を使用することによって得られる。

$f_x$  の値は、右列から、一方  $f_y$  の値は左列から  $\beta$  角を入れて表から近似値を按分計算する。

平衡計算は、以下の公式に従ってやれる。符号は 7.2 参照

船横滑動力:  $F_y \leq \mu \cdot m \cdot g + f_{y1} \cdot CS_1 + \dots + f_{yn} \cdot CS_n$

船縦滑動力:  $F_x \leq \mu \cdot (m \cdot g - F_z) + f_{x1} \cdot CS_1 + \dots + f_{xn} \cdot CS_n$

船横転倒力:  $F_y \cdot a \leq b \cdot m \cdot g + 0.9(CS_1 \cdot c_1 + CS_2 \cdot c_2 + \dots + CS_n \cdot c_n$

(モーメント)

a: 貨物重心の高さ

b: 貨物幅の 1/2 (重心から回転軸までの水平距離)

g: 重力 (換算値  $9.81m/s^2$ )

m: 貨物重量

**Caution:**

45° 以下の垂直角と、45° 以上の水平角を持つ保定（法）は、船横転倒モーメント算出に上記公式を使用するべきではない。

これら公式にある全ての記号は、Table7 から獲得できる  $f_y$  と  $f_x$  を除いて、7.2 章で述べられたものと同じ意味を持つ。（ $\beta$  角を考慮することにより）CS は、以下のようになる。

$$CS = \frac{MSL}{1.35}$$

**Table 7 –  $f_x$  value and  $f_y$  value as a function of  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\mu$**   
 ( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\mu$  の作用による  $f_x$  と  $f_y$  の値)

**Table 7.1 for  $\mu = 0.4$**

$\beta$ for $f_y$	$\alpha$														$\beta$ for $f_x$
	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90	
0	0.67	0.80	0.92	1.00	1.05	1.08	1.07	1.02	0.99	0.95	0.85	0.72	0.57	0.40	90
10	0.65	0.79	0.90	0.98	1.04	1.06	1.05	1.01	0.98	0.94	0.84	0.71	0.56	0.40	80
20	0.61	0.75	0.86	0.94	0.99	1.02	1.01	0.98	0.95	0.91	0.82	0.70	0.56	0.40	70
30	0.55	0.68	0.78	0.87	0.92	0.95	0.95	0.92	0.90	0.86	0.78	0.67	0.54	0.40	60
40	0.46	0.58	0.68	0.77	0.82	0.86	0.86	0.84	0.82	0.80	0.73	0.64	0.53	0.40	50
50	0.36	0.47	0.56	0.64	0.70	0.74	0.76	0.75	0.74	0.72	0.67	0.60	0.51	0.40	40
60	0.23	0.33	0.42	0.50	0.56	0.61	0.63	0.64	0.64	0.63	0.60	0.55	0.48	0.40	30
70	0.10	0.18	0.27	0.34	0.41	0.46	0.50	0.52	0.52	0.53	0.52	0.49	0.45	0.40	20
80	-0.05	0.03	0.10	0.17	0.24	0.30	0.35	0.39	0.41	0.42	0.43	0.44	0.42	0.40	10
90	-0.20	-0.14	-0.07	0.00	0.07	0.14	0.20	0.26	0.28	0.31	0.35	0.38	0.39	0.40	0

**Table 7.2 for  $\mu = 0.3$**

$\beta$ for $f_y$	$\alpha$														$\beta$ for $f_x$
	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90	
0	0.72	0.84	0.93	1.00	1.04	1.04	1.02	0.96	0.92	0.87	0.76	0.62	0.47	0.30	90
10	0.70	0.82	0.92	0.98	1.02	1.03	1.00	0.95	0.91	0.86	0.75	0.62	0.47	0.30	80
20	0.66	0.78	0.87	0.94	0.98	0.99	0.96	0.91	0.88	0.83	0.73	0.60	0.46	0.30	70
30	0.60	0.71	0.80	0.87	0.90	0.92	0.90	0.86	0.82	0.79	0.69	0.58	0.45	0.30	60
40	0.51	0.62	0.70	0.77	0.81	0.82	0.81	0.78	0.75	0.72	0.64	0.54	0.43	0.30	50
50	0.41	0.50	0.58	0.64	0.69	0.71	0.71	0.69	0.67	0.64	0.58	0.50	0.41	0.30	40
60	0.28	0.37	0.44	0.50	0.54	0.57	0.58	0.58	0.57	0.55	0.51	0.45	0.38	0.30	30
70	0.15	0.22	0.28	0.34	0.39	0.42	0.45	0.45	0.45	0.45	0.43	0.40	0.35	0.30	20
80	0.00	0.06	0.12	0.17	0.22	0.27	0.30	0.33	0.33	0.34	0.35	0.34	0.33	0.30	10
90	-0.15	-0.10	-0.05	0.00	0.05	0.10	0.15	0.19	0.21	0.23	0.26	0.28	0.30	0.30	0

**Table 7.3 for  $\mu = 0.2$**

$\beta$ for	$\alpha$														$\beta$ for
$f_y$	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90	$f_x$
<b>0</b>	0.77	0.87	0.95	1.00	1.02	1.01	0.97	0.89	0.85	0.80	0.67	0.53	0.37	0.20	<b>90</b>
<b>10</b>	0.75	0.86	0.94	0.98	1.00	0.99	0.95	0.88	0.84	0.79	0.67	0.52	0.37	0.20	<b>80</b>
<b>20</b>	0.71	0.81	0.89	0.94	0.96	0.95	0.91	0.85	0.81	0.76	0.64	0.51	0.36	0.20	<b>70</b>
<b>30</b>	0.65	0.75	0.82	0.87	0.89	0.88	0.85	0.79	0.75	0.71	0.61	0.48	0.35	0.20	<b>60</b>
<b>40</b>	0.56	0.65	0.72	0.77	0.79	0.79	0.76	0.72	0.68	0.65	0.56	0.45	0.33	0.20	<b>50</b>
<b>50</b>	0.46	0.54	0.60	0.64	0.67	0.67	0.66	0.62	0.60	0.57	0.49	0.41	0.31	0.20	<b>40</b>
<b>60</b>	0.33	0.40	0.46	0.50	0.53	0.54	0.53	0.51	0.49	0.47	0.42	0.36	0.28	0.20	<b>30</b>
<b>70</b>	0.20	0.25	0.30	0.34	0.37	0.39	0.40	0.39	0.38	0.37	0.34	0.30	0.26	0.20	<b>20</b>
<b>80</b>	0.05	0.09	0.14	0.17	0.21	0.23	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.23	0.20	<b>10</b>
<b>90</b>	-0.10	-0.07	-0.03	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.14	0.15	0.17	0.19	0.20	0.20	<b>0</b>

**Table 7.4 for  $\mu = 0.1$**

$\beta$ for	$\alpha$														$\beta$ for
$f_y$	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90	$f_x$
<b>0</b>	0.82	0.91	0.97	1.00	1.00	0.97	0.92	0.83	0.78	0.72	0.59	0.44	0.27	0.10	<b>90</b>
<b>10</b>	0.80	0.89	0.95	0.98	0.99	0.96	0.90	0.82	0.77	0.71	0.58	0.43	0.27	0.10	<b>80</b>
<b>20</b>	0.76	0.85	0.91	0.94	0.94	0.92	0.86	0.78	0.74	0.68	0.56	0.42	0.26	0.10	<b>70</b>
<b>30</b>	0.70	0.78	0.84	0.87	0.87	0.85	0.80	0.73	0.68	0.63	0.52	0.39	0.25	0.10	<b>60</b>
<b>40</b>	0.61	0.69	0.74	0.77	0.77	0.75	0.71	0.65	0.61	0.57	0.47	0.36	0.23	0.10	<b>50</b>
<b>50</b>	0.51	0.57	0.62	0.64	0.65	0.64	0.61	0.56	0.53	0.49	0.41	0.31	0.21	0.10	<b>40</b>
<b>60</b>	0.38	0.44	0.48	0.50	0.51	0.50	0.48	0.45	0.42	0.40	0.34	0.26	0.19	0.10	<b>30</b>
<b>70</b>	0.25	0.29	0.32	0.34	0.35	0.36	0.35	0.33	0.31	0.30	0.26	0.21	0.16	0.10	<b>20</b>
<b>80</b>	0.10	0.13	0.15	0.17	0.19	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.17	0.15	0.13	0.10	<b>10</b>
<b>90</b>	-0.05	-0.03	-0.02	0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	<b>0</b>

**Table 7.5 for  $\mu = 0.0$**

$\beta$ for	$\alpha$														$\beta$ for
$f_y$	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90	$f_x$
<b>0</b>	0.87	0.94	0.98	1.00	0.98	0.94	0.87	0.77	0.71	0.64	0.50	0.34	0.17	0.00	<b>90</b>
<b>10</b>	0.85	0.93	0.97	0.98	0.97	0.93	0.85	0.75	0.70	0.63	0.49	0.34	0.17	0.00	<b>80</b>
<b>20</b>	0.81	0.88	0.93	0.94	0.93	0.88	0.81	0.72	0.66	0.60	0.47	0.32	0.16	0.00	<b>70</b>
<b>30</b>	0.75	0.81	0.85	0.87	0.85	0.81	0.75	0.66	0.61	0.56	0.43	0.30	0.15	0.00	<b>60</b>
<b>40</b>	0.66	0.72	0.75	0.77	0.75	0.72	0.66	0.59	0.54	0.49	0.38	0.26	0.13	0.00	<b>50</b>
<b>50</b>	0.56	0.60	0.63	0.64	0.63	0.60	0.56	0.49	0.45	0.41	0.32	0.22	0.11	0.00	<b>40</b>
<b>60</b>	0.43	0.47	0.49	0.50	0.49	0.47	0.43	0.38	0.35	0.32	0.25	0.17	0.09	0.00	<b>30</b>
<b>70</b>	0.30	0.32	0.34	0.34	0.34	0.32	0.30	0.26	0.24	0.22	0.17	0.12	0.06	0.00	<b>20</b>
<b>80</b>	0.15	0.16	0.17	0.17	0.17	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.09	0.06	0.03	0.00	<b>10</b>
<b>90</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0</b>

Remark:  $f_y = \cos \alpha \cdot \cos \beta + \mu \cdot \sin \alpha$        $f_x = \cos \beta + \mu \cdot \sin \alpha$

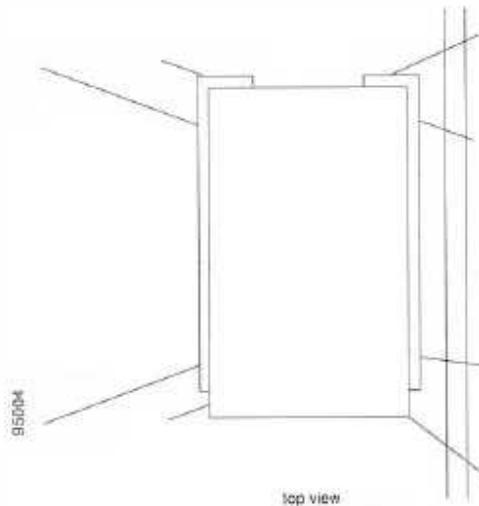
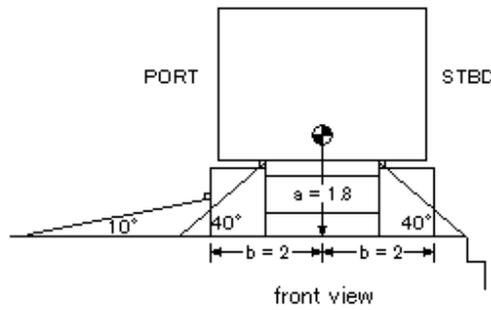
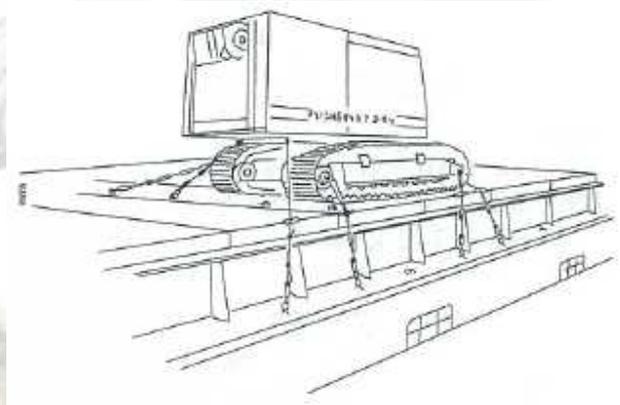
Annex13 付録 1

例題 1 (Advance 方式で計算)

(7章 2節を参照にする平衡力とモーメント)

船舶要目： 全長  $L=120\text{m}$ ; 船幅  $B=20\text{m}$ ; メタセンタ高さ  $GM=1.4\text{m}$ ; 速力= $15\text{knots}$

貨物： 質量  $m=62\text{t}$ ; 寸法：  $6 \times 4 \times 4 \text{ m}$   
積付け位置  $0.7L$  on deck, low (Table2 参照)



保定資材：

- Wire rope(new): . . . . . breaking strength=125kN;  
MSL =125kN x 80% = 100kN
- Shackle, turnbuckles, deck rings: . . . . . breaking strength =180kN;  
MSL =180kN x 50% =90kN
- Stowage on dunnage boards: . . . . .  $\mu =0.3$ ;

$$CS = MSL / 1.5 = 90 / 1.5 = 60kN$$

保定配置：

配置舷	n本数	CS	$\alpha$	f(table6)	c
STBD	4	60kN	40°	0.96	—
PORT	2	60kN	40°	0.96	—
PORT	2	60kN	10°	1.04	—

\*結果的に c は、転倒軸から保定作用線までの距離だが、Fz の計算結果上、転倒モーメントが重力荷重より小さいので使用しないためblankとなっている。

外力：

	Table2	Table3	weight	(wind) 側面積	(sloshing) 2m x 側長さ	
船横 Fy =	6.3	x	0.89	x	62	+ 24 + 12 = 384 kN
船縦 Fx =	2.9	x	0.89	x	62	+ 16 + 8 = 184 kN
垂直応力 Fz =	6.2	x	0.89	x	62	= 342 kN

平衡力 (右舷の保定配置) : . . . 7.2.1 公式参照

外力	摩擦係数	重量	換算値	本数	CS	Table6
384	< 0.3	x 62	x 9.81	+ 4	x 60	x 0.96
384	< 412	this is OK!				

平衡力 (左舷の保定配置) : . . . 7.2.1 公式参照

外力	摩擦	重量	換算	本数	CS	Table6	本数	CS	Table6
384	< 0.3	x 62	x 9.81	+ 2	x 60	x 0.96	+ 2	x 60	x 1.04
384	< 412	This is OK!							

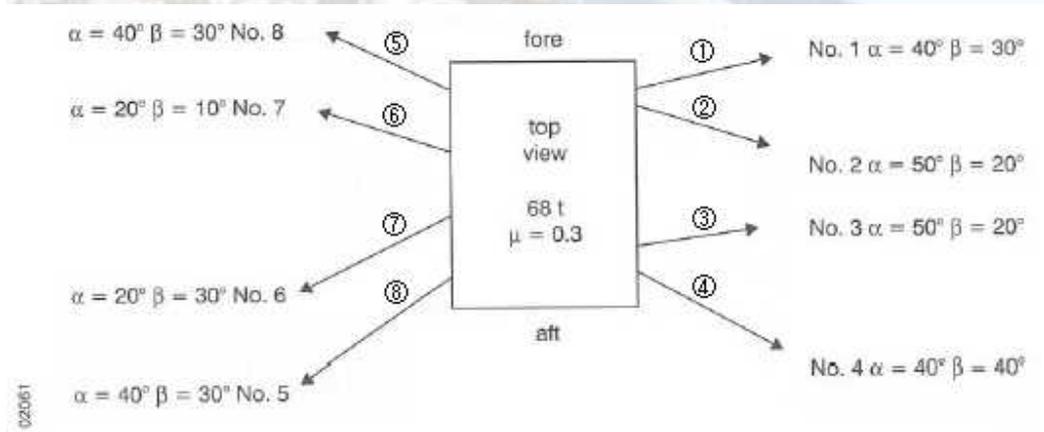
対転倒モーメント：

外力	重心の高さ	転倒軸までの水平距離	重量	換算値
384	x 1.8	< 2	x 62	x 9.81
691	< 1216	no tipping even without lashings!		

例題 2 (Alternative 方式で計算) …当社採用  
(7章3節を参照する平衡力)

貨物重量 68t を 木材ダンネージ( $\mu=0.3$ )を使用し、全長=160m、幅=24m、速力=18kn't、  
GM=1.5m の船舶の中甲板 0.7L の位置に積載する。  
貨物寸法は、高さ 2.4m、幅 1.8m。  
船縦外力(滑動力) $F_x=112\text{kN}$ 、船横外力(滑動力) $F_y=312\text{kN}$ 、垂直方向応力  $F_z=346\text{kN}$ 。

下記、上面図は 8 本 Lashing による保定配置を示す。



平衡力の計算：

No.	MSL(kN)	CS(kN)	$\alpha$	$\beta$	$f_y$	$C_s \times f_y$	$f_x$	$C_S \times f_x$
①	108	80	40° stbd	30° fwd	0.86	68.8 stbd	0.58	46.4 fwd
②	90	67	50° stbd	20° aft	0.83	55.6 stbd	0.45	30.2 aft
③	90	67	50° stbd	20° fwd	0.83	55.6 stbd	0.45	30.2 fwd
④	108	80	40° stbd	40° aft	0.78	62.4 stbd	0.69	55.2 aft
⑤	108	80	40° port	30° aft	0.86	68.8 port	0.58	46.4 aft
⑥	90	67	20° port	30° aft	0.99	66.3 port	0.57	38.2 aft
⑦	90	67	20° port	10° fwd	1.03	69.0 port	0.27	18.1 fwd
⑧	108	80	40° port	30° fwd	0.86	68.8 port	0.58	46.4 fwd

注：MSLの値が 108kN と 90kN と 2 つある。→BL が異なる 2 種類の Lashing 資材を使用している。

船横平衡力 (右舷の保定配置)：

外力	摩擦	重量	換算	CSfy①	CSfy②	CSfy③	CSfy④
312	< 0.3	x 68	x 9.81	+ 68.8	+ 55.6	+ 55.6	+ 62.4
312	< 443			this is OK!			

船横平衡力 (左舷の保定配置)：

外力	摩擦	重量	換算	CSfy⑤	CSfy⑥	CSfy⑦	CSfy⑧
312	< 0.3	x 68	x 9.81	+ 68.8	+ 66.3	+ 69.0	+ 68.8

312 < 473 this is OK !

船縦平衡力 (船首側の保定配置) :

外力	摩擦	重量	換算	Fz	CSfx①	CSfx③	CSfx⑦	CSfx⑧			
112	<	0.3	(68 x 9.81 - 346)	+	46.4	+	30.2	+	18.1	+	46.4

\*Fz346 = 重量 68t x Table2(6.2) x Table3(0.82)

112 < 237 this is OK !

船縦平衡力 (船尾側の保定配置) :

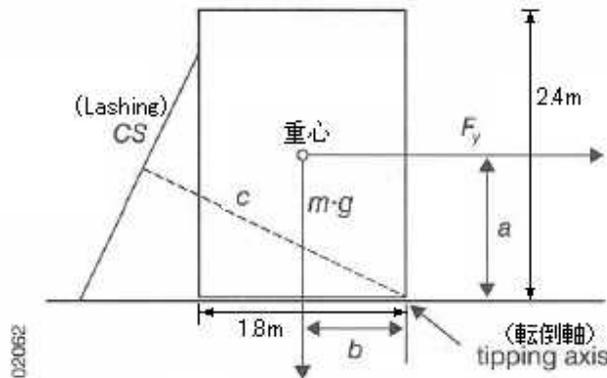
外力	摩擦	重量	換算	Fz	CSfx②	CSfx④	CSfx⑤	CSfx⑥			
112	<	0.3	(68 x 9.81 - 346)	+	30.2	+	55.2	+	46.4	+	38.2

\*Fz346 = 重量 68t x Table2(6.2) x Table3(0.82)

112 < 266 this is OK !

### 船横転倒力

明確な指示がない限り、垂直方向の貨物の重心は高さの 1/2、水平方向の重心は幅の 1/2 と仮定される。また、ラッシングが下図のように設置されるならば、c の距離 (転倒軸 tipping axis から LashingCS まで) を測定する代わりに、それよりも保守的 (安全サイドの) な数値と想定できる貨物の幅を採用する。



$$F_y \cdot a \leq b \cdot m \cdot g + *0.9 \cdot (*CS_1 \cdot c_1 + CS_2 \cdot c_2 + CS_3 \cdot c_3 + CS_4 \cdot c_4)$$

\*0.9 は係数 (7.3 Transverse Tipping の公式参照)

\*当社の計算では CS 部を安全を帰す数値として  $CS \cdot \cos \alpha \cos \beta$  (船横) を使用。(CS・cos β でよいかも?)

$$312 \times (2.4/2) < (1.8/2) \times 68 \times 9.81 + 0.9 \times 1.8 \times (80 + 67 + 67 + 80)$$

$$374 < 600 + 476$$

$$374 < 1076 \quad \text{this is OK !}$$

## Annex 13 の付録 2

### “非規格貨物に関する保定配置の能力評価方式”の理論と解説

- 1 この方式の適用範囲から、Code of Safe Practice for Cargo Stowage の Chapter1.8 の規定にあるような特別な最大級の重量物を除外するのは、それら貨物には、運送中の気象・海象について特別に決定される積付けや、保定をしなければならない事情があることを理解すべきである。

排除（という言葉）を、一定の貨物の重量や寸法に、この方式の制限があるという意味にとらえてはならない。

- 2 補正值とともに table2 に与えられる加速度は、25 日間の航海における最大値と述べられる。これは、なり・横・垂直方向の最大値が、同確立で一斉に生じることを意味するものではない。横方向の最大値は、船なりや垂直方向の最大値と 60% 以下の確率で、組み合わせさつて現れると、一般に推測できます。

船なりと垂直方向の合成は、それらがピッチングや上下動の共通の要因でもあることから、さらに近しく起こるだろう。

- 3 **advance** 計算方式は、“最悪ケースのアプローチ”を用いる。これは横方向の加速度値によって説明されています。それは船首、船尾で増大し、同時に垂直方向の船横加速度の影響も示されています。その結果、船横平衡力の計算中、垂直方向加速度や転倒モーメントを別に検討する必要ありません。これら同時に発生する垂直加速度は、見かけ上の貨物重量増加を生み、平衡力での摩擦力、モーメントでの安定特性に効果を上げます。こういった理由で、傾斜しても、質量  $\times$  重力がデッキに対し鉛直にかかる力に減少はないのです。

船なり方向の滑動力への状況はそれと異なる。最悪の場合、垂直方向応力  $F_z$  を経て重量の極端な減少を生じさせ、船なり力  $F_x$  は最大値となるだろう。

- 4 方式の中で示される摩擦係数は、公表による適切な数値よりもいくぶんか減少させている。その理由は、船特有にある湿気、グリス、油、埃や残渣、振動など、様々な影響を考えるべきだからです。

かなり摩擦係数を増加させると言われる信頼ある積付け資材がある。経験則からの材料も、実用的な追加係数をもたらしているのかもしれない。

- 5 複合体である保定配置の保定成分内の計算法には、必ず、各々の保定要素について、負荷一伸縮性、幾何学的（法則・規則性）配置、初期張力の検討を含むこと。

この手法は、大量の情報と、複合的に反復計算することを必要とする。その理由は、信頼しかねる疑わしい要素の存在が未だあるからです。

また、簡略化手法は、その成分が(MSL に安全率を減じた)CS の一様な負荷であると仮定することで選択される。

- 6 **advance** 計算法を実施するとき、データの集積方法は、例題に示されたように従って行われるべきである。ラッシングの平均角を用いて保定角を予想し、モーメントの平衡における a、b、c の適切な数値を得ることで、判断することができる。

ほんの小さな一つの数値や、その他の限定要素を変更することによって、合致したり、損なわれたりする平衡力は、限界に近いことを示していることに留意しなければならない。安全と危険の境界は明確でない。もし疑わしい場合には保定制を改善すべきである。

翻訳&注釈 by 相田

