

# PS-12 非損傷時復原性能に係る直接推定法

構造安全評価系 \* 白石 哲平、小川 剛孝  
 流体設計系 白石 耕一郎

## 1. はじめに

現在 IMO にて策定中である第 2 世代非損傷時復原性能基準では、3 段階の基準として目標指向型の基準体系を構成しようとしている。これらのうち、第 3 段階基準については、直接評価のあり方とこれに基づく操船ガイダンスが重要な要素となりつつある。

現状の基準案<sup>1)</sup>は、対象となる現象に係る基準の適合評価を、現象がとりわけ顕著に発生すると考えられる波浪条件や船速で集中的に評価することとなっている。

しかしながら、第 3 段階基準に係る操船ガイダンスを活用する操船者の立場からすると、どの程度の船速で、どのような波向きで運航すれば良いのかを広く知ることが重要になると考えられる。

このような背景のもと、著者らは水槽試験結果との比較を通じた直接計算法の精度検証とともに、これを活用した横揺れ評価法について検討を行ったので以下に報告する。

## 2. 直接計算法 NMRIW

本研究では、直接評価法として、当所で開発を行った波浪荷重・耐航性能評価ツール NMRIW (Nonlinear ship Motion in Regular and Irregular Waves)<sup>2) 3) 4)</sup>を用いた。はじめに、本研究で解析対象としたコンテナ船及び水槽試験模型の主要目を表 1 に示す。

表 1 解析対象としたコンテナ船の主要目

	Ship	Model
$L_{pp}$ [m]	283.80	2.60
Breadth [m]	42.80	0.39
Depth [m]	24.40	0.22
draft [m]	14.00	0.13
GM [m]	1.06	0.012
Natural Roll Period [sec]	30.30	2.84

## 3. パラメトリック横揺れ

ここでは、基準案が評価対象としている 5 つの現象のうち、一般商船や客船への影響が大きいと考えられるパラメトリック横揺れと復原力喪失現象について検討を行った。

表 2 に規則波中水槽試験を実施した条件を示す。縦は波長船長比  $\lambda/L$ 、横は波高  $H_w$  を表す。表中で、○はパラメトリック横揺れが顕著に発生した場合、△は、

現象が発生しても横揺れ振幅が 5 度以下であった場合、×は現象自体が発生しなかった場合をそれぞれ表す。パラメトリック横揺れ現象は、よく知られている<sup>例</sup>えば<sup>2)</sup>ように出会い波周期が横揺れ固有周期の約半分となる場合で顕著に発生した。また、直接計算法による計算結果は、実験をよく説明することが分かった。

表 2 パラメトリック横揺れ試験のパラメータ (Fn=0.06)

$H_w$ [m] $\lambda/L$	3.3	6.6	8.7	10.9
1.0			×	
1.2	×	○	○	○
1.5	×	○	○	

## 4. 復原力喪失

同様に、復原力喪失現象が発生した条件を表 3 に示す。復原力喪失現象は、高速かつ波長船長比が 0.9 から 1 付近の波粗度が高い場合に発生しており、一般的な現象の態様と一致する。また、直接計算法による計算結果は、実験をよく説明することが分かった。

表 3 復原力喪失試験のパラメータ (Fn=0.3)

$H_w$ [m] $\lambda/L$	10.9	12.0	13.1	15.3	16.4
0.8		△	△	○	
0.9	○	○	○	○	
1.0	△	△	△	△	○
1.2		×	△		○

## 5. 操船ガイダンスへの活用

表 4 及び表 5 には、長期の波浪頻度分布表 (IACS Rec. No. 34) で想定する短期海象中での直接計算結果から、有意な横揺れが発生した短期海象を特定した例を示す。また、図 1 には、パラメトリック横揺れの解析結果を、円周方向に出会い方位、半径方向に船速をとったポーラーチャートで表す。これらのような纏め方をすることで、直感的に危険な波浪条件と船速の組み合わせがわかるため、操船の一助になると考えられる。

今後は、計算法の更なる検証と並行して、操船ガイダンスのための活用事例を増やしていく。これにより、直接計算法の活用方法を確立していく。

表4 パラメトリック横揺れについての計算例（上：正面向波、下：真追波、Fn=0.1）

Hw(m)	T(sec)																	
	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5
0.5																		
1.5																		
2.5																		
3.5																		
4.5																		
5.5																		
6.5																	Occurred	Occurred
7.5																	Occurred	Occurred
8.5																	Occurred	Occurred
9.5																	Occurred	Occurred
10.5																	Occurred	Occurred
11.5																	Occurred	Occurred
12.5																	Occurred	Occurred
13.5																	Occurred	
14.5																		
15.5																		
16.5																		

Hw(m)	T(sec)																	
	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5
0.5																		
1.5																		
2.5																		
3.5																		
4.5																		
5.5																		
6.5																		
7.5																		
8.5									Occurred	Occurred								
9.5									Occurred	Occurred	Occurred							
10.5									Occurred	Occurred	Occurred	Occurred						
11.5									Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred					
12.5									Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred				
13.5									Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred				
14.5									Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred				
15.5									Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred				
16.5									Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred	Occurred				

表5 復原力喪失についての計算例（真追波、Fn=0.3）

Hw(m)	T(sec)																	
	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5
0.5																		
1.5																		
2.5																		
3.5																		
4.5																		
5.5																		
6.5																		
7.5																		
8.5																		
9.5																		
10.5																		
11.5																		
12.5																		
13.5																		
14.5																		
15.5																		
16.5																		

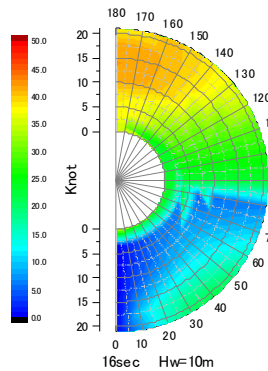


図1 パラメトリック横揺れのポーラーチャート  
(有義波高: 10m 平均波周期: 16秒)

Group on Intact Stability regarding the second generation intact stability criteria development, IMO/SDC1/INF.8, 2013.

- 2) Ogawa, Y.: An examination for the numerical simulation of parametric roll in head and bow seas, Proceedings of the 9th International Ship Stability Workshop, Hamburg, pp. 4.2.1-4.2.8, 2007.
- 3) Ogawa, Y.: A study of an effect of a parametric rolling on cargo damage, Proceedings of OC2008, Osaka, Japan, 2008.
- 4) Ogawa, Y.: A study on numerical modeling for the parametric rolling, Conference Proceedings of 10th International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles, 2009.

参考文献

- 1) Japan: DEVELOPMENT OF SECOND GENERATION INTACT STABILITY CRITERIA, Information collected by the Correspondence