

小型高速旅客船における腰椎骨折事故の再発防止対策について

1 背景

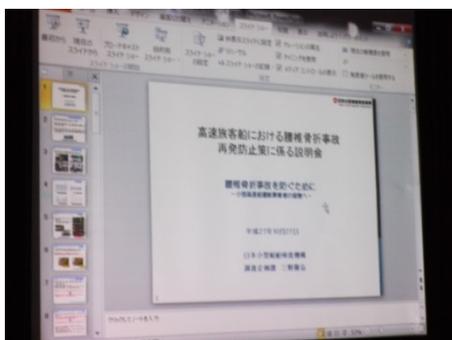
小型高速旅客船が波浪中を高速で航行した際に、激しい動揺によって乗客が負傷（腰椎圧迫骨折）する事故が散発しています。日本小型船舶検査機構では、このような事故の再発防止を目的として、平成 25 年 3 月から 5 回の委員会を開催し、事業者や関係機関等の協力を得て実船におけるデータ計測や種々の模型試験を実施し、調査を行ってきました。

2 結果・成果

腰椎骨折事故の防止には、下向き 1G 超の加速度を抑えることが重要であることが判明しています。このため、委員会では船長が下向き 1G を発生する速力や波高、座席位置などがわかる「腰椎骨折事故を防ぐための操船資料」（以下、操船資料）を開発しました。船長は、この操船資料を参考としながら、速力を調整しつつ航行することが、事故の再発防止対策に重要であると考えています。

3 石垣市における腰椎骨折事故再発防止に係る説明会（沖縄総合事務局開催）

日本小型船舶検査機構では、沖縄県石垣市において小型高速船事業者の船長の方々に対して、事業内容や操船資料等の説明を行ってきました。説明会は、通常の業務後の開催であったにもかかわらず、大勢の船長の方々ご参加されました。



平成 27 年 10 月 27 日 石垣市商工会館ホール（約 70 名が参加）

※事業の詳細な内容については、http://www.jci.go.jp/jci/chousa_gaiyou.html#H24-26 をご欄下さい。

腰椎骨折事故を防ぐために

— 小型高速船運航事業者の皆様へ —

1 腰椎骨折事故について

- ★ 小型高速旅客船が航行中、波浪による船体動揺によって、乗客が腰椎を骨折する事故が頻発しています
- ★ 運輸安全委員会の報告によると、船体が大きな波に出会い、乗客の身体が座席から浮き、座席に落下した際に負傷したものとされています
- ★ このような事故を防止するため、日本小型船舶検査機構では、関係機関の協力を得て、実船でのデータ計測や数タイプの模型試験を実施し、調査を行いました



小型高速旅客船(運輸安全委員会HP)

2 実船による加速度等の計測

- ★ 小型高速旅客船2隻で上下加速度や船体運動を計測し、船速に応じた客室内の上下加速度等を調査 (平成25年6月)



前部客室9列目座席下のジャイロ2台



後部客室座席下の加速度センサ



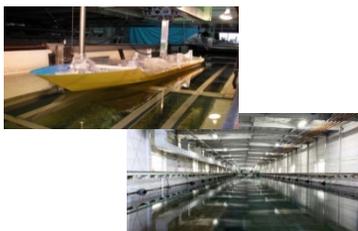
前部客室座席下の加速度センサ



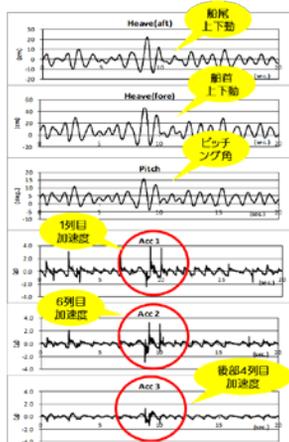
ブリッジ計器盤上のGPSロガー

3 海上技術安全研究所による水槽試験

- ★ 事故発生時に相当する条件で水槽実験を実施
船体運動及び船速や客室位置での上下加速度の関係を調査



海上技術安全研究所・模型実験



★ 衝撃は、前列隻でより大きい

4 速力、波高、船型による加速度の違い

航行中の加速度の大きさは、船の速力や波高によって異なります。同じ波でも、船の大きさや船型により異なります

- ★ 速力が速くなると、加速度は大きくなります
- ★ 船底が平たく、船が長いと加速度は大きくなる傾向です



痩せた船型



太った船型

種々の船型で模型実験(大阪府立大学)

5 腰椎骨折事故発生メカニズム

- ★ 腰椎骨折事故は、以下により発生すると考えられます。
- ① 船体が大波に乗った直後、船首を下げる瞬間、下向き1G超の加速度が発生
- ② 乗客の身体が座席から浮き上がる
- ③ 船体が海面と衝突し、4~5Gを超える大きな加速度が発生
- ④ 乗客が座席と衝突し、大きな衝撃を受けて負傷

★ 事故防止には、下向き1G超の加速度を抑えることが重要



★ 船の長さや幅などを入力するのみで、下向き1Gの加速度の発生限界がわかるソフトを開発しました

6 腰椎骨折事故の防止対策(重要なポイント)

- ★ 1Gを超える下向き加速度が発生しないよう速力を調整しましょう
- ★ そのためには、下向き1Gの加速度が発生する速力・波高・座席位置の関係を知っておくことが重要です



★ 「腰椎骨折事故を防ぐための操船資料」を利用しましょう

- ★ シートベルトを着用して身体が座席から浮かばないように固定することが必須です
- ★ 座席(特に前部)にクッションを設置し、腰部への衝撃を軽減する効果が期待できます
- ★ 特に高齢者等は後部座席に誘導するようにしましょう

7 腰椎骨折事故を防ぐための操船資料の見方

★腰椎骨折事故を防ぐための操船資料(下)は、下向き1Gの加速度が発生する波高・速力・座席位置の関係を示す船長のための資料です

①座席位置限界速力表(左上)

座席位置毎にどの程度まで減速すればよいかを表示

②SS表(右上)

下向き1Gの加速度が発生する船のセクション(SS)を表示

③波高表(右下)

波高何メートルで下向き1Gの加速度が発生するかを表示

★ブリッジの見やすい箇所に本資料を掲示し確認しましょう

★模型実験の最も厳しい状況(向波の中で船速一定で航行)を表示しており、舵をきったりするなどの操船要素は加味されていません

★減速が間に合わない突然の大波には注意が必要です

8 操船資料の作成方法

★操船資料は「腰椎骨折事故を防ぐための操船資料作成ソフト」(試行版)を使って簡単に作成できます

★操船資料は、個船毎に作成できます

★操船資料は、以下のデータのみで作成できます

- ・船の長さ ・船幅 ・デッドライズ角※ ・基準速力
- ・座席位置の船体セクションとの関係(座席1列目がSS7.1など)

★ソフト(エクセル)に上記数値データを入力すれば自動計算され、操船資料のそれぞれの表が作成されます

★操船資料の作成方法の詳細については、「腰椎骨折事故を防ぐための操船資料の作成方法」をご覧ください

※船体中央における船底外板の立ち上がり(傾斜)角度

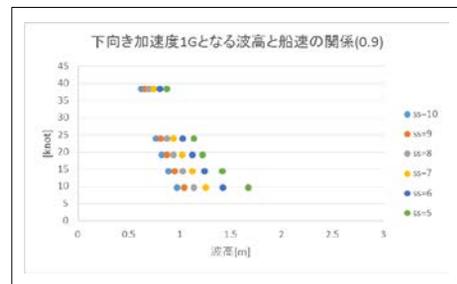
腰椎骨折事故を防ぐための操船資料

JCI号

座席位置	波 高			
	~0.5m	~1.0m	~1.5m	~2.0m
1列目	基準速力	17.2	5.0	5knot以下
2列目	基準速力	19.2	5.8	5knot以下
3列目	基準速力	21.0	6.6	5knot以下
4列目	基準速力	22.8	7.5	5.1
5列目	基準速力	24.9	8.5	5.9
6列目	基準速力	28.5	11.0	7.5

下向き加速度1Gが発生する速力

緑:巡航速度で航行が可能な範囲
橙:制限速力で航行すべき範囲
黄:10ノット以下で航行すべき範囲



下向き加速度1Gが発生するSS

ss number \ knot	5	6	7	8	9	10
0.00	4.77	4.68	4.61	4.54	4.48	4.42
9.59	1.67	1.42	1.26	1.14	1.05	0.97
14.38	1.42	1.25	1.12	1.03	0.95	0.89
19.18	1.22	1.12	1.02	0.94	0.88	0.82
23.97	1.14	1.03	0.94	0.87	0.82	0.77
38.35	0.88	0.81	0.75	0.70	0.66	0.63

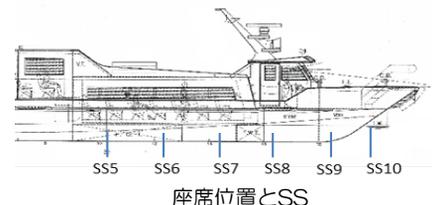
下向き加速度1Gが発生する波高(m)

★腰椎骨折事故を起こさないためには、

- ✓ 本表を参考に、下向きの1Gを超える加速度が発生しないよう速力を調整するとともに、大きな波やうねりを避けて操船しましょう。
- ✓ シートベルト着用を徹底しましょう。
- ✓ 特に前部席には、クッション等を設置しましょう。
- ✓ 特に高齢者等には、なるべく後部座席を利用していただきましょう。

★安全航行のためには、十分な見張りが最も重要です。

★本表は、船長が小型高速船の航行中に下向きの1Gを超える加速度を発生させないように操船するための参考資料として作成したものです。本表のみによる運航は行わないください。



座席位置とSS