



STEAMSHIP MUTUAL Risk Alert



狭い水路において生じる相互作用によるリスク



著者
Captain John Taylor

Taslim Imad

スティームシップ ロスプリチーム



背景

マルタ運輸局海洋安全調査班(以下、MSIU)は、狭い水路で発生した2件の事故に関する調査報告書を発表しました。詳細な調査の結果、これらの事故は、狭い水路で生じる相互作用に起因とすることがわかりました。

最初の事例は、APL Danube座礁事故です。本船が水先人の嚮導の下、エジプトのスエズ運河を通航している時に発生しました。本船がスエズ運河133kmのマークの付近を航行中、突然右舷に回頭しました。進路を修正するために、舵を左舷一杯に取り、回頭力を増やすため増速しましたが、右舷回頭は止まらず、座礁に至った事故です。MSIUは、報告書の中で、当面の安全指針(事故分析)として、「本船がスエズ運河の東岸に近接して航行していたため、船は岸壁影響により直進力を失った」と記載しています。

2番目の事例はベルギーのゲントルヌーゼン運河で発生した、Klara号とPosidana号及びタグボートBraakmanの衝突事故です。

川上に向けて航行していたKlara号は、急激に左舷に回頭し、川下向きに航行していた喫水制限船たるPosidana号と、Posidana号を支援していたタグボートBraakmanに衝突しました。Klara号はもともと運河の中央を航行していたところ、Posidana号の前方にいた川下向きのバージImperial Gasと行き合った後に、Posidana号の航行余地を広くするために、Klara号を嚮導していた水先人は、進路をわずかに右舷に転じました。その後、本船の針路を海岸線に平行な<168>に合わせるため、左にゆっくり転じ始めました。回頭の初期は何事もなかったのですが、Posidana号の船首から約450mの地点で、本船は急速に左舷方向に回頭し、最終的に本船の右舷が、タグボートBraakmanとPosidana号に衝突した事例です。

相互作用とは、以下の作用のことです。

- 船舶間の相互作用
- 船舶と海底間の相互作用 (スクオート)
- 船舶と岸壁・河岸の相互作用 (岸壁効果)

このリスクアラートは、組合員様に、船舶が狭い水路を航行しているときのリスクの注意喚起と、そのリスク要因のご紹介を目的としています。

狭い水路における相互作用

相互作用は、船舶が他の船舶に近づきすぎた時、海底や川床に近づきすぎた時、または岸壁や川岸に近づきすぎた時に顕著に表れます。そして、時に船舶の安全に大きく影響をあたえる現象です。

先の2つの事故例は、船舶が非常に運河の岸に近い位置を航行しているときに発生しました。従って、このリスクアラートでは、3種類の相互作用をご紹介します。

1. 船舶間の相互作用

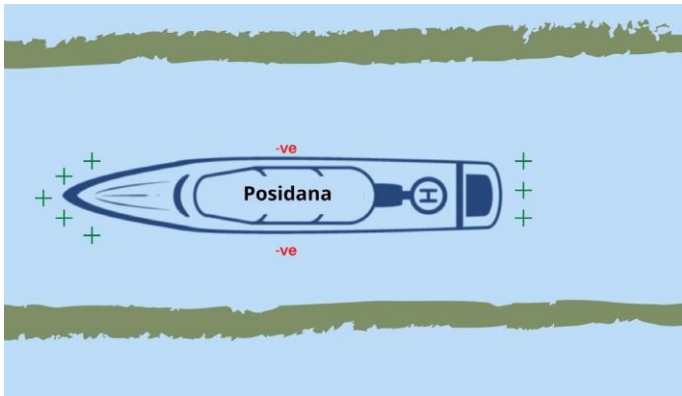
船舶間の相互作用の原因を理解するために、前進中の船体にかかる水圧や圧力や速度について、簡単にご説明します。

船が前進している時は、船首付近の水圧が上昇します。従って、船体の側面に沿って船尾側に移るにつれて水圧は下がります。ここで、水の水圧や速度を説明するのは、ベルヌーイの法則です。この法則によると、水の圧力と速度はバーターの関係にあるので、圧力の高い船首側では水の速度は遅くなり、逆に圧力の低い船尾側では速くなります。ただし、本船の最尾部にはプロペラがありますので、再び圧力が高くなる部分があります。

従って、船体周りの水圧や水の速度は、一定ではありません。



STEAMSHIP MUTUAL Risk Alert



上の図では、前進中のPosidana号にかかっている正圧と負圧の領域が示されています。

前進中の船には高圧と低圧の領域は常に存在します。従って、船舶が外洋を航行しているときも相互作用は存在しているのですが、流速が河川などに比べて遅いためその効果にあまり気づきません。しかし流速が速くなると、船体周りの水の流れる速くなり、相互作用の効果は、はるかに顕著になります。

そして、河岸または他船との距離が近いような状況や、水底から選定までのクリアランスが小さい場合には、船体周りの流速が更に速くなることが知られています。また、船舶が互いに接近して通過し、船首部と船尾部の高圧領域が接続する場合には、船舶間の相互作用効果が顕著に現れます。

結果として、2隻の船が狭い航路内で行き合うとき、または追い越すときに、船同士の相互作用が卓越し、船の安全運航に大きな影響をあたることになります。

同じような大きさの船舶が行き合うような状況では、相互作用の危険は低くなります。正圧がある領域が接続すると反発するため、お互いの船首の領域と船尾の領域が反発しあうからです。ただし、船の船首と船尾が互いに反発するため、本船と岸壁間の相互作用(岸壁効果)が発生する可能性があることに注意する必要があります。岸壁効果については、第3部で詳しく説明します。

船舶が行き合う状況で発生する相互作用の影響がはるかに重要になるのは、大きさの異なる船舶が行き合う場合です。小さい

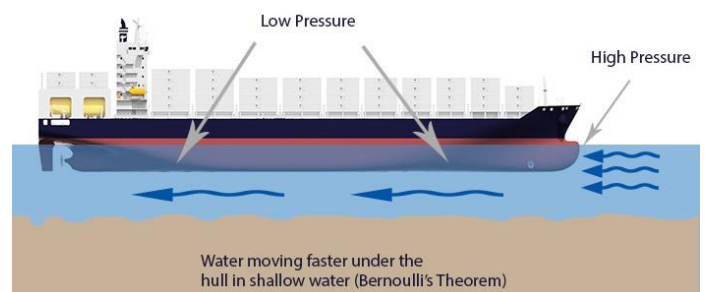
船の船首が大きい船の側面の低圧に引き付けられ、事故を起こす可能性があるからです。したがって、航海当直者全員が、チームとしてこのようリスクを心得て、事故が起こらないよう準備しておく必要があります。

追い越しの状況では、船の側面に引き付けられる効果がより大きく発生する恐れがあります。その結果、小さい船が大きい船の方向に急激に回頭し、進路に入ってしまう事態も考えられます。また、船同士が互いの船横にあるような状況では、お互いに、相手に向かって回頭するような事態が発生する可能性があります。

2. 船舶と海底間の相互作用 (スクオート)

スクオート現象は、浅水域において船速が速すぎる場合に発生します。船速が速すぎると、船底と海底間の水流の速さが増加します。1 で出てきたベルヌーイ法則によると、水流の速さと水圧は逆の関係にあるので、水流が速くなると、船底と海底間に低圧部が発生します。この結果、船舶の喫水とトリムが変化して、アンダーキールクリアランス (UKC) が減少します。

また、スクオート現象が顕著に発生している状況下では、船舶の旋回性能と停止性能も悪化します。つまり、舵の効きが減少し、船の旋回性能が低下、旋回半径が増加します。また、船舶の停止距離と停止時間も増加します。



出典元- <https://www.myseatime.com/discussion/squat>

上の図では、船底付近の低圧部と高圧部の領域が示されています。



STEAMSHIP MUTUAL Risk Alert

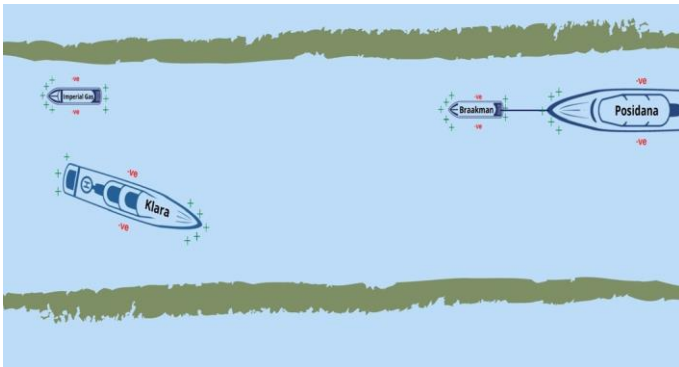


3. 船と岸壁・河岸との相互作用(岸壁影響)

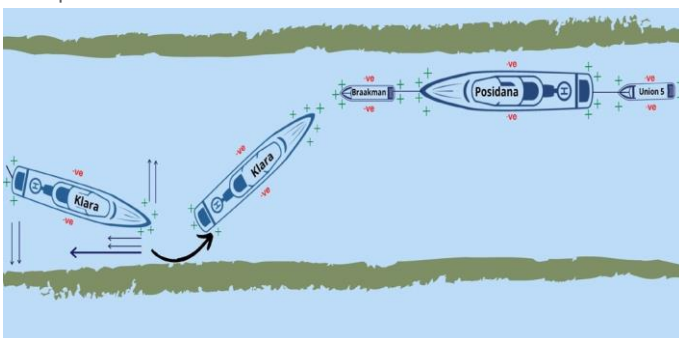
船が狭い水路を航行している時、船首部と河岸との間の水圧が高くなり、船首が岸から離れるような作用を受けます。この現象はバンククッションと呼ばれています。

また、船尾部の周りの水圧は低いため、船尾は川岸に吸い込まれるような現象も起きます。この現象はバンクサクションと呼ばれます。

バンククッションとバンクサクションが同時に発生すると、狭い水路を航行中の船舶が突然反対側の岸に向かって回頭する可能性があります。例えば、1例目のスエズ運河におけるAPL Danubeや、2例目のゲントテルヌーゼン運河におけるKlara号に発生した制御不能な急回頭のようです。

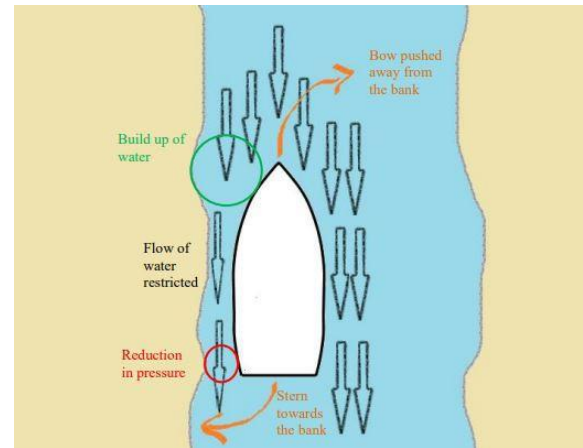


Klara号と Posidana号衝突事故 – Klara号の水先人はバージ Imperial Gas と行き合った後、河岸に向けて右転した。



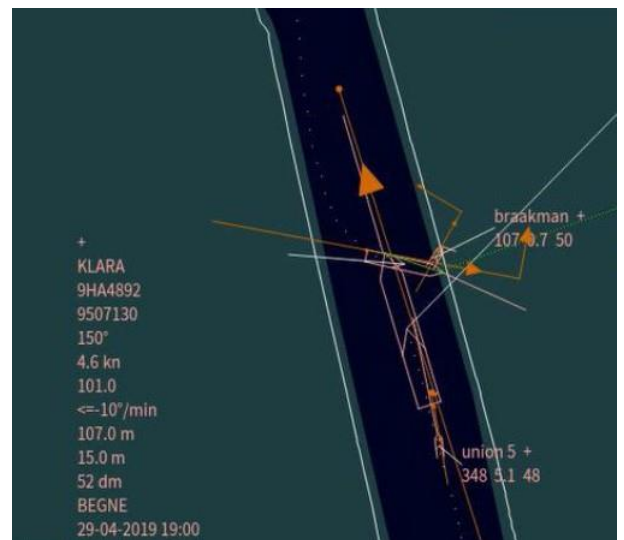
Klara号と Posidana号衝突事故 – 運河の9.6km標識で、水先人船をゆっくりと左舷に回頭し始め運河と平行の<168>にコースに戻そうとしたところ、左舷回頭が急速に生じ、制御不能となった（おそらく「バンククッション効果」によって引き起こされた）。その後タグ Braakmanと衝突し、反対側の川岸に座礁させた。

APL Danubeの事例では、本船は運河の端の至近を航行していたため、船尾部周りの低圧領域が卓越した結果、直進性能が失われ、右舷に急回頭して、最終的には向こうの岸壁に座礁したものと考えられます。



出典元- MSIU報告書 08/2020 (M.V APL Danube)26ページ

Klara号の事故では、喫水制限船たるPosidana号の可航水域を広く取ろうとして、運河の河岸に近い右舷側を航行するために右舷に回頭しました。その後、運河と平行になるため針路を左舷方向に調整しました。その時はすでに、船首部ではバンククッション現象が生じており左舷への回頭力が生まれていたところに、左舷方向に舵を取ったことにより、制御不能な急回頭が発生し、タグ Braakman と衝突しました。



Klara号が急回頭した直後の船舶航行システム(VTS)の画像
出典元-MSIU報告書09/2020 5ページ



STEAMSHIP MUTUAL Risk Alert



事故原因

全ての船舶には、固有の運動特性があります。従って、浅水域での挙動も様々です。更に、船舶の挙動は、運動特性だけでなく、船体設計や、喫水の制限状態、積載状態やトリム、ヒール等のコンディション、またはエンジンの出力や舵の種類などによって影響を受ける可能性があります。

これら全ての条件が、船舶の操縦性に影響を与える可能性があります。航海当直者の全員がチームとして、相互作用の影響を減らすために適時適切な対応をするため、船舶の特性を心得ておく必要があります。例えば深喫水船では、相互作用の影響で、速度は低下しと舵応答性が悪くなります。同様に、バックラダーを備えた二軸プロペラのフェリーは、通常の一軸プロペラ船とは異なる挙動をします。また、上記の船舶自体の操縦性に加えて、水路の幅、水深、地形や潮流や水流の状態も、船舶の挙動に影響を与えます。

事故の予防に向けて

狭い水路を航行する際は、相互作用の影響を適切に理解し効果を評価すること、および船橋当直者全員が、チームとして自船の特性を十分認識することは非常に重要です。また、狭い水路での航行は、地域の水路条件を考慮して低速で実行する必要があります。

船舶の速度は、船の挙動を制御するために、不測の事態に対応するために舵を補助する動力を確保するなど、航行する水域の水深に適したものであるべきです。もし、船速を下げる必要がある場合は、相互作用に挙動が影響される可能性を見越して、適切な時期に速度を落とす必要があります。

船の速度を下げると、スクオートによる喫水の増加度合や船体沈下量、トリムの変化量が少なくなります。従って、水路に対する船舶の大きさによっては、速度を制限することが効果的な手段となる場合があります。また、他船と接近する状況にあっては、相互作用の影響が増大する可能性があり、速度をさらに下げる必要がある場合があります。

船体が比較的小さな船の船員は、特に狭い水路で航行が厳しく制限される大型船舶と行き合う場合、一層警戒して当直に当たる必要があることを心得ておく必要があります。

出典元

[MSIU Report No. 08/2020 of Transport Malta – M.V. APL Danube](https://mtip.gov.mt/en/msiu/Documents/MV%20Danube_APL%20Danube_Final%20Safety%20Investigation%20Report.pdf) https://mtip.gov.mt/en/msiu/Documents/MV%20Danube_APL%20Danube_Final%20Safety%20Investigation%20Report.pdf

[MSIU Report No. 09/2020 of Transport Malta M.V. Klara](https://mtip.gov.mt/en/msiu/Documents/MV%20KLARA_Final%20Safety%20Investigation%20Report.pdf) https://mtip.gov.mt/en/msiu/Documents/MV%20KLARA_Final%20Safety%20Investigation%20Report.pdf

更に詳しく知りたい場合

MGN 199 (M) Dangers of interaction
Ship Stability by Captain D.R. Derrett