

垂下壁による航跡波の制御効果について

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○澤田朋也
 日本大学工学部土木工学科 國嶋喜夫
 日本大学工学部土木工学科 正会員 金山 進

1. はじめに

航跡波とは、船舶が航行する際に発生する波のことをいい、その航跡波によって航行船舶自身および近接船舶の動揺、海上工事作業への危険や海岸、河岸、湖岸の侵食や植生への被害などの様々な問題を引き起こす。

航跡波が問題となる地点においては、船舶を通過させる時間帯があるため、恒久構造物による対策が不可能な場合や消波対策で閉鎖的な水域を作ってしまうと水質の悪化が進むなどの問題が挙げられる。そのため、撤去・移動が比較的容易な仮設の消波対策として考えられるのが、汚濁防止膜やオイルフェンスなどの垂下膜体による波の低減である。航跡波対策に用いられる仮設の垂下膜体は、撤去・移動作業の負担を軽減するため、着底せずに用いられることが多い。すなわち、下層部に開口部を有する防波堤となる。本研究では海域に膜を張り船のモデルを走らせ、航跡波の動きを計測する。航跡波は通常の波とは異なる遷移的な波であり、波高低減効果も通常の波とは異なる可能性があるので注意が必要である。

2. 解析方法

本研究では、多層の波動方程式を用いた航跡波と垂下壁に対する数値計算を行い、垂下壁の没水深度による航跡波の制御効果の違いについて検討した。

図-1 は今回の研究で使用した計測地点である。海域は全水深 10.0m に設定し、船を左から右方向へ進むと仮定してその時の航跡波の動きを表している。膜長は最大 8.0m に設定し、その膜を 2.0m 間隔で膜なしから膜長 8.0m まで伸ばしていき船を走らせ図-1 の A 地点 (30, 40)、B 地点 (30, 70)、C 地点 (30, 100) を計測地点として航跡波の制御効果を計測した。初めに船速 8.0m/s に設定し膜なしと膜ありの航跡波の動きを記録した。次に船速を 16m/s に変更して同じく膜なしと膜ありの航跡波を計測した。その後、計算結果に基づき膜ありと膜なし、船速の違いによってどのような航跡波の低減を得られるのか検討した。図-3 は今回用いた波動方程式における航行船舶の境界条件である。

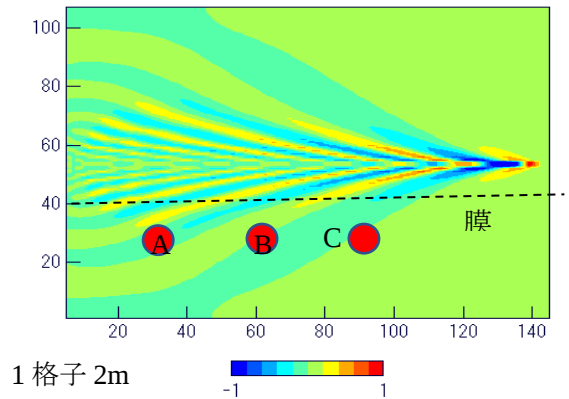
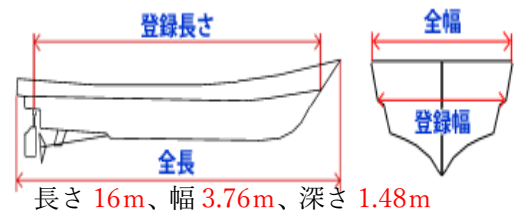


図-1 計測領域と計算地点



$$\text{最大断面積 } S = \frac{1}{2} \pi ab \text{ (楕円と仮定)}$$

$$= \frac{1}{2} \pi \times \frac{3.76}{2} \times 1.48 = 4.37 (m^2)$$

$$\text{断面変化率 } \frac{ds}{dx} = \frac{4.37}{8} = \pm 0.546 (m)$$

図-2 モデル漁船の諸元と断面変化率の算定

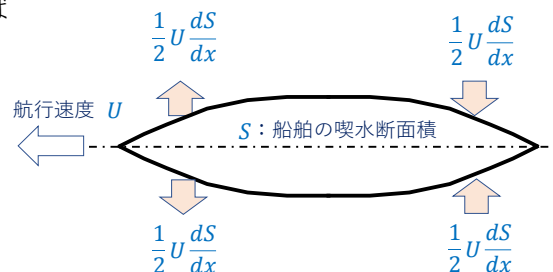


図-3 波動方程式における航行船舶の境界条件

キーワード: 航跡波, 多層波動方程式

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1, kanayama@civil.ce.nihon-u.ac.jp

3. 解析結果

シミュレーション解析の例を図-4 および図-5 に示した。図-4 は船速 8m/s、図-5 は船速 16m/s のものであり、いずれも膜長 8m での結果である。両者とも膜の前面で反射が生じて波高が大きくなっているが、通過した後は波高は低減している。

図-6 および図-7 は A～C の計測点での航跡波の波高を膜長に対して整理したものである。これによれば、船速 8m/s（図-6）の場合、ある程度までは、膜長の増大とともに波高低減効果が大きくなるが、それ以上伸ばしてもあまり効果が上がらないケースがみられる。船速 16m/s（図-7）の場合は、そのような様子は目立たない。これは船速 8m/s での航跡波は周期が短いため、主として表層付近の水が主として動いているため、このる深さに壁面をつくれば波の低減には効果的であるが、水があまり動いていない深さにまで伸ばしてもそれほど効果が大きくならないためと推測される。

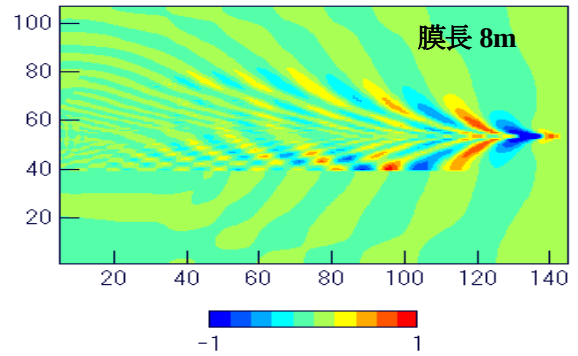


図-4 航跡波の計算例（船速 8m/s）

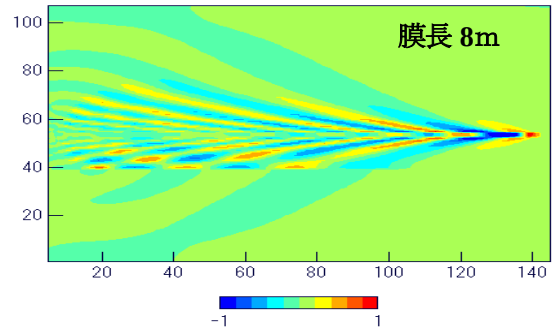


図-5 航跡波の計算例（船速 16m/s）

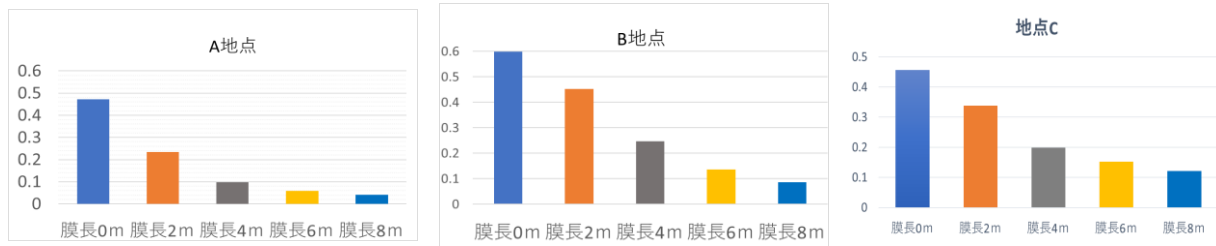


図-6 膜長による波高の変化（船速 8m/s）

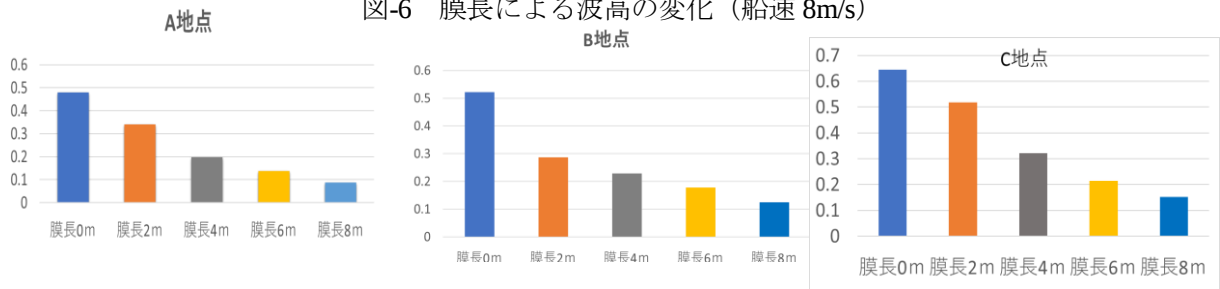


図-7 膜長による波高の変化（船速 16m/s）

4. まとめ

汚濁防止膜などの半没水鉛直壁による航跡波の低減について多層の波動方程式を用いた航跡波と垂下壁に対する数値計算を行い、垂下壁の没水深度による航跡波の制御効果の違いについて計算を行った。その結果、汚濁防止膜などの半没水鉛直壁によって航跡波を低減することが可能であり、必要な没水深は船速によって異なることがわかった。