

サブ課題2:

「近未来の北極海環境を考慮した氷海船舶の(性能および)リスク評価とルール化」

研究分担者:○澤村(阪大)、尾関(北教大)、安達(防災研) 金野(工学院)、松沢(海技研)

研究協力者:木岡(寒地土研)、飯島(阪大)、千賀(阪大)

研究の目標:近未来の北極航路航行支援手法を構築することを目指す。

経験則ではなく学術的手法に基づく船舶の性能予測(船速や燃費の予測)
および安全性評価(構造安全性評価、着氷に起因する運航安全性評価)
とその対策手法の検討を行う。

北極航路利用：

これまでの知見が適用できる範囲を超えた氷況(波浪)の中を、これまで航行していたよりも脆弱な船舶(大型化)が、新たな危険性に対する知見を想定する必要がある。

1. 簡便な氷中の性能評価の確立

氷海域での波浪増加および航行船舶の大型化を考慮した航行可能性と航行可能船速、および燃費の推定。

→ 運航計画の立案や最適航路探索。

2. 新たな構造強度評価手法を確立

氷海域での波浪増加および航行船舶の大型化に起因した船体全体への荷重(船長方向への曲げ荷重)と氷板および氷塊との衝突・接触による複合的な応力と変形の影響を考慮。

→ 構造設計要件に対して工学的知見の提供や設計指針の提案。

3. 着氷の予測手法を構築

氷海域での波浪増加および航行船舶の大型化を考慮し、既存PR式(経験式)を改善し個々の船舶の特性や航路に対応。

→ 安全設計要件に対して工学的知見の提供や設計指針の提案。

研究内容(サブテーマ2)

(航行・性能)

数値モデルによる氷中性能評価と実装 (澤村、金野、松沢)

- ・ 極海コードの再検証 ・ 数値モデルの改良
- ・ 実氷海条件下での性能評価(最適航路の提案へ)

(構造)

実験と数値計算による船体氷荷重の推定と船体構造応答の評価 (澤村、金野)

- ・ 模型船による氷荷重と船体応答の同時計測と数値計算モデルの開発
- ・ 氷荷重下での船体部分構造の応答の解明(実験と計算)と構造強度評価

(着氷)

船体着氷予測の精度向上(着氷予測の手法の構築) (尾関、松沢)

- ・ 観測データの収集と解析 ・ 流場解析による飛沫の発生と飛来 の解明
- ・ 実験による着氷の成長の観測と評価 ・ 着氷予測の手法の構築

(全体)

現在のPolar Codeの不足を補いながら、近年の北極海の氷況変動がもたらした新たな問題(波浪影響や船体の大型化・高速化など)を考慮した、既存航行規則の改定のための工学的知見の提供や設計指針を提案。

まとめ(サブテーマ2)

現在のPolar Codeの不足を補いながら、近年の北極海の氷況変動がもたらした新たな問題(波浪影響や船体の大型化・高速化など)を考慮した、既存航行規則の改定のための工学的知見の提供や設計指針を提案。

(航行・性能) 数値モデルによる氷中性能評価と実装

- ・ 極海コードの再検証
ASPPR、Russian、Baltic、IACS の波浪影響、船体大型化に対する適用度。
- ・ 数値モデルの改良
Wave-ice-ship interactionの影響度。
- ・ 実氷海条件下での性能評価

(構造) 実験と数値計算による船体氷荷重の推定と船体構造応答の評価

- ・ 模型船による氷荷重と船体応答の同時計測と数値計算モデルの開発
Wave-ice-ship interaction下のローカル/グローバル構造応答。
- ・ 氷荷重下での船体部分構造の応答の解明(実験と計算)と構造強度評価

Numerical modelling of ship in ice-covered waters

- Ship in level ice
Ship-ice contact
Ice breaking
Ice submerging

+

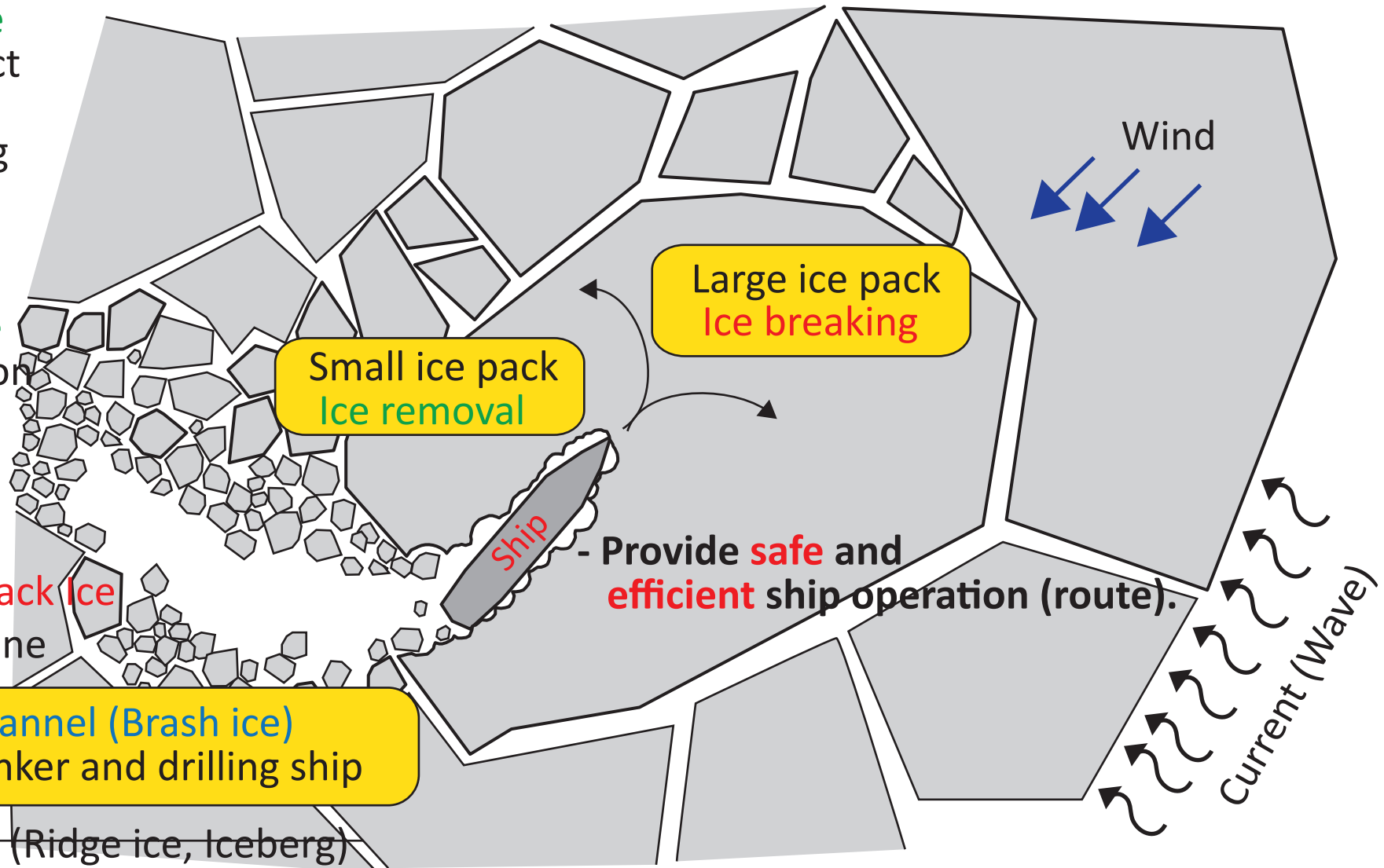
- Ship in Pack ice
Ship-ice collision
Ice clearing

↓

- Large + small Pack Ice
Marginal ice zone

Ice channel (Brash ice)
for tanker and drilling ship

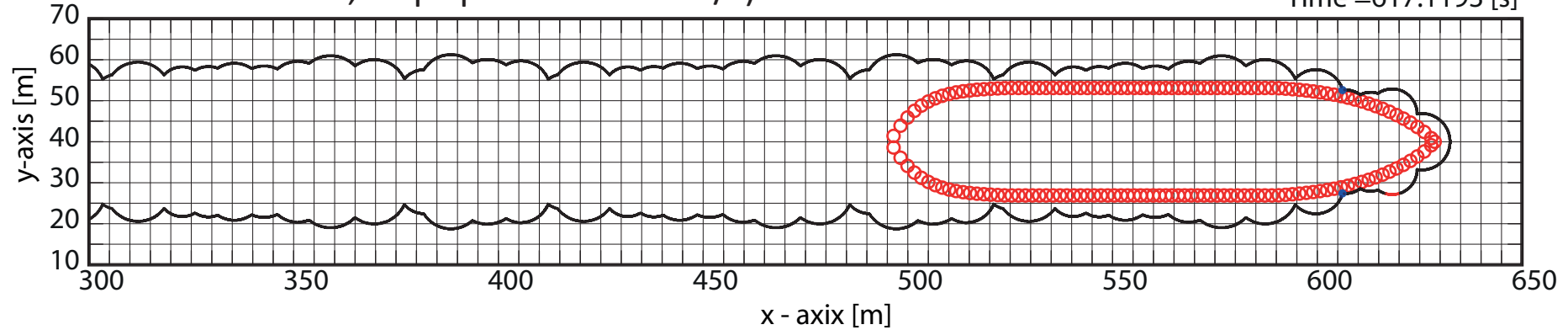
(Ridge ice, Iceberg)



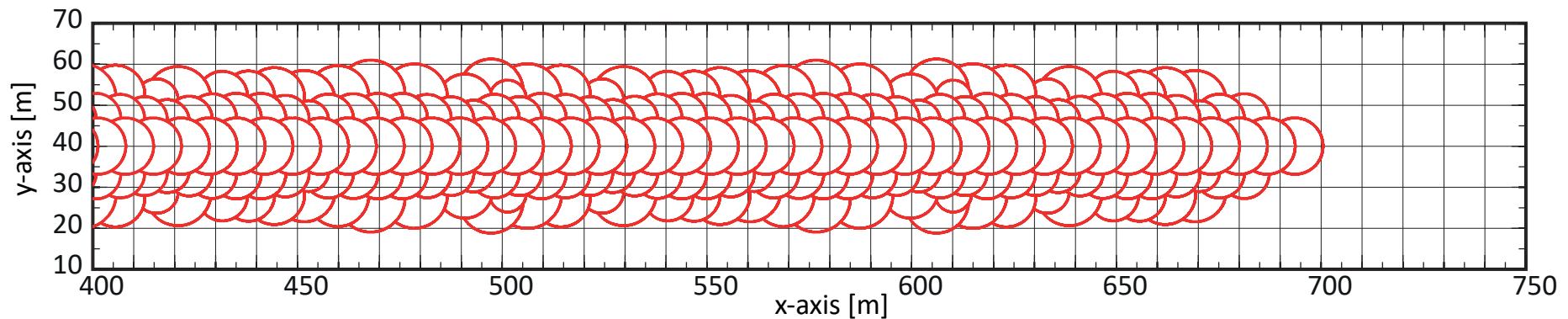
Calculated ice channel, breaking pattern, and time history of icebreaking force in Test04

(Ice thickness = 1.960m, ship speed = 1.034 m/s)

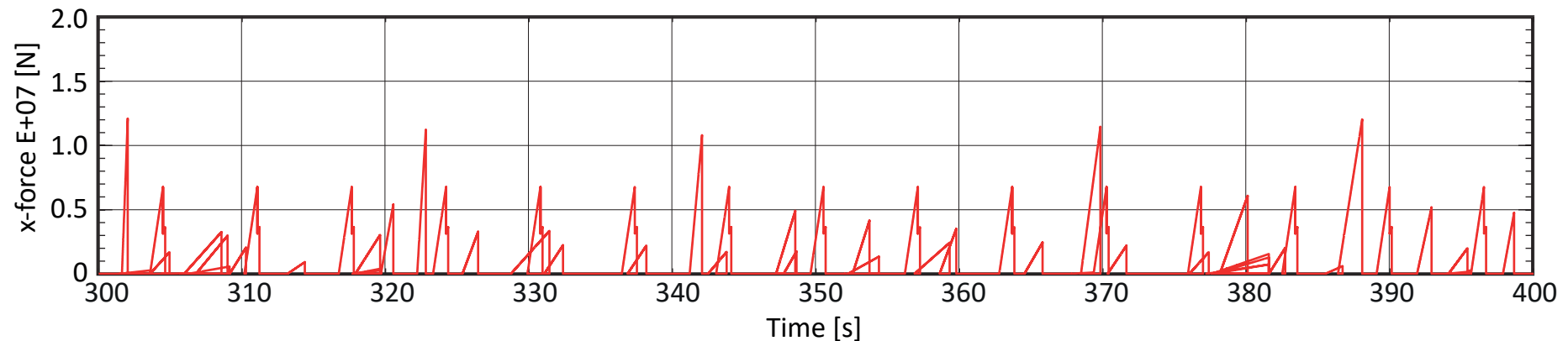
Time = 617.1193 [s]



(a) Ice channel

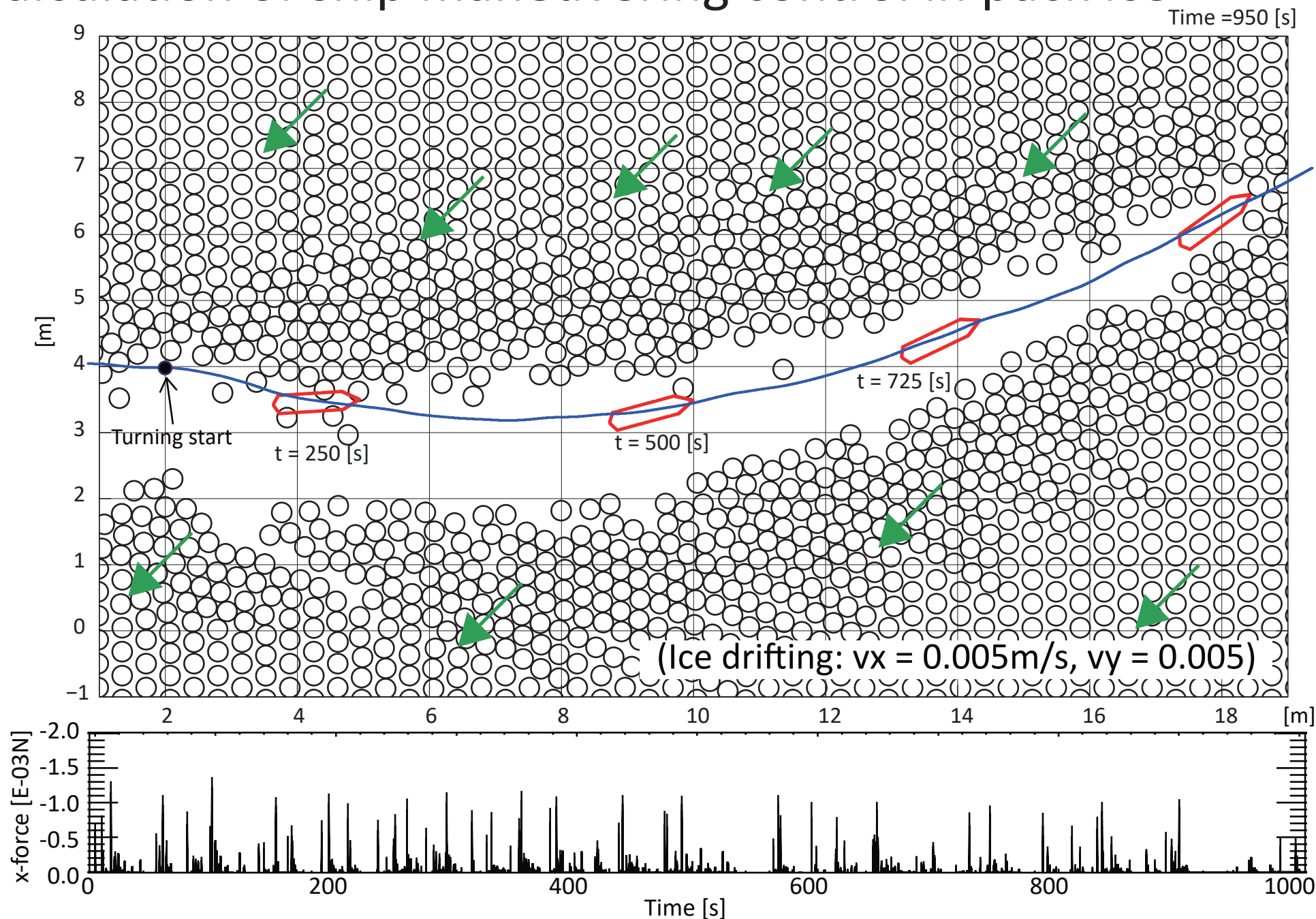


(b) Ice breaking pattern.



(c) Time history of breaking force

Calculation of ship maneuvering control in pack ice



■ Ice condition

Ice thickness

$$t = 0.5 \text{ m}$$

Young's modulus

$$E = 5.4 \text{ GPa}$$

Flexural strength

$$\sigma_f = 0.5 \text{ MPa}$$

Compressive strength

$$\sigma_c = 2.8 \text{ MPa}$$

Friction coefficient

$$\mu (\text{ship-ice}) = 0.1$$

$$\mu (\text{ice-ice}) = 0.3$$

Density

$$\rho = 900 \text{ kg/m}^3 (\text{ice})$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 (\text{water})$$

■ Ship model

Icebreaker model :

$$L \times B = 120 \text{ m} \times 24 \text{ m}$$

Ship bow angle = 30°

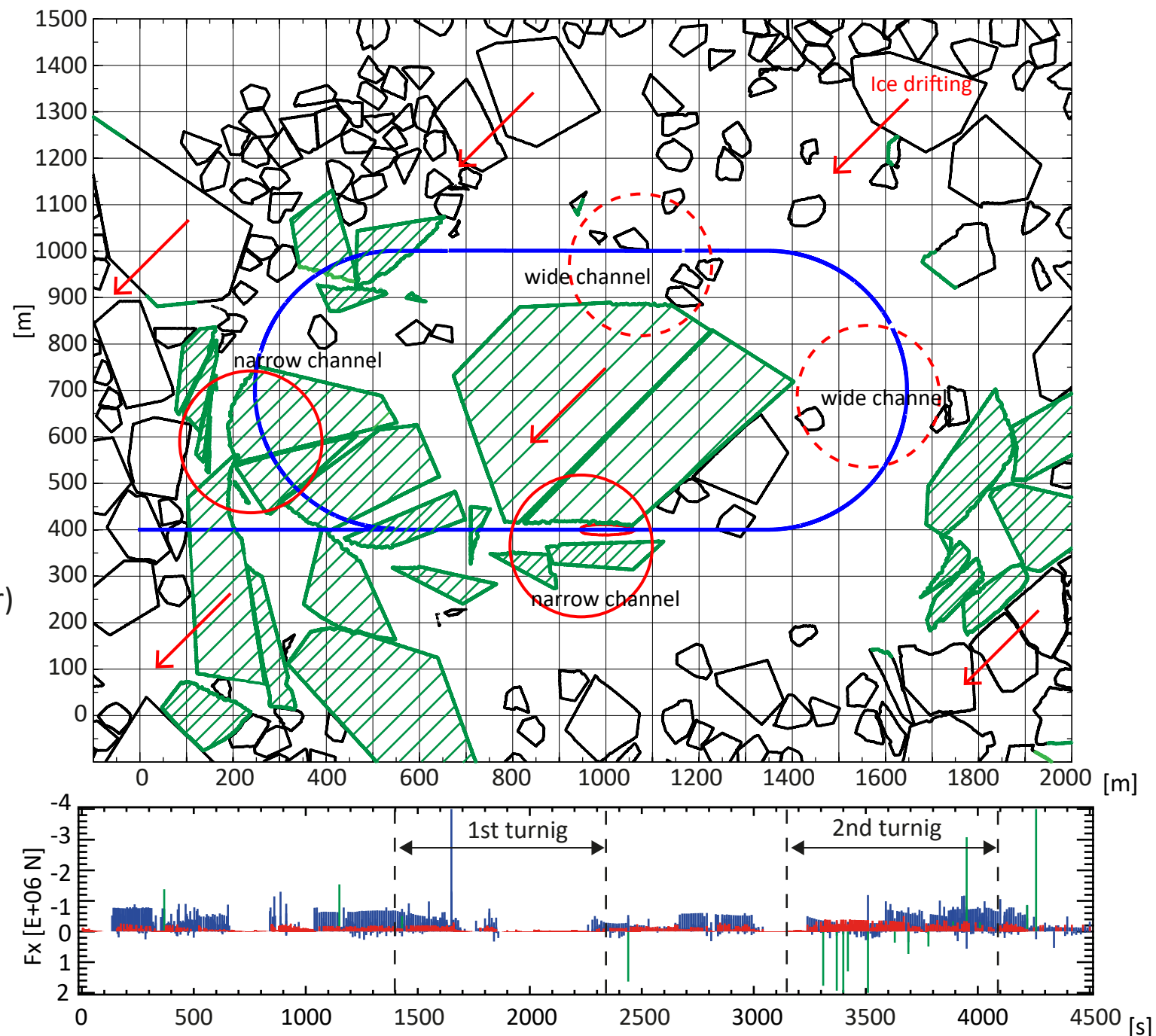
Ship speed = 1.0 m/s.

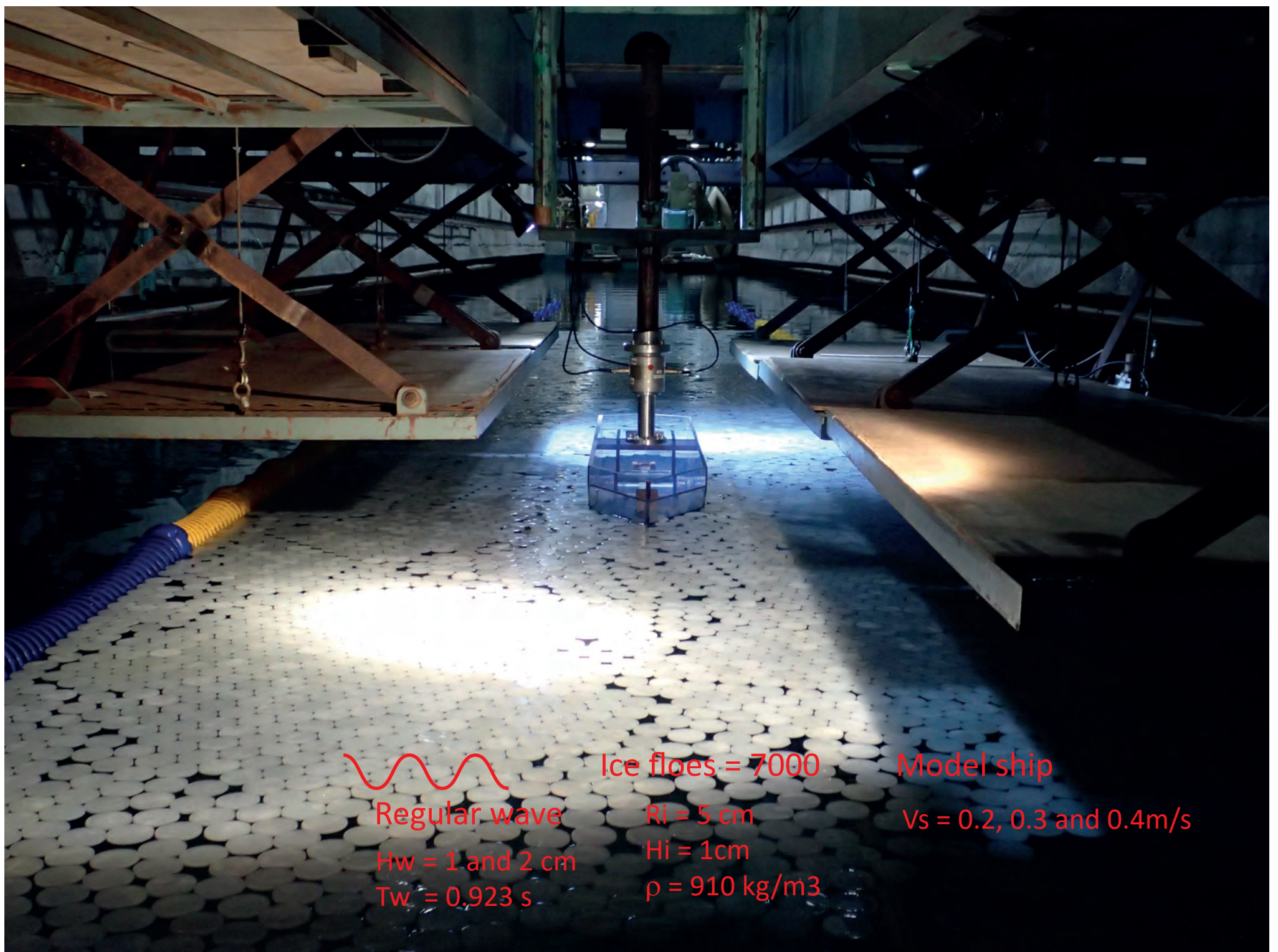
Time step $\Delta t = 0.005 \text{ s}$

■ Ice drifting speed:

$$v_x = -0.05 \text{ m/s}$$

$$v_y = -0.05 \text{ m/s.}$$





Regular wave
 $H_w = 1 \text{ and } 2 \text{ cm}$
 $T_w = 0.923 \text{ s}$

Ice floes = 7000
 $R_i = 5 \text{ cm}$
 $H_i = 1 \text{ cm}$
 $\rho = 910 \text{ kg/m}^3$

Model ship
 $V_s = 0.2, 0.3 \text{ and } 0.4 \text{ m/s}$