

II-54

大海域における流れの計算

八戸工業大学 学生員○田中 吉夫
正会員 佐々木幹夫

1. 研究の目的

青森県は三方を海に囲まれ、西に日本海、東に太平洋、北に津軽海峡を有している。特に、津軽海峡内の流れは、日本海と太平洋の潮位差および潮流の影響で複雑な流れとなっている。そこで、本研究では、津軽海峡および陸奥湾内の流れの特性を数値計算により明らかにすることを目的とした。

2. 計算式

運動を支配する基本方程式として、連続の式と海面上下運動によって生じる流れの運動方程式を用いる。ここに、運動方程式および連続の式を式（1）、（2）および（3）に示す。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial Hu}{\partial x} + \frac{\partial Hv}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{gu(u^2+v^2)^{1/2}}{(\zeta+h)C^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{gv(u^2+v^2)^{1/2}}{(\zeta+h)C^2} = 0 \quad (3)$$

ここに、 (x, y, z) ：海面空間座標、 ζ ：水位、 h ：水深、 f ：コリオリのパラメータ
 u, v, A_h ：それぞれ $-h \leq z \leq \zeta$ の間で平均化された水平流速成分と水平渦動粘性係数、 C ：海底粗度に関するシュジー係数、 g ：重力加速度、 $H = h + \zeta$ 、ただし h は平均水深、 ζ は潮位で平均水面からの鉛直変位で示される。

3. 計算方法

津軽海峡の流れの計算には有限要素法を用いて計算する。

計算を行う前に津軽海峡を図1のようにメッシュ（要素数538・節点数322）を切り領域の分割を行い要素節点番号を読み取った。又、水深は図2の等深線を基に読み取った。

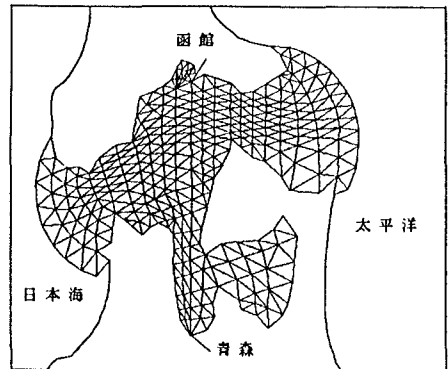


図1. メッシュ図

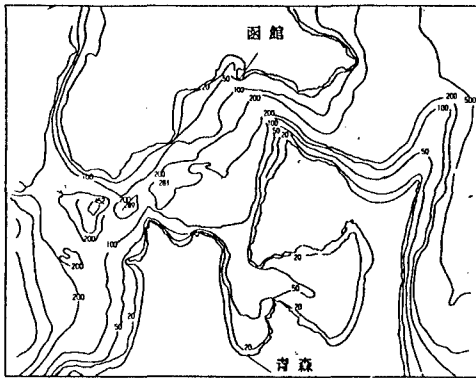


図2. 等深線図

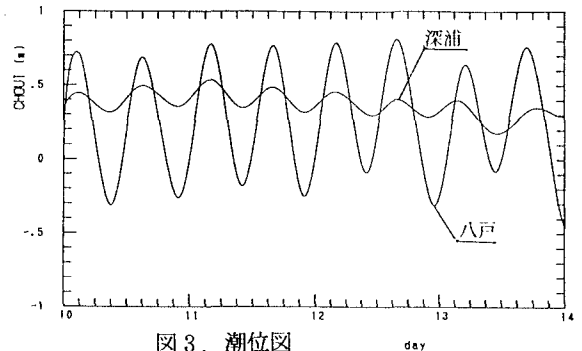


図3. 潮位図

4. 計算結果

計算を行う上で、日本海側、太平洋側の端点それぞれに図3に示す潮位（9月10日～9月13日）を境界条件として与えた。又、コリオリ力、渦粘性、底面摩擦、物質の拡散を考慮して計算を行った。計算時間は96時間とし、1時間ごとに結果を読み取った。以下は計算結果より表した流況図と水位図である。流況図のベクトルは流速と流向を表し、水位図は図1に示したメッシュ図の日本海側から太平洋側に抜け津軽海峡の中央を横切る節点を横軸に取った。図4、5は計算開始10時間後の流況図と水位図である。この時間帯、日本海側と太平洋側の水位差は4日間を通して最大となり、その影響により流速も最大となっている。

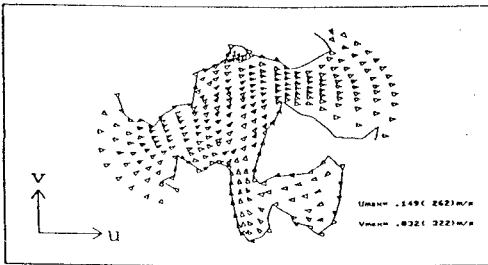


図4. 流況（干潮時）

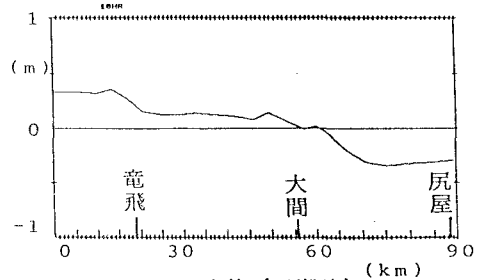


図5. 水位（干潮時）

図6、7は計算開始86時間後の流況図と水位図である。この時間帯は日本海側と太平洋側の水位が逆転する過程で、水位が一致する時間である。このことから、水位差による潮の流れの影響が小さくなり、流向も様々になっている。

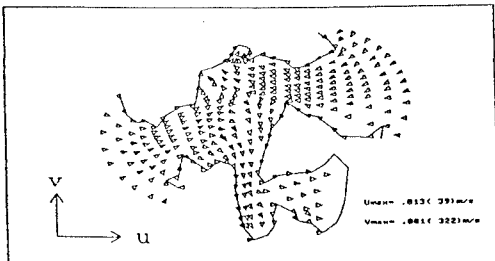


図6. 流況（転流時）

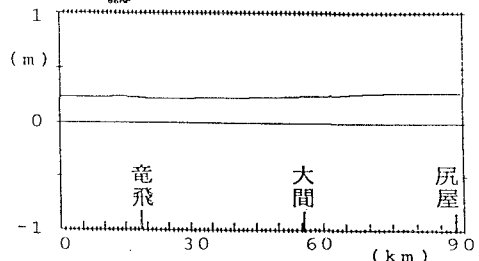


図7. 水位（転流時）

5. 結果

流況図から言えることとして、日本海、太平洋の潮位が津軽海峡と陸奥湾内の流れに大きく影響していることである。加えて、流速は陸の地形により大きく変化し、潮位変化と組みあわせることで、より複雑な流れを示すことも分かる。計算から得られた結果を実測値と比較したものが、図8、9に示す水位比較図である。図8は函館の実測値と計算値を比較したもので、図9は青森の実測値と計算値を比較したものである。この図から言えることは、函館、青森共に実測値と計算値に多少のずれが生じていることである。特に満潮、干潮時にその傾向が強くてい。今後は、このずれをなくすためにメッシュの数が計算にどのような影響を及ぼすかを検討することや、計算を開始する段階で境界条件を何通りか試して行くことが必要になってくる。

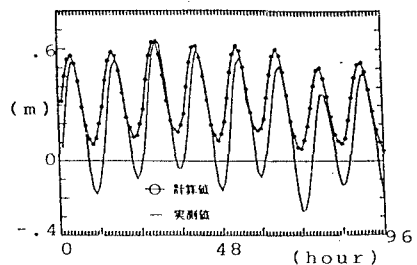


図8. 水位比較図（函館）

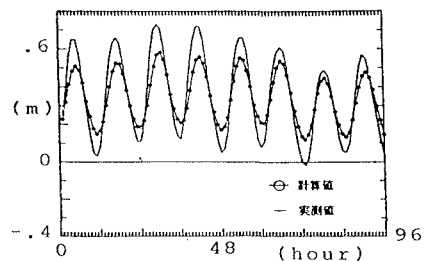


図9. 水位比較図（青森）