

仙台湾における潮流の数値解析

東北大学大学院 学生員 清水 保
 東北大学工学部 正員 真野 明
 東北大学工学部 学生員 奈木 邦夫

1. まえかき 右岸海域(潮沼)において、都市排水・産業排水あるいは工業地帯の造成による海水干渉の水质汚濁が社会問題となつてすでに久しい。本報では、仙台湾周辺における七北田川(衛生下水処理場)からの河川水や排水の挙動を把握する目的で、仙台湾周辺における潮流の解析を試みた。

2. 既往の数値結果の検討と本解析への数値結果の適用

仙台湾周辺における潮流に影響を与える主な外力として次のように要素を考察される。(1)仙台湾付近における潮汐、(2)恒流、(3)七北田川の河口流量、(4)衛生下水処理場から仙台湾への処理水排出量。以下これらの要素を順に述べて考察する。

(1)仙台湾付近における潮汐 既往の数値結果を調査すると、主要分潮として M_2 , S_2 , K_1 , Q_1 等の各潮が存在していることがわかる。その中で最も卓越しているのは M_2 潮である。本解析においては、運輸省による仙台湾候補記録選定10年間の記録から、平均値を 7.2 cm と算定し、これに合うように入力波の振幅を決める。

(2)恒流 運輸省の数値では、仙台湾付近において北東および南西両方向に南西の流速が約 3 cm の恒流が存在していることを報告している。本解析では、図1に示す計算領域の南側入力として恒流を与えた。

(3)七北田川の河口流量 七北田川の河口流量は、洪水時は急激に増え、各 $20 \text{ m}^3/\text{sec}$ と $2 \text{ m}^3/\text{sec}$ とした。洪水時の拡散輸送の実験結果²⁾より図1仙台湾周辺部図内における計算領域内のみで海水の河川内流入は少ないと考えられ、 $20 \text{ m}^3/\text{sec}$ を河口流量とした。退水時には、上げ潮時に河口域に滞留した水の貯留量を推定して、海域における潮汐とある位相差をもって与える河口流量を与える。

(4)衛生下水処理場からの処理水排水量 本解析における下水処理場からの排水量として日最大許置水量 50 t ($6800 \text{ m}^3/\text{日}$)を用いる。この水量は約 $6 \text{ m}^3/\text{sec}$ に相当する。

3. 潮流槽内の方程式による仙台湾周辺における潮汐波の伝達の算定

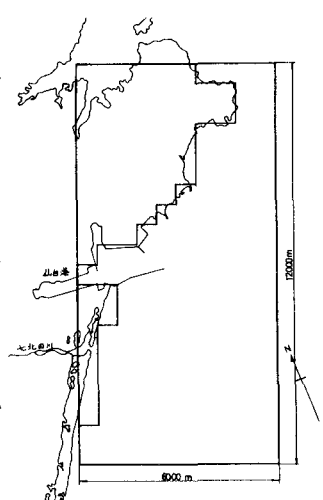
浅海域を無限一様水深と考えると、入射角 α の平面波によって決まる潮形長波場の潮位槽内式は式(1)で示される。

$$\left(\frac{u}{2ag\ell\alpha \sin kx} \right)^2 + \left(\frac{v}{2agm\alpha \cos kx} \right)^2 = 1$$

ここで、 u , v は各 x , y 方向の流速、 a は振幅、 g は重力加速度、 α は傾角係数、 ℓ , m は各 x , y 方向の波数である。ただし、 y 座標は、干渉が直前であると仮定して x 軸にとり、干渉から沖向に x 軸正の向きをとった。前述した運輸省の数値報告書¹⁾より、 M_2 潮の潮位槽内は反時計回りに行っている。これより、仙台湾周辺においては、潮汐波は x 軸から y 軸に向かい $+\alpha$ の角度で入射していると推察される。同報告書より入射角 $\alpha = 1.5^\circ$ を得た。したがって仙台湾付近においては、潮汐波は干渉にほぼ直前方向から入射していることがわかる。

4. 境界条件の与え方

前述の境界条件のうち最も困難なのは、沖側における潮汐入射の境界条件である。このため、ここではこの



ネットのため、観形長波の運動・連続式を差分化し、一樣水深について検討を行なった(図2)

記号は図3に示す通りである。計算に際しては、 $\Delta t = 30 \text{ sec}$
 $\Delta x = 4 \text{ km} = 600 \text{ m}$ として、初期条件として静水と与えた。
 また潮波は、図2に示すように、計算領域内(北向) $\alpha = 1.5^\circ$
 で入射するものとした。図4は、北側、東側境界において、振
 幅25cm、半日潮の重複波と与え、南側境界においては自然
 開放として重複波方向の潮流量と与えた場合のP点(図2)
 の潮流分布図である。図5は、北側、東側、南側境界いずれに
 も振幅25cmに对应的半日潮の重複波の潮流量と与えた場合
 のP点(図2)の潮流分布図である。また図6は、北側、東側
 南側いずれにも一次元非粘性法を用いて流量と与えた場合の
 P点(図2)の潮流分布図である。さらに、図4~図6に前述の運輸省の調査報告に
 記載されているM、潮波満内

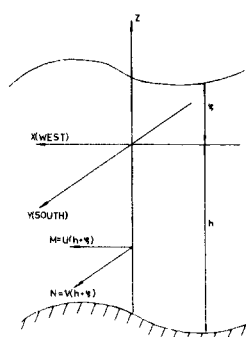
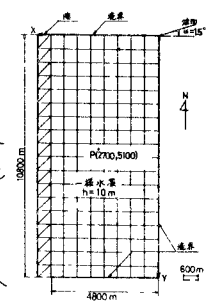


図2 計算領域

図3 座標系

を示した。従来、潮波解析に際しては
 守野木³⁾におり、大西⁴⁾による
 有明海、市原⁵⁾におり、東京湾等の潮
 波解析に見られるように、外界入力
 境界において、強制値あるいは
 強制流量と与える方式の用いられて
 きた。しかし、これらの解析は必ず

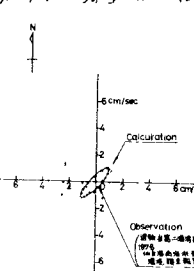
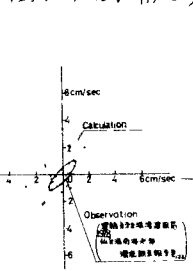


図4 潮流分布図

図5 潮流分布図

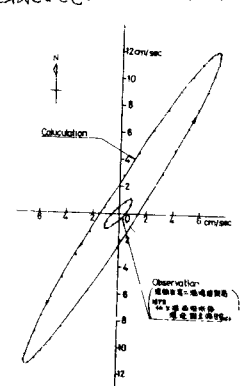


図6 潮流分布図

しも閉鎖的領域内海における解析
 であり、北台湾のような外海に長い湾にすわられてその適用が難しいことが
 図4、図5から察せられる。また、一次元非粘性法を用いた場合においても
 節と波の干渉は、定常波の形成されてしまうことが判られた。今後さらに検討を
 重ね、外海に長い湾域にも適用できるようなシミュレーションを考えていこうと
 考えている。

5 おわりに 本解析に際しまして終始指導していただきました東北大学工学部教授大森尚二先生に、感謝の意を表します。また、貴重な資料を提供してくださった運輸省第一港湾建設局釜谷港工事事務所の石川君にたいして謝意を表します。

参考文献 1) 北台湾南西岸部環境調査報告書 R79~R85 運輸省第一港湾建設局 1978
 2) K. HANAWA and T. SUGIMOTO : ON FLUSHING AND RECOVERY OF SALT WEDGE(1) Geophysical Institute Tohoku University 1978
 3) 守野木早苗: 右岸の海岸環境に及ぼす数値実験, 右岸海洋研究ノート第13巻第2号 R78~R90 1976
 4) 大西, 白石: 有明海の潮波解析について 第26回右岸工学建設論文集 R227~R231 1979
 5) 市原池: 東京湾の潮波解析にシミュレーション 第27回右岸工学講演会論文集 R242~245 1980