

II - 59

津波による砂移動現象の数値解析

東北大学工学部 学生員 ○高橋智幸
 東北大学工学部 正 員 今村文彦
 東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1.はじめに

津波による被害は、大流速や高波による瞬間的なものだけでなく、浅海域での砂移動による湾内構造物の倒壊や港湾機能障害と言った長期に渡る被害も報告されている。

しかし、従来の津波研究は、流速や水位についてのみ行われて来た。これは、津波を対象とした移動床計算法が確立していないためである。

そこで、本研究では、新たに開発した移動床モデルを実際の地形と津波に適用し、津波による砂移動現象を解析する。

計算結果の比較材料として、1960年チリ津波において、宮城県の気仙沼湾で実測された海底変動と流速分布を用いる。

2.移動床計算

計算は流体層と砂層に分けて行う。流体層については、従来の固定床計算法を用いた。新たに開発した砂層の計算は、以下の通りである。

- ・流砂量公式として次式の型を用いた。

$$Q_s = a(\tau - \tau_0)^m$$

ここで、 Q_s は流砂量、 τ は掃流力、 τ_0 は限界掃流力である。また、係数 $a=1.2 \times 10^{-5}$ 、乗数 $m=2.5$ とした。これは、Brownの式に相当する。

- ・平坦を仮定した流砂量公式を用いているため、底面勾配の影響は次式で考慮した。

$$Q_s' = Q_s - \epsilon_s Q_s \left| \frac{\partial Z_B}{\partial X} \right|$$

ここで、 Q_s' は底面勾配を考慮した流砂量、 Z_B は基準面からの底面高さ、係数 ϵ_s は、田中らにならい2.0を採用した。

- ・気仙沼湾では、陸上形成物は移動しにくいと考えられるので、陸上での漂砂は遡上に伴う海砂のみとした。
- ・砂の沈降速度に比べて乱れ強度が大きいため、浮遊砂の堆積寄与率を零とした。

この移動床計算法を図1に示した地形条件（津波来襲前の地形）と図2に示した境界条件（津波来襲時の湾口での水位変化）に適用した。

3.計算結果の検討

実測による海底変動を図3に示した。浸食・堆積域とも1m毎に引いてある。最大浸食は狭窄部の9.9m、最大堆積は湾

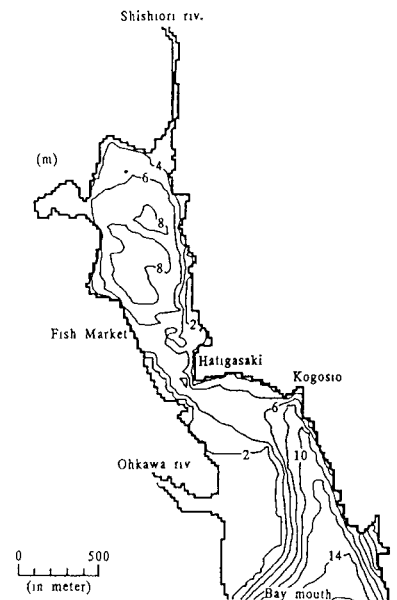


図1.津波来襲前の地形

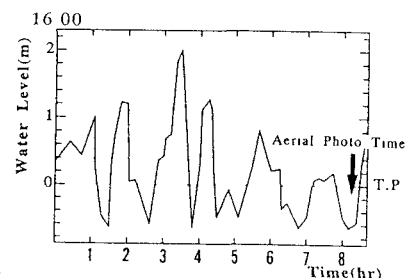


図2.湾口での水位変化

口の6.8mである。図4には計算で求めた海底変動を示した。実線は浸食域を表し 0.5m毎に、点線は堆積域を表し 0.2m毎に引いてある。最大浸食は狭窄部の4.6m、最大堆積は狭窄部より湾口側の0.9mである。

実測では、湾奥から湾口に向かって、浸食域と堆積域が交互に繰り返り現われている。同様のパターンは計算でも再現されているが、浸食域と堆積域の間隔が狭く、狭窄部周辺に固まっている。砂の移動距離が小さいためと思われる。また、計算で現われた変動は狭窄部と湾口に限り、湾奥では変化が見られない。

計算された海底変動量は、実測に比べて ——— Erosion
小さい。流速値の過小評価、流砂量公式 ---- Deposition
の乗数が小さい、底面勾配の効果が効き
過ぎていることが考えられる。また、実
測に比べて、堆積／浸食が小さすぎるの
は、全流砂量に占める浮遊砂量の評価に
問題がある。

変動量が小さいのは、砂の移動量の見
積りに問題があるか、流れの計算に問題
があるかのどちらかである。

実測による等流速線図を図5に示した。
等流速線図は、カメロン効果を利用して、
航空写真から求めている。したがって、実際
の流速ではなく、撮影機の進行方向成分であ
る。撮影時刻は図2に示した通り引き波であ
る。計算による等流速線図は図6に示した。

図5と図6を比べると、狭窄部での流速
は同程度であるため、砂の移動量の算
定に疑問が残る。また、実測によると、
湾奥の東西に流速の大きい場所が存在
する。しかし、計算では、この様な湾
奥での局所的な流れは再現されていな
い。したがって、湾奥での海底変動が
計算されていないのは、流れ自体の計
算にも問題があると思われる。

4.おわりに

新たに開発した移動床計算法をチリ津
波と気仙沼湾に適用した。計算による
変動パターンは実測と一致しているが、
変動量が過小に見積られている。また、
湾奥の流れが一様のため、海底変動
が再現されていない。

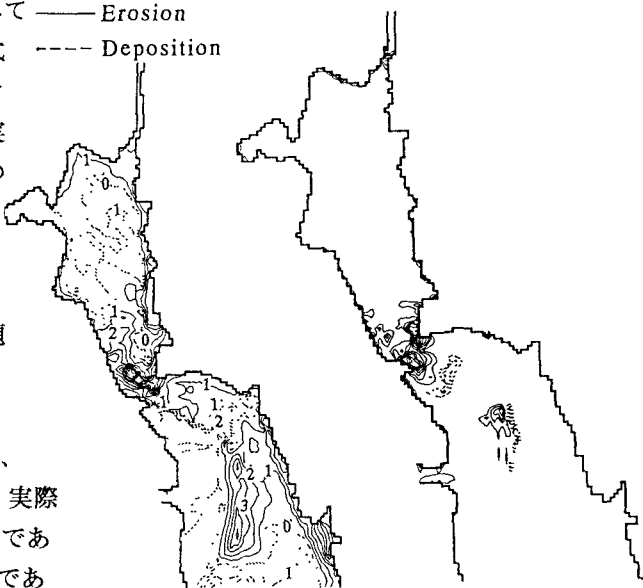


図3.実測による海底変動

図4.計算による海底変動

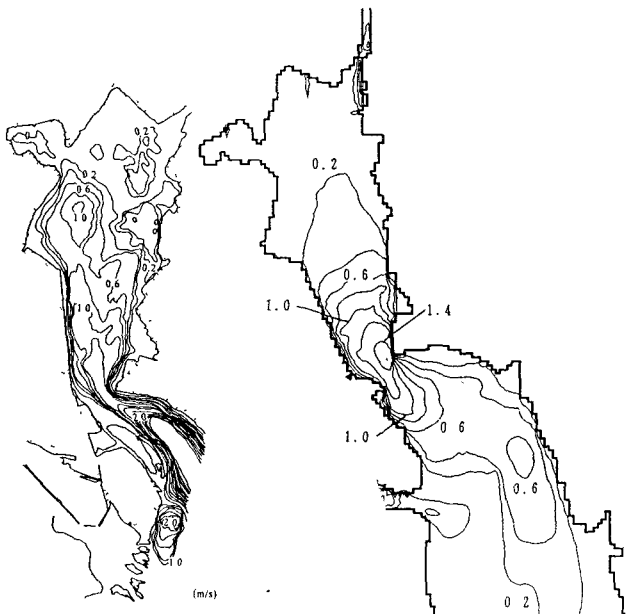


図5.実測による等流速線図

図6.計算による等流速線図