

Ⅱ—72 気仙沼湾でのチリ津波による流れの検討

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

従来、津波に関する現地記録と言え、浸水域や検潮記録など水位についてのものだけであった。しかし、1960年のチリ津波では、気仙沼湾など三陸沿岸において航空写真が撮影され、これらを利用することにより表面流速の測定が可能になった。本研究では、これらの記録や現地での調査結果と現在の数値計算から得られる結果とを比較し、津波による流れの挙動を検討する。

2. 計測方法および計算条件

航空写真による表面流速の計測は、目標物の移動から求められるベクトル測定を用いる。この測定は若干精度に問題はあるが、津波により大量に流出した流木や養殖筏などを目標物として利用でき、詳細な流況が分かる。

数値計算を行う上で問題となるのは、湾口での境界値と海底地形分布である。ここでは、湾口付近の小さな汐での記録から平均的な周期と振幅を計算し、その正弦波を湾口で強制入力した。また、津波による侵食や堆積、導流堤の破壊などが見られるため、本来なら津波前の海底地形を用いた移動床計算を行なうべきである。しかし、非定常移動砂量式が確立していない現在では難しい。そのため、今回は津波前後の地形を用いて、それぞれを固定床で計算した。

3. 計算結果と観測記録の比較

(1) 狭窄部の変化が湾口での渦に与える影響

計測及び調査から判明した気仙沼湾での流況と海底変動を図-1に示す。また、これと同時に計算による流速ベクトルを図-2に示す。湾口での渦は、津波前後の両方の地形による計算で見られる。しかし、津波前地形による計算での渦には、岸近くでの北上する流れはなく、完全な渦とは言えない。むしろ大川のもどり流れの一部が北東に向い、狭窄部からの南向きの流れにぶつかるために生じるよどみに近い。これに対し、津波後地形による計算での渦は、岸近くに北上する大きな流れがあり、完全な時計まわりの回転が見られる。これは図-1とも一致する。このような違いの原因は次の通り説明できる。津波後、狭窄部では最大10mもの侵食を受け、導流堤のほとんどが破壊されている。このため、ここを通過する流量が多く、引き波時に湾口付近で渦を形成させる流れもまた大きくなる。このように、湾口での渦は狭窄部での流れ易さに影響される。逆にいうと、この渦の状況を見れば狭窄部での地形状態が推定できることになる。

(2) 湾奥における渦の発生について 観測によると、湾奥では鹿折川からのもどり流れを巻き込む渦が発生している（図-1）。数値計算の結果（図-2）では、鹿折川のもどりは再現できているが、渦は発生していない。このことから、鹿折川のもどり流れは湾奥での渦の直接原因ではないと推定される。むしろ、もどり流れよりも地形的な条件の影響が大きいと思われる。湾奥で渦が発生するような地形条件は、湾の東西で流速のバランスがとれず、一方での流れが大きくなる場合が考えられる。このような状態は、東西の海底地形が非対象な場合に生じる。閉込み調査により、この渦の回転方向は、押し波時では時計まわり、引き波時では反時計まわりであることが分かっている。これは、西側での流れが卓越していたことを意味

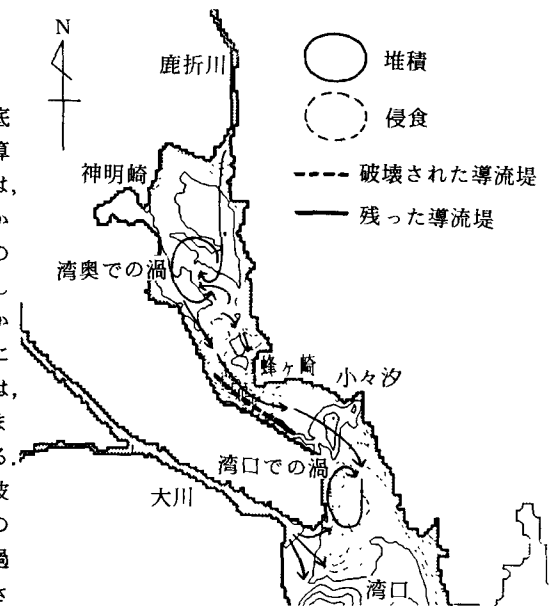


図-1. 観測による気仙沼湾での流況及び海底変動

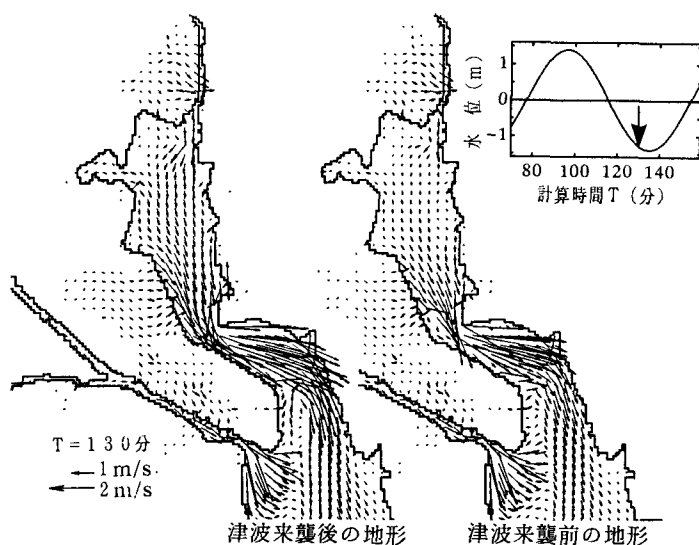


図-2. 計算による流速ベクトル

較的一致している。全体的には計算結果と計測値との対応は良好であり、ほぼ流況は再現できていると思われる。図-4は流速値の比較である。湾口、湾奥の渦が発生している領域での計算値は、計測値に比べ

過小気味になる。しかし、全体的な傾向としては、計測値に対し津波後地形による計算値は若干過大気味、津波前では過小気味になる。これは、狭窄部での海底侵食による流れ

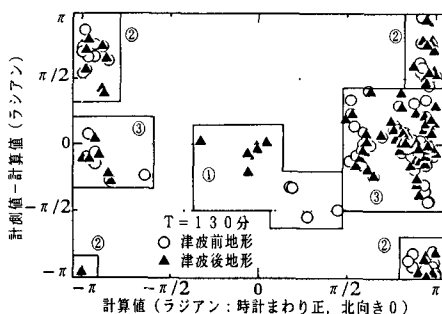


図-3. 流速ベクトルの比較(方向)

易さが影響しているようである。また、計算値と計測値の相関係数は0.8程度であり、2割程度の誤差で再現できている。

4. おわりに

数値計算と航空写真等による記録を比較して、流れについての検討を行った。規則波入力、固定床などの限定条件のもとでの計算ではあるが、得られた結果は計測値との比較に十分耐え得るものであった。また、津波前後の地形を用いて計算しているため、移動床計算での考えられる最大値と最小値が求まり、観測時刻の地形が津波後の地形に近かったことも分かった。これらのことは、記録水位の入力、移動床などのより実際に近い条件での計算結果を検討、検証するときの良い材料になるはずである。

今回はベクトル測定から求めた表面流速を用いたが、他に等流速線測定によるものがある。これは、航空写真上のカメロン効果による流水の異常高低から求まり、ベクトル測定に比べて精度が高い。しかし、得られる流速は撮影機の進行方向の成分であるため、実際の流れの方向は分からない。今後は、より正確な観測記録を得るため、この二つを補足しあいながら用いることを考える。

する。数値計算の結果をみると、狭窄部付近ではこの傾向を示すが、観測された渦付近では見られない。数値計算で湾奥の渦が発生していないのは、この地形条件の違いのためだと思われる。

(3) 流速ベクトルの定量的比較

計測と計算による流速ベクトルの比較を行なう。方向の比較を図-3に、流速値の比較を図-4に示す。まず、図-3より場所別の流況の違いが理解できる。図中①は湾口での渦付近で、津波後地形による計算結果が良好であることが分かる。図中②は湾奥での渦付近で、計算では渦の発生がみられないため、津波前後どちらの計算値も計測値と一致していない。最後に図中③はその他の領域で、比

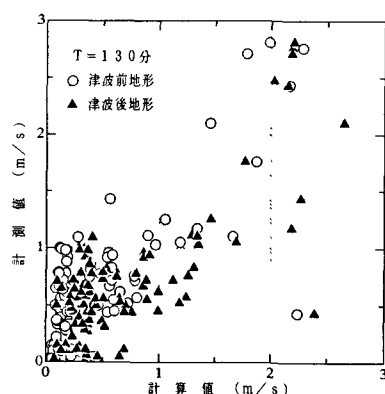


図-4. 流速ベクトルの比較(流速値)