

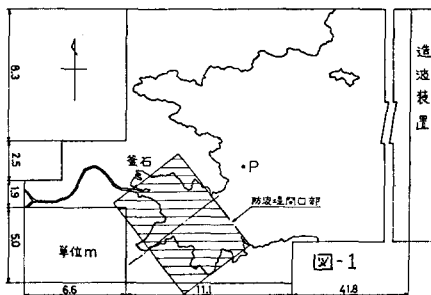
東北大学工学部 正員 岩崎敏夫
 東北大学大学院 学生員 田島康平
 東北大学大学院 学生員 足立有平

1 まえがき

津波防波堤の効果は、これまでたびたび研究がなされて来たが、従来の研究では共振特性を中心に、波高減少の効果のみを考えて来た。しかし、津波防波堤の設置により、湾内流動にどのような変化が現われ、どのような影響が出て来るかは、まだ解明されていないのが現状である。一般に、防波堤開口部の流速は非常に大きくなり、それによって湾内に渦の発生が予想される。したがって、湾内船舶等と与える津波の影響も防災上考える必要が出て来る。そこで今回の研究は、津波防波堤による湾内流動の変化を、流速、流跡線等から明らかにしようとするものである。

2 実験方法

実験は長さ60m、幅17m、側壁高0.9mの東北大学大型平面水槽を使用している。模型は水平縮尺 $\frac{1}{600}$ 、鉛直縮尺 $\frac{1}{120}$ の歪模型で、現地の東西方向を水槽の長さ方向に合わせてある。造波地点は現地の真東として、正弦波10波を造波し、6波目以後の2～3波について測定を行なっている。進入波の外海波高は現地で1.82mとし、P点に設置してある抵抗線式波高計で測定している。(図1)



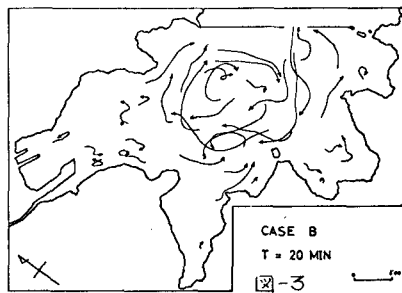
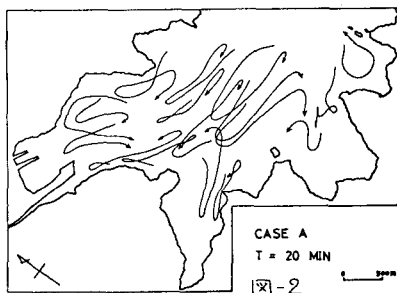
測定は次の順序で行なっている。P地点に進入波の6波目が来た時、測水面の上方に固定されているフロートを落下させ、それと

同時に観測塔より16mmカメラで連続撮影を行なう。この時、撮影開始時が波高記録紙上にわかるようマークを付けて置き、撮影後フィルムをプロジェクターで読み、フロートの移動距離と16mmフィルムの送り速度から流速を測定している。尚、防波堤のない場合をCase A、ある場合をCase Bとし、Case Aについては周期 $T=10, 20, 45$ 分、Case Bについては $T=10, 16, 20, 30, 45$ 分の計8ケースで実験を行なっている。

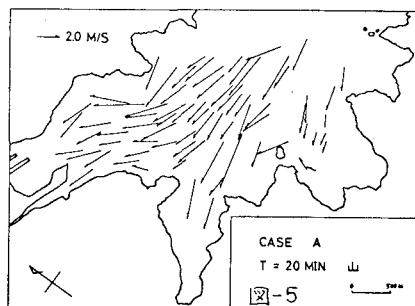
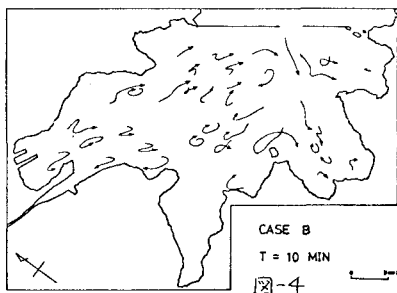
3 実験結果及び考察

図2から図4までに流跡線を示す。尚、流跡線は波の山から山の一周期を示している。Case Aの流跡線は、図2に示す様になり、湾口と湾奥を結ぶ直線上の往復運動となっている。Case Bの場合は一般的に図3の様な流跡線となる。Case Aと異なり、湾口近くの残差が大きくなり、その為、開口部左側の湾内に大きな渦が発生する。この渦は時間的にあまり変化のない恒流渦となっている。図4はCase Bの周期10分の流跡線であるが、防波堤の設置にもかかわらず往復運動となっている。これは10分の場合、振動の節が湾内にあり、その為、防波堤の影響をあまり受けないからと思われる。このことは、 $T=10$ 分の波高減少が小さいことから推察される。

図5から図8まではP地点の波形の山、谷に対応する湾内流速である。



Case A では図5の様に流速ベクトルは湾奥方向となっており、山谷ではベクトルの向きが逆転している。特に $T = 20$ 分は釜石湾の共振周期であり、流速が大きくなっている。Case



B では図6,7の様に渦の発生に従って、山谷に関係なく一定方向の流速が発生し、又、山の場合、特に開口部流速が大きくなっている。しかし渦の外では流速が急に小さくなっており静穏域が見られる。

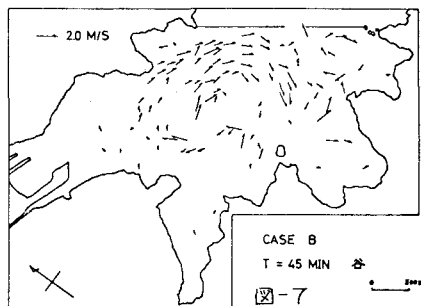
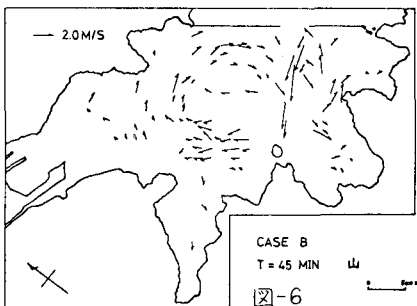


図8の $T = 10$ 分では他と異なり湾全体が大きな流速となっている。

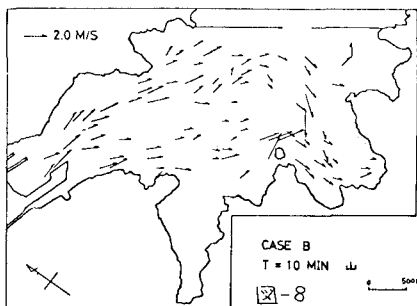
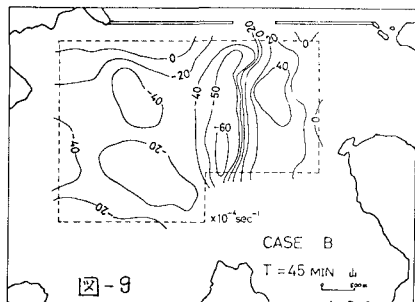


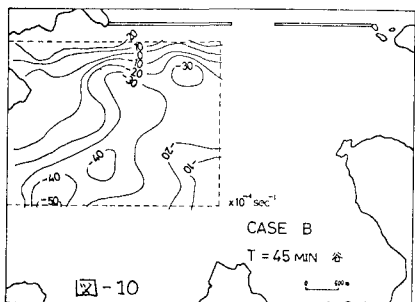
図9,10は湾内の恒流渦を定量化する為の等渦度線であり、 x 、 y 方向の流速をそれぞれ V_x 、 V_y として、次式で渦度を求めている。

$$\text{渦度 } \omega = \frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} \quad \text{----- (1)}$$



尚、計算に用いている流速は、実験より求めた流速をスプライン補間法⁽²⁾によって、さらに細かい点に置き換えて用いた。

以上より、一般に防波堤は湾奥流速を小さくするが、開口部では高速流速水を発生させ、さらに渦を発生させることがわかる。これを考えると、従来津波時に沖に逃げていた船舶は避難が困難になるので、湾内において流動の小さい水域を見つけ避難するのが賢明であろうし、石油流出等の二次災害も流動から考える必要がある。



4あとがき

本実験では、津波防波堤の防災上の問題として、波高の減少のみならず、静穏域の決定が重要であることを指摘し、その立場から、湾内流動を流速、流跡線、渦度により定量化した。最後に、実験と一緒に遂行して頂いた望月達也君（現 建設省）に謝意を表します。

参考文献 (1)岩崎、真野、前原；釜石、両石両湾を含む水域における津波の挙動に関する研究、第23回海講(1976)

(2)大西行雄；スプライン法を用いた二次元補間について、Jr. Oceanogr. Soc. Japan, Vol.31. (1975)