

湾域の海水交換に関する研究（2）

京都大学防災研究所 正 員 今 本 博 健
京都大学防災研究所 正 員 ○大 年 邦 雄
運 輸 省 井 上 慶 司

1. はじめに：河川感潮域内の掘込み港湾あるいは海岸線に沿うくぼみ状の湾などは、外部水域の流動に対して湾内での流動距離が著しく縮小され、閉鎖性が問題となり得る水域の一例である。本研究では、このような水域を、潮流の流動方向に対して直角に開口した矩形状の湾として扱い、室内実験によってその流動特性および海水交換特性を検討したものである。

2. 実験および解析の方法：図-1に実験水槽の概略を示す。プランジャー式起潮機および越流堰により、それぞれ潮流および恒流が与えられる。表-1に実験ケースを示している。case-A、Bは潮流のみの場合であり、大小2種の潮差条件を与えている。case-Cはcase-Bと同程度の潮差を持つ潮汐に加えて、一方向の恒流を与えたものである。これらのケースについて微小紙片あるいは染料をトレーサとした可視化実験を行なった。まず、水面の流況の計測により、主要位相時における格子点流速ベクトルを得た。次に、紙片の流動軌跡をラグランジュ的に追跡するとともに、それらの湾口での流出時刻を調べて湾内各地点に対するの水粒子の滞留時間を求めた。また、湾内水を染料で着色し、着色水塊の挙動を追跡するとともに各位相時における交換量を求めた。

3. 実験結果：代表としてcase-Bの干潮・満潮各憩流時、上げ潮・下げ潮各最強時の4位相時についての水面流速ベクトルを図-2に示す。case-A、B、Cにおける流況を要約して述べると以下のようである。上げ潮期間および下げ潮期間にはそれぞれ回転方向の異なる環流が湾口付近に生成され、およそ湾幅スケールにまで成長する。ただし、case-Cの上げ潮期間における環流は湾幅スケールにまでは発達しない。環流の流速は主流域における流速の増減に対応した変化をし、湾長方向の環流スケールも主流域の流速の増大とともに増大する。憩流時にも環流は残存しているが、主流部での転流により、見掛け上片半分が崩壊したような形となり、この時湾口断面にシアの大きな流出入流れが見られる。この流れが

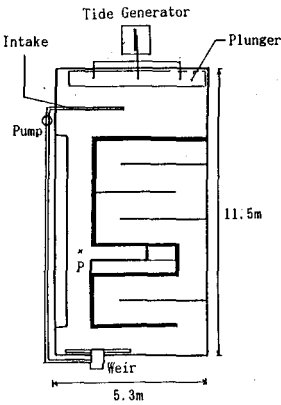


図-1 実験水槽概略

表-1 実験ケースと水理条件

case	L (cm)	B (cm)	h (cm)	T (sec)	ξ (mm)	U _p (cm/s)	ℓ/B
A	200	50	5.0	180	10.0	0.0	14.4
B	200	50	5.0	180	5.0	0.0	5.3
C	200	50	5.0	180	5.0	2.7	6.3

L : Length of the basin ξ : Tidal range at point P
B : Breadth of the basin U_p : Velocity of permanent flow
h : Mean water level ℓ : Tidal excursion of the outer current
T : Tidal period

における流況を要約して述べると以下のようである。上げ潮期間および下げ潮期間にはそれぞれ回転方向の異なる環流が湾口付近に生成され、およそ湾幅スケールにまで成長する。ただし、case-Cの上げ潮期間における環流は湾幅スケールにまでは発達しない。環流の流速は主流域における流速の増減に対応した変化をし、湾長方向の環流スケールも主流域の流速の増大とともに増大する。憩流時にも環流は残存しているが、主流部での転流により、見掛け上片半分が崩壊したような形となり、この時湾口断面にシアの大きな流出入流れが見られる。この流れが

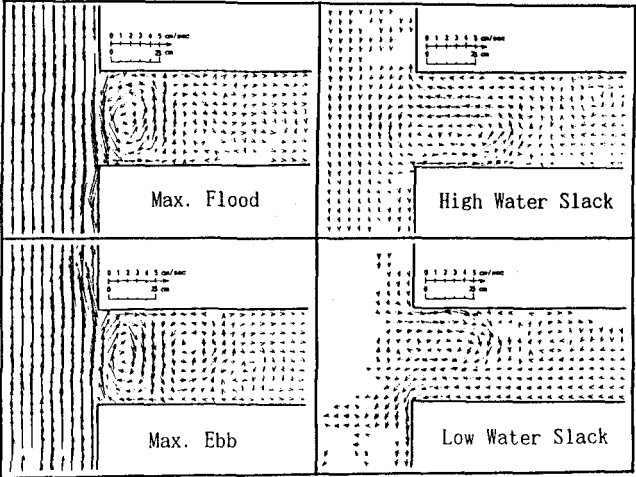


図-2 格子点流速ベクトル (case-B)

湾口断面での交換に大きく寄与しているようである。

上述した環流の強さを評価するために、湾内全域に対する循環値の時間的な変化を求め図-3に示した。循環値は上げ潮・下げ潮最強時近くで極値を持ち、それ以外の潮時ではほぼ直線的に増加あるいは減少している。case-Aおよびcase-Cにおいては、上げ潮と下げ潮の各期間に生成される環流の強さの非対称性に対応して循環値の一周期平均が零になっていないことなどが特徴である。

染料水塊の湾口断面からの流入量によって評価した交換量の時間変化を図-4に示している。case-A, Bについては転流時（特に干潮憩流時）の付近で交換が大きいことが認められるが、case-Cではそれらしき傾向はあるが明確ではない。一般的に、湾口断面での交換については、先の環流が減衰・崩壊して次世代の環流が生成・発達するまでの期間における、湾口断面での強いシア一流による交換が卓越していると考えられる。

続いて水面トレーサの上げ潮・下げ潮期間のラグランジュ的流動軌跡の追跡結果を図-5に示す。湾口周辺では一周期以内に湾口外にトレーサが流出している。それより湾奥側では、潮流のみが存在するcase-A, Bでは流速の微弱な環流が観察されるのに対し、潮流と恒流の共存するcase-Cでは往復流動が観察される。図-6に示した湾内各地点に対する滞留時間の分布より、湾口付近の環流領域よりも湾奥側での滞留時間が極度に長く、湾奥では非常に微弱な流動が物質分散に寄与していることがわかる。

4. おわりに：本研究での実験結果を踏まえ、今後は数値計算による海水交換の検討を行う予定である。

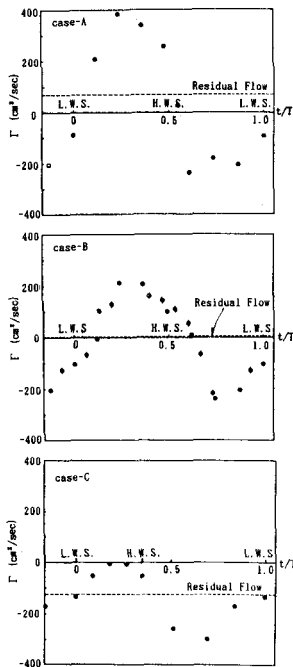


図-3 循環値の時間的な変化

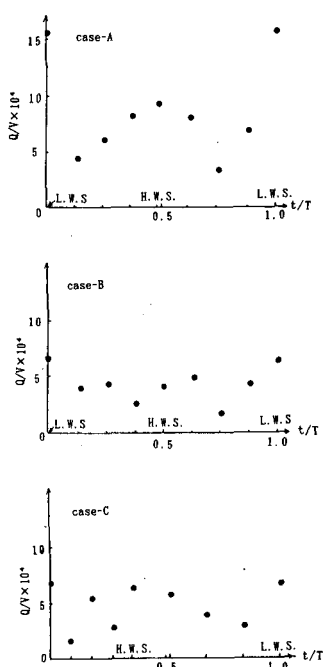


図-4 交換量の時間的な変化

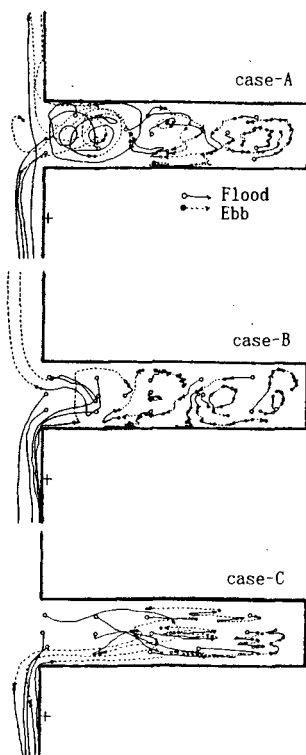


図-5 水面浮子の流動軌跡

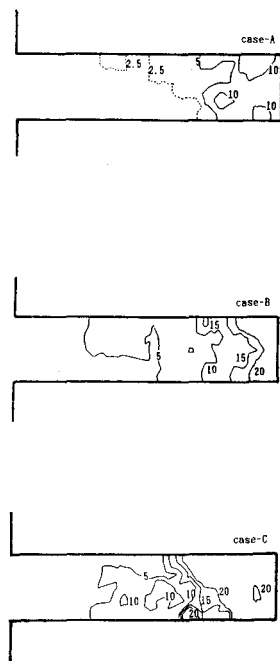


図-6 滞留時間の等値線
(単位：潮汐周期)