

II-242 非定常塩水楔の挙動に関する基礎的研究

東京電機大学 建設工学科 学生員 真崎哲二
東京電機大学 建設工学科 正会員 有田正光

【(1)はじめに】 塩水楔が潮汐の効果を受けて非定常運動をする場合には3種の混合形態、つまり、弱混合、緩混合、強混合が観察されることが知られている。いずれの混合形態が出現するかを正確に予測する事は重要である。しかしながら従来の混合形態分類に関する研究としてはレジューム論的な分類法^{1)・2)}はあるが、各種混合形態の発生のための水理条件とその物理的なメカニズムについては若干の研究³⁾はなされてはいるもののその検討は不十分であると考えられる。本研究はこの事を念頭において各種混合形態を実験室内で再現することを目的としているが、本報はその為の基礎的検討結果について述べるものである。

【(2)実験装置と実験要領】 今回の実験に使用した実験水路を図1に示す。実験装置の下流側の海域を模擬する貯水部にはフロートを上下させて潮汐を発生させる潮汐発生装置が設置されている。実験は塩水楔の挙動に関する実験を行なう為に一般的な淡・塩水二層の実験とせず、温・冷水二層で実験を行なった。つまり冷水を水路内に流して河川流を模擬するとともに温水を水路中の下流端上層より放出し塩水楔を模擬した。これは水表面における流速がほぼ零となるので上層に温水の密度楔が形成されると

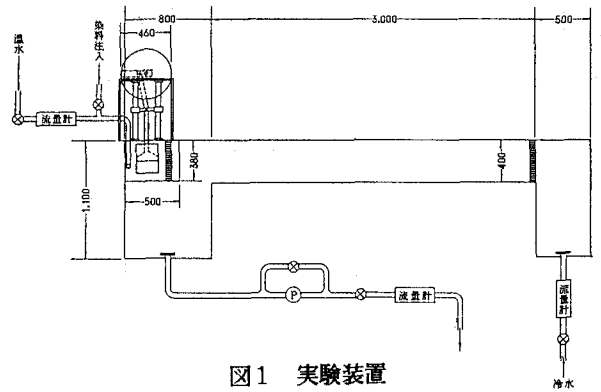


図1 実験装置

いう概念に基づくものである。同手法の利点は密度楔のコントロールが極めて容易な点にある。これは海域に相当させる貯水部の大きさが十分でない点を補うものである。なお、実験における流速測定は主としてプロベラ流速計および電磁流速計を使用して行なった。温度の測定にはサーミスタを使用し、その出力をマイクロコンピュータに送り処理した。

【(3)実験結果とその考察】 実験結果についての考察を行なうに当たり考える流れの場と座標系を図2に示す。同図中において、起潮装置の振幅= H_F 、潮汐の振幅= H_T 、最高水位= H_{ou} 、平均水位= H_0 、最低水位= H_{ol} 、平均水位における定常密度楔長= L_0 、流速計の位置= (x', z') 、波高計の位置= x_w 、下層単位幅流量= q_1 である。座標系としては底面の河口端から採られた (x', y', z') と平均水位における定常密度楔の始点から採られた (x, y, z) の2種の座標系が使用された。

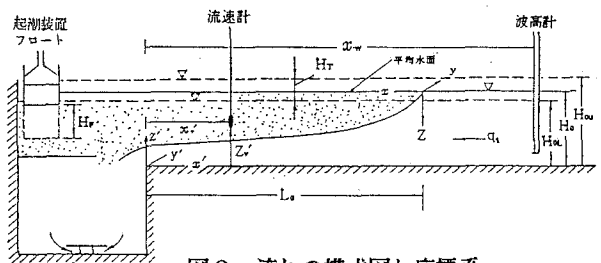


図2 流れの模式図と座標系

(3-1) 定常の密度楔 非定常の実験を行なうに当たり先ず著者等の実験装置および実験手法が妥当なものであることを検証するために定常密度楔の実験を行ない、その結果が従来の淡・塩二成層の塩水楔の実験結果と比較して妥当なものであることを明らかにした。

(3-2) 非定常密度楔の挙動 起潮装置の駆動によって水路内に誘起される流れの基礎的な特性に関する実験を行なった結果、水路上下流端よりの反射の効果は大きく著者等の実験装置においては周期を60秒程度より長周期とする必要があることが判明した。このことを念頭において行なった非定常密度楔の実験結果の

一例を図3に示す。同図の実験条件は $H_T=0.8\text{cm}$
 $H_0=10.0\text{cm}$, $T=60\text{sec}$, $q_1=17.5\text{cm}^2/\text{sec}$,
 下層水温: $T_1=9.0^\circ\text{C}$, 上層放出温排水水温: $T_0=23.0^\circ\text{C}$ である。実験結果より得られる知見を箇条書きにして以下に示す。

①下層流速の経時変化より下層流速はその平均値の周りに変動する事が認められるが、潮汐によって駆動される流れ(潮汐流)が上流に向かう上げ潮期においては流れは速やかに潮汐による水位変動に対応するのに対して、潮汐流が下流に向かう下げ潮期にはゆるやかに対応していることが認められる。この事は実河川の状況を良く再現しているものである⁴⁾。また、この現象は急拡損失係数は急縮損失係数の倍程度の値となるという水理学上の知見で説明しうる。②上層流速の経時変化の定性的挙動はほぼ下層流速と同様である。

また、上層流速の経時変化に比較して下層流速の経時変化には位相の遅れが認められる。これは実河川の特徴を表わしているものと考えられる。

③密度楔の先端位置はほぼ水位の経時変化と同位相および同波形を示していることが分かる。これは著者等の使用した水路が短いものであったことが原因である。

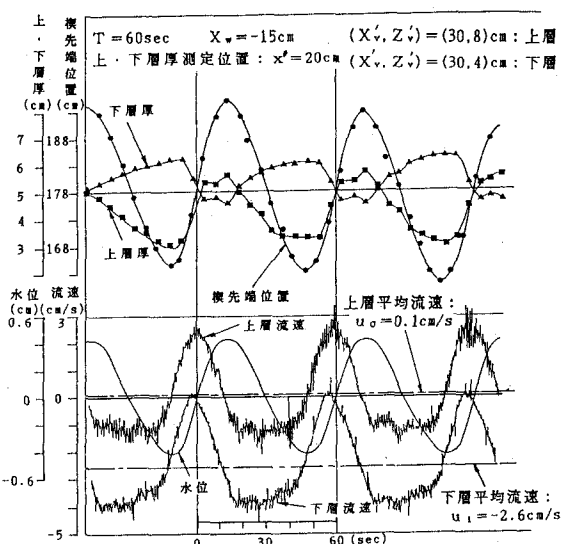


図3 非定常密度楔の実験結果

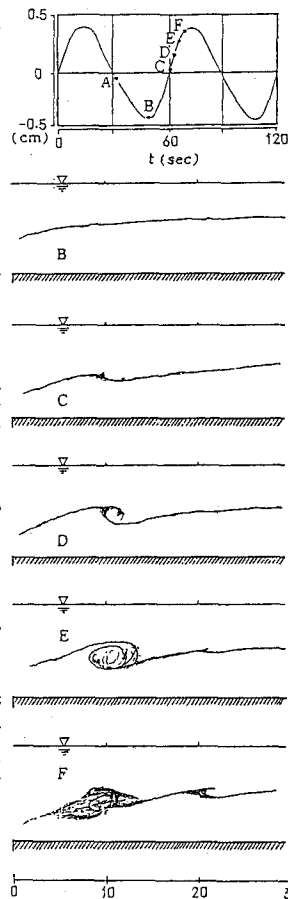


図4 河口付近に発生する密度界面崩壊

(3-3)河口付近において可視化された密度界面崩壊現象 混合状態の強い非定常密度楔を得るためには上下流の潮位の位相差が大きいことおよび上層内の循環流量(塩水楔の場合は下層を流動する塩水の循環流量)が大きいことが必要であると考えられる。その為には著者等の今回使用した実験装置の水路部は短いものであったので大規模な密度界面の崩壊現象は観察されなかった。しかしながら今回の実験においても河口付近での密度界面の崩壊現象を観察しその状況を可視化する事には成功したのでその結果を図4に示す。なお、実験条件は図3と同一である。

図4より上げ潮に伴って密度界面の不安定現象が誘起される様子が分かる。最終的にはほぼ満潮位に達した時点で密度界面崩壊を生じ上下層に激しい混合が見られる。なお、下げ潮時には密度界面崩壊は見られなかった。つまり、本実験ケースの場合には上げ潮時には緩混合、下げ潮時には弱混合の非定常密度楔となっていた。

【4】総括 本研究は非定常塩水楔の挙動に関する基礎的な実験結果について述べたものである。今回の実験においては混合状態の強い非定常密度楔を実験水路内で再現することはできなかったがこれは実験水路が短いものであったことが最大の原因であると考えられる。現在、水路長を延長し実験を行なっている。

参考文献 1) Simmons, H.S. and F.R. Brown, Proc. 13th Cong., IAHR, C-34, 1969. 2) 須賀堯三, 土木研究所資料 1537号, 1979. 3) 吉田静男, 藤井浩之, 第27回海講, 1980. 4) 川西澄, 余越正一郎, 第32回水講, 1988