

(Ⅱ-3) 底泥の埋め立て水域における挙動の研究

足利工業大学 正員 岩崎 敏夫
正員 新井 信一
正員 ○上岡 充男

1. はしがき 浅海域の底泥を埋め立てに使う場合に、埋め立て水域における挙動を明らかにすることは、環境維持対策上重要であるが、現象が複雑である為に、まだ解決されていない。本研究は塩化ビニール粉の水溶液を用いて4年間室内における基礎実験により、この現象についての知見を得ようとしたものである。

2. 流況 幅0.15m、長さ3.0m、高さ0.4mの透明アクリル水槽に濁度物質として比重1.38で60%粒径 14μ の塩化ビニール粉を用い、埋め立て実験をおこなった。実験では一定濃度の濁水を上流端より供給し、埋め立て池のなかでいかなる流況が起こるかを観察した。この場合、排水は下流端に堰を設けて越流させることによった。最初池内を淡水で満たしておき、上流端より給水を開始すると、水槽の底部に密度流が形成され、その先端は通常言われる成層密度流のフロントとなっている。(図-1)

このフロントは個体壁に衝突するとそこで反射し、厚さが約2倍になって戻ってくる。この際観察によると第2層では下層よりもりあがるような質量の貯留がおこなわれ、その先端は上流へ向かうが第2層の界面勾配はかなりゆるい。ついで第2層が最上流の壁に衝突すると、さらに第2層の上に第3層が形成されるが、定常的になると第2層内の流れは第1層と反対であり、また第3層内の流れは第2層と反対、すなわち第1層と同じ向きであって、そのまま、堰から越流する。(図-2)

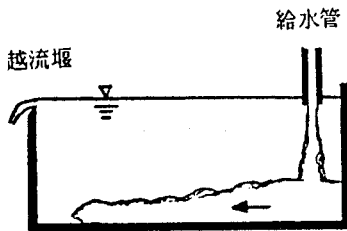


図-1 第1層の進行

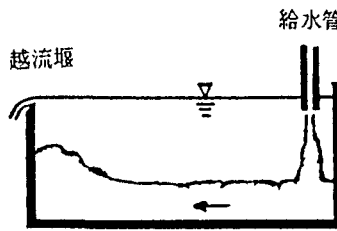


図-2 第2層の形成

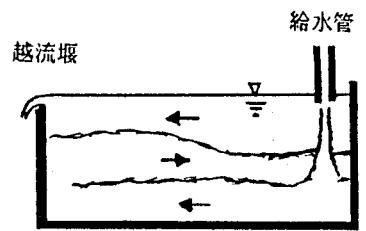


図-3 3層の完成

給水端では水面に垂直に下向きジェットが突入し水底で横方向に曲げられる。堰高を W 、第1層の厚みを H とすれば落下高 $(W-H)$ の間にジェットは乱流混合と連行および渦動拡散を受ける。突入点での形状を円とし半径を d 、流量を Q 、流速を V_0 また混合水の密度を ρ_s 塩ビの密度を ρ_b とすれば運動量フラックスは

$$M = \rho_s Q V_0, V_0 = Q / (\pi d^2 / 4) \cdots (1)$$

重量濃度 C (%)にたいし、 $\rho_s = \rho_w (1 + 0.001C * (\rho_w^{-1} - \rho_b^{-1})) \cdots (2)$

これにたいし第1層におけるフロントの進行速度 C_0 、厚さ H および層内、層外の濃度 PPM_0 と PPM_1 が測定された。また $1C = 1000PPM$ により(2)を用いて ρ_s が求められる。他方 $C_0 = \text{SQR}((\Delta\rho / \rho_w)gh) \cdots (3)$ により、 $\Delta\rho / \rho_w$ が得られ、これより $\Delta\rho = \rho_s - \rho_w$ によって第1層のフロントの密度が得られる。

以上の方法による検討の結果以下のことが明かになった。

1. 第1層の層厚 H は堰高 W が大きい程厚くなる。これは下向きジェット内の運動量喪失が増える為である。

しかし H は給水濃度や給水量にはあまり影響されない。(図-4)

2. フロントの進行速度 C_0 は給水量 Q が大きい程大きい。また堰高 W 、従って層厚 H が大きい程大きい。(図-5)

3. 連行流量は非常に大きく、従って濃度比 C_1/C_0 の値は小さい。(図-6)

4. 第1層形成時の層厚および濃度の層内分布はほぼ一様である。

こうして池の中に3層が形成されるとしばらくこの流況のままである。しかしながら層の界面では活発に

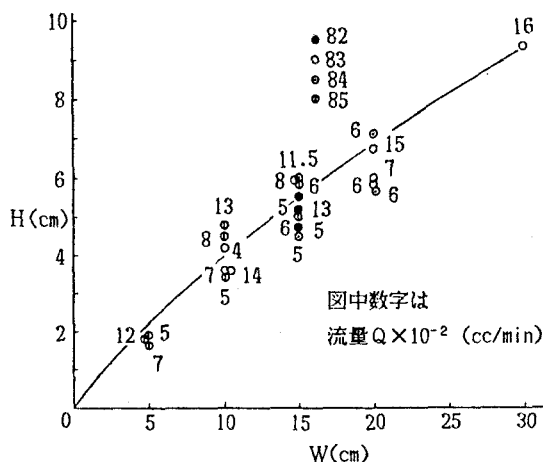


図-4 HとWの関係

拡散によって上下の密度混合が行われる。次第に濃度が上昇し、粒子は粒径を増大させ、沈降が促進されて、底に水平に堆積層が形成され始める。さらに長時間流しておく、堆積層は徐々に、次第に発達してくる。堆積層の形状は給水口を頂点とする山塊のようであり、その高さは次第に高くなってついに水面に達する。実験はその時点で終了とした。計測の一例を図-7に示す。下流端に設けた排水口より、余水が排出される。その濁度ははじめ第1層の濁度より小さい。堆積層はほぼ水平に堆積することから、この時点での堆積高さはほぼ全域で一様である。しかし給水口付近での勾配がめだつてくると、余水の濁度は急に上がってくる。この時点では池の中の密度成層は破壊され、強混合のような流況になっているものと思われる。従って、堆積現象には全水深と濃度が関与する。給水口付近にポケットができてジェットは横向き運動量をポケット内で失う為に堆積が進行し、この為に堆積層勾配が大きくなる。余水濁度は堆積が順調な間は次第に減少してゆく。しかし堆積層の底勾配が急になって、その表面で層の滑りあるいは斜面の崩壊が起こると、急に余水濃度が上昇する。環境上はこの現象は好ましくない。

3. 結び この現象には微細粒子のフロック化と、それに伴う沈降速度の増加、池内密度分布や速度分布、剪断応力の評価、堆積材料の圧密、堆積層の再巻き上げ、成層間の混合など関与する要素が多く、今後さらに詳しい検討を続けたいと考えている。最後に卒研の足工大学生に謝意を表する。

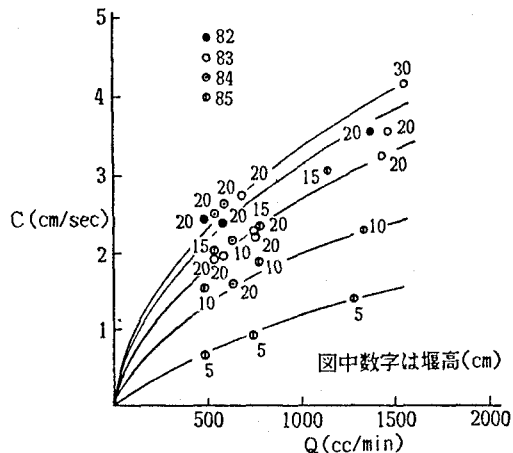


図-5 CとQとの関係

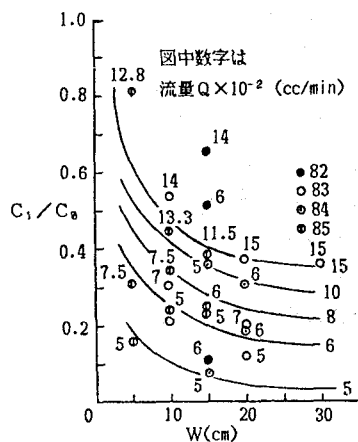


図-6 C_1/C_0 とWとの関係

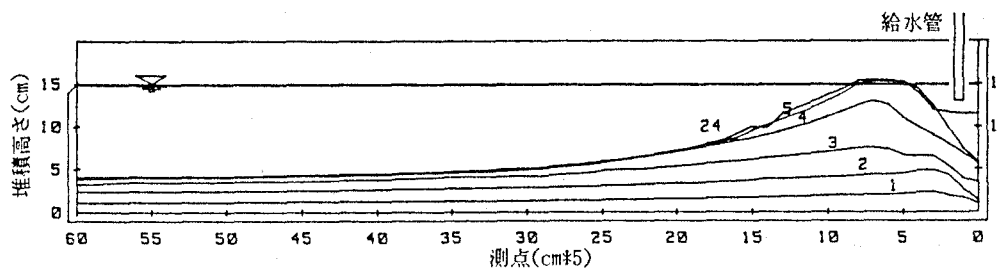


図-7 堆積形状の一例 $Q=500$ cc/min 濃度=15% 堰高=15cm 図中実線は1時間間隔の堆積高さ