

II-640

石積み浄化堤による海水浄化工法の開発

その4：浄化堤実証施設における流況特性

(株)大林組 土木技術本部

○増井直樹, 小林 真

(株)大林組 技術研究所

喜田大三, 辻 博和, 石垣 衛, 宮岡修二

1. はじめに

石積み浄化堤（以後、浄化堤と表現）において、堤体内における流況を把握することは、堤体内における浄化機能原理と水理現象の関連性を明確にする上で重要なことである。ここでは、

- ・堤体内における海水の流況を電磁流速計により実測
- ・浄化堤を数値モデル化することによる流速の算出

の2つの手法によって、浄化堤における流況を求めた結果を報告する。

2. 流況測定手法及び計算手法

2.1 流況測定手法

図-1に示す様に、浄化堤にガス管を設け2極電磁流速計をセットし、堤体内における流速を測定する。ガス管は、長さ：5m、内径：0.2m、の大きさを使用し、天端より鉛直方向に0.4m間隔で0.11m×0.10mの観測孔を、0.2m間隔で0.03×0.1×8個の孔を設けた。ガス管全体の開口率は23%である。電磁流速計のセンサー部は観測孔の中央部に設置し、計測位置として、表層（水面下0.4m迄の距離）、低層（D/L-0.6m）の2地点を設けた。

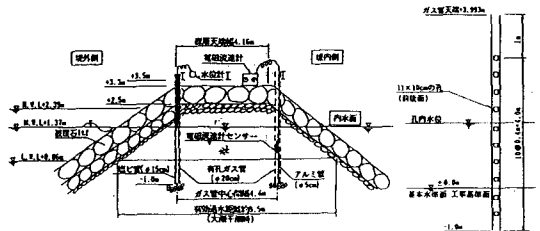


図-1 計測手法概略図

2.2 流況計算手法

浄化堤体内における水理現象と浄化機能は、密接な関係があるが、実海域において、堤体内における水理学的な海水の運動は、潮汐運動以外の様々な現象（波動、湾内固有振動等）の影響が考えられ、計測からは複雑な結果を得ることがある。よって、浄化堤の流況を簡単な数値モデル化することで、様々な条件下での堤体内における流況を計算で求め、計測結果と照会し、評価することが望ましい。本実験に用いた、基礎式と簡単な浄化堤の数値モデルを示す。

（基礎式）

$$h1=h1(t)$$

$$h2=\int^t \{ (A(t) \cdot v(t) - q(t) / S) dt + h1(t0) \}$$

$$H(t)=h2-h1$$

$$v(t)=k \cdot h(t) / B$$

$$vo(t)=v(t) / \varepsilon$$

ここに、

$h1(t)$: 外水位,

$h2(t)$: 内水位,

$q(t)$: 取水量

$v(t)$: 見かけの流速,

$vo(t)$: 実流速,

$A(t)$: 内水域面積,

ε : 有効空隙率,

k : 透水係数

（数値モデル）

台形状の浄化堤を図-2に示すように層分けすることで、数値モデル化を行う

$v1, v2, v3$: 浄化堤各層,

$L1, L2, L3$: 各層の底面レベル

$h1$: 外水位 $h2$: 内水位

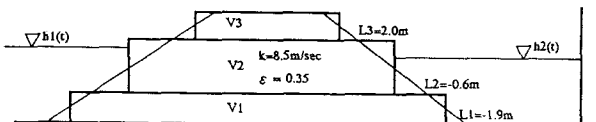


図-2 浄化堤数値モデル

3. 計測結果

浄化堤体内における流速は、微流速であることから、堤体内の流況計測は、流速の最も速い干満潮時の中間時刻に行った。計測位置は上端 DL+1.0m、下端 DL-0.6mであり、流速計で求めた値を10秒平均し、プロットする。流速の向きとして堤内流入を正、堤外流出を負の値で示す。計測結果から浄化堤における流況は当日の外水域の高い波や強風の影響を非常に受けており、波動が礫を通過する際の推進力から流速は全体的に高く計測された。

3.1 堤体内におけるミクロ的挙動

図-3に示すチャートは、引き潮時における表層の流速を1秒平均でプロットした結果である。チャート紙より平均を求めると引き潮時でありながら+0.3cm/secであり、波動の影響を受け流速を高く計測したものと考えられる。記録された流速の特徴としては、原点を中心に反転する挙動を示しており、水の流れが堤体内を反復しながら進んでいることが予測される。これは求めた平均流速で浄化堤を通過する時より、長い距離を進む結果となり、礫間接触回数の増大が期待され、水質浄化により影響を与えると考えられる。

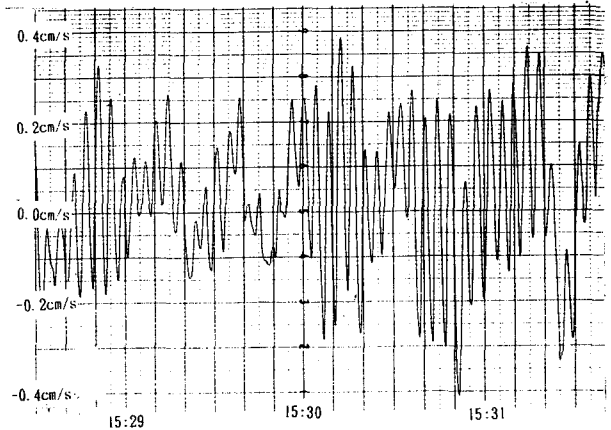


図-3. チャート紙

3.2 堤体内におけるマクロ的挙動

引き潮の最も速い1時間における水位変動は0.31mであり、堤内水域における流出量は 17.5m^3 である。図-4に示した計測地点の平均流速より、引き潮時にもかかわらず上層～中層にかけて海水の流入が確認されている。これは、堤外の波動の影響と考えられるが、計測した流速の分布より、DL-0.6以下の地点の流速は反転していることが推測され、流速の大きさは内水域の水位減少量より、 -0.7cm/sec と予想される。図-4に、堤体内の流速を数値モデルによって計算した結果を示す。潮位変動によって計算した解をベースに、数値モデルにおけるV2層に対し計測された値を外力として与えたとき、内水域における流出量、V1層における予測流速がほぼ一致している。

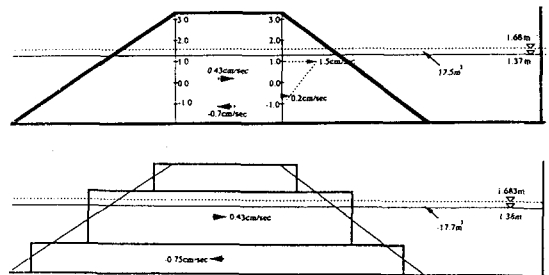
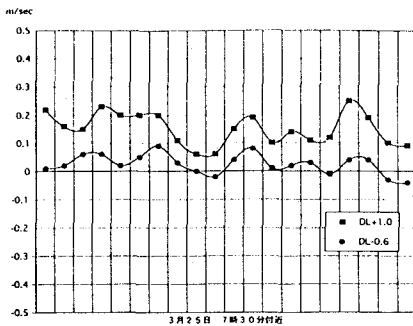


図-4 計測結果及び計算結果

4. 今後の展望

石積み浄化堤における海水の動きは、潮の干満によって引き起こされるだけではなく、外水域における様々な運動（例えば、波浪、吹送流、湾内固有振動、等）によっても引き起こされることが、計測により求められた。今後は、今回の計測により得られたデータをもとに更に明確な堤体内における海水の動きをマクロ的、ミクロ的視野で把握にすることで、水質浄化機構との関連性を明確にしたい。