

II-407

三次元マウンド形状による湧昇構造に関する実験

(株)間組 技術研究所 工藤

海洋開発室 鈴木 本田 諫山

1. まえがき

人工海底山脈構想とは、石炭火力発電所から発生する石炭灰を用いて海底にマウンド構造物を設置し湧昇流を人工的に発生させ、海底付近にある栄養塩を有光層まで持ち上げるによりプランクトンの増殖を促し、良好な漁場を作ることを目としている。このマウンドの形状については、完全二次元モデルによりその湧昇構造を検討してきたが、図-1に示す様に三次元モデルと二次元モデルでの流れの構造が大きく異なるため、湧昇機構に差があると考えられた。本実験ではこれを受け三次元マウンドモデルを中心に湧昇を効率的に起こす形状を得るための基礎データを収集することを目的としている。

2. 実験概要

実験には、長さ50m、幅80cm、水深50cmの回流水槽を用いて行った。模型は、フルード則に基づく縮尺1/200モデルをアルミ板を用いて作成し、図-2のように仮台上にアクリル板を敷いた上に模型を設置した。模型より1.5m上流で基準流速を電磁流速計で計り2.0m(40H)下流において湧昇高さ、幅、周期を測定した。計測方法は、図-2のようにメチレンブルーを湧昇渦の途中から流し40H下流でも十分湧昇渦が視認できる様にし、直接定規により湧昇高さ、幅、周期を計り同時にVTRに収録した。また、模型から10H、20H下流における流速も測定した。(模型高さ: $H=5\text{cm}$)

形状のパラメータとして、図-3に示す基本モデルの天端長、斜面角 α 、 β を考慮し、さらに流速、水深の影響についても検討した。天端長は、0(円錐)、2H(10cm)、4H(20cm)、6H(30cm)、完全二次元の5種類、 α は、26、45、90度の三種類、 β も、26、45、90度の三種類について行った。

流速は、天端長6H(30cm)のモデルを用い、2.5、3.5、5.0cm/secの三種類、水深の影響は、5H(25cm)、7.5H(37.5cm)、10H(50.0cm)の三種類の水深に対して完全二次元モデル、三次元モデル(基本形)を用いて計15ケースについて測定を行った。

形状検討に於ける実験条件は、流速2.5cm/sec、水深50cmを中心に行った。

3. 結果

湧昇力は湧昇渦の体積、密度を考慮して検討されるべきだが、本実験では湧昇渦の高さ、幅、周波数のみの測定としたため、湧昇力の一つの指標として1分間の湧昇渦の断面積の合計: 湧昇断面積(湧昇断面積=4H以上の湧昇高さ×4Hでの湧昇幅×1分間の湧昇渦数)を考えた。

形状パラメータについて 図-4に天端長を変えたときの天端長の単位長さ当りの湧昇断面積のグラフを示す。天端長が2H、4H、6Hではほぼ天端長の単位長さ当りの湧昇断面積は等しいが天端がない場合には4H以上湧昇していない、また、天端が無限に続く場合の完全二次元では天端がある場合の2/3程度の湧昇断面積になっている。 α については図-5に示す様に、角度にほぼ比例して湧昇断面積が増加している。 β については図-6に示す様に、45度までは湧昇断面積は増加しておりそれ以上になると減少する。

流速・水深について 図-7から分かるように、流速の増加と共に湧昇断面積は増加しているが、3.5から5.0cm/secで著しく増加する。また、水深については図-8に示す様に、二次元モデルではほぼ一定値なのに比べ、三次元では7.5Hで高く5Hでは低い値となっている。これは、水深5Hでは湧昇が水面まで達しているために渦が上昇できず、湧昇断面積としては低い値になっていると考えられる。

4. まとめ

三次元モデルは二次元モデルより湧昇断面積で大きく優っており、横からの回り込みが湧昇に寄与していることが分かる。形状としては天端長が2H以上あれば問題はなく、斜面傾斜角はなるべく急な方がよいが、両サイドの斜面角は45度が最適でありそれ以上の角度にしても湧昇効果の増加は期待できない。今後、湧昇構造自体を解明していき、効率の良い形状を模索すると共に湧昇量の検討も行っていく予定である。

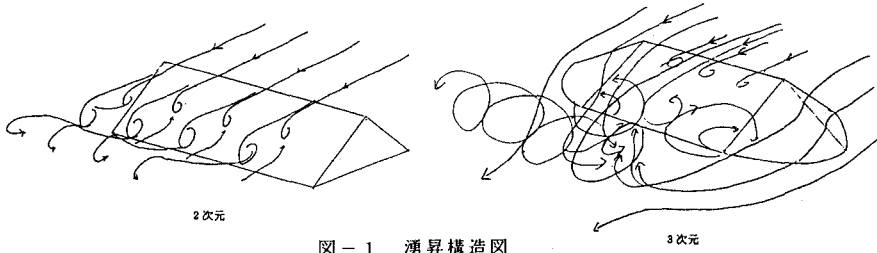


図-1 湧昇構造図

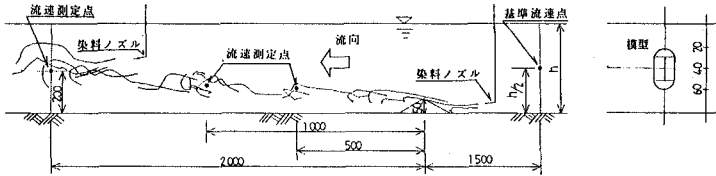


図-2 水槽実験図および計測位置

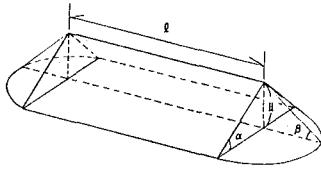


図-3 マウンドモデル概要図

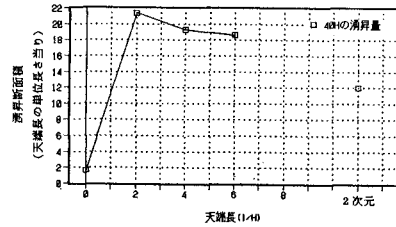


図-4 天端と湧昇断面面積関係図

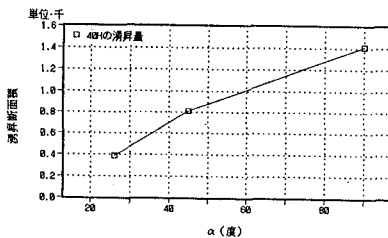


図-5 斜面傾斜角αと湧昇断面面積関係図

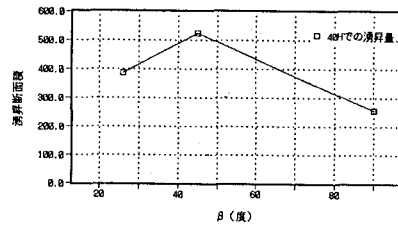


図-6 斜面傾斜角βと湧昇断面面積関係図

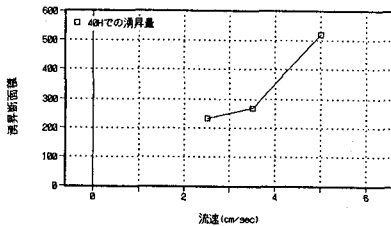


図-7 流速と湧昇断面面積関係図

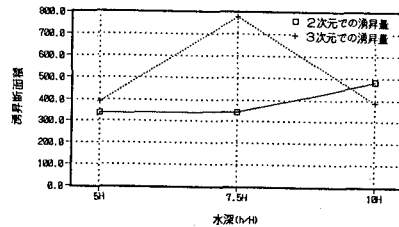


図-8 水深と湧昇断面面積関係図

参考文献

- 1) 沖, 鈴木他: 湧昇流発生構造物 (人工海底山脈) の湧昇特性に関する研究- (その2) 二次源密度成層流事件と数値解析結果- 一組研究年報, pp. 129~136, 1989
- 2) 浅枝 隆, 中井正則, 玉井信行, 堀川清司: V字型構造物による上昇流, 土木学会論文集, 第423号, pp. 83~90