

潮流拡散実験における底面摩擦の影響について

徳島大学工業短期大学部 正会員 村工 仁士
 徳島大学工業短期大学部 正会員 細井 由彦
 不動建設KK 正会員 平野 俊孝
 四国建設コンサルタント 正会員 〇瀬永 哲也

1. まえがき 潮流拡散実験における底面摩擦の影響については未知の点が多く、試行錯誤的に人工粗度を与えることにより対象領域の流れを再現させているのが現状である。本研究では、水平的に比較的広く、水深の浅い半日周潮流が卓越しているような閉鎖性内湾を対象とし、地形性の残差流が物質の拡散に支配的であるような単純長方形湾モデルを用いて、湾内における流況・拡散現象に及ぼす粗度の影響を実験的に調べようというものである。

2. 実験方法 長さ364cm、幅182cm、深さ30cmの実験水槽中に図-1に示すような湾口が片寄った長方形湾を設け、底面に高さ25mmでそれぞれ1辺が10cm、20cm、40cmの正方形の人工芝を市松模様配置したもの、湾内全体に敷きつめたものおよびペイント仕上げのままである表-1に示すような5種類について流速測定実験を行った。測定点は図-1に示す15点であり、測定には熱膜流速計を用い、各点で1周期間の流速がX方向およびY方向に分けて測定された。

3. 流速変化特性 図-2は測定された流速の変化の一例を示したもので、同様に変動点について流速変化を調べた結果、地形性渦の最も著しく発生していると思われるNo.4で最も変動が大きく、湾口から環流に沿い距離が大きくなるにつれて流速変動が小さくなっている。さらに流速変動はとくにFloodにおいて著しく現われており、この期間に湾口周辺のシアにより形成された渦がしだいに環流に取り込まれ、湾内に常に時計回りの環流を発生させていると考えられる。また、このような現象は粗度条件が変化しても共通して認められる。つぎに、測定された流速を一周平均することにより恒流を求め測定点別にベクトルで表わしたものが図-3および図-4である。図-3から粗度の疎密による恒流の違いをみると、粗度片が40cm角のときに恒流の方向は最も環流の内側を向いており、環流が最も小さく環流中心が最も湾口に近寄っている。図-4から全面粗度と粗度なしの恒流の違いを見ると、湾口上方における恒流にはいく分違いが認められるが、湾奥部から湾口にかけての環流領域の恒流は方向も流速値もほとんど違いがない。前回の流況実験結果において粗度高さが25mmの場合には、粗度の疎密の影響はほとんど認められなかったが、恒流に対しては疎密の影響が認められ、40cm角のときに粗度の影響が最も大

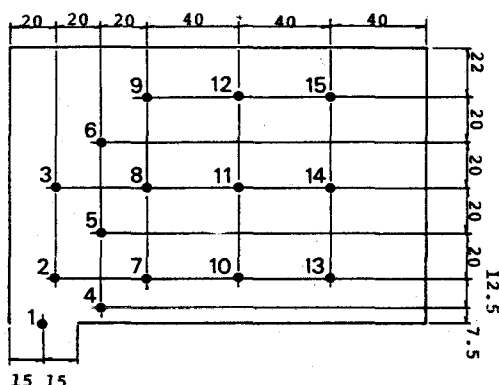


図-1 湾模型と流速測定点

表-1 粗度条件

実験名 (Case)	E	F	G	H	I
粗度の高さ (mm)	25	25	25	25	0
粗度片の大きさ (cm)	10	20	40	全面	0
粗度面積/湾面積	50	50	50	100	0

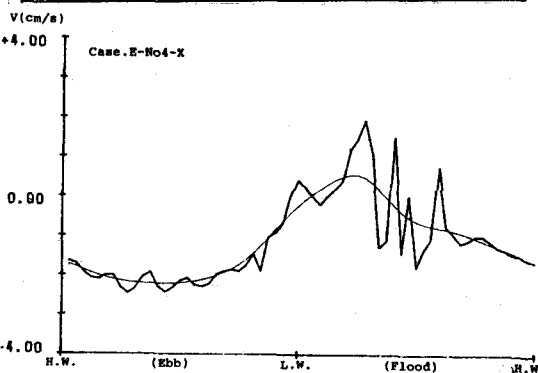


図-2 潮汐の位相と流速との対応

きくなっていることが明らかになった。また、流速成分の自己相関分布は、瀬戸内海のような半日周潮流が卓越する海域においては指数関数的に減少する余弦関数分布の様相を示すことが明らかにされており、本実験においても同様の傾向が認められた。

4. 拡散特性 オイラー的な流運動から乱れによる拡散の拡散係数を求める方法としては和田らの方法があるが、それにならい Case E, F, G について拡散係数を算出した結果が表-2 である。算出された拡散係数を比較すると、各ケース、各測定点とも K_x , K_y の値が異なり、各測定点での乱れの場合が異方性であることを示している。とくに、湾口中央の No.1 における y 方向の拡散係数が著しく大きくなっている。さらに、測定点別に拡散係数をみると、湾口付近の流速の大きい場所では拡散係数も大きく、環流中心付近や湾奥部などの流速の小さい場所では拡散係数も小さくなっている。そこで、恒流の大きさと拡散係数との関係を示すと図-5 のようになる。この図から、恒流の小さい部分では拡散係数にバラツキがあるが、恒流が 0.3 cm/sec (模型内流速) より大きい部分では恒流と拡散係数の間に比例関係がみられ、恒流が大きくなると拡散係数も大きくなっている。つぎに、今年の

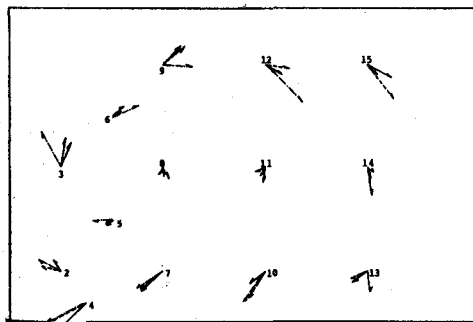


図-3 恒流図

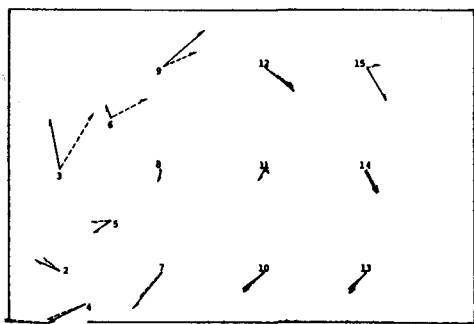


図-4 恒流図

瞬間点源拡散実験から得られたデータ K_x (cm^2/sec) をもとにして足立らの方法から求めた拡散パラメータを表-3 に示す。これより、粗度の疎密による拡散係数の違いをみると、 40 cm 間隔のときが最も粗度の影響が大きく、つぎに 10 cm 間隔のときが大きく、 20 cm 間隔のときが最も粗度の影響が小さくなることが明らかになった。

5. あとがき 今回の実験により、流況および拡散特性に及ぼす底面粗度の影響が定性的に把握されたが、さらに詳細なことについては乱れの評価を行なう必要があると思われる。また、底面粗度の粗度係数を検討することも必要であると思われる。

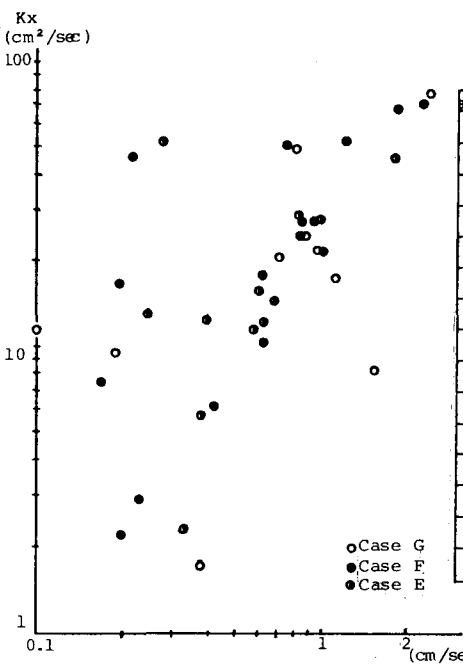


図-5 恒流と拡散係数の関係

表-2 拡散係数 (cm^2/s)

測点	Case	E	F	G
1	Kx	45.13	70.97	78.58
	Ky	139.53	203.74	208.95
2	Kx	51.49	51.63	48.89
	Ky	93.70	121.98	120.68
3	Kx	12.41	18.48	20.68
	Ky	36.31	38.69	37.48
4	Kx	51.94	68.84	73.51
	Ky	40.35	—	—
5	Kx	13.00	46.80	—
	Ky	13.61	27.90	35.01
6	Kx	2.45	6.21	21.99
	Ky	—	1.89	13.74
7	Kx	29.51	27.30	35.86
	Ky	26.20	18.49	12.85
8	Kx	4.31	2.94	—
	Ky	3.16	9.16	—
9	Kx	14.83	24.63	17.42
	Ky	10.59	12.85	22.06
10	Kx	15.97	17.85	24.82
	Ky	14.84	41.45	41.87
11	Kx	5.71	2.22	11.53
	Ky	1.52	1.23	5.02
12	Kx	12.03	27.63	—
	Ky	9.62	7.65	41.07
13	Kx	11.38	10.25	19.53
	Ky	7.02	3.37	17.87
14	Kx	—	7.58	9.50
	Ky	1.91	3.39	16.05
15	Kx	27.92	21.70	1.70
	Ky	9.67	—	1.34

表-3 拡散パラメータ

	イ	ロ	ハ	ニ
E	0.0123	0.0164	0.0183	0.0144
F	0.0163	0.0256	0.0239	0.0197
G	0.0088	0.0245	0.0081	0.0097