

目次

論文番号		ページ
2	高次ブジネスク方程式の一般形の導出と最適係数を用いた高精度数値モデルの開発	1
3	無反射式多方向造波装置の開発と性能評価	1
4	水路合流部における孤立波の衝突に関する実験および数値解析	3
6	非線形緩勾配方程式を用いた屈折・回折・砕波変形モデルの開発	3
7	SPS 乱流モデル付き拡張 MPS 法による砕波過程の数値解析	4
8	陰的 SMAC 法に基づく自由水面流れの高次精度・高速解法	5
11	港内の波と流れの非線形相互作用の数値解析に関する研究	5
12	3次元固気液多相流数値モデルの構築とその検証	7
13	P I V計測による白波砕波上の気流の剥離特性	8
14	風波発生時における水面近傍の気流・水流の PTV 同時計測	9
15	風波上の気流の変動特性とエネルギー輸送量	9
16	波動乱流境界層の三次元化と乱流拡散に関する研究	10
18	風波パラメータを用いたガス交換係数の実験式	10
19	水表面乱流の微細構造に着目したガス交換機構の研究	11
20	2色 LIF-PIV を用いた水表面におけるガス交換過程の計測	11
22	砕波遷移に伴う気泡生成とマイクロバブル量に関する研究	12
24	大型造波水路を用いた渦度の岸沖変化に関する実験的研究	12
25	時間領域の擬似段波モデルに基づく砕波モデルの開発	13
26	ラグランジェ方程式による打ち上げ波帯流体運動の 2 次近似解	13
27	非線形緩勾配方程式による斜面上砕波の遡上高解析	15
28	複合断面地形の波の遡上に対する VOF 法の適用性と不規則波モデルへの拡張	16
29	座標系による海浜流モデルの高精度化	17
30	不規則波動下底面境界層の乱流構造に関する研究	18
31	ストーム時の波群（包絡波）と長周期波の特性	18
32	浅海域における多方向不規則波の砕波限界に関する研究	19
33	一般化パレート分布による極値波浪解析 拡張形状母数の推定	19
34	極値波浪解析における記録更新値の統計的特性	21
35	設計波高に係わる極値統計分布の裾長さパラメータとその意義	21
36	確率的台風モデルを利用した波高極値の推定システムの日本海における適用性	22
37	伊勢湾地域における高解像度気象場の再現計算とその精度検証	23
38	MM 5 による冬季季節風時の沿岸域海上風場の再現性について	24
41	局地気象モデルと第三代波浪推算モデルの内湾波浪推算への適用	25
42	台風モデル風の埋込みによる 5 1 年波浪推算システムの改良	26
43	波浪推算モデルと統計手法による沿岸波浪予測	26
45	気象・波浪相関図に基づく我が国沿岸波浪の出現特性解析	27
46	波の散乱解析法を用いた島周辺の波浪スペクトル推定	28
47	波浪条件の異なる 2 つの海岸での長周期波の増幅と港内副振動の特性比較	29
48	東日本沿岸域における長周期波の広域的な出現特性	29
50	密度成層と内湾海上風の特性を考慮した東京湾の高潮推算	30
52	瀬戸内海西部海域における高潮・波高の極値の推定	31
56	合成等価粗度モデルを用いた津波氾濫シミュレーションの提案	32
59	アジョイントモデルによる津波の波領域の逆推定法に関する研究	33
60	紀伊水道及び豊後水道における津波の伝播・応答特性	34
61	南海地震津波による水産被害の評価手法の開発	35

62	津波に対する水門・陸閘の有効活用とその効果に関する考察	35
64	天気図を用いた海上風の推算法について	36
65	砕波を伴う強風下の吹送流の流速の鉛直分布と全流量について	37
66	吹送流の乱流構造と砕波によって生成される乱流成分について	37
67	気泡混入層厚に着目した風波の砕波指標	38
68	水質改善にむけた感潮支川・湖沼の塩分動態解析 澗沼川・澗沼を対象として	38
69	可撓性に着目した藻場キャノピー周辺の流動・乱流構造に関する実験的研究	39
70	河川感潮域における乱流と水質の鉛直構造の変動特性	40
76	沿岸海洋モデルによる来島海峡の潮位分布と潮流の3次元構造の解明	41
82	有明海の潮汐及び三次元流動シミュレーション	42
83	浅水流場を対象とした三次元数値モデルの近似手法に関する検討 座標系と静水圧近似に着目して	43
84	ネスティング計算法を用いた吹通川マングローブ水域における高解像度流動シミュレーション	44
86	前傾化した波と流れによるシートフロー漂砂量	45
87	C T型濁度計による砕波帯内底質巻き上げに関する実験的研究	46
88	レーザー濃度計・ADCPによるストーム時、 砕波帯内での浮遊砂濃度・平均粒径計測と沖方向浮遊砂量の推算	46
89	現地砕波における底質巻き上げの間欠性と流体運動との関係	48
90	乱流モデルによる非定常泥水流の流動解析	50
91	砕波帯内乱流モデルの波打ち帯 (Swash Zone) への拡張	50
92	浸透、滲出を考慮した波打ち帯の波動場と漂砂に関する数値解析	51
93	混合砂礫海岸における底質の分級と断面変形	51
94	粒径別浮遊・掃流漂砂モデルを用いた混合粒径砂大型岸沖海浜変形実験の再現	52
95	3次元数値移動床によるシートフロー層の鉛直分級過程の数値解析	54
96	混合粒径砂の分級過程を考慮した海浜変形モデルの開発	55
97	河口デルタの汀線・粒径変化の予測モデル - 沿岸漂砂による分級作用の再現 -	56
100	海浜縦断形の安定化機構を組み込んだ等深線変化モデル	57
102	海浜植生コウボウムギの生長および平面拡大解析	57
104	野蒜海岸を中心とする石巻湾西部沿岸の長期土砂移動量の評価	59
106	青森県高瀬川における河口部変動特性について	59
107	鯨川河口砂州の変形と勿来海岸の地形変化過程に関する現地観測	60
108	新潟県北部海岸の漂砂動向に関する検討	61
109	九十九里浜野手海岸の変遷と海岸人工化要因の検討	61
110	航空写真による駿河湾沿岸の漂砂系解析	61
111	駿河海岸全域の土砂収支と漂砂特性	62
112	深浅測量結果に基づく備讃瀬戸航路の地形変化	62
113	熊本県白川河口域における土砂動態	63
114	有明海の底泥輸送現象に関する現地データの解析	63
115	A R G U Sによる宮崎住吉海岸の長期地形観測	64
116	志布志海岸における長期海浜変形と河川からの流出土砂量の推定	65
118	汀線近傍におけるストーム時大規模侵食の現地観測	66
119	強風・高波浪時の海浜流底面流速場および広域漂砂量の平面分布の推算式	67
121	複素主成分分析を用いた Sylt 島海岸における地形変化特性の解析	68
124	自然海浜安定化に関する帯状透水層の平面配置	68
125	歪み砂れんマットによる3次元漂砂制御に関する実験	70
127	3次元H s uモデルによるポケットビーチ内の護岸周辺の静的安定海浜形状の予測	71
129	緩傾斜護岸の越波流量算定図とその越波低減効果に関する実験的研究	72
130	直立消波ケーソン式護岸における越波飛沫の打ち上げ特性とその対策に関する研究	73

131	越波排水路の排水能力の評価法について	73
132	越波時における護岸後背地構造物に作用する流体力に関する実験的研究	74
133	ピストンモード波槓共振を利用する低反射・低透過構造の海水交換型防波堤の開発	75
134	平面波浪場における垂下版式反射波低減工の効果について	77
135	消波構造物に作用する波浪の消波機構を考慮した港内波浪変形計算	78
136	ブシネスクモデルにおける目標反射率の設定法とその港内波高分布計算に対する適用性	79
137	港湾域における浮防堤防の平面配置問題に対する近似解析報について	79
138	流体直接解析法による長周期波対策護岸の性能検討	80
139	多峯型方向スペクトル波が港内静穏度に及ぼす影響	81
140	波と弾性はりとの連成運動に関する数値解析	81
141	沖合い空港島による波浪・河川流への影響に関する模型実験	82
142	共存流による直立円柱底面付近の3次元流体場の変動特性	83
143	新型水車による流水エネルギー抽出装置の開発と現地設置	83
144	直立堤堤頭部近傍の局所流体力特性	84
145	湖岸や海岸に生育している水辺植生に作用する波力と消波機能の評価法に関する研究	86
146	規則波・不規則波による傾斜堤の波力・越波伝達波への数値波動水路の適用性について	90
147	津波段波の衝撃性および越流を考慮した設計外力算定フローの提案	91
148	津波による超大型浮体の係留力について	91
150	被覆材の耐波安定性に関する不規則波実験における造波信号長の影響	93
151	消波ブロックの安定数に関する実験的・現地検証的研究	93
152	消波ブロックの耐波安定性に及ぼす被覆層厚と中詰め材の影響に関する研究	94
153	個別要素法による消波ブロック被覆堤の変形計算	96
154	フィルターユニットの形状決定理論と水理設計への応用	97
155	確率理論に基づく個別要素法の拡張	98
156	波浪が護岸背面地盤へ及ぼす影響	98
157	防波堤アスファルトマットの集中荷重分散効果に関する実験的研究	99
159	底質環境の改善を目的とした鉛直循環流誘起堤体の開発	100
161	3次元モデルによる消波ブロック群の崩壊過程におけるブロック間応力推定	101
162	波動場におけるブロック潜堤間隙内の三次元流体運動に関する実験的研究	101
163	人工リーフ上の波頂前面碎波に伴う質量輸送流および乱れ特性	102
164	消波ブロック積み幅広潜堤の変形および伝達波特性に関する検討	102
165	人工リーフの平面性能評価に関する研究	103
167	湧昇流発生機能を有する着底式人工魚礁に関する研究	104
168	札幌漁港における潜堤付海水交換工法の効果に関する現地観測	105
170	波浪作用下における液状化の進展および凝固・圧密過程	105
171	波浪のような繰返し力を受ける構造物支持地盤の流動破壊と解析法に関する研究	106
173	防波堤背後に設置した人工浅場の波浪による液状化について	106
174	海底地盤の液状化による護岸前面捨石群の沈下過程	107
175	防波護岸背後からの土砂吸出しに関する基礎的研究	108
177	波・地盤・構造物の相互作用に関するU-形式VOF-FEM(CADMAS GEO-SURF)の開発	109
178	寒冷海域における摩擦増大用アスファルトマットの耐久性について	109
179	水平管内スラグ流における容積流束とスラグ流速について	110
181	水中落下土砂の底泥地盤へのめり込み・貫入の定式化	111
182	周期分布関数を用いた限界状態設計波の算定方法	112
183	伊勢湾西南海岸における堤防老朽度評価	113
184	災害に強い港湾構造物の考察	114
185	人工リーフと緩傾斜堤に関する平成13年全国実態調査	115
186	確率的台風モデルを用いた信頼性設計法	116

188	ヘッドランド工法の設計手引き(案)の検討とその適用	118
190	安全係数を用いた防波堤滑動量算定手法の構築に関する検討	118
192	海岸保全施設の設計への感性工学手法の適用に関する研究	119
194	堆積物コア中の ¹³⁷ Cs濃度分布のモデル化に関する研究	119
195	沿岸海域環境の季節変動に伴う深層水放流時の拡散形態の変化	120
196	湾口における高密度水塊の貫入機構のモデル化と海水交換量の推定	121
197	東京湾における諸空港構想に伴う物理環境変化の予測	121
198	沿岸域環境テレメトリーを用いたニューラルネットワークによる植物プランクトン 群集密度変動のリアルタイム予測の試み	123
199	内湾域に存在する海中懸濁粒子からの音響散乱	123
200	沿岸域の水-堆積物界面近傍における酸素の動態に対する流速の影響の実験的解析	124
201	流速が堆積物からの栄養塩溶出速度に及ぼす影響	125
202	融雪期に鶴川から供給された物質の河口沿岸域環境への影響	126
203	石狩川の物質輸送特性と河口沿岸域での水質の周年変動	127
204	石狩川河川水中の懸濁粒子の海水混合による凝集過程に関する研究	127
205	荒川河口域におけるChl-aの鉛直分布	128
207	二枚貝が優占する湖沼の水塊形成に関する数値解析	128
208	猪鼻湖における貧酸素水塊の消長に及ぼす気象擾乱の影響	129
209	東京湾湾奥の浚渫窪地から湧昇する有機物の混合・拡散に関しての可視化解析	129
210	東京湾奥部での底泥巻き上げとその流度分布特性について	131
211	総合的内湾水質評価モデルの構築と東京湾への適用	131
212	2001年の有明海における水質の動態解明	132
213	有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響	133
214	有明海の中中部海域における環境変動の要因分析	133
215	紀淡海峡における残差流と物質輸送の現地観測	134
216	外洋から紀伊水道への窒素・リンの輸送	135
217	瀬戸内海における栄養塩構成比の季節変動と赤潮発生の関係	136
218	野見湾における夏期の流況と水質変動に関する現地観測	137
219	閉鎖度の高い小規模海域における成層期の海水交換機構	137
221	停滞性水域での悪性ガス発生に関する調査	138
222	干潟における一次生産の空間分布	139
223	干潟生態系の構造把握を目的とした底生生物調査手法の現状と課題	140
224	干潟における水質の季節変化とその変動要因に関する研究	140
226	成長モデルを用いた東京湾盤洲干潟での二枚貝による懸濁物除去量の推定	141
230	北部九州沿岸における自然環境指標の特性に関する研究	142
231	アカウミガメの産卵行動に影響を及ぼす前浜地形と海浜流の特性	142
235	エゾアワビの個体群動態モデルの開発	143
236	沖縄・慶良間列島におけるサンゴ産卵とスリック動態に関する観測	144
237	現地観測に基づくパラオ諸島ラグーン海域における海水循環構造の解明	145
238	人工構造物におけるサンゴ群集成長過程の解析	146
239	多バンド・リモートセンシングに基づくサンゴ礁マッピングへの逆解析手法の応用	147
240	マングローブ河道部周辺における三次元流動構造と乱流特性に関する現地観測	148
241	多点連続観測に基づくマングローブ・エスチュアリーにおける流れと物質輸送特性	149
242	現地観測に基づくマングローブ域の水温・放射環境に関する研究	150
243	アサリ増殖場造成地における水質浄化機能の定量的評価	150
245	底質・流速からみた沿岸構造物周辺の底生生物の経年変化	151
246	青森海岸の海岸保全施設における付着生物の分布特性	152
247	酸素・窒素・炭素動態の鉛直微細構造を表現する沿岸域堆積物表層物質循環モデルの開発	153

248	物理外力を考慮した生態系モデルによる干潟生態系の評価	155
249	人工磯浜における水質変化の生態系モデルによる評価	156
250	個体群動態モデルを用いたウニ漁場評価手法の開発	157
251	干潟を含む沿岸域における海陸風に関する数値実験	157
252	波動場数値計算の碎波判定によって発生する飛来塩分とその輸送に関する数値実験	158
254	新長崎漁港における流況制御ブロック沈設に伴う水質動態について	159
255	流況制御による環境修復技術の現地への適用性について	160
256	人工磯の新しい近自然化シナリオへの水理解析の貢献	160
257	大阪南港野鳥園湿地の環境特性と生物多様性を重視した浅場環境の造成条件	161
258	大阪湾阪南2区人口干潟現地実験場の生物生息機能と水質浄化に関する研究 - 浚渫土砂を活用した人工干潟における地形変化と底生生物の出現特性 -	161
259	高密度都市域における潟湖化干潟の生態工学的特性	163
260	干潟実験生態系における底生動物群集の6年間にわたる動態と環境変化に対する応答	163
261	浚渫土を用いた干潟再生実験における浚渫土混合率と底生生物の関係について	164
262	人工干潟における水質浄化機能に関する解析	165
263	揖斐川河口左岸の白鷺地区におけるなぎさ造り現地実験	165
264	波高減衰および地形変化抑制効果を期待した人工海草設置法に関する研究	166
265	人工磯浜における出現動物の現地観測とその運動特性	167
266	岩肌をもつ人工タイドプールの生物相の変化	168
269	氷盤下における流出油の拡散 氷盤下面の凹凸の影響	168
270	わが国沿岸での長期波浪推算資料に基づく波高の傾向変動の解析	169
271	日本沿岸の潮位に見られる長周期変動と温暖化の影響	170
272	瀬戸内海忠海沖における海砂利採取の影響 - 底質移動特性 -	171
273	名取川における河口処理と地形変化	171
275	貝類の生物機能と水域環境への影響に関する全国評価	172
276	相模湾沿岸海岸のアメニティーに関する研究	173
278	海岸原風景の回復を目指したエネルギー逸散型岸沖構造物の検討	173
281	干潟海岸に対する児童生徒の環境意識	174
282	温度差エネルギーと水素吸蔵合金を利用した海水交換装置の開発	175
284	輸出コンテナ貨物流動に着目した最適港湾整備に関する研究	176
290	物質循環スペクトルによる汽水湖生態系の健康度評価	176
292	パーチャル大阪湾研究所に向けての沿岸域総合管理システムに関する研究	177
295	Semen Tuban港(インドネシア)のシルテーション対策の効果	177
296	塩水中における長江河口微細浮遊砂の凝集過程と凝集機構に関する研究	178
297	方向スペクトルを考慮した近接観測点における波浪相関の検討事例	180
300	工事海域の濁り監視と予測	180
301	風波のマイクロ波ドブラー散乱特性に関する室内実験	182
302	西岸境界流域海洋乱流場における中規模渦の振る舞いと海底地形	182
304	Xバンドレーダによる冬期日本海沿岸海洋観測	183
305	衛星リモートセンシングによる砂浜海岸の高精度水深推定法とその適用性に関する研究	184
306	仮想荷重法と拡張ベイズ法を用いたCT型濁度計の濃度分布逆推定法	184
307	赤潮・貧酸素をリアルタイムに観測する野見湾漁場環境情報システム(nomi BAY WATCH SYSTEM)の開発	185
308	波・地盤・構造物の新しい実験手法	186

論文番号 2

著者名 中嶋光浩, 由比政年, 石田 啓

論文題目 高次ブジネスク方程式の一般形の導出と最適係数を用いた高精度数値モデルの開発

訂正

(23)式左辺第 5 項において, 底面勾配 h_x を乗じる必要があるので訂正いたします.

討論者 平山克也 (港湾空港技術研究所)

質疑

非線形な浅水係数(図 - 5)の算定精度を向上するためにはどのような方策が考えられるのでしょうか.

回答

本計算による非線形の浅水係数が非線形理論値 (首藤, 1974) と異なる原因としては, 空間格子幅による「波峰の分解能」, 「定形波 (理論値) と非定形波 (計算値) の違い」, 「強非線形項」が考えられます.

については, 沖波 ($h/L_0=0.5$) において 1 波長あたり数十分割したとしても, 特に, 沖波波形勾配が小さい場合には, 砕波点近傍における波長は極端に小さくなります. このことにより, 波峰ピークを表現するための分割数としては不十分となり, 波高増加が抑制されるものと考えられます. 計算格子 (空間) の細分化により, 極浅海域においても首藤の理論値に近づくものと思われれます.

また, に関しては, 理論値は基本波形が保存されソリトン分裂が生じないことを前提条件として解かれています, 計算では, 非定形波として取り扱っていることから, 波の前傾化や分裂 (傾向) が生じることになります. これらのことから, 両者は完全には一致しないと思われれます. 一方, 講演会で著者らが言及した については, 首藤先生の基礎方程式および本計算とも強非線形項を考慮していないことから, 今回の理論値との差異の原因ではないと考えられます.

論文番号 3

著者名 長山智則, 佐藤慎司, 磯部雅彦, 都築臨太郎

論文題目 無反射式多方向造波装置の開発と性能評価

討論者 池谷 毅 (鹿島建設株式会社技術研究所)

質疑

本論文の第 1 章において, 無反射式多方向造波装置の既往の研究成果について, 「一方, 波の多方向性が問題となる平面水槽では, 川口の方法を拡張する試みがなされてきたが, 供用に耐える方法はまだ提案されていない。」との断定的な記述がなされている. この記述について, 以下の 2 点を明確に説明し, 必要に応じて記述の修正を求める.

上記の記述を行なった根拠は何かを明らかにしてください. 供用に耐える方法が提案

されていないことを実証するためには、既存の多方向吸収造波方法を調べ、それらすべてが供用に耐えないことを実証する必要がある。討論者の知る限りで言えば、池谷ら(1992)の方法は、鹿島技術研究所大型平面水槽にインストールされ、実用に供している。また伊藤ら(1994)の方法は大成建設技術センター、(独)港湾空港技術研究所において、実装され供用されており、実用上十分な機能を発揮している。かかる状況下において、討論者は、本論文の著者が当該技術に関して行なった記述は、既存の技術(商品)の価値、既存の反射波吸収式多方向造波装置の価値を根拠不明のまま減じていると判断している。

川口の方法を拡張する試みとは、どの研究論文をさすかを明確にしてください。上記の記述の中で、無反射式多方向不規則波造波装置に関する既往の研究のリファーマーが全くなされていない。対象を定めずに批判を展開しており、学術論文の記述として、極めて不公平なものであると考えます。なお、吸収式造波装置(一方向波、多方向波)に関する既往の研究成果をレビューしたものととして、下記の論文があることをお知らせします。

<引用文献>

- 1) 池谷毅他(1992): 多方向不規則波の吸収造波理論, 海岸工学論文集, 第 39 巻, pp.81-85.
- 2) 伊藤一教他(1994): 多方向不規則波の反射波吸収造波理論, 海岸工学論文集, 第 41 巻, pp.101-105.
- 3) H.A. Schaffer and G. Klopman (2000): Review of multidirectional active wave absorption methods, J. Wtrwy., Port, Coastal and Ocean Engrg., ASCE, Vol. 126, No.1, pp. 88-97.

回答

本研究は、小規模な平面水槽に装備された多方向不規則波造波装置を対象として、反射波吸収式造波法と吸収性能評価法の開発を行ったものです。研究の過程で、池谷ら(1992)および伊藤ら(1994)の研究を参考にしていますが、本論文では性能評価法の記述に重点を置いたため、平面水槽における吸収式造波法に関する既往の研究レビューを「(一次元造波における)川口らの方法を拡張する試み」とのみ記述し、詳細な文献レビューを展開できなかったことをお詫び申し上げます。本研究で対象としたような小型平面水槽では、造波板と観測領域の距離が近くなり減衰定常波の影響を無視し得なくなるうえ、造波とほぼ同時に反射波が重畳する条件となるため、波向ごとの吸収性能を評価することが困難となります。池谷ら(1992)では減衰定常波が考慮されておらず、伊藤ら(1994)では減衰定常波が作りだす位相差の考慮が不十分です。本研究では、減衰定常波の存在を考慮した理論展開に基づいてフィルタを設計し、減衰定常波が卓越する領域では位相差が主因となって自励的な不安定現象が生じることを明らかにし、その解決法を提案しています。さらに、波向が異なる成分波が重合する条件で成分波を分離し吸収性能を精度良く評価する手法を提案しました。これらの成果は、スペースの制限が厳しい小型平面水槽での造波システムの開発と検証に特に有用なものであると考えます。

論文番号 4

著者名 由比政年, 小橋公夫, 間瀬 肇, 石田 啓

論文題目 水路合流部における孤立波の衝突に関する実験および数値解析

討論者 大山 功 (清水建設 (株) 技術研究所)

質疑

水路・河川網を遡上する津波を対象としているとのことであるが現実的には合流部で波峯同士の間隔が一致する可能性は非常に小さいはずである。本論の結果を工学的にどのようにとらえるべきか。

回答

今回は、最も波峯高が高くなりうる場合ということで入射波の波峯位相が一致する場合の結果を示しました。入射波峯間の位相がずれる場合も別途解析しており、2つの水路の経路長差が孤立波の有効波長の1/2程度の場合で、増幅率は波峯位相が一致する場合の80~90%程度、経路差が有効波長と同程度の場合で70%程度という結果を得ています。詳細に関しましては、また別の機会に発表したいと思います。

討論者 有川太郎 (港湾空港技術研究所)

質疑

孤立波でない波では完全重複波で2.5~2.6倍になっても良いと思いますが、3.7倍程度になるケースでは途中で砕波等が起こらないのだろうか。

回答

本来、実験により砕波基準を確立してモデルに組み込んで計算するべきですが、現状では統一的な砕波基準を構築するに至りませんでした。ご指摘の点は、今後の課題として取り組んでいきたいと思います。

論文番号 6

著者名 有川太郎, 岡安章夫

論文題目 非線形緩勾配方程式を用いた屈折・回折・砕波変形モデルの開発

討論者 渡辺 晃 (東京大学)

質疑

砕波判定条件のひとつである流速・波速比中で用いるべき波速は、パターン相関法により求まる波速ではなく、波峰での水平流速方向への波峰の移動速度として定義すべきではないのか？

回答

パターン相関法により求まるものは、波峰の移動速度となっており、その移動方向の流速をベクトル量で求めることにより砕波点は決定できるものと考えています。ただし、波峰の移動速度を流速の定義している方向に成分を分けるときは注意が必要となり、 x 軸より α 度だけ y 軸に向かって砕波していると考えた場合、 x 軸方向の波速としては、パターン相

関法により求められた波峰速度を $\cos \alpha$ で割ることが必要となります．鋭いご指摘ありがとうございます．

討論者 田中博通

質疑

回転エネルギー法として、砕波現象にカスケード過程のエネルギー減衰を導入しているが、砕波によるエネルギー減衰と乱流のエネルギー減衰とは現象的に異なる点がある．従ってカスケード過程を証明できるスペクトルを示す必要がある．乱流スペクトルは普遍関数表示できる．

回答

ごもっともだと思います、検討をしたいと考えています．貴重なご意見ありがとうございます．

論文番号 7

著者名 後藤仁志，林 稔，織田晃治，酒井哲郎

論文題目 SPS 乱流モデル付き拡張 MPS 法による砕波過程の数値解析

討論者 柿沼太郎（港湾空港技術研究所）

質疑

3次元への拡張を考えておられると思います、お伺いします．x 軸方向を主方向とする運動の y 軸方向に現れる周期性として、(a) 乱れの特質によるもの、(b) 水槽幅によるもの、そして、(c) 数値解析手法によるもの、等があり、(a) について考察する際には、(c) の特性について把握し、(c) を除外しておく必要があります．(a) 及び(b) の影響がない場合に、流体の雲を追う本論文の方法や、粒を扱う論文番号 95 の方法において、各 x に対して y 軸方向に同じ粒子を並べて、x 軸方向にゆすったり流速を与えた場合、x 軸方向に粒子が入れ替わるといったことが起きるのでしょうか．

回答

本論文（粒子法）、論文番号 95（個別要素法）ともに粒子の動きをラグランジュ的に追跡する手法ですので、『x 軸（主流方向）に粒子が入れ替わる』すなわち、ある粒子が別の粒子に追い越されるということは頻繁に生じます．まず、粒子法では粒子が物理量の定義点ですから、定義点の幾何的配列（グリッドの構成に相当）の変化が計算結果に影響を及ぼさない離散化が不可欠です．MPS 法ではこの問題に対する対応は適切になされているので、『x 軸（主流方向）に粒子が入れ替わる』ことが計算結果に影響を与えることはありません．

次に、個別要素法型の数値移動床（論文番号 95）では、粒子は、砂粒子を意味します．現実の移動床でも周囲の粒子との接触状態の違いによって主流方向の粒子に入れ替わり（追い越し現象）は頻繁に生じますし、数値移動床もそのような特性を内包していると考えています．

論文番号 8

著者名 牛島 省, 禰津家久

論文題目 陰的 SMAC 法に基づく自由水面流れの高次精度・高速解法

討論者 細山田得三(長岡技術大)

質疑

陰的に流速分布を計算するための数値的手法はどのようなものでしょうか。

上記に関連して, MPI など並列処理は有効でしょうか。

回答

陰的な離散化を行う場合, 連立 1 次方程式の求解が必要になります。このために, 論文では SOR 法を用いましたが, CG 系の解法なども試しています。要求する精度を満足する解が得られるのであれば, 後は高速な解法を選択するだけの問題と考えられます。

並列計算法は, 連立 1 次方程式の求解に対して非常に有効であると考えております。2003 年の水工学論文集に同様の手法を検討した結果を投稿しておりますので, ご笑覧頂ければ幸いです。

討論者 水谷夏樹(国総研)

質疑

水位の計算をする場合に, 水位が流速定義点至らない場合は, div をどうやって計算するのでしょうか。

回答

VOF 法のような格子点が空間に固定された解法ではなく, 自由水面に適合する移動座標系を用いています。このため, 水表面は常に計算セル境界と一致していますので, ご指摘のような問題は生じないご理解下さい。

論文番号 11

著者名 水谷法美, 許 東秀, 前田祐介

論文題目 港内の波と流れの非線形相互作用の数値解析に関する研究

討論者 佐藤道朗(鹿児島大学・工学部)

質疑

流れを遡る波が減衰するメカニズムについて

波の内部エネルギー逸散・境界摩擦による逸散は波だけの場合の wave induced turbulence によるものに加えて流れとの共存場では流れによる乱れを考慮すれば逸散量が増大し得る。

水深一様な流れということで, 水平な水面をもつ流れでモデル化されることが多いが, 実際の等流では水面勾配がある。したがって, 逆流の場合水位の低いところから高いところへ質量輸送を行うために, 波は仕事をすることになり, 波エネルギーを逸散させる。こ

の機構は順流では逆に働くので、波は伝達とともに増大するように作用する。実際、増大するとの報告もある。

回答

上記の件につきましては、今後メカニズムを議論する上で参考にさせていただきます。

討論者 前野詩朗（岡山大学・環境理工学部）

質疑

造波側の境界条件をどのように処理したか。

回答

ソースによる無反射造波システムを使っています。このシステムは任意の流速の時間変化を与えることができるので、波側ではストークス波第3次近似解を、流れ側では乱流の対数分布式と同様な分布をもつ流速をソースに与えて計算を行いました。

討論者 細山田得三（長岡技大）

質疑

季節変動などの長時間スケールの現象をとりあつかうことはできるでしょうか。

回答

3次元直接数値シミュレーション（DNS）を行っているので、メッシュの数が多くなりますとずいぶん時間がかかるのが現状です。いずれも計算機のハード面に依存することですが、メッシュの数はコンピューターの性能の進化とともに改善されるものと期待されます。ただし、時間スケールにつきましては、短時間の変化と季節変動のような長期の変化を同じスキームで解くことには無理があるように思います。この点につきましては、将来検討すべき課題であると考えています。

討論者 柿沼太郎（港湾空港技術研究所）

質疑

波が逆流遡上する際に、波高が増加することなく減衰するという計算結果を示されましたが、これは、乱れや粘性の効果がない完全流体においても波と逆流の interaction によって生じるのでしょうか。対象の条件では碎波しているのでしょうか。また、その際の波の進行方向への平均水位の増加は、波高の減衰に伴う wave set-up と類似の機構によるのでしょうか。

回答

まず、対象の条件は非碎波の条件です。粘性の影響に関しましては、完全流体においては波高の減衰は生じないと考えます。また、平均水位の増加の機構につきましては、ご指摘の wave set-up と類似の機構が考えられますが、現段階ではそれを裏付けるデータがないため、今後の検討の中で明確にさせていただきたいと思います。

討論者 沖 和哉（京都大学）

質疑

鉛直方向の流速分布で何か特徴的な結果はでているのか。鉛直方向に積分した平面2次

元モデルで計算した場合とどのような違いが見られるのか。

回答

本手法は、基本的に流れを一定で与えている平面2次元モデルとは異なり、波と流れとともに流入境界条件として与えて解いているので、波が流れに及ぼす影響や波・流れ相互作用の鉛直方向の違い等が詳細に把握できると考えています。しかし、鉛直構造などの詳細は現在検討中ですので、その詳細につきましては稿を改めて報告させていただきたいと思います。

論文番号 12

著者名 川崎浩司，中辻啓二

論文題目 3次元固気液多相流数値モデルの構築とその検証

討論者 沖 和哉（京都大学）

質疑

変数はどのように配置されているのか？

密度関数の移流を解く際に、界面付近では液体と気体の両方の流速を用いて補間するのか？あるいは何か工夫されているのか？

密度関数は界面付近で不連続に近い形の値になるが、ぼやけることはないか？

回答

変数の配置には、staggered mesh を使用しております。

液相と気相を同時計算しておりますので、気相と液相の各流速を用いて界面付近の流速を補間する必要はありません。なお、一格子あたりの各相の密度関数分布から、気相、液相、固相を判別することができます。

物理量の移流計算に3次精度のCIP法を用いているため、界面付近における密度関数の空間分布はほとんどぼやけることはありません。

討論者 細山田得三（長岡技術科学大学）

質疑

剛体の運動はどのように計算するのでしょうか？

剛体の形状は保持されるのでしょうか？

回答

剛体運動の解析につきましては、まず固相を高粘性流体として計算を行います。しかし、固相を流体として取り扱っているため、実際の剛体挙動とは異なります。そこで、固相に作用する圧力を用いて物体重心に対する移動速度と角速度を計算します。次に、それらの値から物体重心の移動距離を求め、固相全体の相対的位置を修正します。これにより、固相運動を剛体として扱うことができます。詳細はXiao et al.(1997)を参考下さい。

上記の計算により、剛体の形状はほぼ保持されているものと考えておりますが、十分な検証をしておりません。今後検討いたします。

論文番号 13

著者名 水谷夏樹，佐藤裕司，橋本典明

論文題名 PIV 計測による白波砕波上の気流の剥離特性

討論者名 竹原幸生（近畿大学理工学部）

質疑

PIV における水面の処理方法はどのようにされているのか。

回答

レーザーシートに近接するように改良した波高計を設置しています。波高計のデータと撮影画像とは同期を取っていますので、波高計のデータを空間補完して水面位置を決定しています。なお、波高計はセンサー部とサポート部を 20 cm 以上離れた改良型を用いていますので、気流の計測に支障はありません。

討論者名 杉原裕司（九大・総理工）

質疑

砕波が起きる時に海面抵抗係数が変化すると考えられているが、この実験では砕波が発生する前と後で波面上の気流の特性はどのように変化しているのでしょうか。

回答

本実験は風速、吹送距離ともに 1 通りの実験ですので、砕波の発生前後について海面抵抗係数を比較することはできません。海面抵抗係数を求めるには平均の風速分布か気流のレイノルズ数を求める必要があると思いますが、これについても現状では算出できていません。今後は、様々な条件下で実験を整理し回答を得たいと考えております。

質疑

峰で剥離した気流は再付着していますか。

回答

峰の背後では常に波面に沿うような高速な気流の分布が見られます。明確な再付着点を見つけるのは困難ですが、上層の高速気流が先行する波の背後の気流に取り込まれていくことは確かです。

討論者名 森 信人（電力中央研究所）

質疑

高風速時の測点における風速分布に一様分布が見られず、水槽上面からの境界層の影響が大きいと思われる。実際（外洋）の風波と本実験結果の対応はどのようにになっているのか教えてください。

回答

確かに、平均風速の鉛直分布には一様風速部分はなく、上面からの境界層が発達しています。現地での風波と実験における風波との対応については検討していませんが、本実験結果においても鳥羽の $3/2$ 乗則をよく満たすので、気流の摩擦速度に対応した風波という意

味においては問題ないものと考えております。

論文番号 14

著者名 竹原幸生，真木正弘，辻本剛三，江藤剛治，高野保英

論文題目 風波発生時における水面近傍の気流・水流の PTV 同時計測

討論者 水谷夏樹（国土技術政策総合研究所）

質疑

谷から峰にかけて流速が小さくなっているような結果ですが，強風の場合は逆になっています．この違いをどのように考えるべきでしょうか？

回答

本研究で対象としている風波は風速約 4m/s 下で生じたもので，比較的low風速場の計測を行っております．そのため波高も数 cm と小さく，三次元性もあり，強風下の 2 次元性の強い波とは流れ場が異なると思われます．低風速時の風波上の風速分布に関しては理想的に三次元のフルボリューム画像計測が望まれ，今後の技術的課題と思われます．

論文番号 15

著者名 山下裕之，泉宮尊司，石橋邦彦

論文題目 風波上の気流の変動特性とエネルギー輸送量

討論者 加藤 始（元茨城大学）

質疑

変動風速をピトー管と小型微差圧計を使って測定されていますが，一般にピトー管は周波数応答性が悪く（私の使用経験では， -3 dB 定義でいっても $f_c < 1.0\text{ Hz}$ ），また信号の位相遅れが生じると思います．図-7 で風速変動成分に波と相関をもつ成分が出現しないのは，そのためかと思われます．

波の上の風速変動成分を測定した例は，私の約 30 年前の海講論文（加藤・佐野，1969, or 1970）にも示しております．ご参考までに．（以上，コメントです）

回答

コメントどうも有難うございます．本来ならば，超小型の超音波風速計があればよいのですが，私どもの研究室では所有していないため，ピトー管と小型微差圧計を用いて変動風速を測定しました．確かに応答性の問題がありますが，圧力変動は波形と相関があり，そのスペクトルも類似した形状になっていたため，動圧と静圧とを用いて評価した変動風速も 2 から 3 Hz 程度までならば測定できるものとして算定いたしました．

討論者 杉原祐司（九州大学総合理工）

質疑

気流の風速変動のスペクトルにおいて，慣性小領域に対応するような領域は見られないのでしょうか？

回答

ピトー管と小型微差圧計を使って変動風速を測定しており，応答性等に問題があると思われるので，2～3 Hz よりも高周波数側での厳密な議論はできないと思います．
現地観測では，慣性小領域が現われる場合とそうでない場合があるようですが（ギャリ-ワトソンら，1997），実験室ではかなり小型の適切な超音波風速計があれば，おそらく慣性小領域が存在するスペクトルが得られると思います．

論文番号 16

著者名 渡部靖憲，松本 卓，佐伯 浩

論文題目 波動乱流境界層の三次元化と乱流拡散に関する研究

討論者 津守博通（九州大学）

質疑

Hara & Mei の計算で示されたような底面波面のトラフ中に流速の収束，発散域ができたのか．

その収束，発散域において，Brick-pattern ripple の Bridge が，そこから形成されているのか．

回答

波の進行方向に対して断面二次元的な砂漣を設置したにもかかわらず，スパン方向流速が発生する本研究結果は，境界層流れの三次元化が何らかの不安定性からトリガーされたものとする．我々はこの不安定性が生じる位置の類似性から Hara & Mei が表したものと同一と考え，Brick-pattern ripple の Bridge の形成も，結果として生じるゲルトラー渦に起因するものとする．なお，Hara & Mei では，振動流を対象としているのに対して，本研究は波動下の計算である．よって流れの三次元遷移・発達に関しては独特なものとなる．

論文番号 18

著者名 津守博通，古寺大悟，杉原裕司

論文題目 風波パラメータを用いたガス交換係数の実験式

討論者 森 信人（電力中央研究所）

質疑

Small eddy theory を用いて R_B と wave age でパラメタライズされているが，半経験理論式の有効 range があるはずで，もし分かっているならば教えてもらいたい．

回答

本研究では，界面が波立っていない吹送流の状態から重力波が形成される状態までを対象に理論的考察を行っている．したがって，白波砕波が起こる領域においては，界面の崩壊，気泡の混入等によりガス交換係数が急激に増加し，うまくパラメタリゼーションでき

ない．本研究で得られた実験式の適用範囲は，大体 $R_B(w_p u_*' d/g)^{1/2} < 5000$ となっている．

討論者 角野昇八（大阪市立大学）

質疑

同じ研究者グループによる両研究の相互の位置づけあるいは関係，ねらいの相違点を聞かせて欲しい．（前論文のどの部分を後論文は狙ったのか．）

回答

（この質疑は，本論文と論文番号：19 の両論文に対する質疑であるため，回答は論文番号：19 において行う．）

論文番号 19

著者名 津守博通，杉原裕司

論文題目 水表面乱流の微細構造に着目したガス交換機構の研究

討論者 角野昇八（大阪市立大学）

質疑

同じ研究者グループによる両研究の相互の位置づけあるいは関係，ねらいの相違点を聞かせて欲しい．（前論文のどの部分を後論文は狙ったのか．）

回答

前論文（論文番号：18）は風波乱流場を対象とし，また本研究では振動格子乱流場を対象としてガス交換実験を行った．風波乱流場では無次元表示されたガス交換係数は波風係数で補正された碎波パラメータで表され，振動格子乱流場では乱流レイノルズ数で表示された結果を得ている．我々は，風波乱流場と振動格子乱流場は乱流構造に相違はあるものの，物質移動において界面近傍の乱流特性量に着目すれば両者は同じパラメータで記述でき普遍的な関係を示すと考えている．本論文では示していないが，風波乱流場の波風係数で補正された碎波パラメータを乱流レイノルズ数へ変換することができ，両者のガス交換係数は乱流レイノルズ数で普遍表示できることを確認している．ガス交換係数の統一的記述については別の機会に発表する予定である．

論文番号 20

著者名 森 信人，今村正裕

論文題目 2色 LIF-PIV を用いた水表面におけるガス交換過程の計測

討論者 杉原祐司（九州大学・総理工）

質疑

水中の pH 値は厳密には溶存 CO₂ 濃度と対応していないので，このような手法のキャリブレーションには問題がありませんか．

回答

本実験では水道水を用いており，初期には pH=7.5~8.0 であり，CO₂ イオンは殆ど存在

していない。このため液相の CO₂ イオン濃度の変化は、気相に添加された CO₂ ガスの溶解によるものとなる。従って、質疑にあるように、今回用いたフルオレセインナトリウムを用いた輝度変化は、CO₂ イオンの変化に対応しており、水中に溶解している全炭酸量そのものを計っているわけではない。CO₂ イオンと全炭酸量の関係については今後の課題としたい。

論文番号 22

著者名 渡部靖憲，山内悠司，佐伯 浩

論文題目 砕波遷移に伴う気泡生成とマイクロバブル量に関する研究

討論者 討論者不明

質疑

気泡径に下限があるのはなぜでしょうか。

回答

今回、気泡体積の測定方法として、気泡トラップ用フラスコに超音波を放射し、界面での運動量の変化によって発生する力を利用して気泡を収集しその体積を測定しました。特に共鳴振動数では強い散乱が発生しますのでこの周波数を代表周波数と考えました。今回用いた超音波発信機の振動周波数が約 30kHz 程度で、共鳴周波数をもつ気泡径は約 100 μm であり、その値を気泡径の下限としました。

しかしながら、海水のケースではこの手法を使っても浮上しない微細気泡が残存しており、この下限の値は十分なものではないことを注意する必要があります。

論文番号 24

著者名 松野健児，森 信人，岡安章夫，池野正明，柴山知也

論文題目 大型造波水路を用いた渦度の岸沖変化に関する実験的研究

討論者 松永信博（九大・総理工）

質疑

砕波において、波のエネルギーが渦度のエネルギーに変換されたと結論づけていましたが、乱流運動エネルギーに変換されたと述べるのと、渦度エネルギーに変換されたと述べるのとではどのように異なるのでしょうか？

回答

砕波により、波動エネルギーの一部は比較的大規模（水深スケールの）かつ組織的な渦に転化されると考えられる。この渦の持つエネルギーは、エネルギーカスケードにより乱流エネルギーにスケールダウンし、散逸する。渦と乱れをどのように区分するかについては、考えている流体運動に関わる定義の問題と考えられる。これまでの研究から、浮遊砂のピックアップには大規模な渦運動が密接に関わっていると判断されたため、本研究では渦度の計測を行い、特に組織的な渦運動に対し渦エネルギーの概念を用いた。

論文番号 25

著者名 平山克也，原 信彦

論文題目 時間領域の擬似段波モデルに基づく砕波モデルの開発

討論者 松永信博（九州大学大学院 総合理工学研究院）

質疑

砕波によるエネルギー散逸率を跳水モデルに基づいてモデル化することは妥当なのでしょうか？

回答

開水路非定常流の段波によるエネルギー逸散が砕波によるエネルギー減衰に類似していることはよく知られており，これを利用した周波数領域での砕波モデルがすでに提案されています（例えば，岩垣ら，1981）．本論文では，非定常な砕波現象が，ある微小時間および微小空間では定常流の跳水現象として捉えることができると仮定して，これを時間領域の砕波モデルに適用することを試みました．差分計算を実施すると，跳水区間の水位や流速は時々刻々と変化するので，ある微小時間および微小空間における跳水によるエネルギー損失量も変化します．すなわち，跳水が発生する時刻や位置は時間的に変化することになり，これはちょうど，砕波が生じる位置や時刻が変化することに対応していると考えられます．したがって，この砕波モデルでは，砕波時の複雑な水理現象を計算することは不可能ですが，砕波後の波や流れを客観的に再現することはほぼ可能となります．

論文番号 26

著者名 出口一郎，浅川敬之，澤田崇博

論文題目 ラグランジェ方程式による打ち上げ波帯流体運動の2次近似解

討論者 有川太郎（港湾空港技術研究所）

質疑

砕波減衰項を加えた解析結果があれば教えてください．

回答

解析解が得られるような形で逸散項を表現した場合の解は、以下のとおりです．

X,Y 方向の運動方程式(式(3-2)，(3-3))に，右辺第2項のような砕波による逸散項を付加します．本来なら u_t^2 の項は、 $|u_t|u_t$ となるべきですが、とりあえずこのようにしておきます．

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = -\frac{1}{r} \frac{\partial(p, y, z)}{\partial(a, b, c)} - \frac{\mathbf{a}' u_t^2 f}{x_b \tan \mathbf{b}} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -\frac{1}{r} \frac{\partial(x, p, z)}{\partial(a, b, c)} - \frac{\mathbf{a}' u_t^2 f}{x_b \tan \mathbf{b}} \\ \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = -g - \frac{1}{r} \frac{\partial(x, y, p)}{\partial(a, b, c)} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\quad \quad \quad (2)$$

$$\quad \quad \quad (3)$$

ここで、 ν は逸散に関する定数、 u_t は進行方向の水粒子速度振幅、 f は砕波による損失係数、 x_b は砕波点の x 座標。

さらに解析解を求めることを前提に f を層流の摩擦係数に類似した形で表現できるとすると、

$$f = a'' R_e^{-\frac{1}{2}} = \frac{a}{u_t} \sqrt{\frac{\nu}{t_p}} \quad (4)$$

ここで、 a は定数、 ν は動粘性係数、 t_p は周期。

(1) ~ (4) 式を無次元化して摂動展開を用いて 1 次近似に相当する部分は以下ようになります。

$$X_1 = \frac{1}{s^2 + c_{28} i s} \frac{\partial h_b}{\partial A} \quad (5)$$

$$Y_1 = \frac{1}{s^2 + c_{28} i s} \frac{\partial h_b}{\partial B} \quad (6)$$

$$Z_1 = -(C + IA) \left(\frac{\partial X_1}{\partial A} + \frac{\partial Y_1}{\partial B} \right) - IX_1 \quad (7)$$

$$P_1 = C \left(\frac{\partial X_1}{\partial A} + \frac{\partial Y_1}{\partial B} \right) \quad (8)$$

簡単のため、2 次元傾斜海浜上での解のみを示すと(9)式となります。

$$h_b = c_{31} BesselI \left(0, 2\sqrt{A} \sqrt{-\frac{s^2 + c_{28} i s}{I}} \right) + c_{32} BesselK \left(0, 2\sqrt{A} \sqrt{-\frac{s^2 + c_{28} i s}{I}} \right) \quad (9)$$

ただし、砕波した波が完全重複波となる場合は(9)式中の C_{32} は 0 です。先に述べた逸散項の表現が問題ですが、 C_{32} の決定方法が厄介なことからまだ妥当性については検討中です。

討論者 合田良実 (エコー (株))

質疑

理論展開として見事なものと敬服します。この理論を使われている遡上高さと波高の比を各種の条件に対して計算され、設計者が使いやすい形にとりまとめて頂くよう要望します。

回答

ご指摘ありがとうございます。比較的周期が長く、完全重複波が形成される場合の最大遡上高さを砕波帯相似パラメータとの関係で整理すると、従来得られている実験結果とよい一致が見られます。しかし、上記有川氏の質疑に対する回答で述べたとおり、砕波する場合の解析解が完全なものではありません。今後検討していくつもりであります。

討論者 西村仁嗣 (筑波大学 機能工学系)

質疑

砂浜を念頭に置くとすれば、完全重複波としての取り扱い是非現実的ではないか。

Euler 表記によらず、とくに Lagrange 表記を用いることの利点は何か。

回答

ご指摘のとおりです．あくまでも解析解にこだわっておりますので，浸透の影響，碎波の影響等を納得できる形で取り込めるようにしたいと考えております．

Lagrange 表記した方程式系での 1 次近似解は Euler 表記の方程式系で得られる線形解では表現できない非線形性の影響を表現できることはよく知られております．これが最大の利点です．たとえば，1 次近似解の範囲で（不規則波への拡張を前提に）線形重ね合わせで 2 成分波の遡上波形の表現も容易に得られます．この点については実験での検証も行っております．最大の問題点は，水粒子の軌跡が高次近似解でも完全に閉じてしまうことでもあります．沿岸流などの定常流は，0 次近似解として得られます．いわゆる海浜流をどのように評価するのかが問題だと考えております．

討論者 松永信博（九大）

質疑

打ち上げ波帯という非常に薄い層内の流体運動を議論する上で，ラグランジェ方程式に粘性項が含まれていない．それにもかかわらず非常に良い精度で実験結果と解析結果が良く一致している理由は swash zone における流体運動を調べる上で，流体粘性は一義的な役割を果たさないと結論づけて良いのでしょうか．

回答

有川氏の質疑に対する回答で述べたとおり，粘性項を含む形での解は求めることはできません．しかし，通常の実験室スケールの実験でも，遡上高さはレイノルズ数に関わりなく決まるようです．現地の swash zone での流体運動においても浸透の影響を考えない限りレイノルズ数には依存しないものと考えられます．ただし，実際には透水性を持つ砂浜上へ遡上するわけですから，ご指摘のとおり何らかの影響はあるはずで，今後検討していきたいと考えております．

論文番号 27

著者名 富樫宏由，吉田 潤，平山康志

論文題目 非線形緩勾配方程式による斜面上碎波の遡上高解析

訂正

式(4)に示す M_d の中の碎波減衰係数 f_d の中で用いる u_s と u_r については，

$$u_s = 0.4(0.57 + 5.3 \tan \mathbf{q}) \sqrt{gD} \quad , \quad u_r = 0.4 \left(\frac{a}{h} \right)_b \sqrt{gD}$$

討論者 有川太郎（独立行政法人・港湾空港技術研究所）

質疑

磯部（1994）の方程式では鉛直分布関数に $\left(1 + \frac{z}{h}\right)^2$ の項が入るが，遡上域では $h < 0$ となるために何らかの処理が必要になると思うが，その処理はどうされたのか．

回答

本研究で用いた磯部 (1994) の方程式では, 速度ポテンシャル f を鉛直分布関数系(Z_a)で表している. 即ち,

$$f(x, z, t) = \sum_{a=1}^N Z_a(z; h(x)) f_a(x, t) \equiv Z_a f_a \quad ,$$

$$Z_a(z; h(x)) = \left(1 + \frac{z}{h}\right)^{2(a-1)} \quad , \quad (a=1, 2, \dots, N) \quad \dots\dots(1)$$

となり, 本研究では精度のことも考えて $N=3$ とし,

$$f = Z_1 f_1 + Z_2 f_2 + Z_3 f_3$$

で計算した. 討論者の質疑にあるように, 遡上域では $h < 0$ となり, 指摘通りに計算することは不可能である. そこで, これを処理する方法として「長波領域」を設定した.

長波領域とは, 碎波減衰後に鉛直流速成分が無視出来る程小さく, 一様な水平流速成分のみからなる領域と考え, 鉛直分布関数の第 1 項目に比べて 2 項目以降が十分小さい領域とし, その領域では $N=1$ $\therefore a=1$ とし,

$$Z_1 = \left(1 + \frac{z}{h}\right)^{2(1-1)} = 1 \quad \therefore f = Z_1 f_1 = f_1$$

で計算する. これで遡上域も計算出来る. 但し, この処理に付随して, 長波領域の設定条件, 波条件の制約, 精度等に若干の問題点は残る.

論文番号 28

著者名 藤原隆一, 山崎智弘, 橘川正男, 早瀬松一

論文題目 複合断面地形の波の遡上に対する VOF 法の適用性と不規則波モデルへの拡張

訂正

- 3.1 水理模型実験の方法 (3)計測および打上げ高の定義 で示した, データの取得に関して, 「0.5s 間隔で 8192 個とした」は誤記であり, 「0.05s 間隔で 8192 個とした」が正しい.
- 4.1 造波方法の式(4)で示した, 質量輸送速度の標記は \bar{U} ではなく成分波を示す添え字がついた \bar{U}_m が正しい. また, これに関連して, 式(5), (6)に示される, T および L は, T_m および L_m が正しい.

討論者 渡辺 晃 (東京大学大学院 社会基盤工学専攻)

質疑

打上げ高比 (実験値 / 計算値) の平均値 R'_{ave} はほぼ 1 の妥当な値を得ているが, 最大値 R'_{max} は値も変動も大きい. 解析対象時間が 10 周期分程度と短いためやむを得ぬと思うが, $R'_{1/3}$ は無理にしても, R' の標準偏差は 1 程度の値をとるのか.

回答

計算における解析対象時間が 10 波程度であるのに対して、実験では 204 波-331 波を対象にしていることが R'_{ave} 以外の相違に表れていると考えている。また、実験値は繰り返し 2 回の平均値であるが、平均打上げ高の 2 回の測定値はほぼ同じであったのに対して、最大打上げ高では 4-10%のばらつきが見られた。

打上げ高の統計量については、波の不規則性が本質的な問題となるので、今回提案した造波方法を用いて不規則波の計算を行っていく中でさらに検討を加えていきたい。

討論者 富田孝史（独立行政法人 港湾空港技術研究所）

質疑

遡上を精度よく計算するためには、遡上域でどの程度のメッシュサイズをとればよいのか教えていただきたい。さらに、不規則波へ拡張する場合についても検証されていれば教えていただきたい。

回答

メッシュサイズは、図 4 および図 5 に示すように定めている。すなわち、水平方向の場合、 $T=1.61s$ および $2.00s$ に対しては $3.0cm$ 、また $T=1.24s$ に対しては $2cm$ とした。鉛直方向はいずれの周期に対しても $1.0cm$ である。メッシュの大きさのみならず、水平方向と鉛直方向のメッシュサイズの比も計算結果に影響する（水平方向を大きく、鉛直方向を小さくするのがよいが、波形が不自然になる場合がある）ため、最適なサイズを設定するには今後さらなる検討が必要である。砕波水深程度の波長が、遡上部のメッシュ間隔決定の目安にならないかと考えている。

不規則波については、今後検討を加えたい。

論文番号 29

著者名 信岡尚道，熊田沙織，三村信男

論文題目 座標系による海浜流モデルの高精度化

討論者 渡邊 晃（東京大学・社会基盤工学専攻）

質疑

座標系を用いることにより海浜流モデルの高精度化と計算効率の向上に成功されたことを評価する。ただ、基礎方程式中の乱れ成分をどのように与えたのか。

回答

Navier-Stokes の方程式から、流れを波動成分、平均流成分と乱れ成分に分離して、海浜流の支配方程式を求めた。分離した成分の一つである乱れ成分（レイノルズ応力）については、乱れの水平勾配は Stive ら（1984）が他の応力勾配に比べて非常に小さいことを明らかにしているのでここでも省略し、鉛直勾配は渦動粘性モデルを用いてモデル化している。渦動粘性係数については、Okayasu ら（1988）の実験より求めた式を用いている。本論文で示した平均流の検証には、その実験で測定されたデータに対して行ったので、実際の乱れとほぼ一致した効果を導入して予測していると考えている。一方、論文中には示して

いないが、渦動粘性係数の値を変更した感度分析を行ったところ、最終的に得られる平均流の値は大きく異なった。したがって、予測モデルを完全に確立するには、様々な条件において乱れの効果も正しく推定する必要があると考えており、今後さらなるモデルの開発を進めたい。

参考文献

Stive M. J. F. and H. G. Wind (1982): A study of radiation stress and set-up in the nearshore region, Coastal Eng. Vol.6, Elsevier, pp.1-25.

Okayasu, A., T. Shibayama and K. Horikawa (1988): Vertical variation of under flow in the surf zone, Proc. 21th ICCE, pp.478-491.

論文番号 30

著者名 鈴木 健, 田中 仁, 山路弘人, スントヨ

論文題目 不規則波動下底面境界層の乱流構造に関する研究

討論者 渡辺 晃 (東京大学大学院社会基盤工学専攻)

質疑

位相差の扱いに関する結論は、広範な不規則波、水深、底面条件に適用できるのか？

底面せん断力の計算が必要になるのは碎波帯とその近傍の場合がほとんどと思うが、その際には波の不規則性以上に非線形性が摩擦則に及ぼす効果の方が卓越するのでは？

回答

他の条件のもとでの普遍性については、さらなる実験値の蓄積を待たなければ何とも言えない。ただし、粗面乱流での位相差はその値自体が小さいので、その点では誤差は小さいものと予想している。

摩擦則にまで非線形性を持ち込んだ議論は、計算量の関係で現在のところ現実的でないと考える。むしろ、完全流体としての波動計算のレベルまで非線形性を考慮し、境界層外縁流速の経時変化の中に非線形性を加味することとし、ここからせん断力計算に行く段階では本手法を適用するという方向を考えている。

論文番号 31

著者名 堀江岳人, 関 克己, 水口 優

論文題名 ストーム時の波群 (包絡波) と長周期波の特性

訂正

論文集 p.153 左欄の下から 7 行目および 8 行目の文章の差し替え

訂正前

長周期波の分離により見かけ上発達するという Mizuguchi モデル (Mizuguchi,1995)を用いる。沖では当初長

訂正後

長周期波スペクトルを拘束長周期波スペクトルから算出する．ここで波群に伴う長周期波は拘束長周期波と自由

討論者 喜岡 渉（名古屋工業大学工学部）

質疑

現地観測データには offshore bar の影響がかなり入っていて、特に長周期波の特性にはきいているのではないのでしょうか．

回答

解析地点沖（茨城県波崎海岸）では砕波点沖側のバーは存在せず、一様勾配と見なせます．

参考文献：栗山善昭(1996)：沿岸砂州の短期変動特性，海岸工学論文集，第43巻，pp.576-580

論文番号 32

著者名 熊 亜希子，佐藤慎司，磯部雅彦

論文題目 浅海域における多方向不規則波の砕波限界に関する研究

討論者 横木裕宗（茨城大・広域水圏センター）

質疑

多方向不規則波の砕波形態として、(1)進行波タイプ、(2)重複波タイプがあると思いますが、この研究では両方のタイプがみられましたか？

回答

構造物を設置しない傾斜海浜に入射する多方向不規則波を対象に実験を行ったので、重複波タイプの砕波は観察されていません．

討論者 藤原隆一（東洋建設）

質疑

実験における作用波の有義波周期が 0.8s 程度と短いですが、短周期側のスペクトル形状についてはどのような形状であったか教えてください．

回答

造波では Bretschneider・光易型の周波数スペクトルと光易型の方向関数に基づく方向スペクトルを目標としています．従来の研究で、本造波システムでは、有義波周期 0.8s から 1.5s 程度までの条件でスペクトル形状を模擬する造波が行えることが確認されています．ただし、今回の実験では、広い条件のデータを収集するため、砕波限界ぎりぎりの波も造波しており、このような条件で造波された波の安定性については今後さらに検討していく必要があると考えています．

論文番号 33

著者名 北野利一，間瀬 肇，喜岡 渉，矢野陽一郎

論文題目 一般化パレート分布による極値波浪解析 拡張形状母数の推定

討論者 合田良実 ((株)エコー)

質疑

極値 III 型が最適とされる証拠を形状パラメータが負値であるというだけでなく、普通に使われる最尤法、最小自乗法によって母数を決めた場合の適合度と比較した結果で示していただきたいと思います。

口答では質問しませんでした。が、閾値 u は解析の便宜上のものであって、物理的に不自然なものです。3母数分布において、位置母数 μ も推定対象とすべきであると考えます。ちなみに形状母数を固定した上で、尺度・位置母数を推定すると、 $\mu < u$ となります。

回答

今後の検討課題として、一般化パレート分布で推定した母数推定値と、一般化極値分布で推定した母数推定の比較を検討します。なお、一般化極値分布で推定するためには、1年という単位期間で十分に漸近していることが条件となります。ここで取り上げた Kodiak 沖の波浪資料の場合、平均発生周期が $0.345(+/- 0.031)$ 年であるので、おそらく適用可能であろうと考えられます。

閾値 u は、頻度解析をたんなる「曲線あてはめ」解析ではなく、数学的に本来の意味での極値解析にするための道具です。物理的というか、低頻度で発生する大きな高波という現象を、一般化パレート分布に従う数理現象として扱えるか否かの境目を定めるものとして、我々は非常に重要なものと考えています。しかしながら、ご指摘のとおり、一般化パレート分布における閾値は、極値分布における位置母数に相当するものであり、閾値をあらかじめ与えることが不自然に見られるかもしれません。本論文にも示すとおり、閾値を与える代わりに、閾値を越える時間的な頻度として、発生平均周期を推定します。つまり、位置母数のようなレベルを決めるパラメータを推定する代わりに、ある一定期間内にそのレベルを越える確率を推定することに置き換えているのです。また、極値分布に含まれる位置・尺度・形状母数のうち、確率波高の推定誤差の寄与が最も大きいものは、形状母数であり、位置母数の推定誤差の寄与はかなり小さいことを確認しています。これは、本論文にも示す、発生平均周期の推定誤差が確率波高の推定誤差の寄与としては小さいことに対応することだと考えています。これらのことは、上記の質問とも関連することであり、今後、整理した上で報告する予定です。

討論者 橋本典明 (港空研)

質疑

極値 III 型も取り得るとのことであるが、著者の意見として、確率波高が過小評価になる可能性がある極値 III 型も考慮する方がよいという考えなのか？

適切な閾値の与え方は、母数パラメータの変化がない範囲で、なるべく大きな値を与える方がよいという理解で良いか。

回答

低頻度で発生する大きな高波という現象が、漸近的に極値分布で表される数理現象であることが確認できるので、極値 III 型分布も含めて解析するべきだと考えます。しかしながら、推定が過った場合に過小評価になる危険性もあるので、結果については、深く吟味すべきだと考えます。

適切な閾値の与え方は、母数パラメータの変化がない範囲で、なるべく小さな値を与えるのがよいと思われます。閾値をなるべく小さな値をとることにより、閾値をこえるデータが多くなり、その結果、情報量が増えて、誤差の少ない推定が可能となります。

論文番号 34

著者名 北野利一

論文題目 極値波浪解析における記録更新値の統計的特性

討論者 橋本典明 (港空研)

質疑

図-3 と図-4 は本研究で最も重要な図だと思うが、図の見方を具体的に説明して欲しい。

回答

本文に記述しましたが、補足すれば、まず、図-3 において、縦軸が Prob. Density $PMK(x)$ とあるものは、 $K=Infinity$ の曲線が、将来期間に生じる記録更新数が未知の場合（無限個以下）の記録更新値の最大の確率密度を示します。また、例えば、 $K=5$ の曲線は、将来期間に生じる記録更新数が 5 個以下の記録更新値の最大の確率密度を示しており、 $K=5$ の曲線と $K=4$ の曲線に挟まれる部分が、将来期間に生じる記録更新数がちょうど 5 個である記録更新値の最大の確率密度であることを示します。図-4 は記録更新値の最小の場合の確率密度です。

記録更新数による相対的な検討をする上で、この確率密度グラフに対し、それぞれの K の曲線を $K=Infinity$ の曲線で無次元化したものが、縦軸を $PMK(x)/PM(x)$ としたグラフです。したがって、記録更新値の最大値が $(x - x_{10})/\sigma = 0.1$ 付近となるのは、記録更新数が 1 個程度が最も多く、記録更新値の最大値が $(x - x_{10})/\sigma > 2.0$ となるためには、記録更新数が 3 個以上発生しないと確率的に難しいことが分かります。つまり、記録更新値の最大値がより大きい値をとるためには、更新数が多くなる必要があるという感覚的に理解できることを相対的な確率密度として具体的に示したものです。

同様に、図-4 は、将来期間に生じる記録更新値の最小を表すものです。縦軸を $PmK(x)/Pm(x)$ としたグラフを見ることにより、記録更新値の最小値が大きい値をとるためには、記録更新数が少ない時におこりやすいという感覚的に理解できることを具体的に示しています。

論文番号 35

著者名 合田良実

論文題目 設計波高に係わる極値統計分布の裾長さパラメータとその意義

討論者 橋本典明 (独法 港空研)

質疑

A, B, R が決まれば H_{50} , H_{10} が決まり, g_{50} が決まる. 著者は H_{50} と g_{50} から再度 A, B を推定することを推奨しているが, この推奨方法を用いるべき立場 (状況あるいは考え方) を説明して欲しい.

回答

波高の極値統計解析を行った地点であれば, 尺度母数 A および位置母数 B は既知であり, 改めて推定する必要はない. しかし, 設計波高 (50 年確率波高) のみが与えられてモンテカルロ法を活用した性能設計を行う場合など, A, B の母数値が不明なことがある. そうした場合には裾長さパラメータ g_{50} を対象海域の代表値を参照して定め, 論文中の式 (18), (19) を用いて母数値を設定することを推奨する.

討論者 北野利一 (名古屋工業大学)

質疑

実際の討議時には質問をうまく表現できなかったため, 誤解があったのではないかと思いますので, 質問を改めて表現します (以下はコメントです).

定義によりますと, 取り得る値の制約のあるパラメータ (例えば, 分散 [$s > 0$], 相関係数 [$-1 < r < 1$] および今回提案された裾長さパラメータ [$g > 1$]) は, その推定値が制約値に近い場合, その誤差分布が正規分布のような対称形とはならず, 制約値側では切り立ち, 制約値のない側には長い裾をもつ分布となります. 例えば, 相関係数 $r = 0.9$ の誤差分布はおおよそ右図のようになります. (回答者: 図を割愛します. r の頻度分布は 0.9 付近でピークとなり, そこから 1.0 にかけて急激に減少する一方で, 0.9 よりも小さい範囲には広く分布する) 従って, そのような場合, 推定の信頼区間は予想以上に幅広いものとなります. 以上のことから, 波浪の長期資料の場合, $r \approx 1.05 \sim 1.25$ 程度であるので, 推定という観点から見て少しくせのあるパラメータであるといえます.

回答

討論者が行われているように, 裾長さパラメータを直接に推定しようとする場合にはそうした問題があるでしょう. しかし, 著者としてはあらかじめ尺度・位置母数を推定して確率波高 H_{10} , H_{50} などを求めた上で裾長さパラメータ g_{50} を算定することを推奨します.

論文番号 36

著者名 野中浩一, 山口正隆, 畑田佳男, 大福 学

論文題目 確率的台風モデルを利用した波高極値の推定システムの日本海における適用性

討論者 橋本典明 (国土交通省 港空研)

質疑

日本海に台風が進んで来たときには台風の末期で進行速度が速いと思う. その場合, 短

い時間で波が発達するので、波浪場の初期条件の影響が残るのではないかと思う。初期条件はどのように与えたのか？

回答

初期条件は全領域で初期スペクトルを0とすることにより与えています。ただし、計算開始時刻は台風が日本海領域から数百 km 以上離れた太平洋上に存在する時点（台風ごとに異なる）としていますので、台風が日本海に接近する時点では少なくとも6時間以上、日本海上で風が吹送していることとなります。

討論者 柴木秀之（(株)エコー）

質疑

低気圧による確率波高と台風による確率波高の比較結果について教えていただきたい。
適合分布関数の違い、確率波高値の違い等

回答

低気圧（台風以外の気象擾乱）時波浪および台風時波浪の確率波高はいずれも日本海中央部で最大値をとり、その絶対値は同程度（100年確率波高の最大値は11m以上）であります。わが国沿岸では、北海道西岸から東北地方北部にかけての沿岸部を除き、低気圧時波浪の確率波高がより大きい値を示します。すなわち、台風時波浪の確率波高は日本海中央部を中心として周囲の沿岸部に向けて楕円状に減少するのに対して、低気圧時波浪の確率波高は日本海中央部と北海道西部から東北地方北部の沖合海域で最大値をとり、高波高域が日本沿岸に広範に分布します。適合分布関数については、一概に述べられませんが、低気圧時波浪に対する分布関数の形状母数がより小さい値をとるようです。

討論者 鳥居謙一（国総研）

質疑

50年200組と10000年の確率評価は、どのような意味を持つのか。

10000年のケースでは、超過確率1/100では内挿問題となっており、母集団推定の必要がないのでは。

回答

10000年1回のシミュレーション資料は日本海における台風時年最大波高の母集団を推定しうる資料、50年200組のシミュレーション資料は50年間の台風時年最大波高資料に対する200組の標本であり、確率波高の分散の推定を可能にする資料と考えています。

と同じ回答になりますが、10000年1回のシミュレーション資料に基づく極値統計解析の結果は台風時年最大波高の母集団を高い精度で推定したものになっていると考えていますので、この資料に基づく100年確率波高の推定結果は100年確率波高の真値に相当するとみなしています。

論文番号 37

著者名 大澤輝夫，深尾一仁，安田孝志

論文題目 伊勢湾地域における高解像度気象場の再現計算とその精度検証

討論者 加藤史訓（国土技術政策総合研究所）

質疑

風速の計算精度について風向別（陸風，海風など）に整理されていればその結果を教えてください。

回答

風向別には整理していません。今回計算した 3 月は、大半が北西の季節風場になっておりあまり風向が変化しません。これから 1 年間の再現計算をやっていく中で、冬季や夏季、昼間や夜間などを対比しながら、風向別の精度検証もしていきたいと考えております。

討論者 橋本典明（港空研）

質疑

MSM（10km）は計算の境界条件として用いられていると思うが、それを用いて MM5 で計算した結果は MSM より精度が向上している。その理由は？

回答

MM5 の 1km 計算では MSM に比べて地形の再現度が大幅に改善されており、計算精度の向上はこの地形の影響が最も大きいと考えられる。特に局所的な地形に敏感に反応する風の場合は、その影響が最も良く現れている。さらに MM5 では地表面の土地利用が忠実に再現されるため、地表面粗度や熱フラックスの精度が向上し、計算精度が改善されていることも考えられる。

論文番号 38

著者名 山下隆男，加藤 茂，大澤輝夫，筆保弘徳，西口英利

論文題目 MM5 による冬季季節風時の沿岸域海上風場の再現性について

討論者 田中健路（熊本大学工学部）

質疑

大気境界層の計算において、陸面・海面の摩擦を考慮して計算していると思われるが、粗度長のパラメタリゼーションの手法はどのように行われたか。

回答

MM5 で提供されている、MRF 接地境界層サブルーチンを用いた。これは、逆勾配項に対する Troen-Mahrt 代表量と十分に混合した接地境界層での K-分布を用いた効率的な計算スキームで、詳細は Hong & Pan(1996)を参照されたし。なお、このスキームは鉛直混合の差分化には陰解法を用いているので時間ステップを大きくすることができる。

その他、Burk-Thompson PBL，Eta PBL のサブルーチンを用いると、鉛直混合には Mellor-Yamada モデルで乱流運動エネルギー（TKE）を用いており、2 季節、十数通りの土地利用から地表面粗度を考慮できるが、これらに対する計算対象地域での調節はあまり行われていないようである。

討論者 柴木秀之（株式会社エコー）

質疑

北西季節風と温帯低気圧のケースで最小格子の間隔を変えているのは何故か．本来変動の激しい温帯低気圧のケースは詳細な地形近似を行う必要があるのではないか．

回答

本研究に示してある計算は，3回のネスティングで，同一格子数で実施した．温帯低気圧の場合には広い範囲を移動するので，最も粗い計算領域を広範囲に設定する必要がある．このため，温帯低気圧のケースのほうが格子の間隔が粗くなっている．計算格子の大きさはモデル方程式系，積雲のパラメータ等によって適切な大きさを検討する必要があるが，今回は格子の大きさによる結果の考察は行っていない．しかしながら，粗い格子の温帯低気圧のケースでも，論文集に示した程度の現象の再現性がある．

論文番号 41

著者名 橋本典明，杉本 彰，川口浩二，宇都宮好博

論文題目 局地気象モデルと第三世代波浪推算モデルの内湾波浪推算への適用

討論者 森 信人（電力中央研究所）

質疑

WAM と SWAN の結果の違いはどこから来るのか．

回答

WAM では移流項に1次風上差分の陽解法，一方 SWAN は移流に2次風上差分，スペクトル空間に1次，2次のハイブリッド差分を用い繰り返し計算で解く近似的陰解法で厳密に波の伝播を解いている．この差により SWAN では入力されたエネルギーが精度良く空間的，スペクトル空間的に伝播し，WAM と比較して精度の良い結果を導いたと思われるが，今後詳細に調べる必要がある．また，WAM も SWAN も周波数領域を 0.05Hz ~ 0.5Hz 程度の範囲で設定し計算しており，海溝後の検討では，沿岸域で風波の発達を考慮するためにもっと高周波まで伸ばして計算する必要があることが解ってきた．この方法によると，WAM も SWAN も精度良く湾内の波が再現可能となる．

質疑

LSM の大気境界層と接地面の扱いを教えて欲しい．

回答

ANEMOS 計算の接地境界条件は，各格子点が受け持つ小領域内の土地利用カテゴリー特性値（粗度長，土壤湿潤度，アルベド等）を面積比率で加重平均し，これをその格子点が持つ境界値（特性値）として与えている．各カテゴリーの特性値はパラメータ化されており，降雨時の湿度変化や，季節による植生変化に対応したパラメータが与えられるようになっている．

討論者 田中健路（熊本大学工学部）

質疑

波浪推算で使用する海上風データを局地気象モデル ANEMOS を行って求めているが、海陸境界域の地表面情報、海陸の被覆率、陸の配置方向はどのように扱っているか。

回答

海陸の地表面情報は、水域を一つの土地利用カテゴリーとして扱い、陸域の分類と共にやはり面積比率の平均した特性値として与えている。格子点に与える情報はスカラーの平均値であり、一つの格子点には配置の方向特性は与えられていない。

論文番号 42

著者名 山口正隆，畑田佳男，野中浩一，大福 学

論文題目 台風モデル風の埋込みによる51年波浪推算システムの改良

討論者 平石哲也（港湾空港技術研）

質疑

確率波高が台風を組み込むと大きく異なっているのはなぜですか。

回答

空間解像度約 1.9° の NCEP 風の前資料はその空間解像度の低さのため、台風に伴う強風を過小評価するのに対して、台風モデル風は気圧傾度力と台風半径に相当する風速を空間解像度に関係なく与えるため、空間解像度の低さによる強風の過小評価の恐れがありません。したがって、台風モデル風を NCEP 風資料に組み込みますと、精度は別にして台風に伴う強風が再現されますので、喜屋武岬のように台風の影響を強く受ける地点では、推算波高したがって確率波高が大きくなります。これは今回の研究の目標とするものです。

討論者 森 信人（電力中央研究所）

質疑

1948 - 58 年の平均波高にトレンドが見られるのはなぜか。NCEP データのデータ同化の影響でしょうか？

回答

これは 1958 年を境とする観測方法や観測時間の変更、および観測資料の不足に伴う NCEP 風資料の品質の変化に起因すると考えています。NCEP 風資料に関する説明文によりますと、1948 年～1998 年の全期間について同一のデータ同化手法を使用しているということですので、データ同化の手法というよりむしろ、データ同化に用いられる観測資料の品質に原因があると考えられます。

論文番号 43

著者名 小林智尚，足立忠行，安田孝志

論文題目 波浪推算モデルと統計手法による沿岸波浪予測

訂正

図-3, 図-4 中において,

(誤) Offshore Wave Prediction (正) Onshore Wave Prediction

(誤) Onshore Wave (WAM) (正) Offshore Wave (WAM)

p.214 左段 4 行目の「北東からの」は「北西からの」が正しい。

討論者 (独) 港湾空港研究所)

質疑

主成分分析に港湾発生波の影響は考慮されるか?

主成分分析と波浪変形計算の関係は? 沿岸波浪の計算結果に違いはあるのでしょうか。

回答

港湾発生波の影響は統計手法で考慮されると思います。港湾発生波は波浪推算で用いた海上風や港外波浪と通常(間接的でも)なんらかの関係があるので、観測データをフィードバックしたカルマンフィルターで考慮されます。ただし港湾発生波がこれら海上風や港外波浪とまったく独立であればカルマンフィルターは観測データ中の港湾発生波の成分はノイズ成分として除去してしまいますので、港湾発生波は考慮されません。

本研究の統計手法と波浪変形計算, 両者による沿岸波浪の計算結果は同一にはなりません。類似したものになると思います。ただし実際問題として、波浪変形計算では沖波領域から沿岸域(観測点)までの広い領域を計算しなければならない、沿岸での局所的で詳細な地形情報や気象情報が必要、波浪変形モデル自体にすべての波浪の物理現象が正確に組み込まれているわけではない、などの理由から計算労力は大きく、計算結果の精度も検討する必要があります。一方、統計手法は中間の波浪物理過程をすべて省き観測データをフィードバックしているので、その観測点での波浪推定は簡便で推定精度も期待できます。また波浪変形計算では対象領域内すべての地点での水位変動が得られますが、本研究の手法では対象地点(対象観測点)での波浪統計量のみが得られる点も異なります。

論文番号 45

著者名 橋本典明, 川口浩二, 永井紀彦, 柴木秀之, 鈴山勝之

論文題目 気象・波浪相関図に基づく我が国沿岸波浪の出現特性解析

討論者 北野利一(名古屋工業大学)

質疑

有義波の時系列について、その確率分布が Weibull 分布 or 対数正規分布に従うことを理由に対数変換を用いられていますが、理由としては、むしろ、時系列として見た時に、変動の上下非対称性を除くためであると思います。その点から言えば、BOX-COX 変換を行っているともいえます。以上はコメントです。質問は、気圧の時系列には、変動の上下非対称性は見られないのでしょうか? あるのなら、対数変換あるいは、BOX-COX 変換(パラメータ調整要?)を行えば、より適切な処理になると思います(ピーク点の軌跡等の結果には、

大きな影響を与えるわけではありませんが...)

回答

気圧の時系列には顕著な上下非対称性は見られなかったため、気圧の対数変換を行わない解析を行った。今後、指摘の内容について、結果にどの程度の違いが現れるのか検討していきたい。

論文番号 46

著者名 吉田明德，一田 剛，山城 賢，宮本好英

論文題目 波の散乱解析法を用いた島周辺の波浪スペクトル推定

討論者 永井紀彦（港湾空港技術研究所）

質疑

論文集 p229、図 - 10 に示される動揺の方向を示していただきたい。

回答

図-10 に示す動揺は東防波堤の前面に係留された作業船クレーン先端ジブ部(水面からの高さ約 70m)の左右揺れを示しており、図-11 の概観図で防波堤に沿う方向です。作業船の Roll と Sway の合成振動によって生じるクレーン先端部の左右揺れを示しています。

質疑

論文集 p229 図 - 10 (a) における時系列を見ると $\pm 40\text{cm}$ 程度の範囲で大きく変動していますが、どのように測定されたデータですか？

回答

クレーン先端ジブ部(水面からの高さ約 70m)に設置された加速度計で測定されたものです。

質疑

論文集 p229 図 - 10 が得られた時の波浪条件 (PointA での計測結果) は、どのようなものだったのでしょうか？ (この図で見られる周期 7 ~ 8 秒の動揺が入射波の周期に対応するのか、浮体動揺固有周期に対応するのか気になります。)

回答

PointA での波浪のスペクトルを図-12(a)に示しています。動揺のピークは 7.6 秒、PointA での波浪スペクトルのピークは 6.8 秒 ~ 7.2 秒あたりで生じており、PointB の波浪スペクトルの推定値も 7 秒あたりでピークをとっています。応答関数の解析値も 7 秒あたりでピークを取っており、図 - 10 に示す動揺は入射波のピーク周期と浮体動揺の固有周期が近い場合だったと言えます。

討論者 青木伸一（豊橋技科大，建設工学系）

質疑

浮体動揺の応答関数で方向スペクトル推算の妥当性を検証したのは何故か？

回答

白島では波浪は1地点でしか観測(周波数スペクトル)されておらず、これだけでは島周辺任意点でのスペクトル推定値の検証は出来ませんが、作業船動揺の観測(ただし、クレーン先端ジブ部の左右揺れのみ)の観測)が波浪観測と同時に観測されていたデータが得られた為、間接的ではありますが、浮体動揺の応答関数を比較して推定値の検証をおこなったものです。なお、本論文では周波数スペクトルの推定と検証をおこなっており、方向スペクトルの推定まではおこなっていません。

質疑

浮体動揺を検証に用いる場合、入射方向により敏感な運動モード(Yawなど)を用いた方が良いのではないかと?

回答

本研究で利用した動揺観測のデータはクレーン先端ジブ部の左右揺れについてしか取得されておりませんので、これを用いざるを得ませんでした。

論文番号 47

著者名 青木伸一・岡辺拓巳・出口一郎

論文題目 波浪条件の異なる2つの海岸での長周期波の増幅と港内副振動の特性比較

討論者 永井紀彦(港湾空港技術研究所)

質疑

「波群性」と「気象性」に長周期波を区分した際に、赤羽根漁港で300秒、阿連漁港で200秒というそれぞれの区分周期を設定した根拠について教えてください。

回答

波群性長周期波の定義として、赤羽根では周期30秒から300秒の範囲とし、阿連漁港では20秒から200秒を採用しました。まず、周期の下限値(30秒と20秒)については、高波浪時の周波数スペクトルが極小値をとる周期帯付近を選びました。周期の上限値については、周波数スペクトルから判断することは難しかったため、「波群」に起因する長周期波という意味合いから、数分程度が妥当であろうと考えました。赤羽根では数年間の観測結果から、データが比較的まとまる300秒を採用しましたが、赤羽根での荒天時の有義波周期が10-15秒程度であるのに対して、阿連では有義波高が7秒前後であったので、阿連では200秒と少し短く設定しました。いずれにしても、上限値については明確な基準に基づいているわけではありません。

論文番号 48

著者名 石原弘一、岩淵哲治、仲井圭二、坂井紀之、瀬岡和夫

論文題目 東日本沿岸域における長周期波の広域的な出現特性

討論者 青木伸一(豊橋技術科学大学)

質疑

長周期波に対する水深の補正法は、長周期波を自由波とするか拘束波とするかによって異なるが、どのように取り扱ったのか。

多地点の長周期波の特性を比較する場合、海岸の地形（砂浜か岩礁かの違い、海底勾配等）を要素に加えて分析すればどうか（提案）。

回答

自由波として扱った。通常両者は混在していて、これまでの研究では、ある地点では長周期波高が高い時には拘束波の割合が高くなるという傾向もあるが、今回は年間を通じた処理を行っているため波高の低いときが大部分と考え、自由波とした。ここでは厳密な議論をするのではなく、大雑把な補正を行うという考えである。

既に述べたように、自由波と拘束波の成分がどれだけあるかという評価も行っていない大雑把な議論なので、海岸の地形は今回は考慮していない。しかし、将来厳密な議論を行う際には重要な要素と考える。

討論者 柴木秀之（株式会社エコー）

質疑

年平均長周期波高の地点間比較（図-5）を行う場合、水深のみによる換算だけではなく、平面的海底地形、海岸地形等による変形も考慮する必要があるのではないか。

回答

青木氏に対する回答と同様、今回は海域毎の出現特性の違いを大雑把に把握するのが目的であったため、そこまでの細かい議論はしていない。細かい議論をする際には、既に述べたように、拘束波と自由波との割合等、併せて厳密に議論しなければならない点があると考え。

討論者 菅原邦彦（シバタ工業株式会社）

質疑

論文集の図-9によると、相馬・仙台新港と石巻、また、久慈・むつ小川原と八戸の各グループにおいて、港間相互の距離はほぼ同様と思われるが、石巻及び八戸が他の港と異なる傾向を示している。何か地形的に特異なことがあるのか。

回答

個々の地点の状況を詳細に吟味したわけではないが、陸岸地形による遮蔽、海底地形による屈折等の影響を受けているのではないかと考えている。今後そのような解析も必要と考えるが、ここではそのような考慮をしておらず、地点によってでこぼこはあるものの、概ね太平洋側は南の方が継続時間が長く、日本海側は太平洋側よりも継続時間が短いという傾向を確認したことが成果と考えている。

論文番号 50

著者名 藤本憲久、柴木秀之、仲井圭二

論文題目 密度成層と内湾海上風の特徴を考慮した東京湾の高潮推算

討論者 富田孝史（独立行政法人 港湾空港技術研究所）

質疑

3層レベルモデルで高潮を計算すると、単層で計算する時とは異なった流動場が得られると思いますが、今回の研究の中で検討していれば教えていただきたい。

回答

今回の研究においては、東京湾における高潮来襲時の多層の流動場に関する確認を行っていない。

しかしながら、別途研究において、伊勢湾を対象に行った多層の高潮モデルによる流動場の解析結果によれば、次のような知見が得られている。

高潮発達期の場合、上層の流れは風向とほぼ同方向となる傾向が見られる。一方、下層は反流または流向が大きく異なる傾向が見られる。

単層モデルと比較すると、多層モデルの場合に表層の流速は速くなる。

結論として、東京湾においても、高潮発達期に単層モデルとは大きく異なる流動場が形成されると予想される。

討論者 加藤史訓（国土交通省 国土技術政策総合研究所）

質疑

今回の計算では河川流の影響を考慮されていませんが、その割り切りの考え方を教えていただきたい。

回答

東京湾を対象とする高潮計算においては、河川流量を考慮していないため詳細については解析していない。したがって、別途研究による知見をもとに回答を行う。

河川流による海域高潮への影響は、次のような条件の設定によって変化すると考えられる。

河川流量

河川流量のピーク時刻と高潮のピーク時刻の時間差

1例として、伊勢湾高潮において木曾三川からの計画流量を考慮した場合の計算結果によれば、河口部から海域における河川流量による高潮の増大は5~10cm程度となる。ただし、この場合は、河川流量のピーク時刻が高潮から6時間程度遅れる条件で行った。

河川流による高潮への影響は、河川流による海域側へ作用する力（水位勾配力）と高潮による河川側への力（遡上の慣性力）がバランスし、河口部における水位が決定されると考えられる。したがって、河川流量のピーク時刻が高潮のピーク時刻と一致すると、10cm以上水位が上昇すると考えられる。高潮計算において10cm程度の影響を必要とするのであれば、河川流量は考慮すべきであると考えられる。

論文番号 52

著者名 山口正隆，畑田佳男，野中浩一，大福 学，小出健太郎

論文題目 瀬戸内海西部海域における高潮・波高の極値の推定

討論者 河合弘泰（独法港湾空港技術研究所海洋・水工部）

質疑

自由大気風から海上風に換算する風速低減係数 C_1 は？

既往台風資料の中で最も大きな高潮を起こした台風は 9119 号だと思うが、推算値は観測値に合っているか？

回答

観測資料を再現しうる推算資料を得るという立場から、高潮推算では supergradient wind の仮定を用い、波浪推算ではその仮定をしていない点に基本的な問題があります。風速低減係数は 0.60 を基本として多少の変動を許容し、supergradient wind の場合には増幅率の最大値を 0.9（従って實際上、supergradient wind になっていない）としています。

瀬戸内海西部海域のうち西側に最大級の高潮偏差をもたらした台風として、台風 9119 号のほか台風 4516 号（枕崎台風）が考えられます。高潮偏差に対する推算資料と観測資料の比較では、台風 9119 号時には両者は多くの観測地点で比較的良好に符合しました。また、台風 9918 号時にも比較的良好な対応を得ています。

討論者 柴木秀之（（株）エコー）

質疑

観測データから推定される確率偏差と比較して、開境界の付近（豊後水道から豊予海峡）は過小、瀬戸内海奥（松山を含む）は過大な傾向が、計算による確率偏差にはあるのでしょうか。

回答

御指摘のように、確率偏差に対して豊後水道で過小評価傾向、瀬戸内海湾奥で過大評価傾向ということはあると思います。前者は豊後水道境界端における開境界条件の設定方法に起因し、後者は高潮推算における地形解像度の低さ（格子間隔 2.5km）や海上風の推定精度に原因があると思われます。

論文番号 56

著者名 油屋貴子，今村文彦

論文題目 合成等価粗度モデルを用いた津波氾濫シミュレーションの提案

討論者 柴木秀之（（株）エコー）

質疑

合成等価粗度を使用する場合、50m 格子より大きい格子で極端に計算精度が低下するのはなぜでしょうか？

回答

合成等価粗度では、家屋などの抵抗を家屋占有率などにより用いて求め、これを加えております。この抵抗を求める際には、家屋の配列や家屋密度により、流れに対する投影面

積が変化しますが，ここでは，単純に最大の抵抗を受ける配列に仮定し，本論文(2)式で求めております．格子サイズがある程度大きくなるとこの仮定の近似が悪くなり，実際よりも大きな抵抗を生じて，精度が悪くなるってしていると考えております．

質疑

抵抗粗度係数 CD は利用した合成等価粗度の定式化において格子スケールに依存するパラメータを導入する必要があるのではないのでしょうか？

回答

での質問と関連したのですが，抵抗粗度係数 CD は，図-4 で示されたような家屋の間隔だけでなく，流れに対する配置格子での平均流速と接近流速との違いにより変化するものと考えられます．後者は格子サイズに関連しておりますが，その詳細は不明です．今後はこの点についても検討していきたいと思っております．

論文番号 59

著者名 泉宮尊司，吉田慶太

論文題目 アジョイントモデルによる津波の波限域の逆推定法に関する研究

討論者 日野幹雄（中央大学）

質疑

同一の条件で行なった Green 関数法や wavelet 法との結果の比較はありますか．

回答

同一の条件で行なった Green 関数法や wavelet 法との結果の比較は行なっておりません．しかしながら，これらの方法はメッシュ分割数や wavelet 数分だけの順問題を解かなければならないので，PC 上で行なうには大変過ぎます．

質疑

逆問題の解は本質的には unknown 数に比して，どれだけ情報が与えられるかに依存する．津波データの補間を行なっていることであるが，これも誤差の原因となりうる．Simulation data（順問題）でもよいから，もう少し与える情報量を増やして，各々の方法の比較を行なってほしい．

回答

観測された津波波形データの沿岸部での補間を行なっておりますが，これは速く最適解を得るための近道を通っているのと同じことですが，観測波形と推定波形の差がある程度小さくなった段階では，やはり誤差の一因となると考えられます．各手法の比較につきましては，今後実施していきたいと思っております．

質疑

この問題での推定誤差の大きな原因は，恐らく沖側での境界条件の取扱いであろう．Green 関数法では，沖側に仮想境界を置いてその影響を減らし得ると思う．

回答

沖側での境界条件の取扱いは、自由透過を設定していますので、誤差の大きな原因にはならないと思います。推定誤差の最も大きな原因は、不適切性にあると思います。波動方程式において、片面（陸）側だけの境界条件では初期水位は正確には求められないためであると考えられます。

討論者 川口浩二（独法港湾空港研究所・海洋・水工部）

質疑

本手法を実際の現地データに適用する場合、観測値そのものが持つ観測誤差や観測地点毎に誤差（重み）のような各種誤差（誤差共分散）を与える必要が出てくると考えられますが、どのような基準で与えれば良いか、もし何かお考えがあればお聞かせ下さい。

回答

観測値の誤差がある場合には、その誤差の分散を考慮して、 $(x_i - x_i(m))^T G^{-1} (x_i - x_i(m))$ なる量を汎関数の中に取り入れればよいと思います。ただし、 G は誤差の共分散行列、 $x_i(m)$ は観測水位です。また、この研究では行なっておりませんが、安定化汎関数として曲率の2乗を取り入れることにより、より安定な推定値が得られると思われれます。

質疑

汎関数の最小値を求める（探索する）際、どのような手法を用いたのでしょうか？

回答

共役勾配法や評価汎関数の勾配を求めるのが一般的ですが、本研究では初期水位が陰形式的に含まれているため、その勾配を求めるのは難しく、ラグランジュ未定乗数 λ が水位変動に対応していることを利用し、修正量は $t=0$ における λ を用いております。

論文番号 60

著者名 吉田和郎，村上仁士，島田富美男，上月康則，倉田健悟，一島 洋

論文題目 紀伊水道及び豊後水道における津波の伝播・応答特性

訂正

論文集 pp.299 左段上から5行目

(誤)「・・・紀淡海峡 K₃ とともに、・・・」

(正)「・・・紀淡海峡 K₅ とともに、・・・」

討論者 今村文彦（東北大）

質疑

波向線法は第1波の津波の進行方向や集中をみる際に有用ではあるが、局所的な海底地形の影響を大きく受けやすくなる。従って、海底谷等との影響は波向線法だけではなく、通常の津波2次元伝播計算も併用して検討されることをお薦めする。

回答

仰るとおりであり、著者らはいくまでも津波の伝播の過程を視覚的にみるために波向線法を採用した。その後の紀伊・豊後水道内の津波の特性については非線形長波方程式を

Leap-Flog 差分法で解析する 2 次元伝播計算を採用して解析を行っており、今後の研究も同方法により進めていく所存である。

貴重なご意見を賜りましたことをここに感謝いたします。

論文番号 61

著者名 河田恵昭，佐々木基充，高橋智幸，鈴木進吾

論文題目 南海地震津波による水産被害の評価手法の開発

討論者 柴木秀之（株式会社エコー）

質疑

潮汐と津波を合成する境界条件の設定において，津波は水位変動（入射波 + 反射波）を与えているのでしょうか。

回答

事前に潮汐を考慮せずに津波の計算をし，大領域内の紀伊水道および豊後水道に設定した潮位設定線上における水位変動を出力しました。潮汐と津波の合成計算では，大領域内の潮位設定線において，この水位変動と潮汐の水位変動を足し合わせたものを強制的に入力しました。

質疑

潮汐により瀬戸内海の最大津波高（津波水位から潮汐成分を差し引いた値）は影響を受けるのでしょうか。

回答

大阪，和歌山，高松の 3 地点において，通常の津波計算による水位変動と潮汐を考慮した津波計算による水位変動（津波水位から潮汐成分を差し引いた値）を比較したところ，最大津波高はほぼ等しいという結果が出ました。しかし，最大津波高を記録するにはいたらなかった第 2 波，第 3 波などの波の山や谷において，潮汐により水位変動（津波水位から潮汐成分を差し引いた値）は最大で 50cm 程度の影響を受けることがわかりました。

論文番号 62

著者名 杉本卓司，村上仁士，島田富美男，上月康則，倉田健悟，志方建仁

論文題目 津波に対する水門・陸閘の有効活用とその効果に関する考察

討論者 今村文彦（東北大）

質疑

越流公式について，本間公式は等流を対象としており，最近，水谷・今村（2002）海講により改良された式があるので利用されたい。

回答

今後これらの研究成果を踏まえ，数値計算の該当部分を改良していきたい。

質疑

合意形成と改善へ。本研究により、水門閉塞の支障による避難困難地域の増加を明確にして、その成果を行政・住民に提供することにより改善点などを議論するようにして欲しい。

回答

被害を定量的に示すことにより、水門が閉じられないことによる被害の増加を明確に示すことができると考えている。それにより、門扉の管理・運営について行政や住民が具体的に議論しやすくなると思う。

討論者 佐藤道郎（鹿児島大 工学部）

質疑

水門を閉められるか否かという問題の設定で、水門を閉めに行って閉めてから逃げるといった行為に要する時間も、その判断の要素に入っているが、水門の開閉にその場へ担当の人間が行ってその任に当たるといったことはリモートコントロールによって必要がなくなるのではないか。そしてその場合には少し異なった話になることはないか。

回答

地域や水門の種別によってはリモートコントロールシステムの導入が効果的にはたらく水門も数多く存在するだろう。本論文ではリモートコントロールシステムの導入効果について言及しなかったが、例えば図-6に示したU町の水門Aは、揚程が長いので閉門操作に要する時間が最も長く、緊急降下装置の装着が最も必要性の高い対策であると判断できた。

リモートコントロールシステムの導入は、門扉の操作者の安全が確保できる点と排水制御ができるという2点において有効である。しかし、停電時の電源や動力の確保と人の締め出し防止対策が必要となる。

水門毎に地域特性や水門の種別等を踏まえ、本論文で示した手法等により各水門についてどのような対策が必要なのか事前に検討し、防災計画を立てることが重要であると考えられる。

論文番号 64

著者名 犬飼直之、早川典生、福嶋祐介

論文題目 天気図を用いた海上風の推算法について

討論者 畑田佳男（愛媛大学・工・環境建設）

質疑

風の計算領域の大きさはいか程ですか？50km 四方の大きさだと地上天気図から入力できるデータがない場合もあるのではないのでしょうか？

討論者 柴木秀之（(株)エコー）

質疑

図-2の結果から、風速が強くなると偏角が大きくなるのではないのでしょうか？

表-2の水平渦動粘性係数 $100 \text{ m}^2/\text{s}$ は、一般的に使用される値よりもかなり小さい値ではないでしょうか？

海面上の風を推定する場合 u_* の算定においては、風速の増大によって次第に増大する波浪に依存するような経験式を採用すべきではないでしょうか？

論文番号 65

著者名 小笠原敏記，安田孝志，武田真典，大澤輝夫

論文題目 砕波を伴う強風下の吹送流の流速の鉛直分布と全流量について

討論者 杉原祐司（九大 総理工）

質疑

水面の Lagrange 平均流速においてバースト層内の平均流の寄与が5割程度ということですが、バースト層内の平均流とはどんな流れでその形成機構はどのようなものでしょうか？

回答

気流のはく離による突込みを含めた風波砕波を介した運動量輸送によって駆動されるながれと考えられる。しかし、その形成機構は実験計測の困難さから明らかになっていないのが現状である。今後、このバースト層内に着目した実験を行い、その乱流構造および平均流速分布を明らかにしたい。

討論者 松永信博（九大 総理工）

論文番号 66

著者名 小笠原敏記，安田孝志

論文題目 吹送流の乱流構造と砕波によって生成される乱流成分について

討論者 松永信博（九大 総理工）

質疑

吹送流の平均流速分布において連続の条件が満たされていない。これはラングミュアー循環流の形成によるものである。ラングミュアー循環流は風速が増加し、風波が十分発達するにつれ強く支配的なる。著者らは実際そのような実験結果を論文中で示している。従ってラングミュアー循環流が形成されると乱れの分布も水槽横断面内で大きく変化することになる。このことから吹送流の平均流速分布ならびに乱れ強度、レイノルズ応力分布を定量的に精度良いものとするためには横断方向の計測が必要ではないか？

回答

今回の計測では捕捉できなかった水面直下の強い流れによるものと考えられる。逆に、連続条件が満たされない事実こそが、計測の困難さから未解明なまま放置されてきた水面直下の強い流れの存在を裏付けるものと考えている。もちろん、平均流速の連続条件が満たされないのは、オイラー流の計測では評価できない Stokes drift や Surface roller による

輸送以外に、ラングミュアー循環流も考慮しなければならない一つであり、室内実験においてラングミュアー循環流は水槽幅・水深に強く依存するため、本実験で用いる風洞水槽の横断方向の流速特性を明らかにする必要がある。今後、横断面での流速分布の比較を行いたい。

討論者 加藤 始（元 茨城大）

質疑

スライド番号 14（図 - ？）で砕波による乱れ成分を低周波側のパワーの $f^{-5/3}$ 直線より上の部分で定義されていますが通常スペクトルにはその卓越ピーク値が大きくなれば高周波側のパワーも嵩上げされるという性質があると思います。この場合その（軌道速度成分等の）影響は無視できるとお考えですか。

回答

高周波側のエネルギーが水面変動に伴う波動成分によるものとは無関係であることは、安田ら（海工，2000）によって明らかにされている。したがって、低周波側からの $f^{5/3}$ 則に従うカスケードスペクトルと実測スペクトルの差は砕波によって生成される乱流成分と考えている。

論文番号 67

著者名 小笠原敏記，武田真典，安田孝志

論文題目 気泡混入層厚に着目した風波の砕波指標

討論者 竹原幸生（近畿大 理工）

質疑

気泡混入層の判断に 2 値を用いられているが、決定した輝度の閾値が気泡の混入分布状態でどのような状態でしょうか。微細な気泡はトレーサーとの分離が困難であると思われます。

回答

白波状態の水面は白色に近い輝度値を持つため、その部分を気泡混入層として閾値によって二値化を行っている。本研究で定義した気泡混入層とは、白波立った層に着目しており、微細な気泡までの分離は行っていない。今後、微細な気泡も考慮した砕波指標の確立を行いたい。

論文番号 68

著者名 三村信男，信岡尚道，三日市圭史，布目彰一，横木裕宗，根本隆夫

論文題目 水質改善にむけた感潮支川・湖沼の塩分動態解析

湖沼川・湖沼を対象として

討論者 長谷部雅仲（清水建設(株)技術研究所）

質疑

図-7の塩分濃度の計算値と観測値の比較に見られる5月～7月の両者に相違の原因について、お考えを聞かせて頂きたい。

回答

比較した地点は湖内で期間は潮汐周期で塩分が変動していない時期である。この時、計算値の方は塩分濃度が上昇していることから、実際の現象より河川流を過小評価、潮位を過大評価している可能性があるが、両値とも観測値を使用していますので観測値の確かさに関わる問題となる。別の点で原因が考えられることとして、境界における塩分濃度の設定が適切でないため、本川の塩分界面高さを正しく推定できていないため、支川から湖沼への塩分浸入を過大推定している可能性もある。湖沼での塩分濃度は、潮汐周期以上の長さで一旦上昇すると、降雨による河川増水が生じるまで低下しない場合が多い。このことが7月までの長い期間、計算値の方が高くなった原因と考えている。今後、原因の確定のために、本川での塩分濃度の観測値と比較すること、対象とした1998年以外の年の計算を実施して同様の誤差が出る頻度を調べるなどをおこなうことを考えている。

討論者 田中 仁(東北大学)

質疑

河口部で碎波が発生すれば wave set-up により水位上昇が生じ塩分浸入も大きく変化すると考えられる。その影響はどうか。

回答

今回の研究では wave set-up の影響を考慮せずに進めた。河口部で観測を行っていないこともあり推測的な回答しかできないが、wave set-up による水位上昇の影響は小さくはないと考えられる。それは、対象域の月平均潮位の一年間における格差は20cm程度あるといわれており、wave setup 高さを波高の1割と考えれば、同程度の高さとなるからである。一方、河口テラスや導流堤といった地形の影響も大きく受けると考えられる。対象域の河口は導流堤が川幅を大きく狭めており wave setup の効果を減少させている可能性もある。本論文の計算では wave setup、海側の河口テラスと導流堤を考慮していないので、影響を相殺した形で求めた結果であるかもしれない。今後、正確な地形情報を考慮した検討が必要と考えている。

論文番号 69

著者名 田村 仁、灘岡和夫

論文題目 可撓性に着目した藻場キャノピー周辺の流動・乱流構造に関する実験的研究

討論者 多田彰秀(長崎大 工学部)

質疑

コアモモやアマモなどのような可撓性を有する藻場を具体的に対象となさっておられるのかについて教え下さい。

回答

特定の種類の海草を対象としているわけではありませんが、現在、沖縄県石垣島吹通川河口前面におけるウミシヨウブが優占する海草藻場を対象と致しまして、藻場周辺における流動、物質（濁質、栄養塩など）輸送に着目した現地観測に関しても行っておりますので、それを当面の応用解析対象として想定しております。

質疑

可撓性模型として採用されておられる模型の大きさ、材質および植生密度は、どのようなお考えに基づいて選択されたのか教えてください。さらに、実物の藻の可撓性を藻場模型に反映する「相似則」についてお考えをご教授下さい。

回答

今回室内実験に用いました藻場模型は、既往の研究（島谷ら（2000））で用いられている材質を用いております。また実際の現地藻場データ（植生密度、可撓性強度など）に基づいて作成したものではありません。相似則に関しましては実験条件が1ケースであることから、詳細な検討はなされておられません。LDVによる藻場内の詳細な計測には限界がありますので、今後、数値実験に基づいて実験条件を増やしていきたいと考えております。

質疑

可撓性模型を用いた実験結果において、水路横断方向の乱流成分も波進行方向の乱流成分と同程度に卓越するのではないかと推測していますが、定量的に比較検討をなされた上で前者（水路横断方向の乱流成分）が後者よりも小さいことをご確認なさっておられるでしょうか？お教え下さい。

回答

水路横断方向の乱流成分（流速）に関しましては計測しておりません。藻場内において生成された局所的な乱れ成分は3次元的であると考えられますが、乱流強度に関しましては今後数値実験を基に確認したいと考えております。

討論者 辻本剛三（神戸高専）

質疑

藻場設置長さとは波長との関係が今回の実験条件では両者がほぼ同程度に近いように見え、そのことにより藻場の両端において鉛直流が生じているのではないのでしょうか。

回答

例えば藻場密度が極端に大きいと、波の反射・散乱が無視できなくなり、藻場設置長さとは波長が同程度であることによる影響が波動場そのものに現れるものと考えられますが、今回の実験では藻場模型植生密度は低く透過性の高い構造物となっておりますので、そのような影響はないものと考えております。

論文番号 70

著者名 川西 澄，本宮和照

論文題目 河川感潮域における乱流と水質の鉛直構造の変動特性

討論者 (株)アルファ水工コンサルタンツ

質疑

調査ポイントを河口から 2.5km と設定されておりますが、現場特性(観測における)による要因が多くをしめているのか、あるいは別の要素があつての設定かをお教えいただきたく思います。

回答

以下の条件により観測地点を決定しました。

広島湾と同程度の塩分(30psu)をもつ水塊が遡上する区間であること。

観測機器を設置するのに適したスペースがあり、干潮時でも河床が露出しない十分な水深を有していること。

論文番号 76

著者名 陸田秀実, 土井康明, 市位嘉崇

論文題目 沿岸海洋モデルによる来島海峡の潮位分布と潮流の3次元構造の解明

討論者 坂井伸一(電力中央研究所)

質疑

水平渦の位置に着目して、鉛直流速の湧昇、沈降を示されていましたが、湧昇の場合は発散(時計回り)、沈降時は収束(反時計回り)といった水平渦の対応が表現されているのでしょうか?

回答

今回の論文で数値解析した範囲内では、そのような傾向が見られる場所とそうでない場所がありましたので、今後さらに検討する必要があると考えられます。また、そのような水平渦と鉛直循環との明確な関連性を見出すには、鉛直方向に対する格子数をさらに多くし、高解像度数値シミュレーションを行う必要があるものと考えます。

討論者 多田彰秀(長崎大学工学部)

質疑

太平洋沖側および関門海峡での境界条件をどのように与えておられるか教えてください。特に、太平洋沖側の境界は、延岡(宮崎県)から潮岬(和歌山県)までの広範囲でありますから、位相差などを考慮して境界条件を与える必要があると考えます。

回答

ご指摘のように豊後水道と紀伊水道において潮位差および位相差がありますので、潮位観測データに基づき、これを考慮した潮位の境界条件を与えております。

質疑

図9に示されている来島海峡での鉛直循環流は、X1-X2断面およびY1-Y2断面とも局所的な水平渦に起因するものと解釈してよいのでしょうか? 前者の鉛直循環流は、海底地形の急変に伴うもので、後者が局所的な水平渦に起因するものではないかと推測します。

図 9 の縦軸が 座標で表示されているために、海底地形の急変等が十分に判断できませんでした。お教え下さい。

回答

今回の数値解析結果では、狭い海峡に点在する島々や複雑な海岸線を考慮したことによって、この海域に出現する局所的な水平渦が初めて再現されたと考えております。したがって、両者ともに、複雑な海岸線によって水平渦が励起され、それによって鉛直循環流が発生するものと考えております。但し、ご指摘の海底地形の急変による鉛直上昇・下降流の影響も考えられますので、今後、さらなる検討が必要と考えております。

討論者 佐藤慶太（東京理科大学）

質疑

本モデルと POM, Delft3D の比較で、Delft3D モデルの結果だけが大きく異なる理由？

回答

今回の計算は、3者の海洋モデルにおいて諸条件（格子数、時間刻みなど）をすべて統一しております。著者らもこの理由についてはかなり検討してみましたが、現段階では明らかではありません。他のモデルと合う場所もあれば、そうでない場所もありますので、Delft3D モデルに内在する何らかの特性ではないかと考えております。もしくは、移流項の解き方が異なることが原因ではないかと考えております。

質疑

大領域と小領域の計算格子幅比が 10 : 1 であるが、それによる計算誤差の検討について

回答

格子幅比については検討を行い、本モデルに限っては 10 : 1 であっても数値エラーや発散が発生することなく計算ステップを進めることが出来ました。但し、これ以上の格子幅比については、ご指摘のような問題があることは確認しております。

また、音響トモグラフィによる現地観測データが存在するので、今後、数値計算の精度検証を行っていく予定です。

論文番号 82

著者名 田中昌宏，稲垣 聡，山木克則

論文題目 有明海の潮汐及び三次元流動シミュレーション

討論者 中川康之（港湾空港技術研究所）

質疑

湾奥部極浅海域においても表層と底層の残差流パターンの違いが見られる（論文集中，図 - 7 の夏季の結果）が、冬季についてはどうか？

回答

下図に冬季の底層の計算結果を示します。冬季においては河川流量が少ないため密度成層がほとんど無く、筑後川河口域を除いて表層と底層はほぼ同じパターンとなっています。ただし、河川の出水時には、夏季と同様なパターンも見られるものと考えられます。

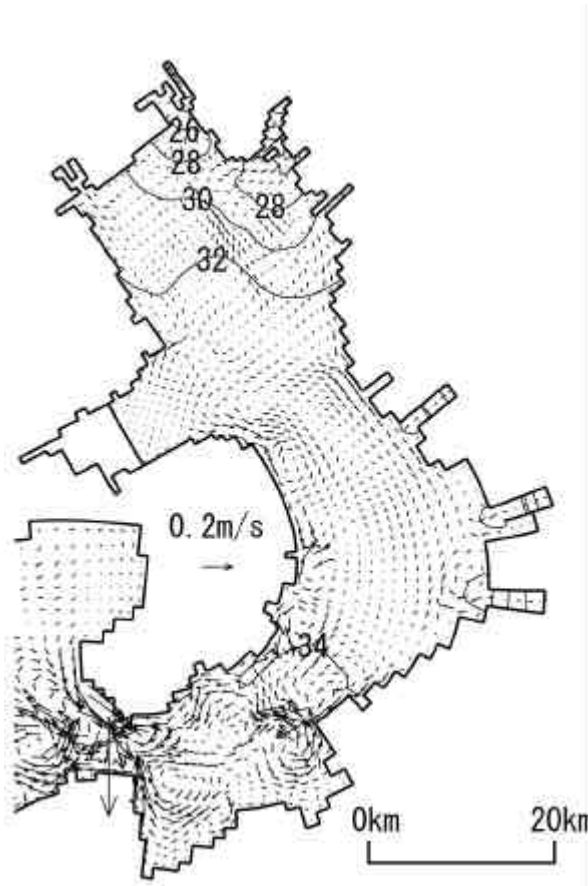


図 冬季の残差流及び塩分の水平分布 (Run3 底層)

論文番号 83

著者名 二瓶泰雄, 山崎裕介, 西村 司, 灘岡和夫

論文題目 浅水流場を対象とした三次元数値モデルの近似手法に関する検討

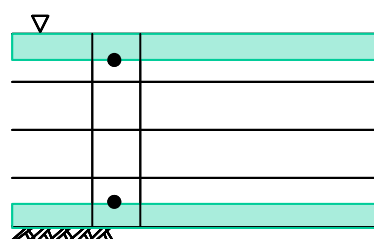
座標系と静水圧近似に着目して

討論者 安達貴浩 (九州大学)

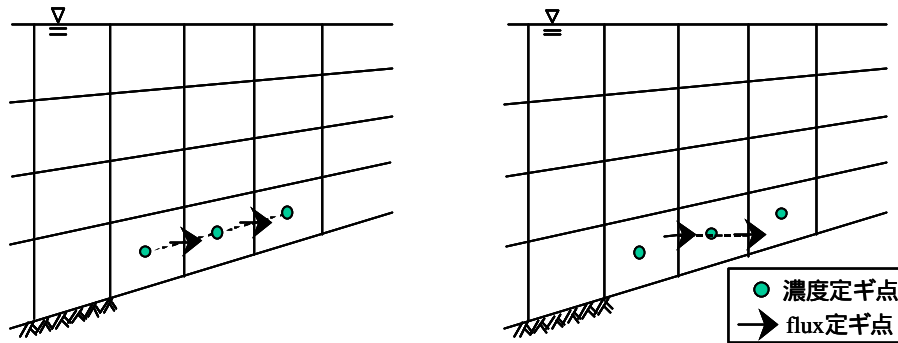
質疑

水表面セルと Bottom に接するセルでの濃度や圧力の補外方法を教えてください。

(図中の斜線部分)



水平拡散項を計算する際の flux テイギ点を教えて下さい。(or ?)



回答

水表面・海底面における密度値の境界条件に関して、鉛直方向密度勾配値を零としています。

本研究では、Flux 定義点を上図 のように採用しています。

討論者 田中昌宏(鹿島・技研)

質疑

非静水圧モデルには、他に Casulli & Stelling などがあるが、本手法との比較を詳しく教えて頂きたい。

回答

本手法と Casulli&Stelling (1998) の非静水圧モデルの主な共通点としては、圧力を静水圧成分と運動圧成分に分けていること、部分段階法を採用している、という二点です。一方、両モデルの相違点としては、座標系、mode-split 法の採用が挙げられます。

論文番号 84

著者名 二瓶泰雄, 佐藤慶太, 青木康哲, 西村 司, 瀬岡和夫

論文題目 ネスティング計算法を用いた吹通川マングローブ水域における高解像度流動シミュレーション

討論者 多田彰秀(長崎大学工学部)

質疑

この研究のように、Grid1(格子幅 4.0m)、Grid2(格子幅 1.0m)、および Grid3(格子幅 0.25m)を用いた高解像度流動シミュレーションを実施する場合、それぞれの格子幅に対応した地盤高さの高分解能データが必要不可欠であり、それらの有無は計算結果の精度や信頼性に大きく影響を及ぼすものと思われます。「地盤高さの高分解能データ」を得る方法としては、現状、格子幅 100m~200m 程度の空間スケールで直接測量して得られた地盤高さのデータから内挿計算で Grid1、Grid2 および Grid3 に対応した格子の地盤高さを算出する方法しかないのでしょうか?この点についてお考えをお聞かせください。

回答

本研究における計算領域の地形データは、主に参考文献(肥後ら, 1993)を参照して作

成しておりますが、そこでの地形データを作成している手順は不明です。ご指摘のとおり、ネスティング計算を実施していく上では、高解像度の地形データが必要となることは十分認識しておりましたので、今年度、現地観測を実施して、当該水域の一部において creek 内では 0.5～1.0m 間隔、swamp では 20～30m 間隔の地盤高さデータを既に取得しました。その結果を用いて、再度流動シミュレーションを実施する予定です。

質疑

図 - 4 の流速ベクトルに着目すると、冠水直後および干出直前の流向が観測値と計算値とでは大きな相違が認められます。これらは、如何なる原因によるものとお考えでしょうか？お教えてください。

回答

冠水直後及び冠出直前の流速値は、swamp 内における潮汐波の進行パターンと密接に関係していると思います。この潮汐波の進入過程は地盤高さの影響を多大に受けますので、上記の質問でも回答している通り、別途計測された地盤高さデータを用いて再計算を行い、計算結果について検討する予定です。

論文番号 86

著者名 高地 潤，佐藤慎司，灘岡和夫

論文題目 前傾化した波と流れによるシートフロー漂砂量

討論者 福嶋祐介(長岡技科大・環境・建設系)

質疑

斜面勾配を下る方向への重力の作用は考慮する必要はありませんか。波が非対称であっても斜面上では砂の輸送は一方であるので、この点を十分に考慮した考察が必要と思います。波の非対称性はこの効果をさらに強調するものと考えます。

河川においては 1/100 程度の勾配は急勾配です。海岸と河川ではこれらの点に関する認識は違うと思われるので、この観点からの考察も必要と思われる。

回答

緩勾配海岸においては、砂移動に及ぼす斜面勾配の影響は波の変形の結果生じる振動流の水粒子運動の非対称性を介して現れます。このような条件では斜面勾配の影響は二次的なものと考えます。また、河川と海岸では砂移動のメカニズムが全く異なるので、勾配の絶対値をそのまま比較することはできないと思います。

討論者：山下隆男(京大・防災研)

質疑

もどり流れの強度の与え方を波浪条件、海底勾配との関係でお教えてください。

図-12, 13 の漂砂量の推定値で Dibajnia et al.(2001)との差が大きいが何故ですか?(漂砂量の正負が逆、変化の傾向が全く異なる)

回答

本研究は、前傾化した波と戻り流れが重畳した条件での漂砂のメカニズムと漂砂量モデルの構築を目指したものであるため、前傾度と戻り流れの流速値を現実に発生し得る広い範囲の条件で変化させて実験を実施しました。戻り流れの強度については、さまざまな形で提案されている別研究による水理モデルを用いて評価するのが適当であると思います。

図-12.13 の Dibajnia et al.(2001)が実験と解離しているのは、前傾度の影響が過小評価であるためです。本研究で構築したモデルでは実験の傾向を良く表せています。

論文番号 87

著者名 宇野喜之，岡安章夫，小林智尚，島谷 学

論文題目 C T型濁度計による砕波帯内底質巻き上げに関する実験的研究

訂正

434ページ2段目1行目に訂正箇所があり、「長波近似を用いて、として求めた。」を「長波近似を用いて、 $u = \frac{H}{2} \sqrt{\frac{g}{h}}$ として求めた。」が正しい。

討論者 福島祐介（長岡技術科学大学 環境・建設系）

質疑

C T型濁度計によって粒子の粒径，形状を測定することができるのか。特に粒子の濃度分布の解析では粒径あるいは粒子の沈降速度の値が必須であるという観点から極めて強い興味がある。

回答

本研究で用いたCT型濁度計は従来の透過型光学式濁度計と同様に、砂粒子の粒径および形状を測定することはできません。実験では、底質巻き上げの平面分布についてその基本特性を知るために、粒径のほぼ均一な砂を使用しました。

論文番号 88

著者名 加藤 茂，山下隆男，Abbas Yeganeh-Bakhtiary

論文題目 レーザー濃度計・ADCP によるストーム時，砕波帯内での浮遊砂濃度・平均粒径計測と沖方向浮遊砂量の推算

討論者 服部昌太郎（(株)エコー）

質疑

荒天時での砕波帯内底質巻き上げの、興味深い現地実験結果を読ませていただきました。以下に小生の理解不足を顧みずにお尋ね致します。

混入気泡によって、レーザー濃度計に出力低減がありましたか。

Hay & Shen(1992), Hanes(1988)は、海底面上1 m以下の時間平均濃度分布が指数分布であることを報告しています。本研究では、海底面上1 m以上の測定しかされていませんので、指数分布としても問題ないと思いますが。

海面からの気泡連行に関しては、測定方法が違いますが H. Medwin が J.G.R.(In-situ acoustic measurements of microbubbles at sea, 82, 971-976, 1977)に論文を発表しています。ご参考までに。

回答

今回使用した濃度計はレーザー光の透過率も計測しており、気泡が混入していると考えられる表層での計測時には透過率の低下を確認しております。しかし、レーザー光の出力自体はデータが得られませんので、出力の低減についてはわかりません。

浮遊砂濃度の鉛直分布については、観測データに基づいた係数のチューニングを行えば指数分布と仮定することも可能であると思います。

でご紹介いただいた論文と合わせて、今後の研究に参考とさせていただきます。

討論者 後藤仁志(京都大学)

質疑

Rouse 型の濃度分布は固液混相を対象としている分布型のはずですが、特に水面付近では固液気 3 相の混相状態が生じていると考えられます。この状態で固液 2 相を対象とした Rouse 分布で固相と気相を分離することの妥当性についてお考えをお聞かせ下さい。(微細な浮遊砂を過小評価することへの懸念はないでしょうか?)

回答

気泡が混入することにより、微細な砂粒子の浮遊状態も変化することが考えられますので、気泡の影響が考慮されていない Rouse 分布を用いて、浮遊砂と気泡を正確に分離するには限界があると思います。今回は、波・流れ・浮遊砂の計測結果を用いて比較的簡便な(実務で利用可能な)方法で浮遊砂量を推定することを考慮して、Rouse 分布を使用しました。より正確な分離・推定を行うには、ご指摘のように固液気 3 相の相互作用を考慮した解析が必要だと思えます。

討論者 福嶋祐介(長岡技術科学大学 環境建設系)

質疑

この測定計で底面付近の濃度を測ることが可能か?

開水路の一方向流の濃度分布式であるラウス分布を砕波帯内の浮遊砂分布に適用することの根拠についていかがか?

回答

砕波帯内での計測方法(計測器の固定方法)と計測器の測定許容範囲(対象とする濃度および粒径)に問題がなければ、底面付近での計測は可能です。

今回の計測は、砕波帯内での戻り流れによる浮遊砂を計測しており、各計測点における流れおよび浮遊砂の 5 分間平均値を用いているため、対象としている時間スケール的には一方向流れに類似した流れの状況であり、Rouse 分布式を用いてもそれほど支障はないものと考えております。しかし、底質に作用するせん断応力の方向が波浪(岸向き)と戻り流れ(沖向き)で異なることは、開水路一方向流れとの大きな違いであり、検討しな

ればならない点だと思います。

論文番号 89

著者名 鈴木崇之, 岡安章夫, Daniel T. Cox, 片山裕之, 森 信人, 敦賀 仁

論文題目 現地砕波における底質巻き上げの間欠性と流体運動との関係

訂正

p443, 表 - 2 (a), (b)中での列の名称

誤: 「測定点; 加速度 > 5.0, 流速 > 0.85; 加速度 > 5.0, 流速 > 0.85; 加速度 > 5.0, 流速 > 0.85; 加速度 > 5.0, 流速 > 0.85; 計」

正: 「測定点; 加速度 > 5.0, 流速 > 0.85; 加速度 > 5.0, 流速 < 0.85; 加速度 < 5.0, 流速 > 0.85; 加速度 < 5.0, 流速 < 0.85; 計」

p443, 表 - 3 の測定点 S2, Take2 における平均値濃度

誤: 「1.02」

正: 「1.20」

p444, 左 3-4 行目

誤: 「0.5 秒間の濃度変化の傾きが $2 C_{ave}$ (1 時間平均濃度の 2 倍) [ppt/s] 以上」

正: 「0.5 秒間の平均濃度変化率が $4 C_{ave}$ [ppt/s] 以上」

討論者 福嶋祐介 (長岡技術科学大学 環境・建設系)

質疑

浮遊イベントの検出に流速値と流速加速度を用いているが, 粒子径, 沈降速度等も用いた無次元パラメータを用いる必要があるのではないか. Akiyama and Fukushima(1985) が用いたパラメータは次である.

$$Z = \left(\frac{u_*}{w_s} \right) \sqrt{\frac{(e_s / e - 1) D g D_s}{n}}$$

回答

本研究では, 流体運動から底質の巻き上げを判断する際の流速として, シートフロー限界シールズ数から得られるものを用いています. 従いまして, 流速については粒子径の影響は考慮されていると考えています. 一方, 流体加速度については 5.0 m/s^2 を基準値としましたが, これについては物理的に根拠のある数値とはなっておりません. 流速計の特性・限界の問題もあり, 正確な加速度を得ることは困難であり, このことも合わせ考えて, 本研究 (茨城県波崎海岸, 底質平均粒径 0.2 mm) にのみ適用可能な値として用いています. また, 選択されたイベントは巻き上げが過剰に起こっている非定常状態を考えておりますので, 粒子の沈降についてはそもそも考慮していません. 加速度につきましてはご指摘の通り無次元パラメータが必要であると思いますので, 今後検討してゆきたいと考えております.

討論者 渡辺晃（東京大学 社会基盤工学専攻）

質疑

浮遊砂濃度データに基づくイベントの定義として、 C が C_{ave+} 以上で、かつその値に至るまでの 0.5 秒間の C の変化の傾きが $2 C_{ave}$ と記述し、発表時には「 $dC/dt > 2C_{ave}$ 」なる式を示された。これらはそれぞれ「 C の変化量」および「 $C > 2C_{ave}$ 」と表記されるべきものであると思うがそれでよいのか。また、上記の値を用いた理由を説明してほしい。

回答

ご指摘の通りです。変化率については、発表時のスライドに $dt = 0.5s$ と明示せずに提示してしまい、不適切な発表となってしまいました。従いまして、本文中の記述は「その値に至るまでの 0.5 秒間の平均濃度変化率が $4 C_{ave}$ [ppt/s] 以上のイベント」となります。

この数値を選定した理由については、まず、浮遊砂濃度変化のみからのイベントの選定が非常に困難だということがあります。そこで、底質巻き上げイベントが確実に選定対象に含まれるように、比較的小さな閾値を用いますが、具体的な閾値の物理的根拠はありません。傾きについては、他測点での観測データも調べ、流速や平面的浮遊砂濃度の分布などからおおよそ巻き上げであろうと判断できるイベントを集め、それらから傾きを決定しました。下限濃度について C_{ave+} としたのは、ある程度濃度が上昇したものでないと巻き上げにならないと判断し設定しました。

討論者 服部昌太郎（㈱エコー 顧問）

質疑

砕波下の流体運動場と浮遊砂巻き上げイベントについて、現地観測を行われたことに敬意を表します。

巻き上げイベントの発生地点の検出に、水面・流速変動の時間平均 phasor diagram と浮遊砂濃度ピーク、また隣接する地点間の濃度変動データのピークのずれなどを用いることにより、定量的な判定が可能になると考えますが、如何でしょうか。

C2 地点での鉛直方向の OBS データから、浮遊砂濃度に巻き上げと鉛直方向流速(水面変動位相)間に、相関が見られましたか。

OBS の検定はどのようになされましたか。

回答

まず、本研究が合同現地観測 HORS99 の一環として、関係各位の協力の下行われたことを再度記しておきたいと思います。詳しくは本文中の謝辞をご覧ください。

「水面・流速変動の時間平均 phasor diagram と浮遊砂濃度ピーク」ですが、まず、浮遊砂濃度のピークが巻き上げなのか移流なのかを判断した後、イベントの位相関係を論じる必要があると考えています。また、「隣接する地点間の濃度変動データのピークのずれ」での検出についてですが、今回は特に一計測点での流速・濃度変化のみから巻き上げイベントを抽出することに主眼を起きました。対象とする地点の周囲の濃度変化からのイベント抽出については、前報（岡安ら，2000，海講）もご参照ください。いずれにせよ、対象

の地点で巻き上がるイベントを捕らえられる確率は低く、定量的な把握には至っておりません。今後のさらなる検討が必要だと考えています。

ご指摘の件につきましては、十分な解析を行っておりません。波動成分の鉛直流速との位相関係はあまりないと思いますが、大規模渦や乱れによる鉛直流速とはある程度相関があるように思えます。今後検討していきたいと考えております。

現地（茨城県波崎海岸）の海水と砂を用いて行いました。バケツ（10 リットル）に 0g から 160g（16ppt）まで 10g ずつ砂を入れ、攪拌しながら OBS の出力を記録し、検定（校正）を行いました。

論文番号 90

著者名 衛藤俊彦，福嶋祐介

論文題目 乱流モデルによる非定常泥水流の流動解析

討論者 柴山知也（横浜国立大学）

質疑

本モデルは密度と分子粘性逸散率を大きく設定すれば、含水比 200%程度の高濃度（高密度）の fluid mud にも適用可能ですか？

回答

本モデルで用いている質量保存式，粒子の輸送を表す乱流拡散方程式及びその他の式では、粒子の濃度が低濃度であることが仮定されている。従って、本モデルで適用可能な粒子の体積濃度は 5%程度が上限であると考えている。

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

数値計算において泥水混入の影響は k 方程式の最後から 2 項にのみで考慮されているのか？

回答

濃度は乱流拡散方程式を除けば、陽には k 方程式の最後から 2 項のみに含まれている。しかし、土砂の体積濃度 c と混合流体の密度 r は実際に以下のような関係にある。

$$r = r_a(1 - c) + r_s c$$

ここで、 r_a は淡水の密度， r_s は土砂粒子の密度である。したがって、基礎方程式（衛藤・福嶋，2002）に表れる密度 r を含む項すべてが土砂の体積濃度の影響を受けることになる。

論文番号 91

著者名 柴山知也，Nguyen The Duy

論文題目 碎波帯内乱流モデルの波打ち帯（Swash Zone）への拡張

討論者 福嶋祐介（長岡技術科学大学・環境・建設系）

質疑

底面付近で モデルあるいは - モデルを用い、上方では渦動粘性係数一定モデルを用いた理由は何か。逆に言えば全領域で モデルあるいは - モデルを用いなかったのはどのような理由か。

回答

底面近傍の乱流は底面の摩擦に起因しており、一方上方からの乱れは砕波に起因しています。上方では波が砕けることにより組織的な渦が形成され、組織渦が崩壊することによって乱流場が形成されます。本計算では底面の摩擦に起因する乱流場に モデルあるいは - モデルを適用したもので、砕波に起因する乱流については組織渦の生成、分解過程を含めて、今後の課題とします。

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

Swash Zone を解析するために導入した薄層流についても波の場と同様にレイノルズ方程式、 - 式で解いているのか。

回答

波打ち帯に於いては底面近傍に仮想の水層を仮定するために、底面近傍の議論をすることができません。そこで本計算ではレイノルズ方程式に渦動粘性係数法を用いた計算のみを行っています。

論文番号 92

著者名 Md. Azharul Hoque, 浅野敏之

論文題目 浸透、滲出を考慮した波打ち帯の波動場と漂砂に関する数値解析

討論者 後藤仁士（京都大学）

質疑

滲出流の漂砂量への影響は、移動限界に対するものと、移動中の特性（移動速度など）に対するものがあると考えます。今回のモデルでは前者が中心に取り扱われていると存じますが、いかがでしょうか。

回答

浸透流・滲出流は、まず移動限界に影響を与え、瞬時底面せん断力と移動限界せん断力の差で記述される移動可能粒子個数、砂粒子の移動速度に2次的に影響を与えるとモデル化しております。その間の記述は浅野・米永(2000)海講47巻 513 ページを参照してください。

論文番号 93

著者名 吉田英治, 荒木進歩, 出口一郎, 池田智大

論文題目 混合砂礫海岸における底質の分級と断面変形

討論者 加藤史訓（国土技術政策総合研究所）

質疑

現地の状況について以下の2点を教えてください。

9～12月の最大波高

設定した測線は、構造物などによる沿岸漂砂（遮断）の影響を受けていないかどうか。言い換えると、断面2次元実験との比較が可能と考えられる所に、測線が設定されているかどうか。

回答

2001年9月1日から12月22日までの最大波高ですが、11月6日の10時に有義波高2.72mを記録しました。

今回設定した3測線の間隔は約20mあり、各測線の変形の様子に大きな相違は見られませんでした。したがって、測定区間内での沿岸漂砂の影響は確認できませんでした。そこで岸沖漂砂による影響のみを考え、断面2次元実験との比較に至りました。しかし、測定した砂浜は南北に約1キロに渡り、両側に護岸が存在する地形です。海岸全体の土砂収支で見た場合、今回の北側護岸部分から約50mの測線1から約90m地点に取った測線3では砂浜部の沿岸漂砂が無かった、と言い切る事はできないと考えられます。そこで今後は1970年以降に定期的に撮影された航空写真及び、今までの3本の測線に加えて、南側護岸付近で3本、約1キロの砂浜の真中部分で3本測線を加えた実測を行うことにより、砂浜全体での水深変化、粒度分布変化より沿岸漂砂の影響をとらえる予定です。

討論者 服部昌太郎（株式会社エコー）

質疑

海底地形形状測定から判定される底質の移動限界水深および平均海底勾配と、荒天時の入射波データとの関係を検討されておりましたら、お教えてください。

回答

移動限界水深と平均勾配については観測日のデータしかないので、荒天時の入射波データとの関係については把握しておりません。但し、細砂・礫の移動限界水深は9月6日と12月22日を比較した所、ともに沖側へ移動しました。平均海底勾配については、各観測日において測定した海底形状から平均勾配を計算したところ、変化は0.01以下であり、変化は無かった、と考えました。

論文番号 94

著者名 池野正明，清水隆夫，小林英次

論文題目 粒径別浮遊・掃流漂砂モデルを用いた混合粒径砂大型岸沖海浜変形実験の再現

討論者 後藤仁志（京都大学助教授）

質疑

粒径階間相互作用パラメータ r_1 は d_i/d_m 以外にどのようなファクターに依存しているのでしょうか。

回答

このようなマクロなモデルへの粒径間相互作用効果の具体的な反映方法の1つとして、 d_i/d_m を尺度とした取り込み方を検討しました。実際には、混合層内が同じ平均粒径 d_m であっても、粗砂間の隙間への細砂の入り込み状況、粗砂と細砂の位置関係、空隙状況等の違いにより粒径間相互作用効果に違いが生じる可能性があります。DEM モデルでは、これらを物理的、幾何学的に直接反映できませんが、このようなマクロモデルに具体的にどのようなように反映させることができるかは今後の課題と考えています。

質疑

このモデルでは、浮遊砂の基準点濃度の評価にアーミングがどのようなプロセスで影響を与えることになるのでしょうか。

回答

このモデルでは、浮遊砂の基準点濃度、言い換えますと‘巻上げ供給量’の増減にアーミングは深く係わっています。すなわち、海底表層に粗砂が堆積し、混合層内の粗粒化が進むと（アーミングが進むと）、混合層内の平均粒径 d_m が大きくなり、粒径 d_i の細砂に注目すると、 d_i/d_m の値がさらに小さくなり、粒径間相互作用パラメター r_1 の値がさらに小さくなって、より巻き上がりにくくなっていきます。同時に、細砂の掃流砂量も小さくなっていきます。さらに、アーミング以外に、海底砂の混合率（粒度分布）が空間的に変化していくことにより、粒径 d_i の砂の海底供給源自体（母集団）の変化とあいまって、時空間的に漂砂量が変化していきます。

討論者 出口一郎（大阪大学教授）

質疑

本論文では、堆積性波浪 CASE1 によって形成されたバームは、侵食性波浪 CASE2 の入射によっても‘アーマーコート’の形成により変形を受けない結果となっているが、我々の現地観測や実験では、粗粒径の底質で形成されているバームが粗粒径のまま侵食されて消失する結果が見られた。この差異はどのように解釈すればよいのでしょうか。

回答

本論文中の侵食性波浪 CASE2 の入射（沖波）波高は 1m であり、この波ではバームの表層を覆った粗砂の移動限界に達していなかったこと、さらに粗砂のアーミングにより内部の細砂の流出が抑えられたことの複合作用によるものと思います。さらに大きな波高の侵食性波浪を作用させれば、上記の現地観測や実験と同様に粗粒化したバーム自体も侵食されると思います。

討論者 渡辺 晃（東京大学教授）

質疑

‘河川流だけでなく波動下でもアーミング現象が生じることに関するコメント’

波動（振動流）作用下でもアーミングは短時間で発生する。より厳密には、異粒径間相互作用による sheltering/exposure 効果の結果として、細砂はより動きにくく、粗砂はよ

り移動しやすくなる．これは，移動限界もさることながら，各粒径成分の砂の移動量に顕著に現れる．

引用文献（田中ら，2000b；2001）に比べて，浮遊砂を取り込んだより複雑な漂砂量式を用いているが，計算結果は必ずしも改善されていない．この点についてご意見を伺いたい．

回答

まず，引用させて頂いた田中ら（2000b：海岸工学論文集第47巻，pp.591-595）に掲載されている図-4および図-5（p.594）を拝見しますと，侵食性波浪 CASE2 に対する細砂の漂砂量の計算値が実験値より小さくなっており，沖向き漂砂量が過小評価となっています．田中ら（2000b）は，この場合の実測における細砂の沖向き漂砂量のほとんどが砕波による巻上げにより生じた浮遊砂であるため，シートフロー漂砂量式による評価が過小になったのではないかと推察しています．これに対し，本論文の図-7の右図（p.469）では，細砂漂砂量の計算値は，ピークが若干ずれるものの，実測と同程度の沖向き漂砂量が生じています．この点では，浮遊砂を取り入れたことによる改善効果がある程度現れているものと考えています．また，CASE1の細砂漂砂量に対して，同様のことが田中ら(2000b)の図-3（p.593）と本論文の図-7の左図（p.469）とから言えると思います．

しかし，残念ながら，漂砂量がある程度再現できたとしても，現段階では，地形変化や混合率の再現性向上に必ずしも直結していません．特に，CASE2により生じる鋭く突き出たバーの形成具合やバー内部の分級をうまく再現できていません．さらに，何らかのモデル化を取り込む必要があると考えています．

論文番号 95

著者名 後藤仁志，原田英治，酒井哲郎

論文題目 3次元数値移動床によるシートフロー層の鉛直分級過程の数値解析

討論者 伊藤一教（大成建設技術センター）

質疑

粒径の異なる個別要素法の場合，減衰係数をどのように設定しているのでしょうか．反発係数を一定にすることは困難だと思います．また，臨界減衰状態が発生し，粒径によっては動きにくい粒が発生するのではないのでしょうか．こういった個別要素法特有の問題が，分級現象に影響を及ぼしている可能性はないのでしょうか．

回答

モデル定数の設定は，最大粒径に対して均一径の場合と同様の方法（後藤仁志・原田英治・酒井哲郎：個別要素法に基づく移動床シミュレーターのモデル定数の最適化，土木学会論文集，第691号/II-57，pp.159-164，2001.）を用いて基準値を求め，全粒径階に同じ定数を用いて計算を実行し，一方向流下で流砂量の既往の実験結果との対応が良好に取れるように定数を調整しています．したがって，ここで対象とした程度の粒径のレンジであれ

ば、少なくとも粒径階別流砂量（漂砂量）のレベルでは、実現象と大きく矛盾するような危惧はないということになります。よって、平均的な分級特性の再現性については、ほぼ問題ないと考えていますが、個々の粒子間干渉の表現が完全に実現象を再現している保証はありません。この種のディテールの計測を行って直接的な比較を進めることは今後の課題です。

討論者 池野正明（電力中央研究所）

質疑

この手法を用いて、砂の巻き上げや浮遊を表現するためには、どのようにすればよいのでしょうか？

回答

原理的には、現状のモデルで砂の挙動に関しては、浮遊も表現可能です。ただし、浮遊の駆動力の表現には改良（詳細化）が必要であると思います。具体的には、流れ（特に組織乱流構造）の解を如何に上手く求めるかが駆動力評価の鍵になるのではと考えます。

粒子のモデルとして課題があるとすれば、取り扱える粒子数の制限でしょう。現時点では、パソコン（例えば、Pentium4/2.0GHz/1GB-RAM/程度）で10万程度の粒子しか扱えませんので、砕波帯を広範囲にカバーする直接計算は困難ですが、局所的な浮遊状態を議論するのであれば不可能ではありません。

論文番号 96

著者名 熊田貴之，小林昭男，宇多高明，芹沢真澄，星上幸良，増田光一

論文題目 混合粒径砂の分級過程を考慮した海浜変形モデルの開発

訂正

図-11の実測値（1987年）の汀線変化量は誤りで、正しくは実測値（1998年）である。図-12のX軸の単位が（mm）となっているが、正しくは（m）である。

討論者 田中 仁（東北大学）

質疑

漂砂量式中の粒径別移動限界式が選択輸送を支配している。その様な Threshold が式に入っていない様であるが、どう考えるか？

回答

過去に各粒径と波の関係に基づいた漂砂の移動限界水深についての多くの公式が提案されている（例えば佐藤・田中など）。従って、厳密には波浪条件に合わせて、粒径毎に限界水深は異なる。この式によると波浪条件は時々刻々と変化することから移動限界水深も時々刻々と変動することを意味する。現在のモデルは、数年以上と比較的長い期間を通じて起こる沿岸漂砂による海浜変形を対象としているため、まず時間的な波高の変動は無視し長期間全体に対する代表波高を与えることとしている。また、深さ方向の各水深の砂粒子に着目するのではなく、深さ方向全体を集合体として扱うことを基本としており、その

平均的な地形変化，粒径変化を計算対象としている．即ち，地形変化は一様勾配斜面の断面形が岸沖方向に平行移動すること，粒径変化も水深方向に均一であるものと仮定した単純なモデルである．このため移動限界水深も粒径によって変化せず一定値として単純化した．ここでの限界水深は，現地の海浜縦断形の経年変化から直接算出する手法を採用した．当研究では粒径毎の沿岸漂砂の違いが海岸線の粒径分布を支配していると考え，上記のように扱った．今回は，御指摘の Threshold までは考慮できなかったが計算精度向上のため今後の検討課題としたい．とくに岸沖方向の粒径変化，断面変化まで含めてモデル化するのであれば Threshold も考慮すべきと考えている．

討論者 池野正明（電力中央研究所）

質疑

粗砂のアーミング効果が今回のモデルには入っていないが，それでも現地データを説明できたということは，現地データにアーミング効果が顕著に現れていないということか？

回答

現地においては，沿岸漂砂により粒径分級が起こり，侵食域では粗粒化し堆積域では細粒化している．本モデルは，こうした基本的現象を線形問題として取り扱った．非線形現象（異粒径間のアーミング効果やかみ合わせ効果）は確かにあるが，この現象が線形現象を逆転させることは現地調査からないと考える．従って，本モデルでは特に考慮しなかった．しかし，このアーミング効果は従来の実験・調査結果から簡単に漂砂量式に組み込むことができると考える．

討論者 鈴木崇之（横浜国立大学大学院）

質疑

表-1 の計算諸元において，現地海岸では細粒分は 0.25mm が多くなっているが，仮想海岸で細粒分を 0.1mm としている理由はあるのか？

回答

仮想海岸では，顕著に粒径分級を再現したかったために，0.1mm と 1.0mm の 10 倍違う粒径を使用した．0.1mm の選定理由は，細粒砂を使用したかっただけであり，特に理由はない．

論文番号 97

著者名 熊田貴之，小林昭男，宇多高明，芹沢真澄，三波俊郎，増田光一

論文題目 河口デルタの汀線・粒径変化の予測モデル - 沿岸漂砂による分級作用の再現 -

討論者 後藤仁志（京都大学）

質疑

河川で「有効粒径集団」が論じられている空間スケールと比較すると，かなり局所的な領域を対象として「有効粒径集団」の考え方を適用しようとする事の妥当性について教

えてほしい。

回答

厳密な意味でこの概念の適用の妥当性についてはここでは述べていない。この原理は河川では重力加速度で粒径毎に移動できる距離が異なり、堆積する場所は粒径毎の安息勾配で決定する。河口デルタにおいても、波エネルギーフラックスで粒径毎に移動できる距離が異なり、堆積する場所は粒径毎に異なり、沿岸方向の汀線勾配に依存する。従って、規模は異なるが原理としては同じであると考え、こうした概念を河口デルタにおいても適用した。

論文番号 100

著者名 芹沢真澄，宇多高明，三波俊郎，古池 鋼，熊田貴之

論文題目 海浜縦断形の安定化機構を組み込んだ等深線変化モデル

訂正

図-1 の海浜断面形の安定化機構の概念図中の (a)安定，(b)平衡勾配との記述はミスであり，正しくは(a) 平衡勾配，(b)急勾配である。

式(15)の右辺の2階微分項の記述にミスがあり， X でなく正しくは Z についての微分である。

討論者 山口 洋（若築建設 技術研究所）

質疑

平衡勾配 $\tan \alpha$ は，実際に現地で適用する場合には，現地の測量結果を用いるのか？

準3次元的海浜変形モデルであるが，年間の平衡地形など長期的海浜変形に対して適用可能なモデルという認識でよいか？

回答

その通りである。ただし平衡勾配の定義より，構造物などを施工する前の自然状態の測量結果を使う必要がある。また測量結果には季節変動などの短期モードが必ずのっているので，そのまま忠実に使うと，予測結果にその誤差が混入する。実務では，対象地の海浜変形の実態と特性を現地踏査，過去の空中写真等によってよく調べた上で，深淺図を平滑化するなどして単純化したモデル地形で与える方がよいと考える。その場合，モデル地形の各点の勾配を平衡勾配とすればよい。

その通りである。季節変化や暴浪時等の短期変動でなく，1ラインモデルと同様の，数年以上の長期的な海浜変形を対象としている。

論文番号 102

著者名 田中規夫，渡辺 肇，谷本勝利，小松原肇

論文題目 海浜植生コウボウムギの生長および平面拡大解析

討論者 日野幹雄（中央大学総合政策）

質疑

「栗山氏の質問について」

コウボウムギが砂地全面を覆わないのは、基礎的に葉茎部と根茎部の占有面積が入っていないためであろう。これに関して2点を補足説明したい。

- a) 酒井敏樹(著)「植物のかたちはどうきまるか」(京大出版, 2002)には進化戦略的に植物の形がどう決まるかを極めて簡単な形で説明している。
- b) シベリヤやカナダの低木林では、木の根は水平に長く四方に張り、立木の密度は粗である。これは、根が下方に伸びえない(凍土層のため)からである。

回答

支配方程式はコウボウムギが成熟した時の株の大きさ(20cm×20cm)を基本単位として、その単位面積内での光合成、呼吸、枯死などのエネルギー収支をとくもので、横走地下茎による拡大はメッシュ間の収支を考慮したものである。植物がメッシュすべてをカバーしないのは、横走地下茎は親株から離れたところに出るため、その出る場所そのものを光合成物質の転流量で計算している。この2つの効果によりコウボウムギが繁茂する面積を算出している。現在はカバー率で計算しているが飛砂現象と関連付けるために葉面積密度を算出するなどの改良を加える予定である。

「植物のかたち—その適応的意義を探る(酒井聡樹著:京大出版 2002)」は数理生態モデルにより、日射などの資源量に対し植物がどのような形態をとるについて解説した著である。しかし、本研究の目的である植物(コウボウムギ)が移植後に砂面をカバーする量が、数年後にどのような値になるのかといった点を表現することはできない。本研究は、親株から離れたところに出現する横走地下茎による拡大のメカニズムを考慮しており、手法的な違いはあるものの、コウボウムギの生態学的特長を盛り込んだものとなっており、生態的知見が充実すればさらにモデルの精度向上をはかれる形となっている。

討論者 武若 聡(筑波大学)

質疑

研究で紹介頂いたコウボウムギの生長モデルが適用可能な条件を教えてください。(適用可能な条件:例えば、砂層塩分、P、Nなどの濃度、砂の運動の有無など。)

回答

モデルを他の地点に適用できるものにするためには、検証地点における知見をまったく含まないものにする必要がある。今回提案したコウボウムギモデルは、既往の知見を多く盛り込んであるものの、器官間の転流に関しては現地データをもとにキャリブレーションをしており、一般化モデルということは現時点ではできない。これは、既往の研究において各器官のバイオマスの季節変化を観測しているものがなかったためである。今後、他の地点による検証を行うことで一般化モデルへと拡張していきたい。水分や栄養条件(P、N)が異なった場合の影響は重要な点であるが、海浜の先端側の植生であるコウボウムギは、施肥実験などにより他の陸側の植生に比べると栄養状態による感度が低いことが示されて

いる．また，水分に関しては根がスポンジのような役割を果たし，砂の表面が焼け付くような状態であっても根の空間には多量の水分を保持している．砂の堆積は現在のモデルには含んでいない．砂の堆積とコウボウムギの生長は相互作用系であるため，今回のモデルを発展させる必要がある．

論文番号 104

著者名 井上かおり，田中 仁，泉 典洋

論文題目 野蒜海岸を中心とする石巻湾西部沿岸の長期土砂移動量の評価

討論者 西村仁嗣（筑波大学 機能工学系）

質疑

対象海岸東側のヘッドランドの配置状況および対象海岸への供給土砂量に及ぼすその効果についてご説明ください．

回答

この論文においては，基本的にヘッドランド建設以前の海浜を対象とした長期土砂移動量を評価している．また，ヘッドランド建設後についてはその影響を議論できる資料を持ち合わせていない．

ヘッドランドの配置状況に関しては，佐藤らによる「大曲海岸におけるヘッドランド周辺の漂砂観測と海浜変形予測」（海岸工学論文集，第 45 巻，pp.556-560，1998）に詳細な報告があり，これによれば，1998 年時点での状況は下記のようなものである．

- ・約 1km 間隔に 8 基
- ・暫定形状 100m の突堤（ヘッド部無）
- ・先端水深 TP.-2 ~ 5m

また，大曲周辺の沿岸漂砂量に与える影響は，同論文の漂砂の通過率として示されている．

なお，2002年11月現在，鳴瀬川左岸河口砂州の侵食が顕在化している．これはヘッドランドによる沿岸漂砂の阻止によるものと考えられ，現在，河口付近の局所的な砂移動に関する検討を実施する予定にしている．

論文番号 106

著者名 成田 舞，石川忠晴，高橋 淳

論文題目 青森県高瀬川の河口部変動特性について

討論者 長野 明（東北大）

質疑

図-6 で河川流の増加と開口幅の増大には半月程度の位相遅れがあるが，これをどのように考えれば良いか？河川流量だけでは説明出来ないのではないか？

回答

写真撮影は 2 週間ごとにしか行われていないため，外力に対する応答時間を議論するに

は、データをもっと密に取る必要がある。現在の段階では、河川流量の変化に対する応答に半月程度の時間遅れが生じているかどうかは明らかでない。また、今回の研究では約半年分のデータを用いたが、今後さらにデータを累積し、他の外力との対応関係についても検討を行っていきたい。

討論者 出口一郎（大阪大）

質疑

波浪の影響は右岸の砂州の平面形状には影響を及ぼさず、単に河床高のみに影響を及ぼすだけなのでしょうか？

周辺（河口）の底質粒径は？

回答

本研究では、波高の増大は河床高の増加に影響を及ぼしている一方、河口幅の減少とは明確な対応関係が見られなかったことから、高瀬川河口付近においては岸向き漂砂が沿岸漂砂に比べて卓越しているのではないかと思われる。ただし、今回の検討では波浪の力を波高というパラメータのみで評価しているため、今後は波向きのパラメータも用いて検討を加えたい。

河口周辺における底質粒径については計測を行っていないが、当日の議論によれば代表粒径は 0.2～0.4mm である。

論文番号 107

著者名 阿部真人，福山貴子，佐藤慎司，磯部雅彦，熊谷隆宏

論文題目 鮫川河口砂州の変形と勿来海岸の地形変化過程に関する現地観測

討論者 出口一郎（大阪大学）

質疑

8月23日時点で形成されている左岸仕切堤先端での砂州の成因は何でしょうか？

回答

過去の航空写真から考察すると、北側仕切堤先端に砂州が存在するのは稀であることがわかります。観測期間外なので不明ですが、前日の8月22日に台風11号が通過し、その波向きが北向きであったことで、北向きの沿岸漂砂が一時的に増大したと考えられます。それが鮫川の河川流による沖方向への土砂移動を上回ったため、一時的に左岸側砂州の形成がおこったものと考えられます。

討論者 宇多高明（(財)土木研究センターなぎさ総研）

質疑

右岸砂州の先端部の標高に注目すると、先端部が高く、その手前（沖）側の標高は相対的に低くなっています。これは北東からの波により越波が起き、‘breaching’が起きたためでしょうか？

回答

ご指摘の通りです．低気圧通過後の観測では砂州最頂部においても越波の痕跡が認められました．

論文番号 108

著者名 黒木敬司，小嶋大典，近川喜代志，高野剛光

論文題目 新潟県北部海岸の漂砂動向に関する検討

討論者 長野 明（東北大学）

質疑

河川の流砂土砂量を推定されていますが粒径の取り扱いはどのようになさっているのでしょうか？

討論者 出口一郎（大阪大学）

質疑

汀線の変動量と代表的な変動高さから土砂収支を考えられているが，このとき飛砂はどのように関係するのでしょうか？

陸上から海域への飛砂なら海域内の土砂量を増加させる役割を持つと思いますが，砂浜から陸上への飛砂によって海浜断面有意な変形が生じるのでしょうか？

論文番号 109

著者名 宇多高明，清野聡子，吉田哲郎，酒井英次，三波俊郎

論文題目 九十九里浜野手海岸の変遷と海岸人工化要因の検討

討論者 磯部雅彦（東京大学）

質疑

野手海岸での砂浜幅の減少に対して，50mは海側からの侵食が見られるが，これは保安林の前進とそれとともなう構造物の建設の影響もあるといえるのか．または，海側のみの問題なのか．

論文番号 110

著者名 小椋 進，宇野健司，杉山直子，菊池純一，片野明良，服部昌太郎

論文題目 航空写真による駿河湾沿岸の漂砂系解析

討論者 磯部雅彦（東京大学）

質疑

富士川右岸の沿岸漂砂量算定に際しては，富士川河口の侵食前後で，海岸線の向きがことなり，計算値がことなると思われる．ここでは海岸線の向きをいつの時点ととったのか．また，論文記述のように富士川右岸での沿岸漂砂が東向き（富士川に向かう方向）であるとすれば，ここでの土砂供給源は興津川と考えるべきかなのか．

回答

富士川右岸の海岸線の向きは対象期間の平均値を使っております。1961年から1988年までに海岸線が時計回りに5~7度程度傾いています。現在では消波堤により海岸がほぼ固定されている状況です。

富士川右岸の土砂供給源としては富士川と興津川，および興津川から蒲原海岸までの岩礁が考えられます。富士川と興津川の中間に位置する由比漁港では1961年の航空写真から漁港の右岸側に砂浜が形成されており，興津川からの土砂供給があったと考えます。現在では興津川から蒲原海岸まで消波堤により保全されており沿岸漂砂の供給は殆どないと考えられます。

論文番号 111

著者名 国枝重一，飯野光則，大石康正，佐々木元，桜庭雅明，倉田貴文

論文題目 駿河海岸全域の土砂収支と漂砂特性

討論者 芹沢真澄（海岸研究室）

質疑

左岸の侵食機構は，ダムおよび砂利採取による河川流出土砂量の減少，大井川の沿岸漂砂阻止によるものか。の阻止された堆積土砂を全部サンドバイパスすれば左岸全体の侵食を止めることはできるか。

回答

大井川の流出土砂量は昭和40頃よりダムおよび砂利採取の影響により減少傾向となっていることは明らかであり，現在は砂利採取量が減少しているものの，流出土砂量は左岸域に期待できる量ではないと考える。このため，堆積土砂をサンドバイパスするのみでは侵食を完全に止めることはできないと考えられ，今後長期的な観点で供給土砂量の増加と侵食対策を検討する必要性が高いと考える。

論文番号 112

著者名 伊福 誠，小林泰之，坂田健治，西本光宏，中田正人

論文題目 深浅測量結果に基づく備讃瀬戸航路の地形変化

討論者 芹沢真隆（土木研究センター）

質疑

航路の穴の埋め戻しが起こると，土量の保存則からみて，その分，周辺が侵食されるはずで，究極的には海岸侵食につながると思いますが，そのような傾向はありませんか？

回答

おっしゃる通りです。今回の研究で用いた深浅測量結果は保全区域であるイノサキノツガイ地区のものであり，海域全体からみると，極めて狭い領域であります。土砂が何処から輸送される，今回の深浅測量結果からは分かりません。昨年度から，広域の深浅測量を実施して頂いておりますので，そのdataの蓄積により海域全体の土砂動態を掴むことできると

思います。

討論者 田中博通（東海大学）

質疑

sand wave の移動速度の単位は m/month でなく，m/year でなければならない．なぜならば，深浅測量結果が 1 年毎であるから，有効数字は year である．

回答

sand wave の移動は測線毎に変わりますが，東向きかあるいは西向きであります．そこで，深浅測量が実施された期間で移動距離を除いたものであり，平均的な移動距離を算出したわけです．

論文番号 113

著者名 宇野誠高，横山勝英，森下和志，高島創太郎，大角武志

論文題目 熊本県白川河口域における土砂動態

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

一年にわたる観測結果がどの程度普遍性を持ったものとするか？年ごとに洪水量は変化し，流送土砂量はそれに応じて変化することを踏まえて，お答え願いたい．

回答

潮汐による影響は 1 年間の連続計測で把握できる．洪水については，ご指摘の通り降雨規模によって変化するが，今回の 1 年間の観測では，年数回発生する洪水から 3 年確率までの大小 4 つの洪水を捉えた．また，洪水時の土砂量の経年変化を文献から調べた結果，今回の調査結果は過去 5 年間の傾向と近いことが分かった．以上より，本研究は 3 年確率以下の洪水に対しては適応可能であると考えられる．なお，観測は現在も継続中であるので，より信頼性を高めたい．

論文番号 114

著者名 中川康之，今林章二，末次広児

論文題目 有明海の底泥輸送現象に関する現地データの解析

討論者 真野 明（東北大学）

質疑

St.1 の SS flux の経時変化を見ると卓越方向がありますが，堆積域と関係はどのようになっているのでしょうか？

回答

大潮期における SS flux は，湾奥西部の St.1 で南東方向に，また湾奥中央部に位置する St.2 では西方向に卓越したものとなっています．St.2 の結果は，湾奥東部の河川等から供給される懸濁物が西側に輸送されていることを示し，有明海湾奥部の西側海域における底

質がシルト・粘土等の泥分により構成されている（東側は砂質・泥質等が混在）ことに関係していると考えられます。一方、湾奥西部の泥質域に相当する St.1 の結果からは、泥質物が沖側に輸送され、泥質物の堆積域が広がっていることを示唆する結果となっています。この点については、現地での堆積傾向の変化を示すデータを現時点では持ち合わせていないので、現地データの収集等により検討していく予定です。

討論者 日野幹雄（中央大学・総合政策）

質疑

洪水流の濁度は、同じ水位 or 流量でも、増水時に高く、減水時に急に澄んでくることは良く知られている。また、Closed Channel の振動流でも、加速時と減速時では乱れの強さが全く異なる。周期の長い潮汐流についても、乱れの強さが上げ潮時と下げ潮時で違うことは Anwar 以来の実験その他で知られている。乱れのような短周期の現象にも、常識や直感では関係しないと思われる長周期の変化が影響する。著者らの説明はこれらの面から検討して欲しい。

回答

湾奥西部に位置する St.1 では、底面付近での SS 濃度と潮汐流の流速との対応が顕著に見られます（論文中・図 - 4 (a)）。しかし、濃度変動と潮汐流の関係を詳細に見ると、上げ潮時と下げ潮時では異なっています（論文中・図 - 6）。この要因については、SS 濃度の空間分布に起因する底泥表層の巻き上げ限界の差異として論文中では推測しています。今回の観測では乱れの測定は行っていないので、今後は乱れ測定を含めた現地データの集積により、ご指摘の観点からの検討も是非すすめていきたいと思えます。大変貴重なコメントを頂戴し、誠にありがとうございます。

論文番号 115

著者名 鈴木高二朗 ,高橋重雄 ,山縣延文 ,堀田 治 ,栗山善昭 ,Stefan Aarninkhof ,Gerban Ruessink , Irv Elshoff

論文題目 ARGUS ビデオ解析による宮崎住吉海岸の長期地形観測

討論者 日野幹雄（中央大学・総合政策）

質疑

rip current による rip bar が見られるのは、特別の場合に現われるようだ。その他の場合は、rip current は存在しないのか？在っても rip current の流れは表層近くのみで、底面近くの砂は動かなかっただけではないか？

rip current があるか否かは、海岸線方向の波高の変化や碎波帯位置で推定できるのではないか？

回答

rip current による rip channel は、時化の後、波が小さくなってからできてくるのですが、時化の時に rip current が発生しているのかどうかは、今のビデオ解析ではまだ分か

らない。時化の時の rip current が、底面の砂を沖へ運んでいるのかどうかも不明である。今後、検討すべき課題だと思われる。なお、画像で rip channel が見えるときは、常にその沖側の水が茶色く濁っているので、底面近くの砂を沖へ運んでいるものと考えられる。

海岸線方向の碎波帯の位置で, rip current があるか否かを推定することは可能と思われる。ただし、波高の変化で推定するのは、画像処理で波高分布を推定できないため、現段階ではまだ難しいと思われる。

討論者 武若（筑波大学）

質疑

離岸堤付近の汀線解析についての質問です。「堆積過程で前浜勾配が急になる」という結果のように読みとれたが、それを支持する測量結果などはありますか？

回答

残念ながら、直接測量した結果は無い。前浜勾配が実際に急になっているのかどうか、潮位等をもう一度解析し直して、確認したいと思う。それと冬場に前浜勾配が急になっているように見えるのは、波浪が小さくなっていたからかもしれないため、今後指摘事項について確認する予定である。

討論者 芹沢真澄（海岸研究室）

質疑

市販のビデオでも画像処理はできるのか？その際、注意事項があれば教えて欲しい。

回答

市販のビデオでも、碎波帯の画像解析は可能である。ただし、屋外で長期間連続して画像を取得する場合は、ハウジング等が必要になる。また、カメラが動くとき難しいので、座標変換をする場合は、ビデオカメラを固定する必要がある。

論文番号 116

著者名 浅野敏之，川添康秀，長谷川準三，藤岡正則

論文題目 志布志海岸における長期海浜変形と河川からの流出土砂量の推定

討論者 加藤史訓（国土技術政策総合研究所）

質疑

河川からの流出土砂量を計算されていますが、河床材料のうち海岸形成に役立つ粒径の割合は、現地の状況から見てどの程度と判断されますか。

回答

現地の河床の底質粒径分布を実測するとともに、均一粒径砂とする流砂量の計算あるいは河床面での粒径交換を含めた混合粒径の下での流砂量の計算をし、実際に海岸に流出した土砂量の推算値と比較することによって、海岸に流送される底質の支配的な粒径を絞り込むことができると考えますが、現時点では考察を行っておらず、お答えできません。

討論者 木村彰宏（(株)ハイドロソフト技術研究所）

質疑

河川の流出土砂量の推定精度の向上を今後の課題として挙げていますが，具体的にどのようなことを考えていますか．

回答

* 上流端あるいは中間域からの生産土砂の評価，* 経時変動する河川流量のどの範囲を計算対象とするか，* 流量変動にともなう河床変動に寄与する河川幅の取扱い，* 混合粒径の取扱い，* 河口砂州の洪水によるフラッシュ，* 海岸を養う土砂への遷移効率の評価，などが課題と思います．

論文番号 118

著者名 島田玄太，関 克己，野原威一郎，小栗保二，関本恒浩，水口 優

論文題目 汀線近傍におけるストーム時大規模侵食の現地観測

討論者 芹沢真澄（海岸研究室（有））

質疑

岸沖漂砂の一次元問題として扱っているが，観測データに沿岸漂砂による変化は含まれていないか．

回答

観測地点の周辺沿岸域は直線状の海岸であり．沿岸漂砂量はもしあったとしてもほぼ同様であり岸沖方向の地形変化に寄与しないと考えられる．さらに今回解析した侵食は1～2時間という短時間で生じており岸沖漂砂のみの議論が可能であると判断した．

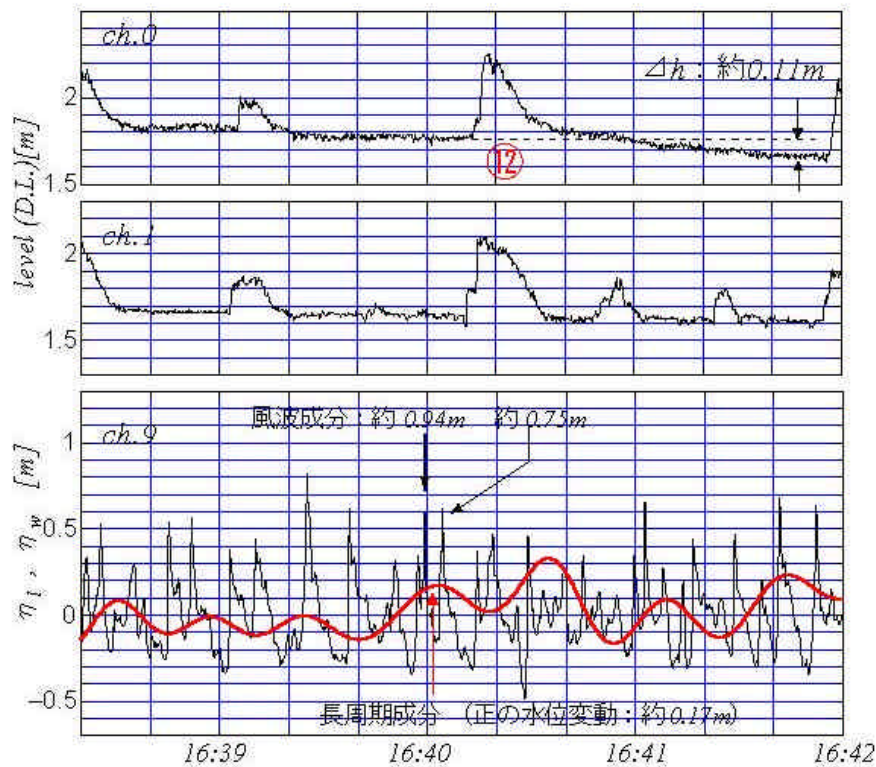
討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

結論にある「1波で約10cmの砂面低下をもたらす波もあった」の根拠となるデータとその時の流速あるいは，波・長周期波の波高諸元を示して下さい．

回答

遡上波 の ch.0 における砂面変動及び ch.9 での風波成分，長周期波成分の時系列を図-1 に示す．本文中の図-7(c)，(d)の拡大図である．他のチャンネルの水面変動の時系列を見ると，遡上波 は矢印で示す 2 波の風波成分が吸収・合併して構成されている．その波の波高はそれぞれ 0.97m と 0.75m，生の波峰高は 0.60m と 0.62m であった．また長周期成分の正の水位変動は 0.17m であった (ch.9 の図中)．約 1 分 10 秒間の打ち下げの間に，砂面低下が 0.11m 生じている．なお，今回の現地観測では流速の計測は行わなかった．



118-1 遡上波 によって生じる砂面低下と ch.9 の各成分

論文番号 119

著者名 馬場康之, 山下隆男, Abbas Yeganeh-Bakhtiary, 五歩一隆重

論文題目 強風・高波浪時の海浜流底面流速場および広域漂砂量の平面分布の推算式

討論者 芹沢長隆 (海岸研究室)

質疑

末端での広域・長期的な海浜変形の予測に使えればと思いますが、使えるでしょうか。特に、観測地域のように、海岸に港湾が設置された場合のような海浜変形予測に使えるでしょうか。

回答

海底地形は強風・高波浪時に大きく変化します。

高波浪時には、沖方向漂砂、沖へ流出した粗粒成分砂の潜り込み現象、depth of closure の沖方向移動等による岸沖方向の海浜変形、すなわち通常波浪で回復できない水深での変形を予測することが重要となります。特に、十年に一度のスケールのストームで発生する大規模な海浜変形は、季節変化を繰り返しても修復できない変形を生じますので、強風・高波浪時の広域漂砂特性を十分考慮した長期海浜変形予測が重要です。

本研究の目的は、ここにあります。日本海沿岸の海岸を対象として、冬季風浪により海浜

砂が沖へ流出する機構を考慮した長期海浜変形モデルを構築することです。本研究は、観測結果から得られた流動場により、「現地での空間的な現象」を把握するための定式化を示したもので、このまま海浜変形予測に用いることはできません。今後、観測事実の積み重ねと、理論、数値計算の助けを借りた一般化により、汎用性のある荒天時の流動場ならびに漂砂量の推算、さらには、荒天時の地形変化への影響を取り込んだ長期の海浜変形予測手法を開発することが望まれます。

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

なぜ、N - ラインにこだわるのか。

回答

1 - ラインモデルでは、断面形状の変化を想定していないため、本研究で取り扱っている荒天時において生じると考えられる沖方向漂砂の発生、およびそれに伴う地形変化を十分に反映することができません。荒天時の影響は短時間に限定されるものの、海浜変形に対する影響は甚大なものとなることが多いため、長期海浜変形予測においても、荒天時の影響を考慮することは重要であると思われます。そこで、本研究では、N - ラインモデルを念頭に置いて、荒天時の流動場ならびに漂砂量を推算するモデルの構築を進めております。

論文番号 121

著者名 横木裕宗, Magnus Larson

論文題目 複素主成分分析を用いた Sylt 島海岸における地形変化特性の解析

討論者 芹沢真澄（海岸研究室（有））

質疑

沿岸漂砂の卓越する海岸での海浜変形は、基本的には拡散方程式で表され、凸部が平滑化されつつ下手に移動すると思います。その場合、ある地点の侵食がある時刻遅れて下手の地点で起こるという意味で、位相速度を持つと思います。つまり $(x-ct)$ の関数が基本だと思います。

これに対して、(時間 t のみの関数) と (場所 x のみの関数) の積として t と x の関数を独立の形で表現するのは、無理があるように思えるのですが、いかがでしょうか。

回答

本研究では、時間・空間関数の形（値）として複素数を用いておりますので、表示式としては t と x の関数の積となっておりますが、ご質問にある $(x-ct)$ の関数形も表現できます。ただ、表示（図示）する際に、時間関数と空間関数に分けてしまうと、それらの関係が見えにくくなってしまうことは確かです。今後これらの表示法を工夫していきたいと思っております。

論文番号 124

著者名 藤間 聡，宮武 誠，山口俊哉，川森 晃

論文題目 自然海浜安定化に関する帯状透水層の平面配置

討論者 柴山知也

質疑

この工法は、汀線近傍のみに砂を堆積させる効果しかないため、富浜海岸のように全般的な侵食傾向に適用するのは無理ではないか。

回答

ご指摘いただいたように、本研究で想定したような侵食性海浜を堆積性海浜へ移行させる効果はあまり期待できないと推定されます。荒天時波浪条件下を対象とした本実験においても、すべてのケースで透水層の露出までには至りませんが、侵食される傾向にあります。しかしながら、漂砂の動きを遮断することなく、海浜を自然海浜時よりも少ない侵食量で安定化させる効果は、確認できます。今後、このような海岸に透水層工法が適応できるよう検討していく所存であります。

討論者 日野幹雄

質疑

透水層を汀線に垂直にしているが、斜めに配置する方が効果的ではないか。

回答

岸沖方向を考えた場合、透水層は、自然海浜時の地下水位と平均水位との水位差により地下水を沖側に自然排水させます。従いまして、透水層を斜めに埋設し、岸沖方向に透水層を帯状にすることは、排水効果の低下を招く恐れがあると考えられます。今後、このことに関する検討は、数値解析法を用いて行っていく所存であります。

討論者 浅野敏之

質疑

(4)式右辺の斜面上から流入する浸透流束 q を(10)式のように与える事は妥当か。

回答

(10)式は砂浜斜面上の圧力水頭(遡上波水位)の時間的变化によって、浸透・浸出流束を与えるものであり、同式中の比浸出量は前浜砂層の保湿状態から規定しています。よって浸透・浸出流束としては妥当であると考えられます。しかし、ご指摘いただいたように、砂浜斜面上の遡上波水位と地下水位が連続する仮定のもと成立するものであります。現在、遡上波水位と地下水位との不連続性を考慮に入れた連成数値解析法を開発中であります。

討論者 横木裕宗

質疑

透水層に埋設によって、透水層前面とそうでない所で地形変化の様子や波高、砕波位置などの波浪条件(汀線付近で)に何か違いが見られましたか。

回答

透水層排水部を構成した沖側では、パイプと底質砂との海底摩擦の影響により、沿岸方

向へ多少の海浜変形が生じます。一方、汀線付近では、帯状透水層を含めた砂層全域の地下水位が低下するため、埋設されている区間とその間の砂層間では、ほぼ均一な海浜変形が生じます。ご指摘いただいた、透水層とその間の砂層間で生じる地下水位差による影響は、本実験の海浜変形において、顕著な差異は認められませんでした。

論文番号 125

著者名 山口 洋, 小野信幸, 入江 功, 申 承鎬, 村瀬芳満

論文題目 歪み砂れんマットによる 3 次元的漂砂制御に関する実験

討論者 横木裕宗 (茨城大学, 広域水圏環境科学教育研究センター)

質疑

海浜の地形、波浪条件によってマットが埋没することはありませんか。

回答

ご指摘の通り、海浜地形、波浪条件により、歪み砂れんマット上に過剰な漂砂の流入があった場合には、マットは埋没します。また、埋没した部分においては、想定した効果は得られません。したがって、対象海岸の特性に応じて、歪み砂れんマットを適切に設置することが重要となります。

実際の海浜においては、暴浪時に岸側で侵食された砂が堆積することによりマットが埋没しても、静穏時の海浜回復過程においてマットが再び露出することが考えられます。さらに、年間の海浜断面変動などの資料、及び歪み砂れんマットの効果を考慮した海浜変形モデルを用いた数値計算による地形変化予測結果などから、ある程度埋没しにくい場所に敷設することも可能であると思われれます。

このような、歪み砂れんマットを適切な場所に設置する方法については、今後の検討課題として、更に研究を重ねていこうと考えています。

また、波浪条件の変化する海浜における歪み砂れんマットの研究としては、2 種類の波が交互に作用する条件における歪み砂れんマットによる海浜安定化に関する実験的研究(小野ら, 2002)が行われており、有効性が検証されています。

参考文献

ビーチサイクルを考慮した養浜断面の安定化に関する研究(2002):小野信幸・入江 功・緒方 菊・山口 洋, 海岸工学論文集, 第 49 巻, pp.626-630.

討論者 坂本寛和 (東亜建設工業(株), 技術研究所)

質疑

歪み砂れんによる漂砂制御メカニズムは発生した渦により底質が巻き上がることを前提としている。この過程の中で、底質の分級が行われる可能性がある。これにより、その海岸の持つ特性(粒度特性等)が失われる心配はないのか？

回答

底質の分級を考慮した検討はこれまで行われていません。これについては、筆者らも検

討の必要性を認識しており、既に本年度、混合粒径の底質を用いた実験的研究が進行中です。

論文番号 127

著者名 酒井和也，小林昭男，熊田貴之，芹沢真澄，宇多高明，三波俊郎

論文題目 3次元 Hsu モデルによるポケットビーチ内の護岸周辺の静的安定海浜形状の予測

討論者 榎木 亭（大阪産業大学）

質疑

護岸前面の3次元地形変化（洗掘量）の推定をどのようにされたか？

回答

本研究の計算においては、まず Hsu モデルを用いて安定汀線を計算し、汀線変化量を求める。次に求めた汀線変化量に宇多・河野(1996)の等深線変化モデルにおいて仮定されている沿岸漂砂量の水深方向分布関数を乗じることにより等深線変化量を求め、初期等深線に加えて安定海浜形状を求める。護岸の考慮については、求めた安定地形と護岸位置を比較して、護岸より陸側に位置する侵食域の土砂量を算出し、等しい土砂量を堆積域より減じて等深線を全体的に陸側に後退させる。護岸より陸側の等深線は護岸上に位置を修正し、護岸を考慮した安定等深線を求める。このようにして護岸考慮の安定等深線を求めることで、結果的に護岸前面の地形変化を予測している。また、護岸前面の局所的な洗掘現象等は本研究では考慮していない。

質疑

変形過程を示す場合には、護岸等による反射等の変化が大きく変わるので、STEP 毎に波浪変形計算をしなければならないと考えるが、それをとり入れられたか？

回答

本研究は変形過程を計算対象とせず、最終的な安定地形のみを直接計算するモデルであり、護岸等による反射等を考慮した Step 毎の波浪変形計算は、とり入れていない。本研究では、広域的かつ長期的変動を計算対象としており、時々刻々と変化する波浪が対象とせず、長期間全体に対する代表波を入力値として与え、2 次のオーダーの回帰分析により直接的に安定海浜形状を予測している。従って従来の汀線変化モデルのような時系列での海浜形状を再現するのとは異なる。このモデルの利点は、時系列で解かないため短時間で護岸のある海浜の安定地形が予測できることであるが、欠点としてご指摘の護岸などによる反射などの影響を考慮して時系列で解けないことであり、今後の課題としたい。

質疑

以上の点で海浜シミュレーション手法に護岸を設置するという境界を置くことによって非常に複雑になり、シミュレーションの基礎となる構造物と漂砂の相互関連性を明確にする必要があると思われる。

回答

ご指摘の通りであり，現地調査及び水理模型実験を含めて現象解明に努力したいと考えている．

論文番号 129

著者名 玉田 崇，井上雅夫，手塚崇雄

論文題目 緩傾斜護岸の越波流量算定図とその越波低減効果に関する実験的研究

討論者 芹沢真澄（海岸研究室(有)）

質疑

緩傾斜護岸は直立護岸に比べて越波量が大きく，現地でも越波災害を増やす問題をおこしている．合田・高山の研究でもこの性質は既に明らかである．にもかかわらず越波「低減効果」というタイトルをつけて，緩傾斜護岸の建設を推進するような論文を書くのはなぜですか．

7割勾配護岸を推しようしているが，これでは，天端高 6m×7割 = 42m の砂浜をコンクリートで覆ってつぶすことになる．日本の平均浜幅は 30m．これでは，日本の砂浜を全てつぶすに等しい．新海岸法のいう「防護・利用・環境」の調和と全く逆行している．これについてどう考えているのか．

， に対して，著者は社会的責任をとるつもりか．

回答

3割や5割の緩傾斜護岸の越波流量が多くの場合において増大することは，ご指摘の通り既往の研究からも明らかであり，その傾向は本研究においても顕著に現れている．しかし，それらの護岸についても，設置位置（例えば陸上部に設置した場合）によっては，越波流量の減少効果がみられることもある．そのような場合については，低減効果を期待することができるものと考えている．また，緩傾斜護岸のものは，コンクリートに限定されるべきではなく，人工海浜のような砂浜や礫浜海岸も広義の緩傾斜護岸と認識している．特に，勾配の緩やかなものについては，その観点から「防護・利用・環境」の調和のとれたものであるといえる．

著者らは，海岸整備において，画一的な緩傾斜護岸の建設を奨励するつもりはなく，むしろ，それぞれの海岸の個性に応じた海岸整備を実施していく一つの手法として，緩傾斜護岸工法もあると考えている．

に関して，著者らは研究者としての良心は持っている．なお，海岸工学の泰斗から，この実験データを越波の世界的なデータベースに提供するように奨められている．これは，この研究のデータがヨーロッパに多い傾斜護岸に対するものだからである．

討論者 鈴木崇之（横浜国立大学大学院）

質疑

越波量の算出法について教えて下さい．

実験では、不規則波を何波（何秒）で行ったのでしょうか。

回答

越波量の測定は、造波機の緩起動装置を考慮して造波開始後 2~4 分の 2 分間とし、その時間内における全越波量を護岸背後で採水升により採取し、メスシリンダーで計測した。また、実験は 3 回以上実施して、波近似した 3 回のデータの平均値を単位時間、単位幅当たりに換算して越波流量の実験値とした。なお、実験では、静水位を一定に保つため、護岸上を越波した水はポンプで排水して、水槽内に戻した。

造波開始後 2~4 分の 2 分間の全越波量を測定した。本実験では、有義波周期 $T = 1.0s$ の不規則波を対象としており、概ね 120 波前後の不規則波について解析した。

論文番号 130

著者名 木村克俊，浜口正志，山本泰司，前田宗文，三船修司

論文題目 直立消波ケーソン式護岸における越波飛沫の打ち上げ特性とその対策に関する研究

討論者 半沢 稔（株式会社テトラ）

質疑

図-10 で R_{max} の実測値と計算値を比較しています。計算値は図-8 の実線、つまり式(1)と図-9 の実線の積で求めれば良いのですか。また、定式化としては式(1)のように $R1/3$ の推定式が提案されています。例えば、防波フェンス等の設計には $R1/3$ を用いることを前提としていると考えてよいのでしょうか。

回答

ご指摘の手順によって R_{max} の計算値を求めることができます。現地で飛沫対策として防波フェンスを用いる場合、背後地における通行車両等の安全を確保するための必要高さの算定には、飛沫の打ち上げ高さ $R1/3$ が目安になると考えています。ただし、フェンス自体の耐波安定性を検討するには最高波諸元に着目する必要があります。

討論者 田中真史（横浜国立大学大学院 社会空間システム学専攻）

質疑

図-8 のプロットを曲線ではなく直線で近似した理由

回答

できるだけ簡略な定式化を提案するため、今回は直線で近似しました。実際の現象は、遊水室後壁へ波面の衝突状況によって決まるものであり、ご指摘のように曲線的に変化するものと考えられます。今後、飛沫発生に及ぼす遊水室形状等の影響を詳細に調べた上で、より現象に合致した定式化を行いたいと考えております。

論文番号 131

著者名 殿最浩司，井上雅夫，目見田哲，玉田 崇

論文題目 越波排水路の排水能力の評価法について

討論者 合田良実 (株エコー)

質疑

図 - 4 を見ると端部から回折波の影響が明らかに出ていますので、多方向不規則波の計算に回折効果を組み込まれると、さらに優れたものになると思います。

回答

今回の検討では、越波排水路内の水位に及ぼす多方向不規則波の影響のみを調べるという観点から、端部からの回折波の影響は考慮しておりません。ただし、実現象を考えると、単一方向不規則波の実験結果(図 - 4)と同様に、回折波の影響が現れます。したがって、合田先生のご指摘のとおり、多方向不規則波の計算にも回折の影響を考慮すべきだと考えます。これについては、今後検討して行きたいと思います。

論文番号 132

著者名 有川太郎, 田中信行, 黒田豊和, 下迫健一郎

論文題名 越波時における護岸後背地構造物に作用する流体力に関する実験的研究

討論者 角野昇八

質疑

デジタルビデオによる画像で水表面付近の気泡群の存在をどのようにしたのか(水面は気泡群の上端か下端のどちらをそれとしたのか?)。

また、そのことで、DV 画像による効果が 10%大きくなっているのではないか?

回答

気泡群に関しては、レーザーで当てているだけでは鮮明に捉えることができなかつたために、レーザーで光っている部分を輝度値の max 値の 8 割としています。ですので、気泡群の上端でも、下端でもないと考えられます。また、10%程度大きくなることについては、原因としては、いくつか考えることができます。

- ・ 水面付近に気泡群が入り込むことによる水表面のぼやけ
- ・ 波高計での計測から移動平均をとっていますが、水位自体は幅方向にも変化することから、その影響。
- ・ 越波流速の幅方向の変化
- ・ 解像度の粗さ

などが考えられます。このなかでもっとも大きいと考えられるのは、ご指摘のとおり DV 画像処理だと考えていますので、もう少し検討する予定です。

討論者 重松孝昌 (大阪市立大学大学院)

質疑

標準化された輝度値の閾値を 0.8 として解析した根拠

すべての画像に対して閾値を 0.95 として解析すれば結果は変化するのか

回答

これは、静水位を測定したときに、もっとも良い値が 0.8 であったので、そうしました。ただし、暗い画像ですと、画像がぼやけ、他の部分のピークをとることもあったために、ぎりぎりの 0.95 を設定しました。ピーク値の 0.8 の部分はピーク値より上側にとっています。

上述のとおり、ピーク値の上側の 0.8 をとっていますので、0.95 とすることで水位が全体的に低くなります。それは、今回では 4mm 程度でありました。全体としては 1 割から 2 割程度低くなる方向に向かいます。ですので、0.9 ぐらいとするのがよいのかもしれませんが、少し検討致します。

討論者 木村克俊（室蘭工業大学）

質疑

実験条件は、現地レベルでどの程度の越波流量($q(\text{m}^3/\text{m}/\text{s})$)を対象としたものでしょうか？

造物に働く流体力を、直立壁に働く波力(たとえば、合田式による算定結果)と比較がされましたか？

回答

水深と沖波の波高の比が、

$$h / H'_0 = 1.5 \sim 1.8$$

$$h_c / H'_0 = 0.2 \sim 0.5$$

程度を考えています。壁面前面水深 18cm に、波高 10cm の沖波を入射したと考えた場合は、合田の越波量算定表から、

$$q\sqrt{2g(H'_0)^3} = 0.02$$

となります。今回の実験は縮尺を 1/70 程度で考えていますので、実際には、7 m が入射してくることとなり、 $1.6\text{m}^3/\text{m}/\text{s}$ 程度となります。

直接比較は行っておりませんので、今後検討致します。現段階で言えることは、合田式による波力算定との大きな違いは鉛直分布であろうと思われます。その部分の評価方法を考えていきたいと思います。

論文番号 133

著者名 中村孝幸，高木伸雄，中山哲巖，河野 徹

論文題目 ピストンモード波浪共振を利用する低反射・低透過構造の海水交換型防波堤の開発

討論者 角野昇八（大阪市立大学）

質疑

実験で水槽隔壁の造波板近くでの処理をどうしているのでしょうか？
また、隔離された水槽間での相互の干渉はないのでしょうか？

没水平板付きの構造形式の場合、没水平板は消波の基本原理とされている「ピストンモード」運動を抑えることになると考えられる。したがって、没水平板付きとそれがない場合では、消波原理は異なる考えられるではないでしょうか？

回答

平面水槽の造波板近くでは、幅10mの水槽をほぼ4分割している隔壁がなく、ご指摘のような干渉が現れる可能性は考えられます。ただし、隔壁の延長は、模型位置より造波機側に約12m程度、透過側に8m程度設けてあり、ご指摘の干渉の影響は、有効波数の時間内では現れにくいものと推定されます。隔離された水路間の干渉ですが、側壁はなるだけ剛に固定してあり、水密性もあるように製作してあります。実験で観測している限り、そのような干渉は見られませんでした。

没水平板を設けることは、スリット式ケソンなどと同様に遊水室内部にマウンドを設けることと類似しています。すなわち、没水平板付きの堤体では、遊水室内の水深が浅くなるため、板上では波長も短くなり、結果的により長周期の波に対する反射波低減効果が向上します。事実、論文集に示しましたように、反射率が極小となる周期条件は、それがない場合に比較して長周期側に現れることが理論と実験の両者により確認されています。消波の基本原則である「ピストンモード」運動は、実験で採用した範囲内では、低減するのではなく、増大するように影響を受けているように判定されます。

一方、没水平板の付加的な効果として、講演時に示しましたように、渦流れの制御効果により平均流を生成することが挙げられます。

討論者 半沢 稔(株テトラ)

質疑

港内側への透過波を抑えるために、港内側の力-テン壁が有効であるとされています。論文中では、その港内側の力-テン壁の没水効果が示されています。港内側力-テン壁の位置(図-3で言えば B_2)の影響について検討されていたら教えて下さい。

実験では、 $B_2=1/2B_1$ とされていますが、何か事前に検討されたのでしょうか？

図-13は港内側に力-テン壁を設けたケソン(図-3)に対する透過率の結果ですが、横軸 B/L の B は $B=B_1$ あるいは $B=B_1+B_2$ のどちらでしょうか？

回答

港内側力-テン壁の位置(図-3の B_2)の効果ですが、減衰波理論を用いて理論的に事前に検討しています。その結果、前後の遊水室幅をほぼ同じにすると透過率が多少ながら増大する傾向を確認しています。

これは、港外側と港内側の遊水室でのピストンモードの波浪共振条件が同一になるためと推測しています。このことは、実験的に検討していないため、今後検討してみたいと思います。

図-13の横軸 B/L の B は $B=B_1$ です。変数の定義が二重になり、申し訳ありません。

討論者 木村昇（鳥取大学）

質疑

没水平板をもつタイプの防波堤の場合、防波堤から沖に向う流れが発生していますが、この流れを生む力は何ですか？

回答

没水平板の有無により、沖側力 - テン壁まわりに発生する渦流れのパターンが大きく異なることが実験的に確認されています。没水平板が有る場合、遊水室内では押し波時に発生する渦が蓄積しやすく、室内では洗濯機のように回転する流れが持続して見られます。一方、引き波時に沖側力 - テン壁の沖側に発生する渦は、水面付近に掃き出され、この渦が水面付近に移動するとき、堤体下部通水部付近の流れを引きずるため、結果的に沖側に平均流を生成するようになると考えられます。

すなわち、沖側へ向う平均流を引き起こす力は、沖側カーテン板の下部より発生する渦によるといえます。ただし、没水平板がないと押し波時に形成される渦は引き波時に形成される逆循環の渦と混合しやすく、沖側へ向う平均流を引き起こす力は弱まることから、没水平板による渦流れの制御あるいは整流効果も重要になります。

討論者 斉藤武久（金沢大学）

質疑

没水平板をもつタイプの防波堤の場合、防波堤から沖に向う流れが発生する報告がありました。このとき岸側水域での平均水位に大きな変化はあったでしょうか？

回答

沖側・岸側ともに大きな水位変化は見られませんでした。防波堤から沖に向う流れを発生する力は、上記の質問でお答えしましたように、沖側力 - テン板の下に発生する渦および没水平板による渦の整流効果によると考えています。

質疑

没水平板が設置されることにより、（ ）沖側の鉛直板から放出される渦の形状の違い、あるいは（ ）遊水室内の流体の乱れがトレ - サを沖方向へ輸送する原因とはなっていないでしょうか？

回答

既に木村氏の質問に対する答えで書きましたように、没水平板の有無により渦流れの発生パターンが大きく異なり、沖方向に平均流を引き起こすには、没水平板による渦流れの整流効果が重要になると考えています。

論文番号 134

著者名 中村孝幸，高木伸雄，中山哲巖，久保勝太，飯干富広

論文題目 平面波浪場における垂下版式反射波低減工の効果について

討論者 藤田 孝（日立造船・技術研究所）

質疑

仮りに、消波工に側壁（隔壁）がある場合でも、その消波特性に入射角の影響が出ないというのは考え難い。

入射角 45° 、 60° の実験結果があればその結果を教えてください。

また、入射角が大きい場合でもほんとうに直角入射の結果を代用してもよいのでしょうか。

回答

入射角が大きくなると、遊水室の堤長方向に依存するピストンモード共振も現れる可能性があり、今後検討していきたいと思います。

討論者 藤原隆一（東洋建設(株)）

質疑

隔壁の反射率低減に対する結果として隔壁の幅について検討していれば教えてください。

回答

本研究では、隔壁あることで入射角による反射波の低減効果に差が見られないという結果が得られました。隔壁の幅などについては今後検討していきたいと思います。

論文番号 135

著者名 平山克也，上原 功

論文題目 消波構造物に作用する波浪の消波機構を考慮した港内波浪変形計算

討論者 重松孝昌（大阪市立大学大学院）

質疑

海浜モデルの最小水深の設定方法をご教示下さい。

回答

海浜モデルは、海岸地形上の碎波や遡上波の浸透による波エネルギー減衰を、岸側のスポンジ層によって表現したものです。ここで設定される最小水深はスポンジ層の設置水深としてご理解いただければ結構です。海浜モデルの目的上、このスポンジ層には碎波や遡上が生じる以前の波を入射させるべきなので、最小水深は海岸地形へ入射する波に対応した碎波限界水深よりも深く設定することが必要であると考えられます。

討論者 中村孝幸（愛媛大学）

質疑

入射してくる長周期波の低減には寄与していませんが、それで十分なのでしょうか？

回答

透水層モデルは、現実の消波構造物による消波機能を客観的に定量化する部分反射境界として開発したものです。したがって、港内外に設定した透水層モデルによって長周期波の低減が計算されていないのは、現実の消波ブロック被覆堤による長周期波の低減効果があまり期待できないことを示しているものと考えられます。したがって、港内に侵入する

長周期波を低減するためには、風波を対象として実施されてきた港湾整備だけでは不十分であり、港内長周期波の起源の解明も含め、有効な対策を早急に検討することが求められています。

論文番号 136

著者名 平山克也，平石哲也

論文題目 ブシネスクモデルにおける目標反射率の設定法とその港内波高分布計算に対する適用性

討論者 中村孝幸（愛媛大学）

質疑

スポンジ層の厚さの平面計算に及ぼす影響はどうでしょうか？

回答

スポンジ層による波の反射率は、スポンジ層内を伝播する波の進行方向に沿ったスポンジ層の厚さに大きく依存すると考えられます。本論文では、スポンジ層に直入射する波を対象とした目標反射率の設定法を示しましたが、平面的に配置されたスポンジ層による波の反射率は、波の入射角によって異なると考えられます。一方、平面波浪場を対象とした数値計算等で陸境界による反射率を設定する際には、構造形式に応じた反射率の概略値や断面模型実験で得られた実験値が多く使われます。すなわち、現実の港湾構造物による反射率は直入射時のものと考えられます。したがって、平面計算におけるスポンジ層の厚さは図-1 や図-2 より得られる値を基本としながら、妥当な計算結果が得られるように適宜調整することが有効であると考えられます。

討論者 中村孝幸（愛媛大学）

質疑

スポンジ層よりの反射の位相の取扱い、現実的な構造物との対応は？

回答

スポンジ層によって生じる反射波には、大きく分けて、スポンジ層で反射する波とスポンジ層背後の直立壁で反射する波があります。スポンジ層を用いた部分反射境界では、スポンジ層内の抵抗とその作用距離を調整して目標とした反射率を得ることを主眼としていますので、反射波の位相の再現性は考慮されていません。現実の構造物と対応させるためには、スポンジ層の厚さを消波工の設置幅と極力対応させながら必要な反射率を得るよう波エネルギー減衰率を調整する必要がありますが、現実の波の減衰過程を再現するものではないので、特に、スポンジ層で反射する波を再現することは困難です。これらの解決には、消波工による波の減衰過程を客観的にモデル化した、透水層による任意反射境界を適用することが有効であると考えています。

論文番号 137

著者名 中村孝幸，水谷法美，許 東秀，金 度三

論文題目 港湾域における浮防波堤の平面配置問題に対する近似解析報について

討論者 平石哲也

質疑

透過率は固定されていますか？ 波周期によって透過率は変化するのではないのでしょうか？

回答

韓国の漁港の場合，漁港内で制限波高は入射波の周期とは関係なく，波高の大きさに制限されています．

討論者 合田良実

質疑

計算結果が場所毎に細かく変動しているので規則波計算かと思いましたが，不規則波計算であれば周波数，方向成分の数を教えてください．

浮防波堤の性能を透過率 0.3，反射率 0.8 とされています．すなわち，0.27 のエネルギー損失が生じていますので，線形数値計算ではなく，水理模型実験で決められたように思われますが，その通りでしょうか？

回答

不規則波の計算です．波の方向は卓越方向に対して左右 90° の範囲に 5 分割しており，周波数は 3 成分を考慮しました．

用いた透過率と反射率の値は水理実験と理論解析の両面から求めた値です．ここで，理論解析では減衰波理論を適用しているから線形解析でも Vortex 等によるエネルギー損失が評価できるようになります．このような解析結果は実験結果をよく再現していると判断されました．

論文番号 138

著者名 平石哲也，永瀬恭一

論文題目 流体直接解析法による長周期波対策護岸の性能検討

討論者 高山知司（京大防災研）

質疑

護岸による長周期波の反射率を低減することの評価を行う必要があるのではないかと、対策の評価をしてから対策をたてるべきではないかと、順序が逆のような気がする。

回答

護岸の反射率を低下させることにより，対象港湾の港内における長周期波高やうねり成分の波高が低下することはすでに検討しています．また，港内の静穏度の目標となる長周期波の荷役限界波高については，現地観測などから別途検討しており，対象岸壁周辺の波高が低下することが港湾の安全性確立へ役に立つものと考え，今回は具体的な手法につい

て検討しています。

論文番号 139

著者名 高橋英紀，高山知司，永井紀彦

論文題目 多峯型方向スペクトル波が港内静穏度に及ぼす影響

討論者 秋田雄大（アルファ水工）

質疑

方向スペクトルの有用性については理解した。その算出に EMEP 法を用いるには海象計で観測しなければいけないか。超音波波高計や ADCP ではできないか。

回答

方向分解精度の高い EMEP 法で方向スペクトルを求め、多峰型方向スペクトル波が港内静穏度に与える影響を調べるのが本研究の目的である。超音波式波高計と水平 2 方向流速計との組み合わせのデータでも方向スペクトルを解析することはできる。しかし、一般に流速計は海底に設置しなければならず、底面付近の流速を測定することになる。周期の短い波では、波による水粒子速度は水深方向に急激に減衰するので、周期の短い波の流速を正確に測ることができなく、大きな誤差を生じる。そのために、方向スペクトルの測定精度が落ちることになる。一方、海象計は 3 方向に発射した超音波パルスの反射信号に対して、ドップラー効果を利用して水粒子速度を求めるもので、海象計を海底に設置しても、水面近くの水粒子速度を求めることができる。そのため、方向スペクトルを精度よく推定することができることになる。したがって、多峰型方向スペクトルの特性を精度よく調べるためには、海象計で観測したデータを用いることが重要である。

論文番号 140

著者名 榊山 勉

論文題目 波と弾性はりとの連成運動に関する数値解析

討論者 高山知司（京都大学 防災研究所）

質疑

実際の構造物の運動には減衰項が入ってくると思われる。
この減衰項で高次の固有振動は消えるのではないのでしょうか。

回答

ご指摘の通りだと思います。
プログラムには、はりの運動方程式に減衰項を加え計算できるようになっています。
実際には減衰係数を 0 として計算したため、論文中のはりの運動方程式には記述しませんでした。減衰率の値による運動の結果の差異を議論することを避ける目的もあり、上記の条件で計算を行いました。このことによりはりの高次のモードの振動も観察できました。
図-9 では外力は左向きに作用しているのに、はりには右向きに変位していることから、慣性

力の作用そのものは表示されていませんが、固有振動している時の慣性力の作用が視覚的に理解できたものと思われます。

計算目的がさらに現実的な場合を対象とするようになりましたら、減衰項を含めた計算にしたいと思います。

討論者 堺 茂樹(岩手大学)

質疑

流体と弾性体の干渉問題では、粘性の影響はどの程度のものか？

回答

今回の計算条件では、フリースリップ条件としてますし、構造物の形状からも、流体の粘性の影響は現れないと思います。

慣性力が支配的で粘性力の影響が小さい船舶などの浮体構造物に限定したモデルではなく、波と構造物との連成運動に関する諸問題への今後の発展性や適用性を考えて、粘性流体の支配方程式から始めました。

論文番号 141

著者名 平石哲也，奥野光洋，宮里一郎

論文題目 沖合い空港島による波浪・河川流への影響に関する模型実験

討論者 池谷 毅(鹿島技研)

質疑

河川に形成されている砂州は、洪水時には変形・流水する可能性があります。今回の実験ではどのように考慮されているのでしょうか。

回答

河口に堆積している砂州は、波と流れに大きな影響を及ぼすために、洪水時の変形を考慮することは重要と認識しています。ただ、今回の実験縮尺は 1/250 であり、砂州の材質を実験で再現することができません。また、現地での底質が十分に調査されおらず、安定正当を検討することができません。そこで、本研究では河口部の地形は変化しないものとして実験を進めました。砂州が比較的固くて流れによって大きく変化しない場合には、本実験の再現性が高くなります。

討論者 稲垣 聡(鹿島技研)

質疑

河川水と海水の密度差を考慮していないが、特に潮流への影響は表層・底層でも差があるのでではないか。出水時であるということだが、実験では少し沖の河川流が 10cm/s のオーダー(潮汐流と同じオーダー)の場所まで含まれているので、その場所では河川ブルームが表層を広がる影響が大きいと思われる。この実験だけで建設物の影響は小さいとしてよいのか。

回答

実験で対象とした河川の出水量は洪水時のもので、河口部での密度成層は形成されていないと考えられます。沖合では河川流速が小さくなり潮汐流とオーダーが一致しますが、このときは波浪による海浜流が卓越するため、河川流の影響は相対的に小さく、河川ブルームの影響も小さいと考えられます。

平水時には密度差による影響が大きくなりますので、構造物の河川への影響は本実験結果だけでなく、他の流況シミュレーションなども総合的に判断して決定いたします。

論文番号 142

著者名 榎田真也，由比政年，石田 啓

論文題目 共存流による直立円柱底面付近の3次元流体場の変動特性

討論者 池谷 毅（鹿島・技研）

質疑

この研究成果を実務に生かすとするどのようなアプローチが考えられるでしょうか

回答

実務への利用としては、次のようなことが考えられます。底面付近における速度場・圧力場および底面せん断力の結果は、特に波・流れ共存場における底質の侵食性・堆積性の判断、洗掘防止用ブロック、捨石などの重量算定などの設計に有用であると考えます。また、非定常・3次元の詳細データは構造物自身および付帯施設の最適設計を行う上でより重要となる。さらに、図-3 にまとめられた KC 数や相対速度に対する馬蹄形渦の大きさの変化に関する結果は、波動場単独および波・流れ共存場における小口径構造物周辺の洗掘対策工の施工範囲を検討する上で貴重なデータとなると考えます。

なお、移動一般曲線座標系 Navier-Stokes 方程式を用いた本解析モデルは、任意境界形状、境界面の变形や移動に対応できるので、より一般的な形状の海岸構造物周り流体場の解析が可能です。さらに、今後は、底質輸送モデルを流体解析モデルに組み込むことにより、洗掘地形を詳細に予測可能な流体場・底質輸送の連成解析モデルへと発展させる予定です。

論文番号 143

著者名 石田 啓，川崎秀明，渡部敏男，高地 健，大貝秀司，榎田真也

論文題目 新型水車による流水エネルギー抽出装置の開発と現地設置

討論者 谷野（北海道東海大学）

質疑

エネルギー変換効率が低い。コストパフォーマンスが悪く実用的でないのではないかと。

「高トルク」ということは大きな外力を受ける。可動部が多いとくり返し荷重による疲労破壊が発生しやすい。実用化を考える時どのような対応を考えているのか。

20数年前に同様な研究がされています。海講にも発表されていますので一つ参考にしてください。「新型」ということですが、海流発電のアイデアの中にも同様な水車がありま

す。

回答

模型実験では、流水を縮流することにより高くなった流速を模型水車に作用させているので、元の水路の流水エネルギーに対する抽出エネルギー効率は高くなっており、エネルギー変換効率は低いわけではない。現地の水車では、水路幅が1 mと小さいため、設置した水車が流水疎通を阻止するための水位上昇が取水口にまで影響し、そのため本河川からの取水量が減少し、抽出エネルギーが小さくなったと考えている。今後は、より効率的な水車になるよう取水口部や水車の改良を検討する予定である。

本水車は羽が揺動回転するため、ダリウス水車のような特殊な羽断面を用いる必要が無く、また固定羽のクロスフロー水車のような導水カバーを厳密に付ける必要が無いという長所がある。ご指摘の、「羽軸回りの揺動回転が疲労破壊を誘発する危険性」も無いとは言えないが、羽ね軸の自転速度は小さく、回転角度幅も90度以下程度と小さいため、問題は無いと考えている。

ご指摘の第28回海講論文集（近藤・谷野ら）の波力水車と同型の水車を、現在、試作中であり、当論文は貴重な参考論文となっている。なお、本水車（特許申請中）を新型と呼んだのは、流体力により羽が揺動する水車はまだ作製されていないと認識しているからであり、もし既に同様のものが存在する場合は、詳細をお知らせ下さい。

討論者 平石哲也（港湾空港研）

質疑

大変興味があるのですが、実用機の抗力係数などはどのように決めて行くのですか。

回答

本水車は、水車の公転中に、公転による羽の位置の変化および羽の揺動自転のために、羽の仰角は刻々と変化し、抗力係数として一定値を与えることは不可能である。ただし、数値計算により作用するトルクの値を予測することは可能と考えており、今後さらに研究を進める予定である。

論文番号 144

著者名 加藤雅也，渡部靖憲，佐伯 浩

論文題目 直立堤堤頭部近傍の局所流体力特性

討論者 榎木 亨（大阪産業大学 工学部土木工学科）

質疑

堤頭部において大規模な鉛直渦が発生することが指摘されているが、この研究では如何？

大規模渦の発生により底部剪断力は極めて増大する。これによって底部洗掘が生じると考えられるが如何お考えか？

回答

これまでに、長周期波が防波堤堤頭部に作用する場合に鉛直軸周りの大規模渦が形成されることが指摘されています。本研究の波浪条件は風波からうねり程度を想定していますが、本研究の波浪条件においても堤頭部隅角部から鉛直軸周りの比較的大きな規模の剥離渦とそれに伴う 2 次渦が形成されています。また、堤頭部近傍の局所洗掘に大規模渦の形成が関与していることはご指摘のとおりだと考えています。なお、以上の点につきまして既発表論文（海岸工学論文集 47 巻，pp.776-780 海岸工学論文集 48 巻，pp.786-790）でも検討しておりますので御参照いただければ幸いです。

討論者 中村孝幸（愛媛大学 工学部環境建設工学科）

質疑

慣性力が抗力に比較して卓越するようになると被覆石の安定重量は存在しなくなることが推測されますが、どのようにお考えでしょうか？

（慣性力 $V(\text{体積})$ ，抵抗力 $V(\text{体積})$ ）

回答

本研究では堤頭部近傍の局所流体力における慣性力の寄与を指摘しました。これは、従来のように抗力だけで安定重量を算定する考え方に一石を投じるものです。しかしながら、本研究では被覆材形状を球とみなす等のいくつかの仮定を含んだ基礎的検討にとどまっております。ご指摘の問題に回答するにはさらに詳細な検討が必要だと考えます。例えば、被覆材の形状による抗力係数や慣性力係数の相違や、被覆材の大きさが変化することによって Re 数や KC 数が変化し、各係数が変化することも考慮する必要があります。また、被覆材の安定ということでは、一方で抵抗力についても重量（体積）以外に考慮すべき点があります。例えばブロック相互のかみあわせ等による抵抗は、形状によって大きく変化します。したがって、慣性力が卓越する場合でも、一概に安定重量が存在しなくなるという結論にはならないと考えますが、上述のように堤頭部近傍被覆材の所用質量算定法についてはさらなる検討が必要であると考えています。

討論者 大山 巧（清水建設株式会社 技術研究所）

質疑

図 - 2 の底面付近の水平流速計算値において、実験には見られない岸向きの定常流が発生するのはなぜか？

u の最大・最小値は実験と計算でかなりの差が見られる。M の評価に大きく影響するのではないか？

回答

本論文に示した実験と計算の比較は、実験装置の制約上（造波機が吸収型でないため）、水槽内が多重反射とならない造波開始から数波の範囲で行っています。従って、完全な定常状態の比較ではなく、また、造波境界の相違（計算：Stokes-3rd & Cnoid-2nd，実験：フラップ型造波）や岸側境界の相違（計算：エネルギー吸収帯と開境界条件，実験：碎石による消波）等があり、ご指摘のような差異が生じたものと考えています。しかしながら、 u

の変動量の絶対値は概ね実験と計算で一致しており、さらに重要なことは、堤体により形成される v 成分が実験と計算で非常に良く一致していることから、本計算結果は被覆材所用質量の基礎的な検討に十分適用可能と判断しました。しかしながら、今後実務において定量的な判断をしていくためには、さらに精度の高い実験や現地観測等を行った上で計算との比較を行い、計算精度の向上も図っていく必要があると考えています。

論文番号 145

著者名 林建二郎，高橋 祐，重村利幸

論文題目 湖岸や海岸に生育している水辺植生に作用する波力と消波機能の評価法に関する研究

討論者 坂本寛和（東亜建設工業技術研究所）

質疑

二分力計に直接植物を取り付け波力を計測しているが分力計自体の揺れによるノイズ等は発生しているか？。もしあれば何らかの対策をしているか。

エネルギー - 損失式の適用範囲は具体的にどれくらいか？

回答

分力計自体の揺れによるノイズ等は発生しておりません。

通常に分力計は、作用外力による梁の歪をゲ - ジで検知しております。従って、振動外力が作用すると梁は確かに曲げ変形し揺れますが、その変位量は無視できるほどわずかです。一般に分力計による変動外力の計測においては、上記に分力計自体の揺れ変位が無視できる状態で使用しております。一般に電気計測においてはノイズ対策は厄介な問題です。機械的なノイズはその発生源を見つけ影響を取り除けば解決できます。電氣的ノイズも発生源を見つけ対策を施せば良いのですが、なかなか発生源を見つけるのは困難だと思われれます。基本的にはできるだけ市販に分力計を使用しア - ス等のノイズ対策を確実に行うようにしております。本実験水槽においても造波機に使用しているサ - ボモ - タ - からの電機的ノイズおよび造波機運動による機械的ノイズが心配されますが、電氣的にも構造的にもこれらノイズの発生は除去しております。

植生高さ S が水深 d に比べて小さい場合（例えば $S/d < 0.3$ ）なら、全ての波に適用できると考えております。

本文中の(1)，(2)式で表している、エネルギー - 損失式 E_x ， E_y は、一般に全ての波に適用できます。しかし、式中の植生に作用する部分波力 F_x ， F_y の分布特性を計測評価することは現在の計測技術では難しいと思われれます。また流体中で振動している物体に作用する流体力の計測評価も難しいと思われれます^{1), 2)}。理論的には、植生の揺動運動に対する振動解析より流体力分布を逆算すれば可能だと思われれますが、植生の振動変位特性は複雑なので精度良い評価はなかなか困難だと思われれます。

植生軸に沿った流速分布は一樣と仮定すると、エネルギー - 損失式 E_x ， E_y は、(3) (4) で

表され、植生に作用する全流体力の x, y 方向成分 F_x, F_y と一様流速 u, v のそれぞれの積として評価できます。今回使用した 2 分力計によって計測された x, y 方向の力成分には、植生の動揺に伴う慣性力 (= 植生の質量 \times 加速度) も含まれておりますが、植生の質量は小さいのでこの慣性力は無視できると考えます。従って、植生に作用する全流体力 F_x, F_y は今回用いた 2 分力計で計測可能と考えております。

植生に作用する全流体力が評価されたとするなら、次の問題は代表流速のとり方です。作用波の波長 L に比べて、植生の長さ (= 高さ S) が小さい場合には、植生の水平変位位置による誤差は小さいと考えられます。従って、水粒子速度の水深方向変化が問題となります。波動理論式より底に近い領域では、波の水平水粒子速度 u の水深方向変化は小さいので、植生高さ S が、水深に比べて小さい場合 (例えば $S/d < 0.3$) なら、全ての波に適用できると考えております。 $S/D = 0.5$ なら、水深波長比が $d/L < 0.18$ の波に適用できると思います。

参考文献

- 1) 林建二郎・田中克也・藤間功司・重村利幸 (1997): 振動流中で渦励振動している円柱と流れとの相互作用による作用波力の変化特性, 海岸工学論文集, 第44巻(1), pp. 536-540.
- 2) 林建二郎・藤井優宏・重村利幸・萩原運弘 (2001): 水辺植生に作用する波力と消波機能に関する研究, 海岸工学論文集, 第48巻(2), pp. 891-895.

討論者 稲垣 聡 (鹿島建設技術研究所)

質疑

波透過率のモデルを作るときに植生の高さはパラメータに入れなくてよいのか?

流れから見ると、植生の形や靱性 (流れに対する倒れやすさ) が重要かと思うので、それがパラメータに入っているとアサザ等以外にも使えて汎用性が高まると考えられる。

回答

植生によって失われる波エネルギー損失量を基に、波透過率のモデル(式(7)参照)を提案しております。波エネルギー損失量の評価は、植生に作用する実測の全波力と代表波水粒子速度の積として評価しております((3),(4)式参照)。従って、水底からどの位置の波水粒子速度を代表粒子とするかは重要であります。植生高さ S が水深 d に比べて小さい場合 (例えば $S/d < 0.3$) なら、植生高さ間のどの位置の流速を用いても精度上問題ありませんが、植生高さ S が水深 d に比べて大きい場合 ($S/d > 0.3$) には、代表位置のとり方を精度上考慮する必要がありますと思われる。本研究では、便宜上、底面より植生高さ S の約 $2/3$ の位置での波水粒子速度を代表流速としております。このような意味では、本評価式においても植生の高さ S の影響は考慮されております。

植生軸に沿った波力の分布特性が明確になれば、代表水粒子速度の適宜な評価位置を決めることが可能だと考えます。

植生揺動による振動運動問題においては、ご指摘の植生の靱性は重要であると思います。植生に作用する流体力は、植生形の多様性や植生振動特性によっても異なると思います。

このような特性をも考慮された作用波力の評価式を得ることはかなり難しいと思われる。しかし、水中で揺動している植生に作用する波力特性および植生の揺動挙動のモデル化は重要な課題と考えております。

本評価法は、現地で生育している植生に作用する波力のモデル化は困難なので、その植生に作用する全流体力を実測できれば、その値と代表流速値の積より植生によるエネルギー - 損失が推定

できるというものです。植生は水深が浅いところで生育している場合が多いので、水深が 1 ~ 6 m の水槽に実植生を実水深で設置すれば現地と同じ波浪条件での評価が可能となります。

討論者 勝井秀博 (大成建設技術センター)

質疑

アマモが群生している場合、1本の場合より遮蔽や倒伏による流体抵抗、エネルギー - 損失が減少すると思うが如何ですか？

回答

ご指摘のように、アマモ群生中の1本に作用する流体抵抗およびそのエネルギー - 損失は、今回のような1本単独の場合より減少すると思われます。しかし、アマモ群の植生密度 (=アマモ群中のアマモ総体積 / アマモ群の体積 (アマモ群幅 × 長さ × 高さ)) は <0.015 と小さいので、遮蔽効果の影響は少ないと考えております。しかし、大きな波浪が作用し倒伏が激しくなった場合には、植生密度が増すので遮蔽効果が顕著となると予想されます。室内水槽内に実アマモ群落を設置することはなかなか困難ですが、この点に関する定量評価を今後ぜひ行ってみたいと考えております。

本文中に示しております植生模型 ((株)ニツソ -) 1株に作用する波力を、一株を単独に設置した場合と植生密度 が約 0.012 の群落内に設置した場合で計測し比較をしてみました。この模型植生素材に対する KC 数は高いので抗力係数 CD で比較したところ、両者の間には顕著な差が認められませんでした¹⁾。単独円中と植生密度 が約 0.009 の円中群においても同様な比較を行いました。両者の CD には顕著な差がありませんでした²⁾。

参考文献

- 1) 林建二郎・萩原運弘・上原正一・藤間功司・重村利幸(1998): 水辺植生の水理特性について, 海岸工学論文集, 第45巻(1), pp.536-540.
- 2) 林建二郎・藤井優宏・重村利幸・萩原運弘(2000): 粗な樹林帯密度で配置された円柱群に作用する波力と消波機能に関する研究, 海岸工学論文集, 第47巻(2), pp.766-770.

討論者 多田彰秀 (長崎大学工学部)

質疑

波実験に用いられた実植生の植生密度の値をお教え下さい。さらに、その植生密度は、

採取された現地の植生を十分に代表できる値と判断なさっておられるのでしょうか？なお代表値となさっておられる場合には、その根拠（or 評価法）について教えてください。

実植生を用いた規則波実験を観測されておられることと思いますが、入射波に伴う実植生の動揺は、波進行方向のみで卓越しているのでしょうか？あるいは、波進行方向および水路横断方向とも同程度の大きさでしょうか？教えてください。

今回採用された植生モデルの可撓性は、実植生の可撓性を十分再現できているとお考えでしょうか？実物とモデルとの可撓性の相似則については、「幾何縮尺」以外に何か考慮すべき無次元パラメータをお考えでしょうか？お考えを教えてください。

回答

実験では、単独に設置された実植生 1 本（or 1 株）のみに作用する流体力を計測しております。実植生群中の 1 本（or 1 株）に作用する流体力の計測は今後の課題としております。

本文中の図-6 に示す結果は、今回使用した単独設置の 1 本の実植生が図中に示している植生密度本数および植生幅で存在していると仮定した場合の透過率の推定値です。植生 1 本のエネルギー損失特性は、植生単独の場合と植生群の場合は同じと仮定しております。この仮定の妥当性については、植生群中の 1 本（or 1 株）に作用する流体力の計測を今後行い、検証する必要があります。

実植生の植生密度本数は、季節や生育している場所によってことなります。図-6 に示している

る植生密度本数は以下の資料を参照した仮定値です。

アサザ-----霞ヶ浦での観測値を参照

ササバモ-----霞ヶ浦での観測状況より推定

コアマモ-----中海と東京湾走水海岸での観測値および文献^{1),2)}

アマモ-----東京湾走水海岸での観測値および文献^{1),2),3)}

参考文献

1) 輪島 毅ら：東京湾藻場分布調査 走水海域調査 - , (株)日本海洋生物研究所2001年年報, pp.1-14.

2) 輪島 毅ら：東京湾藻場分布調査 たたら浜海域・北下浦海域 - , (株)日本海洋生物研究所2002年年報, pp.1-15.

3) 團 昭紀・森口朗彦・三橋公夫・寺脇利信 (1998): 鳴門地先におけるアマモ場と底質および波浪との関係, 水産工学, Vol.34 No.3, pp. 299-304.

基本的には波進行方向の動揺が卓越しておりましたが、一部の波浪条件下では横方向の動揺も認められました。その動揺量は波進行方向の動揺量に比べて小さいようでした。横方向の動揺が見られる時は、葉面がねじれた状態でした。

今回用いたモデル植生（(株ニッソ - ）は、実験においては波浪中で動揺（=大きく振動）しておりますが、その可撓性は実植生の可撓性を再現してないと思います。このモデル

植生の可撓性は、その数値評価を行っておりませんが、コアマモやアマモ等の実植生の可撓性に比べてかなり大きいと思います。実植生の可撓性は、その植生の生育時期・季節によって変化していると思われます。従って、実植生の可撓性の代表値評価は複雑なものと考えられます。また、模型植生の比重 (=0.825) も、実植生の比重より高めだと思います。

植生の可撓性の相似則において考慮するものとしては、ご指摘の幾何縮尺の他に、植生の比重、植生の曲げ剛 (EI)、靱性、および構造減衰定数 (植生部材の内部摩擦) 等を考えております。ただし、植生のような非常に柔らかい材質に対して、これら数値を上手く評価できるかどうか確認しておりません。

論文番号 146

著者名 中野 修, 興野俊也, 安田勝則, 藤井直樹

論文題目 規則波・不規則波による傾斜堤の波力・越波伝達波への数値波動水路の適用性について

討論者 合田良実 (株)エコー)

質疑

基礎捨石部分の CD, CM をどのように設定したかお教え下さい。天端が十分高く越波を生じない傾斜堤では現地の伝達率が 0.1 オーダーと思われるので、そうした結果が得られるように CD の値を大きく設定する必要があるのではないのでしょうか。

回答

現状では CD および CM について消波ブロックと基礎捨石で同一として、パラメトリックスタディを行いました。解析と実験の比較において、波高伝達率や上部工底面波力時系列波形に生じた相違は、質疑にあるように基礎捨石部の CD 値の設定に起因すると推察されるため、今後検討する必要があると考えております。

討論者 半沢 稔 (株)テトラ)

質疑

消波ブロックの天端並び個数に関して、天端 0 個並びというのは消波ブロック無しということではなく、基礎捨石の沖側天端幅 (図 - 1 では 2.3m になっている) がゼロになっている (あるいはそれに近い) というのでしょうか。

回答

質疑のとおり、天端ブロック並び個数は、捨石マウンドの沖側天端幅を消波ブロックの個数に対応する値で定義しております。天端 0 個並びは基礎捨石の天端に消波ブロックは並んでおりませんが、上部工は露出している状態ではなく、沖側斜面上の一番上の消波ブロックと接している状態となっております。図 - 1 に示したのは、天端 1 個並びの場合の断面図に対応しております。

討論者 木村克俊 (室蘭工業大学)

質疑

図 - 9 の上部工波力の比較では、有義値で評価していますが最大値はどのような傾向でしょうか。

回答

実験の入射波の時系列を取得していないため、実験と解析では堤体位置の有義波高と有義波周期のみ合わせており、最大波高は合わせておりません。これより上部工波力は有義値のみ比較を行いました。最大値の比較は今後検討していきたいと考えております。

論文番号 147

著者名 水谷 将, 今村文彦

論文題目 津波段波の衝撃性および越流を考慮した設計外力算定フローの提案

討論者 合田良実(株エコー)

質疑

津波堤防の建設費を試算された際に、波圧を設計計算のどの個所にどのように取り込んだか教えて下さい。特に表法面のコンクリートの設計において、波圧の影響をどのように考慮されたのでしょうか。

衝撃波圧のデータはピーク値だけでなく、継続時間についても解析され、力積の形で提示して頂くと、構造物の動的設計に応用が広がると思います。

回答

本検討では重力式コンクリートと裏込め土から構成される重力式表のり被覆工の構造物を対象としています。表法面のコンクリートの設計については、「実際に役立つ港湾・海洋構造物の設計計算例」(山海堂, pp. 58-61.)を参考に、重力式構造物の設計方法を用いました。その手順としては、まず表法面に設置される重力式コンクリート構造物に作用する水平波力、浮力、揚圧力およびコンクリート構造物の堤体重量等を算定し、その項目をもとにコンクリート構造物の移動(滑動)、およびコンクリート構造物の端部まわりの転倒に関する安定検討を行いました。検討に用いた式を以下に示します。

- ・ 滑動 安全率 $F_s = 0.6 (\text{堤体重量} - \text{浮力} - \text{揚圧力}) / \text{水平波力} > 1.2$
- ・ 転倒 安全率 $F_s = (\text{堤体重量によるモーメント} - \text{浮力によるモーメント} - \text{揚圧力によるモーメント}) / \text{水平波力によるモーメント} > 1.2$

本検討では継続時間を考慮していない現状の設計方法をもとに、構造物の安定検討を行いました。今後、検討を行う際には先生のご意見を参考にさせていただきます。ありがとうございました。

論文番号 148

著者名 堺 茂樹, 牧野周作

論文題目 津波による超大型浮体の係留力について

討論者 合田良実(株エコー)

質疑

図 - 9 は横軸の b が津波の相当周波数と 1 自由度振動系の固有周波数の比であり、共振増幅係数を表しています。したがって、計測値はすべて 1 自由度振動系の応答特性を除去した上で再整理する必要があります。すなわち、計測値を図 - 11 の x_{\max}^* で除して、図 - 11 のデータが 1.0 の一定値を保つようにしなければなりません。

回答

本研究では、津波の一波一波を孤立波で近似しており、津波到達の間隔によってはこの近似の妥当性が失われる場合もあると思いますので、その意味では本研究で得られた結果は限定された条件に対するものであります。

共振増幅係数は、周期的な外力に対する応答が定常状態になった際の振幅を示すものと思いますが、本研究では、単一の外力が一回だけ作用した時の、1 自由度振動系の瞬間的な応答を検討しております。図 - 11 は、上記の瞬間的な応答の最大値が津波の相当周波数と浮体 - 係留装置系の固有振動数の比で表現できることを示しております。

討論者 関本恒浩（五洋建設（株））

質疑

大型浮体の弾性変形の影響はないと考えて良いのでしょうか。

式（1）では付加質量、造波抵抗は考慮されていませんが、考慮する必要はないのでしょうか。

回答

弾性変形の影響に関するご質問は弾性率の影響のことと思われませんが、以下のような理由により、実用上は無いと考えております。つまり、一般的には、波浪が開水域から弾性浮体下に進入した際に生じる波高・波速の変化率は、浮体の剛性のほかに、入射波の周期にも依存しており、長周期波ほど変化が小さくなります。本研究では津波を模擬するため、孤立波を用いておりますが、この場合にはその変化はほとんど見られません。従いまして、弾性率に係わらず、同一の弾性変形が生じます。孤立波の波峰が浮体先端に達した直後に、係留力が最大となることから、浮体先端部の変形が流体力の発生に関連していると仮定しますと、入射波特性が同じであれば、同じ流体力になります。また、浮体の剛性が極めて大きい場合には、波高・波速も変化しますが、海上空港などを想定したメガフロートの剛性程度では、その影響はないことを数値計算で確かめております。以上の 2 点から、実用上は弾性率の影響はないと考えておりますが、これらを確認するため、本研究での剛性とは大きく異なる材料を用いた実験を継続しております。

著者らは確かめておりませんが、超大型浮体の水平方向付加質量の影響は極めて小さいと言われております。また、孤立波による超大型浮体の造波抵抗については、現在のところ、まったく知見がありません。従いまして、この段階では考慮する必要性を判断することはできません。ただし、これらを見捨てた場合でも、図 - 11 に示した程度には説明できることを示しました。なお、ピーク付近では、他の領域に比べて精度が多少低くなっている

ますが、これらが2つの影響の現れである可能性もありますので、今後検討したいと思っております。

論文番号 150

著者名 大野賢一，松見吉晴，児玉広子，木村 晃

論文題目 被覆材の耐波安定性に関する不規則波実験における造波信号長の影響

討論者 合田良実 ((株)エコー 顧問)

質疑

大変に手間のかかる実験を遂行されたことにまず敬意を表します。図 - 3 の波形シミュレーションは各 3000 ケースについて初期乱数を変えて実施されたとのことですので、たとえば信号長 4096 を 4 回加えた結果が信号長 16384 のものとの程度異なるかを吟味して頂けると幸いです。私見では水理模型実験の実務では 300 波程度の不規則波群を波形に変えて 3 回くらい作用させると良いと考えています。

回答

例えば 4 種類の初期乱数で作成された信号長 4096 をそれぞれつなぎ合わせて造波する方法は、1 種類の初期乱数で作成された信号長 16384 を造波した場合と確率的に同一のものと考えられます。しかし、1 種類の初期乱数から作成された信号長 4096 を 4 回繰り返して造波する方法は、信号長 4096 を 1 回造波した場合と確率的に同じものだと考えられます。先生のお考えのとおり 300 波程度を初期値を変えて 3 回加えて造波する方法は、本研究で提案している 800 波程度と同程度の結果が得られるものと思います。

討論者 半沢 稔 ((株)テトラ テトラ総合技術研究所)

質疑

今回の検討ではガラス玉による実験で必要波数を提案されています。堤体条件としては比較的均一(一様)な場合と考えられます。堤体として消波ブロックのように堤体にバラツキ(例えば、かみ合わせ)があるような場合には、更に必要波数は増えるということになるのでしょうか？

回答

本実験では造波信号長の影響を明確にするために均一な被覆材(ガラス玉)を採用しました。著者らが提案する捨石(球体を仮定)の動的挙動シミュレーションにより被災判定を行っておりますが、被覆材が消波ブロックであってもその被覆材に合った判定条件があれば限界波高が求まり、同様な波高の発生確率が導出できます。他の被覆材で実験を行っていないため必要波数が被覆材毎に異なってくるかどうかは分かりませんが、実験時の必要波数にはあまり変化が見られないのではないかと考えております。

論文番号 151

著者名 水流正人，関本恒浩，中山晋一，内海 博，斉藤知秀

論文題目 消波ブロックの安定数に関する実験的・現地検証的研究

討論者 榎木 亨 (大阪産業大学)

質疑

surf similarity parameter による共鳴現象以外に高波の run の効果を再 check して欲しい。不規則波の尖り度他のパラメーターについても検討して欲しい。

回答

設計波級の高波が来襲していないにも関わらず消波ブロックが著しく変形した理由の一つとして、grouping の効果やスペクトル形状といった波の不規則性に起因する影響もあると思います。ただし、今回の場合は他の要因に比べて影響は小さいと考えました。本論文では、主要な要因を抽出評価することを目的としましたので、grouping などの影響を考慮するまでには至りませんでした。今後、詳細な検討を行う際には考慮が必要と考えられますので、研究課題にしたいと思います。

討論者 木村克俊 (室蘭工業大学)

質疑

消波ブロック被覆堤の施工中に生ずる不連続消波部についての既往の被災事例と比較されましたでしょうか。

回答

残念ながら不連続消波部を対象とした事例は調査できませんでしたが、五明ら(1997)や木村ら(1997)などの論文を参考に比較してみました。施工途中も含めた堤頭部における被災事例(実験結果も含む)によると、波の来襲する方向に見て、消波ブロックが連続して平坦に設置されたところは安定性が高く、法肩のように背後に押さえがないところは安定性が低いという傾向が認められました。堤頭部港内側の法肩でブロックの散乱が顕著となる場合が多いようです。このように背後に押さえがあるかどうかという観点に立てば、被災事例の傾向は今回の調査結果と一致していると言えます。

質疑

上部斜面型の消波ブロック被覆堤の場合、消波工天端が低い場合消波ブロックが不安定になる傾向はないでしょうか。

回答

天端が高い場合と低い場合では変形形態が異なり、テトラポッドを使った別の実験によると天端が高い場合はS字型に、天端が低い場合は直線的に変形するようです。ただし、少なくとも今回実施した水理実験では、安定数も従来から提案されている値に近く、天端が低い場合に著しく消波ブロックが不安定になるという現象は観測されませんでした。天端が低ければ不安定になるという可能性は十分に考えられますが、水理実験結果を踏まえると本論文の条件ではそれほど支配的にはならないと判断しました。

論文番号 152

著者名 久保田真一，小林茂高，松本 朗，半沢 稔，松岡道男

論文題目 消波ブロックの耐波安定性に及ぼす被覆層厚と中詰め材の影響に関する研究

討論者 五明美智男（東亜建設工業株）

質疑

今回の実験条件では，中詰め材とのかみ合わせの影響はないと考えて良いか．

回答

中詰め材とのかみ合わせの効果を考慮しない状態で，表層ブロックの抵抗力を評価した．その結果，中詰め材とのかみ合わせの影響を考慮しない状態においても安定性の傾向が説明できた．今回の実験では，中詰め材とのかみ合わせの影響のみを評価することはできないが，ある程度の層厚を確保すれば，表層ブロックの安定性には影響しないものとする．

質疑

（上記質疑の回答をふまえて）

全断面ドロスの反射率（0.4 前後）と比べ，中詰め材によっては反射率が大きくなると思われるが，反射率で実験結果を整理していれば，あるいは反射率で整理できるかどうかの可能性についてコメントを下さい．

回答

反射率に関しては，中詰め材にともなう若干の変化は確認したが，層厚に関しては大きく変化はしない．今回は安定性と関連付けた検討までには及ばなかった．

討論者 荒木進歩（大阪大学大学院 工学研究科）

質疑

消波ブロックの抵抗力の評価を行っているが，消波ブロックを水平に配置した状態での測定となっている．実際の被覆層のように斜面を有する配置状況での抵抗力との相違について教えて下さい．

回答

今回は，最も単純な状態での計測を試みた．その結果，安定性と結びつく傾向がでたことから，実現象の傾向はとらえていると考える．斜面においては，自重がかみ合わせにさらに寄与すると考えられる．今後は，斜面での計測，また直接的な抵抗力の計測を含めて，本手法の妥当性を検証し，抵抗力の評価手法を確立することを目指していく．

討論者 田安正茂（福井工業高等専門学校 環境都市工学科 助手）

質疑

中詰め材の空隙率をさらに増大させた場合に流下速度ではなく遡上速度も安定性に影響を及ぼすと考えられるがご意見をうかがいたい．

回答

遡上速度については，安定性結果と結びつくような顕著な現象は確認できなかった．流下速度と比較して，それほど影響はないと考える．

討論者 重松考昌（大阪市立大学大学院）

質疑

中詰め材によって現象が大きく依存することから、被覆層内部、中詰め材との界面、中詰め材内部の流速の測定が必要と思われるが、その点についてコメントをいただきたい。

回答

定点流速に関しては静水面付近において、遡上波形については表層に位置するブロック上およびブロック中心付近において計測している。いずれもブロックの転落に影響を及ぼすであろう箇所での計測であるが、ご指摘の通り、表層から中詰め材内部にかけて数力所の計測を行うことで、より詳細な検討ができるものとする。

論文番号 153

著者名 藤井直樹，興野俊也，安田勝則

論文題目 個別要素法による消波ブロック被覆堤の変形計算

討論者 伊藤一教（大成建設（株））

質疑

消波ブロックは、3次元の噛み合わせが支配的である。シミュレーションは断面2次元なのでブロック形に噛み合わせを3次元に一致させるような工夫をしているのですか？

ブロック要素の減衰係数は、どの様に決めているのですか？

回答

現在、工夫はしていませんが、ブロック挙動には非常に重要な要因であるため、今後、ブロックの積み方やブロックのモデル化について検討していきたいと考えています。

ばねと減衰係数はマウンドの変形実験に対するシミュレーション結果を基本として、水中におけるブロックの落下実験の斜面との反発や転がり具合から調整しました。石に対して設定した値を基にしているため、設定法も今後の課題です。

討論者 後藤仁志（京都大学）

質疑

要素配列については、鉛直2次元でできる限り3次元配列の移動抵抗に近づける工夫が必要ではないでしょうか。例えば3次元的な規則配列を鉛直2次元断面に投影して初期配列を決めるなど。

ブロックへの作用外力の評価には局所流速の影響が大きいと考えます。特にブロック層の表層では流速勾配が大きく、DEMの要素への抗力推定のための代表流速をどの様にとるかによって計算結果が大きく変化しないか気になります。この点に関してコメントいただけないでしょうか。

回答

ご指摘のとおり工夫が必要であると感じています。例示していただいたような方法により検討することも可能ですので、今後検討していきたいと思っております。そのためには、今回のブロック要素はある側面から見た1断面のみをモデル化しましたが、複数の異なるブ

ロック要素を用意し実験等を参考に初期配列を設定したいと考えています。

斜面上と斜面内の流速値は、格子が1, 2個異なるだけで大きく異なります。したがって、ブロックに作用する流体力が大きく異なります。現在はブロック中心点が位置するメッシュの流速値を使用しています。ただし、ブロックが動き始めるには押し波時の揚力が重要な働きをしており、揚力係数の値も重要な要素であると考えます。また、ブロックの噛み合わせ効果は代表流速の取り方以上に非常に大きいと考えています。今後、代表流速だけでなく、係数や噛み合わせ効果も含め検討すべき課題であります。

討論者 荒木進歩（大阪大学大学院工学研究科）

質疑

基本的なことですが、多角形要素について教えて下さい。

辺要素と円形要素の接続方法

ケーソンの質量をどのように与えているか

回答

多角形要素と他要素の接触判定は、円要素と他要素、辺要素と他要素の各々について従来のアルゴリズム通りに行います。辺要素に作用する力は円要素に分配します。隅角に配置した円要素の力は、力の算定を簡単に行うために多角形要素中心に移動し、合力を算定した後、円要素に配分します。次に、算定した力を基に多角形円要素の変位増分等を計算した後、多角形辺要素を確定するという手順になります。

密度は隅角部に配置した4つの円要素に分配しています。さらに、回転慣性も各円要素に分配し強制的に与えています。

論文番号 154

著者名 池谷 毅

論文題目 フィルターユニットの形状決定理論と水理設計への応用

討論者 合田良実（(株)エコー）

質疑

中詰石を安定させるためには、網材の張力を増すのが有効とのことですが、そうすると全体の形が丸くなり、波に対する安定性が低下する心配はありませんか。

回答

ご指摘の通り、中詰材の量を多くするなどして単純に網材の張力を増加させると、全体の形が丸くなり、波浪に対する安定性が低下すると思われれます。波に対する全体の安定性と中詰材の安定性をともに確保することが大切であり、そのためには、現在の形状を保ったまま中詰材の拘束を向上させる方策が重要と考えております。

討論者 勝井秀博（大成建設（株）技術センター）

質疑

中詰材表層の石の移動について：

フィルターユニットの機能を発揮するためには、設置した時にかなりフラットになるような中詰材の入れ方（少ない量）となると思う。その時（24）式の拘束力（？） P_n はゼロかあるとしてもかなり小さいと考える。このような状況で、流体力による中詰材の移動を抑えることは本当にできるのでしょうか？実験事実を把握しておられれば、それに基づいた理論の適合性の是非を教えてください。

回答

今回、設置時の形状解析では、頂部での拘束力をゼロとして形状を解析しましたので、形状がほぼ水平になっております。しかし、実際には頂部は完全に水平では無く、傾斜を有しており、かなりの拘束力があります。拘束力の効果については、現在、別途研究を実施中ですので、まとめましたら別の機会にご報告したいと考えております。

論文番号 155

著者名 伊藤一教，樋口雄一，東江隆夫，勝井秀博

論文題目 確率理論に基づく個別要素法の拡張

討論者 後藤仁志（京大）

質疑

マウンド全体の変形を伴うような場合には、要素の離脱を決定付けるのは、その時点での配列の幾何的特性のはずです。今回の方法は平均、分散等の統計値を追うためには有効ですが、幾何的配列のディテールについての情報は得られないので、適用対象に一定の限界があるように感じるのですが、この点についてコメントいただければ幸いです。

回答

御指摘の通り要素の離脱には、要素配列の幾何的特性の影響が大きいと考えています。本論で提案した手法は、初期配列を確率的に与えないので、要素が動き出してから統計値を対象にすることになります。したがって、要素の初期配置が支配的な場合には、限界があろうと思います。

本論文では手法の基礎的な検証に焦点を絞っているため、将来的にどのような現象や構造物を対象とするかを示していません。現状で対象構造物となりやすいものは、被覆石と思っています。被覆石は産地から切り出してくるため、比較的形状が一様で、マウンドも一様な均しを行いますから、初期の配列も一様になりやすいと考えているからです。本手法の適用範囲や対象については、今後の検討課題と思っています。しかし、計算時間をかけずに統計的結果を算出する計算手法は、破壊確率などの評価に発展する可能性があると考えています。

論文番号 156

著者名 鶴ヶ崎和博，馬場慎太郎，金 夏永，三宅達夫，金子清美，手塚 隆，佐藤 清，徳永和幸

論文題目 波浪が護岸背面地盤へ及ぼす影響

討論者 合田良実(株エコー)

質疑

圧抜き口が有効とのご結論ですが、残留水位変動振幅、空気圧(?)変動はどのようになっていましたか?また、圧抜き部分の構造設計はどのようになりましたか?

回答

今回の実験時における圧抜きとは、実際に圧抜き口を設けることではなくて、単に背面地盤が遮水シートで完全に密閉されていない条件(シートを背面護岸の法面まで敷設し、法肩部には延長しない条件)ということで対応している。よって実際の圧抜き工に相当する部分の残留水位変動、空気圧変動の観測を行っていないので、それらの変動幅についてはよくわからないが、模型地盤中の各所に埋設した間隙水圧計の変動においては、今回の波浪条件(波高 3.6m, 周期 5.7 秒)では、水圧が蓄積するような傾向はみられなかった。また、護岸背面の裏込石上部に設置した水圧計において、気中部分に存在したと思われる条件での計測結果から、空気圧変動と思われる変動はなかった。なお、実際の圧抜き部分の構造については、ケーソン背面の裏込石をそのまま地表面付近まで延長することで対応している。

討論者 矢内栄二(千葉工大)

質疑

流体の粘性を変化させているのであれば、背後の材料内のレイノルズ数をあわせるべき

回答

今回の遠心場での波浪実験については、背面へと浸透した流れが、地盤に対してどのような影響を与えるのか(水圧の蓄積等や地盤の破壊問題)について調べるために行ったものであり、力学的な相似則とともに、波浪伝播と地盤圧密に関する時間的な相似則を満足する必要があった。そのためには用いる流体の粘性係数を実際(水)の遠心加速度倍にする必要があり、今回のような粘性流体を用いた。なお、実験に用いた材料は、透水性を支配するといわれる 10%粒径を同一としたので(1G場での水を使った透水係数と 100G 場での粘性流体を用いた透水係数はほぼ同じであった)、背面の転炉スラグ内においては、実地盤に対して、ほぼ同等かそれ以下のレイノルズ数になっていたものと考えられる。

論文番号 157

著者名 宮田正史, 長尾 毅, 釣 哲之, 清水庸介, 田崎邦男

論文題目 防波堤アスファルトマットの集中荷重分散効果に関する実験的研究

討論者 北海道開発局

質疑

均し精度とアスファルトマットの使用を考慮した今後の現場への展開方法について教えてください。

均し精度を ± 20 ， ± 30 と下げた場合（現在 ± 5 cm）にアスファルトマットを使用してケーソン底面に作用する力を分散させる．

論文番号 159

著者名 重松孝昌，池田憲造，小田一紀，藤田 孝

論文題目 底質環境の改善を目的とした鉛直循環流誘起堤体の開発

訂正

表-1中の計算領域の欄には $x=10$ cm とありますが， $x=10$ m の誤りです．

討論者 齋藤武久（金沢大学）

質疑

入射波の周期によって（例えば対象とされた実験条件よりも周期が長い長周期波の場合）は，堤体背後域で流体共振のような現象の発生は考えられないでしょうか．もし共振の発生が期待できれば，鉛直循環流の規模がより大きくなり，対象とされた実験条件に加えてこの堤体の機能が利用できる一因を加えること（ターゲットとする周期帯を広げる）になるかと思います．

回答

本堤体は，高度に利用されている閉鎖性水域における夏期の貧酸素化した底質環境の改善を目的としています．例えば大阪湾の湾奥部のような海域では，下記の波浪は周期が比較的短く，また，波高も小さいのが通常です．このような波浪条件の下で，比較的酸素の豊富な表層水を底層部へと輸送することができる堤体を開発することが，本研究の目的です．したがって，提案堤体の短周期波による鉛直循環流誘起効果のみに重きを置いた検討を行っており，短周期の波浪条件のもとで計算によって得られた循環流が，実験で再現できるかという検討を行っております．一方，実験では，比較的周期の長い波浪条件で実験を行っております．表-3には，長周期波浪条件下における反射率特性と下部通水部流量のみを示しておりますが，堤体前面に形成されず循環流の規模は短周期波浪条件の場合と比較すると小さくなることを確認しております．

討論者 松見吉晴（鳥取大学）

質疑

ご提案の上部通水部は断面形状的にデーパーを持つ形状になっていますが，流体の通水能から考えると流入しにくくなり，結果として，堤体全体としての反射率を増加させると思われます．上部通水部の機能として，表層水の取り込みと考えると，堤体の下側部分だけでも機能を維持して，かつ反射率の低減にもなると思われませんが，いかがでしょうか？

回答

ご指摘の通り，前面壁下側の部分だけでも，所期の目的を達成することができると思います．本堤体は，高度に有効利用されている閉鎖性水域を念頭に置いておりましたので，遊水室上部を有効利用できるようにと上部壁を設けて検討いたしました．ただし，表-3に

反射率の実験結果を掲載しておりますように、上部壁を設けた提案堤体でも短周期波の場合には 30～40%程度の反射率となっており、実用に供する性能を有しているのではないかと考えております。

論文番号 161

著者名 原田英治，後藤仁志，酒井哲郎，大野正博

論文題目 3次元モデルによる消波ブロック群の崩壊過程におけるブロック間応力推定

討論者 前野詩朗（岡山大学 環境理工学部）

質疑

2，3次元モデルの定数値の違いは？

回答

我々のモデル定数設定法は、計算時間刻みおよび粒子の質量に依存するため、2次元と3次元ではモデル定数が異なります。

質疑

応力解析の妥当性が不明です。

回答

ブロック間に作用する応力解析の妥当性には、実際の消波ブロックの圧縮・せん断試験から得られる降伏応力等の結果を考慮した数値シミュレーションが必要であり、今後の課題であると考えています。

質疑

同時に陥没しているのに何故奥側から破壊が進行するのか？

回答

パッキング終了時（初期配列）で消波ブロックの配列および固定床と消波ブロックの接触点が左右対称でないこと、また、固定床と陥没床の左右の境界に接触する消波ブロックの位置が、左右の境界で異なることが原因となり、不安定箇所が奥側に形成されたのではと考えています。

論文番号 162

著者名 重松孝昌，渡部靖憲，竹原幸生，奥村悠樹，小池敏也

論文題目 波動場におけるブロック潜堤間隙内の三次元流体運動に関する実験的研究

討論者 前野詩朗（岡山大学）

質疑

誤ベクトルはどの程度のオーダーですか。

回答

このシステムの精度については、本文の参考文献にあります奥村ら(2001)で検証しております。詳細はこれを参照して頂けるようお願いしますが、エラーは5%程度とお考え下さい。

い.

討論者 齋藤武久 (金沢大学)

質疑

実験に使用された流体の粘性諸元についてお教え下さい.

回答

測定しておりませんでしたので、当日、会場でお答えできませんでした。その後、粘性係数を計測したところ、25度で $1.2 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ でした。

質疑

流体の性質とも関連することになると思いますが、今回の実験で使用されているトレーサー (粒径 1~2mm, 比重 1.4) の流体への追従性についてコメントをお願いいたします。

回答

流体の比重と同じになるようにトレーサーの比重を調整しておりますので、基本的には追従性はよいと考えております。

論文番号 163

著者名 齋藤武久, 村田康友, 石田 啓

論文題目 人工リ - フ上の波頂前面砕波に伴う質量輸送流および乱れ特性

討論者 重松孝昌 (大阪市立大学大学院)

質疑

波頂前面砕波の発生条件を波浪条件だけで整理されていますが、リ - フの構造諸元が考慮されるべきではないですか。

回答

ご指摘のように、法面勾配、天端幅、天端水深の諸元が結果に反映されなければなりません。研究の方針としては、まず、人工リ - フの形状・形態 (透過・不透過など) を固定し、多くの入射波条件 (潮位変化として水深変化も含む) で結果を整理した後に、リ - フの形状・形態の変化を取り込み体系化することが最終目標になると考えます。その1ステップとして、現地での施工頻度が最も高い法面勾配 (1/3)、および天端幅 (縮尺換算) を想定し、波浪条件によって実験結果を整理した結果、波頂前砕波の発生条件がア - ゼル数によって整理できたことが、本研究の成果の一つとご理解ください。なお、同一水深で、天端水深を変化 (リ - フの形状変化) させた場合の実験を現在計画しております。この結果を待ち、天端水深による無次元量を取り込むことによって、今回のご質問に対するより充実した回答が可能かと考えます。ご指摘ありがとうございました。

論文番号 164

著者名 木村克俊, 清水雄平, 田谷年樹, 山本泰司, 土井善和, 半沢 稔

論文題目 消波ブロック積み幅広潜堤の変形および伝達波特性に関する検討

討論者 水谷法美（名古屋大学）

質疑

図-5，図-6より最大波力は $h_c=0$ および -6cm のとき，波高によらず一定となっておりますが，どのように解釈したらよろしいのでしょうか．もし最大波力ベクトルの変化方向が波高により変化するようであれば，補足していただければ幸いです．

回答

図-5，図-6は，岸側法肩のブロックへの作用波力のピーク値を示しております． $h_c=0$ および -6cm の場合には，越流時に鉛直上向きの揚力が働いています．波高が大きいほど越流水脈は厚くなりますが，堤体背面側においてはブロック近傍流速の変化は小さいものと推察されます．今後，ブロック周辺の流れについても実測し，ご指摘いただいた波力ベクトルの時間変化との関係についても検討する予定です．

論文番号 165

著者名 野口賢二，鳥居謙一，人見 寿

論文題目 人工リーフの平面性能評価に関する研究

訂正

図-8のタイトル「エネルギー伝達率と波高伝達率」を「エネルギー透過率と波高透過率」，
図-9のタイトル「遡上高」を「遡上距離」に修正願います．

討論者 水谷法美

質疑

エネルギー透過率と波高透過率との差について，運動エネルギーと位置エネルギーのバランスの変化などその原因についてご検討なされていまして教えていただきたい．

回答

波高透過率は，堤前波と透過波の代表波高・周期（有義波高・周期）で評価しており，その際，両者の波の特性が一致していることが前提となります．しかし，堤前波と透過波のスペクトル形状は変化しているため，代表波高・周期での評価では波の特性の変化は考慮されていません．

一方，エネルギー透過率は，全周波数帯を評価しているため，波高透過率では評価できなかった波の特性の変化を評価していると考えられます．そのため，エネルギー透過率と波高透過率では差が生じ，かつ波の特性の変化を考慮した分エネルギー透過率の方が波高透過率より大きくなったと考えられます．

討論者 池谷毅（鹿島技研）

質疑

「代表波高と周期で消波性能を評価することには限界がある．」とのことですが，どのように評価すれば良いか提案があればお示し頂きたい．

回答

本研究では、代表波高・周期とエネルギーによる評価の比較を行いました。まだ検討は必要ですが、エネルギーによる評価は有効であると考えられます。

討論者 合田良美（株エコー）

質疑

高透過率を求めている波高は有義波高でしょうか？

波高透過率を堤前波高ではなく沖波波高で定義したときも、エネルギー透過率との差が生じますか。

回答

波高透過率を求めている波高は、ゼロアップクロス法で求めた有義波高を使用しました。

本研究では、沖波と透過波の比を伝達率、堤前波と透過波の比を透過率と定義しました。

ご指摘の沖波を対象としたエネルギー伝達率と波高伝達率の比較では、人工リーフに至るまでの砕波によるエネルギー逸散を含んでしまいます。本研究の目的は、砕波帯内外での人工リーフそのものを評価することなので、堤前波を対象とした透過率が最適であると考えられます。

論文番号 167

著者名 小野正順

論文題目 湧昇流発生機能を有する着底式人工魚礁に関する研究

討論者 合田良実（株）エコー）

質疑

計算領域を下流側にどのくらいの距離まで取られ、境界条件をどのように設定されたかお教え下さい。

回答

計算領域は、下流側に礁高の2倍程度を取っています。下流側の境界条件は、自由流出の条件(空間メッシュで一つ上流側の値と同じ)で与えています。

討論者 高山知司（京大・防災研）

質疑

平面的な流速分布について教えて欲しい。

平面的な流速分布も魚礁の選定に影響するのではないか？

回答

平面的な流速分布は、三次元的に流況を表示していないので、明確にはわかりません。今までの計算結果から推察すると、恐らく湧昇された分だけ魚礁の両サイドから補償されていると思います。

平面的な流速分布については、特に魚礁の配置間隔に関係してきます。また、で述

べたように湧昇流の補償流にも関連してくると考えます。魚礁内に蟄集する魚にとっては、流れからの回避なので流速の絶対値によって魚礁内に停滞できるかどうか決まってくると考えます。

論文番号 168

著者名 川口 毅，三島豊秋，岡野崇裕

論文題目 札前漁港における潜堤付海水交換工法の効果に関する現地観測

討論者 合田良実（株式会社エコー）

質疑

この施設は平均潮位と潜堤天端高の差が微妙に影響するようなので、夏季と冬季との月別平均潮位差を考慮されると、さらに優れた施設設計ができるのではないのでしょうか。

回答

本工法では、潜堤の天端高の設定が効率的な導水を図る上での重要な検討事項となりますので、ご指摘の通り、夏季および冬季との月別平均潮位差を考慮した上で適切な潜堤天端高を設定する必要があります。札前漁港における蓄養施設では冬季のヤリイカを対象とする利用計画が立てられていることから、特に冬季の平均潮位については今後検討しておく必要があると考えています。

対象とした蓄養施設は平成 11 年度にすでに完成しており、今回の調査はその機能に関するモニタリング調査の一環として行われました。その中で現状での潜堤天端高に対して疑問視する声があったため、検討を加えてみたものが今回の結果になっています。現在でもこの施設でのモニタリング調査は進められていますので、その中で月平均潮位差についても検討されることになると思います。この施設は一つのモデル施設と考えられていることから、今後建設される類似施設には今回および今後のモニタリング調査結果が反映されることになると思います。

論文番号 170

著者名 宮本順司，佐々真志，関口秀雄

論文題目 波浪作用下における液状化の進展および凝固・圧密過程

討論者 前野詩朗（岡山大学）

質疑

実験では砂層表面付近の間隙比がもっとも小さくなっているが、解析では、-20mm程度の地点が小さくなり砂層表面は大きくなっているが解析の取り扱い方に問題ありませんか？

回答

波浪負荷にともなって地盤に誘起されるせん断力は、波圧変動によるもの (τ_1) と振動流によるもの (τ_2) で構成される。解析では、前者によるもののみを取り扱っており、後

者によるものは無視している．ところが， τ_2/τ_1 は，一般に，地表面付近では大きくなる．すなわち，地表面付近では，振動流によるせん断力の影響がおおきくなり，この影響を無視している解析では，地表面の密度が実際よりも小さくなると思われる．

討論者 高山知司（京都大学防災研究所）

質疑

実際の海の波は不規則であるために，ある波群特性をもつ．この波群特性を入れた解析をして欲しい．実際の海底では，Solidification は海底面付近まで達しないのではないか．

回答

前半の質問に関して現在，波群特性を入れた解析に取り組んでいる．後半の質問に関して遠心力場波浪実験では，地盤浅部に設置した間隙圧計の位置から地表面までの領域において，Solidification が起こったことを実際に確かめることはできない．その領域の厚さは，波長に対して，0.5%程度である．従って，例えば，原位置の波の波長が 100m とした場合，地表面から深さ 0.5m の所までの領域に関しては，実際に Solidification が起こっているかどうか今のところわからない．現在の解析によると，Solidification は地表面まで達するが，地表面付近に関しては課題が多いと思う．

論文番号 171

著者名 横浜勝司，三浦清一，林 秀人

論文題目 波浪のような繰返し力を受ける構造物支持地盤の流動破壊と解析法に関する研究

討論者 前野詩朗(岡山大学)

質疑

何故すべり線の要素を考慮して解析する必要があるか不明です．

回答

一連の模型試験によって，繰返し载荷条件下にある構造物・地盤系の側方流動変形が塑性すべり線に沿って進行することが明らかにされております．本解析法での破壊の取り扱い，ご承知のように，Mohr-Coulomb 規準による完全塑性流動破壊を前提にしていますので，いわゆる進行性破壊を説明する形にはなっていません．今回の解析では，そのような変形挙動を簡易な有限要素解析と簡易な構成式（Mohr-Coulomb 規準）によって定量的に評価することができるかどうかを確認するために，地盤内のすべり線を含む要素の内部摩擦角を低減するという方法を採用しました．ある程度の追跡が可能なようなので，今後は構成式の合理的な設定法を研究し，解の妥当性を示していきたいと思っています．

論文番号 173

著者名 鈴木高二郎，高橋重雄，山本泰司，橋詰知喜，姜 閔求

論文題目 防波堤背後に設置した人工浅場の波浪による液状化について

討論者 酒井哲郎（京都大学）

質疑

島堤背後の越波による液状化に対し、二次元規則波を用いた検討で十分であろうか？
越波の平面的な分布の影響は？

実験結果として、残留過剰間隙水圧が増加しているが、波浪による海底地質の応答では、変動過剰間隙水圧は位相遅れや減衰をしても、残留分が上昇することはほとんどないのではないかと考えていた。実験装置の特性、例えば砂層の排水条件（非排水？）によるのではないか？

回答

5 波程度大きな越波が作用すると液状化する可能性があり、また、いったんある箇所で液状化が発生すると、残留過剰間隙水圧がまわりに伝播し、液状化させやすくする可能性がある。ただし、平面的な不規則波では、連続して同じ箇所に越波が作用しない場合もあり、液状化しにくい可能性もある。そういった意味で、本来は平面不規則波を用いるべきであるが、緩く堆積した地盤を平面的に作成するのが困難であり、今後の課題としたい。

砂地盤が緩く堆積していて、砂の透水係数が小さい場合には、液状化すると残留過剰間隙水圧が上昇する。今回の実験は規模が小さいため、0.08mm という砂を用いなければ、残留過剰間隙水圧がうまく観察できないが、現地スケールの実験ができる当所の大規模波動地盤水路では、一般的な 0.2mm の砂を用いていても、液状化後に残留過剰間隙水圧が発生している。なお、今回の実験は一般的な造波水路で行っており、非排水のような特殊な操作はほどこしていない。

討論者 前野詩朗（岡山大学環境理工学部）

質疑

波荷重が小さい時には表層のみ圧密し下層に緩い層が残らないか？

液状化解析の手法を具体的に説明してください。

回答

ご指摘の通り、表層のみ高密度化し、下層に緩い層が残るケースもあった。そのような場合には、その後、さらに大きな波荷重で再び液状化する可能性があるので、留意すべき事項だと思われる。

まず、適当な剪断弾性係数 G を仮定して、FEM 計算を行う。その結果、ひずみが出るので、一般的なひずみ - 剪断弾性係数 G 曲線にあてはめて、新しい G を得る。新しく出た G を使って、再度 FEM 計算を行う。この過程を、 G が収束するまで繰り返し行う。こうした繰り返し計算を行うと、仮定した G がある値より小さいと、ますます G が小さくなり、ある値より大きいと、ますます大きくなる傾向にある。 G が小さくなる部分が液状化状態になると考えて解析を行っている。

論文番号 174

著者名 酒井哲郎，後藤仁志，原田英治，井元康文，田中秀範

論文題目 海底地盤の液状化による護岸前面捨石群の沈下過程

討論者 前野詩朗（岡山大学環境理工学部）

質疑

かなり大きい水圧変動を与えているので全体が液状化（平均間隙水圧の上昇を伴う）していませんか．

回答

液状化状態としては瞬間的なもので，平均間隙水圧の上昇を伴う状態にはなっておりません．間隙水圧計のモニター結果も平均水圧の上昇は示していませんでした．

質疑

捨石粒子の砂中への埋没時の外力はどのように与えましたか．

回答

捨石埋没計算における外力ですが，砂地盤の液状化状態を簡略化して扱っております．すなわち，減圧期の特定の位相で生じる瞬間的液状化が反復する状態のモデルとして，一周期中の一定時間に砂粒子に作用する重力をキャンセルするだけの見かけの揚力を作用させる方法で，地盤支持力を減じる状況を反復的に発生させております．

論文番号 175

著者名 重村利幸，滝口和男，多田 毅，林建二郎，藤間功司

論文題目 防波護岸背後からの土砂吸出しに関する基礎的研究

討論者 鈴木高二朗（独法 港湾空港技術研究所）

質疑

裏込石の天端部を埋立砂等で覆った場合，圧力がケ - ソン前面と同じ程度となるため天端を開放した方が良いとこれまで考えていましたが，本日のご発表では天端を開放すると裏込石内部での水位変化が大きくなるため，吸出しが発生しやすくなるということことだったと思います．この結果からすると天端開放工法も注意する必要があるということでしょうか？

回答

ご指摘のとおりです．今回の実験で，裏込石内部での水位変動がある限界値を超えると，水位変動が生じている部分で防砂シートが埋立砂の落下を許す程度に損傷している場合には，埋立砂が液状化に達する前であっても僅かな外力で落下し，吸出しが発生することが明らかになりました．従って，裏込石の天端部を開放する際には，水位変動が予測される範囲に対して防砂シートの補強対策に十分に行うことが必要と思います．

質疑

それと，水位が大きく変動する場合，吸出し量が大きくなるそのメカニズムのようなものがあれば教えて頂けませんか？

回答

埋立砂は以下のようなメカニズムで防砂シートの損傷部から落下を開始し、吸出しが始まるのではないかと考えています。「埋立砂は通常ある大きさの勾配を持つ裏込め石の法面上に投入されているため、ある種のオ-バ-ハングの状態になっています。静水面より上位にある砂粒子は上載加重の他に、表面張力に基づく吸引力によって互いに引きつけ合っていると考えられます。静水面が上昇すると、水没した部分の埋立砂は吸引力から開放され、下降する時には、表面張力によって下方へ引き降ろす力が作用すると考えられます。従って、粒子間に働く拘束力よりも自重及び表面張力による引きおろし力の方が大きければ砂粒子は当初の団塊からはなれ、その近傍で防砂シートが埋立砂の落下を許す程度に損傷している場合には損傷部を通して落下を始めるのではないかと考えています。埋立砂の落下は水位変動の範囲内で起こりますので、裏込め石内の水位変動が大きくなればなるほど、落下する埋立砂の量は大きくなるのではないかと考えています。

論文番号 177

著者名 高橋重雄，鈴木高二郎，村西佳美，磯部雅彦

論文題目 波・地盤・構造物の相互作用に関する U-形式 VOF-FEM (CADMAS GEO-SURF) の開発

討論者 前野詩朗 (岡山大学・環境理工学部)

質疑

u-モデルの特徴をお願いします。

水の弾性係数がマウンド部で異なるのはなぜか？

回答

U-W モデルでは、まず、地盤と間隙水のひずみを求めてから間隙水圧を計算するが、この際、数値誤差が間隙水圧の計算に大きく影響する。そのため、今回の U-モデルでは間隙水圧を計算する式を U-W の構成方程式に直接代入し、間隙水圧を直接計算して得るような形にしている。また、以前の U-W 形式では、W の加速度項が入っていたが、今回は W の加速度が微少であると仮定し、W の加速度項を省略した上で新たな U-モデルの式を導いている。こうすることで、計算がさらに安定になっている。

マウンドと砂部で、水の弾性係数を変えて計算したのは、たまたま、他の文献で使用していた値を用いて計算したためであり、特に意味があるわけではない。また、同じ弾性係数で計算しても、計算上支障がでることは無かった。

論文番号 178

著者名 井元忠博，梅沢信敏，宮部秀一，土井善和，原田雅敏，間山正一

論文題目 寒冷海域における摩擦増大用アスファルトマットの耐久性について

討論者 永井 豊 (株式会社テトラ)

質疑

「10年、20年のアスファルトマットの経年変化から、長期耐久性を保てる」ということですが、通常は50年位の耐久性が求められると思います。その辺の考え方をお聞きしたい。

回答

本報告で対象としたデータは、落石漁港で10年間、増毛港で20年間のデータであり、これが直ちに50年間の耐久性を保証しているとは考えていない。あくまで、現在のところ寒冷海域用に配合されたアスファルトマットの耐久性は確保されているということである。なお、和歌山下津港の例では、アスファルトマットの劣化の進行は、各物性値の傾向からみて年数の経過とともに遅くなっていることが判っている。今後は、さらにデータを蓄積し長期耐久性について検討を加えたい。

論文番号 179

著者名 小川 元，落合 実，遠藤茂勝

論文題目 水平管内スラグ流における容積流束とスラグ流速度について

討論者 勝井秀博（大成建設 技術センター）

質疑

スラグは一度生成されると最後まで崩れないのか、消・生を繰り返すのか、説明して下さい。

このような方法により、輸送の効率が上がる見通しはありますか？

回答

今回の実験条件の範囲内では、基本的にスラグは一度生成されると最後まで崩れませんでした。ただし、供給される液相と気相の比率によりスラグの崩壊あるいは生成が繰り返される場合があります。たとえば、液相の流量が極端に少ない場合の流動では、きわめて不安定となり、スラグ流が維持できず、崩壊と生成が管路全長のいたるところで発生する場合があります。また、液相が極端に多い場合にはスラグの間隔が短く、液相の中に多くの気泡が混入して流れているような様相を示します。このような極端な気相と液相の比率の場合は、むしろスラグ流ではなく他の流動様式となります。また、管路に鉛直方向の変化が著しい場合にも、スラグの崩壊、生成が発生しやすくなります。

圧縮空気を用いた輸送システムは従来のポンプ式輸送における分離水による海域の汚濁という環境問題を回避するため導入されたものです。従来のポンプ式輸送は大量の海水とともに輸送していて、泥土の輸送率は5~10%程度ですが、スラグ輸送は泥土そのものを輸送するもので、分離水もなく、効率はポンプ輸送の比ではありません。

残る問題は単位時間の輸送量であり、泥土ポンプの供給能力までの輸送量の確保です。その点を支配するのがコンプレッサ - の能力とスラグの発生周期です。

輸送対象物を多くすればスラグの周期は短くなり、管路内に存在するスラグの量が増大し供給空気の初期圧力の増大を招き、輸送距離の延伸によっても増大することがわかって

います。また、スラグ速度は空気流量を増加させることにより増大することもわかっています。

管路やポンプ等、空気搬送の設備には許容圧力や流量の限界が存在するため、管内圧力を抑え、スラグ速度を増加させる効率の良い条件を理論的に見つけ出すことが本研究の目的です。そのためには、現在行っている基本的な水と空気による検討に加え、実施工を想定した粘性や比重の大きい液相あるいは固相を対象とした検討が必要であると考えています。

現在想定しているのは短距離および長距離輸送であり、短距離輸送ではスラグ速度を増加させることが可能であり、長距離輸送ではスラグ速度が低下して管路が閉塞するおそれがありますが、二次空気の供給で解決できます。したがって、いずれの場合も輸送効率をあげることができます。

論文番号 181

著者名 五明美智男，三村信男

論文題目 水中落下土砂の底泥地盤へのめり込み・貫入の定式化

討論者 勝井秀博（大成建設技術センター）

質疑

実施の砂投入時には、次々に砂粒子が上から降ってくる。一度めり込んだ砂の上に、また砂が落ちてくる訳で、hard soft のモデルのみでよいのか説明してください。

砂の衝突速度を単一粒子の沈降速度で与えてよいのか？（群体で落下する砂の沈降速度は、単一粒子のそれと異なるのか？）

回答

ご指摘のとおり、港湾工事において海域に投入された土砂は、投入量からみて徐々に沈降、堆積します。しかしながら、今回の検討では、非常に軟らかい底泥上に土砂を投入した初期において、めり込み・貫入が生じるかどうかを評価することを念頭に置いています。そのため、徐々に落下してきた砂粒子により徐々にめり込んでいく場合は対象にしていませんし、数十 cm の砂厚となった後の自重によるめり込み・沈下などについては考慮していません。今回のモデルは、先行して落下し、軟らかい底泥地盤に衝突した後にめり込んでいく砂粒子の挙動を表したもので、その段階でめり込み・貫入が生じるかどうかを評価したものです。こうしたモデルでも、底泥強度の違いが顕著でありながらそれを考慮せずに経験的に決められていた工法について、十分に評価できていると考えています。なお、こうした考え方において hard soft のモデルが適用できますが、土砂群全体を考える場合には、soft soft のモデルを考えていく必要があります。

十分説明できませんでしたが、従来の経験的な工法では、砂を水搬して散布するなど、なるべく自由沈降状態で落下させており、そうした経験から単一粒子の自由沈降速度としています。既往の知見にもあるように、土砂群として落下する場合には速度が変わります

ので、投入方法に応じて衝突直前の速度を定量的に評価できれば、その速度を用いるほうがより精度の良い評価が可能と思われます。

論文番号 182

著者名 大田 勲，神藤明彦，櫻井日出伸，山谷弘幸，大下英治，滑川伸孝

論文題目 周期分布関数を用いた限界状態設計波の算定方法

討論者 合田良実（（株）エコー）

質疑

図 - 3, 4 の解析で使われた 15 例の有義波高がどのような範囲にあるかお示し下さい。有義波高が 2 m を大きく超えるような観測例であれば図 - 3 のような結果にならないと思います。

回答

15 例の有義波高を下表に示しますが、全て 2 m 以上で、5 m 以上の有義波高を 4 例含んでいます。

$H_{1/3}$ (m)	6.79	6.48	6.27	5.20	3.97	3.52	3.02	3.01	2.99	2.51	2.49	2.49	2.00	2.00	2.00
$T_{1/3}$ (s)	11.9	11.5	11.3	11.0	8.5	10.9	8.5	10.0	7.1	14.1	8.5	10.1	8.1	8.8	13.8

質疑

図 - 5 の平均周期の意味を教えてください。

回答

1 m ランクの波高階級に属する個別波の各周期の総和を総波数で除して得られる平均周期で、疲労限界状態設計波の設計周期を意味します。

波高階級 2 m ~ 3 m を例として示しますと、疲労限界状態設計波の設計波高が 2.5 m、提案した手法による設計周期（平均周期）は 8.5 s で、個別波の実測データによる値と一致します。

質疑

この方法を $H_{1/3}$ と $T_{1/3}$ の相関度数表のみが与えられている港に対して適用する方法を具体的にお示し下さい。

回答

適用方法は下記のとおりです。

レーリー分布を仮定して、有義波高の出現頻度（1 回 / 2 時間）を個別波の波高出現回数に換算します。

個別波の波高階級を有義波周期で代表するグループと平均周期で代表するグループに 2 分します。波高階級別の個別波と有義波の周期の関係を分析した結果から外洋に位置する下田港、御前崎港などは波高 2 m で区分できることがわかってます。内湾では波高 0.5 m

や 1.0m で区分できると考えられます。

有義波周期グループの波高階級については有義波周期を平均周期とみなし、平均周期グループの波高階級については有義波周期に対する同グループの波の平均周期との比から平均周期を算出し、各々のパラメータの周期分布関数を用いて有義波周期を個別波周期に変換します。

なお、太平洋沿岸の下田港や御前崎港と著しく異なる波浪条件に関しては周期分布関数のパラメーター等が異なることも考えられるので、今後の研究課題にしたいと考えています。

観測期間に対応する波高・周期階級別の出現回数を比例計算により耐用期間 50 年間分のものを作成して疲労限界状態設計波とし、このうち上位波高の 1 万位相当の波を使用限界状態設計波とします。

論文番号 183

著者名 藤田光一，中村瑛佳，山本 剛，田中浩充，鳥居謙一，野口賢二

論文題目 伊勢湾西南海岸における堤防老朽度評価

訂正

下記のとおり訂正します。

- ・表 - 1 工区別の変状発生箇所数を工区毎の堤体部位別クラック発生箇所数
- ・表 - 2 工区毎の堤体部位別クラック発生箇所数を工区別の変状発生箇所数

討論者 富田孝史

質疑

レ - ダによる空洞探査の精度はどの程度のものだったか。

回答

約 4 ~ 5cm 以上の空洞の有無はレ - ダで確認出来るが、空洞の厚さまでは把握できない
この空洞化有無を参考にコアリング調査により空洞の深さを確認した。

討論者 佐伯公康（水産工学研究所）

質疑

クラックには外見上明瞭なものから、微小で目につき難いものまで様々な程度のもがある。また、何本かのクラックが集中しているようなケースもあり、クラック箇所数のカウントは担当者の判断次第で結果が大きく変わりうる。表 - 2 のデータのカウントの際は、担当者の主観に頼らずに済むような何らかの基準は設けたか。

回答

基準は設けていない。現場技術者の主観にまかせた。

討論者 佐伯公康（水産工学研究所）

質疑

表 - 2 に示されたその他の変状についても、どこまで微小なものを含めるかという問題

がある。カウントの際は、担当者の主観に頼らずに済むような、何らかの基準は設けたか。

回答

段差は目地違いによるもの、沈下は計画堤防高から下回っているものを示し、高さの測定により定量的な判断が可能となる。しかし、摩耗・剥離等については、現場技術者の主観によらざるをえなかった。

論文番号 184

著者名 山縣延文，西原孝美，中山正勝，上原幸生，富安良一，半沢 稔

論文題目 災害に強い港湾構造物の考察

訂正

図 - 10 (P919) の凡例にミスがありました。以下のように訂正願います。

誤：全水平波力 正：滑動合成波力

誤：全水平波力増加率 正：滑動合成波力増加率

討論者 合田良実 ((株) エコー)

質疑

モンテカルロ法で検討されたときに確率変量として取り扱ったパラメータ（波力，摩擦係数，その他）と，それらのバイアスと変動係数をお示し下さい。

回答

不確定要因パラメータの平均値の偏り（バイアス）と変動係数は以下のとおりです。

不確定要因	平均値の偏り	変動係数
沖波	0	0.1
高潮	0	0.1
波浪変形	0	0.1
有義波周期	0	0.1
摩擦係数	0	0.1
波別周期	0	0.1
波力	0	0.1

なお，以上の設定は下迫ら（1998年，海講，P803，表 - 1）に準じております。

討論者 河合弘泰（独立行政法人港湾空港技術研究所海洋・水工部）

質疑

一時化として2時間の高波の継続を仮定して期待滑動量を計算しています。重複波領域（碎波帯外）では2時間で良いかもしれませんが，碎波領域ではピークに近い波浪の状態がもう少し長く継続すると思います。これを考慮すると碎波帯での期待滑動量はもう少し重複波領域に近づくとと思います。このようなご検討をなさるご予定はありますか。

回答

ご指摘は，例えば台風の接近に伴う，波浪の発達・減衰という現象を考えた場合に，そ

のピーク付近の状況を指しての議論と認識しております。

確かに、その場合に砕波帯ではある波高以上の波浪は水深に規定されるわけですので、結果として重複波領域に比べて相対的に波高レベルでは危険な状況が長時間続くことが予想されます。従って、高波浪の継続時間の観点からはご指摘の通り、今回の解析結果よりは砕波域における滑動量は大きくなると言えます。ただし、今回使用した下迫らの滑動モデルでは、重複波性の波力ほど滑動に寄与する形ですので、滑動量の増加の程度は砕波の程度（沖波波高と堤体位置の水深の関係）によるものと考えます。

また、本研究の解析は確率波高毎の2時間の時化を対象とし、時化の規模（確率波高）による、構造条件や、水深条件による滑動量の変化の差を明確にすることを主眼にしたものですので、波浪の発達・減衰を取り込んだ解析は考えておりません。例えば、具体的な場所等での解析にあたっては、ご指摘のような発達・減衰をモデル化した解析も有効と考えられます。

論文番号 185

著者名 野口賢二，鳥居謙一，人見 寿，笛田俊治，丸山 準，岸田弘之，山崎真嗣

論文題目 人工リーフと緩傾斜堤に関する平成13年全国実態調査

討論者 浅野敏之（鹿児島大）

質疑

潮位差が大きい太平洋を小さい日本海側に分けて、天端水深などのデータ資料を整理して欲しい。

回答

今回のアンケート調査の目的は、人工リーフの緒元の分布範囲を明らかにすることを目的としているため、地域毎の整理は行なっていませんが、実際の設計では、H.W.L.時の天端水深が問題となるので、再整理したいと思います。

討論者 大谷靖郎（株アルファ水工コンサルタンツ）

質疑

人工リーフの天端幅の検討結果は？

回答

人工リーフの天端幅は、設計要素の1つであると考え、整理の対象にはしませんでした。実務においては、波高伝達率が急変する波長以下の天端幅の領域が重要であると考えています。

討論者 加藤一正（（独）港湾空港技術研究所）

質疑

調査結果は実態であって、必ずしも最適な適用にはなっていない恐れがあります。このようなデータに基づいて技術基準を検討する際に、どのような事項に留意して何を考慮する予定でしょうか？

回答

現在，人工リーフの設計に用いられている図表等の範囲が，実際に設計されている人工リーフの範囲を網羅しているか判断するとともに，どの領域で精度を向上させるべきか判断し，今後の検討に資することを目的としています．

本研究の結果の1つとして，多くの人工リーフが砕波帯の中に設置されており，技術基準において，このような条件下での人工リーフの消波性能を明らかにすることも必要があると考えております．

討論者 河合弘泰（独立行政法人 港湾空港技術研究所 海洋・水工部）

質疑

伊勢湾西南海岸は比較的単調な海岸かそれとも堤防に隅角部等がある場所による特徴のある箇所か．

回答

比較的単調な海岸

討論者 河合弘泰（独立行政法人 港湾空港技術研究所 海洋・水工部）

質疑

工区別に老朽化の状況をまとめているが，それぞれの工区内で，ある1箇所に老朽化が集中して沈下や摩耗などが起きているのか，それともまんべんなく起きているのか．

回答

箇所によりクラック等が突出している箇所もあるが，工区毎の距離等を考慮すれば比較的まんべんなく発生している．

論文番号 186

著者名 花山格章，関本恒浩，鶴飼亮行，高木泰士，畑田佳男，山口正隆

論文題目 確率的台風モデルを用いた信頼性設計法

討論者 合田良実（（株）エコー）

質疑

期待滑動量の計算値が極値分布を使うと時系列データを使うよりも10倍前後大きくなる理由をどのように解釈されますか？

確率波高に対する周期は波形勾配一定ではなく，波高の増大につれて波形勾配が小さくなる方式が使われるのがよいかと思います．具体的には $T \propto H^{0.63}$ くらいが良いでしょう．

回答

波向の影響が大きいと考えています．ただし，滑動量が大きくなるケースについて個々の波高・周期・波向までの検討はしていないことから，こうした検討による結果の確認が必要と考えています．

討論者 柴木秀之（（株）エコー）

質疑

経時変化を考慮する場合、偏差も含めた潮位変動についても考慮すべきではないでしょうか？

台風の移動は時間（月，日，時）と関連づけているのでしょうか？

回答

実際に設計する際には考慮すべきと考えます。今回の検討は確率的台風モデルに波浪推算手法を組み合わせた沖波算定システムの信頼性設計への適用が主題であったことから、潮位については詳細な検討はしておりません。今後の課題と考えております。

2 本研究で使用した確率的台風モデルは季節的な台風特性は考慮しておりますが、実時間との関連づけはされております。

討論者 河合弘泰（（独法）港湾空港技術研究所 海洋・水工部）

質疑

潮位分布を三角形分布で与えたとのことですが、それは H.W.L で 0，M.S.L で最大，L.W.L で 0 という分布で個々の一時化で一定値を用いているのか？

対象とした施設の設置水深が 20m くらいであるが、50 年確率波クラスの H_{max} が砕波するような条件か？（その場合、天文潮位の与え方が重要にならないか？）

回答

その通りです。

本研究での条件は砕波する条件となりました。関連づけはされております。

討論者 河合弘泰（（独法）港湾空港技術研究所 海洋・水工部）

質疑

潮位分布を三角形分布で与えたとのことですが、それは H.W.L で 0，M.S.L で最大，L.W.L で 0 という分布で個々の一時化で一定値を用いているのか？

対象とした施設の設置水深が 20m くらいであるが、50 年確率波クラスの H_{max} が砕波するような条件か？（その場合、天文潮位の与え方が重要にならないか？）

回答

その通りです。

本研究での条件は砕波する条件となりました。砕波条件において水深の影響は大きいことから、実現象に近い形で天文潮位を与えることが必要と考えます。

討論者 下迫健一郎（（独法）港湾空港技術研究所 海洋・水工部）

質疑

図-6 において、従来法による期待滑動量は継続時間に比例するはずなので、継続時間を 3 時間としたとき急激に大きくなっているのは計算の繰り返し回数が 100 回と少ないことによるばらつきの影響ではないか？

従来法においては継続時間は 2 時間を標準としているが、今回の研究による詳細な検討の結果、2 時間という値はほぼ妥当であるということが確認されたと考えて良いか？

回答

その通りです。100 回としたのは確率的台風モデルのばらつきは落ち着くこと、計算時間が膨大（Pentium 1.7GHz のパソコンで 100 回の計算に約 2 日要する）であることが理由です。ただし、信頼性設計の計算は 100 回では少ないと感じています。したがって、試行回数を増やした検討が必要と考えています。

波浪の時間変化を考慮した本研究の結果と従来法を比較した場合、堤体への波浪の作用時間が 2 時間までの期待滑動量はほぼ同じ、3 時間から従来法が大きくなる結果となりました。さらに多くの事例による検証が必要と思いますが、継続時間を 2 時間としている従来法は妥当であると考えます。

論文番号 188

著者名 横山嘉夫，田辺勇人，中西勝利，加藤史訓，山本吉道，有村盾一

論文題目 ヘッドランド工法の設計手引き（案）の検討とその適用

討論者 合田良実（株式会社 エコー）

質疑

コメントですが、設計手引きをまとめられる際には、（独法）港空研が保有する波崎観測栈橋の毎日観測の結果として、自然海浜でも平均水深数mの地点で 4 m 以上の海底高の変化が存在することを付言しておかれると良いと思います。

回答

設計手引きの検討を行うにあたって、現在の設計基準では、構造物周辺の洗掘量の評価方法が確立されたものが無いことから、洗掘量の予測手法を外力などから求めるため調査研究を行い設計手引き（案）を作成した。港空研の調査データでは海岸構造物周辺以外の自然海浜でも 4 m 以上の海底高の変化が存在する事実があるので、今回の設計手引（案）でどのように取り扱うか検討し、よりよい設計手引となるようにしていきたい。

論文番号 190

著者名 赤石沢総光，長船 徹，興野俊也，阿部光信

論文題目 安全係数を用いた防波堤滑動量算定手法の構築に関する検討

訂正

(4) 式中の記述にミスがあり、 $\sqrt{2}$ ではなく、 $\sqrt{2p}$ が正しい。

討論者 合田良実（株式会社エコー）

質疑

フラジリティ曲線の意味をお教え下さい。（fragility ですか？）

回答

一般にフラジリティ曲線（fragility-curve）は、外力の大きさとそれに対する損傷度の関係を表わすもので、本検討においては、横軸に沖波波高、縦軸に期待滑動量の性能超過確率をプロットして、防波堤の滑動抵抗力の不確定性を表わしています。

質疑

安全係数として確率波高の不確定性に対するものも導入しないと、一般的な設計体系とはなりません。デンマークの Prof.Burcharth はそうした手法を提案しています。

回答

本検討では、性能マトリックスの活用を前提に、作用外力（波浪）レベルに関しては、確率波高を確定値として考えています。したがって、応答滑動量算定においても外力条件である確率波高を確定値とし、これ以外の設計因子に対してばらつきや変動性を考慮して安全係数を設定しています。今後は、合理的な安全係数設定方法について検討を重ね、確率波高の不確定性も考慮できるようにしていきたい。

質疑

コメントですが、国総研ではこれからの防波堤の設計体系として確率論的手法に基づく期待滑動量を性能指標とする方向で準備を進めている筈です。

論文番号 192

著者名 松原雄平，大櫃 剛，安達 誠，南本浩一

論文議題 海岸保全施設の設計への感性工学手法の適用に関する研究

討論者 佐伯公康（水産工学研究所）

質疑

アンケートに用いたCGは、鳥瞰図のみか。
実際に住民が体験しうる、砂浜上に立った視点での検討も必要と考えるがどうか。

回答

海岸保全施設を海岸景観として評価する場合には、その場所の背景と一体となった評価が重要であり、全体としてイメージしやすい鳥瞰図によりアンケート調査を行っている。より、保全施設が分かる様に拡大図との2枚組のCGを作成しているが、写真ではなくCGとしたことで、背景を統一することが可能となり、海岸保全施設そのものの自体の評価が出来たと考えている。

論文番号 194

著者名 志々目友博，渡辺正孝，土井妙子

論文題目 堆積物コア中の¹³⁷Cs濃度分布のモデル化に関する研究

討論者 佐々木淳（横浜国大）

質疑

バイオターベーションに着目されていますが、台風やそれに伴う出水時の攪乱（イベントの現象）の方が大きく影響していることはないでしょうか。

底生生物が特に夏季は貧酸素のため少なくなると思われるが、バイオターベーションの重要性はかなり高いのでしょうか。

回答

表層の一定の厚さにおいて攪乱が原因で ^{210}Pb 濃度が一定の値となっていることから、バイオターベーション等による攪乱が起きている。ご指摘のようにバイオターベーション以外の影響がある可能性もある。いずれにしても様々な攪乱要因を考慮し、上層の混合層内は一定の濃度になる仮定によりモデル化を行ったものである。

本モデルは底質中の長期的な濃度の変遷についてモデル化したものであり、冬季等も含めたバイオターベーションの影響などを反映しているものと考えている。

討論者 星加章（産総研 中国センター）

質疑

堆積後の ^{137}Cs について

バイオターベーション以外の ^{137}Cs の移動についてはどうか。

回答

混合層内はバイオターベーション等による混合過程をモデル化したものであるが、混合層より下層部は堆積のみにより移動することを考慮している。

討論者 日比野忠史（広島大学大学院）

質疑

大気中と堆積物中にある ^{137}Cs が同様の挙動（図3，4と図5）になることが物理的・化学的に妥当であるか。

回答

^{137}Cs は大気中の核実験が起源であることが知られており、陸域及び海域に一樣に大気中から降下したのと考え、海水中の沈降物中の ^{137}Cs は大気降下物の影響を受けた結果、同じ時期にピーク濃度が出現したのと考えられる。

討論者 井上徹教（港湾空港技術研究所）

質疑

混合層厚さの決定法について指針を教えてください。

回答

^{210}Pb の濃度分布を基礎として、底質の表層付近においてほぼ一定の ^{210}Pb 濃度となっている層の厚さを混合層厚さとした。

論文番号 195

著者名 長谷部雅伸，大山 巧，平山彰彦，高月邦夫，池田知司

論文題目 沿岸海域環境の季節変動に伴う深層水放流時の拡散形態の変化

討論者 灘岡和夫（東京工業大学 情報理工学研究所）

質疑

放流口周辺で渦対が形成するメカニズムは？

mirror image の効果が効いていて、それによって渦対の平面的な間隔（したがって

ブルームの2つの軸の間隔)が広がってきているのではないか？

回答

本研究では場の流れに直行する放流を想定しており、放流口周辺ではこの2つの流れの相互干渉効果が確認できます。具体的な現象として、場の流れが放流軸を下流側へと曲げつつ、放流軸自体があたかも障害物となっているかのように下流側へと回り込む様子が確認されます。このとき、放流軸の存在により場の流れに剥離が生じ、放水口のやや下流側に渦対が発生するものと考えられます。

ご指摘のとおりと考えております。特に冬期のケースでは渦対を伴う放流水が海面へと浮上した後、海面による鏡像効果によって各々の渦に岸沖方向の自走速度が生じるものと考えられます。この推測に基づくと、本検討では岸側・沖側の渦がそれぞれ反時計回り・時計回りとなっているため、前者はより岸側に、後者はより沖側へと平面的に移動することになり、結果として2つの流軸の間隔も離れて行くこととなります。

論文番号 196

著者名 日比野忠史，駒井克昭，鶴谷広一，岡田知也

論文題目 湾口における高密度水塊の貫入機構のモデル化と海水交換量の推定

討論者 井上徹教（港湾空港技術研究所）

質疑

ADPで観測された20cm/s程度の速い流速は密度効果によるものか？あるいは、密度場での潮汐流によるものか？

回答

湾口での流れは、当然、潮汐の影響を強く受けているが、湾内外の密度差によって流速プロファイルは変わっている。本論文で示しているように、湾外で密度が大きい水塊が存在するときには、下げ潮期においてもマウンド直上では湾内に向かう流れが大きくなり、20cm/s程度の速い流れが生じている。

論文番号 197

著者名 佐々木淳，萩原崇之，磯部雅彦

論文題目 東京湾における諸空港構想に伴う物理環境変化の予測

討論者 安田孝志（岐阜大学）

質疑

シミュレーション結果の検証について聞かせてほしい。

イベント的気象擾乱の影響が残る期間について検討したか？

回答

流動場のシミュレーションの妥当性についてはこれまで水温、塩分の時系列観測値（周年データ）との比較を通じて検証しておりますが、成層の再現性等まだまだ改善の余

地が大いにあると認識しております。また、浮子を用いた堆積指標に関しましては理想化された有機物に見立てた浮子を導入した仮想的な数値実験であり、流れ場の再現性を確保した上で、空港建設による流れ場の変化を有機物との関連で視覚的にわかりやすい形で表現する一つの方法と認識しております。よって堆積指標そのものの検証はできませんが、様々な検討を通じてどのようなことが起こりそうかを推測するためのツールとして考えております。

今回は堆積した浮子の生物化学的な変化や再浮上といった本来重要な物理過程を考慮していないため、イベント的現象による短期的動態を検討するのは適切でない判断し、周年積分値で議論いたしました。今後の課題とさせていただきたいと存じます。

討論者 加藤一正（独法港湾空港技術研究所）

質疑

羽田再拡張案の計算条件に関して以下の2点について教えてください。

滑走路の平面配置

構造形式

回答

図に示したとおりの地形となっております。格子サイズ 500m ですので十分に解像されておらず、より詳細な検討が必要と認識しております。また、論文執筆時には拡張案が固まっていなかったため、現在の案とは異なる平面配置となっております。

文中に示しましたとおり、今回の検討はすべて埋立式の場合のみを対象としております。

討論者 稲垣 聡（鹿島建設（株）技術研究所）

質疑

浮子を使って海水交換率を出しているが、最初に浮子をどこにおくかでかなり結果が変わらないか（例：河川から流入させる等）

海水交換率は同程度でも湾内の流れを大きく変化させるものとそうでないものがあると思われる。その検討、およびその程度の違いを説明できる指標を考えられないか？

回答

浮子の投入方法が異なれば結果は変わります。そこで本研究では水平的には一様に、時間的には周年にわたり等時間間隔で浮子を与え続けるという一般性の高い条件下で計算を行っています。これは東京湾外への有機物の流出率が空港建設によってどのように変化しうるかを見るための指標と考えております。一方、局所的、あるいは領域ごとの海水交換率の指標として堆積指標を導入しております。

おっしゃる通りで、空港建設によって湾外への浮子の流出率の変化は小さくとも、局所的あるいはたとえば湾奥で有機物の堆積が促進されるといったことが懸念されます。このような局所的あるいは場所的な不均一性を表現するために堆積指標を導入しております。浮子を流すことで視覚的に流動場が変化することを示すことは重要ですが、流動場は

時々刻々変化しますし、その変化をすべて追いかけるのは大変です。また、その変化を別の空港建設のケースと定量的に比較するのも困難です。そこで本研究では積分値として現れる堆積の様子に着目し、堆積指標の形で定量化することとしました。

論文番号 198

著者名 朴 容佑，山下隆男

論文題目 沿岸域環境テレメトリーを用いたニューラルネットワークによる植物プランクトン群集密度変動のリアルタイム予測の試み

討論者 佐々木淳（横浜国大）

質疑

リアルタイム予測は何日先くらいの予測をさしているのか。近年メンテナンスがほぼフリーのクロロフィル計が出ているので、これを使うと非常に予測がやりやすくなると思われる。

回答

1日前の予測に力点を置いているが、何日先でも可能である。本研究の目的は、栄養塩、クロロフィル a、溶存酸素等、計測機器メンテナンスや多大の手間がかかる要素は除外して、ルーチン的に計測できる環境要因のテレメトリー情報で対象海域(和歌山県田辺湾)の湾奥での赤潮状態がどの程度予測できるのか、実用の目処は立つのかを検討することである。植物プランクトンの分類も珪藻類と渦鞭毛藻とに分けただけで、種を特定した検討は行っていない。結論としては、外洋との海水交換を示す底層流速の3日程度の周期のトレンドを考慮すれば、それなりの予測は可能であるが、それを入れない場合は環境要因のテレメトリー情報だけで赤潮を予測することは難しそうである。赤潮予測には、クロロフィル a、溶存酸素等がメンテナンスフリーで計測できる機器の導入が必要であると思われる。

論文番号 199

著者名 川西 澄，松山幸彦

論文題目 内湾域に存在する海中懸濁粒子からの音響散乱

討論者 佐々木淳（横浜国立大学）

質疑

光学式のクロロフィル・濁度計と組み合わせることでモニタリングの高度化が図れそうな印象を受けましたが、展望があればお願いいたします。

回答

海中懸濁粒子の濃度を測定するために、超音波の音響散乱を利用する利点の1つは、懸濁粒子濃度分布を連続して測定できることです。本研究で光学式濁度計を使用したのは音響散乱との比較のためであり、モニタリングの高度化を図るためではありません。光学式

濁度計で分布の連続測定を実施しようと思えば多数のセンサーが必要となり、費用がかかります。さらに、付着生物の除去をはじめとするメンテナンス、沿岸漁業との関係を考えて長期観測には使えそうにありません。なお、蛍光光度の測定は、珪藻をはじめとする小型植物プランクトン粒子が音響散乱に寄与する割合が非常に小さいことを現地で確認するために行いました。超音波流速プロファイラーを利用した懸濁粒子濃度の観測は測器の設置とメンテナンスの容易さに加えて、以下の利点が考えられます。

1. 沿岸域で用いられる比較的高周波の超音波流速プロファイラーでは音響散乱と底層に浮遊しているフロック、凝集粒子の濃度との相関が高い。
2. 航走観測を行えば、鉛直断面内の粒子濃度分布を把握できる。
3. 流速が同時に測定できるため懸濁粒子のフラックスを測定できる。
4. 光学式濁度計では測定が困難な動物プランクトン・大型植物プランクトンの個体密度測定の可能性はある。

筆者らはプロファイラーの後方散乱データをソナー方程式によって散乱体の数密度に比例する音響パラメーターである体積後方散乱係数に変換しております。これはプロファイラー固有の定数や層厚などの設定に関係しないので、あらかじめ散乱体の散乱断面積を調べておくことによって、散乱体の数密度を知ることができます。

討論者 佐々木淳（横浜国立大学）

質疑

光学式のプランクトンカウンター（focal 社）が製品化されていますが、これとの比較について何か検討されていたらコメントをお願いいたします。

回答

筆者は使ったことがありませんのではっきりしたお答えはできませんが、無人で長期連続観測を行うことは困難ではないでしょうか。内湾域の懸濁粒子（生物粒子を含む）濃度は時間変動が激しく、長期連続観測が欠かせないと考えられます。

論文番号 200

著者名 左山幹雄，相馬明郎，高杉由夫

論文題目 沿岸域の水-堆積物界面近傍における酸素の動態に対する流速の影響の実験的解析

討論者 日比野忠史（広島大学）

質疑

DO はどのように一定に保っていたのか（実験方法）

回答

酸素濃度プロファイルの測定中は、直上水の酸素濃度を一定に保つために、空気飽和に調整したろ過海水を 20 ml min^{-1} でかけ流した。また、無脈流のシリンジポンプ（日本精密化学，MINICHEMI PUMP，NP-JX-18U）を用いて直上水の一部を酸素分析計（Orbisphere

laboratories , Switzerland , MOCA 3600) を経由して循環させ , 直上水の溶存酸素濃度を常時測定した .

討論者 鷲見栄一 (産総研)

質疑

実験水槽で水深はどのくらいか . 最大流速でも 2.0 cm/s であり , 層流か乱流状態か判定がむづかしいので記載して欲しい .

回答

実験水槽の水深は 5 cm である . 図 - 2 を参照されたい .

論文番号 201

著者名 井上徹教 , 中村由行

論文題目 流速が堆積物からの栄養塩溶出速度に及ぼす影響

訂正

式(2)中の符号にミスがあり,
$$Q(C_{out} - C_{in}) = M - k(S_1 + S_2)$$

が正しい.

討論者 佐々木淳 (横浜国大)

質疑

攪拌の回転速度と NH₄ フラックスの関係は同じコアにおいて再現性が十分見られるか.

この実験では嫌気性バクテリアによる NH₄ 生成の影響は小さいと考えて良いか (物理現象のみでほとんど説明できる実験と考えてよいか) .

回答

例えば , 低流速 高流速 低流速と変化させた場合の低流速時同士のフラックスを比較すると , それらの差異は 1 割程度であったため同一コア内での再現性はあるものと考えた . しかし同流速でもコアが異なると最大 5 割程度の差異が生じる場合があった . また本実験は馴養を含めて 1 週間で終了させているため再現性が認められたが , 更に長期間に渡る実験を行えば単純な比較は難しくなると思われる .

嫌気性バクテリアによる NH₄ 生成が堆積物中で一定速度で行われていたのであれば , 物理現象のみで解析が可能である . これに関する直接的なデータは取っていないが , 前述の同一コア内でのある程度の再現性から NH₄ 生成による影響は無視できるものと考えた . また , 実験前後の間隙水の NH₄ 濃度の変化では , 本論文にて議論したフラックスの変化は説明できなかった .

討論者 今村正裕 (電中研)

質疑

回転速度を与えた後 , どのくらいの順応時間を取っているのか .

同じコアを使って流速 (回転) を与えているのか .

回答

実験の開始に際しては 2 日間の馴養を行っている。実験条件（流速の変化）に対しては、半日から 1 日程度の順応時間を取っている。連続的にサンプル（水質分析）を行った結果からは、流速の変化に対して約 30 分程度の順応時間があれば、定常的な解析が可能になることを確認している。

コアによって状況は異なるが、基本的には 1 つのコアに対し 3 つの流速条件を与えている。

討論者 日比野忠史（広島大学）

質疑

直上水の濃度が溶出速度に及ぼす効果はどの程度か。

回答

実験期間中、直上水の NH₄ 濃度は約 250 μg/l から約 1300 μg/l、P₀₄ 濃度は約 30 μg/l から約 340 μg/l 程度に変化していた。また、間隙水中の NH₄ 濃度は約 25000 μg/l から約 24000 μg/l、P₀₄ 濃度は約 1500 μg/l から約 1450 μg/l 程度に変化していた。単純にこの濃度勾配の変化によりフラックスが変化したと考えると、実験期間中に NH₄ フラックスは約 9%、P₀₄ フラックスは約 24% 減少するはずである。しかし、実験結果はこのような濃度勾配の変化では説明できなかった。

討論者 上野成三

質疑

マクロベントスが混在する底泥に対して、酸素消費量、栄養塩溶出量をどう評価すればよいか。

回答

状況によって対応が変わるであろうが、バイオターベーションまたはバイオイリゲーションによる影響という意味では、対象とする現場条件を可能な限り再現した上で、反復実験を行うことが必要と考える。その上でベントスの影響が無い（または無視できる）条件でのフラックスを算定し、その差からベントスによる影響を評価するのが常道であると考えられる。

論文番号 202

著者名 山崎真一，渡邊康玄，宮下将典，森田真郷，山下俊彦

論文題目 融雪期に鶴川から供給された物質の河口沿岸域環境への影響

討論者 佐々木淳（横浜国立大学）

質疑

河川水中の DN 濃度が出水時も一定なのはなぜでしょうか。

回答

洪水期間中の DN 濃度がほぼ一定になっているのは、溶解する N の量が土壌中に十分にあるためと考えられます。しかし、なぜその濃度で一定になるかというシステムはよくわかり

ません．長期的に一年間の DN 濃度の変化は，融雪初期に高くなる特徴があります．鷓川に関しては論文には書いておりませんが，石狩川に関しては第 49 回海岸工学論文集 1012p を参照して下さい．

論文番号 203

著者名 山下俊彦，梅林 司，菅沼 剛，斎藤大作，山崎真一

論文題目 石狩川の物質輸送特性と河口沿岸域での水質の周年変動

討論者 八木宏（東工大 土木）

質疑

論文番号 204 の鷓川の結果では窒素はほとんど粒子態で流出しているのに対し，石狩川の窒素はほとんど溶存態で流出しているという結果になっている．同じ融雪出水に対する窒素の挙動の違いは何故か？

回答

窒素の流出形態は土地の利用特性によって異なると考えられる．石狩川は中，下流域に農地が多いため，肥料等により窒素は溶解性成分の流出が多いものと考えられる．一方流域の 90% 以上が森林である鷓川では，同じ融雪出水での SS 濃度を石狩川と比較すると約 10 倍も高濃度であることから，懸濁態成分の流出が卓越するものと思われる．

論文番号 204

著者名 山下俊彦，森田真郷，杉原幸樹，斎藤大作，山崎真一

論文題目 石狩川河川水中の懸濁粒子の海水混合による凝集過程に関する研究

討論者 鷲見栄一（産総研）

質疑

円相当径から球相当径への変換係数を 0.965 にした根拠は何か．一定の形状係数か．

回答

塩水中における微細土粒子の凝集，沈降過程に関する研究 ベントナイトをモデルとして（海岸工学論文集，第 46 巻（1999）土木学会，981 - 985）に記載されている値を引用．

質疑

「画像解析より求めた d_{50} ,, 実際より少し大きく」ここでいう実際とは何か．一律に 0.965 を使うのであれば，粒径が大きいものの方が大きく測定されると思うが．

回答

画像解析で分析できる粒径範囲は 2 μm 以上の粒子であり，2 μm 以下の粒子を多く含む試料の場合にはレーザー解析装置を用いて測定した中央粒径 d_{50} よりも大きな結果となる．また，撮影された粒子画像の輪郭が不明瞭なことから，実際の粒子よりも少し大きい測定径となる可能性があるため．

論文番号 205

著者名 岡田知也，中山恵介

論文題目 荒川河口域におけるChl-aの鉛直分布

討論者 田中昌宏（鹿島，技研）

質疑

成長速度が最大となる位置は，光と栄養塩の制限因子で決まっているのか？ そうだとすれば，単純化された計算であり，事前に予見できる結果ではないか．

大潮，小潮の違いより，河川流量の違いが重要ではないか．

東京灯標1点のデータのみでクロロフィル濃度と最大水位差や流量との関係をもて，現象全体の説明できないのではないか？

回答

「予見される結果」かもしれませんが，あえて計算を実施した目的は2つあります．一つは前述のような現象全体像を示す目的で用いています．また，一つは混合形態の差異による一次生産の効率の差を論じる為です．後者の方が主目的ですが，これまでの検討では，後者の議論に深く踏み込めておらず今後の課題です．

大潮，小潮の違いも河川流量も河口域の混合形態を決める因子です．今回は河口域において混合形態の違いによるChl-aの分布の特性を示したものであり，その分布の差が観測期間中では大潮，小潮に伴う混合形態によって引き起こされていたので，大潮，小潮で分類しています．もし，河川流量の違いによる分布の差が観測されていたら，河川流量で分類したと思います．しかしながら，期待するようには観測できませんでした．欲を言えば，大潮，小潮および河川流量の違いでの分布の差が観測され，混合強さでうまくまとめられれば良かったと思っています．

流下方向の断面観測は観測日数が少なく混合形態等の変動領域が少ない為，観測期間が長く諸条件の変動幅が大きい東京灯標のデータを用いました．ご指摘のとおり，現象全体はこれだけではつかめません．よって，東京灯標の情報を踏まえて，数値計算から現象全体をつかもうと試みています．

論文番号 207

著者名 中村由行，奥宮英治，中山恵介

論文題目 二枚貝が優占する湖沼の水塊形成に関する数値解析

討論者 中村義治（水産工学研究所）

質疑

非対象性のある水塊構造の存在がシジミの生息環境へどのような影響をもたらすのか？

討論者 田中昌宏（鹿島建設 技研）

質疑

夏季の受熱期は、浅海域では冷却ではなく過熱が生い鉛を循環の方向が逆になるのではないか？

質疑

1日トータルではどちらの方向の循環が卓越するのか？

論文番号 208

著者名 青木伸一，水野 亮，岡本光雄

論文題目 猪鼻湖における貧酸素水塊の消長に及ぼす気象擾乱の影響

討論者 佐々木淳（横浜国立大学）

質疑

春 夏の降水量の少ない年には成層が弱く鉛直混合が促進されるためということですが、淡水流入が少ない場合には栄養塩の流入も少ない可能性があり、その結果1次生産が抑制される可能性もあるのではないかと思います。両者の影響はそれぞれ度の程度なのでしょうか？

回答

確かに栄養塩の流入自体が減少したことも考えられますが、窒素，リンの測定を行っておらず、またクロロフィル濃度についても気象条件と関連づけられるほど明確な差違はみられません。安定した密度成層形成後の速やかな底層での酸素消費の状況からみて、1次生産量に関係なく底層の酸素消費のポテンシャルはかなり高いことが予想され、貧酸素水塊の形成は密度成層の形成と連動していると考えています。

討論者 安田孝志（岐阜大学）

質疑

台風による擾乱によってDOの増加が見られ、成層が破壊されるとしているが、そのメカニズムは？

回答

強風時の流速分布などの観測を行っていないので明確にはお答えできませんが、強風の連吹にともなって発生するせん断流による混合だと考えています。

論文番号 209

著者名 梅山元彦，新谷哲也

論文題目 東京湾湾奥の浚渫窪地から湧昇する有機物の混合・拡散に関する可視化解析

討論者 佐々木 淳（横浜国大）

質疑

佐々木ら（1996），五明ら（1998）（海工）の観測では、窪地内水塊の湧昇は沖合から窪地内水塊よりも高密度の水塊が流入して、窪地内の水塊を押し出すことによって起こっていました。この点も考慮に入れた方が良くように思いました。

回答

本研究では、吹送流によって直接的に引き起こされる窪地内水塊の湧昇、混合現象に着目して実験、解析を行ったため、高密度流の流入による現象は考慮しておりません。

質疑

この実験は現地に換算するとどのような場に対応するのでしょうか？

回答

本研究では、窪地内の成層強度と岸から窪地までの距離の違いが湧昇メカニズムに与える影響の把握を目的としたため、実際（現地）の浚渫窪地を想定した実験スケールにはなっておりません。

討論者 田中真史（横浜国立大学大学院 社会空間システム学専攻）

質疑

[図]可視化実験による湧昇の時間変化（特に、ケース1, 2が顕著だったように記憶している）において、表層風上部に溜まった着色水が t=50 60min でほとんど移流していませんでした。風を吹かせ続けているのなら、水槽内は循環し続けるのではないかと思います。実験中に気付いたことや考えられる要因はありますか？

回答

本実験では、密度変化を測定するために着色した塩水の拡散による輝度分布の変化を測定しています。ご指摘のようにケース1, 2では、送風中にもかかわらず表層風上部に高密度の流体（低輝度領域）が確認できます。現段階では、この現象が実際に高密度の流体が何らかの原因でその部分に留まっているために生じているのか、ライティングや色素と塩分の分離等の問題によって生じたのかは不明です。

討論者 鶴谷広一（東海大学海洋研究所）

質疑

風洞水槽実験で、風波の発生による混合への影響はなかったのか？

回答

実験では、上層水（淡水）に界面活性剤を混入して風波の発生を極力抑えています。風の吹き出し口の付近では、界面活性剤混入後も小さな波（表面張力波）が発生しますが、この波は混合にはほとんど関与していないと思われます。

討論者 杉田繁樹（五洋建設（株） 技術研究所）

質疑

浚渫窪地の位置を岸に近づけると、湧昇が生じにくいという結論が得られていますが、その岸からの距離の違いにより、メカニズムがどのように変化すると解釈されていますか？

回答

海底付近で引き起こされる吹送流は岸に近づくにつれて徐々に水平方向から鉛直方向へと変化します。窪地がこの流動が変化する領域に存在すると、窪地内の密度境界面上のせん

断流が減少することとなり湧昇及び混合が抑えられることとなります。

論文番号 210

著者名 中川康之

論文題目 東京湾奥部での底泥巻き上げとその流度分布特性について

討論者 加藤 茂(京大 防災研)

質疑

今回、粒度の計測に用いられている LISST-100 では、浮遊物質の濃度も計測可能であると思われるが、濁度計と併設し濁度計のデータを用いているのは何か理由があるのでしょうか？また LISST-100 での濃度計測の精度について、どの程度かお教えてください。

16日の巻き上がりイベントについて、午前と午後のイベントの違いについて、波浪条件だけでなく、流況条件の違いの影響もあるのではないのでしょうか？

回答

過去の濁度計観測データとの比較ができるように、従来より使用してきた光学式濁度計を併用している。LISST100 ではレーザー透過光の減衰率により、濁度の推定が可能であり、今回の計測結果において、濁度計の結果と比較すると、ほぼ同様な懸濁物濃度の時系列変動特性が得られているが、詳細な精度については別途検討中である。

16日における底面付近の平均流の大きさは、午前中は高々5cm/s 程度、午後は同15cm/s となっており、巻き上がりが生じなかった午後のほうが大きい。(論文中、図-4参照)一方、来襲波浪の波高、周期の関係から、底面に及ぼす波浪の影響は午前中の方が大きいことから、当日の巻き上げの要因としては波浪の影響の方が強いと考えられる。ただし、厳密には底面への影響として両者を同時に考慮する必要があるため、今後は波、流れの効果を同時に考慮した底面せん断応力等の評価を行いたい。

論文番号 211

著者名 岡田知也, 中山恵介, 宮野 仁, 古川恵太

論文題目 総合的内湾水質評価モデルの構築と東京湾への適用

討論者 田中昌宏(鹿島, 技研)

質疑

政策決定に使うという目的であるがゆえに精度が問われるのではないか？

滞留時間を議論するのであれば、鉛直解像度よりも水平解像度が重要ではないか。

現状技術レベルから考えて、流動モデルは詳細なモデルを用いて、水質モデルは粗いメッシュのモデルが適切ではないか。

回答

政策決定には幾つかの段階があり、必ずしも最初から精度の高い定量的な値は必要とされていません。また、構想、初期検討段階では精度が高いすなわち空間解像度が高いモ

デルの境界条件を満足するような条件（具体的地形，具体的な場所等）は与えられません．特に，長期および広域的な視点での検討には，具体的条件は期待できません．したがって，数値としてあいまいな境界条件の下で，定性的な方向性を間違えないようなモデルがあれば非常に実用的です．この定性的な方向性に対しては精度と言うか信頼度が必要です．現状の技術レベルでこのような問題に対して信頼度が高い結果を得るには，精緻なモデルを用いて幾通りもの考え得る境界条件（地形，場所）の下で計算を実行し，その平均値をとる方法が妥当なのかもしれません．本モデルは，その平均値を得るようなモデルを目指していますが，まだ完全ではありません．いろいろな指摘を踏まえて使えるモデルに向上させていきたいと思っています．

上記のような考えの下での有効な指標を作る必要があります．論文中では，滞留時間を一つの指標としました．計算された滞留時間は，成層の有無，河川流量等鉛直分布に寄与するものには敏感に反応しますが，水平的な変化に対しては反応が弱く出ています．これはご指摘のとおり水平解像度が粗い為と思われる．したがって，人為的地形改変に対する指標として滞留時間は今一つの感じがしています．また，滞留時間には水平循環渦とボックスの大きさの問題も含んでいます．このような点を踏まえて更なる有効な水質評価指標を考えていきたいと思います．

で回答したような理由から，流動モデルを詳細なメッシュで計算することは，モデル構築の目的には合わないのです．

討論者 佐々木淳（横浜大学）

質疑

一般的な nowcasting タイプの流動，生態系モデルを粗格子において用いれば計算時間の問題はないと考えられ，御提案のモデルのメリットがよくわからないのでモデルの考え方をお教え下さい．

一般的なボックスモデルとの相違は何でしょうか．

回答

基本的にはご指摘のとおりであり，本モデルは水質の再現が出来る範囲で水平方向の格子を最大限粗くした（ある意味，粗さを追求した）もので，粗くできるところは粗く，細かくする必要があるところは細かくしています．そのように，あえて時代の流れに逆行するようにした理由は，前述のモデルの使用用途に適用できるモデルを目指しているからです．

名前はボックスモデルとなっていますが，解き方は微分型です．したがって，モデル構成は の指摘でご指摘された一般的なモデルの粗格子型と考えてください．

論文番号 212

著者名 鯉淵幸生，佐々木淳，磯部雅彦

論文題目 2001年の有明海における水質の動態解明

討論者 田中昌宏（鹿島 技術研究所）

質疑

底泥モデルの構造と検証について説明して頂きたい。

底泥の巻き上げによる光の消散が重要と考えられるが、そのモデル化はどうなっているか？

回答

底泥モデルは、3層になっており、上層は酸化層、それより下の層は無酸素層となっている。水中から沈降した有機物は、上層の酸化層で分解された後、各層に拡散し、水中への拡散が溶出量となる。その再現性については主に文献値との比較から行ったが、溶出や酸素消費速度など、限られた項目しか検証できておらず今後の課題である。

有明海の透明度に対して、底泥の巻き上げが重要であることが観測から確認されたため、計算コンパートメントに濁度を加えモデル化を行った。濁度の変化は、海底での巻き上げに伴う濃度増加と、移流、拡散により表現されており、この濁度を用いて、水中の光消散係数を計算し、これが植物プランクトンの増殖速度に反映されるようなモデルとなっている。

論文番号 213

著者名 滝川 清，田淵幹修

論文題目 有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響

討論者 田中昌宏男（鹿島技研）

質疑

湾振動特性の検討において、入射波の振幅を0.1mとしており、干潟の干出が十分考慮されていないのではないかと？

回答

湾振動特性の検討において、外海からの様々な周期に対する応答特性を調べたものです。実情に近い潮汐変動を対象として、潮汐の周期及び大きな振幅を入射し、潮汐の非線形効果や干潟の効果等は、潮流特性として論文中に記述しております。

入射波周期の相違による、湾振動の応答特性に注目するという観点から、ここでは、応答の非線形性や干潟干出の影響の無い範囲での現象に単純化して、検討を行っております。

ご指摘の様に、入射波の振幅を実状の潮汐の大きさに合わせ、干潟の効果や非線形性を含めた形での応答特性を検討することも重要かとおもいます。計算を実施し、機会があれば、また報告させていただきたいと存じます。

論文番号 214

著者名 滝川 清，田中健路，外村隆臣，吉村祥子，古市正彦

論文題目 有明海の中部海域における環境変動の要因分析

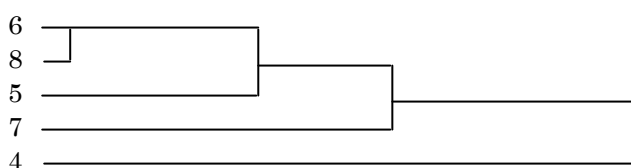
討論者 村上和男（産業技術総合研究所）

質疑

クラスター分析で St. 6 と 8 ,St. 4 ,5 ,7 の 2 つのクラスターに分けて解析しているが、クラスターの樹系図をみると、2 つに分けるならば St. 4 と、St. 5 , 6 , 7 , 8 の 2 つに分けるのではないか。本文中に記載図示したレベルで各クラスターに分けるのであれば、4 つのクラスターにわけべきである。

回答

本文中には記載しておりませんが、講演中に掲示しました図 1 に関するクラスター分析の樹系図は下記のものです。



クラスター分析樹系図

クラスター分析の結果から、ご指摘の通り、St. 4 とそれ以外、もしくは、St. 6 と 8 の 1 つと他の 5 , 7 , 4 の 4 つに分類分けされます。

ここでは、後者の方の分類分けの観点から、さらにデータに含まれていない沿岸からの距離というパラメータを加味して、6 と 8 のグループとそれ以外のグループ (5 , 7 , 4) という分類分けを行いました。

論文番号 215

著者名 中辻啓二，西田修三，金 漢九，山中亮一

論文題目 紀淡海峡における残差流と物質輸送の現地観測

討論者 熊本大学工学部（中田健路）

質疑

水温プロファイルの観測の実施について(特に)紀ノ川からの流入と鉛直東西分布との関連性どれほどのものか？

回答

観測断面東岸寄りの表層約 10m には、ほぼ全潮時にわたり高温低塩分の水塊が存在し、沿岸水の影響が見られる。南流時に観測されたものは大阪湾東岸を南下する流れ（東岸恒流帯）に起因するものであり、また、北流時のものはこの水塊の戻り流れとともに、南東に位置する紀ノ川の河川水の影響と考えられる。紀ノ川の平水流量は少なく、顕著な成層構造を示さず、その拡散域は気象海象の影響を受けて大きく変化するが、筆者らが実施した航空機による拡散調査によると、紀淡海峡方面への拡散が確認され、時には紀ノ川の濁水の大坂湾への流入も観測されている。

討論者 田中昌完（鹿島技術研究所）

質疑

無機態窒素は大阪湾から流出するのに対し、T-Nは流入している。
この差はPONとDONとなるが、その実態は何でしょうか？リンに対してはT-Pも流出で
あり、PONとDONのN/P比が現実により得るものでしょうか？

回答

窒素に関してはDINおよびTNの分析しか実施できず、詳細は把握していない。また、
DONについては、東京湾など一部海域で調査されているが一般に観測例が少なく、推測も
含め現時点ではコメントはできない。しかし、懸濁態については、海峡部の窒素(リン)の輸
送に大きく作用していると考えられる。論文には示さなかったが、同時に実施した濁度の
観測結果には、強い潮流による巻き上げが原因と考えられる高濁度水塊が下層部に存在し
ていた。また、海峡の島の背後に形成される友ヶ島逆流が可視域の衛星画像に捉えられる
ほど、この水域では巻き上げ、浮遊する懸濁物が多い。今後、窒素とリンの詳細な動態解
析に向けて、懸濁態の解析もあわせて実施していきたいと考えている。

論文番号 216

著者名 高志利宣，藤原建紀，住友寿明，竹内淳一

論文題目 外洋から紀伊水道への窒素・リンの輸送

討論者 日比野忠史（広島大学）

質疑

夏に紀伊水道に進入する水塊はどこから来ているのか。

冬の間には紀伊水道から外洋へ流出した窒素，リンがどこかにたまるという機構はある
のか。

回答

紀伊水道の沖には、低温で栄養塩を豊富に含む陸棚下層水と、高温で貧栄養な陸棚上
層水が存在している。黒潮が離岸している時には、栄養塩を豊富に含む陸棚下層水が紀伊
水道へ進入し、黒潮が接岸している時には陸棚上層水が進入する。

外洋に流出した窒素，リンがどのように輸送されるのかは現在明らかになっていない
が、紀伊水道沖に一部は滞留する可能性がある。この問題に関しては、今後、現地観測を
中心に明らかにしていく必要がある。

討論者 八木 宏（東京工業大学）

質疑

論文番号 215 の大阪大学グループの研究によると、2001年8月10日の調査から溶存態栄
養塩は、紀淡海峡を通して大阪湾から流出する結果が得られている。一方、本論文では2001
年8月9日の調査結果から、この時期の黒潮は離岸傾向であり紀伊水道の下層には高濃度
の栄養塩が流入しているとの結果を得ている。この両者から考えると、黒潮離岸時には紀

伊水道に高栄養塩は流入するが大阪湾への流入には直接つながらないと考えて良いのか。

回答

大阪大学グループの紀淡海峡における窒素，リンフラックスの断面分布（論文番号 215，図 - 7）を見ると，下層では紀伊水道から大阪湾に窒素，リンが流入するという結果が得られている。また，この時期の紀伊水道では，下層に外洋から高濃度の窒素，リンが流入している。これらを併せて考えると，断面全体では窒素，リンフラックスは流出となっているものの，紀伊水道に流入した外洋からの窒素，リンの一部は，紀淡海峡の下層から大阪湾へ流入していると思われる。

論文番号 217

著者名 陸田秀実，土井康明，稲山丈晴

論文題目 瀬戸内海における栄養塩構成比の季節変動と赤潮発生の関係

討論者 田中昌宏（鹿島，技研）

質疑

今回は，表層の栄養塩比で整理しているが，底層のデータについて見たらどうか？ また，赤潮発生時の状況と風による流れの関係についてはどうか？

回答

今回の論文では，底層のデータについて栄養塩構成比の変化を調べていないため，それらと赤潮との関係については不明である。ご指摘のように赤潮の発生には，底層の栄養塩の変化も重要であるため，今後検討していきたい。

赤潮と風による流れの関係については，以前より指摘はなされているものの，未だ不明な点が多い。今回のデータ解析においても明瞭な関係を得るには至っていない。現在，県水産試験場が行っている水質調査日は多くて毎週 1 回程度の時間分解能しかなく，短期的に発生する赤潮発生とその時点の水質データを取得するのは非常に困難な状況にある。今後の観測体制の充実が期待される。

討論者 宗学（高知大学）

質疑

1995 年以降，香川県の場合，DIN:DIP 比が小さくなっていますが，シャトネラ赤潮は出現しなくなったのでしょうか？（以前，シャトネラがよく発生しておりました。）水質変化によってプランクトン種が変化することがあります。

回答

今回の論文で調べた赤潮調査資料では，香川県沖に発生する赤潮はノクチルカ赤潮とギムノディウム赤潮であり，シャトネラ赤潮の発生データは見られませんでした。ずいぶん昔はシャトネラ赤潮が発生しておりましたが，ご指摘のように，この海域の最近の水質変化から赤潮種の変遷が考えられます。香川県に限らず，広島湾および山口県においてもそのことは言えます。

論文番号 218

著者名 山本 潤，中山哲巖，時吉 学，宮地健司

論文題目 野見湾における夏期の流況と水質変動に関する現地観測

訂正

図 - 6 (a) の縦軸の全天日射量の単位にミスがあり， $MJ / m^2 / s$ ではなく， $MJ / m^2 / h$ が正しい．

1089ページ左側の最下段落の2文目（上から27行目）の文中の図の番号にミスがあり，「図 - 6 の水温鉛直分布 ...」は図 - 6 ではなく図 - 7 が正しい．同様に同文後半の「図 - 7 では底層の塩分濃度も ...」は図 - 7 ではなく図 - 8 が正しい．

討論者 日比野忠史（広島大学）

質疑

10日程度の周期の現象は何によって起こっているか．

回答

潮汐との相関は見られない．須崎市内で観測された風や降雨等の局所的な気象データとの相関も見られない．おそらく外洋の影響ではないかと考えている．

討論者 安田孝志（岐阜大学）

質疑

成層時の内部潮汐による海水交換が非成層時の鉛直混合を上回っているということであるが，その理由について説明頂きたい．

回答

内部潮汐による水粒子の移動距離が野見湾の規模に対して相対的に大きいため，湾内水が湾外に押し出されてしまう事によるものと考えます．現実には，秋期の非成層時には内部潮汐が起こらなくなり，水質が悪化する「水止まり」と呼ばれる現象が起きると地元養殖業者らが警戒している．この時期に観測を行い，それを証明したい．

論文番号 219

著者名 小橋乃子，安達貴浩，清水 崇，西ノ首英之，中村武弘，多田彰秀，矢野真一郎，藤田和夫，神山 泰，小松利光

論文題目 閉鎖度の高い小規模海域における成層期の海水交換機構

討論者 水谷夏樹（国総研）

質疑

有義波高の大きさから考えて，波浪の砕波による成層破壊は成層の破壊は考えにくいのではないのでしょうか？

南風の影響が強いということですが，吹送流のよる表層流入とそれに対する補償流としての底層での流出が港内全体を混合させているのではないのでしょうか？

回答

今回、南風が吹くと表層約 10m 程度の水温成層が消滅し、それより深いところでは水温成層が発達するという観測結果が得られています。上層で見られる成層破壊に対して「南風によって発達した風波による混合効果」と「吹送流による混合効果」とのどちらが支配的かという問題ですが、これに答える正確なデータを有していないため、現時点では不本意ながら詳細な検討を行っておりません。従ってここでは、両者を含んだものが南風の効果であると捉えています（論文としてはデータとして存在する有義波高を記載）。今後はこの点にも着目し、既往の研究成果も参考にしながら検討を行っていきたいと考えています。

討論者 村上和男（産業技術総合研究所）

質疑

南風が吹いた時に港内上層の水温の上場は、港外の暖かい海水の上層流入による影響ではないか？

港内の海水流動（海水交換は）風による作用が大きくて、密度成層はあまり効かないのではないか？

回答

ご指摘の通り、流動にともなう港内外の熱のやり取りも存在していると思いますが、南風が吹く前では港外よりも港内上層の水温の方が高いこと（中層の水温は港内外でほぼ一致）から、港外の海水が上層の水温上昇に寄与しているとは考えにくいと思われます。むしろ、南風によって形成される底層流出という流動によって港外の水温の影響が港内底層に伝わらず（底層では港外の水温が一般的に高い）、港内底層の水温が上昇しないという影響が出ているものと考えています。

同海域の既往の調査結果では（海工，第 48 巻，pp1041 - 1045），港口における鉛直方向の残差流パターンは港内外の密度差によってほぼ説明できることが示されています。本論文では主にその密度差が形成されるまでの過程を取り上げていますが、このような結果を総合的に考えると、南風の吹きはじめにはまず風成流が卓越するものの、防波堤の存在より場の不均一性が生じやすい港内外で密度場の相違が拡大し、結果的に数日後に密度流が顕在化してくるのではないかと考えています。

論文番号 221

著者名 堀田哲夫，天野光歩，山下芳浩，陳 飛勇，東海林光

論文題目 停滞性水域での悪性ガス発生に関する調査

訂正

図-8 のタイトルにミスがあり、「強熱減量と硫化物生成速度の関係」ではなく「強熱減量とガス体生成率の関係」が正しい。

討論者 青木伸一（豊橋技術科学大学建設工学系）

質疑

廃棄物の海上埋立地内の水域でも悪臭の発生が報告されており、その原因として夏期の貧酸素水塊の形成とともに生産された H₂S ガスが秋の強風で大気中に放出されるのではないかと考えられている。

本論文で対象としている水域では風の影響は考えなくても良いのか。

回答

現場の状況を把握していないため、断定はできないが、ご質問にある海上埋立地の H₂S ガス発生要因は波浪の影響による底層での圧力変化(負圧の発生)であると考えられる。

圧力の低下によってガスが発生するメカニズムは、本研究で対象とした水域と同様であるが、本研究では対象水域が沿岸域の運河であること、常時発生している悪臭発生現象を対象としたことから、風の影響に比較して潮汐の影響が大きいと考えた。

ご指摘の点については、今後モデル改良の際の参考としたい。

討論者 玉上和範(東亜建設工業, 土木本部設計部)

質疑

文中の図-10 において St.A, C, G の性状の違いを教えてください。

St.A, C に比べて St.G のガス発生量が大きくなっている様に見えますが、これはどのようなファクターが効いていると考えられているのでしょうか。

回答

実験の結果、ガス発生量の支配的なファクターは強熱源量であると考えられる。特に、硫化物のうち H₂S ガスの生成率は強熱源量の 7 乗で効く結果となっており、これが H₂S ガス発生量の大きな差となって現れている。

St.G については、浮泥層の堆積厚も他の地点と比較して大きいことから、有機物が特に多く堆積する地点であったものと考えられる。

論文番号 222

著者名 児玉真史, 水田健太郎, 松永信博

論文題目 干潟における一次生産の空間分布

討論者 上月康則(徳島大学大学院工学研究科)

質疑

底生微細藻類の巻き上がり、水中で生産されるプロセスがモデルの中で扱われていますか？

回答

本モデルでは底生微細藻類および植物プランクトンの物理的な輸送に関しては植物プランクトンの沈降のみを考慮しており、底生微細藻類の巻き上がりならびにその生産は考慮しておりません。しかし実際にはご指摘のように巻き上げられた底生微細藻類が水中で生産を行うことも考えられますので、この点については今後考慮し、モデルの向上のための検討課題とさせていただきます。

論文番号 223

著者名 上田薫利，上月康則，倉田健悟，村上仁士，白鳥 実，桂 義教

論文題目 干潟生態系の構造把握を目的とした底生生物調査手法の現状と課題

討論者 細井由彦（鳥取大学工学部）

質疑

調査結果の季節による差異をどのように考えているか。これまでのマニュアルには調査の時期についてはどのように言及されているのか、あるいは何も書かれていないのか説明して欲しい。結論として、調査を行う上で季節の問題はどのように扱えばよいと考えておられるか。

回答

「平成9年度河川水辺の国勢調査マニュアル」では、調査は3回以上の実施が原則とされ、時期は早春、夏および冬が望ましいと記述されている。これは河川水辺の国勢調査が主として水生昆虫を対象とし、その生活史を考慮して設定されているためである。干潟生態系に生息する底生動物については、水生昆虫の調査時期に合わせて調査を実施することと記述されている。一方、「海洋調査技術マニュアル」では、目的、対象とする海域環境や生物によって適宜決定するが、各季節で各1回、年4回の調査を行うことが多いと記述されている。

調査結果の季節による差異は確かに存在しており、特に生物量の季節変化は大きい。調査目的によっては季節による差異を捉える必要があると思うが、現状の調査手法では、調査結果の差異が季節によるものかあるいは採集誤差によるものか明らかではない場合が多い。調査結果の精度をより高めた上で、調査目的や対象とする生物に応じて調査頻度を設定するべきであると考えているが、詳細については今後検討したい。

論文番号 224

著者名 児玉真史，徳永貴久，松永信博

論文題目 干潟における水質の季節変化とその変動要因に関する研究

討論者 矢持進（大阪市大工学研究科）

質疑

モデルの中に地下水や流入負荷の項がないが何故か？

各季節とも Chl-a 態の N, P のみ Redfield 比や N 又は P/Chl-a の係数を用いて推定している。その他は実測。データの信頼性を得るため懸濁態の N や P として分析すべきと考えるがどうか。

回答

元々の佐々木（1997）のボックスモデルでは、流入負荷および沖側境界での拡散の項が含まれていますが、今回対象とした領域では流入河川が小さく、塩分濃度の測定結果が

らも流入河川の影響は小さいと判断しこれを無視しています。また、沖側境界での拡散に関しては、沖合での各水質項目の濃度勾配および時間変化が小さいことからこの効果を無視しています。その意味では本研究で得られた結果はいわば第一次近似であり、より詳細な解析を行うためにはこれらの項を考慮する必要があると思われますので、ご指摘の地下水の流入も含めて今後の検討課題とさせていただきます。

ご指摘のとおりであり、今後の検討課題とさせていただきます。

論文番号 226

著者名 小沼 晋，五島勇樹，中村由行

論文題目 成長モデルを用いた東京湾盤洲干潟での二枚貝による懸濁物除去量の推定

討論者 駒井由美（東京水産大学）

質疑

盤津干潟のアサリ、シオフキの身肉湿重量と殻長の関係式は1～2年のデータが入ると生殖線の充実あるいは放卵、放精による重量減少が反映されているはずですが、それらがる水量および懸濁物除去速度に及ぼしている影響というものが見られるかどうか、示唆するような現象があったか、あればご教示戴きたいと思えます。

アサリとシオフキでは潜砂の深度および体位が違っていて、若干ちがったニッチェを占めているのかとも思いますが、シオフキに関する計算結果と両種のちがいに何らかの対応がみられるのであれば興味深いと思えます。

回答

まず、本論文のモデルによる計算では、生殖腺充実や放卵、放精の取り扱いを省略していることをお断りさせていただきます。殻長と殻付き湿重量との相関を示すグラフと関係式（図-4）を作成するにあたっては、生殖腺充実の有無や放卵、放精前後を区別せず、二枚貝サンプルに対して得られた全てのデータを用いました。

ただ、御指摘の点は我々も留意したポイントの一つであり、この問題に関する我々の印象は「生殖腺充実や放卵、放精はモデルによるシミュレーション結果（成長速度、濾水量、懸濁物除去量）を大きく左右するものではないだろう」というものです。このことに関して我々が実際試みたことは以下の通りです：我々はモデル構築の過程の中で、図-4を各月別に作成してみたことがあり、そこでは殻長/殻付き湿重量の相関関係の年間変動（全体的な傾向としては、夏は殻付き湿重量/殻長が比較的大きく、冬は比較的小さくなる）を見ることができました。ここで得た各月別パラメータを用いてモデルを実行してみましたが、この処理の有無はシミュレーション結果にほとんど影響を与えませんでした。このことから我々は上記の印象を持つに至りました。

モデルを更に精緻化していく場合、この事柄を取り込むことは意義のあることと思えますが、それは現在なところ比較的シンプルなモデルを複雑化することにつながります。この観点から、本研究は現在のところ、この事柄を敢えて取り扱っていません。

また、本論文では実際の濾過量、懸濁物除去量の測定を行っていませんので、「示唆するような現象」については観測できておりません。御了承ください。

なお、この問題に関しては、本論文のモデルの原著である Solidoro et al. (2000)も取り扱っており、上記と同様の結論に至っています。御関心がありましたら御一読ください。

我々は潜砂深度や体位の違いを詳細に観察していないため、アサリとシオフキの深さ方向のニッチの違いに関しては残念ながら明確な情報を持ち合わせていません。したがって現在のところ、モデルにもニッチの違いを入力してはしません。ただ、潜砂深度の違いを、その二枚貝にとっての温度の違いとしてモデルに与えるならば、シミュレーション上で深さ方向のニッチの違いを表現することは可能になります。このモデルの将来的な発展方向の一つとして、深さ方向の二枚貝の生息状況を取り入れることも検討してみたいと思います。

論文番号 230

著者名 小島治幸，上殿高広，岡野太樹，原 喜則，入江 功，山城 賢

論文題目 北部九州沿岸における自然環境指標の特性に関する研究

討論者 田中昌宏（鹿島 技研）

質疑

環境の良悪は、何が主体かによって変わってくると思われる。シンプルさは重要ですが、評価主体毎に適した評価手法がまず必要ではなでしょうか。

回答

「何が主体かによって、、、」と言われているのですが、ここの意味が良く分かりません。評価の主体は、人間にならざるを得ないのではないかと思います。本論文で提案した評価手法は、自然環境を構成する測定可能な要素を可能な限り取り込んで相対的な評価を行う手法です。このとき、評価の対象は、いろいろと異なることが考えられます。例えば評価対象として、諫早干潟や砂浜海岸、珊瑚礁海岸などが考えられます。これらの対象に対して、同じ環境要素を用い、本論文で示した手法で評価することにより、対象の異なる海域間の比較が可能になると考えます。ここで問題となるのが、評価対象ごとに環境要素における重要度が異なることが考えられる。これに関しては、現在アンケート調査を実施しており、この結果は別の機会に発表したいと思います。

論文番号 231

著者名 渡辺国広，清野聡子，宇多高明

論文題目 アカウミガメの産卵行動に影響を及ぼす前浜地形と海浜流の特性

討論者 加藤史訓（国土技術政策総合研究所）

質疑

ウミガメの上陸位置は沿岸方向の海浜流が弱い場所であるとともに離岸堤の開口部背後

でもあるように見えます。海浜流の影響と離岸堤による沿岸方向の遮断のどちらが支配的なのか検討する上で、この海岸においてウミガメが離岸堤と導流堤の間を通過して岸沿いに動いているのか、それとも離岸堤の沖から開口部を通過して入ってくるのか、ウミガメの上陸直前の挙動に関する情報が役に立つと思います。このことについて現地においてはどのように考えられているのでしょうか？

回答

他の産卵地では上陸直前に汀線際をウミガメが汀線沿いに遊泳する様子はかなり報告されている。しかし、残念ながら本論文のフィールドとした蒲生田でそのような行動は確認できていない。上陸してくるのが夜であることと、これまで夜間調査があまり行われてこなかったことが原因であろう。当海岸で過去に 2 例の行動追跡研究があるが、いずれも再上陸間際のデータは得られていない。筆者が現地で観測を続けてきた印象では、離岸堤の開口部からの進入もあるように感じる。しかし、離岸堤設置後から現在までこの離岸堤の開口部には小型の定置網が設けられており、設置した漁師によれば、「縁起がいいのでウミガメが網にかかることを期待しているが、この約 20 年もの間に一度もウミガメがかかったことはない」とのこと、開口部からの進入は稀なのかもしれない。今後は可能ならばウミガメの進入経路についての実測的なデータも取得していきたい。

論文番号 235

著者名 明田定満, 桑原久美, 中村義治, 奥出 壮, 寺澤知彦

論文題目 エゾアワビの個体群動態モデルの開発

討論者 山下俊彦(北大)

質疑

個体成長モデルの結果は比較的良く再現できていると思いますが、実際の現場で、このモデルを使用する時に問題となる要因は何ですか。

回答

解析事例では、飽食(餌料海藻としてコンブ類を想定し、接餌可能な海藻が十分ある)状態の元で解析を行っています。実海域では、(1) 飽食を仮定できるほど十分な餌料があることの方が少ないこと(餌料不足の時期が多いこと)、(2) ウニ類等藻食動物と餌料海藻を巡る競合があること、(3) 現実の海藻群落は単一の海藻だけで形成されておらず、餌料価値の異なる複数の海藻から構成されていること。当然、海藻種類によりアワビ類の嗜好性が異なること、(4) 減耗率は餌となる海藻の有無多寡、外敵生物の有無多寡により異なること、(5) 生物特性値(日間接餌率、同化率、呼吸量、減耗率等)が明確でない生物が多く、ウニ類以外の藻食動物の固体成長モデルが確立されていないこと等があります。これらの点について更なる検討が必要と考えています。

質疑

図 6 を作成する段階で放流と再捕の個数、再捕の方法(場所、ランダム性など)につい

て説明ください。

回答

再捕は潜水で行っている。再捕場所は放流地点から1ヵ月後3m以内、3ヵ月後約12m以内、6ヵ月後約16m以内である。1年後最大60m離れた場所で再捕されており、成長に伴い移動することが明らかとなっている。放流個数4200個。調査期間内に2147個再捕（但し、2099個再放流）。漁業実態のない海域に放流しているため、再捕試験結果に磯見漁業の影響は無いと思われる。なお、調査結果の詳細は引用文献他を参照。

質疑

図7の解析値の結果を見ると、殻長に対する度数に確率的なばらつきが反映されているように見えるが、論文には確率変数の説明がない。図7の度数分布形状（正規分布的ひろがり）を生じさせる計算過程をご教示ください。

回答

解析は実測値（放流時の殻長組成）を初期値として、1977年5月から1978年8月まで逐次的に計算を進めた。図6（実測値）、図7（解析値）のグラフの表示方法を同一にしたため、度数分布形状が正規分布的な広がりとなった。

論文番号 236

著者名 灘岡和夫，波利井佐紀，池間健晴，Enrico Paringit，三井 順，田村 仁，岩尾研二，鹿熊信一郎

論文題目 沖縄・慶良間列島におけるサンゴ産卵とスリック動態に関する観測

討論者 山本秀一（（株）エコー）

質疑

産卵時刻について、上げ潮時 or 下げ潮時か。

回答

今回の対象海域（沖縄県慶良間列島周辺）では、産卵時刻は早い種類で19:30～、その他の種では21:00～22:00程度であり、時間帯が安定している。産卵日は数日にわたっており、産卵時刻の潮位をみると上げ潮～下げ潮であったため、今回の研究ではどちらともいえない。

討論者 古川恵太（国土技術政策総合研究所）

質疑

サンゴの産卵をコントロールするのは水温のトリガーとしての働きか、それとも積算温度のような成熟、成長を促す働きか、についての見解をうかがいたい。

回答

積算水温を水温上昇がおこる3月上旬の平均水温（22℃）から算出した結果、積算水温と月齢周期が産卵のおこる月を決定する要因であることが考えられた（本文参照）。しかし、積算水温には幅があり、近隣のサンゴ礁間での産卵日の差を説明することはできなかった。

そこで、慶良間列島内多地点における産卵日直前の平均水温差を検討したところ、産卵日の傾向と水温差が一致していたため、産卵日を決定する要因として水温がトリガーの1つとなっていると考えた。

質疑

局所的な水温分布で産卵がコントロールされているというのは新しい視点でおもしろい。水深の違いによる温度の差というのは、産卵に影響しないのかについて見解をうかがいたい。

回答

本研究では、一定した水深（水深 7m～12m）に水温計を設置、比較し、空間的な水温差が産卵日をコントロールする可能性を示した。しかし、実際にはサンゴの生息水深は 1m 程度と浅い場所から 20m 以深までと幅広く、鉛直的にも水温差が想定される。今後は、鉛直的な水温構造を明らかにし、その温度差が産卵に影響を及ぼすか検討する必要があるだろう。

論文番号 237

著者名 灘岡和夫，三井 順，渡邊 敦，秦 浩司

論文題目 現地観測に基づくパラオ諸島ラグーン海域における海水循環構造の解明

討論者 古川恵太（国土技術政策総合研究所）

質疑

2001年と2002年の観測結果の違いは、グローバルな年変動であるのか、それとも数ヶ月、数日のローカルな変化を捉えているのか、見解をうかがいたい。

回答

ラグーン内の水塊構造を大きく変化させる要因として、台風などの気象擾乱や外洋からの海水流入が考えられる。観測期間を含んだ長期の気象データ（風、降水量、気温など）を現在入手予定であり、また2002年観測以降、ラグーン内外に水温計アレイを現在も設置中であるので、ラグーン内外の水温変化と気象条件とをつきあわせて、ラグーン内水塊構造の変化の原因を（変化の時間スケールも含めて）検討したい。

質疑

ラグーンでの海水交換、滞留時間についての観測は、重要かつ貴重な情報となる。ぜひ結果について引き続き報告いただけることを期待する。

回答

外洋からの海水流入およびラグーン内の水塊形成の構造については、現在設置中の水温計データからある程度把握可能であると思う。今後さらに、3D数値シミュレーション解析を行い、その結果も踏まえて滞留時間などを詳細に明らかにしていきたい。

討論者 勝井秀博 大成建設（株）技術センター

質疑

年変動の重要性を強調されているが、3D 数値シミュレーションで、2001年のデータの説明ができないか（境界条件の様々な仮定が必要となる）。その上で、2002年のデータの変化を説明する手掛りを求められないだろうか。

回答

3D数値シミュレーションモデルによる解析は、今後の重要な課題として取り組んでいくつもりである。

論文番号 238

著者名 山本秀一，高橋由浩，住田公資，林 輝幸，杉浦則夫，前川孝昭

論文題目 人工構造物におけるサンゴ群集成長過程の解析

討論者 古川恵太（国土技術政策総合研究所）

質疑

調査対象地においてサンゴの種類についての解析はされているのか。もしあれば、どのような違いがありましたか。

自然再生事業の視点では種の多様性も重要な項目である。種ごとのモデル化等の整理がなされることを期待します。

回答

本調査において属別被度の観察は実施しているが解析は行っていない。水深がD.L.-1mの調査結果のためほとんどがミドリイシ属だったと思う。別の調査で、同一地点を水深別にモニタリングしたことがあり、これによると浅い場所(D.L.-3 まで)ではミドリイシ属、深い場所(D.L.-12m 程度)ではハマサンゴ属、その中間ではハナヤサイサンゴ属の優占する傾向がみられた。

上記の質疑と併せ、今後の課題として属レベルあるいは種レベルでの遷移過程の解析に取り組みたいと思います。

討論者 波利井佐紀（東京工業大学）

質疑

成長を被度で示していたが、サンゴの大きさに違いはありましたか。もしも場所やブロックのタイプの違いで大きさに違いがあれば、ある程度は成長しやすいとか、幼生が定着しやすいとか、毎年加入があるなど、検討可能になると思います。

回答

本調査ではベルトトランセクト法によって被度だけを調査しているため、個々のサンゴ群集の大きさは計測していません。

別に実施した調査で、同一地点をコドラート法でモニタリングしたことがあり、この調査では群体数や種類数、最大径も計測しているため、質問のような検討ができると思います。

なお、サンゴの現存量の指標としては、投影面積としての被度や最大径を用いています。

理想的には重量が計測できればよいのですが、現状では実施していません。

調査時の感覚で言えば、サンゴの成長の良い所ではサンゴが立体的に成長し、水深が深かったり傾度が急でサンゴの成長が遅いような場所では平面的に成長する傾向があるようです。

立体的か平面的かを把握するために、サンゴ群集の高さを計測したこともあります。今後の課題としてサンゴ群集の現存量を簡易に計測する方法を開発することが必要と考えています。

論文番号 239

著者名 Enrico Paringit, 灘岡和夫

論文題目 多バンド・リモートセンシングに基づくサンゴ礁マッピングへの逆解析手法の応用

討論者 勝井秀博 (大成技術センター)

質疑

サンゴキャノピーを考慮しているとのことであるが、サンゴの種類(枝サンゴ、テーブルサンゴなど)によって異なると思うが、計算のインプットデータとしてその情報が必要ないですか?必要とするリモセンデータだけでは推定が難しい、sea truth も必要となることになりませんか?

回答

Our research focuses on the development of coral reflectance models to infer coral morphological features such as branch density or colony height or thickness based on satellite remote sensing observation. Eventually, we came up with two models, the first is the geometric-optical model and the second is the layer type model. For the models to work, the former first assumes a defined coral morphology (morphotype e.g. tabular, columnar or dome-shaped and branch shape e.g. cylindrical, plate-like or plainly solid surface) in order to estimate the dimensional characteristics. The latter was a simplified approach where a coral canopy is considered part of a three-layer system (the other being atmosphere and water column) which is advantageous because does not need assumptions on type of coral canopy, it only needs that the coral cover be separated from other benthic cover types. This is the reason why it was necessary to couple the coral canopy model with a spectral mixture model which, at the outset, estimates coverage of different benthic habitat types.

With regards to sea truth data, verification of the results were done by comparing the coral coverage and branch density estimates with that of our own field survey on benthic cover and on coral species coverage by Kayanne et al. (2002), along five 1km-long (approximate) transects across the Shiraho reef spaced 300 meters apart. Results of the mixture model indicate that coverage estimates were within 80% of the figures given by the coral coverage surveys. Branch density estimates, on the other hand were not available from the field but the type of coral may provide

contextual clues. For example, the massive *Porites* does not have any branches so it will only yield a branch density estimate equal to 1, meaning it will provide complete coverage but no branches are detected. When different coral types were plotted against the branch density estimates from coral canopy reflectance layer-type model, branching corals such as *Acropora* and *Montipora* were shown to have higher densities. Note that the model does not directly compute for the volume density (m^3/m^3), rather what is called the facet area index, FAI (m^2/m^2).

We hope that the foregoing explanation gave satisfactory answers.

討論者 田中昌宏 (鹿島技研)

質疑

本手法はリーフのような浅く透明度の高い海域に適していると考えられるが、にごり等も考慮して、どの程度深さの領域なら適用可能でしょうか？

回答

The coral reflectance model was formulated based on the principle of radiative transfer on layered media with defined scattering and absorption properties. The ability of light to penetrate through greater depth depends on the inherent optical properties (IOPs) of the water column and the amount of solar radiation the medium receives and (re)transmits beginning at the water surface. The IOPs are obtained by quantifying the presence of optically-active constituents (OACs) in seawater such as suspended particles, chlorophyll and coloured dissolved organic matter (CDOM). The amount of solar radiation controls the signal-to-noise ratio, which determines radiometric contrast. Hence, when one wishes to estimate depth and bottom characteristics using the model, the amount of OACs must be considered since greater light attenuation inhibits proper treatment of bottom cover conditions. In the case presented in the paper, the model was inverted to estimate depths of different benthic cover from satellite imagery, the values for the OACs were fixed at their common amounts (24 mg/L and 0.5 mg/L for suspended particle and chlorophyll-a respectively; no data is available for CDOM) at the date and time of the remote sensing data acquisition while solar radiation is recorded by the sensor. The limits to which the model can accurately estimate depths are unknown since the model was tested only at actual depths up to 5 meters with estimates scaling down to 8 m. As a guide however, upon consideration of the upper limits of the OACs (100 mg/L and 1.0 mg/L), it is possible to estimate depths up to 20 meters where absorption and scattering in the water column accounts for the 12% of the total amount reflected to the sensor, beyond these levels, evaluation of bottom conditions may no longer be tenable.

We hope that the foregoing explanation gave satisfactory answers

論文番号 240

著者名 二瓶泰雄，横井淳一，青木康哲，綱島康雄，佐藤慶太，灘岡和夫

論文題目 マングローブ河道部周辺における三次元流動構造と乱流特性に関する現地観測

討論者 古川恵太（国土技術政策総合研究所）

質疑

右岸と左岸の違いは何に起因しているのか．原因についての見解をうかがいたい．

3次元の流れを支配するような成層化はクリークで生じていたか？についての情報があれば，ご教示願いたい．

回答

creek 内での右岸，左岸付近における流動構造を比較すると，swamp への流入，流出状況が左岸と右岸で大きく異なることが分かります（図 3，図 5）．ここで swamp の幅に着目すると，観測点（Stn.C-3）における左岸側では 200m 以上となっているのに対して右岸側では数十 m 程度となっています．swamp の幅が大きい場合には，単純に swamp への流入，流出量が増加することから，右岸側と左岸側の swamp サイズの違いが海水の swamp への流出入状況の違いに大きな影響を及ぼしているものと考えられます．また，この creek 周辺における流動シミュレーションを行ったところ，右岸側と左岸側の乱流構造特性も大きく異なることが明らかとなりました．そこでの乱流構造自体やその違いの要因に関しては，二瓶ら（海岸工学論文集，pp.416-420，2002）を参照してください．

流れがほとんどなくなる干潮時を除くと，水温，塩分濃度ともに鉛直成層は生じていないことが確認されています．その要因としては，creek の水深が満潮時でも 2m 以下という極めて浅いこと，また，陸域からの淡水供給が顕著でないことが考えられます．

論文番号 241

著者名 二瓶泰雄，青木康哲，綱島康雄，佐藤慶太，西村 司，灘岡和夫

論文題目 多点連続観測に基づくマングローブ・エスチュアリーにおける流れと物質輸送特性

討論者 入江政安（大阪大学大学院 工学研究科土木工学専攻）

質疑

水平方向の反時計回りの循環は結局何が原因で起きているのでしょうか？一点の水位勾配と流速の説明がありました，これとの関連性で説明できるのでしょうか？

回答

氾濫源（swamp）上における流動構造については，creek と直角方向の流れが卓越する，ということが既存の研究により明らかになっておりました．しかしながら，本研究における現地調査結果では，creek に垂直な方向（主として南西～北東方向）のみならず，creek と平行な方向（南東～北西方向）の流れも顕著に生じていることが確認されています（図 3）．この平行成分に関する力学的な駆動力として水位勾配が作用していることも合わせ

て確認されています(図 5)。このようなことから, swamp 上における面的な水位分布構造が把握できるならば, 循環流パターンを含めた水平流動構造の生成メカニズムの全体像を明らかにできるものと予想されますが, 測定器の数の制約で本研究では水位の平面分布を得るまでには至っていません。この点に関しては, 今後現地調査をさらに行っていく必要があると考えられます。

論文番号 242

著者名 二瓶泰雄, 綱島康雄, 佐藤正也, 青木康哲, 佐藤慶太, 灘岡和夫

論文題目 現地観測に基づくマングローブ域の水温・放射環境に関する研究

討論者 井上徹教(港湾空港技術研究所)

質疑

夜間の水温低下は単純な冷却のように見え, 沖合からの流入や swamp 内で冷却された水の移動等の影響が明確ではないが何故か。

回答

夜間においては日中と異なり, 外海と reef, creek の水温が空間的に一様になります。そのため, 上げ潮時にける外海水の流入による水温の急激な変化は見られません。また下げ潮時においては, swamp 底泥面の地温と流入してきた外海水との水温差があまりないため, swamp 上の海水に対する底面からの冷却効果が日中ほどは大きな値になりません。

質疑

swamp の林内での日射に関して, 上の方ほどばらつきが大きいのは何故か。

回答

林上端から入射する短波放射量は, マングローブの葉や枝により散乱, 反射, 吸収されながら水表面に到達するまでにその値は大きく減衰します。このような放射伝達過程を詳細に考えると, まず林上端付近では, 葉による日射遮蔽効果は地面付近と比べて相対的に少なく, 直達光の寄与が大きいものと考えられます。そのため, 太陽高度によっては葉による遮蔽の影響を直接的に受ける時間帯があるため, 日射量比 $S_d(z)/S_d(0)$ の時間変動量は大きくなります。一方, 地面付近では, 日射量の寄与としては直達光よりも散乱, 反射光の方が大きくなるため, 林上端付近と比べると相対的に日射量比 $S_d(z)/S_d(0)$ のばらつきは小さくなるものと考えられます。

論文番号 243

著者名 阿保勝之, 坂見知子, 高柳和史

論文題目 アサリ増殖場造成地における水質浄化機能の定量的評価

討論者 古川恵太(国土技術政策総合研究所)

質疑

ボックスモデルの観測値は日中のデータのみであるが, 1日の代表値としてモデル計

算結果と単純に比較してしまっていて良いかどうか、ご見解を伺いたい。

また、信頼性の高い代表的な値を得るためにはどのような留意点が必要か、ご教示願いたい。

回答

単純に比較はできない。本来、昼夜通しての観測が必要である。しかし、1日のPON生成量は、日中の生成量(140mgN/m²)よりも小さくなることが予想され、モデル計算結果(102mgN/m²/day)はモデルの妥当性を示すものと考えている。

今回の研究では、干出することのない海域(平均水深5m)を対象としたが、流速データを利用してボックスモデルにおける境界面の海水流量を推定することにより、収支計算結果は妥当なものとなった。また、1日の代表値を得るためには、夜間の観測が不可欠になる。今回の計算では、早朝と昼間および昼間と夕方の観測値を使つての計算はうまくいったが、早朝と夕方の観測値を使つての計算はうまくいかなかった。三河湾の干潟における研究例のように夕方と翌日の早朝の観測地を使つても、夜間の値は計算できないと考える。

論文番号 245

著者名 福田光男, 坪田幸雄, 森 信幸, 丸山修治, 吉田 徹, 久野能孝, 山下俊彦

論文題目 底質・流速からみた沿岸構造物周辺の底生生物の経年変化

討論者 滝川 清(熊本大学, 沿岸環境科学教育センター)

質疑

流速の算定は波浪観測結果から、微小振幅波理論により行われていますが、地形や構造物の影響を受ける各調査地点に対し、どのように算定したのか。

流速は波浪によるものだけを考えられていますが、潮流の影響は考慮しなくても良いのでしょうか。

図-3の底生生物の経年変化と各時点での底質(含泥量など)との関係はどのようになっていますか。

回答

両海域ともに観測されている水深20m以深における沖波観測結果を用いて、各調査地点の波高は地形や構造物を考慮した数値計算による波高比より求めた。

例えば苫小牧東港における調査地点の波浪による50%未超過流速は0~40cm/sに対し、調査範囲における恒流と潮流の流速は、調査結果(平成5年)より恒流8cm/s, 潮流4cm/sと、50%未超過流速の3割程度であり生息環境の支配的要因の対象とはしなかった。

昭和54年から平成13年細粒分(75μm未満)含有率は、港内、港湾近傍および外海とも調査年による変動あるものの、防波堤の10%から80%に増加した。全体としては、防波堤の建設が進むに伴い3区域とも細粒分は増加している。この間の底生生物の底質と流速による生息依存要因は、区域によって比率はことなるが細粒分が多いと生息しにくい「底質に依存」する種の比率が減少し、細粒分が多くても生息できるが流速が大きいと生息し

にくい「流速に依存」する種の比率が増加したと考えられる。

討論者 加藤史訓(国土技術政策総合研究所)

質疑

S54, S63 など複数年次の生息依存要因別割合を算出されておりますが、その際に流速は当時の地形データをもとに計算させているのでしょうか。防波堤の延伸に伴い、外海(東側)、港湾近傍では大きな地形変化があったものと想像されます。

回答

平成 11~13 年に行った 5 回の底質と底生生物調査と、調査地点の波高に伴う振動流速(50%未超過流速)より、出現した生物種の底質としての細粒分含有率と流速の物理要因の関係から苫小牧東港では約 60 種の生息依存要因を求めたデータベースを作った。過去の生息依存要因は、港内、港湾近傍および外海の区域における出現個体数上位 4 種について 60 種の生息依存要因を求めたデータベースを用いて特定した。よって、検討年次における防波堤や水深などによる流速は用いていません。

論文番号 246

著者名 井上公人, 田中 仁

論文題目 青森海岸の海岸保全施設における付着生物の分布特性

討論者 滝川 清(熊本大学)

質疑

様々な海岸構造物の形状、設置状況の物理環境の相違による付着生物の分布特性について検討されていますが、構造物の基質(コンクリートの表面状況やアルカリ溶出)、水質、流速、日射量など、他の要因による影響等については如何、お考えですか？

回答

付着生物の分布特性について、構造物の基質や水質などの他の要因も影響があるものと考えておりますが、今回調査を実施した各調査地点は水質や底質などに大きな濃度差は見られておらず、また、各構造物ともに東側を向いて設置されていることなどを考慮し、今回は波高のみで検討を行いました。今後、他の要因も含めて検討を行って行きたいと考えています。

討論者 加藤史訓(国土技術政策総合研究所)

質疑

付着生物の分布高と打ち上げ高との関係を調べられると、さらに知見が得られるものと思います。

付着生物の被度が直立堤より緩傾斜堤の方が高くなっていますが、そもそも海藻が付くようなところに緩傾斜堤を設置することの是非の議論もありますので、この結果をもって緩傾斜堤の方が優れていると読者が誤解しないよう表現を注意して頂ければ幸いです。

回答

打ち上げ高との関係についても検討してみたいと思います。有り難う御座います。

本結果より青森海岸でこのような付着生物の分布特性が見られましたが、他の地区で実施された調査結果なども含め総合的に判断していく必要があると考えており、今回の結果から緩傾斜護岸が海藻の付着に有効であると示したものではありません。今後、文章の表現を注意するように致します。

討論者 佐々木淳（横浜国立大学）

質疑

直立護岸では浅い部分に動物が付き、緩傾斜護岸では浅い所に1年生海藻が多いとのことですが、このように構造物によって同程度の水深でも付着生物相が異なる理由（メカニズム）はどのようなものでしょうか？

回答

構造物の法面勾配が影響しているのではないかと考えております。緩傾斜護岸では法面が緩やかであることから、来襲した波浪により海水が定期的に構造物上を遡上し、海水が供給され海藻の生息が可能となっているのではないかと考えております。一方、直立堤では波浪が構造物に来襲した場合、緩傾斜堤に比べ水面より浅い部分に供給される海水量が少なく海藻の生息が難しくなり、代わりに海藻よりも干出に強いと推定される付着動物が多く出現したのではないかと考えておりますが、現在のところ明確なメカニズムを示すことは出来ません。今後、より詳細な検討を行いメカニズムの解明が出来ればと考えております。

論文番号 247

著者名 相馬明郎，左山幹雄

論文題目 酸素・窒素・炭素動態の鉛直微細構造を表現する沿岸域堆積物表層物質循環モデルの開発

訂正

図 1の「矢印の種類による分類」にミスがあり、「酸素利用反応」ではなく、「酸素またはTEAを利用する反応」が正しい。

討論者 古川恵太（国土技術政策総合研究所）

質疑

微細な物質輸送メカニズムについての詳細なモデル化であり、高く評価できる成果と思います。次にこのモデルを現地に適用しようとする時に必要となる底質の移動や、水側（液相側）における浮遊物によってできる微細構造をどのようにモデル化していったらよろしいか、ご見解、開発予定などありましたら教えていただきたい。

回答

水側（液相側）における浮遊物によってできる微細構造のモデル化の問題は大きく、(1)浮遊系 - 底生系の区分（境界）を明確化するのか（浮遊系は空隙率 = 1の底生系であると

考えることもできる)と、(2)溶存態の水 - 堆積物境界付近における物質輸送の取扱いをどうするのか、の問題に分類できるかと思います。(1)については、現時点では水柱を浮遊系と浮遊系の領域に明確に区分し、その支配方程式がそれぞれ異なるよう取扱うことにします。すなわち、浮遊系では粒状物質 (Particulate) と溶存物質 (Dissolved) は同じ方程式に支配され、底生系では粒状物質と溶存物質が異なった方程式に支配されるとします。(2)については、溶存物質の水 - 堆積物間の輸送については、境界層理論 (Diffusive Boundary layer : DBL, Viscous sublayer など) を導入し、考慮して行きたいと考えています (すでに DBL については今回の解析でも考慮しています)。粒状物質の水 - 堆積物間の輸送過程 (巻き上げ、沈降、水平移動) については、一般性を失わない定式化は現時点では困難と考えます。従いまして、モデル上、拡散過程 (例えば、Viscous sublayer, Logarithmic layer などの概念を導入) と移流過程 (例えば、巻き上げ、沈降速度や海底面応力などの概念を導入) を暫定的に考慮しつつ、浮遊系-底生系連結モデルを現実系に適用する際、多項目の現況再現性から (循環バランスの再現性の視点から) 推定していくなどの方法が考えられます。しかしこの方法の確度、精度を上げるためには、多くの観測 (項目、頻度)、実験が必要となると思われます。

討論者 佐々木淳 (横浜国立大学)

質疑

新鮮な (易分解性) 有機物の多くは表層において速やかに分解されてしまうのではないかと考えます。一方、底生生物が多い場合には易分解性有機物を下層へ運ぶ働きをします。これら 2 つの過程が特に重要だとすると、鉛直多層の詳細なモデル化によって精度はどのくらい上がるとお考えでしょうか

回答

精度がどのくらい上がるかは現時点ではわかりません。今回は新規開発したモデル運用の手始めとして、底生生物量の少ない (生物攪拌効果の少ない) 比較的単純な系にモデルを適用しました。少なくとも、このような比較的単純な系においては、(底生系での) 酸素消費や脱窒のメカニズムについては、微細構造を表現することで精確に表現できたと考えています。今後はこの解析で得られた知見をベースに、より複雑な系 (生物が多い系) にモデルを適用してゆき、マイクロコスム実験とシミュレーションの比較を行うなどして、重要な微細構造メカニズムやフラックスを明確化し、モデルの精度上、微細構造を捉える価値がある部分とない部分を明確化してゆきたいと考えています。生物攪拌、Irrigation については、本モデルではいくつかのイメージを定式化しています。易分解性有機物が下層へ運ばれる過程はもちろん、例えば、空隙率の鉛直勾配に与える生物攪拌の影響を固相、液相の質量 (体積) 保存則を満たした形で表現することもできます (D_B)。いくつかの定式化のうち、どの定式化がどこまで現実系を上手に近似しているかは、今後、更なる検証計算をする中で検討していく必要があると考えています。

質疑

底質内（例えば数 cm くらいの深度）における易分解性と難分解性の OP の比はどの程度のものでしょうか。もし、その鉛直プロファイルの実測値があればご紹介頂ければ幸いです。

回答

本モデルでは堆積物中の有機物をその形態（溶存か粒状か）や分解速度によっていくつかのフラクションに概念上分けていますが、易分解性と難分解性の有機物の比は、モデル計算時に設定する各有機物フラクションの分解速度によっても異なります。また、生物攪拌の有り無しによってもその比（比の鉛直方向依存性）は異なってきます。今回の場合は、生物攪拌の効果が無視できると考え、各種観測結果とモデルチューニングの結果から（FBPの分解速度）/（SBPの分解速度）の比を約 100 に設定することが最適であると判断して計算しています。この場合ですと、全 Polymer = TPM=FBP+SBP+GPM とすれば、表層 0~5mm では、FBP/TPM=0.31, SBP/TPM=0.13, GPM/TPM=0.56 となり、表層 0~5cm では FBP/TPM=0.03, SBP/TPM=0.05, GPM/TPM=0.92 となります。また、有機物フラクション（易分解性有機物と難分解性有機物）をそれぞれ直接的に測定した例は知りません。有機物フラクション（FBP, SBP, GPM, BMM, GMM）は演繹的概念であり、FBP, SBP, GPM, BMM, GMM の N/C 比、分解速度を決定すれば、DOC, DON, POC, PON などの鉛直プロファイルの観測値から、FBP, SBP, GPM, BMM, GMM の鉛直プロファイルは（いくつかの仮定のもとで）求まります。

質疑

2月の定常計算をされていますが、浮遊系からの有機物の供給はどのように与えているのでしょうか？

回答

今回の計算では、粒状有機物（POM）の各種モデルコンパートメント（FBP, SBP, GPM）は規定関数として固定させて計算しています。なお、各種粒状有機物（FBP, SBP, GPM）の鉛直プロファイルは、(1) $D_b = D_b' = 0$, (2) 液相、固相の密度は一定、(3) 定常状態の仮定のもとでは、POC, PON, DOC, DON の観測値と(6)~(11)式を用いて解析的に求めることができます(12式)。この方法では（今回の解析方法では）、FBP, SBP, GPM の供給量は、FBP, SBP, GPM 鉛直プロファイルの規定関数から、堆積物表層での空隙率の実測値、及び堆積物の埋積速度（(12)式中の $w=0.3\text{cm/year}$ ）を用いて逆説的に算出できます。算出された値は、POM の沈降フラックス実測値の範囲内にあり、その妥当性は検証済みです。

論文番号 248

著者名 杉田繁樹，中瀬浩太，古川恵太，重松孝昌，青木伸一

論文題目 物理外力を考慮した生態系モデルによる干潟生態系の評価

討論者 滝川 清（熊本大学）

質疑

干潟環境の評価方法として、大変、貴重なご研究ですが、この手法を現地の問題にどの

様に適用できますか。(干潟実験等，抽出された状況(条件)下での検証と生態系モデルをどのように現地へ適用していくか，課題等を教えて下さい.)

回答

本研究では，干潟生態系の機能評価指標の一例として，物質循環指標，生物種構成の指標といった個別機能評価法を提案させていただきました。今後，モデルの精度を向上させ，各物質循環が定量的に評価できるようになれば，「広義のろ過機能」「広義の酸素供給機能」(本文中記載)

といった指標を定義し，評価できるものと考えています。こうした指標の評価が的確にできるようになれば，本モデルを用いることで，実在する干潟に対しては物理外力，生物活動，水質，底質を総合的に評価し，干潟の持つ機能評価を行うことができると考えます。また，人工干潟の造成にあたっては，モデルにより適地選定を行うことや，事前に人工干潟の持つ機能の評価を行うことができると考えています。

討論者 今村正裕((財)電力中央研究所)

質疑

水槽1では，コアマモが生育しているが，今後評価モデルの中にアマモを考慮する予定はあるのか。また，コアマモをモデルに入れた場合は，どのような変化が得られると考えられるか。

回答

本研究では，モデル開発の第一段階として，水槽が比較的単純な状況での再現を行うことを目的としたので，水槽1にコアマモが生育する以前の1995年8月から1996年7月の1カ年を計算対象としました。今後，より詳細な干潟生態系のシミュレーションを試みるにあたっては，当然モデルの中にアマモを考慮する必要があり，そのように拡張していく予定です。

また，コアマモをモデルに組み入れた場合，光合成による酸素供給が増加し，干潟生態系の酸素供給機能に大きく変化をもたらすと考えられます。また，コアマモの存在が，物理外力に対する底質の巻き上げの応答にも変化を与える可能性があり，そうした点も考慮して行くべきであると考えます。

論文番号 249

著者名 仁木将人，酒井哲郎，中原紘之

論文題目 人工磯浜における水質変化の生態系モデルによる評価

討論者 井上徹教

質疑

夏期の有機物濃度の増加はChl-aの増加で説明可能か？

回答

他の季節に比べ0.02mg/l程度の増加の全てがChl-aで有るとは考えないが，観測結果や

モデルによる計算結果から主な要因の一つであると考えた．今後その他の内部要因や外部からの供給などを検討したい．

論文番号 250

著者名 桑原久実，明田定満，酒向章哲

論文題目 個体群動態モデルを用いたウニ漁場評価手法の開発

討論者 古川恵太（国土技術政策総合研究所）

質疑

モデルの中で，資源管理手法についての検討は可能でしょうか？もし可能であれば，どのような検討事例が考えられるか，ご教示ください．

回答

北海道では現在，磯焼け海域の深いところに居るウニを，海藻群落の形成されている浅場に放流する深浅移植を行っています．今回は発表に盛り込むことは出来ませんでした，漁場管理方法の検討として，深浅移植の最適な移植時期や，海藻の生産力を考慮した放流場所や放流密度の検討を行っています．

移植時期については秋に行われる事が多いのですが，モデルでの検討ではコンブ幼芽の保護のため春先に行うほうが良く，夏の漁期にまで身入りを図るには5月が最適との結果でした．また放流場所の海藻生産力を考慮して，最も生産性が高くなる放流密度も推定できます．

論文番号 251

著者名 田中健路，滝川 清，川内 聡

論文題目 干潟を含む沿岸域における海陸風に関する数値実験

討論者 細山田 （長岡技科大）

質疑

ARPS のように入力条件が多いモデルでは，初期条件の設定が難しいのではないかと．また，不要な項目，変数もあるのではないかと．

回答

ARPS に限らず，多くの非静水圧気象数値予報モデルは，対象とする数値実験，シミュレーションの内容に応じて，多様かつ柔軟性に富んだ設定が可能である．その分設定項目が多数あるため，個々の項目が物理的に持つ意味を理解した上で設定値を与える必要がある．計算領域や初期条件によって，計算に取り入れなくてもよい項目（たとえば，積雲対流，コリオリ力など）もあるので，これらについては 0(off)-1(on)で切り替えられるようになっている．実際に，今回の計算では，雲物理の計算を省略していたり，3次元性に伴う複雑な影響を取り除くように初期設定を工夫した．ARPS 以外の数値予報モデルにおいても，同程度以上の入力条件の設定が要求されるため，大気の数値計算を行う上では最低限これ

らの条件をふまえて計算をする必要があるということだろう。

討論者 勝井秀博（大成技術センター）

質疑

海側の領域の取り方によって（特に水深が浅い場合）計算結果に影響を与えるのか。

回答

今回発表した段階での海面，陸面モデルの場合，水平境界条件を開境界にしているため，海側領域がすべて干上がったたり，極端に海側領域を切りつめたりしないかぎりには重要な影響を与えることはないと考えられる。しかし，今回は海水の加熱の効果を省略したため，今後この効果を組み込むことによって，領域内の海水量が計算結果に影響を与える可能性はないとも言いきれないところである。

質疑

干潟の表面温度について，干潮になった直後，表面の蒸発が盛んになると思うが，そのことにより，温度降下が起こることはあるか。

回答

雲の被覆などを考慮に入れた場合，正味放射エネルギー以上の蒸発潜熱によって，干潟露出直後の地表面温度の低下も考えられる。今回の数値計算のように，晴天日のケースにおいて，昼間にそういった温度降下が起こるとは少し考えにくい。計算上では，蒸発に伴う熱エネルギー輸送は地上付近の風速に依存する形になっているため，風による効果がどの程度発生するか次第であろう。

論文番号 252

著者名 細山田得三，山田文則，田安正茂

論文題目 波動場数値計算の碎波判定によって発生する飛来塩分とその輸送に関する数値実験

討論者 秋田雄大（（株）アルファ水工コンサルタンツ）

質疑

一般に海水塩分ならば psu で示されるが，この「飛来塩分」の表現が ml/m² となっている。具体的には何を示しているか。

回答

海水の塩分（濃度）などには psu を使うことが一般的だと思いますが，ここで取り扱っている飛来塩分濃度は空気中の単位体積に含まれる海水の体積と定義しています。従いまして上記のような単位を持つこととなります。一般的に用いられている単位との変換は問題ないと考えています。

討論者 勝井秀博（大成技術センター）

質疑

沖での WhiteCap 状に発生する碎波による海塩粒子の production 総量と構造物，水深変

化による大型の砕波による塩分粒子 production の総量とどちらが大きいでしょうか。

回答

単位時間，単位面積あたりの沖での WhiteCap 状に発生する砕波による飛来塩分量は，岸近くでの大型砕波による発生量に比べて十分小さいことは想像できると思います。しかしながら空間的には前者の方が広いため量の大小についてははっきりしたことがわかりません。沖で発生した飛来塩分が陸上に到達するためには粒径が十分細かくなければならず，岸での砕波で発生する飛来塩分の粒径はそれよりもかなり大きくても陸上に到達できると思います。従いまして今回の研究はある程度粒子が大きいものを対象として沖での WhiteCap からの発生は無視していると言わざるを得ません。production 量の比率については現地観測データから推測していく必要があると思います。

質疑

上記大型砕波による粒子の直径のモデルについて説明してください。

回答

今回のモデルの構成は以下になっています。

波動モデルの砕波項による乱流特性量(エネルギー散逸率)の計算， エネルギー散逸率から気泡の発生総量の計算， 気泡の直径， 気泡の直径から発生した飛来塩分の直径の決定， 飛来塩分の輸送(飛来塩分の直径に依存した沈降速度の計算)

上記の5つのプロセスを順に経過していくわけですが，項目3のみが既往研究から発見することができませんでした。従いまして，3の気泡の直径だけはこれまでに報告された範囲内で4ケース選択しました。気泡の直径については引き続き情報検索を行うか，室内実験によって決定していく必要があると思います。

論文番号 254

著者名 多田彰秀，矢野真一郎，中村武弘，野中寛之，小橋乃子，西ノ首英之，藤田和夫，小松利光

論文題目 新長崎漁港における流況制御ブロック沈設に伴う水質動態について

訂正

表 - 1 の実施頻度の年度にミスがある。「隔週 1 回並びに採水時(平成 12 年度)」ではなく、「隔週 1 回並びに採水時(平成 13 年度)」が正しい。

討論者 村上和男(産業技術総合研究所)

質疑

ブロック設置前と設置後で COD 値の減少が各測点で見られている。同じ傾向が港外の測点でも見られるが，この結果はブロック設置の効果と考えて良いか。また，ブロックの効果が表れていない地点での水質データはないか。

回答

ブロック設置の効果と短絡的に判断するには，無理があると思われます。すなわち，外海

から COD 値の低い水塊が新長崎漁港の港外水域に流入した可能性も否定できません。平成 12 年度および平成 13 年度の現地観測では外海部の COD 値を観測しておらず、これ以上の明確な回答が出来ません。引き続き現地観測を実施し、ご質疑に対する回答が出来るように検討を加えていきたいと思っています。

図 - 7 に示す観測点 の COD の経月変化にはブロック設置の効果が現れていません。

討論者 武若 聡 (筑波大学)

質疑

今回のブロック寸法、配置、設置長は、水理学的に最も理想的な場合と比べてどの程度の制約を受けていますか？

ブロック設置時の流れ場についての事前予測の結果をお教え下さい。

回答

今回のプロジェクトにおける制約条件としては、1)研究予算、2)船舶の航行安全上から最低低潮面より 10m 以上の喫水を確保すること、3)港外が東シナ海に直接面しているため波浪が強く港内にしかブロックの設置ができないこと等がありました。今回選択したブロックの高さや配置パターンは、室内実験結果を基に決定されていますが、上記の制約条件を考慮したため、最も理想的な場合については検討を行っていません。なお、現況よりもブロックの設置個数を増やし、ブロックの高さを大きくすることで、潮流制御効果を上げることが可能と考えています。

潮流シミュレーションや模型実験等で簡単な検討は行いましたが、あまりはっきりとした予測結果を得ることができませんでした。したがって、設置前の流況と上記の制約条件とを勘案して、今回の配置パターンを決定しました。

論文番号 255

著者名 山崎宗広、村上和男、早川典生

論文題目 流況制御による環境修復技術の現地への適用性について

討論者 矢野真一郎 (九州大学大学院工学研究院)

質疑

湾口の位置を変化させた場合の検討を行ったか。

渦のパターンの影響についての検討が必要ではないか。

回答

湾口の位置を変化させた実験は行っていません。渦のパターンの違いによる地形改変の効果も代表的なものしか検討していません。今後は、湾口部の位置を変化させて湾内にできる渦のパターンを類型化し、地形改変の効果を検討していきたいと思えます。

論文番号 256

著者名 後藤仁志、酒井哲郎、仁木将人、八木哲生

論文題目 人工磯の新しい近自然化シナリオへの水理解析の貢献

討論者 平石哲也（港湾空港研）

質疑

MPS 法の 3 次元空間への拡張の可能性はありますか？

回答

3 次元 MPS 法のコードは既に準備しておりますが、粒子数の制約から実現象として意味のある解像度を保って 3 次元で計算することが現状では（パソコン利用に限定すると）できません。並列計算の導入なども含めて可能性を探りたいと考えております。

質疑

人工磯で転石が許容される例はあるのですか？

回答

そのような例はないと思います。むしろ、そのような例を今後可能とするために、力学ベースで何をすべきか、何ができそうかといった点について問い掛ける意図で、この種の問題設定をした次第です。

論文番号 257

著者名 柳川竜一，矢持 進，中谷恵美，小田一紀

論文題目 大阪南港野鳥園湿地の環境特性と生物多様性を重視した浅場環境の造成条件

討論者 上野成三（大成建設技術センター）

質疑

干出時間が比較的短い方が多様性が増えるとの結果ですが、干出時間が長い場のプラス面を評価する必要はないでしょうか？

汽水域における塩分の環境勾配は生物マトリックスに考慮する必要はないでしょうか？

回答

今回の研究成果として、生物多様性の重視に着目したため、生物種類数、個体数、そして種多様性が貧弱である干出時間が短い場についてはマイナスの要素が強いと判断しました。ですがプラスの面として、干出時間が長い場は、底質は常に好氣的であり、付着珪藻が濃密に繁茂していることから、溶存態栄養塩の取り込み機能としては優れているのではないかと現在検討中です。

塩分は、人為的に設定することは不可能であり、今回の生物マトリックスのパラメタからは除外しました。また、塩分の違いによる生物棲息条件は、主な種について明らかになっており、将来造成に関して特定種の棲息場という条件を追加するのであれば、考慮する必要があると思われます。

論文番号 258

著者名 岡本庄市, 矢持 進, 大西 徹, 田口敬祐, 小田一紀

論文題目 大阪湾阪南2区人工干潟現地実験場の生物生息機能と水質浄化に関する研究
浚渫土砂を活用した人工干潟における地形変化と底生生物の出現特性

討論者 田中昌宏(鹿島建設(株) 技術研究所)

質疑

造成技術につなげていく為には, 生物環境の定量化が必要になってくると考えられる。この点について今後の方針について聞かせていただきたい。

回答

指摘の通りである。また, 討論者が紹介したHEPの評価手法についても, 検討を試みたい。

シャノン, ウィ-バ-の多様性指数による生物評価は広く用いられており, 報告した底生生物の評価についても同法を用いたが, 生物の種類数と個体数の概念だけではなく, 今後は湿重量との関係についても解析及び検討を加えたい。

討論者 市村 康(日本ミクニヤ(株) 東京支店)

質疑

図-12の多様性指数の図を見ると覆砂部と浚渫土砂部では, 覆砂部で常に多様性指数が高くなっているが, 季節及び個々の地点で見ると逆になっている時はないのか。平均化するのではなく, 個別に見た方が情報は得られると思うのですが。

回答

今回の報告については, 干潟実験場全体を覆砂区と浚渫土砂区に大別し, 水深帯との関係を中心に評価した。個々の調査地点毎の評価については, 更なる解析が必要であり, 指摘のような地点や季節変動は少数ではあるが存在するものの, 年間を通じた傾向としては覆砂区と浚渫土砂区に大別して比較した場合, 覆砂区で多様性指数が高かったことを報告した。よって, 地点毎と季節変動及び平均化に対する評価に関しては今後の詳細解析に生かしたい。

討論者 瀬戸口喜祥(総合科学(株))

質疑

干潟断面地形の推移について, 最初の勾配が違うことからL・W・L~H・W・Lの幅が違ってしまうように思える。その影響は。

同勾配, 同外力条件(波, 流れ)なら, 粒径の小さい浚渫土砂区の方が侵食を受けるとは思います。

回答

干潟実験場は造成直後から, 両区域の干潟勾配が近似してきており, 調査影響については小さいと考えた。指摘のように, 勾配の違いが短期間で存在したことから, その影響については, 今後の検討に加えたい。また, 地形変化の差異について, 浚渫土砂区の砂は均一ではなく, 中には中砂~礫まじりの土砂利用があることなども考慮したい。まとめ

でも述べたように、物理的作用の検討と解析を進めることとしている。

討論者 柴沼成一郎(シ-ベック(有))

質疑

地盤高 - 個体数の関係を示しているが、地盤高変動が MAX0.6m であると、移動が大きすぎて生物が定在出来ないと考えられ、移動の少ない高さに生物が見られたのではないか。

各地点で高さではなく、移動量と個体数の関係について考察してみればどうだろうか。

回答

今回は干潟実験場における地形や底生生物の変化及び変遷に関する概要報告中心となったことが残念であり、概ねそのような状況は把握できている。したがって、物理的な地形変化と底生生物の生息環境との関係に関しては、継続調査結果の解析を早急に進め、さらなる検討を加えて報告したい。

論文番号 259

著者名 石井裕一, 村上和仁, 瀧 和夫, 立本英機

論文題目 高密度都市域における潟湖化干潟の生態工学的特性

討論者 五明美智男(東亜建設工業)

質疑

表 - 1 において、澁筋の面積が減少しているが、下水処理水の流入量の減少と関係しているのか？また、別の要因があれば教えてほしい。

アオサの分布域が広がったことと、澁筋の減少とは関連があるのか？澁筋を通じての干潟内の海水の広がりを考えれば、影響があるように思われる。

回答

谷津干潟では、下水処理水の流入量の減少に伴い、供給される有機物量も減少している。そのため、流入した有機物あるいは底泥上で繁殖した付着藻類の粘性により保持されてきた底泥が、下水処理水減少に伴い底泥の粘性も低下し、潮汐作用により流出しているものと考えられる。

アオサの分布域の拡大は、干潟内の塩分濃度の上昇によるものと考えられる。これに対し、澁筋の減少は流入有機物の減少によるものであり、この 2 つの減少は異なる原因によるものと考えられる。

論文番号 260

著者名 桑江朝比呂, 三好英一, 小沼 晋, 中村由行, 細川恭史

論文題目 干潟実験生態系における底生動物群集の 6 年間にわたる動態と環境変化に対する応答

討論者 柴沼成一郎((有)シーベック)

質疑

盤洲干潟上海水と久里浜海水とでラーバ等浮遊生物種等の比較をしているか。

回答

しておりません。

質疑

比較していないのなら，干潟上生物種の比較は難しいのではないか。

回答

干潟に生息する底生動物の種類や量は，流れ着く底生動物の浮遊幼生の種類や量に大きく影響されると思われます。ですから，ご指摘のとおり，場所や流れの条件が異なれば浮遊幼生の種類や量も異なると予想されるため，比較するときには注意が必要です。本研究では，研究の前提条件として使用した実験生態系の特性を示すため，盤洲干潟で得られたデータを参照しました。しかし，本論では比較可能な水槽や実験期間どうし（ターゲットとしている環境条件以外の条件は同一とみなすことのできる水槽や実験期間どうし）で議論しております。

質疑

生物相の安定とは？種数増加安定，個体数増加安定等，安定の定義を議論していくべきではないか。

回答

生物相の安定の定義の仕方は，定義する目的によって違うものであろうと思います。本研究ではもっとも基本的な加工なしの生情報として，個体密度と種類数という 2 つの指標を選択し，議論しました。

論文番号 261

著者名 上野成三，高橋正昭，高山百合子，国分秀樹，原条誠也

論文題目 浚渫土を用いた干潟再生実験における浚渫土混合率と底生生物の関係について

討論者 磯部雅彦（東京大学）

質疑

現地盤土と浚渫処理土の粒径について教えてください。

回答

各材料の中央粒径は，現地盤土が 0.5mm 程度の砂質土，浚渫処理土が 0.02mm 程度のシルト質土である。

討論者 渡辺 晃（東京大学）

質疑

浚渫土を投入してから干潟の生態系が安定するのに要する期間は 12 ヶ月と結論されているが，12 ヶ月になったのは投入時期が 10 月であったことと関係しているのではないか。

回答

干潟生態系の安定度を検討するためには，生物にとって底質条件の最も厳しい夏季を乗

り越え復活できるかどうかポイントとなる。さらに、季節変化に対応して生物の変化が見られるかどうか重要なポイントと考えられる。したがって、投入時期に関わらず、夏季を挟んだ12ヵ月が最低でも必要ではないかと考えられる。ただし、投入時期を夏季にした場合は、よりダメージを受けた状態からの開始となるので安定するのに12ヵ月以上かかる可能性もある。

質疑

実験結果から、最適な投入時期を決定できないか。

回答

干潟造成直後から1年程度は、生物加入をしながら安定した状態が形成されつつある過渡期である。したがって、造成直後の安定していない時期は、季節的に好条件である方がスムーズな生物加入を促すことができると考えられる。すなわち、投入時期は、できるかぎり夏季から遠ざかった時期が好ましいと考えられる。本実験の投入時期である10月は投入に適していたと考えられるが、冬季や初春でも可能であったことも考えられる。

論文番号 262

著者名 木村賢史，市村 康，坂巻隆史，西村 修，稲森悠平，木幡邦男，須藤隆一

論文題目 人工干潟における水質浄化機能に関する解析

討論者 細川恭史（国土交通省 国土技術政策総合研究所）

質疑

水質浄化機能を評価するための指標としては、その場の「CODの濃度」ではなく、Fluxとして見るのが妥当と思います。そのためには干満、砂層内を行き来する水量の評価が必要と思います。干潮時の砂層内の水位も含めて計測することを期待します。

回答

ご指摘のとおりです。しかし、実験用干潟の構造は、マットを敷設した上に地盤を形成しているため、フラックスの評価は難しい状況です。敢えて行うのであれば、マット上の砂泥層内に限ってフラックスを求めることとなります。構造を考慮したうえで検討したいと考えております。

論文番号 263

著者名 篠田 孝，宇多高明，鈴木信広，大塚康司，松山康忠，日下部千津子，加藤憲一，平山禎之

論文題目 揖斐川河口左岸の白鷄地区におけるなぎさ造り現地実験

討論者 磯部雅彦（東京大学）

質疑

図-11では1998年以降総土砂量がほぼ一定値となっているのに対し、図-7や9では1997年または1996年との比較であるものの、侵食傾向があるように見えるので、もう少し注意

して地形変化を見守る必要があるのではないか。

回答

当該地区の地形は、洪水または高波浪により大きく変動する。図 - 11 についても、図 - 7、9 に示す時点に注目すれば、侵食傾向を示していることがわかる。今後、当該地区に対しては、継続的にモニタリング調査を行っていきたい。なお、住民意識の中には繰り返し養浜のための運営経費に対する理解が得られにくい現状にあるが、当該地区のなかで、特に干潟範囲の侵食が顕著になってきたことを確認した場合には、必要に応じて養浜等の対策を実施していきたい。

論文番号 264

著者名 金澤 剛，芳田利春，川崎和俊

論文題目 波高減衰および地形変化抑制効果を期待した人工海草設置法に関する研究

討論者 坂本寛和(東亜建設工業(株) 技術研究所)

質疑

せん断応力比で結果を整理しているが、せん断応力の絶対値そのものの値は小さくなっているか。

素材の比重を下げた場合、所要の強度は得ることができるのか。

回答

底面せん断力の絶対値は、底面 KC 数の増加に伴ない増大する傾向にあります。人工海草の揺動形態が非対称となる場合は底面 KC 数が比較的大きい時であり、したがって揺動形態が対象の場合と比べると、底面せん断力の絶対値はやや大きくなる傾向にあります。

現地での適用を考えると、必要な強度を得るために素材の補強や葉状体の構造上の工夫が必要な場合もあると考えられます。ただし、今回提案した人工海草は恒久的なものではなく、ある期間維持できれば良いものなので、必要となる強度条件はかなり緩くなると考えます。

討論者 半沢 稔((株)テトラ)

質疑

波高減衰の効果は”非対称”の場合に大きいことをベースに図 - 8 を利用して設計諸元を決める手法を提案されています。実験は規則波で実施されていますが、現地は不規則波ですので、これほど顕著に差が出ないことが考えられますが、いかがでしょうか？不規則波ベースでも定性的な評価は可能ということで、有義波諸元によって図 - 8 を用いて設置条件を決めることを提案されていると理解してよろしいでしょうか？

回答

実験では波高減衰の効果に限らず、砂れんの規模を縮小する効果も人工海草の揺動形態が非対称の場合に顕著でした。確かに不規則波の場合は、規則波の場合ほど明確な差が現れないことも考えられますが、不規則波でも卓越した代表波に合わせて条件を設定すれば、

定性的な評価は可能と考えています。

討論者 浅野敏之(鹿児島大)

質疑

現地適用にあたっては異なる波浪諸元，材質寸法諸元となるため，どのようなメカニズムで揺動が非対称になるのかを明らかにして欲しい

回答

波浪諸元と人工海草の寸法諸元に加え，人工海草の素材特性を考慮して，工学的に揺動のメカニズムを明らかにすることの重要性は認識していますが，そうした解析には手をつけていません．今回の人工海草はアマモの育成助成が主たる目的であって，アマモの流出防止に役立つ効果が得られなければ意味をなさないものでした．そこで現地をにらんだ水理模型実験を先行させることが命題となりました．

討論者 河本武(横浜国立大学大学院)

質疑

「1. はじめに」の所で播種シートによりアマモを発芽させるとありますが，どれ位の密度で種子をまいたのか？またどの程度の発芽率で発芽するのか？

回答

芳田ら(1998, 2002)によれば，播種密度は 300 粒/m²，発芽率は室内実験の結果 30%以上です．

論文番号 265

著者名 仁木将人，酒井哲郎，中原紘之

論文題目 人工磯浜における出現動物の現地観測とその運動特性

討論者 市村 康

質疑

論文の内容をタイドプールということでもとめられておりますが，自然海岸におけるタイドプールは生物の少ないところ，多いところ様々であり，面積，深さ，保水量といった何かしらの基準でもとめられないものですか？一つの言葉でもとめてタイドプールとして，他の生息場所と比較して生物生息量の観点からまとめることについてはいささか疑問です．

回答

本研究では，人工磯浜を構成する性状の異なる 2 つの空間の内，岸側に位置した浅い静穏な空間をタイドプールと呼称した．そのため厳密なタイドプールの定義を踏襲しているわけではない．本観測は“人工磯浜を造成した場合そこにはどのような環境(自然)が創られるのか”を知ることを目的としてはじめられた．その観測結果の考察として行われた本研究は，人工磯浜の総合的な理解を主眼において，長期間総合的に行われた観測結果から人工磯浜に対する問題点を指摘しようとした試みである．もちろん磯浜内の微地形が持つ機能により生物の生息空間に偏りがあるのは理解している．そうした偏りを小さくする

ために複数点(例えばタイドプールの目視観測では10地点)での観測結果を平均している。こうした整理や考察に指摘されたような問題点があると思うが、考察はファーストステップであり、明らかになった人工磯浜の持つ問題点に対応する観測を今後行おうと考えている。

論文番号 266

著者名 綿貫 啓，廣瀬紀一，半沢 稔，坂本通昭，丸井隆一

論文題目 岩肌をもつ人工タイドプールの生物相の変化

討論者 菅原邦彦(シバタ工業株)

質疑

タイドプール に形成されたガラモ場について施工位置が防波堤の内側で静穏な海域とすることで、海藻が密に繁茂していましたが、海藻は自然に着生したのでしょうか？一部、人工的に植生した部分もあったのでしょうか？また、プールの底面等が着生が容易になるような構造に施工されたのでしょうか？よろしくお願いたします。

回答

海藻は自然に着生したもので、人工的に植生した部分はありません。発表でも述べたように、ホンダワラ類の流れ藻が干潮時にタイドプールにトラップされるため、入植の機会が多かったこと、藻食性魚類が侵入しにくいためにガラモ場が形成されたと考えています。

プールの底面も天然岩礁を模した形状になっており、ホンダワラ類の着生に適した平面的な部分もありますが、特にホンダワラ類の着生は意識していません。

討論者 古川恵太(国土技術政策総合研究所)

質疑

プール ~ 生物相の違いを支配している要因は、地盤高だけかご教示願いたい。

ユニットの滑りやすさを止める工夫はされているのか、ご教示願いたい。

回答

事前調査の石積み傾斜堤と比較して、全体的に各海藻の分布水深の上限が浅い方にシフトしていますが、これはタイドプールの貯水機能に起因しています。各プールの生物相の差は地盤高によるもので干潮時の干出時間が大きな影響を与えていると考えています。

タイドプール周辺の観察路には、滑り止め用のマットが施工されていますが、タイドプール底面については特に滑り止めの工夫はしてありません。

論文番号 269

著者名 泉山 耕，金野祥久，松本健司，堺 茂樹

論文題目 氷盤下における流出油の拡散 氷盤下面の凹凸の影響

討論者 勝井 秀博(大成建設技術センター)

質疑

Roughnessは3次元的ですか？油の拡散はroughnessに指向性があるとその影響が大きいと考えるが、現実の氷のroughnessにそのような事はありませんでしょうか。

回答

本実験における氷盤下面の凹凸（roughness）の形成は氷盤の上に断熱材を置いて冷凍を行う手法によっています。氷盤上の断熱材の配置はランダムで意図的に指向性を持たせるような配置ではなく、従って、氷盤下面の凹凸の形状も基本的には3次元的なものとなっています。このような氷盤底面の形状の3次元性は、実際の海氷においても一般的なものと考えますが、討論者ご指摘のように、海流、風、氷盤の運動に卓越した方向性がある場合等はこれらの影響により氷盤下面の凹凸が指向性を持つ場合もあります。しかしながら、実験的にこれらの状況を広く取り入れることが難しいため、今回の研究では方向性の無い凹凸に絞って実験を行い、油の拡散の基本的特性を把握することに努めました。本研究は氷がある海域に油流出があった場合の油の挙動と回収手法についての研究プロジェクトの一環として実施したものです。このプロジェクトの中には氷盤下の油の拡散挙動に関する数値計算モデル構築が含まれていますが、現在までに本実験結果と計算結果との間に良い一致が得られました。氷盤下面の凹凸に指向性がある場合の油の拡散挙動については、この数値計算モデルにより検討して行きたいと考えています。

論文番号 270

著者名 畑田佳男，山口正隆，大福 学，野中浩一，李 敏杰

論文題目 わが国沿岸での長期波浪推算資料に基づく波高の傾向変動の解析

討論者 瀬戸口喜祥（総合株式会社 海域環境部）

質疑

「古いデータの部分で、信頼できない部分を省いて検討した」というコメントがありました。が、区別した基準を教えてください。

回答

本文の図-7に1例を示し、また本文p.1349左1～9行に記載しますように、NCEP風資料およびこれを入力条件として得た推算波高資料は1958年を境としてそれ以前では増加傾向、それ以降ではほぼ一定値のまわりを変動する挙動をとります。これは観測方法、観測時間、観測資料の不足などを要因とするNCEP風資料の1958年を境とする質的变化を表すものと解釈し、1948年からの51年間と1958年からの41年間の推算波高資料を解析することにしました。

討論者 中野 晋（徳島大学）

質疑

風のデータセットを用いて波浪推算を行った結果、長期的な波候特性量変化は検出できないと述べられたが、風のデータセットの解析で長期のトレンドの有無についての研究成果または知見があれば紹介して下さい。

回答

北西太平洋海域における NCEP 風速の傾向変動に対する解析結果は 2 番目の参考文献に公表していますので、御参照下さい。しかし、観測風速とくに海上観測風速の長期トレンドを詳細に解析した論文は知りません。これは陸上部における観測風速は周辺地形の影響を強く受けますので、等質性条件を満たす長期の観測風速資料を入手するのが困難であるためと考えられます。なお、アメリカではハリケーンに伴う最大風速が経年的に増加傾向にあるという結果が公表されています。

論文番号 271

著者名 中野 晋，田所真路，宇野宏司，藤本雅彦

論文題目 日本沿岸の潮位に見られる長周期変動と温暖化の影響

討論者 永井紀彦（港湾空港技術研究所）

質疑

年周期（SA）の変動について、SA の振幅が大きい年は 9 月頃の台風期における平均水面が高い年であることが多いので防災上注意が必要となります。検討期間によって、SA の振幅は増加傾向や減少傾向を示すことがあるかと思いますが、年変動の幅が大きい現象ですので、あまり性急に「最近は全般的に SA 潮の振幅が減少傾向」と結論づけない方がよいと思います。

回答

SA 振幅は秋季初頭の高潮位期と冬季の低潮位期の年較差を表しています。したがって SA 振幅の変動要因には夏季と冬季の海水温年較差、海流変動（特に黒潮流量変動）、台風期の異常潮位などが考えられます。最近十数年の SA 振幅の減少は冬季の海水温の上昇が顕著であったために生じた特異な現象と考えています。実は論文中の図 - 7 にも表れていますが、1998 年頃から冬季の海水温上昇は沈静化しつつあり、SA 振幅の減少にも歯止めがかかるものと推測しています。台風の来襲や黒潮の蛇行により、各年の SA 振幅は変動するものと考えられますが、本論文ではこうした影響を取り除くために 5 年間の潮汐データを用いて潮汐調和解析を行いました。年ごとまたは短期的な異常潮位現象については別の機会に報告したいと考えております。

質疑

地盤変動量の評価について、2002 年に国土地理院が全国一等水準点の標高（TP 値）の全面改訂を 1969 年以後、はじめて行いました。この改訂は

地盤変動によるもの

測量精度の向上によるもの

の両方の影響が混在しているものですが、両者の分離はできていません。今後、潮位観測データの地盤変動補正をされる場合には近隣の一等水準点の地盤変動量評価とその水準点から当該検潮所までの相対的な標高差変動との両面を考慮して行うべきと考えております

が、いかがでしょうか？

回答

貴重なご意見をいただきありがとうございます。わが国では特に地盤変動量が大きい
ため、平均潮位の変動を解析する上で最も重要な事項ですが、地盤高の経年変動量が押さ
えられている地点が皆無のような状態で、平均潮位解析のネックになっています。今回の
論文でも地盤変動の影響を JODC のデータから分かる範囲で補正しておりますが、これでは
不十分と考えておりますので、ご指摘のような方法で修正していきたいと思えます。

論文番号 272

著者名 高橋 暁，村上和男

論文題目 瀬戸内海忠海沖における海砂利採取の影響 - 底質移動特性 -

討論者 畑田佳男（愛媛大学）

質疑

大きな河川もない対象海域に、砂の供給源というものはあるのでしょうか。

回答

対象海域においては、周辺の海峡部で削られた砂が集積し、砂堆が形成されたと考えら
れている。つまり、数十年スケールで考える場合には、砂の供給源は存在しないと考えられ
る。しかし、砂堆が消滅した現在においても、砂を集積するメカニズムが存在していること
から、建築廃材等の代替え物質を用いることで、当該海域に砂堆を回復させうる可能性が
あると考えている。

討論者 山中亮一（大阪大学大学院）

質疑

三次元流動計算について

一般的にレベルモデルは、海底地形の変化が大きい海域では、海底近傍の流速の計算値
の精度が低いとされているが、これを回避するために何か対策をされているのかを教えて
いただきたい。（海底から浮上する粒子の挙動に、流速のエラーが多大な影響を及ぼす可能
性はあるのか？）

回答

本計算においては、砂利採取による海底地形変化が大きい水深付近で層を細かくするこ
とで、ご指摘の影響を小さくする工夫をしている。また、粒子の挙動に関しては、砂粒子は
基本的に海底面上を転動すると仮定し、海底直上層の流速から求めた海底面直上の流速で
移動させている。この際、モデルの海底はステップ状になっており、壁を突き抜ける方向の
流速は0なので、壁の下に粒子が止まってしまうことが考えられる。これを回避するために、
壁の部分においては、一つ上層の流速を採用している。つまり、粒子が坂を駆け上がるイメ
ージである。

論文番号 273

著者名 渡辺一也，田中 仁，槻山敏昭

論文題目 名取川における河口処理と地形変化

討論者 村上和男（産業技術総合研究所）

質疑

河口改修によってタイダルプリズムが減少し，河口断面積が 30%減少していると予測されているが，洪水時に名取川の防災上に問題はないか？

回答

過去の出水時には，閉上地区での名取川本川と広浦，増田川での水位のせき上げが問題となっていた．今回の河口改修工事によって，後者の浸水被害を軽減できる．過去における名取川河口での計画洪水を対象とした数値シミュレーションから，潮位や砂州の挙動の検討が必要であることが確認されている（桑原，田中，海岸工学論文集，第 43 巻）．そのため，河口断面の変化，砂州の挙動について現在も調査を行い，河口地形変化が治水安全度に与える影響に関する検討を継続している．なお，築堤後の 2002 年 7 月に 6 号台風が来襲し，その規模は名取川において戦後 2 番目の水位上昇をもたらしたが，浸水被害が発生していない．

討論者 石川公敏（環境アセスメント学会常務理事）

質疑

導流堤建設と周辺物への影響について生物調査に関してしっかりした計画をつくるように要望します．まず，工事開始段階に周辺環境，生物環境への配慮をどのようにしたのか？する必要がないと判断したのかを測量の前もって説明するようにしてほしい．

回答

名取川河口付近での環境調査としては，「仙台湾海浜自然環境保全地域学術調査報告書」（昭和 57 年）と「井戸浦地区（かん排）委 71 号井戸浦環境調査業務」（平成 2 年（財））において，植物調査，鳥獣類調査が実施されている．また，塩水遡上による環境への影響も考えられるため，名取川河口部における塩水くさびの形状と遡上距離について検討が行われている．

論文番号 275

著者名 中村義治，金網紀久恵，磯野良介，三村信男

論文題目 貝類の生物機能と水域環境への影響に関する全国評価

討論者 加藤史訓（国土技術政策総合研究所）

質疑

ウバガイの現存量には砂浜の環境要素（海底勾配，波，底質粒形など）が大きく影響すると思いますが，ウバガイの代謝特性への砂浜環境要素の影響は，クロロフィル a などと比べて無視できるほど小さいと考えてもよろしいでしょうか．

回答

ウバガイの好適生息条件は、討論者が述べられているとおり、水温や植物プランクトンだけでなく地理学的条件、底質、駆動力などが総合的に関与していると思われます。

ただし、本論文では、貝類の代謝実験に関連する環境要素だけを抽出し、調査によって得られた全国の貝類現存量に対する生物機能を初めて数量化しました。

将来、他の環境要素についても貝類代謝特性が集約され、それに関連した環境要素の全国デ-タベ-スが構築されれば、より現実的な評価が可能となるでしょう。

論文番号 276

著者名 鈴木大介，岩瀬浩之，藤間功司，青野利夫，後藤智明

論文題目 相模湾沿岸海岸のアメニティーに関する研究

討論者 松原雄平（鳥取大学 工学部土木工学科）

質疑

被験者の数（現地回答者と写真での回答者数）はどうなっているのか。

現地での回答と写真での回答が大きく異なった海岸は、どのような海岸特徴があったのか。

回答

現地で回答した人数は平成 11 年に 5 人，平成 12 年に 4 人の計 9 人，写真で回答した人数は平成 11 年に 10 人，平成 12 年に 8 人の計 18 人である。

背後地の様子が写っていない海岸で現地調査結果と写真調査結果の回答に差が出ている。この結果から背後地が写っているかいないかが写真調査結果を現地調査結果に近づける為に重要な要因ではないかと思われる。

論文番号 278

著者名 柴山知也，森近裕一郎

論文題目 海岸原風景の回復を目指したエネルギー逸散型岸沖構造物の検討

討論者 吉野寛史（鳥取大学大学院学生）

質疑

将来流れの変化によって地形が変わるのではないか。

回答

波高 3m の大きな波が来襲しても構造物周辺の流れはさほど強くは無く，また，堤体間の幅を十分に広くとっているので流れによる潜掘や地形の変化はあまり問題とならないと考えられる。

質疑

本研究の構造物の好ましい設置位置が将来的に変わり，天端が露出したり，または，見苦しい白波が目立つのでは。

回答

天端の水深は深いところで約1.5m,浅いところで0.3mであるが,たとえ設置位置が変化して天端の後部が露出しても景観に与える影響は少ないと考えられる.

質疑

今後,長いスパンで考えた評価を考えてほしい.

回答

波浪制御効果については将来的にも高い評価は得られると思われるが,景観については,近隣住民の方の意見を踏まえつつ柔軟に対応し,維持管理を行っていく必要があると思われる.

質疑

住民の意見も考慮して頂きたい.(構造物の設置位置,好ましい白波など)

回答

本研究は1500年に渡る日本の伝統的海岸観を解析し,日本人にとってどのような海岸景観が好ましいかを踏まえて構造物を考案したものであり,住民へのアンケートを含んでいない.しかし,今後,新しい構造物を考案する上で住民の意見は十分に尊重したい.好ましい白波については数値計算では限界があるので実際に実験を行い確認したい.

質疑

アニメーションに用いたソフト等,手法を教えてください.

回答

アニメーションに用いたソフト名はMicor AVS(可視化ソフト)である.数値計算によって得られた水位データを読み込んで立体視した.

討論者 早川篤(北海道開発局 小樽港湾建設事務所)

質疑

白波を見せるための離岸堤の位置からどれくらいの位置が適切なのか.

回答

本研究の構造物は岩礁に波が当たって砕ける様子を再現するものであり波の状況により具体的な距離は変化するが本論文の条件では岸から150m~210mくらいで砕けている.

論文番号 281

著者名 森本剣太郎,入江 功,本原誠二,小野信幸,太田亜矢

論文題目 干潟海岸に対する児童生徒の環境意識

討論者 五明美智男(東亜建設工業(株) 技術研究所)

質疑

干潟背後の児童生徒たちは,常日頃,目の海を眺めているので,"望ましい干潟"として書いた絵には,地域的な先入観が入っていると考えられます.その結果,図-7に表れた地域差は,むしろ地域の特性を反映したことになっているのではないのでしょうか?

回答

おっしゃる通り、地域の特徴が反映されていると考えております。今回の調査では、「干潟背後に住む児童生徒」をアンケートの対象としましたが、一通り「干潟」といってしまっても、各地域の干潟の様子は大きく異なります。例えば、和臼干潟においては、現在、都心部に近く生活排水による富栄養化が進み、他の地区と比較してよろしくない環境にあります。絵においては、トイレ、ゴミ箱を設置してある絵が多く見られました。これに対し、現在、干潟の景観や機能においても他の地区の干潟と比較して優れている有明地区においては、干潟そのものを尊重するかのように、生物や海藻などの生態系に注目してある絵が多く含まれていると思います。このように、それぞれの地区による地理的な要因、習慣、生活などが複雑に絡み合っており、地区による特性が浮き彫りになったと思われまます。

討論者 島田広明（関西大学）

質疑

兄弟、両親、友人等と干潟を利用している生徒と利用したことのない生徒で、何か特徴的な意識の違いが見られましたか？

回答

大きな特徴としては、干潟を利用している生徒の大多数が、質問 18「干潟海岸が、あなたが大人になっても残っていて欲しいですか？」や質問 19「もしも近くの干潟が砂浜だったらよいと思いますか？」の問いに対しては、干潟に対して肯定的な回答が得られております。つまり、干潟を利用している人ほど、その干潟に対して愛着心をもつようになります。

論文番号 282

著者名 先川光弘，森 昌也，梅沢信敏，松村一弘，岡田昌樹，遠藤 強，吉田静男

論文題目 温度差エネルギーと水素吸蔵合金を利用した海水交換装置の開発

討論者 秋田雄大（アルファ水工コンサルタンツ）

質疑

LCA（ライフサイクルアセスメント）の点から、水素吸蔵合金の寿命について教えてください。

回答

水素吸蔵合金に限って言えば、使用条件が今回のような場合、回路が閉じた条件となるので使用回数の増加による能力低下を許容できるのであれば基本的には環境負荷は製造過程によるものだけといえます。

また、使用済みとなった合金については、再度溶解することにより、使用前と同様の特性を持ったフレッシュな合金に戻りますのでリサイクルが可能です。このリサイクル過程で新たな環境負荷が発生しますが、最初の製造過程に比べて小さなものとなります。

討論者 太田隆義（アルファ水工コンサルタンツ）

質疑

20数年前、ナウル島のOTEC実証実験に直接携わったものです。日本におけるOTECは、佐賀大上原先生以外では研究はほとんど中止され、最も熱心なハワイでさえ下火になっています。

本論文の水素吸蔵合金の活用は、その停滞を打開するものとして期待しています。

回答

コメントありがとうございます。

論文番号 284

著者名 中西 豪，出口一郎，戸崎達朗

論文題目 輸出コンテナ貨物流動に着目した最適港湾整備に関する研究

討論者 小山真人（釧路港湾建設事務所）

質疑

輸出コンテナ貨物のみを扱ったモデルであったが、輸入コンテナ貨物についても同様のモデルの作成は可能であるのか。

回答

輸入コンテナ貨物についても、同様のモデルの作成は可能であると考えておりますが、輸出と輸入においては、港湾選択行動に影響を及ぼす要因が異なってくると考えられます。従って、今後の課題といたしまして、調査、分析を進めていきたいと考えております。

論文番号 290

著者名 中村義治，寺澤知彦，中村幹雄，山下俊彦，青木伸一

論文題目 物質循環スペクトルによる汽水湖生態系の健康度評価

討論者 駒井由美（東京水産大学大学院博士2年）

質疑

「健康度」は人間活動を含んだ生態系の評価指標か、あるいは人間の手が加わらない状態を“自然のあるべき姿”として前提し、それを評価するものなのか。

回答

宍道湖の事例では一次生産，シジミ生産，貧酸素継続日数を「健康度」の評価項目として任意に選択しました。様々な人間活動によって「不健康」になった生態系を、「より健康」にするため、人為的な操作によって「健康度の最高値」を狙った評価方法として位置付けられます。この意味で「健康度」は相対的な評価基準であり、絶対的な目標値（自然のあるべき姿）を想定していません。あくまで現状の沿岸生態系について、改善する方向性を示すに留まると思います。

質疑

「健康度」はどの程度の時間スケールで考えられるものか。

モデルはどの程度の期間走らせる予定か。(数十年 or 数百年)「数百年のオーダーで見るとどうか？」をお尋ねしたのは、遷移についてどう考えるかを知りたかったからなのですが、海洋はともかく陸水では必ずしも環境管理上無視できないところもあるのでは無いのでしょうか(尾瀬沼など)。構造物による“環境修復”を付着生物の現存量の推移から評価するような、単純な事例であっても、2～3年の間に、遷移が進むか止まるか、何らかの評価を迫られる事態が出現していることがあるように思います。遷移について、(1)海洋生態系の遷移はどのようなものか。(2)環境管理上どう組み込んでゆくか。考えを聞かせて下さい。

回答

現状のモデルでは遷移を扱っていません。ご指摘の通り護岸造成や浅場、干潟造成等では重要な評価項目になると考えられますが、十分な実用的知見が無いのが現状です。

海洋生態系の遷移

浮遊生態系については、遷移があったとしても基本構造が変わらないので、あまり問題視する必要もないと思います。これに対して底生系や付着系は種だけでなく構造自体が遷移します。海域では流れが環境の主要因であり、遷移のきっかけは外部からもたらされると考えられますが、遷移の方向の予測はできないと考えます。

環境管理上どう組み込んでゆくか

海洋生態系の遷移過程や極相を評価することは難しい課題です。現状では遷移をコントロールする技術もないので、遷移のシナリオをいくつか想定して環境管理にあたるより仕方が無いと思います。

質疑

ヤマトシジミの資源量への加入過程の定式化について、餌料制約、貧酸素水塊の影響などがとりこまれているが、浮遊幼生期の段階はどのような式にしているのか。

回答

ヤマトシジミの新規加入過程はモデルで取り扱っていません。長期間の評価をする際には必要となるため、今後検討していきたいと考えています。

論文番号 292

著者名 中村啓二, 沈 一揚

論文題目 バーチャル大阪湾研究所に向けての沿岸域総合管理システムに関する研究

討論者 中村義治(水産工学研究所)

質疑

環境目標像の設定についても OBEIS 内で行えないのか？

論文番号 295

著者名 Rahman Hidayat , 入江功 , 小野信幸 , 竹内伸夫 , 森本剣太郎

論文題目 Semen Tuban 港 (インドネシア) のシルテーション対策の効果

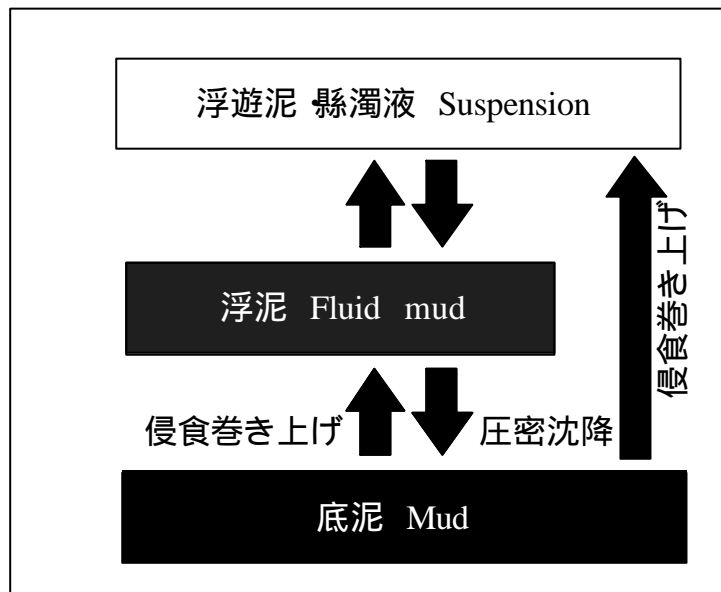
討論者 柴山智也 (横浜国立大学)

質疑

フル - ドマッドの形成は沈降によるものだけでなく , 底泥が波動運動により流動化 , 再浮遊する過程もあるのではないかと?

回答

現地におけるフル - ドマッドの形成は実際にはかなり複合的プロセスであり , 沈降は , これらのプロセスの一つである . フル - ドマッド形成に関しては図に示すように , 大きく分けて二つのプロセスが考えられます . 一つは , 高波浪時の大きな底面せん断力によって底泥の状態から一気に浮遊泥の状態となり , その状態から沈降によりフルードマッドが形成される過程と考えられます . もう一つはご質問のとおり底泥面からの巻き上げにより直接フルードマッドになる過程である . 本論文の焦点は , 現地から採取されたいくつかの底泥資料から形成されるフル - ドマッドの流動を可視化し , 潜堤の効果を確認することですので , フルードマッドの形成には沈降によるプロセスを経て形成されたものを用いて実験を行っています .



論文番号 296

著者名 小田一紀 , 大石大輔 , 影地良昭 , 汪 思明

論文題目 塩水中における長江河口微細浮遊砂の凝集過程と凝集機構に関する研究

訂正

式 (3) 中の 3 は の誤植 .

討論者 森田真郷 (北海道大学大学院)

質疑

実河川の攪拌強度の求め方を詳しく教えてください。

回答

Camp ら (1943) は、粒子群中の粒子と粒子の単位時間あたりの接触回数が流れの絶対速度勾配 $G = (\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial x^2})^{1/2}$ に比例することを理論的に導き、このことから流体単位体積、単位時間あたりの粒子の凝集速度も G に比例すると仮定した。 G は、3次元流れ場では次式で表される。

$$G = \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}\right)^2}$$

ここに、 u, v, w はそれぞれ x, y, z 方向の流速成分である。

実河川では上の式で G を求めればよい (宋ら, 2000)。

この G を用いると、流体単位体積、単位時間あたりに分子粘性によって失うエネルギー \dot{O} は

$$\dot{O} = \eta G^2$$

と表せる。凝集実験においては、この \dot{O} は水槽内の攪拌によって流体単位体積、単位時間あたりに失うエネルギーを意味する。衛生工学の分野では古くから G を攪拌強度と呼び、凝集現象の解明に用いている。

質疑

私自身が質問されたことですが、変換係数 0.965 を乗じる意味について、教えて頂けたら嬉しいです。

回答

通常、フロックの沈降速度はフロックを球体とみなしてストークス式で求める。しかし、フロックの形状は球ではなく非常に複雑な形をしているので、ストークス式に代入する粒径(直径)に何をを用いるかが一つの課題となる。丹保ら(1967)は、フロックの形状を近似的に球と立方体の中間位にある正八面体と仮定し、それと同体積の球相当径 d_s とその投影面積と等値の円相当径 d との比 $d_s / d = 0.965$ を求めた。本研究では、フロックの2次元映像面積と等値の円相当径を求め、丹保らの方法にならってこれに 0.965 を乗じて球相当径に換算した。

しかし、フロックの沈降速度を実験で測定し、ストークス式から見かけのフロック密度を求めたりするような場合、必ずしもこのような複雑な操作をしないで、フロック映像の円相当径を使っても一向に差し支えないと考えられる。要は、粒径として何を使ったかを明記しておくことである。

討論者 柴山知也(横浜国立大学)

質疑

凝集過程の解析にベントナイトを用いる理由は何か？

回答

本研究では、長江河口の凝集過程を想定しており、X線光電子分析装置により長江河口微

細浮遊砂の組成分析を行った結果、ベントナイトは炭素の含有率に大きな差がみられる以外はその組成は長江河口微細浮遊砂とほぼ類似しており、微細浮遊砂モデルとしてベントナイトを採用した。

筆者らは研究当初、カオリン（主成分：カオリナイト）を用いた凝集実験も行ったが、その凝集粒径はベントナイト（主成分：モンモリロナイト）を用いて行った安立(1982)や楠田ら(1978)の実験結果よりかなり小さな値を示した。モンモリロナイトは等重量のもとでカオリナイトの約 80 倍の表面積を持っているので、カオリナイトよりも界面作用が著しく、陽イオン置換容量についてもカオリナイトの約 10 倍になる。これらの理由から、カオリンよりもベントナイトの方が陽イオンを吸着しやすく、凝集しやすいといえる。

論文番号 297

著者名 永井紀彦，上田裕章，福岡康宣，小山良明

論文題目 方向スペクトルを考慮した近接観測点における波浪相関の検討事例

討論者 秋田雄大（アルファコンサルタンツ（株））

質疑

北側と南側で屈折等の違い、いわゆる地点の違い、があることは明白であります。一方、装置の違いによる差は考えられないのでしょうか？

回答

本論文では、北側の水深 18mにおける観測記録（水圧変動）を水深 50mにおける表面波形に換算した上で、その記録を南側の水深 50mにおける表面波形と比較しています。前者の水圧から表面波への換算は、論文集 p.1482 の図 - 2 に示すように極めて良好ですので、結局両地点の比較は、北側の超音波式波高計と南側の海象計との比較ということになります。

海象計は、表面波形の観測方式、原理については、従来から存在する超音波式波高計とまったく同じですので、ここで現れた両地点の波浪観測記録の相違は、装置の違いによるものとは考えにくいと思っております。

討論者 合田良実（エコー（株））

質疑

南北 2 地点の波浪特性を統計的に分析されたことは評価されますが、2 地点の差異を生み出したメカニズムについての定量的な考察を行って頂ければありがたいと思います。

回答

貴重なコメントをいただき、ありがとうございます。

波浪推算や屈折等の波浪変形計算によって、今後、検討したいと思っております。

論文番号 300

著者名 稲垣 聡，山木克則，田中昌宏，中込國喜，上田純広，松本壽人

論文題目 工事海域の濁り監視と予測

訂正

p.1497 右段 8 行目の引用文献の年に間違いあり.

誤： (川西ら,1989;泉宮ら,1990;など)

正： (川西ら,1998;泉宮ら,1999;など)

討論者 秋田雄大((株)アルファ水工コンサルタンツ)

質疑

ADCP 測深で 10cm の精度を有しているということですが、これは観測パラメータ層厚を 10cm もしくはそれ以下に設定しているということか？

観測船計測の潮流ベクトルは、ADCP 実測値か？ その精度について見解を頂ければ幸いです。

回答

今回の観測で用いた 1200kHz ブロードバンド型 ADCP では、流速観測のためのビームと Bottom track (水深観測を含む) のためのビームは全く別に出されている。よって、流速観測層厚と測深の精度は関係がない。ビームの距離測定精度そのものは誤差 1cm 以内と高いが、船の動揺や浮泥の影響などを考慮すると、実質的な測深精度は 10cm 程度になると考えられる。

図 - 3 の中に示している潮流速度ベクトルは ADCP による実測値であり、Bottom track によって船の対地速度を差し引いた、海水流動の正味の流速である。この観測時の潮流速は 0.1m/s 程度の遅いものであったが、シルトフェンスに囲まれた静穏な工事海域内で船の動揺は小さく、観測船の速度が 1kt 程度の低速移動時に観測したもので、測定精度に問題は無いと考える。

討論者 水流正人(五洋建設(株)土木設計部)

質疑

垂下型や自立型の汚濁防止膜について、現実のカーテン長は論文中の解析手法を用いて設定したのでしょうか？

汚濁防止膜を設置した場合の流れの計算が示されているが、流れによる汚濁防止膜の変形は計算では考慮されているのでしょうか？

回答

この解析を用いて現実のカーテン長を設定したということではなく、現在張られているカーテン長の方に計算の設定をあわせている(過去に大阪大学で関西空港工事の汚濁防止膜の張り方について実験的な検討がなされたと聞いている)。論文中(p.1499)に書いたように、5層の鉛直層分割の中で、実際のカーテン長に近くなるよう設定を行っている。

汚濁防止膜の変形までは直接は考慮していない(膜は直立)。ただし、防止膜の変形(吹かれ)により膜の実質的な有効長さが短くなるという点については、今回の設定では実際の垂下型膜のカーテン長が 5 m であるのに対し計算では約 4 m で設定しているので、有効長さが若干低減した場合を考えている、ということもできる。

論文番号 301

著者名 小林智尚，山崎将史，加藤智也，安田孝志

論文題目 風波のマイクロ波ドップラー散乱特性に関する室内実験

討論者 杉原裕司（九大，総理工）

質疑

ウエッジ散乱において，水表面の流速（吹送流）はどのように影響しますか．

回答

ウエッジ散乱を受信する事によって見えるのは風波（の峰）そのものです．またウエッジ散乱のドップラー信号は水槽中の風波の波速です．この波速に吹送流の流速成分が加わっています．このとき吹送流の鉛直方向流速分布の影響も加藤，鶴谷（1974，海講）の指摘のように風波の波速に影響し，マイクロ波でドップラー信号として観測されています．

討論者 森 信人（電力中央研究所）

質疑

散乱強度の時系列に見られる，風波のピーク周波数より低い周波数のトレンドは何によるものか．原因が分かれば教えてください．

回答

原因は特定できていません．水面のマイクロ波散乱は鉄などの他の物質の散乱に比べて非常に弱いので，可能性としては水槽内の水の静振などのほか実験装置の揺れや装置外部の振動を乱反射したマイクロ波として受信している事も考えられます．

論文番号 302

著者名 西村 司，二瓶泰雄，佐藤慶太

論文題目 西岸境界流域海洋乱流場における中規模渦の振る舞いと海底地形

討論者 坂井伸一（電中研）

質疑

黒潮や中規模渦などは，地衡流バランスにより流動場が決まっていると思われるので，シーマーク法による流況推定は，元来，無理ではないでしょうか？

回答

黒潮や中規模渦を構成要素とする当海域の「乱流場」は本質的に「非定常」であり，現象が数日という短期間で一変することもまれではありません．地衡流バランスが大きく崩れた場合，地衡流バランスを仮定したアプローチだけに頼っては，この乱流のプロセスを把握することは困難と判断します．

著者らの「SeaMark 追跡法」は，可視化した海面水温パターンをトレーサーとして流動を直接的に追跡しています．そのサンプリング時間は，数時間です．地衡流バランスがなりたっていようと崩れていようと，この原初的測定法そのものには関係ありません．著者ら

が本来「非定常」な「海洋乱流場」の計測の手段として本手法を採用したのは、このような理由からです。

もしも地衡流バランスがなりたっていると仮定した無理のない測定手法によって本論文に類する結果が得られるとしたら、その方法や事例を教えてください。

論文番号 304

著者名 小林智尚，山崎将史，湯本大輔，渡辺章人，安田孝志

論文題目 X バンドレーダによる冬期日本海沿岸海洋観測

討論者 二瓶泰雄（東京理科大学）

質疑

流速ベクトルの空間分布を見ると、空間的に一様になっているが、不自然な結果ではないか。

回答

今回の観測では比較のための観測などを行っていないので、流速の空間分布について検証できませんでした。空間分布の観測は困難なので、今後数値計算などによる検証も含め再検討します。

討論者 坂井伸一（電力中央研究所）

質疑

X バンドレーダで観測可能な流速のダイナミックレンジはどの程度でしょうか。

解析対象領域の流速，流向が全般的に一様になっているのは，分散関係式から逆推定するアルゴリズムの適用限界が原因ではないでしょうか。

X バンドレーダで現地海域の流速を推定する際，解析に十分な S/N 比は得られていますか。

ウエッジ散乱の場合，卓越波浪（風速）によって共鳴する波形（峰）が変化するというのですが，それによる推定精度の変化はないのでしょうか。

回答

流速は逆解析によって得られる（小林ら，2001，海講）ので正確にダイナミックレンジを規定する事は困難です。現在のシステムの計測精度，解析精度から観測精度は有効数字 1 桁程度だと感じます。現在精度向上のために計測器及び解析手法の改良を検討しています。

流速，流向が一様になっている原因についてはご指摘の分散関係式のほかにも考えられます。前討論者に対する回答にでも述べましたが，解析手法を含め観測結果の検証を試みます。また現在，他の逆推定手法を検討中なので，この新たな解析結果と比較する事で解析手法の限界に対するなんらかの情報も得られると思います。

X バンドレーダはシークラッター画像（本論文図-1）を解析して海洋表層流速を算定しております。今回の観測では本論文図-6 のように観測期間中常に十分な S/N 比のシーク

ラッター画像が得られるとは限りませんでした。ただし海洋表層流速を解析したケースでは解析に耐えうるシークラッター信号が得られているのをレーダ画像上で確認しております。

今回用いた X バンドレーダの電磁波の波長が約 3cm であること、ウェッジ散乱は特定の波長の水面波と共鳴するのではなく（水面などの）凸部で生じることなどから、共鳴する波浪の変化による散乱状態の変化はありません。ただし散乱に必要な凸部が水面に存在するためには波峰近傍に擾乱または白波砕波が生じている必要があります。したがってこのような擾乱や砕波が生じるよう X バンドレーダによる観測ではある程度の海上風風速（数 m/s 以上、Reichert ら、1998；7m/s 程度以上、本論文）が必要です。

討論者 武若聡（筑波大学）

質疑

方向スペクトルの推定結果に見える 0.05Hz 以下のデータは実際のどのような現象に対応しているのか。

回答

X バンドレーダで得られたスペクトルの低周波数成分が長周期波浪成分に対応している事例があります（小林ら、2001、海講）。しかし今回の観測結果の低周波数成分は波浪以外によるものと考えられます。現在その現象は特定しておりませんが、海上の雨域の局所的な構造などの可能性があります。

論文番号 305

著者名 鈴木健太郎，泉宮尊司，石橋邦彦

論文題目 衛星リモートセンシングによる砂浜海岸の高精度水深推定法とその適用性に関する研究

討論者 小林智尚（岐阜大学）

質疑

波浪による海面反射の空間変化は、どのように分離しているのでしょうか？また、どの程度の波高（波形勾配）までこの手法は適用できるのでしょうか。

回答

本研究で用いた衛星データは、8月の比較的波浪の小さい時期のものを用いておりますので、波の波長も 20m 程度以内です。したがって、ピクセル毎の輝度値の変動は存在しますが、平滑化処理とボカシ画像でその変動成分は、大部分取り除かれていると考えています。本手法は、海底反射光量をもとに水深を推定しておりますので、砕波等が生じると海底からの情報がマスクされますので適用できません。したがって、波浪は波高 0.2m 以内、波長 20m 以内程度で非砕波の条件で適用できると思われれます。

論文番号 306

著者名 小林智尚，松下裕昭

論文題目 仮想荷重法と拡張ベイズ法を用いた CT 型濁度計の濃度分布逆推定法

訂正

論文集 1527 ページの式(7)について，

$$\text{誤： } G(x, y; \mathbf{x}, \mathbf{h}) = \frac{4}{p^2 ab} \sum_{m=1}^{m_{\max}} \sum_{n=1}^{n_{\max}} \left[\sin \frac{m\mathbf{p}\mathbf{x}}{a} \sin \frac{n\mathbf{p}\mathbf{h}}{b} \cdot \sin \frac{m\mathbf{p}\mathbf{x}}{a} \sin \frac{n\mathbf{p}\mathbf{h}}{b} \right] / \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)$$

$$\text{正： } G(x, y; \mathbf{x}, \mathbf{h}) = \frac{4}{p^2 ab} \sum_{m=1}^{m_{\max}} \sum_{n=1}^{n_{\max}} \left[\sin \frac{m\mathbf{p}\mathbf{x}}{a} \sin \frac{n\mathbf{p}\mathbf{h}}{b} \cdot \sin \frac{m\mathbf{p}\mathbf{x}}{a} \sin \frac{n\mathbf{p}\mathbf{h}}{b} \right] / \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2$$

討論者 上野成三（大成建設技術センター）

質疑

2つのピークを持つ濃度分布の逆解析結果はやや再現性が悪いように見えますが，これは光学素子数を増やすと改善するのでしょうか．もしくは仮想荷重法の限界なのでしょうか．

本研究でご提案された逆推定法は地盤，岩盤分野で用いられている音響計測手法とどのような違いがありますか．

回答

ご指摘のように光学素子を増やした場合には空間解像度は高くなりますが，精度，再現性が向上するかはむしろ逆解析手法の問題か他の要因によるものと思います．実際に解析した感じでは，受光信号の分解能（具体的には A/D 変換の bit 数）に原因があるように思われます．この濁度計は光の経路が長く，また論文中の式(2)のとおり，濁度によって光は指数関数的に減衰するので，比較的高濃度場では微弱な受光信号を高分解能 A/D 変換器で量子化する必要があります．また仮想荷重法について論文中では推定精度に限界があるように記述しましたが，複数のグリーン関数法経験者からもより高精度が期待できるはず，とのご指摘を受けております．ご指摘の点を再度検討します．

拡張ベイズ法を用いている点ではまったく同じです．ただし細かく見ると事前情報として，地盤，岩盤分野の音響計測手法では計測対象の物性値（音波伝播速度）の空間分布が滑らかであるという情報を用いていますが，CT 型濁度計では仮想荷重法の解析結果を用いています．CT 型濁度計でも音響計測手法と同じ事前情報を用いて解析し，今回の解析結果より高精度の逆推定結果を得ております．ただし拡張ベイズ法による逆推定の計算時間は比較的長く，逆に仮想荷重法の逆推定はほぼ瞬時に行えますので，毎秒 10 断面計測可能な CT 型濁度計の計測データ量を考えると高速逆推定が可能な仮想荷重法も有効な手法と考えております．

論文番号 307

著者名 上野成三，永田良助，山崎英活，中山哲巖

論文題目 赤潮・貧酸素をリアルタイムに観測する野見湾漁場環境情報システム(nomi BAY WATCH SYSTEM)の開発

討論者 二瓶泰雄(東京理科大)

質疑

付着生物などによりデータの精度低下が見られる場合には、CATV 等にデータを公開されるのか？その時に大きな問題はないか？

回答

基本的には観測データをそのまま公開しています。ただし、実際にデータを利用される漁業者には観測データに突破的な誤差が発生することを理解していただくようお願いしています。特に、生物付着に伴うセンサー劣化などに注意が必要であることを周知願っています。

討論者 小林智尚(岐阜大学)

質疑

一つの湾内で計測点が3点ですが、局所的に発生する赤潮の検出に十分な数なのでしょううか？

回答

パッチ状に広がる高濃度の赤潮の検出については3点の計測では困難だと思います。しかし、今までの観測データを見ていると、赤潮の初期段階では3点の観測点の内、湾奥と湾央はほぼどのような増減傾向を示すので、赤潮の早期発見については3点の観測数でもある程度貢献すると思います。いずれにせよ、赤潮の平面分布を把握するには、固定点での観測では不十分ですので、赤潮や貧酸素化の3次元情報を予報する観測システムと生態系モデルを統合した予報シミュレーションを開発中です。

論文番号 308

著者名 馬場慎太郎, 三宅達夫, 金 夏永, 鶴ヶ崎和博

論文題目 波・地盤・構造物の新しい実験手法

討論者 小林智尚(岐阜大学)

質疑

20Hz で波を発生させているが、波長が短いために、表面張力の影響があるかと思われるがいかがですか。

回答

遠心力場で波浪を発生させた場合(縮尺 1/100 模型, 遠心加速度 100G, 20Hz (= 5sec 相当))の波長は、微小振幅波の波長算定式において重力加速度項が 100 倍, 周期の二乗の項が 1/10000 となるため, 模型の波長は実物の 1/100 となります。このように、波長については高周波振動に対応した遠心加速度を与えることで、1G 場と同様に相似則を満足させることができると考えています。実験結果について、数値波動水路の実物スケール解析との

比較や実験状況ビデオ画像からの読取りを行った結果でも，上記内容と良い一致を示しています．したがって波長に関しては表面張力の影響は小さいと思われます．今後は，実験条件と波浪変形等の関係についてより詳細に検討し，実験精度の向上を図る予定です．