

■ 目次

論文番号		ページ
1	固液二相流型 MPS 法による波・底泥相互干渉の数値解析	1
2	DEM 法と VOF 法を併用した三次元固液混相流解析モデルの開発とその適用例	1
3	水路湾曲部における孤立波のマッハ反射に関する研究	2
4	分岐水路における孤立波の透過・反射特性の数値解析	2
5	コロケート格子を利用した自由液面を有する流動場の解析手法	3
6	ブシネスクモデルにおける透水層内の波浪減衰を考慮した任意反射境界処理法の開発	3
8	砕波後の流れ場の 3 次元特性に関する実験的研究	4
9	風を考慮した 2 層海浜流モデルによる新潟西海岸の流況特性	4
12	非定常ジェット着水時に発生する気泡の物理特性	5
13	乱流境界層中の砕波を伴う風波乱流場の 3 次元数値解析	5
14	風波下の乱流境界層の生成・発達における砕波の役割	6
15	ポイドプローブを用いた砕波連行気泡特性の解析とそれに基づく気体輸送現象の解析	7
16	砕波乱流の平均流速変動への力学的寄与について	7
17	斜降渦による底面近傍 3 次元流速変動に関する実験的研究	8
18	大型造波水路における砕波帯内 3 次元局所渦の計測	9
19	砕波帯の波・流れ・乱流構造に及ぼす風速の影響	9
20	砕波帯内の 3 次元流速の実験的評価 拡張型 3 次元ステレオグラム PTV の開発と応用	10
21	PIV 解析を用いた現地海浜流の計測システムの開発	12
23	砕波帯内戻り流れ (undertow) の推定方法	13
24	画像計測による沿岸流速分布の推定	13
25	砕波による過度供給を考慮した砕波帯内の波・流れ場のモデル化	14
26	1 方程式乱流モデルを用いた準 3 次元海浜流数値シミュレーション	15
27	可視化手法を用いた波群中波の追い付き現象の計測	16
28	斜面を遡上する内部波の変形・砕波に関する可視化実験と k- モデルを用いた数値解析	17
29	MPS 法による津波の提越流・氾濫過程の数値シミュレーション	18
30	透水性海浜における内部波の挙動の数値計算	19
31	前浜浸透流が汀線侵食現象に及ぼす影響について	20
33	リーフ上に発生する長周期自由波について	20
34	時間領域における入反射分離法の試み	21
35	高波浪期間における波高の出現特性	22
36	波の統計量に及ぼす非線形性の影響 主として数値シミュレーションを用いた解析	23
38	一般化最小自乗法による確率波高の最良線形不偏推定法	23
39	東シナ海における台風時波浪の極値の推定	23
42	GPV を利用した海上風の数値計算と観測資料に基づく風と波の相関に関する研究	24
45	大気・波浪・海洋相互結合モデルの構築	25
46	大気波浪双方向結合モデルにおける海面粗度の影響	25
47	ECMWF 風データと WAM に基づく日本沿岸波浪の推算精度に関する検討	26
50	船舶の荷役可否判定を目的とした気象データに基づく長周期波の統計的予測	26
52	冬期日本海の現地観測に基づく浅海域への入射長周期波の評価	28
53	現地観測に基づく長周期波の沿岸方向特性	29
54	現地観測データに基づく長周期波の方向関数特性と静穏度解析への適用	29
57	メソ気象モデルと台風ポーガスをを用いた伊勢湾台風時の風の場のシミュレーション	30
59	白波砕波せん断応力を考慮した波浪・高潮結合モデルによる台風 9918 号による八代海の高潮の再現	31
60	高知海岸における潮位の確率的評価に関する研究	32

62	ソリトン分裂波の碎波変形に関する水理実験と数値計算	33
63	津波遡上に伴う陸域での堆積物形成に関する水理実験	33
65	土砂突入による津波発生機構に関する基礎検討	35
66	海域活断層に想定される津波の波源モデル設定法	35
67	震源断層の破壊過程が津波に及ぼす影響	36
68	V字状湾および港湾内の空間格子間隔が津波数値計算結果に及ぼす影響に関する検討	37
71	円弧滑り法を利用した地滑り津波波源による明和八重山地震津波の再現	38
72	寛政4年(1792)有明海津波の再現性と災害特性に関する研究	38
73	日本海中部地震津波の分裂に関する数値計算	39
74	1998年パプア・ニューギニア津波の波源域における反射法探査と数値計算によるパラメータスタディ	39
77	PTVを用いた風波の表面付近の流速場に関する実験的研究 主として軌導速度の分離について	40
78	二重床風洞水槽による風波下の乱流構造と水面応力の下方伝達	40
79	直線海岸付近の吹送流による水位変動についての研究	41
80	広島湾北部海域における吹送流の鉛直構造と水質の変動特性	41
82	3次元数値シミュレーションによる博多湾の密度流構造についての検討	42
83	中小河川河口部における水位変動特性	42
85	混合型によらない塩水遡上解析法の開発	43
88	紀伊水道の海洋構造と栄養塩輸送	43
89	海洋循環モデルを反映させた沿岸流動計算の試み	44
90	北～西太平洋での水位振動と日本沿岸域での水位変化特性	45
91	海上風の粗度パラメーターと摩擦係数について	45
92	確率台風モデルの構築とその統計的特性	46
93	海底溪谷で発生する泥水流のk-乱流モデルによる流動解析	46
94	植生が後浜の飛砂量及び飛塩量に与える影響に関する数値的検討	47
95	流体粒子間相互作用を考慮した振動流中の不均一粒子群の3次元並列計算	48
97	砂漣の浸透流による消滅について	49
98	可視化手法による波群の遡上運動の内部機構解明	50
99	1周期内で部分的に波の作用を受ける波打ち帯の漂砂の特性	50
101	混粒径漂砂量算定式の新たな提案	50
102	断面地形表層粗細混合率を考慮した海浜変化計算	51
103	取水港湾における現地泥の沈降特性とシルテーションの混合粒径モデル	51
104	波浪による砂質地盤の液状化とシートフロー漂砂 漂砂層厚に及ぼす液状化の影響	52
106	準三次元非平衡浮遊砂輸送モデルの開発に基づく港口部での底質浮遊と輸送に関する解析	53
110	北海道日本海沿岸の長周期波特性と漁港内の漂砂現象に関する現地観測	53
112	種々の断面形状の潜堤構造物による航路埋没阻止機能に関する研究	53
113	露岩域を有する砂浜海岸に港湾を建設する場合の3次元海浜変形数値予測モデルの適用	54
114	多方向不規則波による各種海岸構造物周辺の海浜変形の数値モデル	55
117	流砂系における堆積物調査手法に関する研究	55
118	空中写真による海浜汀線形状の判読に関する研究	56
119	砂丘風食と飛砂に関する基礎的研究	57
121	蒲生干潟前面海浜地形の中期変動特性	58
122	海底掘削六岸側での急激な土砂堆積と砂嘴の大変形の機構	59
126	利根川河口周辺沿岸域における浮遊懸濁物質の挙動に関する現地観測	59
127	河川感潮域における高濁度水塊の挙動 強混合河川の場合	60
128	熊本県沿岸海域における潮流場・拡散場への河川流入の影響	60
129	南サンフランシスコ湾における底泥輸送解析	61
132	広域海浜流, 広域漂砂の岸沖分布	63

133	海浜砂の粒度と分光反射率特性に基づいた海浜砂および漂砂系の分類評価に関する研究	64
134	衛星画像解析による植生指標と分布型物理モデルに基づいた表層土壌	64
137	埋設構造物の異常波浪時における侵食制御機能に関する実験的研究	65
140	消波性能からみた二重スリットケーソンの最適構造諸元の決定法の提案	66
141	人工リーフ付き透水性防波護岸の水理特性	68
142	消波工と本土工の天端高さが異なる消波ブロック被覆堤の水理特性	69
144	越波水塊の打ち込みにより発生する気泡混入域での流体運動機構	70
145	傾斜堤の越流・透過係数の高精度化実験	70
146	小段を活用した越波低減型護岸の適用性に関する模型実験	71
147	数値波動水路による護岸・防波堤の越波・伝達波の数値計算	72
149	信頼性設計をめざした多方向不規則波による越波流量算定法	74
150	数値モデルによる隅角部を有する護岸越波流量の評価法	74
151	上部スリット式護岸の開発とその背後に設置する越波排水の設計法について	74
152	道路護岸における越波による通行障害とその対策について	75
153	新海岸法の下での防護・環境・利用に配慮した越波対策検討の問題点	75
158	越波を伴う直立堤堤頭部周辺の3次元流速変動特性	77
159	透水性防波堤内部および周辺に形成される波浪流の特性に関する研究	77
160	局所洗掘による直立円柱周辺の3次元流体場の変動特性に関する数値解析	78
161	個別要素法によるケーソン防波堤の滑動計算	79
162	個別要素法に基づく捨石のランダム性を考慮した潜堤の変形予測手法	80
163	3次元物体に作用する砕波波力の直接数値計算	81
164	構造物下面への接岸浮遊物の潜込過程のLagrange型シミュレーション	82
171	超大型浮体式海洋構造物における海震時の応答推定法に関する研究(第4報) 海底地盤の弾性振動影響を考慮した海震荷重特性	83
174	微小間隙を伴う複数矩形浮体要素から構成された大型浮体に作用する波力の理論解析法	83
175	膜構造物の抗力係数に及ぼす膜の透過性の影響	84
177	網状浮体構造物のふかれ変形と作用する係留力に関する研究	85
178	振動流と定常流の共存場に設置された円柱に作用する流体力特性の数値解析	86
179	水辺植生に作用する波力と消波機能に関する研究	87
180	混成防波堤の滑動時における捨石マウンドの挙動に関する基礎実験	91
181	混成防波堤マウンドの期待変形量の計算法と適用例	92
182	消波型高基混成堤のマウンド被覆材の耐波安定性	93
183	流速場に基づく混成堤マウンド被覆材の高度設計法	94
184	振動水柱型消波ケーソンの消波特性に関する研究	95
185	L型消波防波堤の被災再現実験による現行設計法の改良	95
186	人工リーフ上における波頂前面砕波の内部流速特性	96
187	VOF法と個別要素法の連成解析による傾斜捨石護岸の変形予測	97
188	被覆ブロックの幾何配列特性の破壊抵抗に及ぼす影響	98
189	天端の低い海岸構造物に用いる被覆ブロックの被災形態と安定数	100
190	多様な生物環境を創造する新型人工リーフの安定性および水産効果に関する研究	101
191	潜堤開口部周辺の地形変化に関する研究	102
192	中層浮き魚礁流出時の安全性に関する実験的研究	102
193	強震動による耐波構造物 地盤系の塑性変形	103
194	波浪と液状化地盤の相互干渉に関する理論的考察	103
197	波浪による海底地盤の液状化が漂砂量に及ぼす影響	104
200	底開式土運船からの直投土砂による海底地盤への衝撃圧	104
201	海水中における摩擦増大用アスファルトマットの長期耐久性(30年)について	105
202	水平スラグ流輸送における圧力、速度特性について	105
205	海岸管理のための汀線変動量の確率的評価	105
206	固気液多相共存場に対する統一数値解法の構築と複雑水理現象への応用	106

207	水中沈降粒子群の三次元分散挙動に関するパラメトリック解析	107
208	瀬戸内海における湾・灘水塊の移流・交換量の季節変動特性	107
209	新長崎漁港における成層と流況に関する現地観測	108
210	渤海の海水交換機構に関する研究	109
212	名古屋港の貧酸素水塊に関する現地調査	110
213	海生生物の生息空間に及ぼす貧酸素水塊の定量的影響評価	110
214	猪鼻湖における底層貧酸素水のエアレーション効果の検討	111
215	広島湾奥部の赤潮発生に及ぼす陸域起源の降雨量の影響	111
216	東京湾における窒素・リンに着目した物質循環機構	112
217	広島湾・呉湾における有毒プランクトンシストの発芽要因と海域攪乱	113
218	夏期の東京湾湾奥における表層の植物プランクトンに対する底層栄養塩の影響	113
219	自動昇降式観測システムを用いた冬季の東京湾湾奥における基礎生産の推定	114
220	1.5MHz 超音波ドップラー分布計を用いた感潮域における懸濁粒子の動態観測	115
221	沿岸海域の懸濁態粒子の粒径分布の現地測定とデトリタス分布	116
223	港湾における底質中の内分泌攪乱化学物質の全国調査	116
224	汽水湖における流動構造と物質循環過程	117
226	有明海泥質・砂質干潟底泥の水質浄化機能と生物攪乱の影響	117
227	有明海と八代海の干潟における底質特性と底生動物の豊かさに関する研究	118
228	東京湾奥部に位置する潟湖化干潟におけるアオサの栄養塩類吸収特性	118
229	浜名湖の湖岸付近の生態系と塩分・作用波浪の関係	119
231	現地観測に基づく石垣島サンゴ礁海域の流動特性と微細土砂・熱輸送特性に関する解析	120
232	人工リーフ設置による外力場の変化とアマモ分布条件との関係について	121
234	転石帯を含む岩礁域での波浪・水温の経年変化に伴う海藻分布変動	122
236	生活史から見た人工磯浜の出現植物種	122
237	底生動物「シオマネキ」の浮遊幼生分散と塩分環境	123
238	揺動人工海藻のウニに対する摂餌制御効果と藻場創出効果	124
239	大阪湾湾奥域の環境特性と大型底生動物群集の時系列変化	125
240	離岸堤の建設がアカウミガメの上陸・産卵行動へ与えた影響 徳島県蒲生田海岸の例	126
242	砕波帯の海浜浸透水挙動と砕波形式の関係	126
243	マングローブ水域における流動・熱・水質環境特性に関する現地観測	127
244	海浜植物の生息に必要な砂浜幅の検討	128
246	セルオートマトン法による三番瀬におけるアサリの分布域形成の解析	129
248	穴道湖ヤマトシジミ個体群の水質浄化機能の評価解析	130
249	アコヤガイ代謝モデルと低次生態系モデルを統合した英虞湾の海域環境シミュレーション	131
250	海砂採取による海底地形変化がイカナゴ仔稚魚輸送に及ぼす影響に関する研究	132
252	砂浜域における沿岸構造物周辺の底生生物群集について	133
253	ウニの侵入を制御する空気ポケットフェンスの開発	134
254	融雪期の石狩川の物質輸送特性と流出物質の河口沿岸域での挙動	134
255	鹿島灘沿岸域における栄養塩及びクロロフィル a 量の時空間変動特性	135
256	広域水温モニタリングネットワーク展開による沖縄サンゴ礁水温環境地域差の解析	135
257	大阪湾の底泥の覆砂・浚渫による水質・底質改善効果の検討	136
261	平良港におけるサンゴ礁群集に配慮した環境修復技術	136
262	浚渫土を利用した資源循環型人工干潟の造成実験	136
263	自然および人工干潟における地盤の安定性に関する現地調査	137
264	HEP による人工磯の付着動物に関する生息地適性評価	138
265	干潟における生物生息環境の定量的評価に関する研究 多毛類を対象として	139
266	感性工学的的手法による海岸景観評価に関する研究	139
267	集合表象による景観解析を用いた波浪制御の提案	140

268	人々の総意に基づく海岸環境の評価手法に関する研究	140
269	海水浴場のバリアフリーに関する現地調査 ユニバーサルビーチの創造を目指して	141
273	洪水氾濫災害を教訓とした新しい高潮・津波防災	142
274	高潮・潮汐・波浪の相互作用解析に基づく出現最大を想定した高潮・高波のハザードマップの作成	142
276	沿岸漂砂量分布図を活用した侵食対策計画の評価法の提案	143
277	カプトガニ産卵地造成ミティゲーション手法に係わる指針案の提案	143
279	アサリの生息密度の推定法に関する研究	144
281	高潮氾濫災害の被災要因とその危険度評価	145
283	南太平洋地域における植林による津波対策法の適用性	146
284	波浪場画像の解析による水深分布推定	146
286	空中発射型超音波潮位計の開発	147
287	Xバンドレーダによる沿岸域の観測	147
288	一次散乱を考慮した海洋短波レーダによる波浪の方向スペクトルの推定法	148
289	合成開口レーダによる海洋波浪の2次元波数スペクトルの逆推定に関する研究	149
294	ランドサット画像を用いた内湾のクロロフィル濃度の推定	149

論文番号 1

著者名 後藤仁志, 林 稔, 酒井哲郎

論文題目 固液二相流型 MPS 法による波・底泥相互干渉の数値解析

討論者 中野 晋 (徳島大学工学部)

質疑

底質の運動を考える上で,底質のレオロジーを評価することが重要であるが,本手法を用いてレオロジー特性を評価することは可能か.また,レオロジー特性では不飽和(気泡の混入)の影響が重要であり,固気液三相流体としての解析は可能か.

回答

本モデルは,二流体モデルですので,固相の運動を液相と類似の運動方程式で記述する立場をとっています.この種のフレームワークを採るかぎり,固相の構成則を前提とした取り扱いが必要となり,固液間の相互作用は粒子径相当のスケールの混合現象としてしか表現されません.この意味からすると,御質問の『本手法を用いてレオロジー特性を評価することは可能か』に対しては,『不可能です』と御回答すべきであると考えます.御質問に,『可能です』とお答えするには,固相のモデルに手を加える必要があります.固相粒子間に粒子間相互作用の影響が直接評価できるサブモデル(例えば,固相の粒子の系が実際の砂粒子の径と同一なら個別要素法による砂粒子の運動モデル)を導入し,粒子系内部の機構を直接表現することが必要です.さらに粒子周囲の水の運動をある程度の精度で解像することができれば,単一粒子と周囲流体の相互作用はMPS法で記述できます.このような条件が整えば,構成則を前提としない解析が可能となると考えております.

固気液三相流体の解析は,上記の問題の次のステップに相当すると存じます.原理的には多相流の解析が可能ですので,固気液三相流体でも問題ありません.

論文番号 2

著者名 重松孝昌, 廣瀬真由, 錦織陽一, 小田一紀

論文題目 DEM 法とVOF法を併用した三次元固液混相流解析モデルの開発とその適用例

討論者 後藤仁志(京大)

質疑

計算格子のスケールより大きい粒径の粒子については取り扱えるのでしょうか.また,粒子が2つの計算セルにまたがる際には,どのように取り扱われているのでしょうか.

回答

現段階のモデルでは,粒子が2つのセルにまたがる場合,粒子の中心が存在するセルに該当粒子の全体積があるとして空隙率の計算を行っている.したがって,前者のご質問のような計算格子のスケールより大きな粒子を含む場は想定していない.ただし,各セルに存在する粒子体積を厳密に計算するようにすれば,計算格子よりも大きな粒子が存在する場合の計算も可能であると考えている.

討論者 磯部雅彦（東京大学新領域創成科学研究科）

質疑

ドナー・アクセプタ法において、空隙率の取り方を通常と変えているが、それによって質量保存式は満たされているのか。

回答

ドナー・アクセプタ法はセル間を輸送される流体量を決定する方法である。このとき、空隙率を本研究で提案したようにとっても輸送される質量の保存性を損なうことはない。実際に、計算領域内の質量の保存性をチェックしたところ、通常空隙率の取り方では誤差が最大 2.5%程度にまで達したが、本研究で提案した空隙率の取り方では 1%以下であった。

論文番号 3

著者名 由比政年，菊本詳子，間瀬 肇，石田 啓

論文題目 水路湾曲部における孤立波のマッハ反射に関する研究

討論者 木村彰宏（株式会社ハイドロソフト技術研究所）

質疑

マッハ反射とレギュラー反射の違いを教えてください。

回答

孤立波が壁面に対して浅い角度で入射する際、その反射形態は、通常のレギュラー反射とは異なるマッハ反射の形をとります。マッハ反射では、入射波、反射波に加えて、壁面から垂直に延びるステム波と呼ばれる第 3 の波が発達し、条件によっては入射波振幅の 3 倍程度の高さまで発達することが知られています。また、マッハ反射においては、反射波の波高が入射波に比べて小さくなること、および、入射角と反射角が異なることもその特徴の 1 つです。

論文番号 4

著者名 由比政年，中嶋光浩，間瀬 肇，石田 啓

論文題目 分岐水路における孤立波の透過・反射特性の数値解析

訂正

論文中の図 6 と図 8 が入れ替わった形で誤って印刷されているので、ご注意をお願い致します。

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

水路の幅方向のメッシュ分割数によって、分岐水路に流入する波浪形状の精度が変わってこないか。

回答

格子幅は、有次元量で水深の 1/2 倍程度（入射波の有効波長の約 1/30 程度）を標準としており、別途実施した格子依存性確認の計算を通して、この分割幅で十分な解像度を有することを確認しています。また、水路幅方向の格子数は、水路幅に応じて変化させており、格子間隔が全ケ

ース同一となるように設定しています。水路幅が小さい場合の3次元図において、幅方向の格子数が少ないような印象を与えるかもしれませんが、これは、図化の際に、データを間引いて鳥瞰図を作成しているため、実際の計算ではこの4倍の格子点数を使用して解析を実施しています。

論文番号 5

著者名 牛島 省，禰津家久，山上路生，坂根由季子

論文題目 コロケート格子を利用した自由液面を有する流動場の解析手法

討議者 由比政年（金沢大学・工学部）

質疑

海岸工学の諸問題への適用を考えた場合、本研究で提示された解析手法が最も効果を発揮するのはどのような場合か。具体的に想定されている課題があれば教えていただけませんか。

回答

具体的な適用先は現時点では考えておりませんが、内部流動が自由液面に大きく影響する流れに対して本計算手法は有効であると思われます。従いまして、例えば発電所等の水中放流があるときの沿岸部での波浪の特性などに対して、適用できるのではないかと考えております。

討議者 辻本剛三（神戸市立工業高等専門学校）

質疑

コロケート格子を用いる利点を教えてください。スタガード格子を用いた時の差はどの程度あるのでしょうか？

水面が水深の一価関数で表示されているようですから崩れ砕波もある程度計算できると思いますか。

回答

コロケート格子は、一般座標系を用いる流体計算等で計算精度が比較的高いこと、また流速成分が同一のセル中心で定義されるので、自由液面近傍の境界条件の設定の際に、内外挿が少なく済むという利点があります。また、水面が平面座標の一価関数となる現象でしたら、基本的には適用可能と思われます。

論文番号 6

著者名 平山克也

論文題目 ブシネスクモデルにおける透水層内の波浪減衰を考慮した任意反射境界処理法の開発

討論者 後野正雄（大阪工業大学）

質疑

数値計算と模型実験の比較において、図-6 にみられるように、反射率に 0.1~0.2 程度の差があるのはなぜか。

回答

図-6 は消波ブロック被覆堤模型に対する反射率の比較ですが、別途、同様な断面水路および波浪条件において直立壁を対象とした数値計算と模型実験を実施し、それらで得られる反射率を比較しました。

すると、数値計算ではすべての条件で反射率がほぼ 1.0 となったのに対し、模型実験で得られた反射率は 0.7~0.9 程度となり、数値計算よりも 0.1~0.3 程度小さくなりました。模型実験では、水路床や鉛直壁面における摩擦抵抗や水の表面張力による影響が存在するのではないかと考えられます。消波ブロック被覆堤を対象とした反射実験でも、反射率の低減に対してほぼ同様な影響が存在したものと考えられます。表面張力の影響は、部分重複波の峰角が直立壁によるものに比べ緩やかになる分だけ小さくなると考えられます。

なお本研究では、合田らによる入反射波分離推定法(1976)を用いて反射率を推定しています。非線形性の強い(部分)重複波を線形理論に基づく反射率推定法で解析した場合、波形勾配や水深波長比に応じて、みかけ上の反射率が小さくなることが知られています。図-6 の結果はこのような影響も含んでいるものと考えられます。

論文番号 8

著者名 水谷夏樹, 安田孝志, 武田真典

論文題目 砕波後の流れ場の 3 次元特性に関する実験的研究

討論者 鈴木崇之(横浜国立大学 博士課程 1 年)

質疑

水平断面位置を静水面下 5 mm とあるのですが、どういった理由で 5 mm となったのでしょうか。

回答

本研究の目的は、静水面より上の surface roller 内部の直接計測でした。しかしながら、実際にはこの領域を直接的に計測するのは困難で、静水面下 5 mm というのが計測可能な最上部の水深帯であることから、この水深を選択いたしました。

実際には底面までを 5 mm ピッチ程度で多層に計測することが理想的であると思われまして、完全な 3 次元計測を行うのであれば今後これらの計測が必要であると考えています。

論文番号 9

著者名 田村 進, 近川喜代志, 西條正輝, 高野剛光, 山谷弘幸, 泉 正寿

論文題目 風を考慮した 2 層海浜流モデルによる新潟西海岸の流況特性

討論者 山下隆男(京都大学防災研究所)

質疑

日本海海岸の海浜変形予測、海岸保全に風の影響を入れた解析を推進してください。

風域場の総合的観測を実施し、風域場モデルを検討してください。

回答

御意見ありがとうございます。今回のモデルでは風の場合を一様として与えており、計算結果を

みると風の場合を一様としたことで、現地の流れがうまく再現できていないと考えられる状況もみられました。先生の御意見をもとに今後、解析、検討を進めたいと思います。

論文番号 12

著者名 渡部靖憲，大塚淳一，佐伯浩

論文題目 非定常ジェット着水時に発生する気泡の物理特性

討論者 角野昇八（大阪市大）

質疑

水中マイクを利用した気泡計測法は5mm以下（図5ではあまり示されていない）の粒径に対しても計測可能か？

回答

計測可能です。具体的に言えば、我々の計測システムでは数十マイクロメートルまで確認していますが、さらに細かい気泡も計測可能だと思います。球形気泡を仮定していますので、どちらかといえば、論文中の気泡より小径の気泡の方が正確に計測できると考えています。

討論者 青木伸一（豊橋技科大）

質疑

塩分の違いによる気泡連行の違いは何が原因か？

回答

本論文の中ではこのトピックは扱っていないのですが、興味深い問題と考えます。塩分濃度の違いにより、気泡の個数、サイズが変化するようです。また、気泡の生成の観点から言えば、海水と同一塩分濃度の塩水も大きく異なるようです。もちろん、原因の一つに表面張力をはじめとする物理特性の差もあると考えていますが、電気的、化学的な要素も重要なようです。現在、後者についてはどう今後対処すべきかわかりません。曖昧な回答で申し訳ありません。

論文番号 13

著者名 陸田秀実

論文題目 乱流境界層中の碎波を伴う風波乱流場の3次元数値解析

討論者 杉原裕司（九大，総理工）

質疑

流速変動のパワースペクトルに風速ピーク周波数が現れていませんが、それは何故ですか？

回答

本論文で開発した数値風洞水槽（縦4m×横4m×高さ4m）は、実際の風洞水槽をモデル化するには至っておらず、主流方向（風向）には周期境界条件を使用しております。したがって、吹送距離が足りない等の問題から計算された風波が十分発達しきらず、いわゆる風波のピーク周波数が現れなかったものと考えています。しかしながら、今後は実際の風洞水槽スケールで数値モデル化する予定なので、その際は吹送距離が十分取れるため、十分発達した風波の数値シミュレーション

ョンが可能となると考えております。

質疑

スカラー輸送の活発な領域は、京大の小森先生のグループが報告しているように、風波クレストの上流側の付近に対応していますか？

回答

小森先生の京大グループの計算は、砕波を伴わない場合の直接数値シミュレーションなので、本論文のような Dynamic-LES 乱流モデルを用いた砕波を伴う風波の乱流計算結果と直接比較することは難しいと考えられます。本計算においても、小森グループ同様、砕波前の風波クレスト付近にスカラー輸送の活発な領域は確認されました。しかしながら、砕波後は気泡混入を伴うため、風波クレストとスカラー輸送との対応はほとんど見られませんでした。むしろ、砕波による気泡混入領域と表面更新の活発な領域において、スカラー輸送が活発であるという結論が得られました。したがって、風波表面のスカラー輸送を見積もるには、砕波現象を正確にシミュレートすることが本質的に重要であると考えます。

論文番号 14

論文題目 風波下の乱流境界層の生成・発達における砕波の役割

著者名 井坂健司，安田孝志，大澤輝夫

討議者 鈴木崇之（横浜国立大学）

質疑

結論で示している砕波とはどのような形式なのでしょうか？

回答

詳細な空間波形によって判断したわけではないですが、実験の現象を目視する限りでは、崩れ波形、または whitecaps でした。

討議者 杉原裕司（九州大学）

質疑

高周波帯域の流速変動の乱流成分はどのようにして算出しましたか？

回答

波形スペクトルから Linear-filter によって波動運動による流速スペクトルを求め、計測された流速スペクトルから変換された波動運動による流速スペクトルを引いて算出しました。

質疑

風波に規則波が付加された場合、規則波がない場合に比べて高周波帯域の乱流エネルギーが増大していますが、その物理的機構は？

回答

高周波乱流エネルギーには砕波により放出されたエネルギーが含まれていると考えています。実験での現象を目視する限りでは規則波を付加した場合も付加していない場合もどちらも白波、または崩れ波形砕波でしたが、規則波がない場合に比べて風波に規則波が付加された場合の方が、

砕波規模の大きい砕波が生成されていると思いましたが、そのため、規則波を付加した場合の方が砕波による強い乱れが生成され、その乱れが高周波側の乱流エネルギーの増大に影響していると考えています。

論文番号 15

著者名 角野昇八，山岸達也，日引 俊，関本武史

論文題目 ボイドプローブを用いた砕波連行気泡特性の解析とそれに基づく期待輸送現象の解析

討論者 森 信人(電力中央研究所)

質疑

ボイド計のプローブの大きさによる測定誤差は？

回答

現状のボイド計プローブの先端径は0.1mmであるので、気泡の大きさがそれより小さい気泡は測定することはできない。しかし、径が1mmを超えるような気泡に対する測定誤差は少ないと考えている。現在、径をさらに細くしたプローブを開発中である。

質疑

換算された気泡径分布に2～3mmのところピークがあるのはなぜか？

回答

このデータだけからは、径が2～3mmの気泡が多いためであると判断することができる。ただ、ご指摘のようにプローブの大きさによる測定誤差が考えられなくもなく、極微小径の気泡の分布については今後の課題となる可能性がある。

質疑

物質輸送係数 k_L とエネルギー逸散率を直接比べているが、比較しているのは換算された気体の容積とを比べていることにはならないのか？

回答

本研究では、まずEckenfelder(1959)によって提示された散気(曝気)槽内の気泡群による物質(酸素)輸送速度を算定するための式に、本研究で求められた諸量を代入して物質輸送速度を求めている。さらにそれを岡安ら(1989)あるいは灘岡ら(1986)による砕波帯での逸散エネルギー評価のためのモデルに基づいて算定された(単位質量あたりエネルギー逸散率)の関数として表した結果、両者の間には強い相関があることを見出したものであって、換算された気体の容積とを直接比較したものではない。

論文番号 16

著者名 渡部靖憲，安原幹雄，佐伯浩

論文題目 砕波乱流へ平均流速変動への力学的寄与について

討論者 岡安章夫(東京水産大学)

質疑

乱れの特性量 (SGS 変動量など) を平均化して現象の指標とされていますが、非線形性の強い現象 (例えば底質の初期移動など) に応用することを考えた場合、かえって瞬時量を計算できる DNS, LES モデルの利点を損なってしまうということはないのでしょうか?

回答

ご指摘の瞬時の局所性が重要となるような問題を考えますと、ご指摘の通りです。ご指摘の例を考えますと、瞬時局所流体力と底質移動の関係が分からなければモデル化はできないので、実験あるいはこれらを評価する計算によって先ず物理機構を知ることは重要であり、DNS, LES はその有効な手段だと私も考えます。しかしながら、仮にこの現象を厳密に再現した計算結果を得たとしてもある瞬時量をどのように評価すべきか問題にぶつかると思います。本論文で考えようとしたことは、次のステップとして、計算を通して知り得た物理基礎量をどのように相関量あるいは統計量として評価しえるか、アプリケーションを考え得るかを議論しようとするものであります。ご指摘の問題は、私も非常に興味があり、LES の利点を生かし研究を行う予定であります。

討議者 水谷夏樹 (国総研)

質疑

SGS 応力が GS 成分に及ぼす量はいかほどか?

回答

本論文で考えました GS 変動応力項は SGS 平均応力項より 2 オーダー程度大きく SGS 変動応力項より 2-3 オーダー程度大きいものです。これらは分布が異なりますので影響を与えるパートやスケールが違ってくると思っています。

論文番号 17

著者名 岡安章夫, 岩澤秀光, 片山裕之, 敦賀 仁

論文題目 斜降渦による底面近傍 3 次元流速変動に関する実験的研究

討論者 黒岩正光 (鳥取大学)

質疑

水路幅の大きさと斜降渦の発生率との関係について分かる範囲で教えてください。

回答

斜降渦の発生に関しては水路側壁の影響が大きいのと思われます。そこで、本研究では側壁の影響が比較的小さい水路中央部分のみで計測いたしました。また、著者らが行った過去の研究においても水路幅は変化させておらず、また、水路中央部分で発生した斜降渦のみを対象に整理していますので、水路幅の影響については不明です。

討論者 水谷夏樹 (国土技術政策総合研究所)

質疑

斜降渦が流速計にヒットする場合の岸沖方向流速の時間変動について、戻り流れが弱くなる原

因は何でしょうか。

回答

今回の流速測定は底面近傍の1点でしか行っておりませんので、戻り流れ（または波谷位相での冲向き流れ）の構造までは分かりません。従いまして、冲向き流れ全体が小さくなったのか、冲向き流れのプロファイルが変化したのか不明です。考えられる要因としては1)斜降渦（または下降する流体塊）が岸向きに大きな運動量を持ち、それによって冲向き流速が減少した、2)斜降渦によって渦動粘性係数が増大し、冲向き流れの鉛直プロファイルが変化した、3)斜降渦の形成に伴い岸沖方向のせん断力が変化し、冲向き流れの鉛直プロファイルが変化した、等が挙げられると思います。

論文番号 18

著者名 森 信人，松野健児，岡安章夫，片山裕之，池野正明

論文題目 大型造波水路における砕波帯内3次元局所渦の計測

討論者 灘岡和夫（東工大）

質疑

乱れ強度と渦度の相関が低いとのことだが、物理的に考えて受け入れがたい（そもそも「乱れ」の定義として、渦度を含む流速変動を「乱れ」と呼ぶ。）

砕波点の沖側に位置する $x=-50\text{m}$ で w_z がかなり大きな値を示すのは物理的におかしいのではないか。

本研究での渦度の計測方法・データ処理の方法の妥当性について再検討して頂きたい。

回答

本論文内では乱れ強度の定義を、入射波の5倍周波数以上の振動成分としている。本論文内で計算している渦度は、アレイの距離を考慮して、高周波成分をカットしており、乱れ強度と渦度の相関が低く見えるのはこのためであると考えられる。

局所アレイの内、1つの面だけを用いて計算したため、渦度については誤差が大きいようです。全ての面で積分するような方法を考えており、もう少し精度良い結果を提供できると思います。

論文番号 19

論文題目 砕波帯の波・流れ・乱流構造に及ぼす風速の影響

著者名 井坂健司，安田孝志，米倉誠司，大澤輝夫

討議者 岡安章夫（東京水産大学）

質疑

測定において波浪場は定常に達しているのでしょうか？図 6 において「風あり」時の平均流速が岸向きとなっており、質量保存則が満たされていないように思われます。

回答

波動場は、定常に達しています。水面付近の流速データが欠けているため、厳密な議論はできませんが、図 6 では「風あり」時の平均流速は定常状態での質量保存則を満たしていません。ただ、平均時間が 8 秒間で、この分布が常に保たれているとは考えていません。平均時間をもっと長くすると、平均的には分布は下層では冲向き、上層では、風の作用もあって岸向きになると考えています。

質疑

図 7 (b) WS08 での乱流エネルギーが風有り、無しにあまり影響されないということでしたが図を見る限り倍程度異なるようにみられます。特に下層での違いが大きいです。

回答

ご指摘通り、 $z/h=-0.8 \sim -0.4$ 付近では乱流エネルギーは風有り、無しの場合との差は無いとはいえません。ただ、砕波や、風による影響が顕著となる $z/h=-0.8$ 付近よりも上層での差はさほど無く、分布形状もよく似た傾向を示していると考えられ、風の有り無しにあまり影響されていないと考えています。また、今回主張したかったことは、砕波規模の差異などにより乱流エネルギーの鉛直分布が大きく異なる測点 WS05 の場合に比べると WS08 ではあまり影響されていないということです。

論文番号 20

著者名 奥村悠樹，渡部靖憲，佐伯浩

論文題目 砕波帯内の 3 次元流速の実験的評価-拡張型 3 次元ステレオグラム PTV の開発と応用

討論者 重松孝昌（大阪市大）

質疑

底面近傍で精度が低い理由を教えてください。

回答

キャリブレーションの手順の中で画像の読みとり等の人的ミスの結果と考えています。追加実験でキャリブレーションを再度行ったときには見られなかったため、この計測法の特性ではないと考えています。

質疑

気泡を多く含む領域では屈折率の関係で中立粒子の位置を正確に捉えられていない可能性があるのではないかと予測されます。このような領域に対する精度についてご教示下さい。

回答

気泡の存在や水面変動による屈折率の変化は確かに精度に影響を与えていると考えています。論文中の微小振幅波下の粒子軌道に関する検証実験においては水面に浮かんだ粒子に対する比較も含んでありますので、この問題を含めて論文中に記述された 5% のエラー内に収まっていると考えてください。気泡に関する局所的な屈折率の影響は検討しておりませんが、大域的なエラーとして論文中の数字を考えていただきたいと思います。

討論者 柴山知也

質疑

この計測方法ではなぜ砕波直後の水平渦(horizontal roller)の存在がとらえられていないのか。

回答

著者の興味が斜行渦にあったためと三次元流速計測法の利点を示すため(2次元的な水平渦よりは3次元性の強い渦運動を捉えたかったので)、中立粒子を水面近傍ではなく水中から放出し、結果的に水平渦近傍に粒子が存在しなかったのが原因です。未確認ですが、水面から粒子を混入させれば原理的に水平渦を捉えることが可能であると考えています。

質疑

2 mm という大きな粒子と速度の追従性はどうか？

回答

本研究は3次元流速の計測法の提案をするものであり、粒子位置での輝度が十分に得られれば2 mm の粒子の使用はこの計測法に不可欠なものではありません。使用例として適用した砕波後の渦運動においては、特にこの問題で顕著となる3次元大規模渦中の粒子軌道を計測しようとしたものであり変動スケールは粒子スケールよりも十分に大きなものです。問題によってはやはり粒子は選択されるべきと考えております。

質疑

粒子を多く入れると、粒子の分別が難しいと思われませんが、それをどのようにしているのか？

回答

PTV系の計測法にはやはり粒子の数の制限がポイントとなります。Super-resolution系の方法もありますが、本来PTVのメリットと考えられていた撮影フレーム数の制限に寛大である点と画像情報を節約できるというコスト面を優先させこの計測法を考えました。基本的に粒子位置はステレオグラムPIVの様に2つのカメラからの情報から決定できますが、多粒子計測の場合、粒子の重なりや両カメラと同一平面上の粒子の併走などで非常に致命的なミスマッチを発生させる可能性があります。そこで、さらに一台カメラの増やし、他の二台と異なる平面からの光軸を持つように設置し(一点を焦点とする三角錐の他の頂点にカメラを配置し)、三台のカメラからの情報から制限を増やすことでこの問題を大きく低減させました。

質疑

従来のPIV法に比べどのくらい低コストなのかを具体的にお聞かせ下さい。特に(1)機材の購入等初期コスト(2)ランニングコストについて教えていただくと幸いです。

回答

レーザーシートを使ったPIVでは高速カメラも必要なので二次元でも1000万円程度、三次元(ステレオグラムPIV)では少なくとも3000万円程(全くの予想ですが)のコストを考えなければならぬと思います。本計測法に必要な機材は、市販のデジタルビデオカメラ(一台20万円程度)三台、照明としてブラックライトの蛍光灯(一本数千円)を十数本、あとは暗室とする

ための暗幕程度です。我々は画像変換するために Macintosh 用画像変換ソフト Graphic Converter (シェアウェア) で画像を 2 値化及びアスキー変換し解析を行っていますので、かなり低コストで解析しています。

一つ、注意していただきたいのは、この方法は低コストで広い領域において大規模な 3 次元運動をある程度の精度で計測しているのに適しています。市販のビデオカメラを使用するので、30Hz 以上の高周波運動は扱えませんし (高速ビデオを使用すればこの問題は回避できます)、論文中にお示ししました 5 % のエラーが問題となる現象には適用できません。現段階では、高価で非常に限られた領域しか計測できないようですが、高精度かつ詳細な現象 (小スケール乱流等) を扱う場合は SPIV や HPIV の方が適当だと考えます。

論文番号 21

著者名 有川太郎, 鈴木高二朗

論文題目 PIV 解析を用いた現地海浜流の計測システムの開発

討論者 武若 聡 (筑波大学)

質疑

ここでは、波動成分と流れ成分の分離を試みているが、両者を直接求め、その時間の平均から流れを求めることはできないのか？

回答

PIV では追跡する流速によって解像度等を決定するため、波動成分と流れ成分では流速のように、速度に大きな差があるような場を同時に PIV で解析することは困難であると思われます。よって、波動成分の影響をできるだけ取り除いた画像を作る必要があると思われます。

質疑

講演では「連続式を満たす補正を入れた流速推定を行った」と述べたが、表面流速場には必ずしも連続性を要求されないのではないのか？

回答

砕波帯内のように非常に浅い場であれば、第一次近似として満たしていてもおかしくはないと考えられます。ただし、当然、戻り流れ等が発生しているはずですので、満たす必要はないと思われれます。

討論者 岡安章夫 (東京水産大学)

質疑

本解析において質量保存式は満たされているのでしょうか？水表面においては砕波による質量輸送も加わり実現象では連続式が満たされていないと思うのですが。

回答

上記の質疑と同じことですが、そのとおりだと思います。今後はこの点を考慮して改良していきたいと思います。

討論者 Ahammed (Univ. of Tokyo)

質疑

How could you manage the air bubbles during wave breaking since it is random in position?

回答

The color strength of the bubbles during wave breaking is larger than that of the bubbles over the current. We use 8 bit color, that has 0 to 255. The color strength of the bubbles during wave breaking is more than 80% of maximum. Therefore we define the upper limit and the lower limit, and change the color outside the limitation

論文番号 23

著者名 柴山知也, Winyu Rattana Pitikon

論文題目 砕波帯内戻り流れ(Undertow)の推定方法

討論者 西村仁嗣 (筑波大学 機能工学系)

質疑

(直前の服部教授の質問と関連して)

砕波形態が異なると波高減衰のパターンが異なり, Radiation Stress の分布も変化するので, 砕波帯内の流動メカニズムはかなり根底から変化し得るのではないか.

回答

現状の工学的興味から言うと, 本評価法の簡便さに比べて, 示した差異は大きな問題ではないと思います. また, 砕波形態を推定することは容易ではありません. ただし, さらに詳細を議論する段階では当然そうした要因を考慮する必要があると思います.

論文番号 24

著者名 武若 聡・三崎尚一郎・岡本宴徳

論文題目 画像計測による沿岸流速分布の推定

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

画像計測により推定された沿岸流速の平均値と既存の各種沿岸流速公式による予測値との照合を示して下さい.

沿岸流速に見られた時間変動の原因の一つは方向スペクトルで表される波浪の方向分散性に基づく確率的変動と考えられます. 合田・水沢(合田良実 水沢達也: 砕波帯内の海浜流・水位の時空間変動に関する数値実験, 海岸工学講演会論文集, vol.41, pp.346-350, 1994)は直線状一様傾斜斜面海岸へ方向スペクトル波浪を入射させ, 時々刻々の水位・流速の空間分布から radiation stress の時空間変化を計算しました. その結果では, 水位のサーフビートと同じように, 沿岸・岸沖流速の不規則な長周期変動が計算されています.

回答

最終砕波帯内には流速計が設置されていなかったために, 推定された流速値の妥当性を直接

的に検討することはできませんでした。合田先生の提案されている沿岸流速分布公式（Coastal Engineering in Japan, Vol. 34, pp159-175, 1991）と論文中に示した流速値の比較を行った結果を下図に示しました。推定値と公式が与える分布の流速最大値の地点はほぼあっていますが、流速値のオーダは大きく異なっています。これの一因は、推定値が表面流動を捉えたものであることにあると考えています。また、観測時間帯では明確な波の再生域が見られた2段砕波（一部の波が図中の200 m付近で砕波し、全ての波が100m付近で砕波）の状況にあり、最終砕波帯の沖側にも沿岸方向の流れの発達が見られました。

コメントを頂きありがとうございます。現在のところ、ご指摘を頂いた点について回答するための検討を行っていません。別の機会に報告できるように努力します。

討論者 有川太郎（（独）港湾空港技術研究所）

質疑

ライン画像で岸沖方向の流速はどのようにして求めるのでしょうか？

回答

沿岸方向の流速を推定するのと同じ手順で、先ず岸沖方向のライン画像を作成し、その後岸沖方向の流速を推定します。前報（武若ら、海岸工学論文集、第48巻、p128、図-3、2000）には岸沖ライン画像の一例があります。他の観測日に撮った画像の中には離岸流の発生を捉えていると考えられる画像があります。ただし、現在所有している画像データに顕著な岸沖方向の流れが捉えられている例が少なく、また、本格的に解析を行っていないこともあり、ここでは「岸沖方向の流速を推定することも原理的に可能である」と回答するのに留めておくことにします。

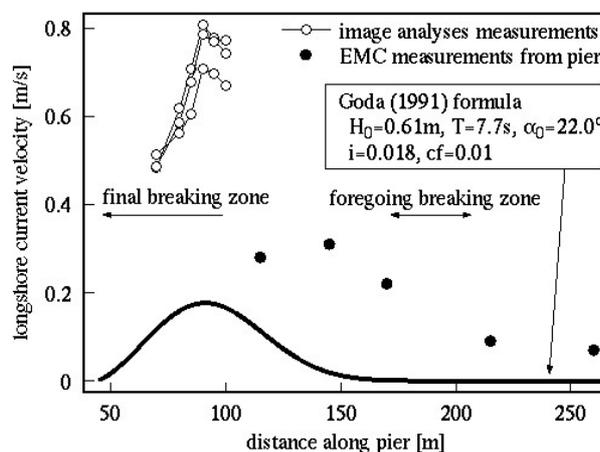


図 24-1 沿岸流速公式と観測値の比較

論文番号 25

著者名 大山 巧，長谷部雅伸

論文題目 砕波による渦度供給を考慮した砕波帯内の波・流れ場のモデル化

討議者 日野幹雄（中央大学）

質疑

「渦度を含んだ波」は「普通ポテンシャル波」に変わる、「渦度が波のエネルギーへ変わる」と説明されたように思うが、そのプロセスを式と言葉で示してほしい。エントロピー増大の法則との関連をどう説明するのか。「渦度が消える (Dissipate する)」とういことなら良いが....

回答

討議者は、潜堤上で砕波した後 (渦度を含んだ波が生成された後)、潜堤背後で渦なしの波が再生されるという説明のことを指摘されているかと思います。ただし、これは「一旦、渦に変化したエネルギーが再びポテンシャル波のエネルギーに移行する」という意味ではなく、「潜堤の場合は斜面上の砕波と異なり全てのエネルギーが (渦度を介して) 逸散されるのではなく、ポテンシャル波として残されているエネルギーが形態を変えて (分裂波として) 伝播される」という意味です。以下、本質的な部分を説明します。

まず、トータルのエネルギーバランスを支配しているのは、式(10)の運動量方程式ですが、その中に

$$\frac{\partial M_{xx}}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \int_{-h}^{\eta} (u_r^2 - U_r^2) dz \quad (u_r : \text{渦度流速成分}; U_r : u_r \text{の水深平均値})$$

といった項が現れています。これは渦度流速成分が鉛直分布を持つことによって生じる項であり、物理的な意味は Surface Roller モデルにおける過剰運動量 (Excess Momentum) の項と同じです。

Madsen らの論文 (Coastal Eng. Vol. 32, pp.255-287, 1997) に詳しく示されているように、この項によりエネルギーが逸散されることになります。すなわち、本モデルは、「砕波 渦度の生成

渦度流速成分の発生 エネルギー逸散」という流れになっているわけです。また、渦度の時空間変化に関しては、式(19)の渦度方程式：

$$\frac{\partial \bar{\omega}}{\partial t} = \bar{P}_{\omega} + \bar{\nu}_t \frac{\partial^2 \bar{\omega}}{\partial z^2} \quad (\bar{P}_{\omega} : \text{砕波による渦度供給フラックス}, \bar{\nu}_t : \text{渦動粘性係数})$$

を底面および水表面での渦度が 0 ($\bar{\omega} = 0$ at $z = -h, \eta$) という境界条件の基に解いています。この式は、いわゆる 1 次元熱伝導方程式であり、渦度は時間の経過とともに鉛直に拡散しながら逸散されます。

以上のプロセスで示したように、本モデルでは渦に移行されたエネルギーが再びポテンシャル波のエネルギーに戻ることはなく逸散されることから、エントロピー増大の法則に従っていると考えます。

論文番号 26

著者名 黒岩正光, 松原雄平, 犬飼拓志, 野田英明, 孫 彰培

論文題目 1 方程式乱流モデルを用いた準 3 次元海浜流数値シミュレーション

討論者 日野幹雄 (中央大学)

質疑

エネルギー \tilde{k} は鉛直平均した 2 次元の式で、 k は 3 次元場の z 方向の変化か？両者の結びつきについて説明されたい。

回答

本モデルでは、水平方向および鉛直方向の(渦動粘性係数で代表させる)乱れの拡散を別々に取り扱っている。本来、3次元の乱れの運動エネルギーの輸送方程式を直接解き、渦粘性を評価すべきであるが、水平と鉛直拡散の特性が異なることから、それぞれについて解くことを試みたものである。

\tilde{k} の1方程式は水平渦動粘性係数のみを評価するもので、 k は鉛直方向の渦動粘性係数を評価するためのものである。 k は3次元場の z 方向の変化であるが、厳密に水平方向の移流拡散の影響は取り込まれていない。流れの3次元計算を行うことによって得られる水平方向流速の鉛直分布に起因する乱れエネルギー生成項を考慮している。 \tilde{k} と k との関係については、厳密ではないが、流れ場の3次元計算から得られる流速分布に起因する shear が乱れエネルギーの生成項に、すなわち \tilde{k} については断面平均流速から得られるせん断変形によるものが、 k については流速の鉛直分布に起因するものが乱れエネルギー生成項に考慮されており、同時に流れの運動方程式、乱れエネルギーの1方程式を解くことによって相互の関係が保たれる。ただし、水平と鉛直方向の渦動粘性係数は別々に解を得ることが可能であるが、 k の鉛直平均と \tilde{k} は一致しないという問題点がある。今後、3次元の乱れの運動エネルギーに関する1方程式を直接解く方法を試みる予定である。

論文番号 27

著者名 池野勝哉, Mohammad Dibajnia, 喜岡涉

論文題名 可視化手法を用いた波群中波の追い付き現象の計測

討議者 日野幹雄(中央大学)

質疑

「波群を構成する個々波の追い付き現象により、新たな長周期波が形成され・・・」と言われましたが、「波群による surf beat の発生」と本質的に同一メカニズムのことではないか。

回答

結果的に「新たな長周期波」は「surf beat の一種」となりますが、今回、その発生プロセスの一つが個々波の追い付き・合体・吸収によるもので、長周期波の波峰がより追い付き現象の顕著な個々波間にシフトすることを示した。これは振幅の違いによる分散性が顕著となる極浅海波の場合にできる長周期波 (surf beat) になる。

討議者 柿沼太郎(東京大学大学院)

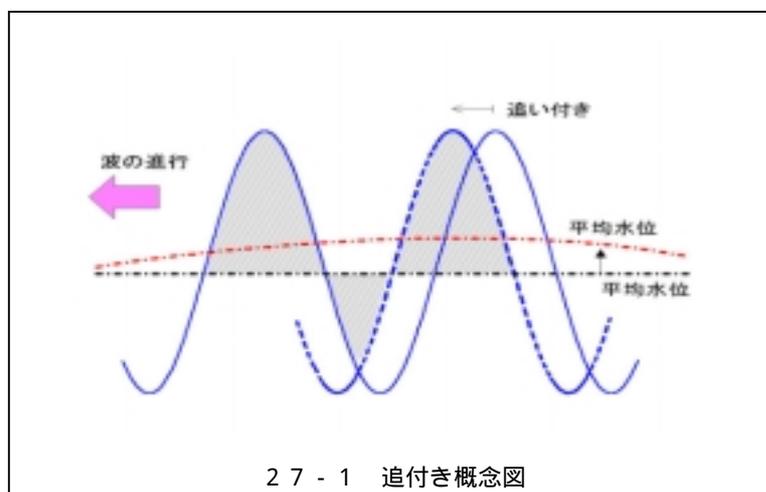
質疑

波の追い付きによって長周期成分が発生する機構の概念図を示されたが、その際に「長周期波の正体」と述べられた。今回の可視化実験によって見出されたその正体について詳しく教えて頂きたい。

回答

追い付きにより発生する長周期成分は下図のような追い付きにより上昇・シフトする平均水位

に起因していると考えられます。また、可視化実験により追い付き現象を伴う個々波間のトラフレベルが上昇する様子を確認できました。そして、追い付き後の合成波における上層部と下層部では、異なる流速場が存在し、摩擦の少ない下層部を上層部が滑るように遡上しており、いわゆる遡上域の長周期化されるプロセスの一因がここにあると思われます。



論文番号 28

著者名 梅山元彦，新谷哲也

論文題目 斜面を遡上する内部波の変形・砕波に関する可視化実験と k-モデルを用いた数値解析

討議者 大山 巧（清水建設㈱技術研究所）

質疑

下層の流体がちぎれて遡上するところまで数値モデルで再現できるのか？

回答

本計算では、上層と下層の両方を含めて計算領域とし、内部波の伝播・変形は密度の輸送方程式を解いて求めています。従って、ちぎれて遡上する部分も密度が移流・拡散する過程として再現されます。

質疑

ちぎれて遡上した（下層）の流体はその後どのような挙動を起こすのか？また数値モデルで再現できるのか？

回答

実験において、ちぎれて遡上する下層流体は、遡上しながら徐々に混合して減衰していきます。その後、その流体はある程度遡上したところで、今度はシート状の流れとなって斜面を下り、次に打ち寄せる内部波と干渉します。このシート状の流れは、非常に薄いため計算メッシュを非常に細かくしないと正確には計算で再現できないと考えられます。しかし、本計算においても斜面に取り残された密度の高い流体が斜面を下って流れていく挙動を確認することができます。

討議者 長谷部雅伸（清水建設株）

質疑

乱流モデルとして k- モデルを採用していらっしゃいますが、なぜこれを採用したのか理由もしくは考え方をお願いいたします。

回答

既往の研究において、斜面上の内部波の碎波・変形に関する数値計算には、k- モデルや LES が乱流モデルとして使われてきています。本研究では、水槽全体を計算領域としているため、3次元計算を必要とする LES よりも2次元の k- モデルの方が計算時間などの面から適当だと考え採用しました。将来的には、いろいろな乱流モデルを採用して適用性の検討を行ってみたいと考えています。

討議者 山崎裕介（東京理科大学水理学研究室）

質疑

数値計算のことについてですが、平均圧力 \bar{p} をどのように求めているのかがわかりませんでした。 \bar{p} は連続式から求めたということですが、連続式は、

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

であり、これからどのように求めたのでしょうか？

また、数値計算の誤差の考察で、移流項の風上差分の精度を QUICK スキームよりも精度の良いものをとということですが、そんなに風上差分の数値粘性が効いているのでしょうか？それよりも圧力の取り扱いや乱流モデルの取り扱いの方が重要な気がします。

回答

圧力 \bar{p} の求め方に関しては、SIMPLE 法に関する論文や書籍を読んでいただければわかりますが、SIMPLE 法では圧力を決めるために、圧力そのものでなく、その補正量を変数とする圧力補正式を解きます。その圧力補正式は連続式を変形することによって得ることができます。その後、得られた圧力補正量に従って圧力・速度を修正して収束解を求めていきます。

内部波の碎波部分では、当然乱流モデルに依存する影響が重要な位置を占めると思われます。しかし、本計算では、内部波の造波部分から伝播していく過程も計算しており、水深の変化しない部分において内部波が伝播する際に、密度境界面が実験よりも不鮮明になる傾向が得られました。これは、乱流モデルというよりも移流項の差分化の影響（数値拡散）によるものであると考えられます。本研究では、以前 QUICK スキームではなく Hybrid 法を用いて移流項を近似していましたが、この場合には内部波が数値拡散の影響で減衰し、周期が短い場合には斜面まで到達しないケースもありました。

論文番号 29

著者名 後藤仁志，酒井哲郎，林 稔，織田晃治

論文題目 MPS 法による津波の堤越流・氾濫過程の数値シミュレーション

討論者 大山 巧（清水建設（株）技術研究所）

質疑

粒子数をどのような基準で設定すればよいのか？

回答

格子を使う方法で、グリッドスケールをどのように選べばよいのかという問題と同様と考えます。粒子スケール以下の流れの構造は無視されることを前提に適切なスケールを選ぶこととなります。

討論者 日野幹雄

質疑

（大山氏の質問と後藤・織田氏の回答を聞いてのコメント）流体要素の大きさ Kolmogorov scale まで小さくできればよいが、そうでなければ流体要素内の turbulence の作用が表現されない。それ故 LES 的な formulation が必要でしょう。

回答

重要な点に関する御指摘かと存じます。Navier-Stokes 式を解くと言う立場をとっていますので、暗黙のうちに DNS と言っていることになるかと判断される方々が少なくないのかも知れません。御指摘のように LES と同様のサブモデルが必要であると考えており、その種のサブモデルを SPS 乱流モデルと名付けて、Smagorinsky モデルを組み込んだ MSP 法による計算の枠組みを提案しております。以下の文献を御参照いただくと幸いです。

Gotoh, H., Shibahara, T. & Sakai, T.: Sub-Particle-Scale Turbulence Model for the MPS Method - Lagrangian Flow Model for Hydraulic Engineering -, Computational Fluid Dynamics Jour., Vol.9 No.4, pp.339-347, 2001.

このモデルを組み込むと計算負荷が大きくなるので、現時点では SPS 乱流モデルを外した計算を行っております。また、上記の論文では自由噴流を対象とした計算例しか公表していませんので、基本的な場での計算を系統的に行って、モデルの評価を進める必要があると考えております。

論文番号 30

著者名 柿沼太郎

論文題目 透水性海浜における内部波の挙動の数値計算

討論者 二瓶泰雄（東京理科大 土木）

質疑

どのような実際の現地条件に適用しようと考えているのか。

回答

海岸域や陸水域における内部波解明のために、内部波の完全非線形方程式系（柿沼，2000）を拡張し、斜面遡上部における内部界面の汀線移動及び地中空隙内における内部波の伝播の数値解析を可能にした。その結果、防災の観点から、湾内に密度躍層がある場合の津波や高潮の挙動、また、環境問題として、沿岸部の漁礁や底質移動に対する内部波の影響や、汽水域における海水

の遡上といった現地の諸問題に本モデルを適用できるであろう。また、本論文の図 - 9 は、潜堤内の内部波の挙動を示しているが、その絶対的な長さを大きくとると、島嶼地中部に進行する淡塩水境界面としての内部波の問題と見ることができる。

質疑

内部砕波の効果を考慮しないで数値計算を行うことは無理があるのではないかと？

回答

ここで扱った条件では、図 - 2 (b) に示したような不安定が生じることなく内部波が地中に透過している。内部波が非線形波動としてどのような挙動を示すのかを解明するにあたり、本 layer モデルは、不安定や混合を考えないがゆえに、強非線形性・強分散性を含む内部波の特性を調べるために有効である。砕波に伴う渦度の効果は、柿沼ら (1998) を参考にして本方程式系を渦度場に拡張し、乱れの効果は、表面波に対する既存のモデルを参考にして考慮するのであるが、これと同時に、内部界面の不安定を考慮可能なモデルを検討中であり、本モデルの結果と比較することによって、どのような条件において砕波の効果が重要となるかが明確になるであろう。

参考文献

柿沼太郎・渡辺 晃・磯部雅彦 (1998): 渦度を考慮した非線形緩勾配方程式, 土木学会第53回年講概要集, 11, pp. 258 - 259.

柿沼太郎 (2000): 非線形緩勾配方程式の内部波への拡張, 海岸工学論文集, 第47巻, pp. 1 - 5.

論文番号 31

著者名 宮武 誠, 藤間 聡, 川森 晃

論文題目 前浜浸透流が汀線侵食現象に及ぼす影響について

討議者 浅野敏之 (鹿児島大学)

質疑

遡上先端上部の砂層内でも鉛直方向流速があるのはおかしくないか。

回答

本解析で使用した飽和 - 不飽和浸透流方程式は、未知量をピエゾ水頭で扱っているため、飽和帯では位置水頭による重力成分(鉛直下向き)の浸透流が発生します。また、本実験の砂浜モデルでは、地下水位より上部の砂層厚が 20 cm 程度であり、論文中で示した水分保持特性曲線において、上部砂層全層は毛管飽和帯に相当しております。従いまして、遡上波先端よりも上部の砂層内で発生する鉛直下向き方向の浸透流は、毛管飽和帯の位置水頭による重力成分の浸透流であり、本実験での砂浜モデル内における毛管・飽和帯の浸透流挙動を再現しております。御助言いただいた事項にきましては、今後、詳細に検討し、遡上波先端より上部砂層表面の境界条件を改良していく所存であります。

論文番号 33

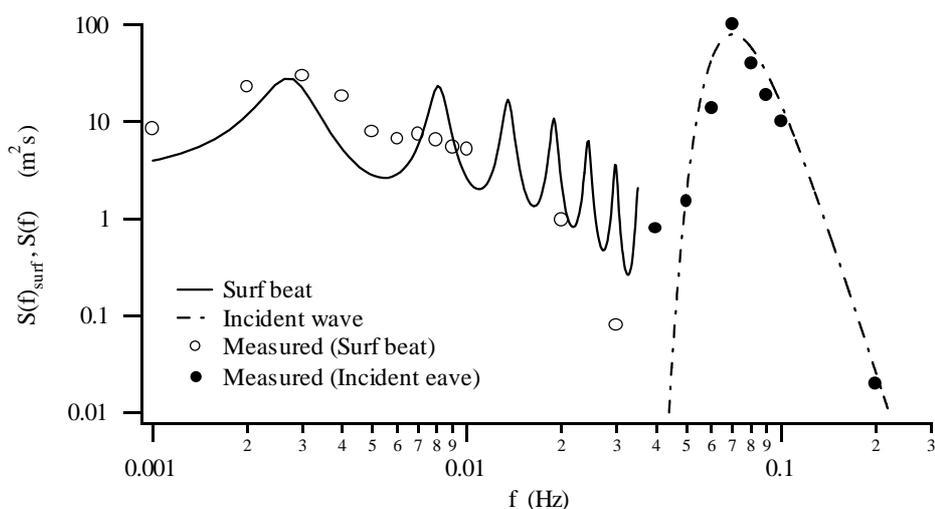
著者名 木村 晃, 中本克己

論文題目 リーフ上に発生する長周期自由波について

訂正(補足説明)

リーフ地形を常に P.161 の図 - 1 の様にステップで近似するのは若干乱暴かもしれませんが、リーフをこのように近似することの是非はリーフ前面からの反射率が一つの目安になると考えます。すなわち、リーフ前面の勾配を持つ様斜面からの反射率がほぼ 1 と見なせる場合には図のようにステップで近似してもよいと考えます。反射率は Battjes の実験公式 ($K_R = 0.1\xi^2$: $\xi = \tan \beta / \sqrt{H/L}$) で近似するとして、波形勾配として十分発達した風波の有義波の値 $(H/L)_{1/3} \approx 0.035$ を用いると、 β (斜面勾配) が 30° より大きければほぼステップで近似してもよいこととなります。

論文集の P.165 の図 - 3 はリーフフラットの幅を 650m として計算しております。これは仲座先生らの 1998 年の海講論文集 (pp.281-285) 中で示された値を用いたものです。しかし同論文中の図 - 2 の地形図を参考にすれば、 $l=460\text{m}$ 程度と推定されます。下図は計算条件として l だけを 460m とし、他は論文集の図 - 3 と全く同じ条件で計算した結果です。図のように第 1 共振モードの部分の対応が改善されています。ただ、周波数が 0.01Hz から 0.03Hz あたりの対応がよくありませんが、これは摩擦を考慮していないこと、本モデルが 2 次元モデルであること等々の影響もあると考えますが現時点ではこれらの影響は評価しておりません。



論文番号 34

著者名 北野利一, 山本陽平, 喜岡 渉, 間瀬 肇

論文題目 時間領域における入反射分離法の試み

討議者名 合田良実((株) エコー)

質疑

分散関係を仮定しないで入反射分離ができるということで、ストークス波の高調波成分やスリットケーソンの反射波が 3 倍周波数成分を発生させる現象 (港研資料 No.270?, 1974, 低天端型護岸の越波 わからなかったら, goda@ecoh.co.jp へ問い合わせして下さい) の解析にも効用が大きいと考えられます。数値シミュレーションだけでなく、水理実験も簡単ですので、ご検討

下さい。

回答

本研究の応用についての示唆として、貴重なご意見ありがとうございます。本研究のねらいは、位相速度をあらかじめ仮定せずに、入反射分離を行うことができないか？ということであり、本研究の解析理論では、比較的近い距離にある3点での空間波形を三角関数の一部として表せると仮定しています（ただし、その振幅の時間変化はあるとします）。対象とする波は規則波ではないため、空間波形が三角関数からずれていることが、推定誤差として現れます。つまり、解析対象波は、ある程度狭い波数帯域に限定した波とする必要があり、広い帯域の波数を含む不規則波を対象とすることはできません。このことは、従来の周波数領域での入反射分離法において、設置した波高計間隔に応じた適切な範囲での波長を持つ波（その波長域に対応する線形分散関係から得られる周波数域の波）に限られる、という波高計設置間隔の問題と密接に関係します。したがって、高調波成分も含めた入反射分離を考える場合には、高調波成分波に応じた間隔で波高計を追加して解析する必要があると考えます。

論文番号 35

著者名 太田隆夫, 萩 義紀, 木村 晃

論文題目 高波浪期間における波高の出現特性

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

波高分布の特性はワイブル分布をあてはめたときの形状母数 に支配されますが, の値は周波数スペクトルの尖鋭度に影響されるのではないかと推測されます. パラメータ あるいは JONSWAP の 値などとの相関をご検討されてはいかがでしょうか.

回答

周波数スペクトルの形状特性が Weibull 分布の形状母数に影響することは十分認識していますが, 波浪特性が一定ではなく時間的に変化していく場合にどの時点での値を採るかについては考えがまとまっていません. これも含めて, ご指摘いただいた点について今後検討したいと思えます.

討論者 畑田佳男(愛媛大)

質疑

高波浪期間の規準波高の設定レベルを変えると, 結果はどう変わりますか.

回答

基準波高の設定値により波高の超過確率やあてはめた Weibull 分布の母数は若干違ってきますが, 本研究で使用したデータでは基準波高との関係は明確ではありません. 基準波高の設定値についても, 本研究では $0.8(H_{1/3})_{\max}$ を下限の目安としていますが, 高波高を対象とする場合には従来のように 3m や 4m といった一律の基準値で期間を設定するのではなく, ここで用いたような基準が必要であると考えます.

論文番号 36

著者名 小松崎泰光, 加藤始, 信岡尚道

論文題目 波の統計量に及ぼす非線形性の影響 主として数値シミュレーションを用いた解析

討議者 合田良美((株)エコー)

質疑

面倒な非線形シミュレーションを遂行されたご努力に敬意を表します. 結果として skewness の値が観測値よりも全体に低目な原因は, 入力スペクトルに B - M型, すなわち高周波側が f^{-5} に比例するものを使われたためでしょう. Tayfun (1990?, ASCE WW)によれば周波数スペクトルの自由波成分は $f^{-8} \sim f^{-9}$ であり, それに対する非線形成分が加わった結果として f^{-5} が形成されるといわれています. 次回に検討される機会にはこうした自由波スペクトルを使われることをお奨めします.

回答

貴重なコメントを有難うございました. 次にやる機会があれば, 検討してみたいと思えます.

(文責：加藤)

論文番号 38

著者名 北野利一，間瀬 肇，喜岡 渉

論文題目 一般化最小自乗法による確率波高の最良線形不偏推定法

討議者名 合田良美((株)エコー)

質疑

最小自乗法による確率波高の推定誤差は，最尤法よりもやや劣るといわれますが，最小自乗法の改善によって，最尤法にどれだけ近づくのでしょうか？

回答

結論からいうと，最尤法による推定誤差とを理論的に比較する観点から，Cramer-Rao の定理による不偏推定量の最小誤差分散との比較を行っています．最尤法の推定誤差分散は，標本サイズの増加とともに，Cramer-Rao の定理による不偏推定量の最小誤差分散に漸近することが示されています．その点で，本研究では，最小自乗法の改善により最尤法と同等な性質(推定誤差分散の最小誤差分散への漸近性)があるのかを検討することに主眼を置き，具体的に，数値シミュレーションにより最尤法との誤差比較をするよりも，理論的に得られる最小誤差分散との比較を行うことが先決だと考えました．

最尤法と比較して，最小自乗法の優位性(があるかどうか)を検討するという観点では，ご指摘のとおり 標本サイズに対する漸近性(漸近のスピード)について検討する必要があります．今後の検討課題として考察したいと思います．

論文番号 39

著者名 野中浩一，山口正隆，畑田佳男，大福 学

論文題目 東シナ海における台風時波浪の極値の推定

討論者 合田良實(株式会社エコー)

質疑

図-6では形状母数が空間的に変化していますが，これを H_{1000}/H_{100} の比で表すと，変化の割合が小さくなるのではないのでしょうか．私が行った防波堤ケーソンの性能設計の検討(海洋開発論文集，2001)では，極値分布のひずみ度($\xi_{50}=H_{50}/H_{10}$)が同じであれば，形状母数が異なってもほとんど同一の滑動量などを与える結果となっています．今後の御研究におかれては，こうした極値分布のひずみ度についても言及して下さることを希望します．

回答

適切なコメントを戴き，有難うございました．講演後に比率 H_{1000}/H_{100} の空間分布を調べましたところ， $k=3$ の領域で1.15， $k=2$ の領域で1.25， $k=1.4$ の領域で1.3~1.35となっていました．

討論者 笹 健児(神戸商船大学大学院)

質疑

極値として計算された台風はどのようなパターンにあたりますか。台風内の波浪には経路・速度・風域等も強く影響すると思いますので、

回答

御質問の意味を正確に把握しかねますが、本研究において既往台風では51年間315ケースの台風、シミュレーション台風では500年間2600ケースの台風について個別に波浪推算を実施し、これから得た台風時年最大波高資料に対して極値解析を行っていますので、確率波高の推定値は現実に生じたあるいは生じうるほとんどすべての台風パターンを反映していると考えます。また、既往台風の場合には図-4に例示しました台風4806号、7709号、9119号、6118号をはじめとする11ケースの台風に伴う異常波高が各小海域の確率波高に大きく寄与していると思われる。

論文番号 42

著者名 水谷法美，吉田達哉，番場豊和

論文名 GPV を利用した海上風の数値計算と観測資料に基づく風と波の相関に関する研究

討論者 永井紀彦（港湾空港技術研究所 海洋水工部）

質疑

局所的な風波（周期約3秒）の発生・発達に大きな影響を与えるのは、周期50秒以上の風の長周期変動成分であるとのこと、大変興味深い内容でした。このことは以下のように考えてもよろしいのでしょうか？

風波の周期から見れば非常に周期の長い、すなわち定常的な風成分が風波の発生・発達に重要であること。

風波と同程度の周期の風の変動成分のパワーは、風波の発生・発達にはあまり影響しないこと。

回答
風の発達・減衰過程における風と波のスペクトルの時間変化の相関関係より、現段階では上記の内容が指摘できるのではないかと考えています。ただし、風と波のエネルギーのやりとりについて直接議論していませんので、これらの内容について、別の観点からも議論する必要があると考えています。また、今回は白浜における現地データのみを対象としていますが、これから別の地点の現地データでも同様の結果が成立するのかどうか議論すべく準備中であり、これについては、結果が得られましたら別途報告させていただきたいと考えています。

論文番号 45

著者名 小林智尚，足立忠行，水谷英朗，安田孝志

論文題目 大気・波浪・海洋相互結合モデルの構築

訂正

表 1でPOMの最上層の層圧が約300mとなっているが、約50mが正しい。

図 3(e)の水深は150mではなく50mが正しい。

討論者 間瀬 肇（京都大学 防災研究所）

質疑

WAM の砕波による海面せん断力は白波砕波のことですか。

回答

海洋波浪から海洋流に作用させる海洋せん断力は白波砕波を介して輸送されるものを考慮しました。波浪推算に用いたモデルが WAM であり、また対象領域は水深が十分大きいので、砕波は白波砕波のみであり、浅水砕波は対象としておりません。

討議者 木村彰宏（株式会社 ハイドロソフト技術研究所）

質疑

今回の計算では、POM モデルの影響が小さいようですが、POM モデルの影響が大きく出るようなケースはどのようなものが想定されますか。

回答

地形では海峡のような狭く浅い領域、また時間では長時間の計算で POM で大きな海流に値が計算され、WAM などに影響が現れると思われまます。今回のモデルでは考慮しておりませんが、特に大気・海洋間での熱輸送まで考慮に入れた場合には POM による計算のうち、海面温度が大気の運動に及ぼす影響が大きいと想像できます。

論文番号 46

著者名 小林智尚，足立忠行，水谷英朗，安田孝志

論文題目 大気波浪双方向結合モデルにおける海面粗度の影響

討論者 森 信人（電力中央研究所）

質疑

C_0 を動的に変化させると u_{10} の変化は少ないが、 $H_{1/3}$ の変化は大きいという結果が示されていますが、風速が大きくなると波高は増加しないはずであると思えます。この点の説明があればご教授ください。

大気モデルの最下層の取り扱い法とその精度が分かれば教えてください。

回答

数値モデル上での議論になりますが、 C_0 の値を大きくすると同じ海上風速でも海面せん断力 τ_0 が大きくなります。するとこのせん断力によって海上風から波浪へより大きなエネルギーが輸送され、その結果波高がより大きくなると考えられます。

ARPS 単体では論文中の式(1)で運動量粗度長を推定して運動量フラックスを求めています。本研究の結合モデルではこの粗度長を WAM の quasi-linear 理論から求められた値を用いています。また運動量フラックスのほか、熱、水蒸気、海表面フラックスは線形分布を仮定しています。これは Blackadar の惑星境界層 (PBL) のパラメタライゼーション・スキーム (Zhang and Anthes, 1982) と同様です。精度の検証は行っておりませんが、上記のことから ARPS の精度はこのスキームと同程度と考えられます。

論文番号 47

著者名 川口浩二，橋本典明，永井紀彦，久高将信

論文題目 ECMWF 風データと WAM に基づく日本沿岸波浪の推算精度に関する検討

討論者 高山知司（京都大学防災研究所）

質疑

多峯型方向スペクトル波の推算も可能であるか．そのような計算を行ったことがあるか．

回答

特に多峯型方向スペクトルに着目して波浪推算を行ったことはありません．しかしながら，過去に，いわき沖の観測データと WAM による波浪推算結果を比較した際（海岸工学論文集第 46 巻 pp.276-280 を参照願います），観測データで多峯型方向スペクトルが見られた時刻において，観測データに類似する多峯型方向スペクトルが WAM によって推算されていました．このことから，WAM（第三世代モデル）は，方向スペクトルレベルにおいても，その推算精度は高いと考えられます．

論文番号 50

著者名 橋本典明・嶺泰宏・永井紀彦・吉松みゆき・三原正裕

論文題目 船舶の荷役可否判定を目的とした気象データに基づく長周期波の統計的予測

討論者 木村晃（鳥取大学・工）

質疑

長周期波の統計量はデータ数が少ないことが多く，計算結果は大きく変動する可能性を含んでいます．したがって，予測値と観測値の比較は変動を考慮して検討されてはいかがでしょうか．

回答

ごもっともなご意見だと思います．今後，先生のご意見を参考にして検討したいと思います．

討論者 仲井圭二

質疑

長周期波を 20 秒以上で一括して扱っているが，周期成分毎には解析しているか．

気象との関連の深いのはどの成分か．

回答

論文には紹介していませんが，実際には周期 20 秒以上の成分以外に，5 秒以下，5 秒～20 秒の 3 成分で検討を行っています．

今回の検討では，長周期波と気象との関連をブラックボックスとして統計処理しており，具体的な形で個々の気象パターンと波浪との関連については検討していません．しかしながら，当然のことですが，気象と関連が深いのは風波成分だと思います．なお，長周期波の発生については，沖合を台風が通過する場合には高い相関があることは確認しています．

討論者 後野正雄（大阪工業大学）

質疑

この手法を実際の予報に用いることは可能であるか。

回答

荷役作業可否判断を行うことを目的とした範囲内では、予測精度はある程度満足できる結果だと思っています。したがって、ある範囲の誤差を許容できれば実際に用いることは可能だと思います。しかしながら、風波やうねりの波高が小さいにもかかわらず、長周期波が発生する場合のように、低波浪時の長周期波発生の予測精度は必ずしも十分ではなく、まだ改良の余地があると思います。今後、長周期波の発生を予測するモデルを構築するために必要な最適な先行指標とは何かを検討しながら、さらにモデルの改良を行う予定です。

討論者 関本恒浩(五洋建設)

質疑

予測値と実測値のズレが生ずる原因は何か。

台風モデル等を組み合わせることによって予測精度は向上するでしょうか。

回答

今回用いた統計的手法による予測精度は、気象の入力データの精度に強く影響されます。今回使用した ECMWF 気象データは、一般に最も精度の高いデータであると言われてはいますが、日本周辺の気圧配置等を気象庁のデータと詳細に比較すると、例えば低気圧や台風等の中心位置などがズレている場合があります。このような誤差が、予測値と実測値のズレの一因になっているのだと思います。

台風モデルを使用する場合、台風モデルの推算結果と ECMWF の推算値との接続法等に検討すべき点がありますが、気象データの精度を向上させることができるため、本手法による長周期波の予測精度の向上には有効であると思います。

論文番号 52

著者名 中畑 禎，落合敏浩，柏原裕彦，花山格章，森屋陽一，関本恒浩

論文題目 冬期日本海の現地観測に基づく浅海域への入射長周期波の評価

討論者 喜岡 渉(名古屋工業大学)

質疑

計算に用いたブシネスク方程式について

拘束長周期波への適用性について、サブハーモニック伝達関数特性のみで判断されているがそれでいいのか？

砕波により発生する長周期波の振幅は個々波の砕波変形の与え方によって相当に変わってくる。どのような砕波モデルにより計算されているのか？

汀線境界における反射条件はどのように取り扱われているのか？

回答

長周期拘束波の性質として、成分波の周波数および波向が寄与しています。適用性の検証とい

うことでは、これらを含めた評価が必要です。ただし、拘束波は2次の差の干渉が主体であり、基本波のスペクトルのピーク周波数付近のエネルギーの寄与が大きいこと、さらに干渉する成分波の波向が近いほど、拘束波への寄与が大きいことなどを考慮し、サブハーモニック伝達関数で評価することとしました。

片山・佐藤(1993)が提案したモデルを用いており、個々波の状態を考慮して渦動粘性係数を与える方法を用いています。砕波点は、波の不規則性を考慮して表層の流速と波速の比を0.48としました。したがって、砕波後の波の変形を水深に規定させるようなサチュレートモデルとは異なり、砕波帯内でもある程度の波群性が残るようなモデルとなっています。

汀線境界は、水深3.5m以下の領域を一律3.5mとし、汀線位置で直立壁とするとともに、この部分にスポンジ層を配置することによって、現地の汀線や護岸の条件を再現させています。自然海岸では基本波の反射率が0.1程度になるように設定しています。長周期波に対しては、スポンジ層の効果がほとんど効かないため、反射率はほぼ1となります。

討論者 青木伸一(豊橋技術科学大学)

質疑

拘束波の計算は、短周期波の方向分散特性を考慮して行っているのか？

観測波に比べて拘束波が極端に小さいのは日本海側の特徴か？

回答

多方向性を考慮しています。具体的には、基本波のスペクトルに非線形核関数の2乗をかけて波数と波向に関する積分を行っています。

これは、日本海の特徴ではなく、基本波の多方向性によるものと考えています。多方向性が少し入ってきて、単一方向波にくらべ拘束波は非常に小さくなることを数値的に確認しています。

論文番号 53

著者名 中畑 禎, 落合敏浩, 柏原裕彦, 花山格章, 関本恒浩

論文題目 現地観測に基づく長周期波の沿岸方向特性

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

図-7の方向スペクトルの計算結果が乱れているのは反射波を考慮した解析を行っていないためと思われるが、将来的にそのような解析を検討されていますか？

回答

ご指摘のように、ここでは方向スペクトル解析において反射波を考慮していません。このため、推定精度には問題があるものと考えられます。しかしながら、ここでは大局的なエネルギーの分布の様子をつかむことを目的としたので、その意味では目的にはかなっていると考えます。より詳細な現象を把握するためには、将来的に反射波を考慮した解析が必要であると考えます。ただし、このような海浜上を伝播する場合、水深変化による振幅と波長の変化およびエネルギーロス

が存在すること,反射面の位置を特定することが難しいことなど,解決しなければならない課題は多いと思われます.

論文番号 54

著者名 阿部光信,興野俊也,青野利夫

論文題目 現地観測データに基づく長周期波の方向関数特性と静穏度解析への適用

討議者 合田良実((株)エコー)

質疑

簡単な質問ですが,長周期波の方向集中度パラメータを求めるときに入射波だけに着目したのでしょうか.

回答

入射波のみに着目して解析を実施しました.方向スペクトルには反射波成分が含まれていましたが,波向範囲を0~に変えて入射波のみを対象にしました.方向集中度パラメータsの計算方法が多峰型の方向スペクトルを想定していないため,このような方法を採用しました.

討議者 木村晃(鳥取大学工学部)

質疑

1次波の方向スペクトル(深海での)が同じであっても,2次長周期波の方向スペクトルは水深とともに変化します.したがって,そのモデルは推進との関連のもとに決められては如何でしょうか.

回答

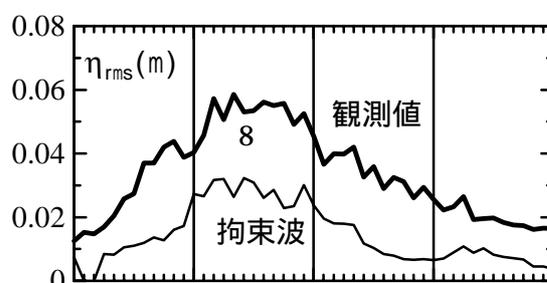
ご質問のとおり,2次長周期波の方向スペクトルは水深によって変化し,特に方向集中度パラメータsの分布が異なっていることがわかっています.しかし,現地データとの比較では,方向スペクトル形状が2次長周期波とかなり異なること(自由波の影響が強いと考えています)から,実務的な第一次近似モデルとしてこのようなモデルを提案しました.将来的には,水深の効果を入れたモデルを構築したいと考えています.

質疑

2次長周期波の方向スペクトルは1次波の方向スペクトルから決定できますが,同じ周波数帯の自由長周期波はその成因により一律に定義するのは難しいと思います(現状では?).したがって,方向分布関数のモデル化は自由波とは分けて考えては如何でしょうか.

回答

自由波の定義が難しいのは承知しております.しかし,実際に現地の長周期波には自由波と拘束波の両成分を含む波浪が日常的に存在しており(下図参照),港内静穏度解析には両者を含んだ解析が必要となっております.このため,本研究では,拘束波と自由波を含んだ長周期波成分に対するモデル化を考え,現地データの分析を行いました.将来的には,拘束波と自由波を分けたモデル化を目指したいと考えています.



論文番号 57

著者名 大澤輝夫，竹山剛生，安田孝志

論文題目 メソ気象モデルと台風ポーガスを用いた伊勢湾台風時の風の場のシミュレーション

討議者 柴木秀之（(株)エコー 環境水理部）

質疑

伊勢湾台風のように古い台風の場合，入力条件として必要な温度情報はどのように与えるのか？

回答

1959年のNCEP客観解析値（緯度経度2.5度格子）と，台風ポーガスで仮定される温度場をもとにして与えています．台風ポーガスの温度場は，仮定される気圧場と静水圧平衡の関係から算出されます．

質疑

伊勢湾台風のような強風下では，温度の効果はどの程度影響するのか？

回答

ご質問の意味は，地表付近の風速の鉛直プロファイルを考える際に，台風のような強風下で温度分布がどの程度影響するのか，ということだと理解しました．基本的に地表付近の乱流の生成には，風速シアーと浮力という2つの主要因がありますが，強風下では前者が卓越し，結果的に浮力（温度分布）は2次的だと思われます．従って地表付近の風速を求める際に，温度の影響は少なく，ほぼ中立としてよいものと考えています．本研究で温度場を扱っているのは，上層の台風自体の構造において温度場が本質的であるからであって，特に，地表面付近の風速推定に対して地表付近の温度の効果が重要であると位置づけではありません．

論文番号 59

著者名 山下隆男，中川勇樹

論文題目 白波砕波せん断応力を考慮した波浪・高潮結合モデルによる台風9918号による八代海の高潮の再現

討論者 柴木秀之(株エコー 環境水理部)

質疑

海岸近傍のwave setupが生じる位置(急激に水位勾配が生じる位置)において表面せん断応力はどのように与えるのか?また,この位置で表面せん断応力は急激に大きくなるのか?

回答

WAMを浅海バージョンにした波浪計算コードには,水深により規定される砕波の影響を入れてあります.これはSWANで用いられているモデルと同一です.この砕波によるエネルギー散逸率の海面せん断応力を,白波砕波による場合と同様に定義してあります.これにより海岸近傍での砕波エネルギー散逸による,波浪から海水流動への運動量流束の変換を考慮し,海岸線で海水流動がとめられれば, wave setupが発生することになります.海底勾配の急な場合には,このような過程を再現するメッシュは1,2メッシュの場合もありますが,この方法だとwave setupを考慮できます.当然,このメッシュ内での海面せん断応力は急激に大きくなります.

討論者 浅野敏之(鹿児島大学工学部)

質疑

風の場の計算と波の計算をリンクする式(10)について,通常的水深が浅くなることによる砕波も,このモデルでは風によるせん断応力として受け渡してしまうのではないかと?

回答

白波砕波も水深に規定される砕波(「通常的水深が浅くなることによる砕波」)も,このモデルでは海面せん断応力として受け渡しています.ここがポイントです.砕波の発生機構と風から波浪へのエネルギーフラックス輸送は,波浪推算モデルで考慮していますので,波浪推算モデルと海水流動モデルとは,波浪エネルギーフラックスの散逸分=流れの駆動力として考慮できます.ご質問の「風によるせん断応力として受け渡してしまうのではないかと?」は,全くそのとおりで,風と流れのモデルの間に波浪の運動力学モデルが入れてあることを理解していただければ,納得できませんか?

論文番号 60

著者名 鳥居謙一,人見 寿,福島雅紀

論文題目 高知海岸における潮位の確率的評価に関する研究

訂正

図-4の年最大潮位の単位を[m]に[cm]に修正してください.

討論者 仲井圭二(沿岸センター)

質疑

3つの方法のうち結合確率による方法とモンテカルロによる方法の結果が一致している理由は?

回答

潮位は,天文潮位と潮位偏差の和となるので,潮位偏差のピークで潮位が最大になるとはかぎ

りません。したがって、理論的にはモンテカルロ法によって潮位偏差の継続時間を考慮した場合には、結合確率による方法より確率は高く評価され、モンテカルロ法において潮位偏差の継続時間を0とした場合には、両者は一致します。

本研究では一般的に設計潮位に採用されることの多い朔望平均満潮位(H.W.L.) + 既往最大偏差から算出した T.P.+2.85m を評価対象潮位としました。このため、潮位偏差としてはかなり確率の低い領域を対象としていることとなります。さらに、潮位偏差のピーク以外の時刻で T.P.+2.85m を超えるには、極めて発生確率の低い、非常に大きな潮位偏差が発生する必要があります。このため、モンテカルロ法によって時間変動を考慮しても結果はほとんど変わらなかったと考えられます。ただし、評価対象潮位を低くした場合には、潮位偏差の対象がひろがるので、時間変動を考慮することにより結果に差が出てきます。

討論者 合田良實(株エコー)

質疑

モンテカルロ法は今後応用が広がると思いますが、天文潮位をシュミレーションする時に高潮の要因である台風の発生時期に限定される方が良いと思います。それにより平均海面が30cmくらい上がるはずです。

回答

ご指摘の通り、高知海岸において、天文潮位での台風期の平均潮位は年平均潮位より約15cm高いです。台風期に限定した検討は必要であると思います。

討論者 河田恵昭(京都大学 防災研究所)

質疑

50年間のデータでは、台風のコース(対象とした地点の東を通ったか西を通ったか)の影響が直接入っている。したがって、物理的特性の影響が統計量に入っているの、この点を考慮し、実測潮位を検討する必要がある。

回答

統計期間として、50年が十分かどうかは、現時点での確率評価の安定性の問題であると考えています。本研究の結果では、既往最高潮位偏差の確率は、100年±17年と評価されました。実務的にはこの程度の精度があれば十分活用可能であると考えています。

ご指摘のとおり、既往最大の高潮が更新されれば、実測潮位をもとにした確率評価は大きな修正を余儀なくされます。したがって、実測潮位をもとに外挿により推定された確率評価については十分な注意が必要だと考えています。

論文番号 62

著者名 岩瀬浩之、深澤雅人、後藤智明

論文題名 ソリトン分裂波の碎波変形に関する水理実験と数値計算

討議者 柴木秀之(株式会社エコー 環境水理部)

質疑

図5の人為増幅係数 α と水位分散値の関係図において、推定に用いたデータ群はどの程度のばらつきを有するか。

回答

推定に用いた実験値と計算値のばらつきは下図の通りです。横軸が係数 α 、縦軸が実験水位と計算水位の誤差を表しています。論文中の図5は、 α に対する水位の分散値として描画したものです。下図より、 $\alpha = 1.0$ のとき砕波の水位精度は $\pm 10\%$ 以内となります。

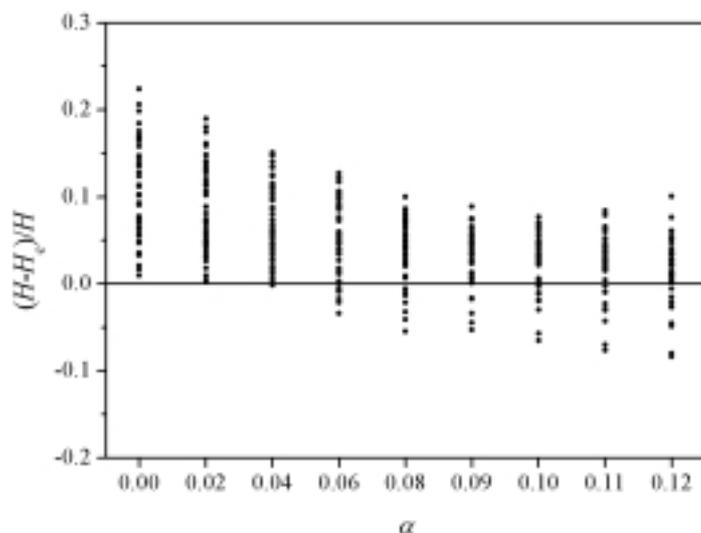


図 62-1 α と砕波水位の誤差

論文番号 63

著者名 長谷川史朗，高橋智幸，上畑善行

論文題目 津波遡上に伴う陸域での堆積物形成に関する水理実験

討議者 高山知司（京都大学 防災研究所）

質疑

日本海中部地震津波時に青森県から秋田県まで踏査したが、津波の堆積物は見られなかった。このような堆積物は本当に起こるのか？その条件は何か？

近年の津波で堆積物が見られたのがあるか？

回答

著者らは日本海中部地震津波についての現地調査を行っておりませんので文献を調べてみましたが、津波堆積物が形成されたという報告を見つけることは出来ませんでした。ただし、東北大学理学部の現地調査において、陸上で堆積作用の生じていたことが観察されており、これに関連した定性的な記述を文献1に見ることができます。

また、著者の一人は北海道南西沖地震津波の来襲直後に現地調査を行っておりますが、海砂が広範囲に渡って陸域に堆積していたことを確認しております。しかし、数年後に行った追跡調査では、明確な津波堆積物を発見することは出来ませんでした。

このような陸域に堆積した海砂が津波堆積物として残るためには、土壌や河川の砂といった陸起源の地盤上に堆積し、かつ人為的な攪乱が行われないことが必要となります。しかし、日本の沿岸部のほとんどは居住地域および農業や工業などの産業地域となっているため、被災後は迅速に復旧が図られます。そのため、津波遡上によって運搬されて海砂が明瞭な津波堆積物として形成されにくい条件になっていると思われる。したがって、そのような条件を満たす場合は津波堆積物が形成されることが可能であり、地質調査所などの調査では北海道本島において津波堆積物が確認されております（文献2）。

著者の一人は、1992年フローレス地震津波（文献3および4）および1994年ジャワ島東部地震津波（文献5）において津波堆積物が形成されたことを被災直後の現地調査で確認しております。また、2年後の追跡調査によって、津波堆積物が定着していることも確認しております。これらの例に共通する条件は(1)勾配が緩く、(2)浸透性の高い地盤に津波が遡上していることです。

浅海域へ達した津波は大きな乱れを生じさせるため、大量の浮遊砂を陸域に運搬します。そして、陸上の勾配が緩い場合は戻り流れが相対的に小さくなるため、遡上した海水が浸透する割合が高くなります。よって、多くの浮遊砂が陸域へ残され、明瞭な津波堆積物が形成されると考えております。

文献1 箕浦幸治・中谷周：津軽十三湖及び周辺湖沼の成り立ち 地質学論集 第36号 pp.71-87, 1990.

文献2 七山太・佐竹健治・下川浩一：遡上型津波堆積物の堆積層と堆積過程 1993年北海道南西沖地震津波の研究例, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, Sj-P002, 1999.

文献3 今村文彦・箕浦幸治・高橋智幸・首藤伸夫：1992年フローレス島地震津波による堆積作用に関する現地調査, 海岸工学論文集, 第43巻, pp.686-690, 1996.

文献4 Minoura, K., F. Imamura, T. Takahashi and N. Shuto : Sequence of sedimentation processes caused by the 1992 Flores tsunami : Evidence from Babi Island, *Geology*, Vol.25, No.6, pp.523-526, 1997.

文献5 Dawson, A. G., S. Shi, S. Dawson, T. Takahashi and N. Shuto : Coastal Sedimentation Associated With The June 2nd And 3rd, 1994 Tsunami In Rajegwesi, Java, *Quaternary Science Reviews*, Vol.15, pp.901-912, 1996.

論文番号 65

著者名 今村文彦, 後藤大地, 鳴原良典, 喜多村雄一, 松原隆之, 高岡一章, 伴 一彦

論文題目 土砂突入による津波発生機構に関する基礎検討

討論者 柴木秀之(株式会社エコー 環境水理部)

質疑

突入実験で用いられる個体落下による造波と本論文で述べられている土砂流入による造波とで伝搬する波形はどのように異なるのか？

討論者 後藤仁志（京都大学）

質疑

実験による土砂フロントの形状をみると土砂・水界面の水深方向の1価性が保証されないことがわかります。土砂・水界面の水深方向の多価性を表現することや土砂と水の中間的な状態（混合状態）を表現することが現象の再現においては重要な項目の1つであると考えますが、モデルの発展の可能性ほどお教えください。

論文番号 66

著者名 木場正信，安中正，稲垣和男，田中寛好，曾良岡宏

論文題目 海域活断層に想定される津波の波源モデル設定法

訂正

表 - 2 において相田(1984)の断層上縁深さ(d)は，上から 2km，3km が正しい。

討論者 柴木秀之（株式会社エコー 環境水理部）

質疑

日本海東縁部がプレート境界か否かの解釈にもよるが，活断層のパラメータ推定において，鉛直方向のすべり量が大きい地震断層データを用いると，発生する津波は過大となるのではないかと回答

本論文の提案手法は，いかなる津波が来襲しても沿岸施設が安全であるための設計に活用する目的で構築しており，発生する可能性の高い津波を予測するための手法ではありません。本論文の手法では，津波評価に介在する不確定性を考慮するために，確定値を設定できない断層パラメータ項目については合理的な範囲を提案しています。したがって，鉛直方向のすべり量が大きくなる設定も，その範囲内であれば発生します。

パラメータ範囲を変化させながら多数の津波シミュレーションを実施することにより，発生する沿岸水位が既往津波を上回るとは論文中で示したとおりです。結果として，本手法は，高いハード的安全性が要求される沿岸施設等の設計に際し，十分安全サイドとなる水位を想定することに適した手法であると考えています。

なお，提案したパラメータ範囲は，既往地震あるいは津波に関するデータに基づいており，プレート境界か否かの解釈には依存しません。

論文番号 67

著者名 大町達夫，松本浩幸，築山 洋

論文題目 震源断層の破壊過程が津波に及ぼす影響

討論者 永井紀彦（独）港湾空港技術研究所）

質疑

検潮記録は，導水管すなわちローパスフィルターを経た記録であり，周期 10 数秒以下の短周期波浪成分は検知しないようになっておりますが，初期のパルス状の水位変動の周期（時間スケール）はどの程度であると想定されているのでしょうか？

沖合い波浪計の記録からも、こうした初期パルス波形の検出が可能かもしれませんが、この際、データのサンプリング間隔はどの程度の値に設定することが望ましいでしょうか？

岸壁等に設置された空中発射式波高計を用いた津波監視システムを用いても、こうした初期パルス波形の検出が可能かもしれませんが、この場合は、どのような間隔のデータサンプリングが望ましいでしょうか？

回答

導水管のローパスフィルターは管内を水が流れることに起因すると思われます。しかし、本研究で扱うパルス状の波形は海水中を伝わる疎密波であるため、導水管の影響は小さいと考えられます。周期成分については短周期から長周期まで含まれている可能性があります。

初期パルス波形には短周期成分から長周期成分までありうるので、観測したい周期帯域によってデータサンプリング間隔が決まってくると思います。

観測機器としては、波高を観測するのであれば直接波高を観測する超音波式水位センサーがより有利と思います。しかし、水圧式でも圧力から波高が正確に求まるのであれば、問題ありません。

サンプリング間隔については1.2と同様です。

討論者 池谷 毅(鹿島技研)

質疑

本シミュレーションにより計算された地震動の実測値との比較結果がありましたら示してください。

回答

本シミュレーション手法により計算された地震動と実測値の比較は以下の論文[1]にあります。そのほか、改良法によるシミュレーションは論文[2]、[3]でも比較されております。

[1]片岡正次郎：三次元境界要素法による1995年兵庫県南部地震のシミュレーション，東工大土木工学科研究報告，No.54，pp11-20，1996

[2]片岡正次郎，大町達夫：不整形地盤における震源近傍地震動のシミュレーション手法と二次元面内波動場への適用，土木学会論文集，No.556/I-38，pp131-138，1997

[3]片岡正次郎，大町達夫：震源近傍の不整形地盤における地震動の三次元シミュレーション，土木学会論文集，No.556/I-38，pp139-149，1997

討論者 松山昌史（電力中央研究所）

質疑

地震時の海底地盤の時系列変動の様子について知りたい。

特に、地盤変動時の最大変位と永久変位の関係について、その大きさの比と、動的最大変位がいつ起こるかについてお願いします。

図-5の日本海中部地震津波の深浦への到達時刻について検潮記録より1分早いのは計算の最小水深が500mであるからだとのことですが、その根拠となる試算でもありましたら、教えてください。

回答

海底地盤の変動の様子や最大変位と永久変位の関係は以下の論文[4],[5]で示されております。

動的最大変位と永久変位の比や最大変位がいつ起こるかについては、震源パラメータや震源と観測点の位置関係などによって変わりますので、一概には言えません。

図5に関しての試算はしておりません。しかし、著者らのこれまでの研究[5]によれば、動的解析を用いても津波は長波理論の速度で伝播します。すなわち、津波の伝播速度は水深の平方根に比例することを確かめており、日本海中部地震津波でも実際の浅い水深を使用すれば沿岸域での津波到達時刻は遅れることは明らかと思います。

[4] 大町達夫, 築山洋, 松本浩幸: 断層運動に伴う動的地盤変位を考慮した津波シミュレーション, 東工大土木工学科研究報告, No.58, pp. 1-14, 1998

[5] 大町達夫, 築山洋, 松本浩幸: 断層運動に伴う動的地盤変位を考慮した津波シミュレーションの評価, 海岸工学論文集, vol.46, pp. 321-325, 1999

論文番号 68

著者名 榊原明, 木場正信, 田中寛好, 高尾誠

論文題目 V字状湾および港湾内の空間格子間隔が津波数値計算結果に及ぼす影響に関する検討

討論者 柴木季之(株式会社エコー 環境水理部)

質疑

防波堤開口部の検討においては、運動方程式中の移流項の効果により格子間隔が大きいほど、港内の津波高は小さくなるのではないかと。

線境界の処理において、移流項は考慮しているのか。

回答

防波堤の開口部が津波の進入方向に対して直交方向であり、格子間隔が小さい場合は港口部周辺で渦とそれに伴う死水域が顕著となり、主流部の流入幅が狭くなって津波に伴う流れの進入が阻害されるという現象が見受けられます。この傾向は、格子間隔が大きい場合渦を十分表現出来ないケースでは見られません。運動方程式中の移流項の純粋な働きによる効果ではなく、数値計算上の分解能の問題だと考えております。

線境界に係わる格子において、線境界側からの移流による運動量の流入、流出はゼロとし、その他の辺では移流項を考慮しています。

論文番号 71

著者名 平石哲也, 柴木秀之, 原 信彦

論文題目 円弧滑り法を利用した地滑り津波波源による明和八重山地震津波の再現

討議者 沖 和哉 (京都大学)

質疑

地滑り量の幅方向変化は COS 曲線で近似したとのことですが、これは実現象と比較して良い近似を与えているのですか？

回答

本研究の地滑りモデルは、地滑りによる水面変動を海底地盤変位と同等とすることから、地滑り範囲全域で同等の地滑り量を発生させると幅方向の両端で極端な水位変化が生じ、計算上不安定となる。そのため、便宜的に幅方向に関しては COS 曲線で近似した。実現象は不明である。なお、八重山沖南西諸島海域の精密調査により海底地滑り跡が確認されている。これらの地滑り跡は、明和八重山地震津波と同時に起こっただけでなく、それ以外の過去の大地震にも関連していると推定されている。つまり、明和八重山地震津波と同時に発生した地滑り量および正確な地滑り形状を抽出することは困難である。

論文番号 72

著者名 梅谷英孝，富樫宏由

論文題目 寛政4年(1792)有明海津波の再現性と災害特性に関する研究

討論者 柴木英之((株)エコ - 環境水理部)

質疑

水位入力モデルにおける変位の継続時間はどの程度か？

流量入力モデルにおいて方向分散的な効果を見ると、伝播する津波の指向性はどのようになると予想されるか？

回答

与えた変位を瞬間的に開放するので、継続時間は無くても敢えて言えばゼロということになる。

このモデルの流量入力分布の仕方では、最大流量が波源域の背後即ち西側にだけ衝撃的に強く現われる結果になっていたようであり、もっと有明海全域に全方位的な指向性を持った津波伝播の仕方になるように、波源モデルの設定の仕方を工夫する必要があるように思われる。

論文番号 73

著者名 岩瀬浩之，見上敏文，後藤智明

論文題目 日本海中部地震津波の分裂に関する数値計算

討議者 柴木秀之(株式会社エコ - 環境水理部)

質疑

波源域で分散項を考慮すると、伝播する波形はどのように変化するのか。

分裂波の波形の空間近似精度はどの程度か。

回答

高角逆断層タイプの津波初期水位は、幅広い波数帯にエネルギーが分布しています。分散項を考慮することにより線形分散関係から高周波成分の伝播が遅れます。その結果、第1波の波高は減衰し、波長は伸長すると共に、第1波に続く分散波列が生成されます。

ソリトン分裂波の第1波の波長は約50m, 領域の格子間隔は6.25mです。十分な格子間隔とは言えませんが, 実用的な格子間隔としては5m程度が限界であると考えられます。一般的に言われる1波長あたり30格子は, 現時点では難しいと思われま

論文番号 74

著者名 松山昌史, 佐竹健治, 松本剛

論文題目 1998年パプア・ニューギニア津波の波源域における反射法探査と数値計算によるパラメータスタディ

討論者 山下隆男(京都大学 防災研究所)

質疑

パプア・ニューギニアの津波の発生要因として地すべり説を出し, その調査をやってきた。その結果, 地すべりではないかもしれないとの見解も出ている。この調査・研究の日本の津波防災への貢献は何ですか。

回答

これらの調査研究の結果(まだ途中ですが)として, 重要なことの一つは, この津波の原因として, 地すべりではなく, 地震によってもある程度の説明がつくということです。よって, 津波防災を考える上で, 海底地すべりに対して, この津波を契機として必要以上の懸念をもつことには, 慎重になるべきではないかと考えています。

海底調査結果の中では, 被災地のシッサノ沖の海底地形が詳細に調べられ, シッサノ沖20km程度の海底に, 幅20km程度の陸棚が沖に向かって突き出している地形が明らかになりました。この海底地形により, 沖合いで発生した津波は, そのエネルギーを収斂させて(レンズ効果), シッサノ沖沿岸の35km程度の沿岸に大きな被害を及ぼすことが, 数値計算によって確認されました。

ところで, 被災直後の速報的な数値計算結果には, 2点問題があり, 地震によって発生した津波の高さを過小評価していたと考えています。一つは海底地形データの精度が悪かったということで, 速報的な数値計算に使われた海底地形データは, 先に示しましたレンズ効果を起こすような突き出した陸棚地形を再現できるものではありませんでした。2つ目は, 計算格子幅と移流項の計算法がこの津波に関しては, 適切ではなかったということです。計算格子幅は1km程度で実施されていましたが, 地震波形のデータからこの津波を引き起こしたと考えられる断層モデルの規模は, 長さが40~50km, 幅が15~20km程度と推定されています。これによって, 発生した津波の周期は大雑把に見積もって5分以下と津波としては比較的短く, 水深20m以浅では, 非線形効果によりトラフからピークへの距離が50m以下と, 壁上の段波に近い空間波形になったと推定され, 目撃情報とも一致します。このような津波を移流項に一次風上差分を用いた数値モデルにより, 1km程度の格子幅を用いると, 沿岸域での波高が打ち切り誤差によって減衰します。

以上のように, この津波のように, 断層モデルの規模が50km×20km程度のつなみとしては小さな波源から発生する津波に関しては, 浅海域においてその空間波形をチェックしておくこと,

また、数値計算に用いる海底地形データはできるだけ精度の良いものを使うことが重要と考えています。

論文番号 77

著者名 村上晴通，加藤始，信岡尚道

論文題目 PTVを用いた風波の表面付近の流速場に関する実験的研究 主として軌道速度の分離について

討議者 木村隆浩（広島大学 大学院）

質疑

実測値 - 吹送流 = 乱れ， なのか？

線形でいいのか？

回答

本論文では、(実測値) から (軌道速度 + 吹送流) を引いた残りを (乱れ) と考えて検討を行っています。

ご質問の意味が分かりませんが、上記の (軌道速度) の計算は流れ関数法を用いて、すなわち表面条件における非線形性を考慮に入れております。ただし論文中でも述べているように、最近の研究では軌道速度成分には rotational 成分も存在すると考えられてきており、本論文で検討した (乱れ) は、その rotational 成分を無視したものとなっています。
(文責：加藤)

論文番号 78

著者名 小笠原敏記，安田孝志，井坂健司，湯本大輔

論文題目 二重床風洞水槽による風波下の乱流構造と水面応力の下方伝達

討論者 田中博通（東海大学 海洋学部）

質疑

吹送流の室内実験においては実風速分布と異なる (側壁，上面，水面の影響) ので注意を要する。なぜならば、自然風は風速の大きさにより分布形状が異なり、抵抗 (摩擦) 係数もかなり変化する。

回答

本室内実験の目的は、風波下の乱流構造と水面応力の下方伝達の解明であり、現地スケールでは捕らえることが困難な内部構造の解明を試みています。現地、実験室を問わず、水面上の風速分布が Charnock の対数則に従うことは良く知られています。もちろん、実験室の風速分布はご指摘のように現地の風速分布形状とは若干異なるかと思われませんが、風波砕波の役割があまり解っていないことを踏まえると、室内実験の有意性が言えると思います。

さらに、数値モデル・現地スケールにどのように結びつけるかは今後の検討課題と考えています。

論文番号 79

著者名 犬飼直之，早川典生，福嶋祐介，Peter Sheng

論文題目 直線海岸付近の吹送流による水位変動についての研究

討論者 水野博史（広島大学大学院 工学研究科 修士2年）

質疑

モデル式の現地への適用に関して対応性はどうか？

南北方向の風が吹くときに水位変動が大きいと言うことでしたが現地ではどちらの風が卓越しているのですか？

論文番号 80

著者名 川西 澄，木村隆浩

論文題目 広島湾北部海域における吹送流の鉛直構造と水質の変動特性

討論者 鯉淵幸生（東京大学）

質疑

大潮時に風速変動と正の相関をもつ吹送流の表層厚（風と流速の変動が正の相関を示す領域）が厚くなるメカニズムをお教え下さい

回答

広島湾北部海域では大潮時に成層強度が弱まり、小潮時に成層強度が強まることは現地観測から明らかとなっています。成層強度が弱いとき1つの鉛直循環渦が、成層強度が強いときは密度界面の傾きによって密度界面を境に界面より上で1つの鉛直循環流が、下で上と逆回転の鉛直循環流が発生するため、風速変動と正の相関をもつ吹送流の表層厚が変化するのはないかと考えています。

密度一様、定常条件で運動方程式を解くと風と同方向の流動層厚は水深の1/3という理論解が得られます。観測地点の平均水深が17m程度ですので理論解は6m程度になります。大潮時の風速変動と正の相関をもつ吹送流の表層厚は観測データから判断して大体6~10m程度でした。それに対し小潮時は、密度界面が表層付近に形成されるため、風速変動と正の相関をもつ吹送流の表層厚が大潮時より薄くなると考えています。

討議者 長尾正之（産業技術研究所）

質疑

塩分、水温の観測期間中の鉛直分布はありますか？

回答

今回の観測期間中の鉛直分布はありませんが、これより後の2001年3月からの現地観測では観測地点を含めた数点で鉛直分布を測定しており、その鉛直分布は大潮、小潮で変動しており、それに応じて吹送流の表層厚も変動していました。

論文番号 82

著者名 小松利光，朴童津，安達貴浩，小橋乃子

論文題目 3次元数値シミュレーションによる博多湾の密度流構造についての検討

試論者 山中亮（大阪大学 大学院）

質疑

開境界上の流速と水位の与え方を教えてください。

回答

開境界上で流速の勾配は"0"としており，水位は観測データを調和分析（4分潮考慮）し全開境界に同様に与えています．本モデルの開境界は確かにおっしゃったとおり，見たい現象が起こり得る計算領域から近いのですが，この開境界から外海での情報は全く無かったので，今回のシミュレーションでは図-1の玄海島周りを開境界として取りました．また，開境界が角になっていることによる問題は本モデルでは存在しなかったのですが，十分に得る現象ですのでモデルによっては工夫が必要だと思います．

論文番号 83

著者名 押山俊一，李 炫錫，田中 仁

論文題目 中小河川河口部における水位変動特性

討議者 八木 宏（東工大）

質疑

中小河川の特徴は，1)河口砂州変動が大きいこと，2)波による水位上昇の影響が大きいこととの説明があったが，今回のニューラルネットの学習効果で地形変動の大きい中小河川の水位変動に広く対応することは可能か？

回答

今回のニューラルネットの学習は地形的な影響をインプットしていないことにより位相差が生じてしまいましたが，それぞれの中小河川の河口地形変動と水位変動の関係を明らかにし，定量的に評価できれば，ニューラルネットの学習の精度も向上すると考えています．ただし，地形的な影響を数値化する具体的な方法は現在検討中であります．

討議者 京大 防災研

質疑

地形要因(砂州等)を入れたニューラルネットワーク予測が必要では？

塩分濃度データを入れた解析を検討してみてください。

回答

おっしゃるとおりです．ニューラルネットの学習の精度向上には，地形的な要因が必要と考えます．個々の河川における河口地形変動と水位変動の関係を明らかにし，地形的な影響を数値化することを検討していきたいと思っております．

塩分濃度データに関して，現在実測によりその時系列を取得しています．塩分濃度データを入

れた水位変動予測もこれから検討しようと思っています。また、ニューラルネットによる塩分濃度予測を試してみたところ、その変動をとらえることができました。

論文番号 85

著者名 田淵幹修，滝川清，蓑毛健太郎，喜田正雄

論文題目 混合型によらない塩水遡上解析法の開発

討論者 長尾正行（産業技術総合研究所）

質疑

検証計算において求められた Richardson 数 (R_n) はどの範囲内で変化しているのか。また、 R_n を大幅に変化させ、検証を行っていないのか。

回答

特に R_n 数を出力して調べることは行っていない。弱混合，緩混合，強混合（混在も含む）各ケースの実河川での実測値を用いて検証を行っているので，十分広い範囲の R_n 数をカバーしている。

討論者 安達貴浩（九州大学）

質疑

Munk & Anderson 型の成層関数を用いて乱流拡散係数，渦動粘性係数を評価することが一般的だと思いますが，そのようなモデルと結果の比較を行っていますか。

回答

行っていません。

論文番号 88

著者名 笠井亮秀，藤原建紀，多田光男

論文題目 紀伊水道の流動構造と栄養塩輸送

討論者 八木宏（東工大 土木）

質疑

1996, 1997, 1999 年の海洋構造の違いから，外洋底層から内湾への栄養塩フラックスを算定しているが，今回の検討で示された年による栄養塩フラックスの変化に対応して，大阪湾内の栄養塩等に変化が現れた事実はあるか？

回答

栄養塩は非保存物質なので，外洋から流入する栄養塩が増加したからといって，即座に湾内の栄養塩濃度が上がるとは限らない。むしろ栄養塩を使って一次生産が増加する可能性が高い。今回の研究で黒潮が接岸するときよりも離岸するときの方が，外洋から流入する栄養塩が増加することを指摘した。東部瀬戸内海では，黒潮離岸時に植物プランクトン量が増加することが知られている。その原因はこれまで明らかではなかったが，この研究により，その増減には黒潮の離接岸による栄養塩フラックスの違いが効いていることが示唆される。

論文番号 89

著者名 八木 宏，前田利光，宮沢泰正

論文題目 海洋循環モデルを反映させた沿岸流動計算の試み

討議者 加藤 茂（京都大学防災研究所）

質疑

ネスティング計算における境界条件が 10 日間隔の外洋モデル出力をシンプルな線形内挿で与えているが時間分解能としては問題ないか？

回答

本研究では、直線的な流路を示している黒潮の接岸という比較的シンプルな外洋変動を対象としたために、10 日程度の間隔の外洋モデル（JCOPE）の結果によっても基本的な黒潮接岸過程は表現されており、結果として得られた沿岸域の流れの構造に大きな影響はない。但し、本研究で示した計算の枠組みをより実用的な沿岸流動計算モデルに発展させていくためには、ご指摘のネスティング時間間隔の問題など計算モデルの細部についてさらに検討が必要であると考えている。

討議者 田中博通（東海大学海洋学部）

質疑

黒潮の流れは良く再現されているか？駿河湾内の沿岸域の流れの再現性はどうか？東海大学海洋学部の稲葉先生が長年にわたり湾内の流速を測定し公開しているので利用すると良い。

回答

沿岸域の流れについて、その基本的特徴の再現性を検討したのは今のところ論文中でも示しているように相模湾だけである。今後は、駿河湾も含めてより広範囲の沿岸流動の再現性を検証する予定であり、その際に東海大の稲葉先生の観測結果も参考とさせていただきたいと考えております。

討議者 長尾正之（産業技術総合研究所）

質疑

相模湾で問題となっている急潮を再現するためには今後どのような展開をかんがえているのか？

回答

急潮現象は時空間的に非常にシャープな変化を伴った傾圧性の強い現象であり、本計算の枠組みでこれを再現するためには、このような鋭い密度構造の変化に対応可能な計算アルゴリズムの導入が必要になってくるのではないかと考えている。今後は、大局的な外洋変動に対する沿岸流動の応答の検証をさらに進めるとともに、急潮のような非定常性の強い現象に対するモデルの改良も行っていく予定である。

討議者 清木祥平（広島大学工学部）

質疑

東京湾における黒潮流路の影響を見るのであれば日本沿岸のモデルから計算を始めてもよいのか？

回答

沿岸モデルにおいて外洋影響を評価するためには、外洋変動を反映した適切な境界条件を与えることが必要である。本研究では太平洋スケールで計算された外洋モデル（JCOPE モデル）の結果を沿岸流動計算の境界条件として与えることで合理的に外洋影響を評価することを試みたが、一般に、外洋モデルからのネスティン以外に外洋影響を反映させた沿岸モデルの境界条件を設定することは困難であるのではないかと考えている。

論文番号 90

著者名 日比野忠史

論文題目 北～西太平洋での水位振動と日本沿岸域での水位変化特性

討論者 西村司（理科大・土木）

質疑

潮岬のデータについてコメントしたい。気象庁データはおそらく潮岬の西側の湾内で計測されたものと思う。その場合、黒潮が潮岬に接岸した場合、動圧分だけ水位が上がる。例えば4ノットの流速は20cmの水位上昇となる。その点を考慮願いたい。逆に黒潮変動の議論においては、このデータは基礎的データとして役立つと思う。

回答

串本は潮岬の東側で観測されています。コメントは、今後の研究の参考にさせていただきます。

論文番号 91

著者名 田中博通，田中満，南将人

論文題目 海上風の粗度パラメータと摩擦係数について

討論者 山下隆男（京都大学 防災研究所）

質疑

Z_0, K_d の $H_{1/3}$ 依存性が大きすぎる。 K_d が大きすぎ、結果が疑問である。観測タワーの影響が出ているデータを使っているからではないでしょうか。観測データを風向との関係で検討する必要がありますか。

回答

今回の観測は海面近傍から10mの高さまで8chの無指向性のセンサーを使用して行った。その際、観測用ポール（10m）の先端に超音波風速計を取り付け風向も同時観測し、多くの得られた測定ケースから明らかに観測塔の影響を受けている測定はカットしてある。例えば、今回の風速値からべき指数分布の Z_0 を求め、Counihan が過去60年間の観測結果から求めた Z_0 との関係式を比較するとほぼ一致することから風速分布は精度良く測定しているものと考えられる。

$$=0.24+0.096\log_{10}Z_0+0.016(\log_{10}Z_0)^2 \quad (\text{Counihan})$$

$$=0.33+0.121\log_{10}Z_0+0.016(\log_{10}Z_0)^2 \quad (\text{今回の観測})$$

しかし、 Z_0, K_d の $H_{1/3}$ 依存性が大きいことも事実であり、これは今回観測時の平均海面を高度0mにしたことも影響しているものと考えられる。現在、追観測をするとともに観測データを再検討

して、 gZ_0/u_*^2 と u_*'/C_p との関係についてまとめている。

論文番号 92

著者名 橋本典明，佐藤裕司，松浦邦明，市川雅史

論文題目 確率台風モデルの構築とその統計的特性

討論者 合田良実（株式会社 エコー）

質疑

50年確率の統計値は全て平均及び標準偏差を求めておられるので、図-7の東京湾の実データが予測計算から得られる信頼区間の中に入っているかどうかをご検討下さい。

回答

未だ行っておりませんので、今後の検討に加えたいと思います。

論文番号 93

著者名 衛藤俊彦，福嶋祐介

論文題目 海底渓谷で発生する泥水流の k - 乱流モデルによる流動解析

討論者 後藤仁志（京大）

質疑

石炭粉の浮遊を扱ったケース（Garcia, Case 2）の計算プロセスについて説明願います。

回答

この場合も他の計算と同じ数値計算手法を用いた。Garcia Case 2では、石炭粉が水路の途中から敷き詰められている。濃度に対する底面条件ではこのことを考慮し、流出口から石炭粉が敷かれている手前まで固定床として取り扱い、底面での濃度を零とする境界条件を用いた。石炭粉が敷かれている領域では、底面濃度に対する境界条件として式(9)を与えている。Case 2の数値計算プログラムのプロセスとしては、それぞれのタイムステップで塩分濃度、石炭粉の濃度の順で計算を行っている。密度の計算では、石炭粉の濃度と更新された塩分濃度の値を用いている。討論者 関口秀雄（京都大学防災研究所）

質疑

興味深いご研究と拝見しましたが、提案理論解析を適用する泥水流の濃度の範囲につきまして、ご見解をお聞かせください。

回答

本解析で表現し得る濃度の範囲については制限があると考えている。固体粒子の運動は水の運動に対して、沈降速度の相対流速差をもって追従するとしている。また、固体粒子の量が小さく、混合水の粘性係数は均質水の粘性係数と同じであることを前提としている。この二つの仮定が満たされている必要があるので、固体粒子の濃度は最大でも数パーセント程度であると考え。

論文番号 94

著者名 上堂 園孝一

論文題目 植生が後浜の飛砂量及び飛塩量に与える影響に関する数値的検討

訂正

式(11)を, $\frac{dC}{dx}\Big|_{z=z_1} \propto \left| \omega_v \Big|_{z=z_1} \right| - W$ に訂正. W は沈降速度.

討論者 後藤仁志 (京都大学)

質疑

風速 12m/s の条件では, 非平衡性の及ぶ範囲は 20 ~ 30m となることが考えられる. このような場で, 平衡飛砂量公式を用いることについての考えを聞かせて欲しい. また, 植生層での飛砂量はどのように算定したのか.

回答

栗山・上堂園(1999)において, 今回と同じような場における, 非平衡過程の飛砂量の計算を行っています. この論文の中では, 平衡過程と非平衡過程の飛砂量を比較したところ, 飛砂量に対する平衡と非平衡の飛砂量の差はわずかです. そのため, 今回は, 現地スケールの飛砂の移動に関しては, 非平衡過程はさほど影響しないと考え, 平衡過程の河村公式を用いました. あと, 植生層では, 植生のない場所と同じような方法で飛砂量を算定しました.

討論者 瀬戸口喜祥 (総合科学 株式会社)

質疑

植生のない場合で堤防の天端が 2.0m の場合と 植生のある場合で堤防の天端が 2.3m の場合とでは, どちらが飛塩粒子の輸送量を少なくすることができるのか. また, 実際の砂浜海浜では, どのような対策 (植生の有無・堤防の天端高) をすれば良いのか.

回答

植生がなく, 堤防の天端が 2.0m の場合の方が, 植生があり, 堤防の天端が 2.3m の場合よりも, 飛塩粒子の輸送量は少なくなっています (図 - 8 参照). しかしながら, 塩分濃度の濃い部分が, 堤防の天端の上部にあたるような高さの場合には, 堤防の上部部分の影響により塩分粒子が拡散されやすくなり, 堤防背後への塩分粒子の輸送も変化する可能性があります. そのため, 堤防の天端を高くするだけでなく, 植生と堤防の配置等を組み合わせて考えれば, 飛砂と飛塩の影響が少ない海浜を考えることができます.

論文番号 95

著者名 牛島 省, 禰津家久

論文題目 流体-粒子間相互作用を考慮した振動流中の不均一粒子群の 3 次元並列計算

討議者 後藤仁志 (京都大学)

質疑

粒子層の移動層厚はどれくらいでしょうか. 円管の条件ですので横断方向に初期の粒子層厚が異なります. 側方では管壁の影響で粒子層厚が小さくなるので, アーミングに寄与する大粒径

の量も小さくなっていると考えられます。このような粒子層の状態がアーミングに与える影響についてどの様にお考えでしょうか。

回答

粒子層厚は最大で約 20mm です。上部から粒子分布を見た範囲では、特に管壁近傍での粒子分布が管中央部のそれと著しく異なるという状況は把握されていません。今後、ご指摘の点に関しては詳細な考察を加えたいと存じます。

討議者 関口 秀雄 (京都大学 防災研究所)

質疑

パイプ内の二種類の異なる粒径をもつ粒子混合物において軸方向振動流による鉛直分級が予測されていますが、そのメカニズムの機動力として、`流体-粒子混合物'界面におけるせん断応力の役割が大きいように思うのですが、いかがでしょうか？

回答

鉛直分級の発生メカニズムに関しては未解明な部分が多くありますが、ご指摘の効果に加えて、粒子間力の影響が非常に深く関係しているものと考えております。

討議者 伊藤一教(大成建設)

質疑

バネ乗数、減衰率はどのように与えたか？

その設定で反発率を有するか？

k, c の与え方で、結果に影響が出ますか？

回答

正確には計算パラメータの感度分析が必要ですが、今回の DEM における解析では、ご指摘のパラメータの与え方により、分級現象の発生状況が大きく変化するとは考えておりません。

論文番号 97

著者名 鈴木高二朗

論文題目 砂漣の浸透流による消滅について

討論者 関口秀雄 (京都大学防災研究所)

質疑

砂漣内部の浸透流場の解析に式(11)を用いているが、この問題では砂漣表面に作用する全応力が時間的に変化しているため、その影響項を式(11)に加える必要があるのではないかと。

回答

ご指摘のとおりだと思います。ただし、今回の数値計算では実際の砂漣内の流れではなく、地盤骨格の変形を考慮しないリジッドなポラス内の水の動きを解いているため、そこまで考慮いたしませんでした。

討論者 後藤仁志 (京都大学)

質疑

砂漣の波高を変えて計算しているが、砂漣形状に対応した水理条件の計算となっているのか。砂漣からシートフローへの変遷域での砂漣形状を対象に同様の計算でボイリングによるクレスト破壊の可能性を検討すると良いと思う。

回答

実際には、波の条件で砂漣の大きさが変化してくるので、ご指摘のとおりそのような砂漣形状で計算する必要があると思います。今回はそこまでは解析せず、砂漣波高や波浪条件が変わることによって、どのような浸透流になるかという傾向を見るに留まっていますが、今後、ご指摘頂いた点もふまえて検討したいと思います。

討論者 辻本剛三（神戸市立工業高専）

質疑

浸透流の存在は、砂粒子の移動限界の値（たとえば限界シールズ数）の低減に寄与していると考えて良いのか。

回答

今回の検討は、砂漣からシートフローになる領域を考えていまして、砂粒子の移動限界の領域までは検討していません。また、今回の振動流による上向き浸透流は、砂漣のような凹凸が無いと発生しませんので、平坦床で砂が移動するか、しないかという領域では、振動流による上向き浸透流は影響していないと思われます。ただし、今回の研究では検討していませんが、波浪の圧力変動によって地盤内に発生する浸透流は、移動限界に少なからず寄与しているのではないかと考えています。

論文番号 98

著者名 Mohammad Dibajnia 池野勝哉 喜岡涉

論文題名 可視化手法による波群の遡上運動の内部機構解明

討議者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

研究の今後の方向性として波群の遡上運動の内部構造から何を明らかにしようとしているのか。

回答

断面地形変化数値シミュレーションにおいて汀線付近の再現がもっとも困難である。本研究は遡上域モデル化の一環としてその内部構造を詳しく見る目的で行われました。また、得られた知見を不規則波による地形変化のモデル化に活用できると期待しています。

論文番号 99

著者名 Md. Azharul Hoque, 浅野敏之

論文題目 1周期内で部分的に波の作用を受ける波打ち帯の漂砂の特性

討論者 渡辺 晃（東京大学）

質疑

計算で得られた水粒子運動・底質運動・漂砂量などに関して、実験データなどによる検証・検討を行ったか。

回答

現時点では行っていない。

質疑

遡上波運動の方程式の中で底面摩擦項（摩擦則・粗度など）をどのように扱ったか。

回答

遡上波運動の方程式は式(1),(2)に示す非線形長波方程式であり、底面摩擦は考慮していない。

漂砂量の算定にあたっては、従来の摩擦係数の評価法によって底面摩擦力を評価した。すなわち、シールズ数の計算の中で、粒径の2倍を粗度とし波の軌道振幅との比から算定される底面摩擦係数を用いている。こうした水平床波動下における底面摩擦力の算定法は、ここで取り上げる遡上域の流れの運動には必ずしも適用できないかも知れないが、現在のところ信頼できる既往の知見がない。

論文番号 101

著者名 Mohammad Dibajnia, 橋村嘉之, 喜岡涉

論文題目 混合粒径漂砂量算定式の新たな提案

討論者 渡辺 晃(東京大学)

質疑

不規則波による実験の漂砂量と計算値との比較において、計算では u_c , u_t , T_c , T_t 等を実測流速からどのように定めたのか。

回答

今回の計算では波別(時系列)解析を用いたので、電磁流速計の値をゼロ流速を基準としてゼロアップクロス法により波を定義し、個々の波の各パラメータを計算した。

討論者 柴山知也(横浜国立大学)

質疑

図9, 図10で細砂漂砂量のピークの位置がずれているのは、碎波による底質浮遊の効果ではないか。

回答

その可能性もあるが、実験では入射波が不規則波であるため碎波位置の確認ができなかった。しかし、実験結果より計算値でピークが現れる場所では粗砂混合率が高くなっていたためこのような結果となったと思われる。なお計算値は初期混合率をそのまま使って計算している。

討論者 浅野敏之

質疑

混合砂の平衡断面からどれだけ離れているかによって漂砂量が変わるのではないか。

回答

その通りだと思います。ですから、実験でも時間経過に伴って漂砂量が減少しました。また、計算では流速の実測値を用いたので、計算値にも同じ傾向が反映されていた。ただし、流場を数値計算により求めて地形変化を計算し、さらに新しい流場そして地形の繰り返し計算を続ければ平衡断面まで再現できるかどうかは今後の課題だと思います。

論文番号 102

著者名 田中正博，小林 博，佐藤慎司，渡辺 晃，磯部雅彦

論文題目 断面地形表層粗細混合率を考慮した海浜変化計算

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

地形変化量の計算に粗細砂の混合比による空隙率変化を考慮しなくてよいか。

論文番号 103

著者名 福本幸成，内山一郎，京谷 修

論文題目 取水港湾における現地泥の沈降特性とシルテーションの混合粒径モデル

討論者 合田良実（（株）エコー）

質疑

研究のご進展に感心しています。今後の検討の方向として、港口からの流入量を低減させる方策を探られるのでしょうか。例えば、港外の濃度の鉛直分布によっては、潜堤で底層流の方向を逸らしてやる工夫などできないでしょうか。

回答

当該地点では港内堆積土量の低減を目的とした港湾レイアウトの変更等の検討を過去に行った。ご指摘の潜堤による港口流入濃度低下法についても、港内堆積土量を低減する有効な手法と考えられ、今後検討していきたいと思います。

討論者 宇多高明（国土交通省 国土技術総合政策研究所）

質疑

港湾ないの総堆積土量が 8 万 $m^3/year$ とのことですが、周辺の漁場保全などを考えると、浚渫土砂を周辺海域に戻す手法（何らかの再流入防止策を行った上）について検討されたいかがですか。

回答

当該地点については浚渫土砂のリサイクルが既実施されており、ある程度リサイクルによる効果は得られていると認識しています。しかし、周辺の漁場保全も視野に入れた港湾計画については、今後検討していきたいと思います。

討論者 田中 仁（東北大学 土木）

質疑

式(1)について、同式は底面にある混合粒径に関する表示式であり、各粒径に受ける速度を基に式形が決まる。沈降限界であれば受ける流体場は異なっており、Egiazaroff の式形にこだわらなくても良いのでは。

回答

式(1)を算定するに至った水理実験では、浮遊シルトが沈降し、薄層まで堆積する時間を目安に実験時間を設定しました。したがって、実験より得られた浮遊シルトの沈降限界せん断応力は、浮遊しているシルトが沈降・停止する条件と解釈し、式(1)のように示しました。

論文番号 104

著者名 佐々真志, John Sleath

論文題目 波浪による砂質地盤の液状化とシートフロー漂砂：漂砂層厚に及ぼす液状化の影響

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

図 6 の最大層厚が 1m 級ということであれば液状化の層厚を予測していることになり、海岸工学で議論している底質のネットの水平移動を伴うシートフローとは異なると思われます。またオランダの Ribberink らが大規模往復水槽で行ったシートフローの実験データとの照合もお願いします。

回答

図 6 において実際に液状化層厚に相当するのは、図中の黒丸付近の端部となります。また、最近の Sleath らによる大型振動流実験の結果から、図中のパラメタ S 値が大きくなると、漂砂層厚が急激に増加し数十センチのオーダーになることがわかってきています。図 6 は、緩詰め細砂やシルト質地盤の場合、波浪作用による残留間隙水圧の上昇の影響により、上述のような限界 S 値が著しく減少することを示しています。Ribberink の大規模往復振動流実験でも、細砂地盤の場合、粗砂地盤にくらべて漂砂層厚が大きくなることがわかっていますが、その層厚は $S < 0.1$ において数 mm 程度であり、図中の実線部の近接直上にプロットされます。

論文番号 106

著者名 田村 仁, 灘岡和夫

論文題目 準三次元非平衡浮遊砂輸送モデルの開発に基づく港口部での底質浮遊と輸送に関する解析

討議者 浅野敏之(鹿児島大学)

質疑

掃流力以上に砂が浮遊する over-loading と掃流力以下に浮遊する under-loading の状態を考えれば、 1 と 1 より大きいもの、小さいものの両者を考慮しなければならないのではないかと。

回答

本モデルでは浮遊砂の鉛直分布を指数関数の重ね合わせで表し、重み付き残差法を用いて定式

化しております。例えば分布関数系のパラメタである α が 1 の鉛直分布関数 (平衡状態) から α が 1 より小さい鉛直分布関数 (under-loading) に重みを付けて差し引くと、あたかも α が 1 より大きな鉛直分布関数 (over-loading) を表すことができるため、ご質問の様な鉛直関数系の設定は必要なくなります。また、このことにより本モデルでは平衡状態鉛直濃度分布の重ね合わせで、非平衡状態鉛直濃度分布を表すことが可能となっています。

論文番号 110

著者名 三船修司, 川口 勉, 松本英明, 渡辺博美, 荒井直人, 山下俊彦

論文題目 北海道日本海沿岸の長周期波特性と漁港内の漂砂現象に関する現地観測

討論者 合田良実 ((株) エコー)

質疑

浮遊砂について、長周期波よりもむしろ波浪と直接関連づけてみるのがよいのではないかと。

回答

浮遊砂を移動させる外力として長周期波に着目したが、長周期波と波浪との相関が強いことがわかっているので、波浪との直接的関連についても明らかにしていきたいと思えます。

論文番号 112

著者名 森本剣太郎, 入江功, 小野信幸, 竹内伸夫, Rahman Hidayat, 箕作幸治

論文題目 種々の断面形状の潜堤構造物による航路埋没阻止機能に関する研究

討論者 出口一郎 (大阪大学)

質疑

台形型潜堤周辺の乱れ強度が雨滴型に比べて非常に大きくなっている理由は？

なぜ雨滴型潜堤の形状が非対称なのか？

回答

台形型と雨滴型潜堤の形状の大きな違いは、鋭角な角の有無となっています。論文中の実験条件では、台形型潜堤上を波が通過する場合は上部の角付近に剥離渦が形成され、雨滴型の場合は滑らかな形状のためほとんど剥離渦が形成されませんでした。乱れ強度の大きさが両者で異なっているのはこの角の有無による剥離渦形成の差によるものと考えられます。

航路埋没を阻止する要素として、(1)航路の外側に堆積しているフルードマッドを潜堤の高さによって流入を阻止すること、(2)それでも、潮流などの影響により潜堤上を越えて航路の内側に流入してくるものに対しては、攪拌して濃度を薄めることにより航路内に堆積しにくくすること、の2つを考えました。雨滴型潜堤の形状を非対称としたのは、(2)の効果を期待し潜堤頂部の片方にのみ渦を形成させることを期待したためです。しかし、実験の結果、雨滴型では期待したほどの渦の形成は見られなかったため、新たに逆型潜堤を提案しています。逆型の場合は、現在のところ数値計算による検討のみですが、(1)(2)の2つの埋没阻止効果が期待できます。

論文番号 113

著者名 池野正明, 清水隆夫, 小林英次, 石井敏雅, 斉藤知秀

論文題目 露岩域を有する砂浜海岸に港湾を建設する場合の3次元海浜変形数値予測モデルの適用

訂正

・ p.562 の式(4), 式(12)の右辺に $1/\rho_s$ をかける (ρ_s ; 砂の密度=2.65) .

式(11)の右辺全体に $1/(1-\nu)$ をかける (ν ; 砂の空隙率=0.4) .

訂正理由: 浮遊漂砂量のみ質量表示であったため, 掃流砂量, 全漂砂量とともに空隙を含まない体積表示へ統一した. 砂層厚連続式を空隙の影響を加える表示に変更した.

討論者 三村信男 (茨城大学教授)

質疑

掃流砂の取り扱いはどうなっているのですか. 特に, 露岩上での扱いはどのようにしているのですか.

回答

図-1に示すように, 本モデルで岩礁以下の高さでカットされるのは, 浮遊漂砂のみです. これとは別に, 露岩上の砂層厚が限界砂層厚(砂漣高の1/2)以下になった場合には, P562式(10)を用いて全漂砂量を減少させるため, この部分に掃流漂砂の寄与分が係ります.

討論者 渡辺 晃 (東京大学教授)

質疑

岩礁上を通過する漂砂フラックスの算定法の考え方は基本的に正しいと思うが, 実現象は図-1のようにならず, 岩礁直沖では下部層の水平流速がそもそもほぼゼロになるはずである. 実際の計算ではどのようにして得たのか. 岩礁隣接点での水平流速と浮遊砂濃度分布を用いたのであれば, 結果が計算格子の大きさによって変わってくるのではないか.

回答

修正ブシネスク方程式から得られる流速は, たしかに, 岩礁地形の影響を受けた流速となりますので, 岩礁直沖での下部層の水平流速は, ご指摘の通りゼロとなります. ただし, 本モデルでは, 修正ブシネスク方程式から求められる流速に, 砕波による戻り流れの鉛直分布を別途算定式により求めて付加しております. この算定式は, 一様斜面勾配地形上で砕波する場合の知見に基づいた算定式ですので, これを付加した後の岩礁直沖下部層の水平流速はゼロになりません. このため, 浮遊砂フラックス見積もり時に下部層部分の C^*U をカットすることにより, 岩礁上を通過する浮遊砂量を求めています. 従いまして, 結果が計算格子の大きさによって変わってくることはございません.

論文番号 114

著者名 小林 博, 渡辺 晃, 磯部雅彦, 佐藤慎司, 石井雅敏

論文題目 多方向不規則波による各種海岸構造物周辺の海浜変形の数値モデル

訂正

著者名のうち，石井雅敏ではなく石井敏雅が正しい。

討論者 合田良実（(株)エコー）

質疑

離岸堤背後の計算地形が双こぶ型になっているのは循環流，特に離岸堤中央へ向う強い流れが十分に出ていないためではないかと思われます。この改良について工夫されていればお教えください。

回答

ご指摘の通り，海浜流の実験値と計算結果の比較（図6）によれば計算では離岸堤中央へ向う流れがやや小さめに評価されています。これは離岸堤背後の静穏域での碎波に伴う運動量拡散係数の評価が難しいためと考えられます。計算の地形変化が双こぶ型になるのは，上記の問題に加えて swash zone を考慮していないこと，ならびに地形変化の履歴を考慮していないことも原因に含まれるものと考えます。今のところ，計算精度を上げる工夫というよりは，非常に水深の小さい領域で計算が異常終了しないように工夫するのが精一杯であり，今後 swash zone の考慮も含めて検討する所存です。

論文番号 117

著者名 山本幸次，鳥居謙一，佐藤慎司，田中 晋，宮野正実

論文題目 流砂系における堆積物調査手法に関する研究

討論者 出口一郎（大阪大学）

質疑

「鮫川からの流出土砂は河口周辺に一旦堆積し・・・」とあるが，どのような形で堆積するのか？

「砂層厚が 10m 以上ある」ということと，沿岸域の土砂管理がどうかかわっているのか？

沖の砂をとって岸に養浜する場合，水深 20m 以深のところ砂なら問題はないと言えるか？

回答

鮫川からの流出土砂は $300\text{m}^3/\text{s}$ の流量を超えると，河口砂州をフラッシュする移動形態で河口沖に一旦堆積する。その後の波浪の作用で再び河口砂州が形成され，土砂供給源として海岸に寄与しているようである。しかし，定量的には把握していないので，詳細については今後の課題として検討したい。

河口部周辺の陸上部と沖側で砂層厚が厚いということは，海岸の形成に河川からの流出土砂がかなり寄与していることを示しており，河川からの流出土砂が減少すれば，徐々にではあるが勿来海岸全域で汀線の後退が進むと予測される。したがって，高柴ダムや四時ダム土砂堆積量や河道の変動のモニタリングを行い，流砂系での土砂管理を行う必要がある。

水深 20m 以深では砂層厚が薄いので問題があるが，砂層厚が厚い河口沖に限れば水深 20m 以深の砂を岸側に養浜することは有効と考えられる。

討論者 内山雄介（港湾空港研究所）

質疑

音波探査による地質分布の解析について、今回はコーン貫入試験結果と比較して精度のチェックを行っているが、実際に地質の鉛直構造を議論する際にはコアを抜いて分析し比較する必要があるように思われるが、音波探査はどの程度のキャリブレーション（あるいはクロスチェック）を要するのか知見があれば教えてください。

回答

海岸における堆積物の調査手法はまだ確立されておらず、それを効率的に行うためにも研究を進めている。ご指摘の点は今後の課題であり、音波探査である程度の地層反射面の存在を線的・平面的に確認し、特徴的な地点で堆積物のコア採取を行い鉱物組成や粒度および堆積年代の分析を行うのが効率的と考えている。

論文番号 118

著者名 黒澤辰昭，田中 仁

論文題目 空中写真による海浜汀線形状の判読に関する研究

討議者 武若（筑波大学）

質疑

航空写真の評定（撮影時の飛行姿勢の補正）の有無は写真から読み取った量の精度にどの程度の影響を与えるのか。

回答

今回使用した空中写真においては、これらを含めた補正のために幾何補正を行っている。基準点を海岸近くに多く配置し、汀線位置評価の誤差が小さくなるようにした。

討議者 青木伸一（豊橋技科大）

質疑

Run-up ではなく set-up を用いたのは何故か。

回答

run-up を用いることも可能ではあるが、写真撮影時における汀線付近は遡上している部分と遡下している部分が両方存在する。また、同じ地点における遡上高さも毎回違うために、汀線位置を判読する際に誤差を含んでしまうと考え、今回は wave set-up の影響を考慮した。

質疑

波の情報は過去の空中写真については未知の場合がほとんどである。写真から波の情報を引出すような方法の開発が必要では。

回答

過去の写真においては波浪データが欠乏しているものが多いのは事実である。そのような場合、波の情報を必要とする wave set-up の考慮は不可能である。そのような場合は、潮位補正のみを用いるわけだが、空中写真より得られた汀線データには wave set-up による誤差がある事を認識

している必要がある。例えば、汀線長期変動データにばらつきがある時、その中にこの誤差が含まれることを前提として目を見る必要がある。

討議者 重村利幸（防衛大学校）

質疑

航空写真撮影時間における現地測量データとの比較をされたか。

回答

空中写真撮影時間における現地測量データとの比較をしたところ、誤差は3m程度であった。写真撮影と現地測量は同日に行っているが、現地測量はおよそ半日がかかりで行ったため、その間にも海浜地形変化が起こっている。しかしながら両方を同日に行っているため、この事はほぼ無視できると考えられる。

質疑

遡上、遡下の間接線を写真からどのようにして決めるのか教えて欲しい。

回答

写真から判読される水際位置は、遡上と遡下が入り混じっているために、波のような形状となっている。それを近似直線を描くように目視で読み取った。よって、遡上、遡下の間接線を読み取るときにある程度の誤差が含まれていることになる。

論文題目 119

著者名 西隆一郎，水川隆太

論文題目 砂丘風食と飛砂に関する基礎的研究

討論者 出口一郎（大阪大学）

質疑

12000m³/year と推定された場所は、どこに行くのでしょうか。海浜に供給されているのでしょうか。

論文番号 121

著者名 内山雄介，栗山善昭，波多野敦史

論文題目 蒲生干潟前面海浜地形の中期変動特性

討論者 田中 仁（東北大）

質疑

河口前面のように変動が大きいところで固有関数展開を行った場合、その変化に引っ張られた解析結果にならないか。領域分割は行ったか？

回答

主成分解析の原理から考えると、七北田川河口域のような地形変動の大きい場所を含む広範な領域の地形変動解析を行ったとしても、河口前面で生じている現象とそれ以外場所での現象を別々に抽出することは可能である。この場合、変動が大きな河口域付近での変化パターンの有す

る固有値が大きくなり、それ以外の変動パターンの固有値は小さくなることが予想される。すなわち、モード1や2に河口前面を中心とした領域における変動が、モード3以下にそれ以外の領域における変動が現れることになる。実際、本研究においては、河口テラスの縮退に対応した変動パターンはモード1に、それ以外のパターンはモード2以下に現れており、ご指摘のような結果にはなっていないと考えている。そのため、領域分割した上での主成分解析は行っていない。しかしながら、一般論としては、固有値の小さな変動パターンには様々な要因による誤差が含まれやすく、実際の物理プロセスを反映してない結果が現れることもある。この問題に対処するためには、主成分解析の結果と外力データとを注意深く照合することにより、物理的な裏づけを取りつつ現象の解釈を行わなければならない。これを十分に行えない場合であれば、例えばご指摘のように領域分割をして解析を行うなどすることにより、微細な地形変動パターンをより正確に抽出することができるものと思われる。

討論者 出口一郎（阪大）

質疑

河川からの供給土砂のうち、沖側（水深10m以深）に流出したものが徐々に岸側へ移流される現象とはどのような機構による現象か。また、深い領域での底質粒径はどの程度か。

回答

沖合いでの土砂移動の機構を説明するためのデータ、および底質粒径に関するデータはともに得られていないため、詳細については不明である。前者については諸説あるが、陸棚波、内部潮汐波、沖合砕波などが関連している可能性が強いものと考えている。

討論者 山下俊彦（北大）

質疑

河口の水深10m以深での地形変動と河川流量が遅れを持って変動しているが、水深10m以深の変動土砂量と河川流出土砂量の関係はどうなっているか。

回答

河川流出土砂量については十分なデータが得られていないため詳細に検討することは困難であるが、非常に単純化すれば流出土砂量は河川流量の3乗に比例するものと考えられるので、流量と地形変動の位相差に関する傾向は、河川流出土砂量と水深10m以深の変動土砂量との関係にも同様に現れるものと推察される。

質疑

河口から流出した土砂はどの水深に堆積し、岸・沖へどのように移動すると考えるか。

回答

本研究で用いたデータを見る限り、河口から流出した土砂はまず水深10m以深に堆積し、その堆積域が数年オーダーで徐々に岸側へと移動していることが分かる（図-7(b)参照。移動の方向は図中の矢印で示されている）。ただしその機構については、出口先生へのご回答で述べたように、現時点では特定することはできない。

論文番号 122

著者名 宇多高明，清野聡子，釘宮浩三，芹沢真澄，古池 鋼，三波俊郎

論文題目 海底掘削穴岸側での急激な土砂堆積と砂嘴の大変形の機構

討論者 山本幸次（国土交通省国土技術政策総合研究所）

質疑

図 8 で 1972 年と 1996 年の海浜流の特性が変化しているようですが、生物環境に与える影響調査をされているのでしょうか？

回答（回答者：清野聡子（東京大学大学院 総合文化研究科））

変化としては砂利穴掘削前の状態の把握が必要になります。1972 年当時の生物環境のデータがないために、空中写真資料とヒアリングにより推定を行っています。藻場が物理的に喪失していますが、質的变化の評価が困難です。漁業への影響が現地で指摘されていますので、それを参考にして海浜流に依存した生物現象については解析中です。

論文番号 126

著者名 佐藤慎司，Harry Yeh，加藤史訓

論文題目 利根川河口周辺沿岸域における浮遊懸濁物質の挙動に関する現地観測

討論者 山下俊彦(北大)

質疑

LISST では植物プランクトンはどう測定されますか。LISST の出力から植物プランクトンと浮遊砂は分離できますか。

回答

測定範囲は 1~250 ミクロンなので、光を透過しないプランクトンは測定対象となっていると考えられる。しかし、形状が球形でないものに対する出力特性は検討されていないので、結果の解釈には注意が必要である。また、浮遊砂との分離は測定原理から考えて困難と思われる。

論文番号 127

著者名 横山勝英，宇野誠高

論文題目 河川感潮域における高濁度水塊の挙動 強混合河川の場合

討論者 田中昌宏（鹿島建設 技術研究所）

質疑

塩水フロント通過時に濁度が上昇する現象はフロントの流動構造が重要と考えられる。とすると、巻き上げ量の推定には u^* の他にフロントの構造を考慮した定式化が必要と考えられる。非常に貴重な現地観測データであるので、以上の方向の研究発展を期待します。

回答

ご指摘の通り、フロント先端での鉛直上昇流や乱流が重要であると推測されます。今回の論文では、土砂が河口域のどのような場所で発生・移動してゆくのかマクロに捉えることを目的とし

ました。その結果、現象の全体像は概ね把握できましたので、今後はご指摘いただいた巻き上げのミクロな構造に迫ってゆきたいと考えております。

討論者 榎木亨（大阪産業大学）

質疑

巻き上げ限界と摩擦剪断応力との関係はどうか？限界掃流摩擦応力と考えてよいのか？

巻き上げ現象において寄与するのは水平渦か、鉛直渦なのか？

回答

ご指摘いただきました内容については、現状では観測結果に基づいた回答をできる段階に至っておりません。おそらく第一討論者（田中氏）のご指摘のように、フロントの構造が重要であろうと推測されますので、今後、微細な流動構造に関して精密な現地観測を実施し、検討してゆく予定です。

論文番号 128

著者名 柿木哲哉，滝川 清，山田文彦

論文題名 熊本県沿岸海域における潮流場・拡散場への河川流入の影響

討論者 田中昌宏（鹿島・技研）

質疑

冬侵食，夏堆積というデータについて，夏の堆積メカニズムについて詳しく教えてください。出水後，波，流れとの関係はどうか？

実験，解析を通して，出水時の拡散特性へのコリオリの影響は？

回答

熊本県熊本市の夏季の降水量は冬季に比べ5～6倍あり，それによる陸水流入量の増加が今回の夏の堆積の主たる原因と考えている。また，干潟地形変化観測期間中（平成12年11月～平成13年11月）において，河口付近・岸から500(m)付近・1000(m)以降で底質分析も行っているが，その結果や現地踏査の結果をあわせて考えると，明らかに各地点で底質の移動形態が異なるという印象を受けている。しかしながら，それを実証するだけの現地データが質・量ともに不足しているため，今後もデータ収集を行っていきたいと考えている。

今回対象としている領域においてはコリオリの影響は少ないと考えている。その理由として，出水後の白川河口付近の航空写真を見ると河川流入水は河口左岸側へと流出していることがわかる。本来ならばコリオリ力の影響から河口右岸側（湾奥側）へ流出するものと考えられるが，白川からの流入水はおおよそ河口から濁筋に沿った左岸寄りの流れとなっている。このことからこの領域では地形の影響を大きく受けるものと考え，コリオリの影響を考慮しない平面水槽実験を行った。その結果，平面水槽実験においても白川河口から左岸寄りの流出が見られるなど現地同様の傾向が見られ，この領域の流れ場・拡散場はコリオリの影響よりも地形的な影響を受けることがわかった。また，有明海は湾奥方向に向かって平均海面が上昇するという特性を持っており，白川の右岸側は有明海湾奥側にあたるため，白川河口からの流入水を左岸側に傾かせる一因

であると考えられる。

論文番号 129

著者名 稲垣 聡, Stephen G. Monismith, Jeffery R. Koseff, Jeremy D. Bricker

論文題目 南サンフランシスコ湾における底泥輸送解析

討論者 渡辺 晃 (東京大学)

質疑

せん断応力が限界値より小さい場合に Deposition が、大きい場合に Erosion が生じるとモデル化しているが、Erosion が生じている時間においても同時に Deposition が生じているはずではないか。

Erosion のモデル式中の P (侵食速度定数) はどのように定式化してあるのか。単なる係数値としたのであれば、その値を決めた根拠は何か。

底泥の場合には、堆積後の時間に依存して consolidation 等の影響により限界せん断力や P の値が変化するはずであるから、その影響はどのように考慮されているのか。

回答

粒子の「沈降」という意味では、海底から Erosion が起こっている時間でも、浮遊土砂の水中の表層から底層への沈降は計算上も発生している。本モデルでいう Deposition は浮遊土砂の海底への「着底」を意味しており、ある粒径の粒子を考えれば、Erosion が起こるほど流れが速い場合に、同時に着底は起こらないと考える。なお、複数の粒径の粒子を考慮した場合は、泥が巻き上がる時砂が着底すること等は当然起こり得るが、本計算は単一粒径(代表粒径)の土粒子のみを考慮している。

論文集に記した通り、 P の決定は最後まで課題として残り、最終的に浮遊土砂の濃度が実測と同じオーダーになるように決定した。場所・時間によらない一定値としている。

摘の点は今回は考慮していない。全体として本モデルはきわめてシンプルな定式化を用いているが、それがゴールとは考えておらず、今後それを改良していきたいと考えている。課題は指摘の点以外にも底泥モデルの選定、複数粒径粒子の取り扱い、底泥粒子の平面分布の扱いなど数多くあるが、問題の重要性も良く調べ、ひとつひとつ検討していきたい。なお、SF 湾では現地底泥の特性の情報が不足しており、指摘の点は現状ではデータがなく与えられない。モデル化の際には底泥特性の蓄積も課題である。

討論者 日野幹雄 (中央大学)

質疑

底面せん断力は流れによるものと波によるものの和としているが、波によるせん断力は一波毎の短い時間に対する瞬間値ではなく、ある時間の平均波浪についてと思うが、どうか。

底面せん断力は、潮汐の上げ潮・下げ潮では同じ水位・流速でも異なることは良く知られている。河川の洪水では、同じ水位でも増水期には底面せん断力は大きく水は濁り、減水期には水は澄む。このモデルでは上述の現象が取り入れられていないのではないか。

回答

本モデルの波によるせん断力は、有義波高のひとつの波を考えた際、その水粒子の orbital motion の底面付近での最大値を求め、その動きによる底面せん断力を求めている。有義波高を使用しているということで、ある時間の平均的な波浪を考慮しているという言い方はできる。また、侵食速度定数 P の値は、一波一波の値というより、ある時間に平均して発生するマクロな量という発想であるので、そこから計算される底泥土砂巻き上げ量も平均波浪についてのものということになる。

南 SF 湾で実測される浮遊土砂の分布は、干潮時の水位の下がったときに波浪により土砂が巻き上がる効果が最大で、高濃度の分布はそのとき形成される。実測値を見る限り指摘の上げ潮時・下げ潮時の違いははっきりしないが、下げ潮時と上げ潮では波による orbital motion と潮流の向きが一致する・しないの差が生じ、底面せん断力の違いが生じることは考えられる。その場合、本モデルでは orbital motion の方向は考慮していないので現状の再現はできないが、軽微な修正で導入できるので今後考えたい。また、潮汐の非定常効果による上げ潮・下げ潮時の差の発生については、本海域でそのようなことが起こるかは現状でなんともいえない。今後の検討課題とする。

討論者 中川康之（港湾空港技術研究所 海洋・水工部）

質疑

湾内の侵食・堆積傾向を評価しているが、湾域への供給土砂量（河川供給、湾口からの流入など）は考慮しているのか？

回答

本研究の計算では河川と湾口からの土砂供給は考慮していない。計算は夏期の乾季を対象としており、南 SF 湾には大きな河川の流入がないため、河川の土砂供給を考えないことは妥当である。湾口からの供給については、湾内から一度流出した浮遊土砂がある程度湾に戻ってくるはずであり、それを考慮していないため湾口付近の浮遊土砂濃度は現実と異なると考えられる。しかし、シミュレーションの土砂移動に示した通り、湾のその他の大部分では、一度の潮汐による海水の移動（数 km のオーダー）のうちに底泥の巻き上げ 輸送 沈降が起こっており、土砂の輸送は南 SF 湾内の中でほぼ閉じていると考えられ、一年の大部分の時期において湾口からの土砂供給の影響は小さいと考えられる。

なお、雨季（この地域では 1～2 月頃）においては、湾最南端からの河川流入のほか、北サンフランシスコ湾東端のサクラメント川・サンワンキン川からの土砂流入が南 SF 湾の浮遊土砂濃度に影響すると考えられるため、別途これらを考慮した取り扱いが必要と考えられる。

論文番号 132

著者名 山下隆男，加藤 茂，木原直人

論文題目 広域海浜流，広域漂砂の岸沖分布

討論者 信岡尚道（茨城大学工学部）

質疑

図-1 の上段の図で、岸沖方向での相関はどのようになっていますか？また、流速を予測したい点からどのくらいの距離（風上方向へ）の風を考慮するひつようがあるか？

回答

図-1 の上段の図は、沿岸方向の海上風の風速と底層流速の観測結果を示したもので、水深 30 m（右の図）の場合には両者の相関が悪くなるが、水深 20m までは極めて高い相関があることを見ていただきたい図です。岸沖方向には、風と流れの相関は全く見られません。水深 10 m 以浅では砕波に発生する「戻り流れ」が観測されますが、それ以深の海域では沖方向流は全く観測されません。このように、海域の広い範囲に渡って発生する比較的強い（風速 10 m/s で流束成分 60 cm/s 程度）沿岸流は風によって駆動されている（吹送流）ことが明確で、波浪は浅水化に伴う白波砕波の増加分でこの吹送流を強調するような形で沿岸流速の増加に寄与します。これを広域海浜流と呼んでいます。

後半のご質問のように、沿岸域での物質輸送、漂砂、海浜変形を考える場合には、このような広域海浜流の流速を予測することが重要になってきますが、風域場の時間・空間特性（海域周辺の陸上地形に強く影響される）については意外と研究が少なく、海岸工学の分野において、未知な、未開発なぶんであります。このため、広範囲な風域場・流速場の観測事実に基づいて回答することはできませんが、数値計算と、数点での観測結果との比較からは、沿岸流場が風速に追従するのに（定常になるのに）2 - 3 時間は必要です。また空間的に一定になるのは、流れ場そのものは吹送距離に依存しません（海面せん断応力と海底摩擦の釣り合いで決まる）ので、発達する波浪が白波せん断応力として沿岸流場へ影響する必要がある場合には風上方向の距離を考える必要があります。

論文番号 133

著者名 泉宮尊司，忠平将典，石橋邦彦

論文題目 海浜砂の粒度と分光反射率特性に基づいた海浜砂および漂砂系の分類評価に関する研究

討議者 灘岡和夫（東京工業大学情報理工）

質疑

各地点でのサンプリング方法として、砂表面のみのサンプリングとしているようであるが、通常前浜での砂層は明確な層構造をなしているので、サンプリングの代表性を考慮すべきではないか。

回答

今回の調査では、前浜から後浜の境界位置で砂層表面から 10cm 程度までの砂を採取して、粒度分析および分光反射率の測定を行なっている。したがって、表面のみの測定ではなく、深さ 10cm 程度までの結果を代表しているものと考えられます。しかし、この調査だけでは未だ不十分であり、深さ方向および海底部の調査も継続して行ないたいと考えています。

論文原稿 134

著者名 Enrico Paringit，灘岡和夫

論文題目 衛星画像解析による植生指標と分布型物理モデルに基づいた表層土壌

討議者 浅野敏之（鹿児島大）

質疑

表層土壌流出はリルマークを刻むガリー侵食を考慮せねば記述できないのではないかと。それをモデルに取り込んでいるか。

回答

First, we need to distinguish the concept of rill erosion from gully erosion. Rill erosion is the process of removal of soil by concentrated water running through little streamlets, or headcuts while gullying refers to more deeply incised depressions and natural drainage lines. The two are related if run-off water concentrated in rills or depressions removes soil particles through sluicing and create scour gullies. The effects of both gullying and rilling were not included in the model presented by Paringit and Nadaoka (2001) describing the erosion, transport and deposition process on the overland area. The reasons for their exclusion are the following:

Inside the Todoroki catchment area, gullying is not an observed erosion mechanism or, at least not the one of the more significant eroding processes. Gullying effects are usually pronounced in hillslope areas, characterized by relatively longer slope lengths associated with steeper (>15% gradient) landscapes. In contrast, the Todoroki watershed can be

described more accurately as having an undulating to rolling terrain (thus shorter slope lengths), with more than 90% of the total catchment area with 8% or less slope gradient.

On newly-cultivated bare soils, rill marks commonly occurs resulting from a concentration of surface water into deeper, faster-flowing micro-channels (about 30 cm) which follow depressions or low points through paddocks, and confined to and terminal with the boundary of the tilled area. Given the scale of the model, discontinuity of rilling, in effect will not considerably alter the overall value of the eroded material approximated by the sheet erosion mechanism over the tilled areas of the Todoroki watershed.

The rilling effect could not be verified and was not yet measured in the field. It is of the author's opinion that if rill erosion is to be included as a contributory process in sediment discharge modeling, it is only proper that a procedure or system must be introduced to verify the rilling phenomenon in the field.

The omission of rilling and gullying effects on the sediment discharge model developed as presented in the Conference does not preclude their consideration on future efforts to improve the model. It is possible to take them into account in the overland erosion component in addition to the sheet erosion given a few important conditions. Foremost is the availability of verification data to which any proposed rilling quantification can be compared. Second, inclusion of gullying is justified only if it is an observed erosion process in the study area. A third condition would be related chiefly to the scale limitation of the simulation data, which suggests that the present resolution of the simulation data is too coarse to describe micro-scale phenomenon such as rilling. Efforts are underway to incorporate rilling effects by parameterization in the light of the aforementioned conditions.

We hope that the foregoing explanation gave satisfactory answers.

論文番号 137

著者名 清水 裕, 藤平 大, 村野幸宏, 高木利光, 佐藤勝文, 川島 理, 鳥居謙一, 山本幸次

論文題目 埋設構造物の異常波浪時における侵食制御機能に関する実験的研究

討論者 青木伸一 (豊橋技科大)

質疑

埋設構造物によって局所洗掘が助長され, かえって砂が流出しやすい場合があるのでは?

回答

ご指摘のように、中小規模の波浪時に構造物が露出している場合には、そのような現象もありうるかもしれない。しかし、ここで計画している埋設構造物は計画波規模の波浪によって生じる侵食に対応するものであり、そのような波浪によって埋設構造物が露出した場合においては、本実験により、埋設構造物がない場合との比較から埋設構造物の侵食緩和効果が確認された。また、年数回波を含めた常時波浪による侵食に対しては、養浜等に対応し、埋設構造物が露出しないようにすることとしている。

質疑

砂流出後の回復過程についても、その機能を比較検討する必要があるのでは？

回答

ここで対象としている侵食現象は、計画波規模の波浪来襲時の侵食であり、このような規模の侵食に対しては、自然の回復を期待することは困難と考えている。したがって、このような侵食が生じた場合は、養浜により元の状態に戻すことを想定している。

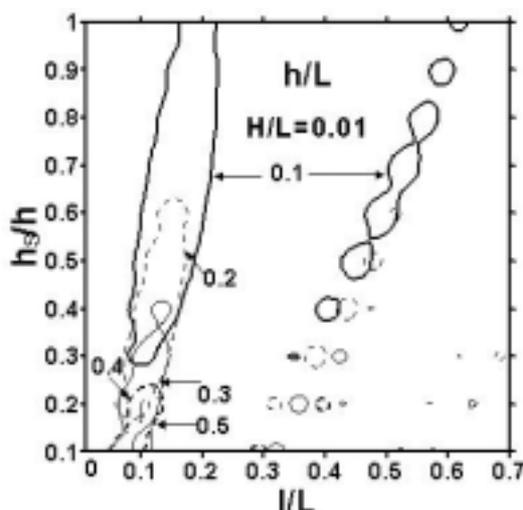
論文番号 140

著者名 角野昇八，辻本剛三，塩崎禎郎，中木原宏文，重松孝昌

論文題目 消波性能からみた二重スリットケーソンの最適構造諸元の決定法の提案

訂正

- ・ p.699 の図 10(a)を下図に差し替える。
- ・ p.699 の 4.2 ~p.700 の までの文章を下記下線部のように訂正する。



『140-10 (a) 1重スリット堤の目標反射率の分布』

所与の条件より、長周期相当の $H/L=0.01$ であるので、一重スリット堤としての適否を図-10 (a)より検討する。 $h/L=0.1$ の条件より、 $hs/h=0.3$ とすれば最小の $l/L=0.08$ が求まり、それより $l=7.4\text{m}$ が求まる。一方、図-10 (d)によれば、 $H/L=0.04$ 、 $h/L=0.4$ 、 $hs/h=0.3$ の条件で $l/L=0.20$ まで目標反射率が満足されるが、この値は、短周期側の条件から求められ

る $l/L=7.4/24.6=0.3$ よりも小さく、要求条件は満足されていないで、二重スリット堤が必要となることがわかる。

と同様にして、**図-11 (a)** より、 $H/L=0.01$ 、 $h/L=0.1$ の条件の下で、 $h_s/h=0.4$ にとれば最小の $l/L=0.09$ を決定することができ、 $l=8.3m$ が求まる。一方、**図-11 (d)** によれば、 $H/L=0.04$ 、 $h/L=0.4$ 、 $h_s/h=0.4$ の条件で $l/L=0.43$ まで目標反射率が満足されるが、この値は短周期側の条件から求められる $l/L=8.3/24.6=0.34$ よりも大きく、要求条件が満足されていて、二重スリットとしての断面が決定されたことになる。

討論者 島谷 学 (横浜国立大)

質疑

境界積分法内で用いている摩擦係数 f の具体的数値とその設定根拠について回答願いたい。

回答

理論そのものは線形計算であり、従って摩擦損失の影響も流速に対して線形抵抗の形で取り込まれる。本理論においては、抵抗の影響を表現する Blockage Coefficient (C) を複素係数とすることでこの線形摩擦抵抗の影響を取り入れている。すなわち、慣性抵抗を表現する本来の C を実部にもち、虚部に線形摩擦抵抗係数を導入している。そしてこの Blockage Coef. の虚部の係数は、「ローレンツの等価仕事原理」によって流速の 2 乗に比例する非線形摩擦損失係数 f と関連づけている (例えば Kakuno et al. 1993)。この f の値を理論的に求めることは不可能であり、仮定された f の値を用いて算定される各種水理量に関する理論値と実験値がもっとも良く合致するまで繰り返し計算をして決定している。角柱列の場合、従来の研究で柱体列背面の固定壁の有無や柱体列の数に関わらず、あるいは消波特性や波力特性に対しても $f=1.5$ の値がもっともよく合致することが明らかになっているので、ここでもその値を用いた。

参考文献：

Kakuno, S. et al., 1993, Scattering of Water Waves by Vertical Cylinders, J. of the Waterway, Port, Coastal and Ocean Engrg., ASCE, Vol. 119, No. 3, pp.302-322.

討論者 中村孝幸 (愛媛大学)

質疑

潮位の影響をどのように取り扱うのか？

回答

本解析プログラムは一定水深の下での解析を行っている。潮位の影響はそれに応じた水深変化の影響を考察することで取り扱える。

論文番号 141

著者名 谷本勝利, 鈴木智浩, Mohammed Fuzlul karim

研究題目 人工リーフ付き透水性防波護岸の水理特性

訂正

式(1)の訂正

$$q = \sqrt{2g} A_0 \left(\frac{K}{K+1} \right)^{3/2} H^{3/2} \left(1 - \frac{h_c}{KH} \right)^{5/2}$$

図の差し替え, p.703. 図-7 越波流量の比較(1), 図-8 越波流量の比較(2)

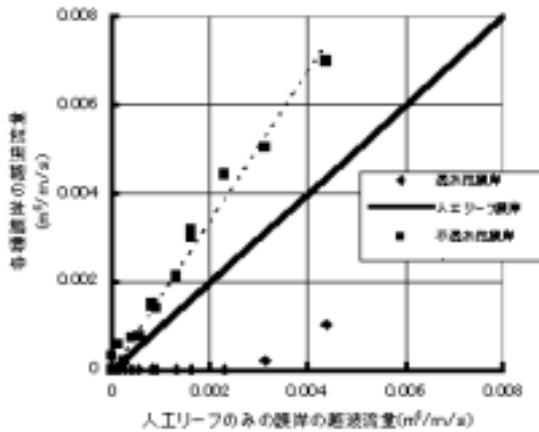


図-7 越波流量の比較(1)

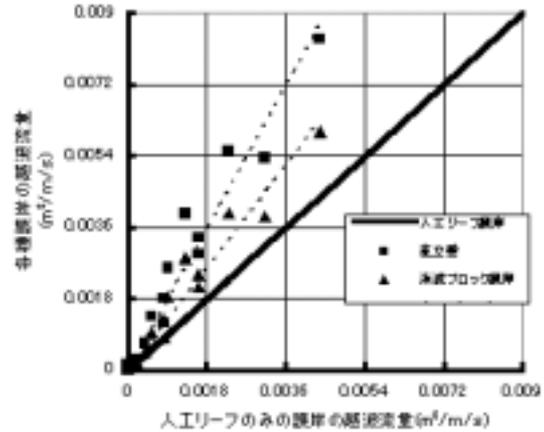


図-8 越波流量の比較(2)

討論者 齋藤武久(金沢大学)

質疑

評価に用いたサンプリング波を各波高計で計測された9波~13波の5波としているが,その根拠をご説明いただきたい。

回答

実験における有効波は,ご承知のように,入射波と構造物からの反射波が重なった安定した状態の範囲に限る必要があります。そのため,最初の非定常な波を捨て,かつ造波板からの再反射波が到達するまでを読み取りの対象とするということになります。本実験では,これを考慮に入れて,波高測定範囲内で共通して安定していると考えられた9波から13波の5波を対象としたしだいです。

質疑

造波開始時間を基準とした場合,各計測点で評価対象としてサンプリングした5波は,それぞれ異なる時間取得したものと解釈しました。仮に同時刻にサンプリングした場合,両端に位置する波高計からサンプリングしたデータは,本論で行われているサンプリング法によるデータと比べて違いは生じないか。

回答

ご指摘のとおり,波高計位置によって解析対象とした時間は異なります。両端位置で,仮に,同時刻にサンプリングする場合でも,有効波の考え方さえしっかりしておれば,結果に違いはそれほどないと思われます。本実験では,波高計の位置を変えて繰り返し実験を行っており,

造波開始時間を記録していないこともあって、9波から13波までを解析の対象としました。

質疑

天端上水深の変化を検討されていれば、コメントをいただきたい。

回答

天端上水深を変化させた実験はまだ行っていませんが、それが大きく影響することは明らかです。つまり、砕波が生じないほど深ければリーフ天端で波高はかえって大きくなり、越波が増大すると考えられます。定量的には、今後、検討していきたいと考えています。

討論者 角野昇八（大阪市立大学）

質疑

本実験は現地を想定していると思われるが、縮尺をお教え願いたい。

回答

完全に特定の現地に対する模型実験というわけではありませんが、縮尺は1/25程度を想定しました。

質疑

縮尺1/25とすると人工リーフ天端幅は25m程度となるが、この値は大きすぎると考えられないか。

回答

参考とした横須賀港馬堀海岸地区の堤防の例では、透水性テラスを含めて50m程度の規模が考えられています。背後地等の条件次第では、大きすぎることはないと思います。

論文番号 142

著者名 上久保勝美，山本泰司，梅沢信敏，木村克俊，土井善和

論文題目 消波工と本体工の天端高さが異なる消波ブロック被覆堤の水理特性

討論者 半沢 稔((株)テトラ)

質疑

完全に消波した場合と消波工天端を下げた場合では、後者は消波工のコストは縮減できますが、ケーソン本体は波力増大により堤体幅を大きくする必要があり、コストが大きくなるものと考えられます。ストーリーとしては、消波工のコスト減の方が大きく、全体としてもコスト減になるということだと思いますがいかがでしょうか。

回答

消波工が被覆されていない突出した直立部には大きな波力が作用するが、ケーソン全体としての波力合力として見れば、差ほど大きな値にはならないので、全体としてはコスト減になると考えています。

討論者 中村孝幸(愛媛大学)

質疑

ブロックで被覆されていない直立部に作用する波力が増大する原因として、どんな現象が生じ

ているのでしょうか。

回答

消波工を不完全に被覆した場合、消波工法面上で砕波した波が突出した直立部に衝撃的に作用し、波力増大が生じます。また、消波工法面を遡上する早い流れによっても波力増大が生じるものと考えられます。

討論者 谷本勝利(埼玉大学)

質疑

*の評価において、かなりばらついたデータの上限值をとっておられるようであるが、そのように安全側を考えたとしても、全波力としては全被覆の場合と比較して、それほど増大しないということでしょうか。

回答

今回提案する消波工が被覆されていない突出した直立部に作用する波力は、上限値をとると*は2.25の値となります。今回の実験条件では、ケーソン全体に作用する波力合力としての値は最大でも ≈ 1.1 程度であり、ケーソン全体としての波力合力として見れば、差ほど大きな値にはならないものと考えられます。

論文番号 144

著者名 早川哲也，森 昌也，山本泰司，梅沢信敏，大塚淳一，渡部靖憲

論文題目 越波水塊の打ち込みにより発生する気泡混入域での流体運動機構

討論者 角野昇八(大阪市立大学)

質疑

流体運動に与える混入気泡の効果について、もう少し詳細にご説明をお願いしたい。

論文番号 145

著者名 高田悦子，真期俊行，平石哲也，榊原弘

論文題目 傾斜堤の越流・透過係数の高精度化実験

討論者 柴山知也(横浜国立大学)

質疑

図7で不透過性の構造物(破線)の結果が本間公式と違っているのはなぜか。本間公式は不透過性構造物については有効なはずではないか。

回答

図7で不透過性としたものは、傾斜堤のコア部を不透過としたものであり、そのコア部にテトラポッドを被覆した状態での結果です。そのため、傾斜堤全体が不透過な構造物であるという意味ではなく、このような構造物に対して本間公式を用いることは適当ではないと考えられます。

討論者 榊山勉(電力中央研究所 流体科学部)

質疑

本間公式を過小評価するという表現は妥当か、不透過堤に適用する本間公式と透過堤について実験を行った本研究結果との比較を行っているので、本論文名は妥当でしょうか。

回答

津波の数値シミュレーションで、防波堤の越流量を算定する場合、本間公式が用いられてきました。しかし、本間公式は不透過な構造物に対して適用すべきもので、透過性構造物に対して用いるのは適当ではないと考えています。透過性構造物に対して本間公式を用いて越流量を算定すると、越流量が過小に評価されるという意味で、このような表現をさせていただきました。

また、論文名に関してですが、本間公式を高精度化するという意味ではなく、本間公式を適用できない透過性の構造物に対する簡便な流量公式を作成したという意味で、このような論文名をつけさせていただきました。

論文番号 146

論文題名 小段を活用した越波低減型護岸の適用性に関する模型実験

著者 平石哲也，平山克也，丸山晴広，奥野光洋，富田孝史

討論者 早川哲也（北海道開発局）

質疑

小段による越波流量低減のメカニズムは？

回答

護岸前面に消波ブロックの小段を設けることで、波のエネルギーが減衰されるため、その結果越波流量が低減すると考えられます。小段により水深が浅くなるために、砕波が促進され、小段がないときは護岸まで到達した波が小段上で砕波する減少が観測された。

質疑

越波低減型の他に小段を設置する事で、何か問題が発生することはないか？

回答

小段の高さを高く設置しすぎると、小段をステップとして立ち上がる波が観測されるようになり、逆効果になるケースも考えられます。しかし今回の実験ではそのような現象は見られませんでした。この質問に明確にお答えするためには、複数のケースによるさらなる越波実験の実施が必要だと思われます。

討論者 谷本勝利（埼玉大学工学部建設工学科）

質疑

小段の有無による越波流量の違いよりも合田の算定図との違いが大きいことが目立っていましたが、その理由は何でしょうか？

回答

実験値と推定値の違いは推定誤差の影響が大きく出ていると考えられます。合田らによると、越波流量はデータの変動が大きく、特に今回の実験のように越波流量が少ない場合ほど変動が著しいことを示しています。表 - 1 は合田らの示す、推定誤差の想定範囲を表しています。

$q/\sqrt{2g}(H_0')^3$	直立護岸	消波護岸
10 ⁻²	0.7~1.5倍	0.5~2倍
10 ⁻³	0.4~2倍	0.2~3倍
10 ⁻⁴	0.2~3倍	0.1~5倍
10 ⁻⁵	0.1~5倍	0.05~10倍

表 - 1 越波流量の推定値に対する真値の想定範囲

次に表 - 2 は、波高別の越波流量の値を表としてまとめています。例として、波高 3.5m のケースで検討すると、推定値と実験値の誤差は、約 6 倍あります。そこで、推定越波流量 q_{cal} から、 $q_{cal} / \sqrt{2g}(H_0')^3$ を求め、表 - 1 を用いて想定範囲を求めると、誤差 6 倍に対して真値の想定範囲は 0.1~5 倍ですので、若干大きめですがほぼ範囲内に入っているとと言えます。また同じように残りのケースを調べてみても、いずれも合田らの示す越波流量の推定値に対する推定誤差の想定範囲に近い値が出ています。

また合田らは、今回実験で使用したような、消波ブロックによる護岸の構造や、天端幅などでも越波流量に影響するとも述べています。以上のような要因から、推定値と実験値に差が生じたものだと思います。

	単位				
波高 $H_{1/3}$	m	3.5	4	4.5	5
換算沖波波高 H_0'	M	3.56	4.05	4.55	5
推定越波流量 q_{cal}	m ³ /m・s	0.006567	0.018172	0.03738	0.065967
実験越波流量 q_{exp}	m ³ /m・s	0.00108	0.00464	0.01119	0.021203
誤差	倍	6.080556	3.916379	3.340483	3.111167
$q_{cal} / \sqrt{2g}(H_0')^3$		0.000221	0.000504	0.00087	0.001333
想定範囲	倍	0.1~5	0.1~5	0.1~5	0.2~3

表 - 2 波高別による越波流量表

論文番号 147

著者名 中野 修，興野俊也，藤井直樹，榊山 勉，大熊義夫

論文題目 数値波動水路による護岸・防波堤の越波・伝達波の数値計算

討論者 有川太郎（独立行政法人 港湾空港技術研究所）

質疑

本計算法では時系列的に水位、越波量が追跡可能と考えられるが、もしあればどのようなになっているのか教えて下さい。また他にそのような事例を御存知であれば教えて下さい。

回答

数値波動水路では越波水位、越波量の時系列が直接得られるため、越波量時系列から平均越波流量を算出しています。防波堤の不規則波伝達波の実験と解析の比較では、実験の入力波形の時系列を取得していないため、パワースペクトルのみの比較を行っております。

越波量時系列の一例として低天端直立堤と半没水上部斜面堤の比較を本文中図 - 17 に掲載してあります。本計算法による規則波越波への適用事例は榊山・今井(1996)、榊山・香山(1997)、藤井ら(2000)があります。不規則波への適用事例は、許・水谷(2000)や高橋・池谷(1999)がある程度で、高橋・池谷(1999)にリーフ上波浪変形における水位時系列の実験と計算の比較が掲載されています。

討論者 勝井秀博(大成建設株式会社 技術センター)

質疑

護岸の設計では、 $q = 0.01 \sim 0.02 \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$ を目標とすることが多いが、このような少量の越波流量に対しても本計算法で精度良く計算できるでしょうか。

回答

0.01 や $0.02 \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$ という値は不規則波の平均越波流量であり、見かけ上の指標として使われているものであります。実際の個々の波による越波流量のうち最大越波流量もしくは波群による短時間の越波流量はその10倍から100倍のオーダーであり、このような越波流量を先ず対象として計算することになると思います。越波時の水塊の越流水深を鉛直方向に少なくとも数メッシュで扱えるようなメッシュ間隔にしないと越波の計算精度が期待できないため、このような不規則波中の最大越波流量の越流水深が具体的にどの程度の値なのかを把握する必要があります。質疑のような少量の越波流量を対象にすれば、10cm オーダのメッシュ幅になるので可変メッシュでのプログラミングが必要となります。

討論者 藤田 龍(五洋建設株式会社 技術研究所)

質疑

不規則波の計算にかかった計算時間を教えてください。

また越波することにより堤体前面の水位が低下あるいは入射波条件によっては上昇すると考えられますが、今回の計算ではどのようであったのか、そして越波量への補正はどのように行ったのでしょうか。

回答

不規則波の計算は、Dell optiplex GX1(CPU: 600MHz, メモリ: 512MB)のパーソナルコンピュータを用いて、1ケース約10~14日の計算時間を費やしました。

規則波解析では、越波による堤体前面の水位低下はほとんど生じなかったため越波量による水位変化の補正は行っておりません。不規則波解析では、水路左右両端に減衰帯+放射境界を設置しましたが、波が減衰しきれずに平均水位が上昇したため平均水位を差し引いて水位時系列を補正しました。また規則波解析での越波量の算出において、堤体天端上に検査面を設けて水平流速を積分する方法と堤体背後の越波による水量(F値積分値)の増加量による方法の両方で比較しましたが、有意な差は認められなかったため、前者の方法で越波量を算出しました。

論文番号 149

著者名 早川哲也，山本泰司，梅沢信敏

論文題目 信頼性設計をめざした多方向不規則波による越波流量算定法

討論者 関本恒浩（五洋建設）

質疑

時化と時化の時間間隔の分布は物理的にはポワソン分布の適合性が良いような気がするが、ワイブル分布を適用させた理由を教えてください。

討論者 松見吉晴（鳥取大学）

質疑

本研究でご提案の換算天端高係数（多方向不規則波）について、隅角部を有する護岸の隅角部の場合どのような方法を考えておられるのか。

論文番号 150

著者名 藤田 龍，森屋陽一，関本恒浩

論文題目 数値モデルによる隅角部を有する護岸越波流量の評価法

討論者 目見田哲（関西電力）

質疑

隅角部から近く回析散乱波の影響が大きい海域と、隅角部から離れたステム波の発達の影響が大きい海域ともに、今回の評価法によって越波流量が評価可能、また特に、ステム波の発達が考えられる場合（今回と異なる波浪条件など）についても越波流量の評価が可能なのか。

討論者 伊藤一教（大成建設）

質疑

図-4で沿波側の護岸の越波量が、実測と計算で大きく異なります。これはなぜでしょうか。

越波を公式で評価していますが、護岸への接近流速ベクトルなどの効果はないのでしょうか。

討論者 早川哲也（北海道開発局）

質疑

流量係数も成分はの方向によって変化するのは。

論文番号 151

著者名 北野正夫，目見田哲，八木典昭，殿最浩司

論文題目 上部スリット式護岸の開発とその背後に設置する越波排水の設計法について

討議者 合田良実（株エコー）

質疑

平均越波流量 $0.2\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{s}$ 級で、水路幅 20m，壁高 7m 程度の大断面排水路が必要なことを明示されたことは大変に参考になります。ただし、波峯の空間分布を考慮すると、全断面にわたって

同時に q_{\max} の波連が作用すると見なすのは過大設計になると考えます。波峰長の数値シミュレーションなどを参照されて、さらに予測精度を高められることを希望します。

回答

本論文で対象とした地点は、太平洋に面し外洋波が直接来襲する場所であるため、比較的波峰がそろった (S_{\max} が大きい) 波が来襲すると考え、全て単一方向不規則波での検討を行いました。ご指摘の通り、波峰の空間分布を考慮すると排水路の断面が小さくなることは予想できます。しかし、この埋立護岸の背後は火力発電が立地される計画となっており、非常に重要度が高い施設であることから、多少過大設計になることは認識していましたが、全て単一向不規則波を対象としました(波峰の空間分布は考慮しませんでした)。波峰の空間分布を考慮した越波排水路の排水能力の評価法等については、ご指摘の内容を踏まえて今後検討して行きたいと考えています。

論文番号 152

著者名 木村克俊, 安田佳乃子, 山本泰司, 梅沢信敏, 清水敏晶, 佐藤隆

論文題目 道路護岸における越波による通行障害とその対策について

討論者 合田良實(株エコー)

質疑

波力に対してフェンスをどのように構造設計したか、もう少し詳しく説明して下さい。

回答

設計波浪条件(50年確率波)に対する波力分布(図-11)が得られましたので、波力の大きい部分までコンクリート製胸壁を立ち上げ、その上部に防波フェンスを設けました。フェンス部分の平均波圧強度は 15 kN/m^2 (1.5 tf/m^2) となり、市販のスチール製防波フェンス(H鋼支柱と横パネルで構成)を用いました。ただし、支柱については、過去の施工事例では3m間隔で設置するのが一般的ですが、本件ではパネルの発生曲げモーメントを抑制させるために、基部から1mの高さまで中間支柱を設けることとしました。

論文番号 153

著者名 清野聡子, 芹沢真澄, 上田真寿夫, 宇多高明

論文題目 新海岸法の下での防護・環境・利用に配慮した越波対策検討の問題点

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

ご発表のサイクルを回すには、発注担当者に、これまでの技術・工法では将来的に問題を発生させることを明示することが必要です。民間サイドにおかれては、そうした問題点を海岸工学論文集その他の学術論文を証拠として示し、それを解決する新しい技術・工法を提案していかれることを希望します。

技術基準はミニマムを示すものであり、優れた技術には常に開かれていることを官・民ともに思い出して頂きたいと思います。

回答

について

(回答者：清野聡子(東京大学大学院 総合文化研究科))

民間技術者は、現実の技術的課題をよく把握されています。ところが、公的な場で、文書で問題点を指摘することが困難です。発注者と受注者の関係性のなかで具体的な事業にかかわるために、自由な発言ができないと自律・他律の双方で思っている場合が多くあります。さらに、「守秘義務」の具体的内容があいまいであるために、何をどこまで公表していいのかも、発注者側が指定することがないと、自分たちからは言い出しにくいこともあると予想されます。

その際、かかわった専門家が、ある程度、自由度が高い立場で、問題点を指摘することは可能だと思えます。逆にいえば、大学などの研究者の場合には、その事業の調査で養われているわけではないので、具体的な案件に関わろうというインセンティブは、問題解決のために貢献できるかもしれないという専門家としてのやりがいたと思えます。研究者の場合には、守秘義務を明示的に約束させられないかわりに、事業者と民間技術者が共有しているj、事業上の制約事項などの情報にアクセスできないハンディがあります。そのわりに、結果についてお墨付きや責任を専門家がとられるというゆがんだ構造になっているのが現在の状態だと思えます。

事業者の場合には、学会に自分の事業の問題点を提供する短期的なメリットがないために、奇人な人しか公表のインセンティブがありません。今後、地方分権が進むなかでは、研究開発に興味のある担当者の確保は実際にはかなり困難です。すると、事業者がリーダーシップをとって学会に還元するという仕組みが生まれにくくなる可能性があります。

さて、現場の問題が新しい発想と技術を生むような工学をつくるには、学会運営の工夫も必要だと思えます。応募論文のクライテリアの見直しがあるのではないのでしょうか。現在では、現場的なセンスに満ちた論文が通過しにくく、大学的な研究が中心となっているように観察されます。たとえば大学の研究者もまた、基礎系の研究を良しとする価値観をもっています。そのみでは、民間技術者の問題意識が共有できないと思えます。よって、現場の具体的課題を論文化するのを奨励するような仕組みづくりを考えていくことを提案したいと思えます。特に、新しい海岸の制度や社会的要請に対応した技術基準の見直しに、民間技術者が把握している現状を盛り込めるような場を、学会として用意し、盛り立てていくことなどがあると思えます。

について

(回答者：宇多高明(国土交通省国土技術政策総合研究所 研究総務官))

指摘通りだと思います。しかし実際は技術者の技術能力の低下があると同時に、国庫補助事業の場合、会計検査がありその場合優れた技術を使ったために場合によっては工費が上昇してしまったことに対して説明を要求されることなどが災いして、最低レベルのものがあちこちに造られているのが現状だと思います。海岸技術者はこのような状況を改善する努力を払う必要があると思えます。

論文番号 158

著者名 加藤雅也，渡部靖憲，佐伯 浩

論文題目 越波を伴う直立堤堤頭部周辺の3次元流速変動特性

討論者 榊山 勉（電力中央研究所 流体科学部）

質疑

複雑な渦構造を把握するために必要な格子サイズを決める考え方，目安を教えてください．

回答

LESの場合についても，高精度な計算をするためにはDNSと同様にコルモゴロフスケールを乱れの最小スケールとして格子サイズを選定することが必要です．また，格子レイノルズ数を基準に格子サイズを選定するという考え方もあります．ただし，現実的には計算機能力の問題などから理想的なサイズよりも大きな格子サイズでしか計算できない場合があります．そのような場合，設定した格子サイズより小さな格子サイズで数例計算をして，計算結果に大きな相違がないことを確認する方法は，格子サイズ選定の妥当性の目安になると思われま

討論者 木村克俊（室蘭工業大学）

質疑

堤頭部周辺での流れ特性に関する越波の規模の影響について教えてください．例えば相対天端高さ R/H などをパラメータとしてその影響を評価することはできないでしょうか．

回答

本研究では，水理模型実験等では得られないような詳細な流体内部の特性を解明する点に重点をおいたため，残念ながらそのようなパラメータ・スタディを行っていません．本研究で用いた計算手法は，詳細なデータを取得できる代わりに多大な計算時間が必要なため，ご指摘のようなパラメータ・スタディを行うには膨大な時間が必要となります．しかしながら，工学的な観点からはご指摘のような評価が重要であると思っておりますので，計算効率の向上と併せて今後の課題とさせていただきます．

論文番号 159

著者名 水谷法美，GOLSHANI Aliasghar，許 東秀，平野善弘，清水秀行

論文名 透水性防波堤内部および周辺に形成される波浪流の特性に関する研究

討議者 勝井秀博（大成建設株式会社 技術センター）

質疑

防波堤開口部の流れの実験値としてEuler流速とLagrange流速と向きが異なるのはなぜか．質問者の実験の経験では開口部で強い岸向きの流れが生じる．これが数値計算で表現されないのは何故であろうか．ちなみに質問者の実験は潜堤上での砕波による大きな堤内側への質量輸送の結果，開口部からの補償流の集中が生じたものと理解している．防波堤の構造の違いか．

回答

実験値における差異については，Euler流速は定点で計測されているのに対し，Lagrange流速はフロートが鉛直運動もともなうため，水平方向の鉛直分布の影響が含まれてしまったことによ

と考えています。ただし、Euler 流速について数値解析と実験の結果に差があることについては、現在も断面積分量等を計算し、検討を行っている段階です。

討論者 前野詩朗（岡山大学 環境理工学部）

質疑

透水性防波堤内部の流場を基礎式中の間隙率だけで評価しているが粒径等の影響が含まれていないのではありませんか。

回答

ご指摘の通りです。現在の基礎式では粒径の影響を評価できませんので、基礎式中の抵抗項を、著者らが二次元で採用した BEM-FEM モデルの基礎式中の抵抗項に入れ替えて現在計算をやり直しています。結果については別途稿を改めて報告させていただきたいと思います。

討論者 角野昇八（大阪市立大学 工学部）

質疑

計算において、堤体内に定常流が発生しているが、それは断面二次元でも発生するか。もしそうならそのメカニズムはどのように考えられるか。

回答

現在の数値解析手法で断面二次元の計算を行っていませんが、BEM-FEM モデルに基づいて断面二次元の場を対象に同様の検討を過去に行っています。その結果によれば断面二次元でも定常流は発生しています。これは、水平方向流速が鉛直分布を持っており、静水面近傍ではより岸向方向の流れが強く、それを補償するため底面近傍に冲向きの流れが形成されることによるためと考えています。

論文番号 160

著者名 榎田真也，由比政年，石田 啓

論文題目 局所洗掘による直立円柱周辺の 3 次元流体場の変動特性に関する数値解析

討論者 勝井秀博（大成建設）

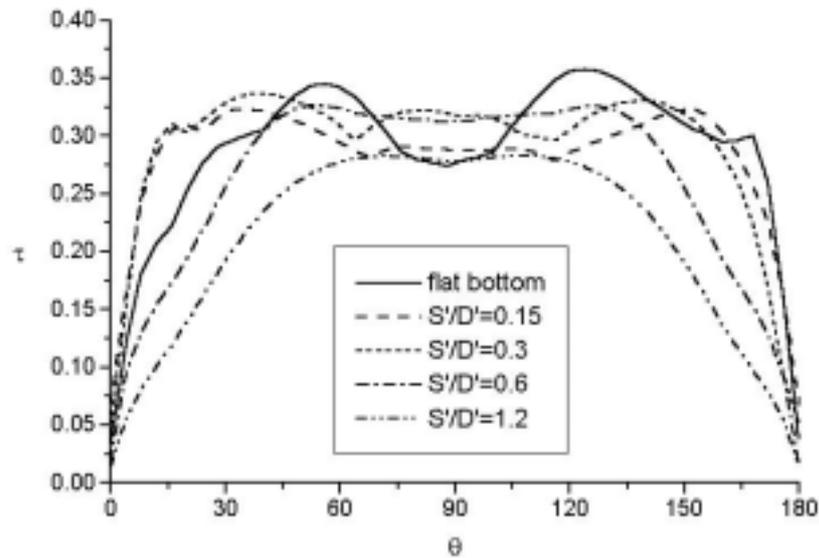
質疑

洗掘の進行と平衡の手掛りを得る為に変参考になった。

円柱周縁の底面せん断力の分布（ $\theta = 0 \sim 180^\circ$ ）を洗掘深毎に教えて頂きたい。

回答

KC=2.5 の場合の結果を図示します。ここで、 $\theta = 0^\circ$ と 180° をよどみ点とし、 S'/D' は洗掘深 S' と円柱直径 D' を表します。洗掘がない場合は、 $\theta = 55^\circ$ および 125° 付近でせん断力はピークをとり、 $\theta = 90^\circ$ でのせん断力はピーク値の 80% 程度である。洗掘深が比較的浅い場合（ $S'/D' = 0.15$ と 0.3 ）、 $\theta = 30, 90, 150^\circ$ 付近で小さなピークを持つが、洗掘深が深くなると、最大値は低下し、全体的に滑らかな分布へと変化する。洗掘深 $S'/D' = 0.6$ や 1.2 の場合、 $\theta = 60 \sim 120^\circ$ のせん断力値はほぼ一定となる。



160-1 KC=2.5 の円柱周縁の底面せん断力分布

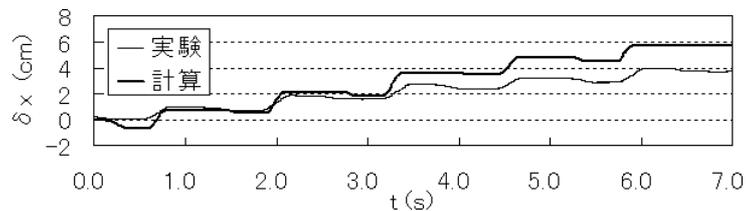
論文番号 161

著者名 藤井直樹, 興野俊也, 安田勝則, 大熊義夫

論文題目 個別要素法によるケーソン防波堤の滑動計算

訂正

図の差し替え, p.803. 「図 - 5 直立部のみモデル化した滑動計算結果」の「(b) 直立ケーソン移動量の比較」



(b) 直立ケーソン移動量の比較

161-5 直立部のみモデル化した滑動計算結果

討論者 後藤仁志 (京都大学)

質疑

連結モデルでは, バネ・ダッシュポットが残されているので, 本来なら剛体として挙動するはずの物体が局所的には変形することを許容することになると考えられます。パラメータの選び方によっては, 擬似的剛体を表現することは可能でしょうが, その場合に剛体運動の解析精度(運

動量保存，角運動量保存など）についてどの様にお考えでしょうか．

回答

ご指摘のとおり，バネ・ダッシュポットの設定値によっては変形することがあるため，固いバネにより変形量が微小になるように設定しています．この微小な変形量が解析精度に及ぼす影響は小さいと考えていますが，今後確認していきたいと思います．

討論者 荒木進歩（大阪大学大学院工学研究科）

質疑

個別要素法は，大変形を解析する手法であると認識しているが，剛体で変形しないケーソンを粒状体の集合体として個別要素法により計算するメリット等を教えて下さい．

ケーソン部の連結要素に用いるバネ定数，ダッシュポットの減衰係数は，捨石マウンド部のそれらの値と比較すると，どの程度か？

回答

今回はケーソンの滑動を対象としましたが，個別要素法にはブロック等によるケーソンの破壊現象に適用できる可能性があると考えております．将来的にはこのような破壊現象について適用拡大していきたいと思っております．

今回の計算では同じ値を用いております．ただし，パラメータの設定に当たっては，ケーソンの変形が生じないような値を事前に検討しております．

討論者 下迫健一郎（港湾空港技術研究所）

質疑

ケーソンの重量はマウンドの一部の石にかなり局所的に（集中して）作用するが，このような特性を考慮できるか．

滑動の際にマウンドの石が割れることがあるが，このような現象も再現可能か．

回答

一部の石に集中荷重が作用する現象は，再現可能と考えられますが，材料定数やマウンドの均し等の適切な設定・モデル化が必要であるため，検討すべき課題は多いと思います．

現状のモデルでは，そのような現象の再現は不可能であります．このような現象を再現するためには，割れるメカニズムを導入した石要素なるものを開発する必要が考えられますが，非常に難しい問題であります．

論文番号 162

著者名 伊藤一教，樋口雄一，東江隆夫，勝井秀博

論文題目 個別要素法に基づく捨石のランダム性を考慮した潜堤の変形予測手法

討論者 前野詩朗（岡山大学）

質疑

流れ場とDEMのカップリングする際の t はどのように取り扱っていますか．

回答

流れ場の解析では流速によって Δt を変化させておりますが、 $\Delta t = 1 \times 10^{-5} \text{ s}$ で計算して
います。DEMの Δt は $\Delta t = 1 \times 10^{-6} \text{ s}$ で一定値で解析しています。DEMは要素の運動方程式を
陽に与えていくため Δt は小さいほど解が安定します。流れ場とDEMのカップリングする際、
DEMの Δt を流れ場の Δt 以下で計算しないと誤差が大きくなるのでこのように設定しまし
た。

討論者 後藤仁志（京都大学）

質疑

捨石をポーラス層として流れの計算に取り込んでいるとすれば、個々の捨石の周囲流速も解と
して得られるはずで、捨石周囲の流速場が正しく算定されていれば、いわゆる遮蔽効果も既に
カウント済みであると考えられます。これについてのお考えをお聞かせください。

回答

捨石潜堤の流速場はポーラスメディア法で解析していますので、流速の低減効果などが解とし
て考慮されています。遮蔽効果は円柱の例*で示した様に捨石周辺の渦に起因するもので、隣接
配置の場合には流体力の向きは接近流と逆向きに作用します。ポーラスメディア法で算定される
計算セルの平均的な流速であり、本計算のように捨石径と同程度の計算格子で解析した場合には
捨石周辺の渦は表現できません。したがって、流体力の算定においては、捨石径と同程度の計算
格子で解析するかぎり、何らかのモデル化が必要だと考えます。

*Zdravkovich, M.M. (1977): Review of Flow Interference Between Two Circular Cylinders in
Various Arrangements. Jour. of Fluids Engineering, Trans. ASME, Vol.99, Ser.1, No.4,
pp.618-633.

論文番号 163

著者名 許 東秀，水谷法美

論文題目 3次元物体に作用する砕波波力の直接数値計算

討論者 辻本剛三（神戸市立高専）

質疑

砕波モデルが数式に入っていないにも関わらず波力の計算結果が実験結果によく対応してい
る理由は、式(2)～(4)のせん断力 τ をどのように評価されているのでしょうか。

回答

一般にVOF法は砕波後の波まで適用可能とされている計算手法であり、砕波までは実験値との
対応がよいことを確認しています。数式中のせん断力項にはせん断変形に粘性係数を掛けた形
(層流に対する)のせん断力で計算を行っており、乱流の扱いをしていません。本研究では、衝
撃的な波力が作用する場合、即ち砕波直後の波面が構造物に作用する場合までを対象としていま
す。したがって、砕波後の波のような強い乱れが発生する前の状態の波が作用していることにな
ります。砕波後の乱れた波による波力については今後検討したいと考えています。

討論者 国土技術政策総合研究所

質疑

規模の小さい砕波の場合メッシュの解像度によって砕波点がかなり移動すると思うが、そのあたりの影響はないのでしょうか。

回答

2次元の数値計算を行って、実験値と計算値の砕波位置と砕波波高がほぼ一致しているのを確認しましたので、2次元数値計算で用いたメッシュの大きさと同じメッシュを用いて3次元数値計算を行いました。本来、メッシュの大きさの影響を考慮すべきであると思いますが、今回は考慮していません。

論文番号 164

著者名 後藤仁志，酒井哲郎，林 稔，安藤 怜

論文題目 構造物下面への接岸浮遊物の潜込過程のLagrange型シミュレーション

討論者 伊藤一教（大成建設）

質疑

1. 相互作用関数 re の取り方により解はどのように影響されるか？
2. 連結モジュールで浮体がバラバラになるが、物理的に何をイメージしたらよいか？
3. この計算では、浮体による抗力（造波抵抗 etc）がきっちり取り込むことができるのでは？

回答

1. 相互作用の範囲と程度を規定する重み関数については、種々の関数形を取ることができそうですが、有限範囲で影響域を定義し、中心で無限大となる標準形が、計算効率および物理的な面から妥当であると判断し、標準形を使っています。影響域の大きさについてもダムブレイクを対象にチューニングされた標準値を使っています。
2. 物理的イメージは剛体です。個々の剛体構成粒子を個別に移動させた後に相対変形をなくすように剛体構成粒子の座標を修正するというのが、ここで用いている方法です。個別に動くと言っても変形は極めて僅かで、剛体変形を保つように逐次補正するので、近似的に剛体と見なして差し支えないと考えています。
3. 『浮体による抗力（造波抵抗 etc）がきっちり取り込むことができる』というのは、抗力を抗力係数型で書かず、浮体周囲の圧力場を積分して得られる抗力として評価していることを言われているのだと思います。御指摘のように、抗力係数は用いておりません。粒子径にもよりますが、浮体周囲の圧力分布を計算して浮体に作用する力を算出し、浮体を移動させるという計算手続が取られていますので、その意味で抗力の評価が正確といえると考えています。

論文番号 171

著者名 高村 浩彰, 増田 光一, 前田 久明, 別所 正利

論文題目 超大型浮体式海洋構造物における海震時の応答推定法に関する研究(第4報) 海底地盤の弾性振動影響を考慮した海震荷重特性

討論者 森田和志 ((株)熊谷組)

質疑

海底地盤と水中との間における地震波の伝搬を詳細に考慮したことによって, 浮体の応答特性にどのような影響が現れるのかお教え願いたい.

回答

モード解析による大規模な浮体式構造物の海震応答特性を算定した結果, 以下の特性を把握しています.

- (1) 地盤を剛体で仮定した場合には, 浮体底部に発生する定在波に伴う共振現象によって浮体応答を有限の値で算定できない周波数帯が存在するものの, 弾性地盤の考慮によって有限値として算定できます.
- (2) 浮体式構造物の上下揺れ応答特性は, 地盤表面の振動特性とほぼ同様な応答特性を示し, 浮体剛性並びに地盤剛性によって浮体の弾性変形特性が変化します.

論文番号 174

著者名 斎藤武久, 黒崎和保, G.P. Miao, 石田 啓

論文題目 微小間隙を伴う複数矩形浮体要素から構成された大型浮体に作用する波力の理論解析法

訂正

- p867 左段中部 E_n および $F_n (n=1, \dots, \infty)$ が未知数 (誤)
 E_n および $F_n (n=0, \dots, \infty)$ が未知数 (誤)
- p867 右段上部 式(5)に $\dots \cos \beta_n (z+h) (n=1, \dots, \infty)$ を掛け, さらに, $-h$ から 0 (誤)
式(5)に $\dots \cos \beta_n (z+h) (n=0, \dots, \infty)$ を掛け, さらに, $-h$ から $-d$ (正)
- p867 右段下部 $j=1, \dots, \infty$ に対して $\cos \beta_j (z+h)$ を使用して (誤)
 $j=1, \dots, \infty$ に対して $\cos k_j (z+h)$ を使用して (正)
- p868 右段中部 $\phi_m = \operatorname{Re}_j W(\tau) = \operatorname{Re}_j (M_m \ln \tau + C_m)$ (誤)
 $\phi_m = \operatorname{Re}_i W(\tau) = \operatorname{Re}_i (M_m \ln \tau + C_m)$ (正)
- p869 左段上部 を, 式(15)へ代入 (誤)
を, 式(16)へ代入 (正)
- p868 右段上部 $P \in C_m \dots (24)$ (誤)
 $P \in C_m \dots (25)$ (正)

討議者 高村浩彰 (西松建設(株))

質疑

共振現象の物理的な解釈をお教えます。

回答

微小間隙内に取り込まれる流体の鉛直方向の往復運動に起因していると考えています。なお、論文中に記載した未知係数を一意に定めるための条件として、きつ水深と無次元波数(波数と静水位との積)が反比例の関係の関数であることが誘導されております。しかし、ご指摘のとおり、間隙内で流体の鉛直方向運動の共振が発生する条件として、きつ水深の長さ、さらに、入射波および擾乱の波数と間隙内に取り込まれる流体運動の鉛直方向成分との関係を明らかにする必要があります。現在、上記の事項について、実験も視野にいれて、詳細な検討を行っております。

論文番号 175

著者名 前野賀彦，石川元康，飛田義人，熊谷裕児

論文題目 膜構造物の抗力係数に及ぼす膜の透過性の影響

討論者 斎藤武久(金沢大学)

質疑

膜体の実際の幅と展張した時の膜両端部水平距離の比 l/l_0 の違いにより測定結果にどのような影響があるか。

実験結果を二次元断面的なものとして解釈しても良いものなのか？

二次元断面水槽でも同様に模型スケールで実験が可能か？

回答

相対膜幅 l/l_0 の違いにより膜の変形形状や流体力に影響を及ぼすものと考えられる。特に相対膜幅 l/l_0 が小さい場合、流れによる膜の受圧面積は小さくなり、膜端部と中央部では膜の変形が大きく異なるものと考えられる。過去に行った現地試験結果(前野ら;1996)によると、実海域に設置されている汚濁防止膜は流れにより膜水平方向に1.5m程度のたわみを生じている。この結果に基づき本実験では流れによる膜水平方向のたわみをカテナリー形状から推定し、膜体を曳航する係留索の接合点を決定した。

本実験では汚濁防止膜1スパン(20m)を曳航しているために、膜水平方向のたわみ、膜鉛直方向の変形、周辺流速場は三次元的なものとして解釈する必要がある。埋立海域などに設置される汚濁防止膜は複数の膜体が連結していることにより横方向に拘束されたため、実海域に設置されている汚濁防止膜のふかれ高さは本実験結果と比較すると小さい値を示すものと考えられる。しかしながら、測定値の解釈に際しては、1.で述べた通り実際に現地で展張されている汚濁防止膜の水平方向のたわみを用いていることから膜中央部における代表値として二次元的な解釈をしたとしても問題はないものとする。

模型実験においては膜体の幾何学形状のみならず材質を含めた相似則の問題が大きな課題として存在する。汚濁防止膜に作用する流体力に関する二次元実験と三次元実験との比較を行った鶴谷ら(1994)の結果によると、流体力は異なる傾向を示すことが指摘されている。著者らは基本的に模型実験の問題点を考慮に入れ、三次元性がより顕著に現れると想定されるとしても流速

とふかれの関係や流体力との関係を求めるために現地実験を実施した。模型実験に言及するのはいささか躊躇するが、強いて述べると、実海域での条件を想定するのであれば、現地実験と同様な条件のもとで三次元模型実験を行うことが妥当であるものと考えられる。

参考文献

前野ら（1996）：現地観測に基づく汚濁防止膜の抗力係数に関する一考察，海岸工学論文集，第43巻，pp.996-1000.

鶴谷ら（1994）：海中に設置された汚濁拡散防止膜の水理特性に関する研究，港湾技術研究所報告，第33巻，第2号，pp.87-113.

討論者 森田知志（熊谷組 土木技術部）

質疑

超音波測深器による膜変形形状測定時の工夫，および使い勝手について伺いたい。

回答

超音波測深器を用いた汚濁防止膜の変形形状の測定に関しては，市販の機器にRS232C出力装置を追加して画像出力結果をパソコンに取り込めるように改造した。この超音波測深器の振動子は左右に首を振ることによって117°の範囲の障害物を探知することができる。しかしながら，117°の範囲のデータ測定に約20秒要するため，膜鉛直方向の形状をリアルタイムに測定することはできない。超音波の振動子を櫓に固定して水深2mの位置に設置したが，振動子を水平に設置することは困難であるため，水面や膜体の出力画像から角度の補正を行う必要がある。

論文番号 177

著者名 安井章雄，宮本崇弘，幾田正一郎，出口一郎

論文題目 網状浮体構造物のふかれ変形と作用する係留力に関する研究

訂正

図 - 7 の標題において重錘配置の記述に誤りがあり，両端配置ではなく均等配置が正しい．

討論者 石川元康(日本大学)

質疑

網目合いの違いによって膜の有効高さに影響はあるのか．

水深，膜高比の違いによって膜の有効高さに影響はあるのか．

回答

計算では網目合いの違いによって膜の有効高さに影響を及ぼします．網を構成している線径が同じであれば，網目が細かい方が有効高さ(de/d)は小さくなりますが，実験で行なった程度の違いであれば，それ程大きな違いは生じません．図 - 3 に示した実験値でも，明確な違いは確認できませんが，ここで示した以外の実験データを確認すると，計算と同様に網目の細かいものの方が有効高さ(de/d)が小さくなっています．

計算では網は流れに大きな影響を及ぼさないとしているので，水深，膜高比の違いによって膜の有効高さには影響を及ぼしません．高さを一定にして幅を変えても有効高さには影響を及ぼしませんが，幅を一定にして高さを変えると有効高さに影響がでます．膜の場合は，既往の研究でも水深，膜高比の違いによって膜の有効高さは影響を受けることが確認されており，本研究で行った実験でも図 - 2 に示すように計算結果と実験は良く合致しました．

討論者 高山知司(京大防災研)

質疑

図-6 および 7 で下端部の網の幅が縮む理由は何か？

このような縮みは実験によって確認したか？また，計算と実験での比較結果はどうだったか．

回答

図-6 および 7 は網の目合は菱形形状の計算です．上端部はフロートにより変形を拘束しているので変形しませんが，両サイドおよび下端部は拘束されていないため流れにより網が変形します．図-5 の網のモデルからも想像できると思いますが，下端部に錘を設置すると，均等に配置しても両端に配置しても網目が縦長になることから，下端部が縮みます．

実験でも下端部の縮みは確認していますが，計算と実験の比較は行なっていません．

討論者 重松孝昌(大阪市立大学大学院)

質疑

膜を用いて実験を行うとシワが発生するが，網を用いて実験した場合はどうか．また，モデルでシワの影響をどのように取り扱うことができるのかご教示いただきたい．

回答

実験では網目の長さが変化しないよう網目部にストローを取り付けました．したがって，シワ

はできておらず、数値計算でも特に考慮していません。なお、実験では、流れを与える代わりに膜や網状構造物自体を動かし、構造物移動中の最大変形時(最大流速時)データを採用したので、膜でもシワは確認できませんでした。

論文番号 178

著者名 榎田真也，馬替敏治，由比政年，石田 啓

論文題目 振動流と定常流の共存場に設置された円柱に作用する流体力特性の数値解析

討論者 榎山 勉（電力中央研究所）

質疑

波と流れの規模が同程度までの条件について計算されているが、どのような状況を想定されているのでしょうか。また、波に対して順流、逆流と意識しているのでしょうか。(V_c/U_m (= 定常流速/振動最大流速) を定常流速・波速の比と取り違えていました)

図-6のCMとKCの関係が $KC > 25$ で計算結果と実験結果で傾向が異なってくる理由は検討中とのことですが、現時点での考えがあれば教えて下さい。

回答

例えば、洪水時の小規模河川の河口域(逆流)、離岸流などの海浜流が発達する浅海域(逆流)、潮位変動が大きな湾の湾口や海峡周辺(順流・逆流)、海流の発達する深海域(順流・逆流)などが考えられます。なお、本計算の大部分は、流れ成分より波動成分が強い場合 ($V_c/U_m < 1$) を想定した解析結果を示しております。

計算では、波・流れ共存場を定常流・振動流で仮定していること、自由表面を無視した2次元計算であること、乱流現象を厳密には解析できないこと、振動開始20周期間までの計算に留まっていること、など実験条件との相違が原因の一つであると考えます。現在、振動開始から50~100周期にわたる長時間の計算を行い、流体力係数について再検討中です。

討論者 中村考幸（愛媛大学）

質疑

高レイノルズ数に対する計算は可能ですか。

回答

本モデルは乱流モデルを用いていないため、乱流現象を厳密に解析することはきわめて困難です。ただし、計算機の性能の許す範囲で緻密なグリッドを用いて、3次元解析することにより、中程度のレイノルズ領域 ($Re=O(10^3)$) までの高精度な計算は可能であると考えます(榎田・由比・石田、局所洗掘による直立円柱周辺の3次元流体場の変動特性に関する数値解析、海岸工学論文集、48巻、pp.796, 2001)。また、流体力の解析に関しては、本2次元解析モデルでも、 $Re=4000$ までの振動流場の流体力係数を精度良く計算できることを報告しています(由比・石田・榎田、正弦振動流中に設置された円柱に作用する流体力特性の数値解析、海岸工学論文集、45巻、pp.736, 1998)。

論文番号 179

著者名 林建二郎，藤井優宏，重村利幸

論文題目 水辺植生に作用する波力と消波機能に関する研究

訂正

pp.892 の上から 8 行目の $n=1/2+(2 \cdot d/L) / \sinh(2 \cdot d/L)$ の記述にミスがあり $n=1/2+(2 \cdot d/L) / \sinh(2.2 \cdot d/L) = 1/2\{ 1+ 2kd / \sinh(2kd) \}$ が正しい。

追記

図-3 は，簡潔な表現とするために慣性力の影響を無視できる KC 数が高い場合を対象したものである。つまり，(10)式中の右辺の第 2 項は省略した計算結果です。

討論者 原田賢治（東北大学）

質疑

C_M （質量係数）について省略する理由はなぜですか？

波のスケールはどのくらいのものを考えているのでしょうか？

回答

三角関数で表現される微小振幅波理論を適用して，本論文中の(1)式で用いられている波の水粒子速度の水平方向成分 u ，加速度 du/dt ，ならびには波の水位変位量 を評価し，波 1 周期間の積分を行うと，(1) 式中の右辺の第 2 項は打ち消しあって 0 となります (C_M を省略 ($C_M=0$) しておりません)。但し， C_M は周期内で一定と仮定します。有限振幅波理論を適用しても，波形の前面と後面の対称が維持されておれば，(1) 式中の右辺の第 2 項の慣性力による損失エネルギーは同様に消えると思います。

しかし，浅海域における津波や段波等においてみられるように波形の前面と後面が非対称な場合には，(1) 式中の右辺の第 2 項は 0 とならないと考えられます。(実際に計算式で確認はしておりません。) また， C_M の位相変化が波形の前面と後面において非対称の場合にも，(1) 式中の右辺の第 2 項は 0 とならないと考えられます。構造物等が流体力に対して振動する場合も，流体力と振動変位の間には位相差が生じるので，右辺の第 2 項は完全には打ち消されず 0 とはならないと考えられます。しかし，これらの場合においても右辺の第 2 項の値は，(条件にもよりますが) 一般には第 1 項に比べて小さいと考えられます。

円柱に作用する波力は，モリソン式を用いて評価すると，水粒子速度の 2 乗に比例する抗力 F_D と加速度に比例する慣性力 F_I の和で表されます。周期内におけるこれらの最大値を F_{Dmax} ， F_{Imax} とすると，その比は $F_{Imax} / F_{Dmax} = (C_M / C_D) \cdot \omega^2 / KC$ となります。式中の KC は， $KC = U_m \cdot T / D$ と定義されています (U_m ：水粒子速度の最大値， T ：波の周期， D ：円柱径)。KC 数が高い場合には，慣性力項は抗力項に比べて小さくなります。

従って，上記の非対称性がある場合においても，KC 数が高い場合には，(1) 式の右辺の第 2 項は第 1 項に比べて小さくなり無視できます。

本文中の，円柱群および実物ヨシ群の透過率に関する実験では，水深を $d=50\text{cm}$ ， $\sim 60\text{cm}$ で行っております。これらは，湖岸や河岸に生育しているヨシ等の水辺植生や円柱杭型消波構造物の

消波効果を調べるために行っております。模型植生を用いた実験で水深 $d=50\text{cm}$ の場合（模型植生の高さ 22cm ）は、湖岸や海岸に水没している沈水植物（コアモ等）やアマモ等の消波効果を調べることを目的としております。

樹林帯密度が小さい円柱群の消波効果評価式として提示している(7)式は、樹林帯密度が低い場合のマングロ・ブ林や防備林の幹部による波浪減衰問題にも適用できると考えております。ただし、葉部の抵抗による波浪減衰は考慮しておりません。葉部へ作用する流体力の特性が上手く評価できれば同様な扱いでエネルギー・減衰を評価できると考えております。また、実際の海岸での波浪や津波を対象としますと、 Re 数 ($=U_m \cdot D / \nu$ 、波の水粒子速度の最大値、 D =幹の直径) が大きくなります ($Re > 10^6$)。その時の C_D 値の適確な評価が重要と考えております。波動場における円柱の大きな Re 数での C_D 値を調べて実験結果はまだ不十分だと思います。

討論者 辻本剛三（神戸市立高専）

質疑

7)式から(9)式中の θ 値は、植生の岸沖位置によって変動することが予想されますが理論的検討を行う際には、 θ はどのようにして与えるのでしょうか。

振動している円柱群と振動しない円柱群が透過率に影響を与えていない要因として、位相差が 10° と小さいことが原因と論文中で述べておられますが、位相差が大きい場合の結果を持ちでしたらその場合はどのようになっているのでしょうか。

回答

植生の剛性、質量、構造減衰定数等と（振動する）植生に作用する波力の時間変化が評価できれば、強制振動方程式の解より作用波力と植生振動変位との位相差 θ は評価できると思います。作用外力の位相変化を三角関数で表した線形振動方程式で近似できるなら、その解析解より、位相差 θ は周波数比と減衰定数の関数として以下ようになります。

作用波力周波数 f と植生の固有振動数 f_n との比 f / f_n が小さくなると θ は 0 に近づく。

f と f_n が一致する共振の場合 ($f / f_n = 1$) $\theta = 90^\circ$

f / f_n が大きくなると θ は 180° に近づく。

ただし、振動する植生に作用する波力においては、植生振動と流体との相互作用がありますので、その正確な評価はかなり複雑だと思います。また、振動する植生に作用する波力の一部は、付加質量や流体減衰力として寄与するため、固有振動数や減衰定数の評価に注意を要します。減衰定数と周波数比 f / f_n は、位相差 θ を規定する重要な値です。

本文中の θ は、植生がある場所に対応する振動流の主流速度 u に対する振動変位 x の位相遅れと定義しております。 u と振動している植生に作用する波力との位相差が解れば、 θ も振動方程式より評価できます。植生に作用する波力の評価法として u と植生振動速度との相対速度を用いる手法を今回近似的に用いておりますが、抗力係数 C_D は植生振動と流体との相互作用のため、植生が静止している場合の C_D との変化を考慮する必要があります。

実物ヨシ群における透過率 K_t の水深波高比 H_i/d に対する変化特性を、水深波長比 d/L と周波数比 f_w/f_{nw} (f_w : 作用波周波数, f_{nw} : ヨシの静水中における固有振動数) をパラメータとして本文中の図-6 に示している。 $f_w/f_{nw} = 1.08$ の場合、透過率 K_t は他の場合に比べて大き目となっている。これは、共振状態に近づく結果、位相差が 90 度に近づく(参考文献 海岸工学(1999)pp.1120 の図-9 参照)、損失エネルギー E_f が減少した結果だと考えております。振動円柱群を用いた実験では、円柱の固有振動数が $f_{nw} = 2.22\text{Hz}$ と高すぎたため共振状態を起こせませんでした。共振状態にある振動円柱群の透過率 K_t におけるこの現象の確認を今後の課題としております。

討論者 中村孝幸(愛媛大学)

質疑

植生の非弾性的な挙動によるエネルギー - ロスの評価が必要ではないでしょうか？

回答

植生からの反射率 K_r が十分小さい場合は、反射波の波エネルギーは十分小さいので(例えば、反射率 $K_r = 0.1$ 、透過率 $K_t = 0.9$ の場合、反射波の波エネルギーは入射波の波エネルギーの $1/100$ 、植生部で逸散された波エネルギーは入射波の波エネルギーの $18/100$ である)、植生部を透過する波のエネルギー E_t は植生部に入射する波のエネルギーから、植生部で消費(逸散)される波エネルギーを差し引いたものに等しいと考えられます。従って、この植生部で逸散される波のエネルギー E_f を評価できれば、植生部を透過する波の透過率 K_t は評価可能と考えております。損失エネルギー E_f の評価には本論文中の(1)式 or (10)式を用いております。(1)式は植生(模型円柱)が振動しない場合、(10)式は植生が振動する場合です。このエネルギー E_f は、植生が振動していない場合は、植生表面に作用する摩擦力や後流渦部での乱れにより熱エネルギーとして消費されていると考えております。植生が振動している場合は、植生表面に作用する摩擦力、後流渦部での乱れ、ならびに植生内部での構造減衰力により、熱エネルギーとして消費されていると考えております。

基本的には、植生がどのような振動形態であっても、植生に作用する流体力と主流速度(植生茎の影響を受けていない場合の波の水粒子速度)の位相変化が評価できれば、植生によるエネルギー - 逸散 E_f を評価できると考えております。従って、植生の非弾性的な挙動によるエネルギー - ロスも、本論文中の(1)式 or (10)式により評価した植生によるエネルギー - 逸散 E_f に含まれていると考えております。

但し、(1)式 or (10)式においては、波の進行方向のエネルギー - 逸散成分しか考慮しておりません。実物のアマモやコアマモならびにアサザ(浮葉植物)のような植生の場合には、植生自身の剛性が小さいために、波の水粒子運動に概ね追従した大きな振動(揺動)となって鉛直方向への振動や作用流体力も顕著となっております。模型植生の場合と同様に作用流体力の計測を行ってみました。このような場合においては、鉛直方向のエネルギー - 逸散成分(=植生に作用する鉛直方向流体力と鉛直方向流速成分との積に起因する)をも考慮する必要があると考えております。また、 E_f の正確な評価には、作用流体力と主流速度の植生軸に沿った分布特性をも考慮する必要

があります。

水底で支持され鉛直方向に直立している植生の静水中での水平方向への自由振動においては、復元力として植生の剛性と植生の浮力があります。また、静水中で振動運動している植生には、振動速度の2乗に比例（速度が遅い場合は速度の1乗に比例）する抗力と振動加速度に比例する慣性力が働きます。この場合の抗力係数を C_{D0} 、慣性係数を C_{M0} とします。この慣性力は植生の付加質量として、抗力の振動速度に比例する成分は減衰力（流体減衰力）として振動方程式中で寄与します。その結果、水中における植生の固有振動数や減衰定数は、空気中とは異なります。同様なことは、植生が流れ場や波動場等で振動している場合にも生じますが、流れと植生振動との相互作用の結果、植生に作用する流体力の上記成分（=振動速度の2乗および加速度に比例する成分）の抗力係数 C_{D0} 、慣性係数 C_{M0} は、静水中の場合とは異なると考えられます。従って、流れ場や波動場における固有振動数や減衰定数は、見かけ上、静水中の場合と僅かに異なる場合があると思います（（参考文献 海岸工学(1997), pp.813~814 および図-3 参照）。従って、流れ場や波動場における植生振動の共振周波数の正確な評価は複雑だと思います。

マングロ - プの樹林や防備林等においては、波力による幹部の振動は、その剛性が高いため通常は無視できると考えます。ただし、カルマン渦等の出現による高周波成分を有する揚力等に対する振動においては、共振現象が生じる可能性があると思います。河岸や湖岸に生育しているヨシ等の抽水植物の場合、剛性による復元力は浮力による復元力に比べて大きく、植生は静水中で減衰自由振動します。この剛性は樹林等に比べてかなり小さいため、その固有振動数は作用波力の周波数に近づく可能性も大きく、その場合には植生の振動が顕著となります。この場合の振動現象は、アクリルパイプを用いた実験で評価できると考えております。水底より水没して生育している、アマモやコアマモならびに昆布等のような植生の場合、植生の剛性による復元力は非常に小さく、浮力による復元力が支配的だと思います。この場合においては、流体減衰力の寄与も大となるため減衰定数が1以上となるため、静水中においては自由減衰振動現象が生じず、無限時間後に運動が消滅します。波動場におけるこれら植生の振動は、波動の運動に概ね追従しているように思われます。ただし、流体力も作用しておりますので、波動運動との位相差や植生の緊張状態もあります。本文中の高さ22cmのビニ - ル製の植生モデルは、このような植生を対象としたものであります。しかし、本植生モデルの作用波に対する応答振動は、過減衰の状態ではありましたがモデルの剛性や比重は実際とは多少異なっているために、実物のアマモやコアマモ等の振動（揺動）を上手く再現できておりません。

本解析法による植生による逸散エネルギー - E_f の評価においては、植生に作用する流体力と主流速度の位相変化の評価が重要となります。静止している植生に作用する流体力の精度良い実測は可能ですが、振動している植生に作用する流体の実測は困難（複雑）です。例えば、分力計を用いて計測した場合、分力計で計測された力には、振動している植生に作用する流体力と植生部の運動による慣性力（=植生の質量 * 植生の運動加速度）が含まれております。本論文の4.4 模型植生群の透過率の節では、ビニ - ル製の模型植生に作用する流体力を実測値を用いておりますが、この実測値には植生部の運動による慣性力も含まれております。しかし本植生モデルの質量は小さ

く、振動変位量も大きくないので、本計測においてはこの慣性力は無視できると考えております。

論文番号 180

著者名 下迫健一郎，増田慎太郎，宮間俊一

論文題目 混成防波堤の滑動時における捨石マウンドの挙動に関する基礎実験

討議者 半沢 稔（(株)テトラ）

質疑

今回の実験では、ケーソン下部に力をかけていますが、実際には水平波力の合力の作用位置はケーソンの中間（静水面近く）にくるものと思います。水平力の荷重位置が摩擦係数（滑動）に及ぼす影響もあるものと思います。今後、実際に波を当てた研究も計画されていますので、動的荷重に対する検討と併せて、荷重位置の影響も検討されるのですか。

回答

荷重の作用位置によって摩擦係数が変化する可能性については認識しておりましたが、今回の実験では、できるだけ現象を単純化して再現することを目的としておりましたので、静的荷重を用い、作用位置についても回転モーメントが働かないようケーソン下部としました。今後、実際に波を作用させる実験によって、静的荷重と動的荷重の違いや荷重の作用位置の違いによる影響について検討する予定です。

討議者 後野正雄（大阪工業大学）

質疑

砕石の割れが生じる位置（深さ）、アスファルトマットの有無による割れの変化

回答

砕石の割れが生じたのはマウンド表面付近のみで、深い部分では割れは生じていませんでした。また、アスファルトマット有りの場合、マットがない場合に比べて砕石の割れはかなり少なくなっていました。これは、アスファルトマットが塑性変形することにより砕石がマットの中にめり込むため、マウンド上にケーソンを直接設置した場合に比べて、砕石に局所的な集中荷重がかかりにくくなるためと思われます。

論文番号 181

著者名 土田 孝，梅沢信敏，山本泰治，石倉克真，浅沼丈夫，湯 怡新

論文題目 混成防波堤マウンドの期待変形量の計算法と適用例

討論者 森屋陽一（国総研港湾研究部）

質疑

円弧すべりの破壊面を固定しているが、モンテカルロシミュレーションで波高を変化させるため、波高ごとに破壊面が変わるのではないか。

計算に使っている土質定数の確率分布は何か。その設定根拠は何か。

回答

本プログラムではモンテカルロシミュレーションによって地盤条件が決定すると、円弧すべり解析を行って安全率が1になるときの波高(限界波高)を計算します。以後の変形量の計算では、この限界波高のときのすべり面に固定しています。確かに波高によって最小安全率を与える破壊面は変化しますが、波高(波圧)は突然その値になるのではなく、短い時間の中で上昇してその値に達すると考えれば、安全率が1を切ったとき(限界波高に達したとき)にすべりが始まるので、その後波高が限界波高よりも大きくなってもすべり面は限界波高のときのすべり面で決まると考えました。

基礎地盤に関しては、粘性土のときは粘着力 c で正規分布、砂質土のときは $\tan \phi$ が正規分布を用いています。また、マウンド材については、見かけの粘着力 $c = 20 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 35^\circ$ が標準で、それぞれ c と $\tan \phi$ について正規分布としています。設定根拠は、これらの強度定数の統計的性質を調べた既往の研究です。

討論者 高山知司(京都大学防災研究所)

質疑

図-1 のような円弧すべりが起こるとすると、防波堤はどのように変形するのか、説明してほしい。

回答

波力時の混成堤マウンドのような偏心傾斜荷重に対するマウンドの安定と変形については、静的な遠心載荷模型実験や実物大実験で調べられている*。それらの一例を示すと下記のようなになる。図のようにすべり面は必ずしも円弧ではないが、限定された変形量の範囲では円弧を仮定してもよいと考えている。なお、実際に波浪が作用したときの支持力破壊による変形については十分にわかっていないので、今後の課題であると考えます。

* 小林正樹・寺師昌明他(1987): 捨石マウンドの新しい計算法, 港湾技術研究所報告, 26 巻 2 号, 1987 年 6 月

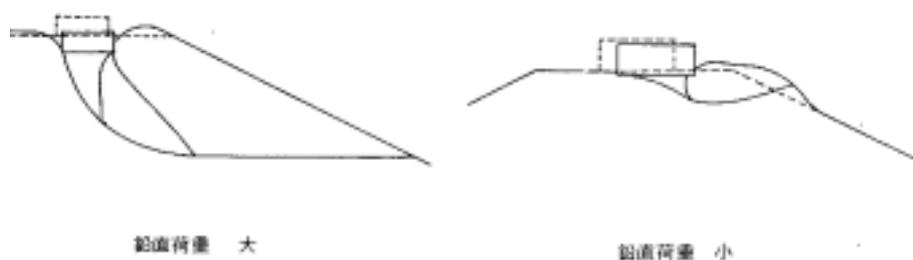


図-1 遠心載荷模型実験におけるすべり面の形状

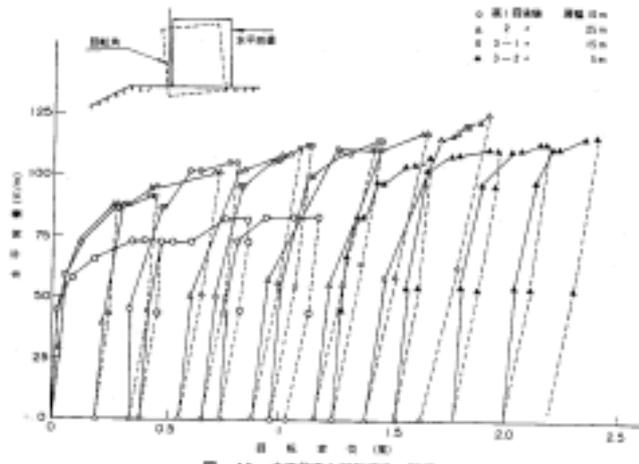


図-2 実物大載荷実験における水平荷重と回転角の関係

論文番号 182

著者名 森昌也, 梅沢信敏, 早川哲也, 木村克俊, 菊池博明, 遠藤 勉

論文題目 消波型高基混成堤のマウンド被覆材の耐波安定性

討論者 半沢 稔 (株式会社 テトラ)

質疑

消波型とすることで被覆ブロック, 根固め方塊共に波向きの違いによる安定性の違いがないということでこれは本形式のメリットだと思います。直立型の場合に根固め方塊では波向きの影響が出るのに対して, 被覆ブロックの場合には影響が出ないことの原因について何か検討されていたら教えて下さい。

回答

被覆ブロックと根固め方塊では作用する流速特性が異なるためこのような違いがあらわれたのではないかと考えられる。今後は, マウンド上の流速についても検討したいと考えている。

討論者 榊山 勉 (電力中央研究所)

質疑

この算定法では無次元流速 m が不連続になるのではないかと

回答

m はマウンドの低い断面から高マウンド形状まで評価する際に, 砕波による衝撃的な波作用が生じるような場合に の最低値を与えるという意味で設定したものです。従って今回のような高基混成堤に限定して考えると砕波による影響が大きいので, 最終的に あるいは算定される N_s も段階的な結果となる可能性は大きいと思います。

論文番号 183

著者名 松本 朗, 高橋重雄

論文題目 流速場に基づく混成堤マウンド被覆材の高度設計法

討論者 木村克俊（室蘭工大）

質疑

実験では被害率を用いていますが、消波ブロックに対して定義されたような被災度で表示することは可能ですか。

回答

今回の実験断面で計算しますと、被害率1%で $No = 0.28$ となります。なお、今回の実験断面はマウンドが比較的深い場合の標準的な断面であると考えております。

討論者 梅沢信敏（北海道開発土木研究所、港湾研究室）

質疑

スリットケーソンの場合、堤前部に渦が形成されると思いますが、水平流速のみを用いて被覆材の所要重量を求めることの妥当性如何。

回答

水理的に考えれば確かに渦の効果等もありうると思われませんが、流速の測定結果によれば水平流速は鉛直方向に比べてかなり大きく、そちらの効果が支配的であると考え今回は考慮しませんでした。実験の範囲内では結果としてよくまとまっていると考えられます。

討論者 伊藤一教（大成建設）

質疑

イスバッシュ式を用いると流速の6乗で効くので流速の計算精度が重要だと思います。そこで、マウンドをポーラスメディアで求める場合、 Cd 等ほどの様に設定すると良いか意見を聞かせてください。

回答

今回の計算では、抵抗係数、慣性力係数は榊山・鈴木（1988）の値を用いました。おっしゃるように、それらの値が流速場の計算結果に影響することが考えられますので、今後、構造形式ごとに適切な値を設定するための基礎的なデータの蓄積も必要であると考えております。

討論者 松見吉晴（鳥取大学・工学部）

質疑

本研究ではCERCの式を基本としておられますから、マウンド近傍の水平流速場の空間分布から被覆材の所要重量を数値計算により算定する方法を提案されていますが、被覆材に作用する流体力をマウンド内外の圧力より直接に算定することも数値波動計算において可能と思われそうです。つきましては、マウンド内外の圧力差の空間分布で議論する方がより高度な設計となると思いますがいかがでしょうか。

回答

個別要素法によりそのようなアプローチをしている研究もありますが、現状では捨石を球体でモデル化しているようです。今のところ捨石の不規則性（大きさ、密度、形状）をそういったモデルに組み込むのはなかなか難しいのではないかと考え、今回報告したようなアプローチを取り

ましたが、おっしゃるような力学過程を陽に取り入れた個別要素法からの考察も重要であると考
えております。

論文番号 184

著者名 藤田 孝，永田修一，岩田節雄，新里英幸，武田純男，祐保芳樹

論文題目 振動水柱型消波ケーソンの消波特性に関する研究

討論者 中村孝幸（愛媛大学）

質疑

Ｌ字型遊水室を含め、各遊水室の寸法の設定法とその根拠についてお教えてください。

論文番号 185

著者名 佐藤孝夫，諫山貞雄，山本 悟，竹田春美，添田 宏，山崎耕嗣

論文題目 Ｌ型消波防波堤の被災再現実験による現行設計法の改良

討論者 梅沢信敏（北海道開発土木研究所 港湾研究室）

質疑

Ｌ型構造自体に被災原因にあるような滑動ならびに回転，消波工天端の沈下，波力増大といっ
た悪循環を引き起こしやすい構造であり，今後，改良断面を設定したとしても，根本的な構造上
の弱点はそのまま残ると考えられます。

波高による繰り返し荷重や地震等によって，堤体が偏心していることによる，基礎部の不等沈
下等が予想され，これに伴う消波ブロックの沈下による不完全被覆断面の消波増大が生じる危険
性は，引き続き大きいと考えられます。

以上を勘案しますと，ケーソン式など抜本的な構造形式の見直しも含めて改良方法を検討すべ
きと考えますが，今後の方針をお聞かせいただきたい。

回答

Ｌ型消波防波堤は，従来型のケーソン式に比べ建設費の縮減を目的に当技調が設計した消波防
波堤で，中詰石や消波ブロック重量を抵抗側に加えることがき，通常の設計波に対しては粘り強
い断面である。

ケーソン堤よりも不安定要素の多い構造ではあるが，防波堤が防護する背後地の重要度および
建設費の経済性を考慮の上，設置するかを検討する必要がある。

設計法改良に関する水理模型実験は，T9918 による被災とそれ以前の台風による暴浪でも安定
だったことから消波工の沈下を前提とした設計波力や，荷重の標準値の検討，さらに設計波力算
定法の定式化などについて調査を継続中であり，万一の被災からの復旧コスト・期間を小さくで
きる可能性があることから，消波工の沈下等を予測した，消波工の余盛り・補修という対応およ
び事業面からも考慮した補修方法の検討を実施する予定で，汎用性を有す設計法を検討する方針
である。

論文番号 186

著者名 齋藤武久, 石田 啓, 大平英継

論文題目 人工リ - フ上における波頂前面砕波の内部流速特性

討議者 野口賢二 (国土技術政策総合研究所)

質疑

砕波形式の発生条件の分類を行う際に, 平面計算への拡張性を考慮して, 天端上水深, 戻り流れの条件を導入することは考えられるでしょうか.

回答

ご指摘のように, 現地への適用, 拡張は重要であると考えます. しかしながら, 今回の実験結果は, 室内の断面2次元水槽実験の範囲を超えません. この結果を踏まえて, 現地への適用を検討することは, 今後の課題とさせていただきます. なお, 本実験では, 人工リ - フ岸側背後域に置ける平均水位の上昇量は最大でも2cm程度でありました. また, 平均水位の上昇が砕波形の分類に及ぼす影響は確認できなかったことを付記いたします.

質疑

没水構造物であるため, 人工リ - フの被災事態はあまり調べられていないものの, 沖側前面の被災はあまり報告されていません. 被災機構へ結びつけるのであれば, 砕波後のメカニズムに着目してはいかがでしょうか.

回答

ご指摘のように, 開口部を伴う複数の人工リ - フ群の場合, 砕波および戻り流れ等の影響により岸側法先部で顕著な洗掘現象が報告されており, 重要な検討事項の一つであると思います. ただし, 本研究で対象としたような人工リ - フ沖側の法面上で砕波を伴う場合は, 少なくとも, 砕波による影響が沖側法先部におよぶことが考えられます. また, 砕波による影響が小さい場合であっても, 例えば, 直立堤前面部の洗掘に類似した洗掘の可能性があると考えております. なお, 断面2次元水槽実験では, 沖側法先部での洗掘事例が報告(論文内の参考文献を参照下さい)されています.

討議者 水谷夏樹 (国土技術政策総合研究所)

質疑

内部特性と波高減衰過程をどう結びつけばよいのか. 内部特性を把握して, 人工リ - フをどう改善していけばいいのか, 見通しを教えてください

回答

本論での報告内容は, 人工リ - フ上において, 波峰の進行方向前面部(波頂前面部)で砕波を伴い, 波頂部が人工リ - フ天端に乗り上げる砕波を確認したこと. また, このような砕波の場合, 透過率が極めて高いこと. さらに, 人工リ - フ法先部の洗掘機構に資する内部流速特性を紹介することを中心に行いました.

ご指摘のように, 波浪減衰過程, 波浪減衰機構を議論するためには, 時・空間的により分解能の高い流速データが必要かと思えます. 加えて, 内部特性と波高減衰過程をどう結びつける

ことは非常に難しい問題の一つであり、人工リ - フの改善も含め今後の課題とさせていただきます。

論文番号 187

著者名 荒木進歩，小竹康夫，金澤 剛，松村章子，出口一郎

論文題目 VOF 法と個別要素法の連成解析による傾斜捨石護岸の変形予測

討論者 渡辺 晃（東京大学）

質疑

揚力を無視したり、実験との比較において不規則波を代表波でおきかえた計算結果を用いている等、実現象との相違（特に不規則波実験における波群の影響の無視）がかなりあるにもかかわらず、両者で比較的よい一致がみられるのは、どう解釈すればよいのでしょうか。

回答

今回行いました計算では、護岸法面の勾配は 1:4/3 でした。この程度の急勾配斜面に安定限界以上の波が作用した場合、捨石は岸向きに移動して停止することは考えられず、すべて冲向きに斜面を転落し、法尻付近に堆積すると考えられます。こうして S-shape の断面が形成されますが、今回の計算において、初期断面から安定な S-shape の断面に変化する際の捨石移動には、初期断面の形状（特にその急勾配）の影響が大きいと考えられます。

したがって、急勾配の護岸法面上の捨石に対して、安定限界より十分大きい波が作用した場合には、このような S-shape の形状以外の安定形状は考えられないと思われま。ただ、規則波で検討を行うと連続して高波浪が作用しますので、不規則波による検討よりも断面形状の変化が早くなっております。

また今回の計算は、捨石の重量 60kg に対して波高 3.0m および 3.8m（いずれも現地スケール）の規則波を入射させた 2 ケースを行いました。これらの入射波は、それぞれ不規則波実験の有義波、1/10 最大波に相当し、どちらも捨石の安定限界より十分に大きい波であります。

討論者 松本 朗（(株)テトラ 環境技術センター）

質疑

個別要素法の計算では、捨石を球でモデル化していますが、実際の捨石は質量、大きさ、密度や形状、さらにかみ合わせの程度が様々ですので、設計実務へ取り入れるためには、それらの要素の影響を考慮する必要があると思います。例えば、弾性バネのバネ定数やダッシュポットの減衰を確率変数として取り込むなどのことが考えられますが、それは可能なのでしょうか。また、その他の方法があれば教えて下さい。

回答

おっしゃる方法は可能だと考えております。著者ら（荒木ら(2000)）は既に粒径のばらつきを考慮した変形予測の計算結果を発表しております。また、弾性バネのバネ定数やダッシュポットの減衰、あるいは摩擦係数を確率変数として計算を行うことは十分に可能です。ただし、その場合は計算の安定のために、計算時間間隔 dt の設定には注意が必要になると思われま。また、

実現象のメカニズムとの対応を考えると、パラメータのばらつきや、その決定法法の検討が伊藤ら(2001)によってなされていますので、ご参考にされてはいかがでしょうかと思います。

荒木進歩・藤原由康・宮崎敏弘・出口一郎(2000):個別要素法を用いた捨石潜堤の断面変形計算, 海岸工学論文集, 第47巻, pp. 761-765.

伊藤一教・樋口雄一・東江隆夫・勝井秀博(2001):個別要素法に基づく捨石のランダム性を考慮した潜堤の変形予測手法, 海岸工学論文集, 第48巻, pp. 806-810.

論文番号 188

著者名 原田英治, 後藤仁志, 酒井哲郎

論文題目 被覆ブロックの幾何配列特性の破壊抵抗に及ぼす影響

討論者 榊山 勉(電力中央研究所・流体科学部)

質疑

図-5のブロック2がfloatで移動し着地した後、振動流による流れがあるにも関わらず、固定しているようにアニメーションで見えましたが、何故でしょうか。

回答

図-5の $t=8.0s$ と $t=9.0s$ を比較して頂くとブロック2の着地点の位置が違い、滑動しており固定はしていません。しかしながら御指摘のように、ほぼ同じ傾きを保持し推移しているのは、ブロック2とブロック10の間の摩擦力が効いているものと考えています。

討論者 藤原隆一(東洋建設(株)・土木設計部)

質疑

被覆ブロックの破壊抵抗ということで、反射波があると思っていたが、アニメーションを見ると進行波のみのように見えた。反射波は、はいていないのか？

回答

計算領域の左右境界を周期境界条件としていますので、反射波の影響は考慮していません。

討論者 渡辺 晃(東京大学)

質疑

ブロックの挙動を断面2次元の計算でシミュレートしようとしているが、断面2次元の計算条件と結果は3次元現場に拡張すれば等断面の長い棒状の物体の運動を扱っていることになり、実現象とは定性的にもかなり異なるのではないのでしょうか。

回答

先生のおっしゃる通りでございます。私は、既往の実験で確認されている被覆ブロックの滑動・転動・回転離脱といった移動モードが2次元モデルの計算でも再現可能であったという視点より定性的に良い一致を示したと考えました。しかしながら3次元性による奥行き方向の影響はブロック挙動に効くのは明白ですので、今後3次元でのシミュレーションを実施したいと思います。

討論者 前野詩朗(岡山大学・環境理工学部)

質疑

ブロック間隔を小さくなると拘束されてブロックが動きにくくなるということですが、間隔が小さくなるとブロック上面と下面の圧力差が大きくなりブロックが飛び易くなりませんか。

回答

先生の御指摘の通り、ブロック間の拘束圧が増加しますと、ブロック群がアーチ状の構造を形成し、さらに、拘束圧が増加しある限界に達するとアーチ状の構造が崩壊しブロックが飛び出し易い状態を形成します(図-2参照)。しかし、図-3を御覧頂くと明らかにブロック間隔が広い箇所から破壊が進行しており、破壊しにくい状態は、ブロックの左右運動が拘束され易く、回転する運動モードにまで至りにくい、ブロック間隔が小さい状態であると考察しました。

質疑

2次元的に扱われていますが、3次元的な影響がかなり入ってくると思いますがいかがですか？

回答

2次元と3次元の違いですが、御指摘の通りです。本論文では、私は、被覆ブロックを扱った既往の実験で観察された滑動・転動・回転離脱といった運動モードが計算できたという視点から、ある程度2次元でもシミュレーション可能であると考えました。しかし、奥行き方向の影響は無視できない重要な要素であることは明白ですし、今後3次元での再現計算を実施したいと思えます。

討論者 勝井秀博(大成建設(株)技術センター)

質疑

ブロックをモデル化するのに、MPSを使わずに通常のDEMにおいて粒子を大きくするだけでは大きな不都合が生じるのでしょうか？

回答

ブロックをモデル化するのに、粒径を大きくするだけでは、任意形状を表現することが不可能ですので、被覆ブロックの幾何的影響を考慮するために剛体モデルを導入しました。勿論、球形のブロックを想定した計算をするのであれば、粒子の粒径を大きくするだけで対応できます。

質疑

捨石への流体力は捨石表面だけに作用させているのですか。porous mediaとして捨石層全体を解いていますか？

回答

捨石への流体力は、k-e乱流モデルから得られる流速を抗力の形で与えています。また、1-wayモデルで計算を実施しましたので、粒子混入による流体への影響は考慮しておらず、porous mediaとして解いていません。

質疑

捨石の不陸やブロック間隙の存在がブロックの安定性に発展することを定性的に示したもので、興味深い論文でした。2次元計算の制約はあるものの今後、模型実験などと比較しながら定

量的の工夫をされることを望みます。

回答

御助言、有り難うございます。今後の研究に考慮していきたいと思えます。

論文番号 189

著者名 松田節男，錦織和紀郎，松本朗，田安正茂

論文項目 天端の低い海岸構造物に用いる被覆ブロックの被災形態と安定数

討議者 勝井英博（大成建設）

質疑

今回の研究で定義した「被害」に基づく N_s と従来定義されてきた被害率やサーフシミュリティパラメータ etc に基づく N_s とは整合性があるのでしょうか？（今回の被害の定義が厳しいので N_s が小さめにできる気がしますが。）

回答

従来多く定義されてきた被害率 1% で不安定とする考え方と今回の安定性の定義では、今回の方が厳しいので、ご指摘の通り N_s は小さめにできます。

発表の際にも述べましたが、平型のブロック相互のかみ合わせがないブロックについては、1箇所の被害が原因で、その後急速に被害が拡大するというおそれがあるので、このようなブロックについては、本研究で定義したような厳しい安定性の定義を適用するべきであると考えています。

なお、本論文中で参考としている斎藤ら(1998)「緩傾斜堤に用いる被覆ブロックの安定性に関する研究」でも本研究と同様のブロックを使用しており、安定性の定義も無被害基準としています。

論文番号 190

著者名 齋藤正文，綿貫 啓，錦織和紀郎

論文題目 多様な生物環境を創造する新型人工リーフの安定性および水産効果に関する研究

討論者 勝井秀博(大成建設)

質疑

水産効果の付加価値を考慮しないで、単純に人工リーフの被覆ブロックとしての機能のみを考えたとき、従来の消波ブロックよりどの程度のコストダウンとなり得るのでしょうか。

回答

全断面テトラポッドの人工リーフならば背後からの転用もあるので、ここで取り上げたブロックが必ずしも安くなるとは限らない。しかしながら全断面を新規テトラポッドで構築する人工リーフと比較するのならば、本ブロックは基礎マウンドを捨石で構築すること、一層で被覆できることなどからコストダウンを期待できる。

一般的な平型被覆ブロックの人工リーフでは、天端水深が浅い場合は、消波効果は同等なので

コスト的にも変わらないと思われる。一方、天端水深が深い場合は、本ブロックの方が消波効果が高くなり、経済的に有利になるとと思われる。

討論者 野口賢二(国総研，河川研究室，海岸研究室)

質疑

生物相について、この論文で取り上げているブロック、エクスブロック、自然石、テトラポッドの生物多様性の違いについて調べていたら教えて下さい。

回答

海面下は水深ごとに生物分布が異なり、帯状分布をする。したがって、各基盤（各ブロック、石等）で生物相を比較するのは、それような実験をしなければ分からない。また、そのような比較は今のところしていない。

一般的な根固ブロックによる人工リーフでは、天端水深が一定なので、帯状分布の観点からすると、同じような種が優占し、多様性は少なくなる。このことは、例えば、洪水による低塩分化、大波浪による海藻のはぎ取り、漂砂による被覆等の現象がおきたとき、一度に広範囲に影響を受けることになる。

一方、ここで取り上げたブロックやテトラポッドのように背の高いブロックでは、1つのブロック上にいくつかの生物種の帯が形成される。これが本論文で取り上げた中林、鬼鹿等で見られるように、下棧と上棧あるいは斜面で植生が異なることを意味する。この場合、上記で取り上げたような現象が生じて、どこかのゾーンは生き延びることができる。このようなことから、生物の多様性は強い生態系ができる上でも重要である。

論文番号 191

著者名 南 将人，真野 明

論文題目 潜堤開口部周辺の地形変化に関する研究

討議者 勝井秀博（大成建設 技術センター）

質疑

図-2において、海岸施設設計便覧の推奨範囲から離れるもの（特に、 L_r/W が大、 L_r/Y が大など、コストがかかる方向）の採用がかなりある。こうしないとイケなかった理由など知りたい。また、それぞれのケースで離岸堤としての目的の機能を果たしていたか、洗掘や沈下が生じたか否かなどのDATAが示されれば、それもまとめて示して頂きたい。

回答

今回のアンケート調査では、主として構造物の諸元や深浅測量の有無を調査項目として実施したもので、設計時に構造物の諸元をどの様に設定したか、また、施工後の沈下の有無までは、調査しておりませんでした。ご指摘の項目は非常に興味がある所で、一部、電話等での再調査を行いました。これらは、整理して始めて分かった事であり、今後さらに調査・検討を続けたいと考えております。また、当初の目的を果たしているかについてですが、約10ケース程、施工前後の深浅測量図を入手する事が出来ましたので、地形変化量を算出してその効果を検討し、別の機

会に発表させて頂きたいと考えております。

討議者 小野正順（高知工業高等専門学校）

質疑

潜堤開口部の岸側，沖側で侵食された砂はどこに堆積しているのでしょうか？

回答

図-5 より，大きな地形変化を生じて入る領域は，潜堤より岸側では左側潜堤の侵食と右側潜堤の堆積の2ヶ所，潜堤より沖側では開口部沖側の侵食1ヶ所の合計3領域となっております。まず，潜堤開口部での侵食は，主に開口部からの戻り流れによるものと考えられ，砂はこの位置より沖側に移動しているものと推測されます。そこで，全6回の深浅測量図を比較してみると，この領域より深い所の等水深線位置の変化はほとんど見られない事より，潜堤より沖側に薄く広範囲に堆積したものと考えられます。一方，潜堤より岸側の範囲での堆積については，左側潜堤背後の侵食以外に見られない事と図-7の波向の出現状況より図面上左上から右下方向である事を考慮すると，左側潜堤陸側の砂は，右側潜堤陸側に移動したものと考えられます。

論文番号 192

著者名 小野正順，鷺澤栄二郎

論文題目 中層浮き魚礁流出時の安全性に関する実験的研究

討論者 前野詩朗（岡山大学 環境理工学部）

質疑

歪ゲージを使ってどのようにして，衝突力を算出しましたか？

回答

浮き魚礁の剛性は，魚礁上部に50cm間隔で付けられている隔壁板によって決まります。浮き魚礁の模型は塩ビで作成し，隔壁板の剛性をフルードの相似則で縮尺し，隔壁板を塩ビのリングでモデル化しています。そのリングに歪ゲージを貼り付け，船が浮き魚礁に衝突したときのリングの歪から衝突力を算定しています。

論文番号 193

著者名 金夏永，関口秀雄

論文題目 強震動による耐波構造物 - 地盤系の塑性変形

討論者 前野詩朗(岡山大学 環境理工学部)

質疑

式(1)は弾性域と塑性域を分けて解いているのですか。

回答

本動的解析にはPASTOR MODELを用いています。PASTOR MODELでは，(載荷時だけではなく)除荷時にも弾塑性モデルを用いていますので，弾性域と塑性域を分けて解く必要はありません。

論文番号 194

著者名 熊谷隆宏

論文題目 波浪と液状化地盤の相互干渉に関する理論的考察

討論者 関口秀雄（京都大 防災研究所）

質疑

波が液状化地盤上を通過するときを生じるエネルギー減衰を理論解によって評価していますが、エネルギー損失 λ_i の値と既往の実験結果（例えば、高橋・下迫，1994）との対比はどのようなになっていますか。

回答

本研究においてエネルギー損失 λ_i を評価するにあたり、渦岡ら（1997）の実験結果に基づき、液状化した地盤の渦動粘性係数 ν_2 を $0.01\text{m}^2/\text{s}$ で設定しています。

この評価式を高橋ら（1994）の実験条件（周期 1s 、水深 0.25m 、液状化地盤厚 0.4m ）に対して用いると、 $\lambda_i=0.07\text{m}^{-1}$ と算定されます。高橋ら（1994）の実験では、液状化地盤の下部より上向き浸透流を強制的に与えているため、完全に同じ条件では波高減衰性を比較することはできませんが、本評価式によれば、液状化地盤長が 11.4m の実験水路に対して、波高伝達率は 0.5 になり、実験結果（上向き浸透流の条件により $0.3\sim 0.8$ 程度に分布）と比べて大きな差異はないと考えられます。また同様に、姜ら（1999）の実験条件（周期 1.17s 、水深 0.34m 、液状化地盤厚 0.55m ）に対しては、 $\lambda_i=0.04\text{m}^{-1}$ と算定されます。このとき、液状化地盤長が 6m の実験水路に対して、波高伝達率は 0.78 になり、実験結果（上向き浸透流の条件により $0.2\sim 1.0$ 程度に分布）と比べて大きな差異はないと考えられます。

先にも述べましたが、本評価式では地盤が自然に液状化している状態を対象にしているため、上向き浸透流を与えて強制的に液状化が起きている実験結果とは厳密には比較できませんが、オーダー的に考えた場合、それほど外れていないと考えます。

ただし今後の課題として、本理論を実験条件に合うように改良した上で、同一条件で実験と比較し、理論の妥当性を検証することが重要であると考えます。

論文番号 197

著者名 酒井哲郎，後藤仁志，原田英治，羽間義晃，井元康文

論文題目 波浪による海底地盤の液状化が漂砂量に及ぼす影響

討論者 田中 仁（東北大学）

質疑

実験では、特に、底面せん断力が小さいところでバラツキが大きいと考えられる。plotしたものは、何回かの実験の平均値なのか？バラツキはどの程度か？

回答

水圧の漸増・急減のパターンを10回繰り返して作用させ、流砂量の累積値を測定するというセットを5回繰り返して得られた平均値をプロットしています。御指摘のように、底面せん

断力が小さい領域では、プロットしている値の数倍から数分の1の範囲のデータのバラツキが見られます。

論文番号 200

著者名 三宅達夫，鶴ヶ崎和博，馬場慎太郎，柳畑亨

論文題目 底開式土運船からの直投土砂による海底地盤への衝撃圧

討論者 稲垣 聡（鹿島建設(株) 技術研究所）

質疑

図-6で、現地実測の方が応答が遅れているのはなぜか

回答

現地計測結果と遠心実験結果を比較しますと、ご指摘のように現地計測の応答が遅れているとともに、投下に要する時間も実験とは異なっております。これは、実験では投下開始後に底扉は完全開放状態となり、土砂は一気に落下するのに対して、現地においては、材料の粒径や湿潤状態によって落下に要する時間が変化することや、船体の安定性を考慮して、底扉の開放をコントロールしていることによる影響であると思われます。ただし、投下開始してからの初期の反応時間（土砂の到達時間）については実験と現地計測ではほぼ一致しておりました。

論文番号 201

著者名 浜田敏明，北山 斉，岡 良，中井 章，若杉利彦

論文題目 海水中における摩擦増大用アスファルトマットの長期耐久性（30年）について

討論者 池谷 毅（鹿島技研）

質疑

防波堤のケーソン下部のアスファルトマットを採取したとあるが、具体的にどのような手法で行ったのか。

回答

ケーソンの基礎部分である捨石マウンドを一部掘削し、露出した底面部のアスファルトマットを採取した。

論文番号 202

著者名 小川 元，田崎道宏，落合 実，遠藤茂勝

論文題目 水平スラグ流輸送における圧力，速度特性について

討論者 池谷 毅（鹿島建設株式会社 技術研究所）

質疑

実験について

口の条件はどのようになっていますか。

曲がっている場所では、どのような現象が発生するのでしょうか。

管の材料は何ですか．

回答

吐出口である管路の末端は地下タンクに導入されていて，多少レベルが低くなっていますが，大気開放状態となっており，末端での影響が生じないように配慮しています．

実験装置概略図では模式的に描いたため，管路が直角に曲がっているように示していますが，実際の配置では曲率半径を 5～10m でゆるやかな曲がりとなっていて，流動状況に影響がないように配慮して設置しています．したがって，スラグ流は直線部分と同様な流れとなっており，曲線による特異な現象は認められませんでした．

実験に使用した管路はポリ塩化ビニル製の透明管（内径 32 mm，耐圧 0.4Mpa）であり，屋外での実験のため耐候性も考慮しています．特に実験中の管路内の圧力変動や気温，水温の変化などでは伸縮しないものです．管路全長 600m での圧力差は 0.1Mpa（ゲージ圧）以下であり，管路内の圧力がそれほど高くなくとも 1.0～2.0m/s 程度のスラグ流が発生します．

論文番号 205

著者名 鳥居謙一，福島雅紀，佐藤慎司，高木利光，Ding Yan

論文題目 海岸管理のための汀線変動の確率的評価

訂正

論文集 p1022 左 15 行目「 $f(S, R)$ 」を「 $g(S, R)$ 」，p1023 右 9 行目「AMS」を「PDS」，p1024 図 - 7 のタイトル「AMS，PDS」を「PDS」，p1024 図 - 8 のタイトルおよび X 軸の「年最大後退量」を「超過侵食最大量」に修正願います．

討論者 栗山善昭（（独）港湾空港技術研究所）

質疑

実際に砂浜の設計では岸沖漂砂による汀線変動を考慮しなければいけない．現在のレベルで，本論文で提案されている方法を実際の海浜の設計に適用できるのか．

回答

本論文は，モンテカルロ法による汀線変動の確率的評価手法を提案するものである．岸沖漂砂による汀線変動を評価する方法としては，砂村モデル（Sunamura，1989），加藤モデル（加藤ら，1987）や沿岸漂砂による海浜変形も含めて評価できる 3 次元海浜変形モデルがあるが，現在のところ長期的に汀線変動や複雑な現地の海岸に適用できる段階にない．将来，長期的な岸沖漂砂による汀線変動を実用的な計算時間で評価できるモデルが開発されれば，本手法で評価できると考えている．

論文番号 206

著者名 川崎浩司，大谷知樹，中辻啓二

論文題目 固気液多相共存場に対する統一数値解法の構築と複雑水理現象への応用

討論者 榊山 勉（電力中央研究所 流体科学部）

質疑

相間の境界条件はどのように扱っているのでしょうか？

固相運動の計算方法を補足説明して下さい。

回答

本モデルでは、相全体を統一的に解析しているため、異相間の境界条件を設定する必要はありません。

固相(剛体)運動の取り扱い方につきましては、まず固相を高密度・高粘性流体と考え、計算を行います。しかし、この時点では、剛体を構成する固相間の相対的位置にずれが生じます。そこで、固相に作用する圧力を用いて物体重心での移動速度と角速度を求め、固相に対してのみ相対的位置を修正します。これにより、剛体運動を擬似的に解析することができます。なお、詳細は、Xiao et al.(1997)を参考にして下さい。

討論者 水谷夏樹(国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部)

質疑

水を含む液相の状態方程式はどのように取り扱っていますか？

CIP-CSL法の総量の取り扱い方をもう少し詳しく説明して下さい。

回答

液相の状態式は、陸田ら(1998)と同様、日本原子力学会編「気液二相流の数値解析」を参考にしました。

CIP-CSL法の特徴は、グリッド間における補間関数を構成する際に、物理量とその空間微分以外に、グリッド内の物理量の積分値(総量)を変数として取り扱っているところにあります。そのため、総量の時間発展式、つまりセル界面からの流入出量の収支より次の時間ステップの総量を計算する必要があります。

討論者 重松孝昌(大阪市立大学大学院)

質疑

気相と液相のレイノルズ数が異なるので、気相と液相で計算解像が異なるのではないかと考えられるが、この点についてコメントをいただきたい。

回答

ご指摘のとおり、気相と液相ではレイノルズ数が違いますので、計算解像度が異なると思います。そのため、流体の物性値が異なる界面では数値拡散が発生しやすくなります。しかし、CIP法など数値拡散を極力防ぐことができる高精度数値スキームを導入することにより、安定した計算を行うことができると考えております。

論文番号 207

著者名 重松孝昌，錦織陽一，廣瀬真由，小田一紀

論文題目 水中沈降粒子群の三次元分散挙動に関するパラメトリック解析

訂正

- ・ p.1034 左段下から2行目 「開扉ため」(誤) 「開扉するため」(正)
- ・ 図 - 7 縦軸 y (誤) z (正)

討論者 矢内栄二 (千葉工業大学)

質疑

水平分散幅比 1 : 2 でも，時間とともにその比が 1 に近づくメカニズムは何か．原型の 1 : 5 に対してはどのようにになると予想するか．

回答

沈降過程における粒子群の分散は，流体運動により大きな影響を受けている．長軸と垂直な断面よりも短軸に垂直な断面の方が粒子量が多いため，短軸方向への循環流が大きくなり，これが短軸方向への粒子群の分散幅が大きくなる原因と考えている．1 : 5 の場合にも，投入直後から水平分散幅比は 1 : 1 に近づくと予想されるが，その漸近の程度は水深にも大きく依存すると予想する．改めて計算を行い，この点について確認したいと考える．

論文番号 208

著者名 浜走幸育，日比野忠史，駒井克昭，松岡純作

論文題目 瀬戸内海における湾・灘水塊の移流・交換量の季節変動特性

討論者 中野 晋 (徳島大学工学部)

質疑

播磨灘の海面水位として高松，宇野，神戸の値を用いているが，神戸は明石海峡を隔てているため高松，宇野とは大きく位相が異なり，播磨灘の水位を評価するために用いるのは不適切ではないか．

回答

播磨灘へは大阪湾からの流入が無視できないと考えたので，明石海峡に近い神戸の水位も考慮に入れることにしました．また，高松，宇野，神戸で水位の時系列を描いたところ，位相のズレはなくほぼ同じような変動を示していたので3つの平均を播磨灘の水位としました．

討論者 磯部雅彦 (東京大学新領域創成科学研究科)

質疑

塩分濃度分布から月別の海水交換量を求めているが，その際に瀬戸内海での降水・蒸発量は考慮しなくてよいのか．

回答

瀬戸内海では降水量と蒸発量が平衡していると言われており，これらの効果は微小であると考えられるため，ここでは考慮していません．この結果は今後，生態系を含めたモデルへの展開を

考えており、その段階ではこれらの影響を含めて検討します。

討論者 安田孝志（岐阜大学）

質疑

塩分濃度を底層と表層で計測しているが違いはあるのか。違いがあるなら、flux の鉛直分布を考える必要があるのではないか。

回答

紀伊水道・大阪湾において表層・底層の塩分勾配が大きくなっています。これらの効果は河川水の連行等を含めています。御指摘のように鉛直混合を含めたモデルの構築が必要と考えており、河川水の取り扱い等、今後の検討課題としております。ただし、本論文で考えている平年値としての海水交換量の算定手法としては十分利用できるものと考えております。

論文番号 209

著者名 小橋乃子，安達貴浩，甲斐一洋，西ノ首英之，中村武弘，多田彰秀，矢野真一郎，藤田和夫，小松利光

論文題目 新長崎漁港における成層と流況に関する現地観測

討論者 日向博文（国土交通省 国総研）

質疑

TypeI は淡水・熱フラックスが TypeII, III に比べて小さいのに、なぜ塩分・熱成層ができるのか？

回答

図-5を見ると、TypeI と TypeIII では淡水供給が少ない分、塩淡成層の発達度も TypeI の方が小さくなっていることが分かります。一方、TypeI と TypeII では与えられる熱フラックスには差がありますが、図-5を見ると TypeI と TypeII で同程度の水温成層が形成されています。これは塩淡成層が存在することによって鉛直混合が抑えられ、少ない熱フラックスでも水温成層が発達しやすいためと考えられます。

質疑

上下交差流が数日周期で振動しているが、これは波動的な現象か？

回答

論文中では触れていませんが、このような流動は風による循環流の影響と考えています。南～西の風が吹くと表層流入・底層流出の循環流が形成され、その影響が弱まると通常の表層流出・底層流入の循環流に戻るといった現象を繰り返しているようです。現在のところ、表層流入・底層流出の出現メカニズムを完全には説明できていませんが、少なくとも定常的に南～西の風が吹くとこのような流れができやすいとは言えるようです。

討論者 磯部雅彦（東京大学 新領域創成科学研究科）

質疑

残差流のメカニズムを密度分布による圧力勾配との関係で議論しているが、風向の影響も考え

るべきではないか。

回答

ご指摘の通りと思います。残差流の形成に風の寄与するところは大きく、従って風向も重要な要素と考えられます。成層調査時の流動は確かに密度流的に説明できる現象でしたが、その後の調査により、風によって形成された流動によって成層状況も支配されている可能性が高いことが分かってきました。今後、これらの関係を詳細に検討したいと考えています。

討論者 安田孝志(岐阜大学)

質疑

風速2.2m/s程度で成層が破壊されている事実や8から9月に成層が破壊されていることから、塩熱循環よりも風成循環の重要性を示しているように思われる。風速の測点を増やした計測が必要では？

回答

ご指摘の通りだと思います。風のデータの重要性を鑑みて、平成13年の調査では同海域での気象観測を実施しました。新長崎漁港における風の挙動と成層状況との関係も次第に明らかになっているため、近い将来にその辺のメカニズムを発表したいと考えています。

論文番号 210

著者名 犬飼直之, 早川典生, 福嶋祐介, Sun Zhao-Chen, 工藤善幸

論文題目 渤海の海水交換機構に関する研究

討論者 日比野忠史(広島大学)

質疑

干潟面積はどの程度あるか?(黄海を含めて)。できれば数値で出してください。

討論者 日向博文(国交省 国総研)

質疑

長江~黄河バイパス完成時、完成後の対馬海峡における塩分フラックス(もしくは淡水)、日本海沿岸部における塩分濃度変化について検討していただきたい。

討論者 中川将志(北海道大学大学院工学研究科)

質疑

黄河河口付近で、はじめに説明のあった河川から流出する汚水はどのように拡散していくのか？

論文番号 212

著者名 杉山陽一, 依田 眞, 原田一利

論文題目 名古屋港の貧酸素水塊に関する現地調査

討論者 田多一史

質疑

貧酸素水塊の層の厚さがどれくらいで、一様であるか？

回答

貧酸素水塊の層の厚さは図 5 に示した観測回毎の DO の縦断分布のとおりで、内港海域について言えば、海面下 3 m から海底まで貧酸素水塊となっていました。ただし、ここで言う貧酸素水塊とは論文中で定義したとおり、3mg/L 以下のものを貧酸素水塊とした場合です。

質疑

季節変化によって貧酸素の層はどのように変化するか？

回答

本論文では、季節変化について観測をしていませんので、正確にお答えすることはできません。ただし、「公共水域及び地下水の水質調査結果」などを参照すると 7 月から 10 月までは今回報告した状態とよく似たものになっていると思われます。また、12 月から 2 月の酸素状態は比較的良好であるようです。

論文番号 213

著者名 中西 敬，上嶋英機，上月康則，平田元美，宮城佳世

論文題目 海生生物の生息空間に及ぼす貧酸素水塊の定量的影響評価

討論者 水野博史（広島大学大学院工学研究科）

質疑

今回示された“価値”という概念によると、大阪湾の生物に対する価値は非常に低いということですが、“価値”を大きくするための手法としてどのようにお考えですか？また、どの手法が有効なのか？

討論者 浜走幸育（広島大学大学院工学研究科）

質疑

カザミの生息空間適性値と漁獲量の関係で、1994 年頃に生息空間適性値が高いことと、近年になって生息空間適性値が急激に下がっていることの原因はなにか。（貧酸素化以外の原因でその年の特性があれば知りたい。）

論文番号 214

著者名 青木伸一，福本直樹，岡本光雄

論文題目 猪鼻湖における底層貧酸素水のエアレーション効果の検討

討論者 木村隆浩（広島大学大学院）

質疑

密度成層しているときに貧酸素化が激しいはずなのにその時期に水のくみあげ効率が落ちるのは問題ではないか？何か改善点はないか？

回答

ご質問のとおり、最も貧酸素水塊が発達した時期に最大の効果を発揮させることが望ましいの

ですが、本論文で示したような表層に水を吐き出す形式の装置では、揚水量が表層と底層の密度差に影響されてしまいます。これを改善するために、揚水した水を再び別のダクトを通して底層に戻してやるのが考えられます。これについても現地実験を行う予定です。本論文では、密度成層の強くない貧酸素水塊の形成初期に手を打てばどうかという提案になっています。

論文番号 215

著者名 陸田秀実，土井康明，河村和憲，亀山直記

論文題目 広島湾奥部の赤潮発生に及ぼす陸域起源の降雨量の影響

討論者 竹内健太郎（広大）

質疑

赤潮発生原因は、降水量の影響という話であったが、赤潮の改善するのに降水量を抑制するのは不可能であるが、将来的な赤潮改善するのに具体的にどうしたら良いか？

回答

本論文の結論は、質問されているような赤潮発生原因が降水量の影響であるとはしていない。発表時あるいは論文集でも紹介したように、近年の広島湾奥部の有毒赤潮発生の特徴は、気温・水温が比較的高いという基本的条件に加えて、陸域起源の降雨による淡水の流入負荷が、塩分濃度の急減、栄養塩濃度（特にリン）の急増をもたらし、それに伴って慢性的なリン不足にある海域の窒素/リン比が急変し、有毒赤潮プランクトンの大発生につながっていることが結論である。

また、将来的な赤潮改善策については、現時点での水質規制をさらに改善する必要があると考えている。具体的には、論文にも記述されているように、リンと同時に窒素の削減をしなかったため、海域の窒素濃度は依然として高く、その存在比は広島湾でかなり高くなる傾向にあり、新型有毒赤潮プランクトンの大量発生に繋がっている。したがって、沿岸域の栄養塩構成比である窒素/リン比を適切な状態に保つような規制法を考える時にきていると考える。

討論者 田多一史（広大）

質疑

太田川河川水が季節によって、呉方向に流れたり宮島方向に流れたりするが、赤潮発生との関連は？

回答

図-1 に示すように、広島湾奥部太田川河口の極近傍の計6測点データについて分析を行っているので、季節による河川水の流動変化による影響はあり得ないとする。但し、本論文の対象とはなっていないが、もう少し河口から沿岸の測点データについて分析することになれば、質問されている状況を考慮した赤潮発生の解明が出来るかもしれない。

討論者 中川康之（港湾空港技研 海洋・水工部）

質疑

赤潮発生の要因として河川流量との関係にふれているが、河川流量が大きいにも関わらず発生しなかった年は冷夏だったと説明された。冷夏であることが発生を抑制した原因としては気温の

他に日射量との関係については検討されているか？

回答

日射量との関係については検討していないので、今後の検討課題としたい。1993年は冷夏多雨の異常気象の年であり、夏季の気温は過去10年間で最も低く推移していたため、日射も非常に弱かったとも予想される。

論文番号 216

著者名 鯉淵幸生，佐々木淳，磯部雅彦

論文題目 東京湾における窒素・リンに着目した物質循環機構

討論者 大島 巖（国土環境（株））

質疑

クロロフィルの計算結果で、植物プランクトン種の遷移がどれ位再現されているのか
底泥からの栄養塩の溶出速度、D₀消費速度は季節変化を与えているのか
脱窒速度はどのように表現されているのか

回答

植物プランクトンの計算は異なる群ごとに拡散方程式を解くことで行っており、春先には *Skeletonema Costatum* を念頭にモデル化した群集が、初夏には、ラフィド藻類の *Heterosigma Akashiwo*、夏季の安定成層形成時には鞭毛藻類が卓越し、成層崩壊後の冬季に、再び珪藻類が卓越する様子が再現された。

しかし実際には、2・3日という短い時間スケールで優占種が変わることも珍しくなく、本モデルの優占種の変化はそれと比べると緩慢であり、今後の課題となった。

底泥モデルは、嫌気好気の2層モデルとなっており、浮遊生態系モデルから算出されたデトリタスが、沈降後に底泥内で分解され、底泥内における栄養塩供給や好気層内における酸素消費が行われる。この際、溶出は直上水に対する底泥内の上層（好気層）からの拡散として算出され時々刻々変化する。

底泥内におけるD₀の消費速度は、有機物を分解するバクテリアの活性が水温により変化することを考慮した。その結果D₀消費量は、底泥内の有機物量、水温によって変動する。

底泥モデル内の嫌気層における硝酸濃度と水温の関数で脱窒量をモデル化した。現実には脱窒菌の量や活性によっても変化するものと考えられ、今後これらを観測していく必要があると考えている。

論文番号 217

著者名 長尾正之，橋本英資，吉田みゆき，高杉由夫

論文題目 広島湾・呉湾における有毒プランクトンシストの発芽要因と海域攪乱

討論者 日比野忠史（広島大学）

質疑

シストの発芽から赤潮に至る過程について説明してください。

回答

回答者は *A. tamarense* の生態や生活史について専門知識を有していませんので、下記文献等をご参照ください。

福代康夫(1997)：赤潮の科学（第2版），岡市友利編，恒星社厚生閣，pp.59-65;pp.278-283.

討論者 日向博文（国土交通省 国土技術政策総合研究所）

質疑

10年スケールでの底泥中のシスト増加の理由は何か？

回答

広島湾内の N/P 比の変化や、近年海中の珪藻類が減ったために渦鞭毛草類が増殖しやすくなった、あるいは気象や海水温の変化が遠因である、などと言われております。しかし、十分に説得力のある答えはまだ見つかっていないようです。

論文番号 218

著者名 岡田知也，中山恵介，野村宗弘，古川恵太

論文題目 夏期の東京湾湾奥における表層の植物プランクトンに対する底層栄養塩の影響

討論者 日比野忠史（広島大学）

質疑

非静水圧モデルと静水圧モデルの結果の違いはどうでているか。

回答

今回用いたモデルは鉛直拡散係数を非静水圧モデルに対してチューニングしています。そのため、非静水圧モデルでは表現できた湾奥沿岸部の湧昇は、鉛直流速が小さく見積もられる静水圧モデルでは表現されませんでした。静水圧モデルで同様の湧昇を表現するためには、鉛直流速が小さく見積もられる分、鉛直拡散係数を過大評価する必要があると思います。

論文番号 219

著者名 佐々木淳，渡邊亮太，磯部雅彦，五明美智男

論文題目 自動昇降式観測システムを用いた冬季の東京湾湾奥における基礎生産の推定

討論者 灘岡和夫（東京工業大学）

質疑

メンテフリーの方向でのシステム開発を目指しておられると思うが、実際の程度メンテフリーとなっているか？特に塩分計について。

回答

1ヶ月間のメンテフリーを目指しています。これまでの運転実績は12月から2月末にかけてと4月から7月はじめまでです。このうち生物付着が問題となるのは4月から7月にかけてですが、メンテは月に1回で様子を見ました。センサーは待機時には海底付近に位置しているため、

付着生物はたいしたことはありませんでした。特に問題となるフジツボ類はセンサー部にはまったくつきませんでした。ただし、藻のようなものは多少付着しておりました。しかし透水性が高いためか塩分データを見る限り出力低下は確認できず、特に問題はないものと判断しました。京葉シーバースは湾奥に比べるとかなり水質がよく、東京灯標等と比べると生物付着の圧力が弱いことも好条件となっていると思います。7月以降につきましては運転しておりませんのでどうなるかは不明です。

討論者 笠井亮秀（京都大学）

質疑

アレックのセンサーは蛍光値を測るものでChl濃度は測れない。蛍光値とChl濃度の関係は植物プランクトン種によっても変換する。知りたいのはChl濃度なので蛍光値からChl濃度を求める際、工夫が必要ではないか。

回答

おっしゃるとおりだと思います。一つは自動採水器を用いて定期的にサンプルをとって校正していくことが考えられると思いますが、クロロフィルは加水分解されますからどの程度の精度が出るかはよくわかりません。今後の課題と認識しております。ただし私どもは本モニタリングを数値モデル開発（と検証）のためのものと位置づけており、モデルの現状からすると、数値にはかなりの誤差があっても鉛直プロファイルの時系列をまずとらえ、その動態を定性的に再現できるようにする目的には役に立つと考えております。

討論者 不明（広島大学）

質疑

水質計の移動速度は物理的にどのように決定すれば良いのか？

回答

センサーの時定数を考慮して移動速度を決めるのが筋かと思います。ふつうネックとなるのはDO計で、レスポンスの速いタイプのもので10秒はかかるようです。これを正確に反映させるためには、たとえば50cm動くごとに10秒間停止させて測定するといったことが考えられます。本システムでどのように移動速度を決定したかと申しますと、ほとんどは既製品のホイストの仕様によっております。いろいろ調べた結果、安価に入手可能なもので最も昇降速度の遅いものが6m/分でした。もう一つネックとなるのは使用した測器のメモリですが、この速度ですと毎時1ヶ月の連続測定がぎりぎり可能です。DO計の時定数を考えるともう少し遅い方が良いとは思いますが、現状ではやむを得ませんでした。このような運転方法の妥当性をチェックするには往復のデータを取って再現性を比較すればよいと思いますが、メモリの制約で一部のセンサーについては往復のデータを取得できていません。重複している部分を見る限り、実用上それほど問題にはならないように感じておりますが、今後よく確認する必要があると認識しております。

論文番号 220

著者名 川西 澄，水野博史，内田卓志

論文題目 1.5MHz 超音波ドップラー分布計を用いた感潮域における懸濁粒子の動態観測

討論者 稲垣 聡 (鹿島技術研究所)

質疑

超音波反射強度と懸濁粒子濃度の関係の普遍性を考えた時に、ADP の反射強度は観測場所の水深に依存しないのか？

(例：1.5MHz を用いる場合、水深が 15m の時と 5m の時とでは濃度が同じでも反射強度が違ってくるといえることはないのか)

異なる粒径の粒子が混在していても、超音波反射強度から懸濁粒子濃度は正しく求まるのか？

回答

本研究で使用している Nortek 社製の ADP は常に一定強度の音波を出しているため、水深依存性はありません。また、超音波は海水を伝播中に拡散するとともに、吸収などの影響で徐々に減衰していきませんが、本研究ではそれらの伝播損失に関する補正は行っております。従って、懸濁粒子濃度が同じであれば、水深によらず反射強度は同じ値を示すと考えられます。

粒径の影響に関しましては 2001 年 4 月と 9 月に 24 時間現地観測を行い ADP (Nortek 社-NDP) とレーザ回折測定器 (SEQUIA 社-LISST-25) を用いて超音波反射強度と懸濁粒子体積濃度、ザウタ平均粒径を連続測定しました。その結果、底層におきましては粒径変化の影響を殆ど考慮せずに超音波反射強度から懸濁粒子体積濃度に変換できることが分かっております。しかし、表層・中層に関してはデータ不足で、比較・検討するに至っておりません。観測機器や測定方法を変えて今後検討していく必要があると考えております。

論文番号 221

著者名 鷲見栄一，鋤崎俊二

論文題目 沿岸海域の懸濁態粒子の粒径分布の現地測定とデトリタス分布

討論者 中川康之 (独立行政法人 港湾空港技術研究所)

質疑

論文中の図 8 において粒径別の体積濃度の鉛直分布が示されており、大きな粒子が密度躍層付近の水深でピークを持つとされている。これらの粒子は、今後、沈降するのか？鉛直分布は時間とともに変化することになるのか？

回答

大きな粒子が密度躍層付近の水深でピークを持つ理由は、多くの理由(密度不連続による沈降速度の減少、内部波による捕捉、バクテリア等による生成等)が考えられ、数学的に表現できていない。しかし、粒子と海水の相対密度による沈降速度によって下層に沈降することは間違いのない。密度躍層によってこの現象は支配されているので、潮汐の干満によって鉛直分布は時間変化する。また、沿岸海域では、河川水の影響がある表層近くの密度躍層や外海水が侵入することによって形成される密度躍層等は場所や季節によって変化し、以上の現象はそれらに応じて変化することが考えられる。

論文番号 223

著者名 細川恭史，安井誠人，吉川和身，田中裕作，鈴木幹夫

論文題目 港湾における底質中の内分泌攪乱化学物質の全国調査

討論者 氏名不詳（産業技術総合研究所）

質疑

底質中に含まれる環境ホルモンが海水中に溶出することが問題なのか

回答

底質中からベントス，さらに魚類と生物濃縮の過程を経て最終的に水産生物として人間が食べるときの濃度が問題となる。ただ，現時点ではその過程を明らかに出来るデータがない。このことが，底質の環境基準をいまだに決められない主な理由です。

討論者 氏名，所属不詳

質疑

ダイオキシン類の濃度の説明で，土壌の環境基準を引き合いに出したが，底質の基準とは全く違う考え方なので，その比較は意味がないのではないかと

回答

言われるとおりです。土壌の環境基準を引き合いに出したのは，あくまで測定結果がどれくらいの濃度レベルなのかという参考とするためです。これを根拠に問題があるとかないという結論を得るものではない。

質疑

調査結果は公表されているか，またどうすれば手に入るのか

回答

基本的には公表するが，インターネットなどで積極的に公開はしていない。公表の可否や手続きについては港湾局に問い合わせてください。

討論者 氏名，所属不詳

質疑

平面分布のうち，新潟港について港奥部が低い値となっているが，どういう理由か

回答

新潟港は信濃川の河口に作られた港なので，港奥部といっても河口から万代橋までさかのぼった場所です。それより下流側に負荷の大きい通船川が流入しているなど新潟港特有の位置関係があるため，奥部より中間付近が高い値となっている。

論文番号 224

著者名 西田修三，佐野俊幸，中辻啓二

論文題目 汽水湖における流動構造と物質循環過程

討論者 田中昌宏（鹿島 技研）

質疑

シジミの斃死の空間分布特性は？シジミもある程度耐貧酸素能力があるので、貧酸素水にさらされる時間について検討する必要があるのではないか？

討論者 八木 宏（東京工業大学）

質疑

高塩分侵入が小河原湖の物質循環に与える影響は？

1次元の数値計算からD0を評価しているが、間欠的に小河原湖に流入する高塩分水はD0供給に影響力もっていないのか？

論文番号 226

著者名 原田浩幸，滝川 清

論文題目 有明海泥質・砂質干潟底泥の水質浄化機能と生物攪乱の影響

討論者 矢内栄二（千葉工業大学）

質疑

特徴的粒度分布をもつ船津川についてデータが示されていない。その理由は何か？

回答

砂質の代表として菊池川、泥質の代表として六角川、中間の性状として白川を選び図3以降説明している。粒度分布は同じ泥質でも六角川と船津川で粒度分布がかなり異なるが、浄化に対する特性はあまり変わらなかったため、六角川を代表とした。

論文番号 227

著者名 北園芳人，鈴木敦巳，林 泰弘，喜津木郁人，滝川 清

論文題目 有明海と八代海の干潟における底質特性と底生生物の豊かさに関する研究

訂正

表1の調査範囲で各干潟域の後の()の図の番号が間違っているので訂正します
図-2.1 は 図-1 ，図-2.2 は 図-2 が正しい

討論者 石川久敏(産業技術総合研究所 環境管理研究部門)

質疑

クラスター分析でカテゴリーを7つに区分した判断理由

回答

グループ数が出来るだけ少なく、かつ明確に底質特性を表すことができるグループ数が7つであった。その結果、サンプルクラスター分析に用いた変数で表-2に示すような基準でグループ分けが出来た。ただし、型についてはサンプル数が少なかったため他の型に組み込むことができないか種々検討したが、他の型と一緒にすることはできなかった。

質疑

ベントス(生物)サンプリングのデータの信頼性。ベントスサンプリングには誤差が大きいので

「場」の再現性をどのように検証したか。

回答

今回は出来るだけ多くのデータを用いたかったので、既存データである環境庁、熊本県、佐賀県の調査報告書のデータを用いました。ご指摘のようにベントスのサンプリングは誤差が大きいと考えられますが、今回は再現性の検証は行っておりません。生物については素人なのでよく知りません。適当な検証方法をご存知でしたら、ご教示いただければ幸いです。宜しくお願いします。

論文番号 228

著者名 石井裕一，村上和仁，矢内栄二，石井俊夫，瀧 和夫

論文題目 東京湾奥部に位置する潟湖化干潟におけるアオサの栄養塩類吸収特性

討論者 児玉真史（九州大 総理工）

質疑

窒素・リンの収支を算出する際に一次生産者としてアオサと植物プランクトンのみで、底生の付着藻類を考慮していないが、必要なのか。

アオサの現存量は大きく季節変化すると思われる。そういう中で6.8haという発生面積を用いて算出した窒素・リンの収支はどのような値と考えればよいか。年平均値なのか。

回答

干潟から東京湾へ珪藻を主とした生物膜が引き潮時に流出しているのが確認されており、干潟内の付着藻類が減少しているものと考えられます。また、アオサが繁茂している範囲は、付着藻類は確認されておらず、アオサ発生面積は拡大しているため、付着性の藻類は、生物膜を形成する珪藻からアオサに代わりつつあるものと考えられます。そのため、今回の計算では底生付着藻類は考慮しませんでした。

谷津干潟内では、アオサの発生面積は季節変化だけではなく、年々増加しており、また、季節によって発生する種が異なることが明らかとなっております。今回の計算結果は、1995年夏期の谷津干潟における栄養塩類収支を計算したものであり、アオサの発生面積が倍増している現在では今回とは異なる収支の計算結果が得られるものと考えられます。

討論者 桑原久美（水産工学研究所）

質疑

海藻の栄養塩吸収は、流動の影響を受けることが判っています。これは、ジャイアントケルブの研究では、葉面に層流境界ができるか、乱流境界ができるかで、栄養塩吸収が大きく異なります。流動が大きいと乱流境界となり、吸収が非常に大きくなる可能性があります。

回答

本研究で用いたマイクロコズムは閉鎖系であり、流動は与えていません。現在、谷津干潟内の流向・流速の測定を予定しており、データが整い次第、検討したいと思います。

討論者 安田孝志（岐阜大）

質疑

推定されたアオサによる溶存態栄養塩類吸収量の信頼性を何が保証しているのか。仮定の正しさか、実測値との比較によっているのか。

回答

培養実験により得られたデータを解析したところ、アオサの栄養塩類吸収特性が Monod 式に準じることが明らかとなりました。一般に、生物の基質吸収は Michaelis-Menten 型酵素反応と同型の Monod 式に従うことから、本研究におけるアオサの $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{PO}_4\text{-P}$ に対する栄養塩類吸収特性は妥当なものであると考えられます。

討論者 石川（産総研 環境管理部内）

質疑

アナアオサの窒素・リンの吸収・成長の効果をどのようにして利用するのか。アナアオサが枯死した後、再び環境の悪化を起こしている。環境をどうするための研究が示して欲しい。

回答

谷津干潟における生態系モデルのパラメータとして組み込むことを考えています。近年、各地の干潟でアオサの異常繁茂が報告されており、アオサの栄養塩類吸収特性を明らかにすることからアオサの異常増殖の原因を解明し、干潟保全あるいは人工干潟創出のための一助となるものと考えています。

論文番号 229

著者名 宇多高明，奈木邦夫，高橋成行，入江光一郎，牧嶋正身，大堀裕子

論文題名 浜名湖の湖岸付近の生態系と塩分・作用波浪の関係

討論者 中瀬浩太（五洋建設株式会社）

質疑

$\{(H/H_{max})^2 + (U/U_{max})^2\}^{1/2}$ どの頻度で発生する波、流れを対象としているのか？

回答

波浪推算に用いた風向・風速は、浜松測候所における 1999 年の 1 年間の観測結果です。

流速は、1995 年 7 月 13 日から 7 月 31 日に浜名湖全域で実施された流況調査結果「浜名湖閉鎖性改善調査報告書」（1997 年 静岡県）に基づいて検討しております。

また、類似した論文（多様度指数を用いた波高・港湾構造形式別の付着生物群集の評価）をご紹介して頂きありがとうございます。

追伸：当日会場にてもう一名の方から質問が出たように記憶しております。以下にその質問と回答を記載します。

討論者 不明（金沢大学あるいは金沢工業大学の先生）

質疑

調査結果に時期的な差異はないですか？

回答

2000年4月及び7月に行った調査結果を比較すると、海藻類等の出現状況が異なるものの、生物の多様性については同様な傾向が見られています。季節ごとに調査を行うことは、よりデータの精度を高めると考えますが、今回の結果でも浜名湖全域の湖岸帯の論議は十分可能と考えます。

論文番号 231

著者名 灘岡和夫，若木研水，二瓶泰雄，今井陽介，青木康哲，丸田直美，大見謝辰男，本 裕彰，小林 孝，藤井智史

論文題目 現地観測に基づく石垣島サンゴ礁海域の流動特性と微細土砂・熱輸送特性に関する解析

訂正

p.1152	右段	上から 11 行目	誤 20 分	正 2 時間
p.1153	左段	図-3 水深グラフ横軸ラベル	誤 15:00	正 0:00
p.1154	左段	図-6 u' w' グラフ縦軸ラベル		
	正	全て 10 倍にする		
	右段	図-7 グラフ縦軸ラベル単位		
	正	乗数 2 を括弧の外へ		
	右段	図-7 鉛直方向乱れエネルギー縦軸ラベル		
	正	全て 2 倍にする		
	右段	図-7 水平方向流れ成分		
	正	全て 1/2 倍にする		

討論者 中山哲巖（水産工学研究所）

質疑

底質の巻上げと外力の対応に関して長周期波成分との関係について述べているが、長周期波成分そのものについての検討はしているか。

回答

底質の巻上げ観測期間中のリーフ内における有義波周期はほぼ 10 秒以下であったので、本論文では周期 15 秒以上の波をすべて長周期波として扱っており、それ以上の詳細な検討は行っていません。今後、長周期波成分を区分して更なる検討を加えたいと思います。

討論者 上野成三（大成建設株式会社）

質疑

リーフ内の地形の凹凸を考えると ejection 型の巻上げが卓越しているとは考え難いのではないか。

回答

巻上げの測定は河口付近（図 - 1 中の L3）のイノー内部で実施しており、周囲一帯は平坦な

砂地が広がっていました。そのため、今回の巻上げ観測結果はサンゴの群体が密集する海域における現象を表したものではありません。

討論者 島谷 学（横浜国立大学）

質疑

リーフ内の海水流動に、礁嶺で砕波した際に生じる海浜流の効果を考慮しているのか、微小なものなので無視しているのか。

回答

砕波により発生する海浜流については直接的な計測ができていないので、リーフ全体の流れにどれだけ寄与しているのか明らかではありません。今後、現地観測や数値シミュレーションを行い、定量的に検討していきたいと思います。

論文番号 232

著者名 島谷 学，中瀬浩太，中山哲蔵，太田雅隆，月舘真理雄，星野高士，内山雄介，灘岡和夫

論文題目 人工リーフ設置による外力場の変化とアマモ分布条件との関係について

討論者 清木祥平（広島大学）

質疑

黒潮が接岸する年においては、計算に黒潮を考慮する必要があるような地形であるかどうか？

回答

数値計算は波・流れ共存場で行っていますが、外力としての黒潮の影響は考慮していません。ただし、もしあったとしても黒潮の流れとしての影響は、地形の形状に関わらず非常に小さいものと考えられます（それ以上に海浜流の影響の方が大きい）。一方、黒潮が接岸することによる水温の変化等についてはアマモの生育に大きな影響を与えられそうですが、本研究ではそのような生物・化学的な側面までは言及していません。

論文番号 234

著者名 山下俊彦，高橋和寛，赤池章一，桑原久実

論文題目 転石帯を含む岩礁域での波浪・水温の経年変化に伴う海藻分布変動

討論者 島谷 学（横浜国立大学）

質疑

私は細砂～粗砂でシールズ数の算定を行ったことがありますが、粒径数 cm の転石を扱ったことはありません。中央粒径を用いて算定するシールズ数に、偏平型をした転石を当てはめることはできるのでしょうか。

回答

この海域の転石の形状は極端に平べったいものや、細長いものはなく、形状特性まで考慮しなくても中央粒径を用いたシールズ数で代表できると考えています。しかし、ここで対象とした主

な転石の径は 5～50cm と大きく、移動限界シールズ数が従来比較的小粒径の実験から得られた 0.05 という値が適当かどうか確認しておらず、移動限界シールズ数については今後検討が必要です。

討論者 大成建設(株)技術センター

質疑

図-9の転石帯のシールズ数について $\approx 0.06 \sim 0.08$ という限界シールズ数付近の非常に狭いゾーンでしかコンブは存在し得ないということか。このような狭いゾーンだと波浪条件の年間変動を考えると、コンブは存在し得ない理屈になる。現実存在することを考えると、もう少し別の説明が必要と考えられるが。

回答

シールズ数を計算する際の代表流速として、本文 1168p にも記述しているように、年間の上位 5% の流速の平均値（これは年数回程度発生する高波浪による流速に対応している）を使用しています。よって、ある地点の年間の波浪特性がわかれば、その地点に適した転石の径が $\approx 0.06 \sim 0.07$ で決定できます。

論文番号 236

著者名 酒井哲郎，佐橋 将，仁木将人

論文題目 生活史から見た人工磯浜の出現植物種

討論者 桑原久実

質疑

ある場所で、ある海藻が生育するか否かは、その海藻種が持っている生活史と植食動物(生物攪乱)、物理環境(物理攪乱)が関係しているものと考えます。これらの関係を解明するために、海藻の生活形で議論されるより種まで落としてから生活形にした方が現象がとらえやすいと思います。論文のタイトルも“生活史から見た人工磯浜の出現植物種”とされているのですから、いかがでしょうか？

回答

市民の憩いの場として造成される人工海浜では、出現する生物は多様かつ豊富であることは望まれても、特定の種の出現が望まれる場合はあまり多くないと考えられます。したがってそこで予測は多大な労力を伴う個々の種レベルでの検討は少なくとも第一段階としては必要なく、出現種の定性的な傾向をつかむことが第一に必要なと思われる。また、生物変化の予測に関しては生態系モデルなどが考えられますが、現在のところ低次栄養段階レベルのものか、特定の種に特化したものが見られる程度であり、海藻の出現種に関して大まかにでも予測することは可能ではありません。ところで中原(1988)は、出現種のとる生活史と3つの環境要因(生物攪乱にあたる捕食圧、物理攪乱に当たる disturbance、日常的な化学的環境の変化を表す stress)との定性的な関係について考察しています。そこで中原の考えを援用し、予測に用いる場合の有効性と適用における問題点を考察したわけですが、こうした生活形レベルでの出現種の考察も種レベルで

の予測が難しい現状では、人工磯浜の設計に際しては重要な試みだと考えています。

論文番号 237

著者名 中野 晋，宇野宏司

論文題目 底生動物「シオマネキ」の浮遊幼生分散と塩分環境

討論者 内山雄介（港空研）

質疑

数値モデルにおける移動境界の取り扱いについて工夫されている点があれば教えて頂きたい。
(マルチレベルだと通常、干出・冠水を考慮するのは困難では?)

回答

本計算モデルでは第1層だけについて干出・冠水の判定を行なっています。そのため、次のように第1層の層厚を決定しました。解析対象域の吉野川河口はL.W.LがT.P.下0.9m程度ですので、若干の余裕をみて水深1.5m以上ある地点の層数を2層以上、それ以下の場合は1層としています。水深1.5m以下で1層の節点では各タイムステップごとに陸域か水域かの判定を行い、干出(水深1cm未満)した場合にはその都度、その点を含む要素を陸域と判定しています。各要素の一部が干出しても陸域と判定されるため、空間分解能が不十分な場合は陸域が過大評価される傾向があり、本計算モデルの最も大きな弱点であり、そうした影響の緩和が今後の課題と考えています。

質疑

鉛直移動のプロセスは密度に対して受動的に動くというシンプルなモデルを用いているが、その適用限界について教えていただきたい。

回答

本研究では孵化直後のゾエア幼生(1齢、幼生放出後2~3日間)を対象としていますが、この時期に限っては、幼生の運動能力がまだまだ乏しいため、幼生移動は主として密度差に伴う浮揚・沈降や鉛直循環流なども含めた河口潮汐流などの物理的要因に支配されると考えられます。なお、著者は孵化直後の幼生の運動能力について室内実験により、その走行能力などについて調べていますが、実験例が少ないため、普遍的な特性を把握するには至っていません。したがって、現段階で最も確実に影響があると考えられる密度の影響を中心に検討しております。同一の種でもゾエアやメガロ・パでは異なる向走性や運動特性を示すことや、後天的に獲得される環境適合性などについては、今後さらに検討を加えたいと思います。

討論者 二瓶 泰雄(東京理科大・土木)

質疑

幼生の放出された干潟から別の干潟への移動はどの程度あるのか?

回答

隣接する生息場間での幼生(個体)の往来の評価については、干潟生態系を考える上で重要な課題であると認識しておりますが、現時点では定量的に評価することは難しいと考えております。

ただ、四国東部につきましては、吉野川河口を中心に、勝浦川、那賀川、さらには紀伊水道をはさんで紀ノ川、田辺湾にシオマネキのハビタットが存在しており、種の存続のための戦略上、ハビタット間で何らかの応答があるのではないかと考えています。

論文番号 238

著者名 山下俊彦，中川将志，永田晋一郎，坪田幸雄

論文題目 揺動人工海藻のウニに対する摂餌制御効果と藻場創出効果

討論者 日野幹雄（中央大学）

質疑

人工コンブは毎年‘種付け’の必要があるのですか。

回答

海中を浮遊しているコンブの胞子は、自然に人工海藻上に着底するため、種付けの必要はありません。胞子は10cm程度の突起物がある方が、着底しやすいため、人工海藻で着底促進をしています。また、多年生ではない1年生のコンブが毎年繁茂するためには、夏期にコンブがウニに摂餌され、基質更新が行われる必要がありますが、これも磯焼けが問題となっている北海道の日本海側では、夏に波高が小さく、水温が高いため、ウニの活力が自然に上がることによりウニによる基質更新が可能です。

討論者 桑原久実（水産工学研究所）

質疑

人工海藻の揺動特性を出すためEI（曲げ剛性）が重要であると思います。このEIを出すための海底固定方法は、具体的にお考えになっていますか。費用はどうですか。

回答

今回の実海域実験における人工海藻は、30cm×30cm、高さ5cmの小さい型枠に人工海藻を埋め込み、埋め込んだ両側を同じ人工海藻ではさむことにより保護し、その中にコンクリートを流し込んで固定しました。この小さいコンクリートブロックを根固めブロックにアンカー固定しました。実際に藻場造成する際には、根固めブロック等を製作する際にあらかじめ今回と同じ方法で人工海藻を埋め込んでおけば良く、人工海藻自体も安価なもので、費用はかなり安いものと考えています。

討論者 桑原久実（水産工学研究所）

質疑

食べられないためには、揺動角が20°にするのが望ましいとのこと。年中食べられない環境をつくるのではなく、春から夏にかけてウニに節食できるようにお願いします。もし、年中摂食されないと、小型多年生海藻に覆われます。（忍路湾で確認しております。）

回答

コンブ幼芽期である冬期から春期にかけて、人工海藻によりコンブ幼芽を守り、夏期には成長したコンブが海底面に倒れ、かつ流速が小さく、水温が高いためにコンブをウニが摂餌し、ウニ

による磯（人工海藻）掃除が行われることを想定しています。

論文番号 239

著者名 矢持 進，小田一紀，柳川竜一，山根和夫，田代孝行，新瀬幾恵

論文題目 大阪湾湾奥域の環境特性と大型底生動物群集の時系列変化

討論者 笠井亮秀（京都大学 農学部）

質疑

D O濃度の時間変化と，底生動物の種類数，個体数の時間変化に1ヶ月程度のタイムラグがあるのはなぜか？

回答

一ヶ月が正確な値かどうかわかりませんが，D O濃度は瞬間値であるのに対して，種類数や個体数はそれまでの「環境の履歴」を反映した環境因子の積算値であることに起因すると考えます。今回，対象とした大阪湾湾奥域に生息する大型底生生物のなかには貧酸素耐性が強い種も多く，貧酸素耐性の弱い種順に死亡や忌避したことにも一因すると思われます。また，酸素濃度の上昇後については，湾南部海域からの生物の回帰や着底・成長のタイムラグではないかと考えられます。

討論者 山下俊彦（北海道大学）

質疑

ここで調べられた大型底生動物のうち，移動能力が大きい生物はどれですか？もし，移動能力に大きな差があるのであれば，移動するものと移動しないものに分けて分析することも重要と考えますが，どうでしょうか？

回答

表-1で示した種の中ではハゼ類をはじめとする底生魚類，シャコ，エビ類などが比較的忌避可能かと思われます。また，興味深いご指摘なのですが，現地での採捕状況を考えると，各生物種の移動能力を大・小と単純に分類し，定量的に解析するのは困難であると思われます。

論文番号 240

著者名 渡辺国広，清野聡子，宇多高明

論文題目 離岸堤の建設がアカウミガメの上陸・産卵行動へ与えた影響 徳島県蒲生田海岸の例

討論者 加藤史訓（国土技術政策総合研究所）

質疑

区域Eでの上陸数が減少した原因として，離岸堤の建設による海浜流の変化を強調されていますが，離岸堤と導流堤の間隔が狭いため母ガメが構造物を陸と勘違いして，区域Fにたどりついてしまう方が効いているのではないのでしょうか。

回答

本研究によれば，母ガメが離岸堤と導流堤によって囲まれた海浜へ進入する局面において，母

ガメの負担を増加させるような方向で海浜流の変化が起きたことは、離岸堤の東端付近で沿岸流が離岸流に変化したという数値計算の結果から明らかになりました。しかし、上陸位置の変化のうち、どの程度が海浜流変化によるもので、どの程度が陸地の認識違いによるものなのかは不明です。ウミガメの上陸位置の決定機構についてはほとんど未解明であり、今後も解析を続ける予定ですが、少なくともウミガメ産卵地において構造物を設置する際には、海浜流変化の視点からも検討を行う必要性があることは示唆できたと思います。

論文番号 242

著者名 陸田秀実，土井康明，森川真一，三宅里奈

論文題目 砕波帯の海浜浸透水挙動と砕波形式の関係

討論者 柴山知也（横国大）

質疑

波高 1.2cm のケースの砕波形式は、Spilling 型ではなく、Surging 型ではないか？

回答

御指摘のように、砕波形式指標においては Surging 型に属するものですが、実験室において水槽の長さや戻り流れ等の影響によって、スロープ法先付近でクレストが僅かに砕波していることが確認でき、波エネルギーを徐々に消散していると考えられたため、Spilling 型として判定しました。いずれにしても、Plunging 型砕波とは大きく異なる砕波形式であり、本論文の結論である砕波形式による海浜浸透流、浸透速度の明確な差異は確認出来たと考えております。

質疑

底質粒径 0.85mm は通常の高浜に比べて大きいように感じるが、どのような高浜を想定しているか？

回答

実際の広島湾内の自然高浜および人工高浜の底質粒径の平均的なものを用いました。

討論者 二瓶泰雄（東京理科大 土木）

質疑

高浜表面圧力の変動パターンと浸透流パターンの対応関係はどのようになっているか？

回答

基本的には次のようになる。崩れ波型砕波の場合、高浜表面に正圧が作用する汀線付近において放射状の強い浸透水の流入、そして負圧が作用する砕波点より沖側において浸透水の流出が確認され、明確な一つの循環が形成されている。一方、巻き波型砕波の場合、崩れ波型砕波の特徴に加えて、砕波点と駆け上がり点の間においても弱い流入点や流出点が出現し、それらの点において不規則な圧力変動が見られる。しかしながら、砕波帯内における非定常な高浜表面の圧力場の計測をしているため、すべての圧力変動が浸透流に対応しているとは考えていない。しかしながら、実験の再現性などを考えれば上述の理解は間違いはないと考えている。

討論者 内山雄介（港湾空港技研）

質疑

海底面圧力(あるいは平均水面)による圧力勾配で、浸透流場の構造が変化するが、海底面圧力そのものは、波だけでなく地形の影響を間接的に受けているものと思われる。その点について整理が行われていればコメント頂けますか？

回答

系統的な整理は行っていない。今回の実験は、初期状態で一様傾斜海浜を作り、それに波を十分に作用させ、波変形および海底地形が定常となった状態を確認した後に、海浜表面圧および浸透速度の計測を行っている。また、海底地形変化の再現性も十分確認しているため、本実験では地形変化による影響は、計測された海浜表面圧に含まれていると考えている。

論文番号 243

著者名 二瓶泰雄，灘岡和夫，青木康哲，若木研水，矢井秀明，大見謝辰夫，古川啓太，佐藤慶太

論文題名 マングローブ水域における流動・熱・水質環境特性に関する現地観測

討論者 浅野敏之(鹿児島大学)

質疑

swampの上にはマングローブ樹が茂っているのか。

回答

吹通川マングローブ域の氾濫原(swamp)には、樹高数十cm程度の幼木から7~10m程度の成木が茂っており、また枯木等の倒木も多数横たわっています。植生密度に関しては、マングローブ林の種類によって異なります。吹通川マングローブ域には、ヤエヤマヒルギ(*Rhizophora stylosa*)とオヒルギ(*Buruguiera gymnorhiza*)の2種類のヒルギが主として繁茂していますが、ヤエヤマヒルギのほうがオヒルギと比べて植生密度としては高密度に分布しています。

質疑

swampの下の底質は葉、枝等の枯死体有機物か、単なるシルトか。

回答

吹通川マングローブ域のswampにおいて採取した底質を見る限り、樹木起源と思われる有機物を多く含んでいるようであるが、現在詳細な分析中でありませう。

討論者 日野幹雄(中央大学)

質疑

下げ潮時の表層濁度が底層濁度より高い所が一ヶ所あったが、一ヶ所だけというのは、特殊例か。

回答

吹通川マングローブ域では、下げ潮時にマングローブ林繁茂するswampより浮遊物質がcreekへ流入し、干潮時には底層のよりも表層の濁度値の方が顕著に高くなることもあり、本観測結果(図8)からもいくつか潮汐において確認できます。このようなことから、下げ潮時及び干潮

時に表層の濁度値が底層の濁度値よりも高くなる，というのは特殊例ではないと考えられます。
質疑

下げ潮時の方が，流速も濁度も高い．開水路の洪水では増水時に濁度が高く，peak discharge 後，急に水は澄む．Closed channel では減速時に乱れが急増し，加速時急減する．これは一見洪水の場合と逆にみえるが，式を展開すると洪水の増水時が closed channel の減速時に対応することが示され，両者の現象に矛盾はない．Creek flow の場合はなぜ洪水と異なるのか．

回答

本論文に示された観測時期におけるマングローブ河道部では，河川水の影響よりも潮汐流の影響が卓越していたことから，干潮時や満潮時には流速はほぼ0となり，上げ潮時や下げ潮時において流速値が上昇します．このように，通常の洪水流のような水位と流速の関係とマングローブクリークの場合とは大きく異なります．また，クリーク内における濁度変動特性に対しては，本文中にも記載されていますように，局所的な土砂巻上げフラックスとともに土砂濃度の水平移流フラックスの影響が顕著となっていることが明らかとなっています．これらのことを考慮しますと，洪水流における水位と濁度変動との関係に関する知見を，そのままクリーク内の場合に準用することは難しいと考えられます．

論文番号 244

著者名 加藤史訓，鳥居謙一，橋本 新

論文題目 海浜植物の生息に必要な砂浜幅の検討

討論者 内山雄介（港空研）

質疑

図 - 7 で存在率が頭打ちになる理由を教えてください．

回答

砂浜が広いほど植物が出現する可能性は高くなることが予想される．一方，砂浜が広いほど飛砂が生じて植物の生息が厳しくなる可能性も高くなると思われる．本研究で読み取った空中写真はいずれも秋冬季であることから，飛砂の影響が比較的出やすいものと考えられる．

討論者 武若 聡（筑波大学）

質疑

汀線の前進・後退に伴う植生存在範囲の岸沖方向の移動を読み取ることはできたでしょうか．

回答

植生帯については，その幅のみを読み取っており，その岸沖方向の移動については読み取っていません．植生帯幅と砂浜幅の変化量の相関については調べてみましたが，明確な相関は読みとれませんでした．

論文番号 246

著者名 市村 康，松原雄平

論文題目 セルオートマトン法による三番瀬におけるアサリの分布域形成の解析

討論者 柴山知也（横浜国立大）

質疑

アサリの選択的行動はどのようにモデルに取り込み得るのか。

回答

現在モデルでは、選択的行動は入ってはいませんが、浮遊期間中に好適な環境にいたると着底し、選択的行動をとるようにすることは可能ですが、そのようなモデルの組み立ての良し悪しは現在わかりません。アサリの幼生の研究がより進歩することで解明されると思っております。

討論者 中川将志（北海道大学）

質疑

シミュレーション結果として実測値と比較すると船橋海浜公園前で、値が合わなかったとありますが、なぜ一致しなかったのか。

回答

モデルの中には、アサリの生息条件として、過去の知見より平均的な好適値および限界値を考慮しているが、海浜公園前は、平均水深0 mにあたり、その影響がでたものと思われる。

討論者 田中昌宏（鹿島建設 技術研究所）

質疑

浮遊幼生の着底特性は、流動場が支配的であると考えられ、本アプローチは実態と異なるのではないか。

アサリとプランクトンの時系列変化について、単に乱数に依存した変動を示しているのみで実態と異なっているのではないか。

回答

ご指摘のとおり流動場が支配的であると考えています。流動場によって形成される、シルト・粘土の分布は、流れの影響を反映していると考えており、流動場の影響を無視している結果にはなっていないと思っております。

アサリの産卵は6～9月に行えなわれ、そのピークは8月になるように、産卵日を正規乱数で決定しております。その他、アサリとプランクトンの捕食・被捕食の関係は、従来の知見より係数を決定し、用いており、単に乱数だけに依存した結果にはなっておりません。ただし、プランクトンの個体数の変化は年によって大きく異なり、必ずしも周年変動を示すことはないので、実態とあっているとはいいいがたいです。

討論者 上野正三（大成建設）

質疑

アサリの水平分布の結果で、個体数密度が場所によって細かく増減していますが、これはなぜそうなるのですか。現場でアサリ密度が増減することに似ていると思いますので、セルオートマ

トン法でこの現象が再現できる可能性があるのでしょうか。

回答

浮遊幼生の拡散により個体数密度が異なるような結果になったものと考えています。アサリの選択的行動の知見などアサリの生態について、仮説を立てながらこの手法を用いて再現できる可能性はあると考えていますが、流動モデルなどと組みあわせて用いるほうがより再現にいたるのではないかと考えております。

論文番号 248

著者名 中村義治，寺澤知彦，中村幹雄，三村信男

論文題目 宍道湖ヤマトシジミ個体群の水質浄化機能の評価解析

討論者 上野成三（大成建設）

質疑

貝の成長パラメーターとして水温を用いているが、泥温を用いる必要はないのですか？

回答

モデルの駆動因子として観測された水温データを利用しています。泥温のデータは取得されていないため利用できませんでした。また、下層水温と泥温がどの程度異なるかも不明です。

質疑

貝の浄化効果として排糞による負荷が重要と考えています。貝の資源が多いと底泥へ堆積する排糞量より自然分解量が多くなり、環境悪化につながると考えてよいですか？

回答

貝は水中から懸濁物を除去して身肉と堆積物中へ有機物を輸送するポンプの役割を果たしています。貝が多くなると糞として底泥に負荷される有機物が増え、結果として低泥から回帰する栄養塩も増えることとなります。水中の有機物が除去されるという視点に立てば「水質浄化」といえますが、底泥の環境という視点に立てば「底質の悪化」につながる懸念もあります。宍道湖では浅い湖岸域にヤマトシジミが集中しており、効果的に水中の有機物を除去する上、湖央の深部への有機堆積物量を減らして貧酸素化を抑制しているといえます。しかし、シジミ資源量が多すぎると貝自体の呼吸や多量の排糞により沿岸域の環境の悪化を招き、湖全体の物質循環系をアンバランスにすると考えられます。宍道湖生態系の物質循環として適正なヤマトシジミ資源量がどの程度であるかは、今後も続いて検討していきたいと思っております。

論文番号 249

著者名 上野成三，高山百合子，灘岡和夫，勝井秀博

論文題目 アコヤガイ代謝モデルと低次生態系モデルを統合した英虞湾の海域環境シミュレーション

討論者 三村信男（茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター）

質疑

養殖量の管理のために数値シミュレーションを用いるのは重要な発送だと思えます。ところで、今回の計算結果は現在の養殖量が許容養殖量を超えているかどうか判定できますか。

回答

本計算のモデル構成としては適正養殖量を算定することができます。具体的には、水質や底質悪化が進行しない条件で生産量が最大となる養殖量をモデルの中で求めることが可能です。ただし、計算精度の点ではかなり改良の余地があります。特に、底質の有機物分解モデルの計算精度はかなり低く、養殖漁場の底質汚染を精度良く再現するには、現地データの取得も含めたモデルの改良が必要と言えます。

討論者 中村義治（独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所）

質疑

アコヤガイの貝殻成長と呼吸量との関係を説明してほしい（モデルの内容）。

回答

和田(1999)の研究成果に基づいて、貝殻成長に必要な無機炭素が呼吸によって生成されるプロセスをモデル化しています。ただし、本計算において実測値の貝殻成長を再現するには呼吸により生成される無機炭素の100%を貝殻成長へ分配する必要があり、非現実的な内容となっております。この点については今後の改良が必要です。

質疑

貝殻形成（成長量）と真珠の巻き状態との関係（モデルとしての予測性）。

回答

三重県科学技術振興センター水産研究部の研究成果によると、真珠の巻き（真珠層の厚さ）と貝殻成長量は正の相関があることが確認されています。このことより、真珠の品質の一つである巻きについては、本計算のアウトプットである貝殻成長量をパラメータとして予測可能と考えられます。ただし、真珠の項目には、巻き以外に、大きさ、色、形、てりなど本計算では予測不可能な内容も多々ありますので、本計算によって真珠の品質全部を評価することは困難です。

討論者 田中昌宏（鹿島技術研究所）

質疑

底層 D0、表層プランクトンが実測値と合わない原因は塩分成層の再現精度と関係しているのではないか？

回答

本計算結果において D0 や植物プランクトンの再現性が低下する一因として、数値拡散により各種の濃度項目の成層度がやや弱くなることが上げられます。この具体的な影響として、実測値に比べて計算値は、D0 で底層が高く表層が低くなり、植物プランクトンで底層が高く表層が低くなり傾向となります。ただし、底層の D0 消費や栄養塩供給（これは植物プランクトンの増殖につながる）は底泥の有機物分解モデルの精度に大きく依存します。今後、水質・生態系の精度向上には、この底泥モデルの精度向上が一番必要で、次に数値拡散の低減が必要になると考えています。

論文番号 250

著者名 末永慶寛，田中和広，増田光一，藤原正幸，佐々木孝

論文題目 海砂採取による海底地形変化がイカナゴ仔稚魚輸送に及ぼす影響に関する研究

討論者 笠井亮秀（京都大学）

質疑

海砂採取による影響と風の強弱による影響はどちらが大きいのか。

海底地形の変化と風の複合的な影響は計算されたのか。

回答

論文中では海砂採取による影響のみを計算した結果を載せましたが、風速のみによる仔稚魚輸送への影響も計算しました。それによると風起因の東方への仔稚魚輸送は、風速を西風 0.0m/sec から 8.0m/sec まで変化させたところ輸送量は約 10%ほど増加、10.0m/sec まで変化させると輸送量は約 30%ほど増加する結果となりました。このことから仔稚魚輸送に対して風による影響の方が大きいと考えられるものの、海砂採取による影響も同程度のオーダーで影響があると考えられます。

計算はしていません。まずパラメータを 1 つだけ変化させて別個に影響を検討しました。しかし実際には両者のパラメータは同時に変化していますのでその検討は必要だと思います。

討論者 三村信男（茨城大学 広域水圏環境科学教育研究センター）

質疑

計算上ではどこで仔稚魚が発生すると与えているのですか。それは現実の発生場所と一致しているのですか。

回答

仔稚魚が発生している場所（計算での初期位置）、つまり産卵場ですがこれまでわかっていることから対象海域内で水深 20m 以浅、かつ海砂の粒径が 0.25~2.00mm の海域としました。これは実際の産卵場が含まれている海域ですが、実際にはこの範囲より更に絞られると考えられます。

討論者 田中昌宏（鹿島建設 技術研究所）

質疑

仔稚魚の輸送には風が極めて重要と考えられるが、風の影響を検討する場合、一定方向の風を与える計算には問題があるのではないかと。実際には風向、風速ともに変化するため、例えば産卵期の実際の風の場（10年分の時系列）を与え、その結果から統計的な変化を検討してはどうか。

回答

ご指摘の通り仔稚魚の輸送には風が極めて重要となります。本研究では仔稚魚輸送計算中、ある方向の風を定常的に与えて風速による輸送への影響を検討しました。しかし海砂採取による仔稚魚輸送への影響をより詳細に検討するには、今後時系列記録から風の場を再現した検討が必要であると思います。

論文番号 252

著者名 福田光男，坪田幸雄，竹田義則，袖野宏樹

論文題目 砂浜域における沿岸構造物周辺の底生生物群集について

訂正

図 - 3 の地点 A - 1, 2, 3, B - 1, 2, G - 1, 2, H - 1, 2 のベントスグループに誤りがあり， を に訂正．

討論者 市村 康(日本ミクニヤ(株))

質疑

底生生物グループの経時変化が小さいということはどのようなことですか．
小さいということの原因は何か．

回答

2 カ年 4 回(夏期 2 回, 冬期 2 回)の底生生物調査データ(29 地点 × 4 回 = 116 データ)を一同に，出現種とその個体数による類似度から 6 グループにクラスター化した．このグループを用いて地点毎に 4 回の調査結果を評価すると，4 回ともグループが同じ調査地点が 13 地点，3 回が同じグループの調査地点が 9 地点，2 回が同じグループの調査地点が 7 地点となっている．このように 4 回の調査でのグループの重複状況が，すべての地点で同じグループがあり，さらに 3 回, 4 回と同じグループの地点が 29 地点のうち $13 + 9 = 22$ 地点と 8 割弱を占めるので，底生生物グループで評価すると経年変化が小さい海域と考えられる．なお，出現種類数や個体数は，4 回の調査結果に変動があるとともに，夏期が冬期より多い季節的な特徴も確認されている．

この原因としては，粒度組成と強熱減量により底質を 5 グループにクラスター化した調査地点毎の重複状況は，底生生物グループと同程度である．このことから，底質の経時変化が小さいことが一因と考えられる．

論文番号 253

著者名 桑原久実，金田友紀，清川哲志，中山哲蔵

論文題目 ウニの侵入を制御する空気ポケットフェンスの開発

討論者 坪田幸雄((独)北海道開発土木研究所)

質疑

現地への適用を考えると，設置場所は，岩盤，転石帯など不陸のある場所になると思われる．そのため設置場所にフェンスの水平性を保つのは相当難しいと考えられるが，具体的には，どのように対応することを考えていますか？

回答

- 1) 場所打ちコンクリートで水平床をつくる．
- 2) 海底面をならす．
- 3) 少し傾いた程度では，空気が流失しないように，仕切壁を入れる．

など、考えておりますが、経済的で、施工が容易なものは、今のところ見あたりません。

空気ポケットフェンスは、海の中に“畑”を作ろうとするものです。陸上の畑を作る場合も、木の切り株や大きな石の除去、水の確保など、大変な作業を我々はやってきたのだと思います。海でも、可能にしたいものです！

論文番号 254

著者名 山下俊彦，菅沼 剛，橘治国，斎藤大作，山崎真一

論文題目 融雪期の石狩川の物質輸送特性と流出物質の河口沿岸域での挙動

討論者 笠井亮秀（京大 農）

質疑

沿岸の点（St.1~3）と最沖点（St.6）は性質が似ている。St.4, 5は沿岸点と似ていない。その要因を教えてください。

回答

河川から流出した粗粒土砂は細粒土砂より先に河口付近で堆積し、その後、強い波や流れにより周辺へと運ばれて行きます。細粒土砂は比較的広範囲に堆積しますが、その量は河口から離れるにつれ減少すると考えられます。この細粒土砂は粗流土砂より波等の外力により容易に移動します。水深の浅い河口付近では、細粒土砂が堆積した直後は粒径が小さくなっていますが、波等により容易に移動してしまい粒径が粗くなり、そのため粒径の時間変化が大きくなります。St.4, 5では細粒土砂の移動量より堆積量が多くなり、常に細粒径となっています。St.6では河口付近から徐々に運ばれた粗粒土砂が堆積していますが、細粒土砂は堆積量が少なく、堆積しても移動しやすいものと考えられます。そのため、St.4, 5で特に粒径が細かく、St.6では河口から遠いにも関わらず粒径が大きくなったものと考えられます。

討論者（理科大 土木）

質疑

融雪洪水の原因をお聞きしたい。

回答

融雪洪水は、主に春季の急激な気温の上昇、降雨と風、影響により、流域内の積雪が大量に解けて引き起こされます。

論文番号 255

著者名 大森義暢，八木 宏，足立久美子，二平 章

論文題目 鹿島灘沿岸域における栄養塩及びクロロフィル a 量の時空間変動特性

討論者 信岡尚道（茨城大学 工学部）

質疑

Chl.aの春季のブルーミングについて、親潮の流路によっては、あまり発生しない可能性もあるのでしょうか。

回答

2000年のデータから判断すると、春季においても塩分データなどから判断して黒潮が支配的であると考えられる鹿島灘の南側の海域では、生産力が低くなっていることから、親潮の流路によっては春季ブルーミングが小規模になる可能性があります。

討論者 西林 司（東京理科大学 土木）

質疑

沿岸方向の議論で那珂川の影響について言及されている。利根川の影響についてお聞きしたい。

回答

この海域は南下流が卓越しているため、那珂川の影響が大きく、利根川の影響は小さいと考えられます。また、SeaWiFSの画像から判断しても、利根川水は銚子の南側へ流れている様です。

論文番号 256

著者名 灘岡和夫，若木研水，鹿熊信一郎，二瓶泰雄，諸見里聡，大見謝辰男，岩尾研二，
下池和幸，谷口洋基，中野義勝，池間健晴

論文題目 広域水温モニタリングネットワーク展開による沖縄サンゴ礁水温環境地域差の解析

討論者 町田佳隆（東京理科大学 水理研究室）

質疑

リーフ内における水温変動に局所性がみられるが、明確な要因があるのか。

回答

日中、リーフ内は水深が浅いために日射による影響を強く受け水温が上昇するが、上げ潮にともない水温の低いリーフ外水が侵入し、リーフ内水温は急激に低下する。

図-3に見られるような同一リーフ内における局所的な水温変動の差は、こうしたリーフ外水による影響の差であると考えられる。つまり、H-5と比較してH-6はリーフ内外の海水交換が多いために水温変動が小さくなっていると思われる。

論文番号 257

著者名 韓 動珍，山本行高，中辻啓二

論文題目 大阪湾の底泥の覆砂・浚渫による水質・底質改善効果の検討

討論者 大竹野歩（東京理科大学）

質疑

数値計算を行う際の初期条件として当てている底質における溶出速度やT-N，T-P量，水中における水質濃度は実測値を与えていると思います。しかし、実測は8月と9月という限られた季節のみで行われているので、数値計算には季節変動というのは考えないものですか。

回答

初期条件として与えているのは、I-N，I-P，O-N，O-Pなどの底質であり、窒素とリンの溶出速度および水質は数値計算で求められます。また、季節変動を考慮した流入負荷量，境界条件な

どを与え、水中と底泥との相互作用によって水質と底質の計算を行います。また、本計算に用いたモデルは、以前の研究で、大阪湾における底質、底泥からの窒素とリンの溶出速度、水質などの季節変動の再現計算を行い、モデルの再現性が検証されたものです。

論文番号 261

著者名 石井正樹，前幸地紀和，大村 誠，山本秀一，高橋由浩，田村圭一

論文題目 平良港におけるサンゴ礁群集に配慮した環境修復技術

討論者 中瀬浩太（五洋建設株式会社）

質疑

移築元のサンゴの分布場所における相対流速分布はどうなっていたのか。

回答

移築元における流速分布については考慮していませんが、移築先については流動条件が異なると思われる港内側と港外側、マウンド天端と法先の4条件を設定して実験を行っています。その条件の範囲においては、移築後のサンゴ群集に対する成育障害は認められない結果となっております。

論文番号 262

著者名 上野成三，高橋正昭，原条誠也，高山百合子，国分秀樹

論文題目 浚渫土を利用した資源循環型人工干潟の造成実験

討論者 五明美智男（東亜建設工業(株)技術研究所）

質疑

浚渫土の混入率を変えたことで、例えば0～50%と増えた場合細粒化していると考えて良いでしょうか？

回答

その通りです。浚渫土はシルト質主体、現地盤土は砂質土主体であるので、浚渫土の混入率が増加すると干潟材の粒度分布は細粒化します。

論文番号 263

著者名 姜 閔求，高橋重雄，奥平敦彦，黒田豊和

論文題目 自然および人工干潟における地盤の安定性に関する現地調査

討論者 上野成三（大成建設（株））

質疑

テラスの幅を決定できる成果が提供できる論文と理解しました。この成果を沿岸環境再生事業に適用する場合、テラス幅を十分広くとれば干潟とヨシ原の境界が自然と設定されると予想されます。ですので、この論文から推定されるテラス幅より広く干潟をつくれば良いという考えでよろしいでしょうか？

回答

そうです . 一般的なのかは分かりませんが , ヨシ原は満潮位汀線斜面部より陸地側に形成されているようです . テラスの幅は干潮位汀線から満潮位斜面部の前面までのなだらかな部分の距離として定義しておりますので , ヨシ源が形成される領域はテラスより陸地側になります . 調査対象地の中でも江奈湾の干潟が一つの例になります .

討論者 中瀬浩太 (五洋建設 (株))

質疑

目視観察による生物分布の根拠は何ですか ?

回答

これは , 自然干潟では生物が多く生息しており , 砂浜ではそうではないという基本前提からです . このように , 自然干潟と砂浜に生息している生物の分布状況は極端的に区別が可能ですので , 人工の干潟や海浜がどの程度自然干潟や砂浜に近づいているかを区分するには , 目視観察による生物の分布状況からも十分可能です .

討論者 パシフィックコンサルタンツ (株)

質疑

下側を浚渫土 , 上側に砂を覆砂した人工干潟の事例個所について教えてください .

回答

論文の例では , 広島県の五日市地区人工干潟と , 尾道地区の海老地区や百島地区人工干潟があります .

討論者 五明美智雄 (東亜建設工業 (株) 技術研究所)

質疑

二層構造の干潟の場合 , コーン貫入試験では , 下層の軟弱な泥の強度の影響によって測定される砂厚さに誤差がでます . コーン貫入試験装置の先端に間隙水圧計を取り付けることによって , 砂層と泥層との間隙水圧消散の特性によって , より精度良く砂層の厚さを測定できると思います .

回答

砂層厚さをより精度良く測定する必要がある場合は , 指摘のコメントを参考致します .

論文番号 264

著者名 吉安勇介 , 橋中秀典 , 井上雅夫 , 島田広昭 , 端谷研治

論文題目 HEP による人工磯の付着動物に関する生息地適性評価

討論者 田中昌宏 (鹿島技術研究所)

質疑

生物の多様性は , 多様な生息環境から生まれると考えられるが , 今回の環境因子および SI モデルでは , 生息環境の多様性を評価できないのではないかと .

回答

ご指摘いただいたように , 生息環境評価には , 今回の検討に用いた環境因子だけでは不十分であり , 外にも様々な因子が必要であると思われる .

しかし、本研究では、“どこに人工磯を造成すれば豊かな付着動物相が形成されるか”という、人工磯の適地選定を目的としてモデルを構築しています。著者らの現地調査の結果によると、水質や海水流動に関する環境因子と付着動物の種数との間には、明瞭な対応関係が見られ、これらの環境因子を用いた HSI は、種数をよく再現していました。そこで、今回、用いた環境因子だけでも付着動物の種数は評価できるものと判断しました。

討論者 池谷 毅（鹿島技術研究所）

質疑

対象とされている地点の形状の多様性が付着生物の種の数に大きく変化すると考えられる。各調査地点の概要を示してほしい。

回答

ご指摘ありがとうございます。今後、調査地点の表記方法につきましては、より分かり易いものを検討していきたいと思えます。各調査地点の概要は、端谷ら(2001)：人工磯における付着動物の垂直分布に関する現地調査，海洋開発論文集，vol.17，pp.175-180。を参照願います。なお、人工磯の平面および断面形状が付着動物相に及ぼす影響については、その一部を海岸工学論文集などにおいて、すでに公表していますが、現在も調査、研究を継続しており、それらの成果については、また別の機会に発表の予定です。

討論者 上野成三（大成建設）

質疑

付着動物の HEP にとって、付着基盤のパラメーターが入っていないのはなぜか。

回答

ご指摘いただいたように、本研究の HSI モデルでは、付着基盤に関する環境因子が取り入れられていません。本来、付着動物の生息環境を評価するには、こうした環境因子を付加する必要があると思われます。しかし、水質と海水流動に関する環境要因のみでも、ある程度の評価結果が得られたことや、付着基盤の状態の定量化が困難であったことから、今回は、付着基盤のパラメーターを付加しませんでした。今後は、付着基盤などの環境因子を加えることによって、モデルの精度向上を試みる予定です。

論文番号 265

著者名 新保裕美，田中昌宏，池谷 毅，林 文慶

論文題目 干潟における生物生息環境の定量的評価に関する研究-多毛類を対象として-

討論者 上月康則（徳島大学 大学院土木研究科エコシステム工学専攻）

質疑

文中図 7 の SI を IL=0.0 からではなく IL=1.0 程度から立ち上げる方がよいのではないかと。砂浜でも IL は 0.2~5 程度はあったと思う。

図 15 で密度が 0 となっているのに H S I 値が高く評価されている点について、予測手法の不確実性についてはどのように考えれば良いのか。

ヨツバナスピオは汚濁指標種である。アサリとは生息場は異なると思うが、今後、本研究をどのように活かしていくのか。例えばヨツバナスピオさえも生息できない程汚濁した干潟を造らないため？

回答

ゴカイの生態に関する既往の知見が少なかったことから、基本的に現地観測データの特性からSIモデルを作成しています。さらにSIモデルの精度を向上するためには、ILとゴカイ生息密度との関係を、実験などで詳細に調べて決めることが望ましいと考えています。

、図15で密度が0となっているのにHSI値が高く評価されている点の原因については、多毛類のパッチ状に生息する特性や、生息密度の年変動の大きさなどが考えられます。

予測手法の不確実性については、SIモデルをつくる上で、使える現地観測データ量の不足と、取得された環境因子データがSIカーブを決定する上で、十分必要な範囲にわたって分布していないことに起因する不確実性があると思います。しかし、これらの不確実性は、室内実験も併せて行うことにより、小さくできるものと思われる。また、多毛類のパッチ状に生息する特性や、生息密度の年変動の大きさなどに起因する不確実性もあるものと思われる。

しかし、この予測手法はある程度の不確実性はあるものの、ゴカイの棲みやすい環境を創造する上で、各環境因子をコントロールして棲みやすい干潟を設計する際の指標にはなりうるものと考えています。ヨツバナスピオの生息を目的とした干潟を造る必要性はないと思いますが、ヨツバナスピオによる底質浄化の場をつくる場合には、水質や水深など、ヨツバナスピオの生息条件を明らかにすることで、場の設置場所の選定に役立てることができるものと考えます。

論文番号 266

著者名 熊谷健蔵，松原雄平

論文題目 感性工学的的手法による海岸景観評価に関する研究

討論者 九州大学大学院

質疑

SD法は建築の分野で頻りに用いられており、その際、質問の形容対が20程度で7段階評価であり、この5段階評価が相対関係値が高いのではないのでしょうか？

また、今後のSD法の見通しについて何かコメントをいただきたいと思います。

論文番号 267

著者名 柴山知也，境 友紀

論文題目 集合表象による景観解析を用いた波浪制御の提案

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

縦型傾斜式護岸堤あるいは縦型人工リーフは、私が十数年前に茨城県原子町の海岸で100mほど沖合いの岩礁地帯に波が集まってよく砕けているところから発想したものです。今回のご研

究で縦型護岸堤が自然界の「荒れる海」を模していると結論されたのは正にその狙いが当たったことになります。なお、縦型護岸堤は天端をすべて水面下に抑える必要はなく、所々で水面上に突出させることによって遮断効果を高めつつさらに優れた景観を生み出すことを付け加えたいと思います。

回答

砕波を景観の重要な要素としてとらえるというのが本研究の主張であり、その意味でも縦型離岸堤は優れていると思います。

討論者 松原雄平(鳥取大学工学部)

質疑

集合表象として抽出された三項目は現在の一般住民の感性として捉えることが出来るのでしょうか？

回答

ここで抽出した三項目は1500年に及ぶ日本の文化的な歴史に立脚したものであり、それぞれの時代の文化史に名を留める作品を解析しているため、その時代に於ける文化人のレビューを経て来たものを抽出したといえると思います。時代を超える文化的視点と現在の一般住民の感性が一致しない場合について、どのように対処するかは議論を深める必要があります。

論文番号 268

著者名 入江 功, 小野信幸, 加藤章子, 森本剣太郎, 小島治幸

論文題目 人々の総意に基づく海岸環境の評価手法に関する研究

討論者 松原雄平(鳥取大学)

質疑

インターネットに画像を利用したアンケート調査で臭いとか音を評価させるのは困難ではないか？

回答

この指摘は、本研究で最も知りたかったことの一つで、確かに、画像のみから臭いや音を判断するのは、常識で考えれば無理だと思われます。しかし、本研究で実際に現地へ赴いて行ったアンケートと、同じ海岸を写真のみを見て評価するアンケートを行って、両者の回答結果を比較したところ、臭いや音を含めて非常に類似した評価結果が得られました。このことは、数枚の写真を見た人がその海岸の様相を想像し、過去の経験と照らし合わせて判断した結果は概ね正確であるということを示していると考えられます。この結果は、インターネットの画像を利用したアンケート調査が市民の意見を広く取り入れたい場合に非常に有効な手法になると考えられ、非常に興味深いことであります。

討論者 熊谷健蔵(パシフィックコンサルタンツ)

質疑

利便施設などについては、写真でどこまで情報を提供できるのでしょうか？

回答

本研究でインターネットに提示した情報量としては、海岸の特徴を表す写真が5,6枚と、前浜の地形測量結果及びその海岸を調査した人が作成した300字程度の簡単な説明文のみです。従って、回答者にとっては、利便施設のみならず前の質問のような臭いや音についても、写真に写っているものと説明文中の記述が主な判断材料となります。この程度の少ない情報量でも人間が写真の中へ入っていき、その様相を想像することで十分正確に判断できていたため、本研究で提供した情報量は適当なものだったと考えています。

論文番号 269

著者名 井上雅夫, 紺屋 満

論文題目 海水浴場のバリアフリーに関する現地調査
- ユニバーサルビーチの創造を目指して -

討論者 上月康則(徳島大学大学院 工学研究科エコシステム工学専攻)

質疑

海を訪れ、環境に関心を持つ人を増やすことが必要と考える。本研究では、アンケートを訪問者に限っているが、実際には海に行きたいが、行けない人、潜在的な利用者を対象に整備の不備などを聞いてみてはどうか。

回答

ご討議いただきありがとうございました。バリアフリーに限定したものではありませんが、高齢者の海岸利用、特に海水浴場に関する意識調査は「潜在的な利用者」を対象にすでに実施しており、その概要は、井上ら(2000):高齢者の海岸利用、特に海水浴場に関する意識調査、海岸工学論文集、第47巻、pp.1301-1305.に公表しております。ただ、バリアフリーに関する意識調査を潜在的な利用者を対象に実施するためには、アンケートの項目や内容が限定されてくると思います。なぜなら、実際に海岸を利用していない人たちには、海岸整備の現状認識にかなりの差異があるものと考えられるからです。

論文番号 273

著者名 河田恵昭

論文題目 洪水氾濫災害を教訓とした新しい高潮・津波防災

討論者 山下隆男(京大防災研)

質疑

家屋単位での防災への移行は必要ないのか?今後どのように防災形態が変化して行くのか?

論文番号 274

著者名 滝川 清, 田淵幹修

論文題目 高潮・潮汐・波浪の相互作用解析に基づく出現最大を想定した高潮・高波のハザードマ

マップの作成

討論者 今村文彦（東北大学 工学部・災害工学）

質疑

津波などのハザードマップを作成し配布していますが、現況で、利用されているのはわずか1割程度といわれています。その主な原因（課題）は以下の3つにまとめられます。

遡上計算、最高水位などの十分な精度がない（信頼性が低い）

住民が利用できる内容になっていない（配布するだけで、どのように使えるのか、どのように自分らで工夫すべきなのかを示されていない）

ハザードマップ作成時の仮定、シナリオなどを住民に分かりやすく提示していない（過度にマップの結果を信用してしまい、変化する実際と異なる場合に対応できない）だけでなく、
も今後検討していただきたい。

回答

地域の防災対策に実際に役立つようなハザードマップ作りが 私どものこれからの課題となっております。その意味で非常に貴重なご意見をいただきました。ぜひ参考にさせていただきたいと思っております。ありがとうございました。

討論者 柴木秀之（株式会社エコー 環境水理部）

質疑

高潮に及ぼす潮汐の影響が相当量ある（1mを超過する地点もある）。どのようなメカニズムにより生じるのか？

回答

詳細な検討はまだ行っていません。高潮の進行に伴う流れ、およびこれと潮流の合成した流れでの、摩擦抵抗や水平レイノルズ応力の違い、極浅海域では、水深の違いによる、浅水効果や碎波を伴う波浪の分布の違いによるラジエーション応力の違いなどが考えられます。

論文番号 276

著者名 鳥居謙一，山本幸次，高木利光

論文題目 沿岸漂砂量分布図を活用した侵食対策計画の評価法の提案

討論者 島田広昭（関西大学）

質疑

河川からの流入量は評価に入れられるのですか？

回答

この評価法の目的の一つに、侵食対策上必要とされる海岸における必要基本流砂量を把握し、河川管理者に河川からの必要流入土砂量を提示することがあげられる。九十九里海岸では海食崖からの供給土砂を約9万 m^3/yr で計画を評価しているが、河川が流入する海岸でも流入土砂量を推定して評価に入れることが可能である。

討論者 山下俊彦（北海道大学）

質疑

沿岸漂砂量分図を作成するにあたって、必要最小限のデータは何ですか？

回答

海岸線形状と卓越波の波高・周期・波向、および海岸線の経時変化があれば、過去の海岸線に対する自然状態で沿岸方向の波の営力、侵食が生じ始めた頃の沿岸方向の波の営力が求められ、侵食実態を再現できるように沿岸漂砂量係数等を与えれば、沿岸漂砂量分布図を作成できる。

討論者 信岡尚道（茨城大学）

質疑

沿岸漂砂量分布図の時間軸はどのように考えてみればよいか？

回答

沿岸漂砂量分布図は各時点での漂砂バランスを示す図であり、自然状態での土砂収支の均衡した時点、海岸構造物の建設に伴う沿岸漂砂の阻止や河川流出土砂の減少により土砂収支が不均衡となった時点、その影響で侵食が進行した時点、それに関する侵食対策を行った現在の時点、さらに土砂収支の不均衡を是正する計画が完成する将来の時点の各時点で作成するのが望ましい。したがって、沿岸漂砂量分布図は数年～数十年の期間の平均値で評価する場合もある。

論文番号 277

著者名 清野聡子，宇多高明

論文題目 カブトガニ産卵地造成ミティゲーション手法に係わる指針案の提案

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

カブトガニの保全には産卵場や生息場を地道に保全していくことが重要だと思います。しかし、別の観点としては、カブトガニの種の更新に最低限必要な場を守るという考え方もあろうかと思えます。カブトガニの主な更新に最低限必要な産卵場となる砂浜、砂州、生育場となる干潟の面積についてお考えがありましたらお聞かせください。

回答

ご指摘のとおり、高度に利用されている日本の沿岸では、生態系保全だけの観点からサンクチュアリのように開発や利用を制限することは困難です。そのため、保全と開発の双方の妥協点の模索が必要で、それが合理的な内容であるべきです。筆者らの研究では、生物の分散や移動が妨害されないような系の保全が重要と考えています。最低限の生息地規模については研究途上にあります。本研究の主対象地である大分県守江湾（図 3）においては、流入する小河川のうち保全状態がいい河口の砂州や周辺の砂浜に産卵地が必ず存在し、その沖の干潟にも必ず幼生生息地が発見されます。河口干潟周辺の環境が保全されていれば、産卵から幼生の成長までは規模の多寡でなく可能と考えられます。カブトガニの幼生は分散時のサイズが大きく、遊泳力や浮遊力が乏しいために、広範囲に分散することはないと考えられます。そのため、生活史の前半までは、中小河川の河口が最低限保全されていれば繁殖は可能になります。

しかしながら、長期的に考えると、生息地の限定化や分断化により、遺伝的交流がおきにくくなり個体群が遺伝的に衰退していくことが考えられます。特に、カプトガニは繁殖力も小さく、繁殖開始年齢までの期間も長く、寿命も10年以上なので、非常に保護プログラムが困難な生物的特性をもっています。

そのため、短期的保護には中小河川の河口周辺の保全が考えられますが、長期的には、規模よりむしろ保全されている場所の数と空間分布が重要であると考えています。

論文番号 279

著者名 鈴木 誠，磯部雅彦，佐々木淳

論文題目 アサリの生息密度の推定法に関する研究

討論者 日野幹雄（中央大学）

質疑

「アサリの生息密度は大略砂の中央粒径で判定しうる」とのことであったが、アサリの漁獲量が1/3に減少したことをどう説明するのか。中央粒径が大きく変わったとは思われない。人は鳥などによる採取の効果が含まれていないか。

回答

近年のアサリの漁獲高の減少は著しく、15年間で1/3になったという指摘もあります。この原因として考えられるものには、海域の水環境の全般的な悪化、有害プランクトンの発生、環境ホルモンなどがあります。また、ご指摘の乱獲もその一因として考え得るものです。しかし、今のところ明確に特定されているわけではありません。この研究の対象としているのは東京湾三番瀬を始めとするアサリ漁場の現状での生息密度であり、餌環境や産卵環境などがある程度整った海域を前提としています。その結果、中央粒径がある程度支配的な環境要因となったと考えられますが、中央粒径だけで長期的な減少傾向を説明するのはご指摘の趣旨の通りで無理であり、発表中にも述べた通りある程度他の環境条件が整った場に適用が限られるものと考えます。

論文番号 281

著者名 山田文彦，滝川 清，壺岐智成

論文題目 高潮氾濫災害の被災要因とその危険度評価

討論者 柴木秀行（（株）エコー 環境水理部）

質疑

高潮浸水の先端条件はどのようになっているのか？

陸域における粗度の条件はどのように設定しているのか？

回答

先端部の取扱いは重要であります。ここでは岩佐ら¹⁾にならって閾値法を使用しました。閾値（今回は1mm）以下の水深であれば、その格子からの水の流出を止めるものです。具体的には

1) 周辺の水位より地盤の高い格子では、前の時間ステップでその格子の水深が閾値以下であれば流量フラックス（流入・流出とも）ないとする。

2) 水深が閾値以下の格
ラックスが計算された
を0とする。

3) 計算される水深が負
を0で置きかえる。

これでは多少水量の連
も指摘されており、岩佐
性は5%ほど崩れるよう
従来の高潮氾濫計算
計算対象としているた

格子間隔 ($\Delta x, \Delta y$)	5.0 m
計算時間間隔 (Δt)	5/1000 s
抵抗係数 (C_D)	2.5
空隙率 (ε)	0.8
渦動粘性係数 (ν_T)	1.0 m ² /s
マンニングの粗度係 数 (n)	0.02 (裸地, 潮溜, 水 域) 0.04 (家屋, 道路)

子から流出する流量フ
場合は、このフラックス

になった場合には、これ

続性や質量保存に問題
らの検討では質量保存
です。

では、比較的広い範囲を
め、計算格子間隔が 30

~50 m 程度と粗く、地勢条件を正確には表現しておりません。そのため、底面の粗度係数の違いとして地勢条件を取扱う計算例が多く見られます。今回の対象領域は、沿岸方向 700 m、岸沖（陸上部のみ）方向 300 m と比較的狭い範囲が対象でありますので、別途細部地形測量を行いまして、計算格子間隔を 5 m とし、家屋一軒ごとを計算機に認識させ、地勢条件と地物条件とをより正確に再現しました。さらに、家屋を透過性構造物としてモデル化し、その形状はもとより、氾濫水に対する流体抵抗として基礎式の中に入れました。実際の陸域での粗度の設定は、岩佐ら¹⁾・土屋ら²⁾を参考にするとともに、計算による痕跡高さの再現性を考慮して、次表のように設定しました。

参考文献

- 1) 岩佐義朗, 井上和也, 水鳥雅文 (1980): 氾濫水の水利の数値解析法, 京都大学防災研究所年報, 第 23 巻, B-2, pp.305-317.
- 2) 土屋義人, 山下隆男, 杉本 浩 (1984): 高潮氾濫数値モデルの適用性に関する研究, 海岸工学講演会論文集, 第 31 巻, pp.218-222.

表-1 計算条件

論文番号 283

著者名 平石哲也, 竹村慎二, 永瀬恭一

論文題目 南太平洋地域における植林による津波対策法の適用性

討論者 今村文彦

質疑

MARS 法において植林によるエネルギー - 損失はどのようにモデル化しているのか。植林はスケールが小さいので、周辺部での圧力分布をよほど精度よく計算できないと従来モデルでの再現性は難しい。

回答

現在、摩擦損失等のエネルギー - 減衰項は含まれていません。植樹林が円柱として障害物になっています。エネルギー - 損失については、実験等で今後検討していく予定です。

今回の比較では、流速の再現性に問題があり、今後も検討が必要と考えています。

論文番号 284

著者名 稲葉 徹, 森本佳緒里, 武若 聡, 西村仁嗣

論文題目 波浪場画像の解析による水深分布推定

討論者 児島正一郎 (港湾空港研究所)

質疑

気球のぶれを考慮して、画像処理を行っているのか。もし行っているならば、どのようにしよっているのか。

回答

栈橋上と波打ち際に標識点を設置し、これらの画像内における位置を求め、単写真標定を行うことにより、気球のぶれに伴う撮影範囲の変化を補正しています。武若 聡, 中村 崇(1999): 係留ビデオシステムによる砕波帯水理現象観測の試み, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp151-155, を参考にして頂ければと思います。

質疑

レーダの時間分解能をあげることができるのか。

回答

現在のところ、これ以上あげることはできません。

論文番号 286

著者名 永井紀彦, 菅原一晃, 清水康男, 高山俊裕, 小園みちる

論文題目 空中発射型超音波潮位計の開発

討論者 児島正一郎（港湾空港研究所）

質疑

温度を考慮することでどの程度測定精度が向上するか？

回答

超音波の空気中の伝播速度 C は、次式で示されます。

$$C = 0.607 t + 331.45 \quad (\text{m/s})$$

ここに、 t は摂氏で定義する気温です。すなわち、計測原点から水面までの鉛直距離が最大設定値である 11m である場合、気温が 1 度異なれば、計測時間から求められる水面までの距離の誤差は、次式で求まります。

$$331.45 * \left(11.0 / (331.45 + 0.607) - 11.0 / 331.45 \right) \quad (\text{m})$$

すなわち、1 度の気温差に対して、約 2 cm の誤差を生むこととなります。我が国における気温の変動の大きさを考えれば、こうした誤差は、潮位観測にあたって許容できる範囲を超える大きなものです。このため、適切な温度補正が必要となります。

質疑

超音波の指向性に伴う計測範囲は、どの程度の範囲であるか？

回答

空中の送受波器から鉛直下方に発信される超音波の半減半角は、1.6 度となっています。すなわち、計測原点から水面までの鉛直距離が最大設定値である 11m である場合、半減半角内の反射信号のサンプリングは、直径 60cm 程度の範囲で行われていることとなります。

論文番号 287

著者名 小林智尚，河合篤司，小塚将之，安田孝志

論文題目 X バンドレーダによる沿岸域の観測

討論者 加藤 茂（京都大学 防災研究所）

質疑

降雨や降雪の観測で、波浪（シークラッター）と降雨・降雪の分離（判別）は可能でしょうか。

回答

現在の解析手法で波浪の方向スペクトルや海洋表層流を求める際には、降雨や降雪の影響は削除されます。それは波数ベクトル・角周波数のスペクトル空間上で降雨や降雪の映像は波浪の分散関係を満たさないためにノイズと見なされるためです。

逆に降雨や降雪の映像を抽出する手法としては、まだ実際には試みていませんが、画像全体のスペクトルから降雨域の広がりや移動速度の成分を抽出する、あるいは画像全体から現在の手法で得られる波浪成分と固定物体の映像成分を除いた残りとして算出する、などが考えられます。

論文番号 288

著者名 児島正一郎，橋本典明，佐藤裕二

論文題目 一次散乱を考慮した海洋短波レーダによる波浪の方向スペクトルの推定法

討論者 森 信人（電力中央研究所）

質疑

方向スペクトルの形状は精度良く推定できているようですが、有義波高の時系列がばらついて
いる理由は何でしょうか？

回答

有義波高の時系列がばらつくのは、大気や人間活動等から発生するノイズによってレーダの受
信信号が劣化しているためであると考えられます。レーダによって安定して精度良く波浪の諸量
（有義波高、有義周期、波向など）を観測するためには、受信信号に対するノイズの影響を軽減
しなければなりません。今後はノイズの影響を軽減できるようにレーダのシステムを改良すると
共にその解析法についても改良していきたいと考えています。

討論者 日野幹雄（中央大学）

質疑

一つ前の岐阜大学の小林先生の発表（287）と異なるレーダで同じ目的の観測・解析を行っ
ているが2つの方法の比較・優劣についてお聞きしたい。

回答

海洋短波レーダとXバンドレーダの大きな違いは、使用している電磁波の波長が異なる。海洋
短波レーダでは短波帯（波長：10～100m）の電磁波を使用するため直接的に重力波からの
後方散乱波を観測しているのに対して、Xバンドレーダではマイクロ波帯（波長：約3cm）の
電磁波を使用しているため表面張力波からの後方散乱波を観測している。このため、海洋短波レ
ーダでは直接的に重力波の観測を行うことができるのに対して、Xバンドレーダでは重力波の観
測を行うためには映像化された画像を解析しなければならない。

両レーダシステムでは使用している電磁波の波長が異なるため、観測することができる海域が
異なる。海洋短波レーダによる波浪観測では、レーダが設置されている地点から1.5km～3
0kmの沖合の波浪観測を行うことができるのに対して、Xバンドレーダでは汀線から沖合8k
m付近の波浪観測を行うことができる。このように、両者では観測することができる海域が異な
る。この意味で、海洋短波レーダは沿岸域から沖合の海域の観測を得意とし、Xバンドレーダは
沿岸域（碎波帯など）の海域の観測を得意としている。

論文番号 289

著者名 泉宮尊司，居場博之

論文題目 合成開口レーダによる海洋波浪の2次元波数スペクトルの逆推定に関する研究

討論者 児島正一郎（港湾空港研究所）

質疑

ルック処理したときのルック数を教えて下さい。

有義波高の誤差が大きいのは、スペckルノイズの影響か？

回答

ルック数は、ERS/SAR の場合ですので 3 です。

有義波高の誤差は、今回のケースでは 10%程度ですので、それほど大きくはないと思います。誤差の原因として、スペックルノイズが完全に除去できていないこともあります。うねり成分が重畳していることの方が大きいと思われます。つまり、うねり成分には短波長の波浪成分が少なく、後方散乱の強度も同じ波高の風波と比べて小さいためです。

論文番号 294

著者名 青木伸一、谷口智紀

論文題目 ランドサット画像を用いた内湾のクロロフィル濃度の推定

討論者 上野成三（大成建設）

質疑

水蒸気に対する補正は必要ないのか？

回答

水蒸気量によっても輝度値は変化すると考えられますが、本研究ではその影響はエアロゾルの影響に比べて小さいものとみなしていることとなります。今回は帰納的にアルゴリズムを構築したので、種々の要因の影響がアルゴリズムに個々に反映されてはいませんが、通常はエアロゾルの影響が最も大きいようです。

質疑

SPM の空間分布をアルゴリズムに含める可能性はあるか？

回答

これは重要な指摘だと思います。現在は三河湾という比較的狭い水域を対象としたので、水域の平均輝度値と SPM 濃度がほぼ対応しましたが、広い範囲ではその空間的な変化を考慮する必要があります。平均輝度値ではなく、ローカルな輝度値（例えばバンド 1 と 3 の和）で補正することも考えられます。すなわち、 $(band1-band3)/(band1+band3)$ などです。今回これについてもチェックしましたが、どちらかということと本研究で採用した方法の方がまとまった結果を得ました。

討論者 児島正一郎（港湾空港研究所）

質疑

大気の影響も考慮しているにも関わらず誤差が最大 5 倍程になっているが、何が原因なのか？

回答

これはある意味では水質のリモセンの限界（ランドサットの限界？）といえるものだと思います。輝度値に含まれる大きなノイズの中からわずかな水域の情報を抽出するにはさらに感度のよい専用のセンサーの開発が必要だと思います。ただし、他の水域ではもう少し精度のいい予測式が提案されているケースもあり、検討の余地はあると思います。

討論者 笠井亮秀（京都大学）

質疑

衛星で測定できるのは海面の色である。湾内の環境を考えたとき、植物プランクトンは場所にもよるが、海面よりもむしろ中層に多いことが多いので、中層の植物プランクトンを知る必要がある。海面より下の植物プランクトン量を衛星によって推定する方法はあるか？

回答

確かに、夏場の日中などは水面下 3m - 4m のところにクロロフィル濃度のピークが見られる場合もありましたが、今回主にデータを取得した春と秋では、表層の濃度が最も高い場合がほとんどでした。中層の濃度を衛星によるリモセンで推定する方法については著者は知りませんし、難しいのではないのでしょうか。何らかの方法で分布形が標準化できて、表層濃度から推定できるようならば可能になるでしょうが。