

沿岸海域における底層流速の長期観測

武 内 智 行*

1. はじめに

人工魚礁等の海底構築物に関する工学的問題の一つに設計流速の算定方法がある。人工魚礁は沿岸海域の数十 m から百数十 m の水深に設置される。従来、その設計流速は表層流速や表面波浪、あるいは短期間の底層データ等から推算されている。近年、その様な水深においても底層付近には時としてかなりの大きさの流れのあることが知られるようになってきた。しかし、その流れの原因・大きさ・頻度・変動特性等については調査資料に乏しいため、ほとんど未解明の状態にある。底層付近の流れによる人工魚礁の洗掘・埋没・転倒等が考えられるため、その実態把握が急がれる。なお、中村¹⁾は「設計流速はエネルギー供給を受けて生ずる平均流速の 1.58 倍とする（ここで、1.58 は慣性領域の変動流速を加算するための係数）」ことを提案している。この提案の中で、潮汐流成分については算定方法が示されているが、他の成分についての算定方法は全く示されていない。

本研究では、沿岸海域における底層付近の流況に関して、季節的変動等も含めて実態を把握するための長期観測を行ない、海底構築物の設計流速の算定指針作成のための基礎資料を得る。

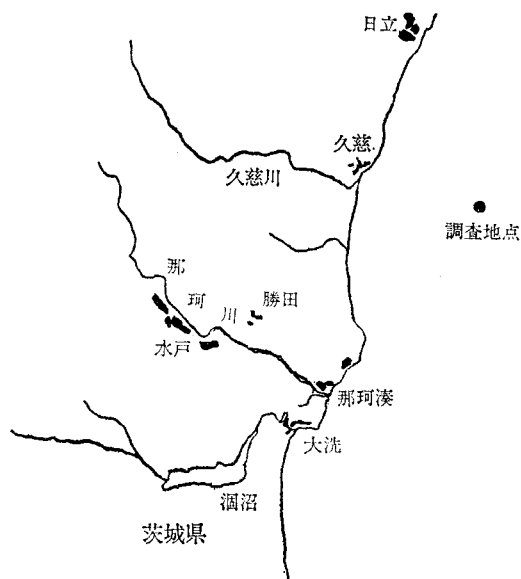
ところで、底層付近の流れは、水深・海底形状・潮流特性等によって大きく異なるであろう。従って、本研究は条件の異なった数多くの地点における長期観測資料を基に行なわれるべき性質のものである。しかし、底層流況に関する既存の長期観測資料はない。そこで、昭和 56 年度より一点ではあるが長期観測を開始した^{2),3)}。ここでは、その概要を報告する。

なお、本調査は茨城県水産試験場漁業部の協力を得て実施されており、計器の設置・回収には同水試沿岸漁業指導船「ときわ」を利用した。ここに、協力者各位に感謝の意を表する。

2. 現地調査

(1) 調査地点

調査地点は茨城県那珂湊市磯崎灯台真方位 40° , 13.6



図一 調査地点位置図

km (日立港距岸約 8.6 km, 36.5°N , 140.7°E) の久慈沖人工魚礁付近 (図一) で、水深約 40 m、海底形状は沖側 (東方向) にゆるやかに傾斜 (約 1/250) しており、底質は中・粗粒砂である。なお、調査地点の西側 (岸側) には昭和 52 年度から 55 年度にかけて 33,000 空 m^3 の人工魚礁が投入され、南西方向に複数列並べられている。調査地点は 1.5 m 角 270 個 (最大高さ 3 m) の魚礁の近傍 (50~100 m) に位置している。

(2) 調査方法・測定項目

上記地点の底層付近 (底上約 2 m) に磁気テープ記録式流向流速計 (MTCM 4 または 5 型、水温・塩分計付) を図二のように設置し、原則として 5 分間隔で測定する。1 か月ごとに回収・設置を繰り返して周年観測を行う。測定項目は、流向・流速・水温・塩分 (電導度) である。なお、流速はロータの回転数 (5 秒間) から算出されている。

(3) 解析方法

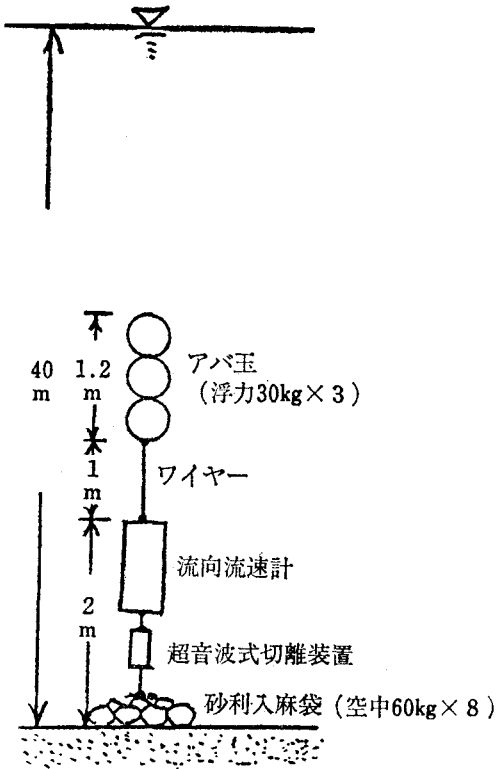
磁気テープ (カセットテープ) に記録されたデータを解読装置を介してフロッピーディスクに移送する。その

* 正会員 農修 水産庁水産工学研究所漁場水理研究室

表—1 流速最大値一覧

(単位: cm/sec)

No.	観 測 期 間 (測 得 期 間)	実測最大値	1 時 間 平 均 最 大 値	調 和 分 解		最大合成流 の 1.58 倍	備 考
				最大合成流	恒 流 成 分		
1	56. 5.26~ 6.23	35.0	22.2	18.0	2.1	28.5	
2	6.23~ 7.28	34.5	18.9	16.0	3.9	25.2	
3	8. 7~ 8.31	94.0	36.0	17.7	2.3	27.9	
4	9. 6~10. 4	39.6	25.5	21.5	4.6	34.0	8.31~9.6 欠測 欠測多し
5	10. 5~11.10	—	—	—	—	—	
6	11.10~12.10	35.0	19.2	13.3	1.5	21.0	
7	12.10~57. 1.11	—	—	—	—	—	欠測
8	57. 1.11~ 2. 7	35.9	17.7	13.1	1.7	20.7	
9	4.20~ 5.24	—	—	—	—	—	ごく一部測得
10	5.24~ 6.28	61.0	34.3	15.2	2.4	24.0	
11	6.28~ 7.30	—	—	—	—	—	ごく一部測得
12	7.30~ 8.30	39.8	21.7	15.4	1.3	24.3	
13	8.30~10. 4	—	—	—	—	—	ごく一部測得
14	10. 4~11. 8	83.9	47.0	12.3	1.8	19.5	
15	11. 8~12.10	54.3	27.4	9.1	0.5	14.3	
16	12.10~58. 1.15	23.4	17.6	11.9	1.2	18.7	1.15~1.20 欠測
17	58. 1.20~ 2.10	30.4	19.2	7.5	3.7	11.9	
18	2.10~ 3.16	81.7	39.7	10.3	3.7	16.1	



図—2 設置方式略図

後、ミニコンにより測得状況をチェックした上で、必要な図化処理・統計処理を行なう。

3. 調査結果とその解析

(1) 測 得 状 況

表—1 に測得期間 (または観測期間) とともに各期間内の流速最大値を示す。図—3、4 は 56、57 年度の日平

均値の時系列変化である。流速には、計器の不調等による若干の欠測があるが、水温についての欠測はほとんどない。

(2) 流速変動の概況

図—3、4、5 にも見られるように、流速は時々刻々と変化しており、約 38 m の水深においてもかなりの流速のあることがわかる。本地点では、東西方向成分よりも南北方向成分が卓越している。方向別では、冬期を除き、南ないし南東方向成分が卓越している。スペクトル解析によれば、1 日周期の変動が最も顕著であるが、半日周期や 2 ~ 3 日以上周期も見られる。

(3) 流速頻度分布

表—2 は、56、57 年度の測得流速の生データ、1 時間

表—2 流速頻度分布 (昭和 56、57 年度)

区 間 (cm/sec)	生 デ ー タ		1 時間平均値		日 最 大 値	
	度 数	頻度 (%)	度 数	頻度 (%)	度 数	頻度 (%)
0 ~ 5	35132	28.07	3335	32.01	0	0.0
5 ~ 10	60486	48.34	4958	47.58	44	9.9
10 ~ 15	17295	13.82	1540	14.78	76	17.0
15 ~ 20	7340	5.87	398	3.82	120	26.9
20 ~ 25	2540	2.03	98	0.94	101	22.7
25 ~ 30	965	0.77	46	0.44	35	7.9
30 ~ 35	571	0.46	30	0.29	28	6.3
35 ~ 40	299	0.24	12	0.12	17	3.8
40 ~ 45	192	0.15	2	0.02	7	1.6
45 ~ 50	127	0.10	1	0.01	4	0.9
50 ~ 55	69	0.06	0	0.00	3	0.7
55 ~ 60	52	0.04	0	0.00	3	0.7
60 ~ 65	30	0.02	0	0.00	2	0.5
65 ~ 70	20	0.02	0	0.00	1	0.2
70 ~ 75	12	0.01	0	0.00	2	0.5
75 ~ 80	2	0.00	0	0.00	0	0.0
80 ~ 85	4	0.00	0	0.00	2	0.5
85 ~ 90	1	0.00	0	0.00	0	0.0
90 ~ 95	1	0.00	0	0.00	1	0.2
95 以上	0	0.00	0	0.00	0	0.0

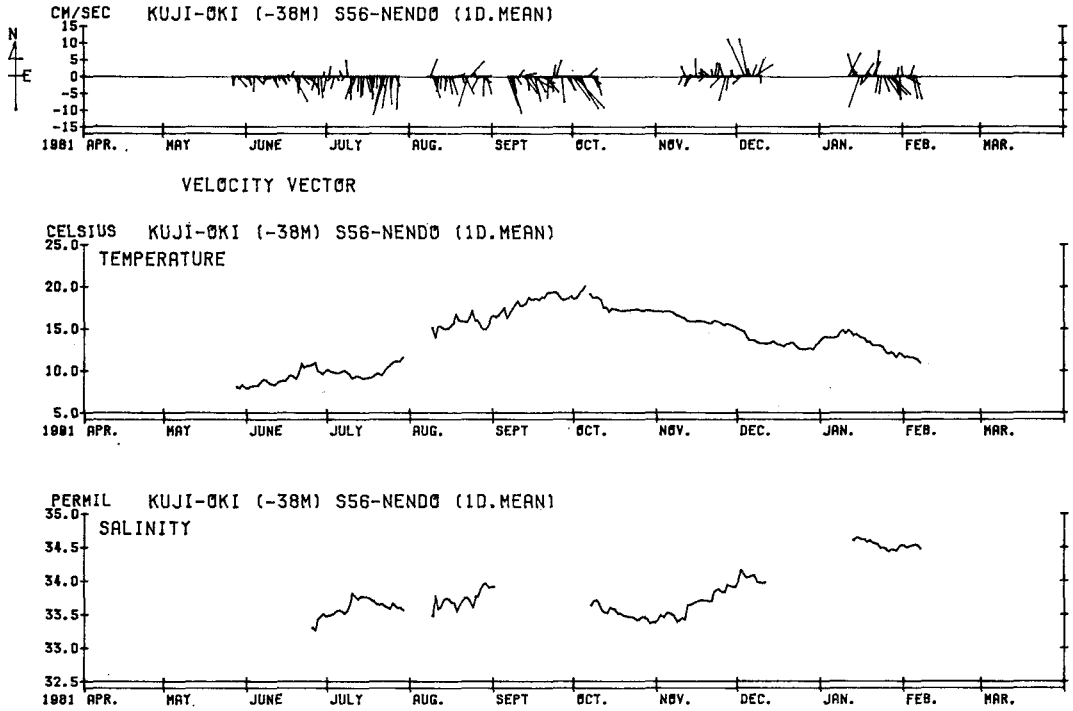


図-3 日平均値の時系列変化 (昭和56年度)

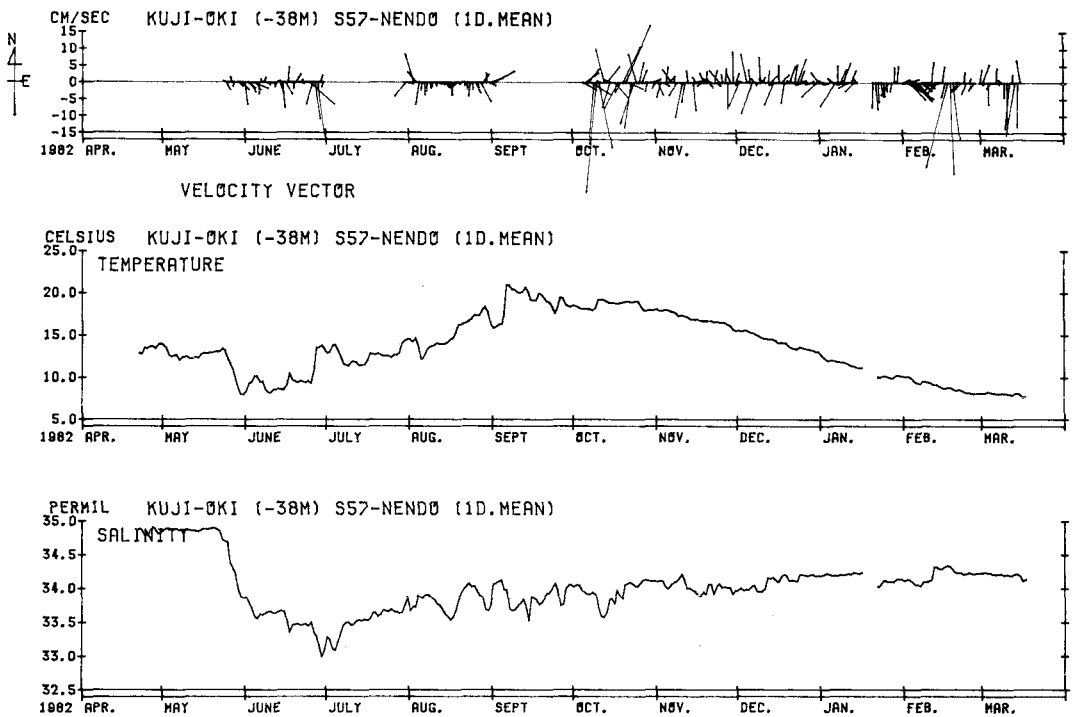


図-4 日平均値の時系列変化 (昭和57年度)

平均値(ベクトル加算平均), 日最大値の頻度分布である。生データの全平均値(スカラー平均)は 8.2 cm/sec, 最大値は 94.0 cm/sec であった。また, 生データ, 時間平均値とも 15 cm/sec 以下が 9 割以上を占め, 5~10 cm/sec が約半数あった。

(4) 最大流速

各観測期間中の流速最大値は表一に示した。表中, 1 時間平均値(移動平均)は表面波浪の影響を除去した値と考えられる。いずれの最大値も台風や低気圧の通過時に生じていることが多く, その発生要因は主として表面波浪による変動流速ならびに吹送流と考えられる。なお, 全期間中の実測最大値は 94.0 cm/sec (台 8115 号通過時), 1 時間平均最大値は 47.0 cm/sec (台 8221 号通過時)であった。また, 表一より日最大値の頻度ピークは 20 cm/sec 前後にある。

(5) 流速変動の調和分解

調和分解(ダーウィン法による)から求めた最大合成流と, それを 1.58 倍にした値を表一に示す。用いた分潮は, $K_2, M_2, N_2, \nu_2, \mu_2, S_2, T_2, R_2, L_2, O_1, Q_1, P_1, M_1, J_1, K_1, S_1, M_3, M_6, M_4, S_4, MS_4, 2MS$ の 22 分潮である。なお, 表一の値は, 各分潮の振幅の合算値を合成した値である。最大合成流は 7.5~21.5 cm/sec, その 1.58 倍は 11.9~34.0 cm/sec, 恒流成分は 0.5~4.6 cm/sec であった。

なお, 1 か月程度の観測データからは半月潮以上の分潮は分解しがたい。そこで, データの継ぎ合わせの可能な No. 1 と 2, No. 14~16, No. 17 と 18 について, 1 か月周期以下の分潮成分について同様の計算を行なって最大合成流を求めた結果, おおの 19.1, 13.2, 20.5 cm/sec となった。

4. 考 察

本調査の目的は, 人工魚礁等の海底構造物の設計流速算定指針を作成するための基礎資料を得ることにある。従って, 設計流速としてどの程度の値を与えればよいのか, また, その値はどのような資料をもとにどのように算出すればよいのか, という問題を念頭に置きつつ調査を進めねばならない。ところで, 56, 57 年度はデータの測得とデータ処理プログラムの開発・整備を重点としていたので, 詳しい考察は 58 年度以後の課題としたい。しかしながら, ここで若干の考察を行なっておくことは有意義であろう。

表一において, 1 時間平均の最大値と調和分解から求めた最大合成流の 1.58 倍とを比較してみると, 両者がほぼ等しい場合と前者の方がかなり大きい場合とがある。後者の場合は, 主として吹送流成分が卓越していたものと考えられるが, 必ずしもそのみでは説明できない部分もあろう。

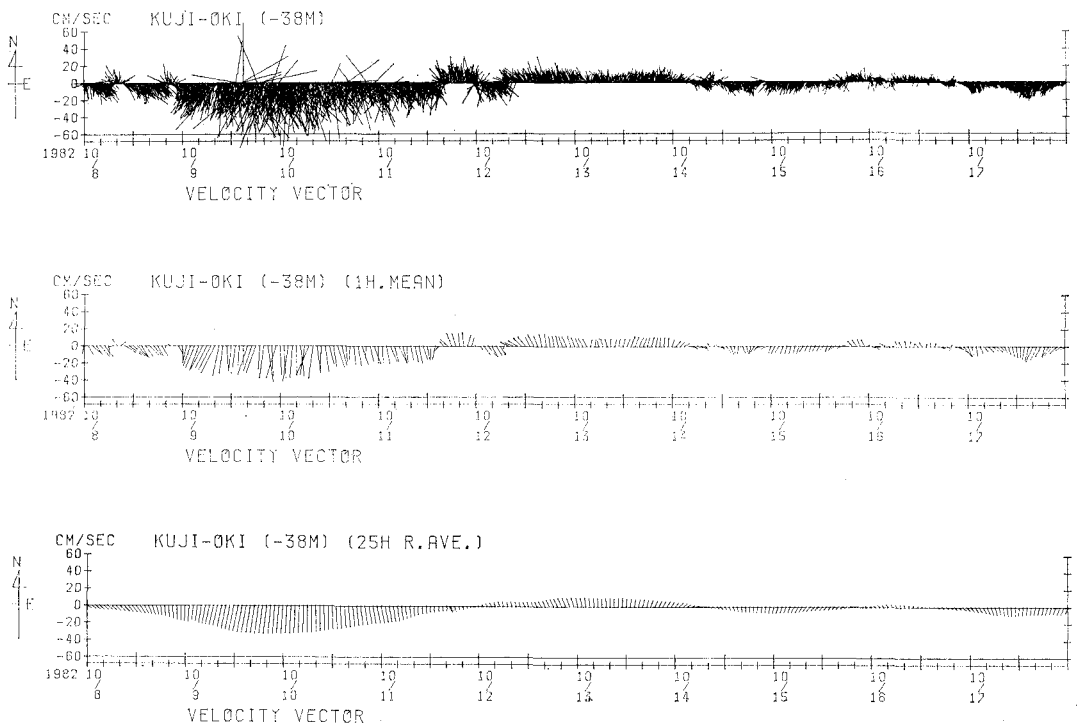


図-5 流速変動に関する平均化の一例

(上: 生データ, 中: 1時間平均値, 下: 25時間移動平均値)

図-5 は、流速変動の平均化の一例として生データ、1 時間 平均値、25 時間移動平均値の時系列変化を示したものである(10 月 9 日に台 8221 号が本海域を通過)。この図からもわかるように、表面波浪による成分を除去しても日周潮以下の潮汐流成分のみでは最大値を説明することができない。吹送流成分や他の成分をも考慮することが必要である。

以上より、生じ得る最大流速の算定にあたっては、次の 4 つの流れ成分に分けて考えるのが妥当と思われる。

- (i) 表面波浪による変動流成分
- (ii) 潮汐流成分(日周潮以下)
- (iii) 吹送流成分
- (iv) その他の成分(半月潮以上の潮汐流、密度流、海流など)。

ここで、(i) は、波浪データから理論的推算がある程度可能、(ii) は、半月～1 か月の観測値を調和分解して推算可能(ただし、潮汐流の卓越する時期を選ばねばならない)である。(iii) は、風データから推算せねばならないが、場合によっては、モデル台風等による複雑なシミュレーション計算が必要となろう。(iv) については、今のところ未解明の部分が多いので、長期観測データをもとに推算せざるを得ないであろう。

ところで、実際上分離推算可能なのは(i)と(ii)であって、(iii)、(iv)を分離推算することは困難である。推算できたとしても、その精度は良くないであろう。現状では(iii)と(iv)を一括して推算することも考えられる。

このようにして、各成分について最大値が推算できたとしても、(i)～(iv)の最大値の生ずる時期は必ずしも一致しない。例えば、(i)と(iii)については台風の

多い夏～秋が考えられる。(ii)については、あくまでも推測であるが、春秋の大潮の頃と考えられる。(iv)については不明である。このような時期的なズレをどのように考慮すればよいのか、一つの重要な問題点として残されている。

また、本調査のように研究上の調査では長期観測が可能であろうが、事業実施に向けての事前調査ではこのような長期観測は行い難い。とすれば、どのような時期に観測を行うのが最も適切であるのか。これも一つの問題である。

5. おわりに

本調査によって、沿岸海域における底層流速の長期観測データが得られ、その変動特性が明らかになりつつある。しかし、欠測部分もあるのでさらに調査を進める必要がある。また、海底構築物の設計流速算定のための基礎資料とするには、1 地点のみでの調査データでは不十分であるから、さらに長期間かつ多点での資料が必要であろう。

今後、さらにデータを蓄積して、より詳細な考察を行なう予定である。

参 考 文 献

- 1) 中村 充: 海岸環境と水産生物, 海岸工学の水産へのアプローチに関するシンポジウム, 第 28 回海岸工学講演会資料, pp. 13～21, 1981 (または土木学会誌 Vol. 67, No. 4, Annual '82, pp. 50～52, 1982)。
- 2) 武内智行・乃万俊文: 久慈沖(茨城県)底層流速調査(第 1 報), 水工研技報, 水産土木 4, pp. 11～44, 1983。
- 3) 武内智行: 久慈沖(茨城県)底層流速調査(第 2 報), 水工研技報, 水産土木 5, 1984 (投稿中)。