

建設省土木研究所 正員 吉野 文雄

〇早川 信光

〃 古畑 広樹

1. はじめに

近年の科学技術の発達に伴ない、自然界の観測技術が開発され、各分野における観測精度も向上が図れている。しかしながら、自然河川等における開水路の流量観測技術については、基本的な観測方式は、明治以来の流速計測法あるいは浮子測法に依存しているのが現状である。これらの方式では、河川の横断面内の代表測線あるいは代表測点の流速を測定し、流速と断面積の積を流量とするものである。このため、流量観測の精度や即時流量把握等については限界がある。

将来の利水管理や治水対策を考える上で、現状における水位管理のみならず、水の有効^{利用}立場から流量管理が必要となり、また、治水管理の中核は水位であっても、適切な河川計画や洪水予報を実施するためには、入流域の流出機構や自然河川の水位流量関係を解明することが要求される。これはとりもなおさず、流量観測の正確さ迅速さ、そして連続観測を行なうことである。

流速と流量の観測を目的として、ファラデーの法則を用いた電磁流速計や管水路の電磁流量計がすでに実用化されている。また、海洋の海流観測でもかなりの成功をおさめている。本実験と同様の目的で、1963年(昭和38年)に長良川河口、利根川河口等において、竹内らが地球地場を用いた流速測定実験を実施している。この実験では、自然界の迷走電流等のノイズのため、流速と起電力の関係は明確にできなかつた。現在実用化されているこの種の計器では、交流の入磁界を利用することにより直流ノイズを除去する方法をとっている。

本実験は、これらを参考に開水路の電磁流量計の可能性を検討すべく、簡単な河川模型を作成し、実験を試みたものである。

2. 原理

ファラデーの法則によれば、磁場を横切、を流れる導体中には移動速度に応じて起電力が誘起され、その方向は磁界の方向及び導体の移動方向に垂直である。従って、図-1に示される上下方向の磁界において水中に誘起される起電力 e は

$$e = V \cdot H_0 \cdot B \times 10^{-8} \text{ (mV)} \quad V: \text{移動速度 (cm/s)}$$

H_0 : 磁界の鉛直成分の強さ(ガウス) B : 水路幅

となり、電界の強さ、水路幅が既知であれば、起電力を測定することにより流速を知ることができる。

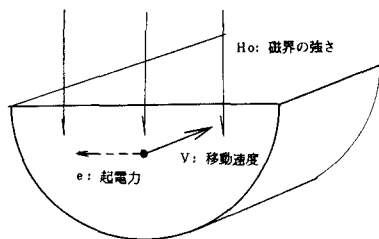


図-1 原理

3. 実験装置と実験内容

本実験では、図-2に示すような木製のく型の河川模型(幅: 37cm, 高: 45cm, 長: 7.3m)を作成し、励磁コイル(エナメル線φ0.4mmを1m角に1000巻)を巻いて実験した。

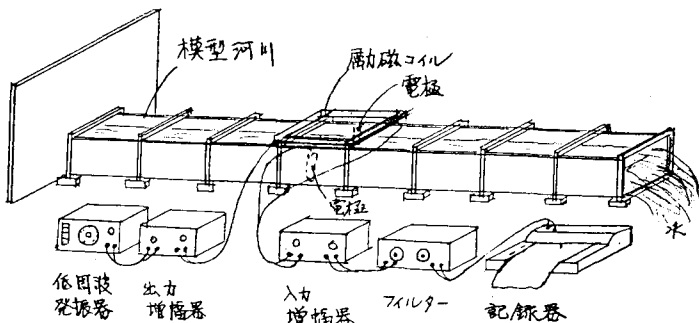


図-2 実験装置

実験内容は、以下の組合せをも、て実施した。

- (1)流量変化……………4種 (A:5%, B:30%, C:49% D:83%)
- (2)流速変化……………4種 (模型水路末端にせき板を取付け変化させた。)
- (3)電極……………2種 (アルミ, ステンレス) (ただし形状等は異なる。)
- (4)励磁周波数……………3種 (1 Hz, 2 Hz, 3 Hz)
- (5)フィルター幅……………2種 (狭:10% 広:20%)

4. 実験結果

測定したベンレコーダからの平均読取り値を表-1に示す。
しかし、これらの値には、①記録器の周波数特性、②鉛直方向の磁界の不均一性による影響を含んだものであるため、①の補正を行なうとともに、河床から水面までの磁界の平均値を河床の磁界強度に補正した結果、図-3, 4になった。

これらの結果から流速に伴う起電力の変化がある。ただし、本結果では流速の増加に伴ない減少する傾向であるが、これは逆位相として表われたものであり、電磁流速計においても、位相検波回路が内蔵されていることから、妥当な結果であろう。

また、電極の種類あるいは電極の面積によるものから明白ではないが、感受する起電力が大きく異なる。

今回の基礎実験結果から、開水路であっても、交流の均等な磁界を与えることにより、流速として観測することは可能であると推察される。

5. 今後の課題

今回の実験において、印象的であったものの中に、センサーが受ける波によるノイズや、配線付近の人の動きによるノイズがあった。

このようなことから、次の検討が必要となろう。

- ①センサー……材質、形状、及びノイズ防止の工夫
- ②配線………配線の方式、防磁シールド
- ③磁場………周波数、強さ、均等さ
- ④断面形………断面の形状と起電力の関係
- ⑤データ処理システムの検討

今後においても、さらに基礎実験を進め、自然河川への応用に向けて、研究を進めるものである。

表-1 測定結果 (単位: μV)

ケース	水位 (cm)	流速 (cm/s)	ファイン記録							
			1 Hz				3 Hz			
			F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
A	1 4.7	12.3	51	55	59	65	70	78		
			173	205	265	310	305	340		
	2 8.0	7.2	56	56	83	85	98	108		
			90	113	135	140	148	160		
B	3 12.5	4.6	58	103	38	56	41	73		
			98	115	150	168	175	190		
	4 16.9	3.4	73	83	108	145	93	135		
			153	180	240	280	275	325		
C	1 9.4	36.6	24	30	47	48	58	58		
			140	160	210	250	265	315		
	2 10.4	33.1	25	31	44	47	55	60		
			72	75	100	108	120	125		
D	3 14.2	24.21	43	45	68	78	73	78		
			85	88	115	125	100	113		
	4 20.0	17.2	65	68	98	120	105	125		
			75	88	133	155	145	175		
E	1 8.9	64.5	20	21	32	35	32	45		
			63	73	95	113	113	130		
	2 11.7	49.8	25	34	36	43	50	53		
			70	80	110	123	123	133		
F	3 14.9	38.5	93	140	215	215	155	155		
			25	26	31	33	40	43		
	4 22.4	25.5	71	80	105	125	123	140		
			14	15	29	32	28	40		
G	1 12.2	79.6	106	120	155	180	173	205		
			16	25	28	31	31	33		
	2 17.9	54.2	118	—	—	—	85	110		
			15	19	26	29	25	33		
H	3 22.6	43.0	110	125	170	218	200	230		
			68	70	95	108	110	130		
	4 25.1	38.7	113	128	170	195	200	235		

注: 各ケースとも、上段はアルミ電極、下段はステンレス電極
F1: フィルターのバンド幅の10%
F2: フィルターのバンド幅の20%

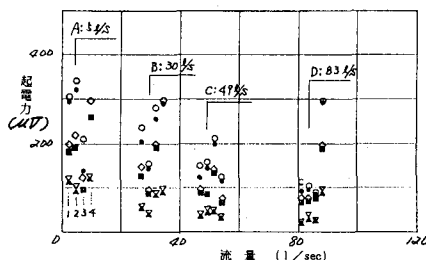


図-3 流量と起電力

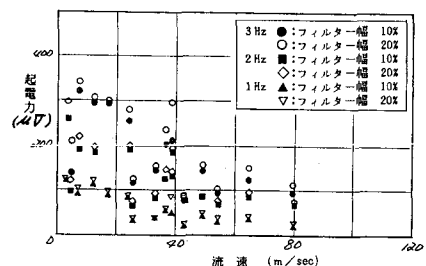


図-4 流速と起電力