

電磁流速計による振動流の計測特性について

名岐大学工学部 正会員 伊藤政博
学生 久保博之

1. はじめに.

海岸防波の法は、静水面下にあると、堤脚部には波による局所的な浸食が発生しやすく、さらに堤防決壊の引き金となることも少なくない。このように堤防前面の波浪変形および浸食を説明する方法として、従来より水槽模型実験が実施されてきた。その多くは、堤防前面の波浪変形および浸食を計測する目的で、つまり水粒子運動の機構を調べるためにトレーサー粒子を投入し16mmカメラで撮影、差圧式流速計およびレーダー式超音波流速計を用いて計測が行われていた。これらの測定方法には、いずれも振動流水中に砂粒子(埋砂)が多く含まれるようになると、計測が難しくなる。そこで、このように影響を受ける電磁流速計をこの種の実験に利用するために先立って、計測特性を調べる。

表-1 実験条件

T (sec)	u' (cm/s)	θ (deg)
0	20	0
		30
		45
		60
		120
1	60	135
		150
		180
		210
		225
2	100	240
		300
		315
		330
	120	

2. 実験装置および実験方法

電磁流速計を堤防前面のように波と流れが共存する場合に計測に使用するにあたり、まず、流れのみにおける計測特性を調べる。循環式周水路を用いて、流水の水深を14cmとし、底面から7cmの高さに電磁流速計のセンサーをセットした。実際の測定では、センサーに対して任意の方向($0 \sim 360^\circ$)から流れが来ることを想定して、センサーの測定比率への取付け角度を調整して、表-1のように変化させた。電磁流速計からの出力(電圧)は、図-1のようAD変換器を介してパーソナルコンピュータのメモリへ直接転送させ、処理計算するようになった。

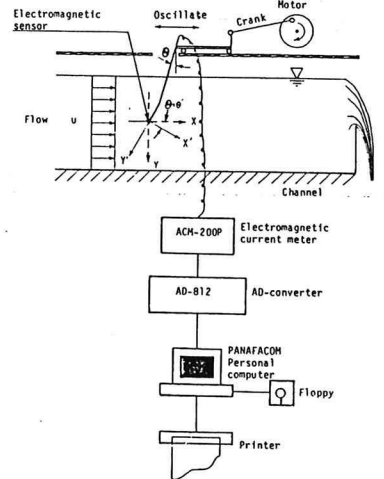
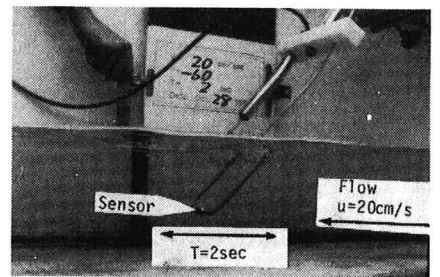


図-1. 実験装置の概略と計測実験機器

次に、波と流れが共存する場合として、センサーを取付けに測定比率を、図-1および図表-1/で示すように90度で往復運動($T=1, 2 \text{ sec}$)させ、周水路内の流水中にセンサーを入れて、波と流れの共存場を再現した。

なお、流速変動は電磁流速計によりX', Y'方向に分けて出力($\pm 5 \text{ V}$)され、これをAD変換器で0.02sec間隔でサンプリングし、パーソナルコンピュータで40秒間(センサーの長さ、X'方向の流速成分 u'_x , Y'方向の流速成分 u'_y をそれぞれ2000個)のデータを取り込む。この測定結果のハートコピーが図-2にある。

3. 実験結果および考察



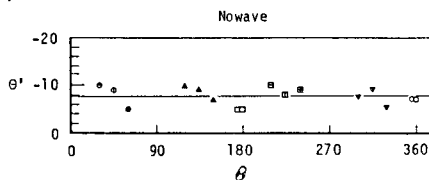
図表-1. 流水中の往復振動するセンサー

波と流れの共存状態 における流速変動は、電磁流速計により X' , Y' 方向成分として出力されるので、これをバーナムコエレクトロニクスで合成電圧 $R_v = \sqrt{(X'_v)^2 + (Y'_v)^2}$ として計算し、ピトー管で測定した流速 U との対応関係を整理する。つまり、波と流れの共存状態を機械的に再現しているので、波の实质質量輸送速度は零となり、流れの成分のみが電圧として計算されることになる。表-1 のすべての実験条件の組合せについて、 R_v と U との対応関係を整理し、その範囲を確かめると図-3 のようになる。この図から、電磁流速計からの合成電圧 R_v とピトー管による流速 U とはほぼよく対応する事がわかる。この関係は、次のように表わせる。

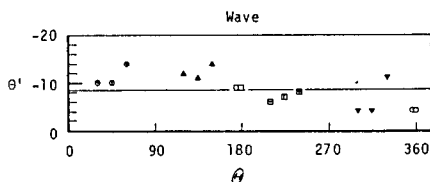
$$U = 50 R_v \quad (\text{cm/s})$$

従って、この式から、電磁流速計の出力電圧がわかれば流速を求める事がわかる。

次に、電磁流速計のセンサーで検出される流速の X'_u , Y'_u 成分からセンサーに対する流れの方向 $\theta + \theta' = \tan^{-1}(Y'_u/X'_u)$ を、波 ($T=1, 2 \text{ sec}$) と流れ ($U=20, 40, 60, 80, 100, 120 \text{ cm/s}$) を組合せた条件について整理した結果を図-4 に示した。図-4 では、特に、センサーの取付け角 $\theta = 0^\circ$ および 180° の場合の対応を大きくして示している。この図から、 $\theta + \theta'$ がセンサーの取付け角より幾分か小さくになっている。これは、埋設管間の流速場の非対称性や、あるいはセンサーの取付け支柱を曲げに原因するものである。そこで、 θ と θ' との関係を流れのみと波と流れの共存場合に整理した結果を図-5 に示している。この図から、いずれの場合も、 $\theta' \approx -2^\circ$ となっている。従って、この θ' の値がセンサーの支柱の曲がりによる影響角を表わしているといえる。



(a) 流れのみ



(b) 波と流れの共存時

図-5 センサー支柱の曲がりによる影響角

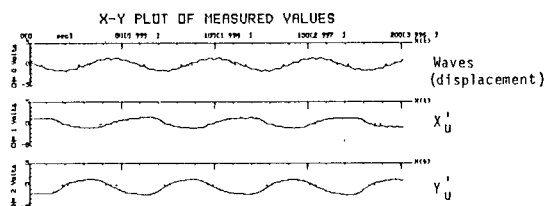


図-2 計測結果の X-Y プット

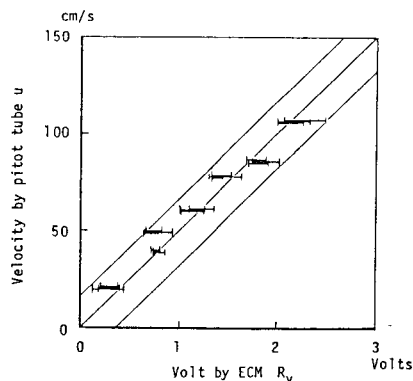


図-3 合成電圧 R_v と流速 U の対応関係

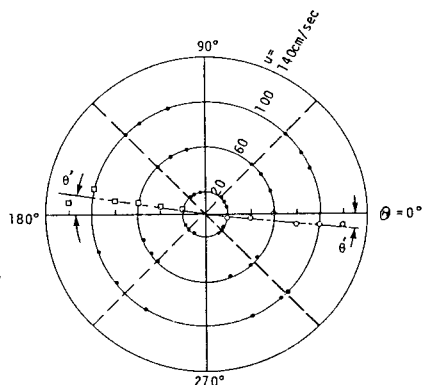


図-4 センサー取付け角 θ 、センサー支柱の曲がり影響角 θ'