

水圧式洪水流速計に関する基礎的実験（第一報）

Basic Experiment on a Pressure Type Flood Current Meter (The 1st report)

竹内俊雄^{*}、江川太郎[†]、四俵正俊[‡]

TAKENOUCHI, Toshio EGAWA, Taro SHIDAWARA, Masatoshi

ABSTRACT The authors made a flood current meter on an experimental basis employing the principal of Pitot tube which is often used to measure the flow velocity in the laboratory channel, and are examining its applicability to the field flow gauging of the river. This paper reports the outline of the experiment carried out in 1992.

1. まえがき

河川の洪水量観測は技術的に未開発で、100年も前の方式が現在も使われている。それは洪水時の高流速が測定できて、しかも河川断面積の測れる測器がまだないということである。今日でもなお流速が早く、草や木が流れてくる日本の河川で使える「洪水流速計」の開発が待たれている。本研究はこれに応えようとするものである。

2. 研究の経緯

40年以上前、昭和20年代から建設省土木研究所水文研究室で、我々は利根川支川神流川で洪水量をより精度よく測るため、大きなおもりとブライス流速計をもちいたが、流速計を所定の深さに保持するのに大きな力が必要になったり、回転部に草や根が巻き付き使用上不便な点が多かった。

そこでこれらの欠点を除くものとして洪水用「ピトー管式流速計」を考案し、試作して現場実験をしたが正確に作動しなかった。これは器内の圧力伝達構造に問題があったと考えられる。気室で機械的に差圧を求めることが、当時の日本の技術水準ではで

きなかったようである。

その後下久保ダムの建設に伴う神流川の施設の廃止や関係者の配転にともない研究は中断されたが、平成3年河川情報センターの研究助成を受け、再度洪水用流速計の開発研究に取り組むことになった。

今回の研究では、構造は前回と同様「ピトー管方式」を採用したが、器内での圧力伝達方式に前回より優れた歪式ゲージ圧力計を用いた差圧変換器を採用することが出来、このことによって良好な結果が得られたと考えられる。

3. 研究作業の概要

この研究は40年前の研究グループ（竹内、江川、篠田他）が中心となり、さらに建設省土木研究所水文研究室（室長 益倉克成）及びKK横川ウエザックの近藤真啓氏らの協力を得て行われた。

試作器の方式はピトー管方式を踏襲したが、圧力伝達機構としては電気式を採用した。設計は篠田勝一、制作は横川ウエザックが担当した。

なお試作器の検定実験は、建設省土木研究所の検定水路で行われた。

3.1 試作器の構造

1) 測定部の形状

試作器測定部の外観を写真一1に、測定部の構造寸

^{*} 元防衛大学校

[†] 愛知工業大学 土木工学科（豊田市）

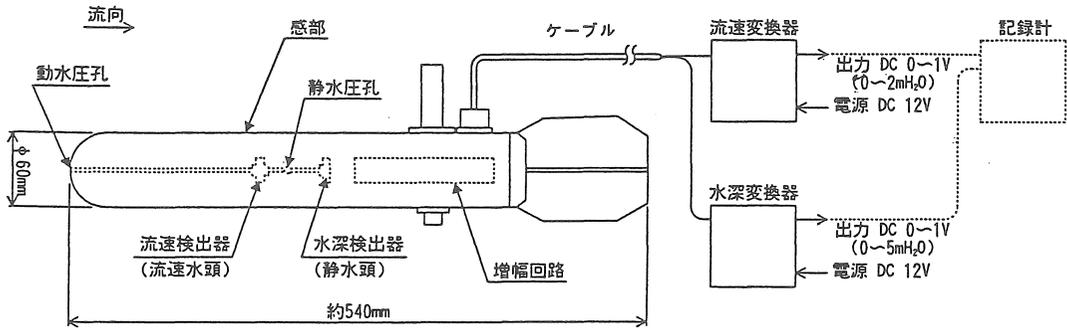


図-1 測定部の寸法と記録部への接続

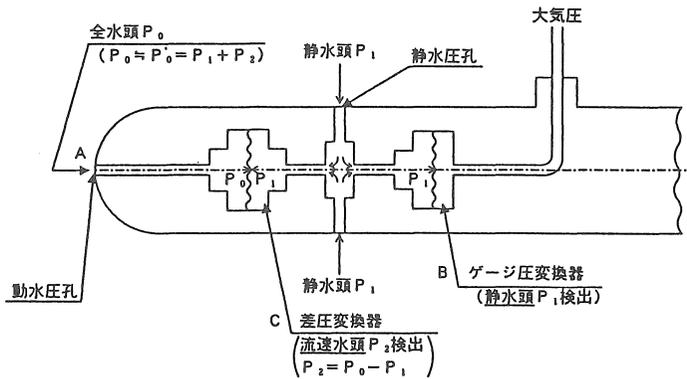


図-2 測定部に加わる圧力

法と記録部への接続を図-1に示す。

測定部の形状は、先端が半球状の円筒形であり、尾部には十字型の翼がついている。測定部の寸法、重量は以下の通りである。

- 長さ 54 cm
- 直径 6 cm
- 重さ 1.8 kg
- 翼(長さ) 16.5 cm

測定部と記録部との間は8芯のコードで連結している。なお今回用いたコードは太すぎて、洪水時の早い流れに対して抵抗が大きいため今後改良の予定である。

2) 測定部の構造

紡錘形をした測定部の先端と胴体の側面には、それぞれの水圧を受けるための孔が開いている。また、ケーブルを通じて大気圧が導かれている。これらの圧力は差を取ったあと、受感部の歪式圧力計で電気信号に変換される。(図-2)

先端の全水圧は、側面で受ける静水圧との差だけ

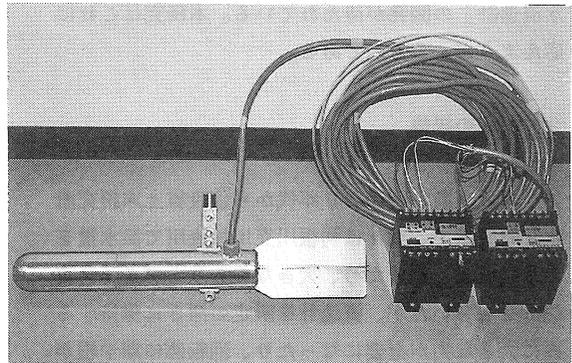


写真-1 試作器の外観

が差圧変換器によって取り出され、動圧として記録部に送られる。他方、器内に伝わってきた静水圧も大気圧との差がゲージ圧変換器により電気信号に変えられ、記録部で水深として記録される。

このようにして、水中に置かれた測定器の位置での流速及び水深は、それぞれ電気信号として記録部に送られ記録される。

3. 2 検定実験項目

試作器を流速計検定水路を用いて検定した。

検定実験の条件として、以下の値を採用した。

器深 (m) : 0.2、0.5、0.92 (水路の構造上採用しうる最大値)

傾斜角 (°) : 0、10、20

ただし、傾斜角とは、流速計の軸と流れの方向のなす角のことで、本実験では器械の軸を水平面内で回転させている。

実験-1~4は傾斜角が0°で、器深を変化させたものである。このうち、器深0.5mの検定は、実験精度確認のため2回実施している(実験-2、3)。

実験-5、6は、器深が0.5mで、器械の軸を流れの方向からずらしたものである。

4. 実験結果とまとめ

実験1~4で観測された圧力水頭を付表1に、実験5、6で観測された圧力水頭を付表2に示す。

付表3、4には、試作流速計の示した流速と検定電車の速度を示す。付表3が実験1~4、付表4が実験5、6の値である。

付表3、4に示した流速計読み取り値と検定電車速度の関係をプロットしたのが図3、4である。

これらから次のようなことが言える。

1) 傾斜角が0°の場合、両者はほぼ45°の直線にのり、本流速計は概ね正しい値を示す。

2) 傾斜角が0°の場合の流速計の読みは、検定電車の速度よりやや小さい値を示す傾向がある。流速が早い場合には例外なく小さい値を示している。

3) 傾斜角が0°の時の流速計の誤差は、[器深0.2m(最小)、流速0.5m/s(最小)]の場合を除いて4%以内に納まっている。

4) 流速計の軸が流れに対して傾いた場合は、流速計は小さい値を示す。その誤差は傾斜角が10°で5%程度、20°でおおむね15~20%である。

5. あとがき

以上の結果より洪水流速計の実用化の見通しは得られたが、今後測器の小型化や流速抵抗を減らすなどの問題を解決して実用化の目度を立てたいと考えている。

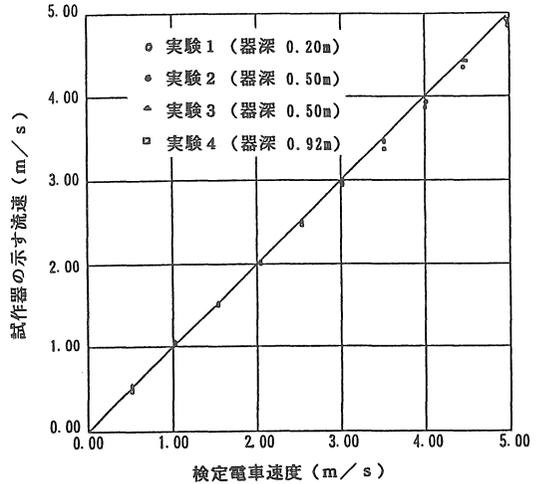


図-3 検定電車の速度と試作器の示す流速との関係 傾斜角 = 0°

器深 : 0.20、0.50、0.92 (m)

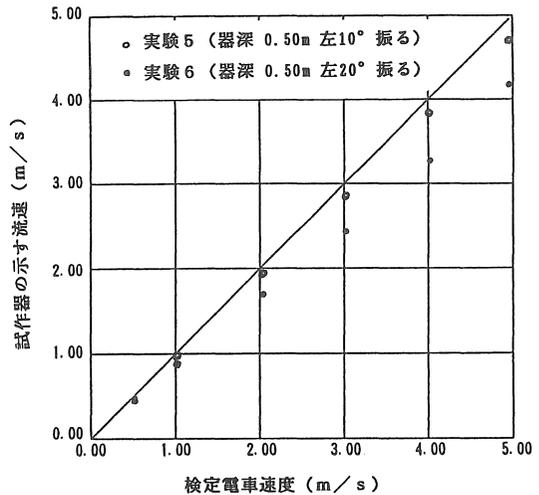


図-4 検定電車の速度と試作器の示す流速との関係 器深 = 0.5m

傾斜角 : 10°、20°

付表-1 (その1/2 説明は次頁)

実験-1			
A	B	C	C/A
0.21	0.20	0.01	0.056
0.25	0.20	0.05	0.21
0.32	0.20	0.12	0.54
0.40	0.20	0.20	0.48
0.53	0.21	0.32	0.61
0.66	0.21	0.45	0.68
0.82	0.21	0.61	0.74
1.01	0.23	0.78	0.78
1.22	0.24	0.98	0.80
1.46	0.26	1.20	0.82

付表-1 つづき 圧力水頭の測定値

傾斜角 = 0°、器深を変えた場合

A:全水圧水頭、B:静水圧水頭、
C:流速水頭 (単位:m)

実験-2

A	B	C	C/A
0.51	0.50	0.01	0.020
0.55	0.50	0.05	0.09
0.62	0.50	0.12	0.19
0.71	0.50	0.21	0.30
0.82	0.50	0.32	0.39
0.97	0.51	0.46	0.47
1.12	0.51	0.61	0.54
1.31	0.52	0.79	0.60
1.53	0.53	1.00	0.65
1.77	0.55	1.22	0.69

実験-3

A	B	C	C/A
0.53	0.51	0.02	0.038
0.55	0.49	0.06	0.11
0.63	0.50	0.13	0.21
0.71	0.50	0.21	0.30
0.82	0.50	0.32	0.39
0.97	0.51	0.46	0.47
1.13	0.52	0.61	0.54
1.31	0.52	0.79	0.60
1.54	0.54	1.00	0.65
1.78	0.55	1.23	0.69

実験-4

A	B	C	C/A
0.94	0.93	0.01	0.015
0.97	0.92	0.05	0.05
1.05	0.93	0.12	0.11
1.13	0.93	0.20	0.18
1.24	0.93	0.31	0.25
1.38	0.94	0.44	0.32
1.56	0.98	0.58	0.37
1.75	0.98	0.77	0.44
1.94	0.94	1.00	0.52
2.18	0.94	1.24	0.57

付表-2 圧力水頭の測定値

器深 = 0.5m、傾斜角を変えた場合

A:全水圧水頭、B:静水圧水頭、
C:流速水頭 (単位:m)

実験-5

A	B	C	C/A
0.51	0.50	0.01	0.020
0.55	0.50	0.05	0.09
0.70	0.51	0.19	0.27
0.95	0.52	0.43	0.45
1.28	0.52	0.76	0.59
1.70	0.56	1.14	0.67

実験-6

A	B	C	C/A
0.51	0.50	0.01	0.020
0.54	0.50	0.04	0.07
0.66	0.51	0.15	0.23
0.86	0.56	0.30	0.35
1.15	0.60	0.55	0.48
1.42	0.63	0.89	0.63

付表-3 試作器の示す流速と検定電車の速度

傾斜角 = 0°、器深を変えた場合

a:試作器の示す流速、b:検定電車の速度
(単位:m/s)

実験-1

器深 (m)	a	b	a-b	$\frac{a-b}{b}$ (%)
0.2	0.48	0.52	-0.04	-7.7
	1.02	1.03	-0.01	-1.0
	1.51	1.53	-0.02	-1.3
	2.00	2.03	-0.03	-1.5
	2.49	2.53	-0.04	-1.6
	2.96	3.02	-0.06	-2.0
	3.45	3.51	-0.06	-1.7
	3.92	4.01	-0.09	-2.2
	4.38	4.49	-0.11	-2.4
	4.85	4.99	-0.14	-2.8

実験-2

器深 (m)	a	b	a-b	$\frac{a-b}{b}$ (%)
0.5	0.53	0.52	+0.01	+1.9
	1.03	1.03	0	0
	1.53	1.53	0	0
	2.03	2.03	0	0
	2.51	2.53	-0.02	-0.8
	2.99	3.02	-0.03	-1.0
	3.47	3.51	-0.04	-1.1
	3.94	4.01	-0.07	-1.7
	4.44	4.50	-0.06	-1.3
	4.90	4.99	-0.09	-1.8

実験-3

器深 (m)	a	b	a-b	$\frac{a-b}{b}$ (%)
0.5	0.55	0.52	0	0
	1.05	1.03	+0.02	+1.9
	1.57	1.53	+0.04	+2.6
	2.02	2.03	-0.01	-0.5
	2.52	2.52	0	0
	2.96	3.01	-0.05	-1.7
	3.47	3.51	-0.04	-1.1
	3.93	4.00	-0.07	-1.8
	4.42	4.49	-0.07	-1.6
	4.91	4.99	-0.08	-1.6

実験-4

器深 (m)	a	b	a-b	$\frac{a-b}{b}$ (%)
0.92	0.52	0.52	0	0
	1.02	1.03	-0.01	-1.0
	1.52	1.53	-0.02	-1.3
	2.00	2.03	-0.03	-1.5
	2.48	2.53	-0.05	-2.0
	2.95	3.02	-0.07	-2.3
	3.38	3.51	-0.13	-3.7
	3.89	4.00	-0.11	-2.8
	4.44	4.49	-0.05	-1.1
	4.93	4.98	-0.05	-1.0

付表-4 試作器の示す流速と検定電車の速度

器深 = 0.5m、傾斜角を変えた場合

a:試作器の示す流速、b:検定電車の速度
(単位:m/s)

実験-5

傾斜角度	a	b	a-b	$\frac{a-b}{b}$ (%)
10°	0.45	0.52	-0.07	-13.5
	0.97	1.03	-0.06	-5.8
	1.95	2.03	-0.08	-3.9
	2.89	3.02	-0.13	-4.3
	3.86	4.01	-0.15	-3.7
	4.72	4.99	-0.27	-5.4

実験-6

傾斜角度	a	b	a-b	$\frac{a-b}{b}$ (%)
20°	0.49	0.52	-0.03	-5.8
	0.90	1.03	-0.13	-12.6
	1.72	2.03	-0.31	-15.3
	2.43	3.02	-0.59	-19.5
	3.28	4.01	-0.73	-18.2
	4.18	4.99	-0.81	-16.2

(受理 平成5年3月20日)