

III-19 垂直段落における水理現象

○ 山梨大学工学部 正負 佐々木大策
 " " 萩原能男

開水路垂直段落における水理学的研究は従来 Walter Moor, Carl. W. Morgan, 大坪, 岩佐両博士等諸氏によって解析的にも又実験的にも取扱われて来ているが、この現象は空気混入や渦のため一次元的平均理論で扱えるか疑問である。筆者はこの理論の妥当性を実験上確かめ、特に段落部分の圧力分布と水面形について研究した。

実験の結果段落部分は静水圧分布をなすことを認め、これを考へに入れて運動方程式及び連続方程式をつくれは

$$\frac{w}{g} Q (V_1 - V_2) = \frac{w}{2} B \{ Y_2^2 - Y_1^2 - 2D(Y_0 - \frac{1}{2}D) \} \quad (1)$$

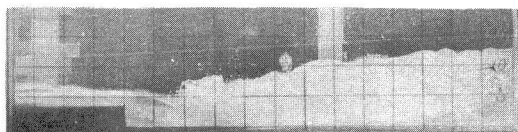
$$Q = V_1 Y_1 B = V_2 Y_2 B \quad (2)$$

水面形を示す写真 { $Q = 11.5 \text{ l/sec}$ $f = 6.2$ }

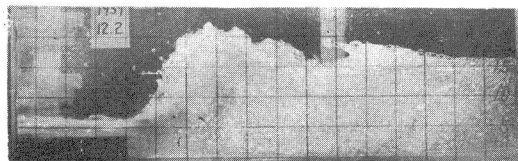
Type. 1. ($Y_2 = 2.1 \text{ cm}$ $Y_0 = -3.8 \text{ cm}$)



Type. 2. ($Y_2 = 12.7 \text{ cm}$ $Y_0 = 1.74 \text{ cm}$)



Type. 3. ($Y_2 = 16.2 \text{ cm}$ $Y_0 = 13.8 \text{ cm}$)



Type. 4. ($Y_2 = 17.2 \text{ cm}$ $Y_0 = 18.0 \text{ cm}$)

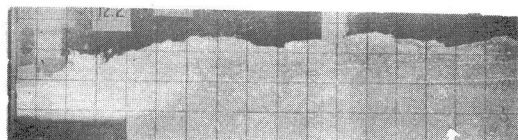


図 - 1

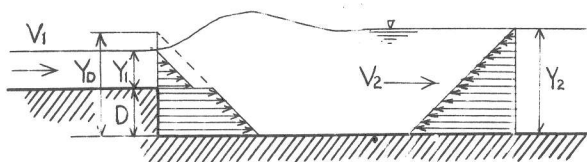
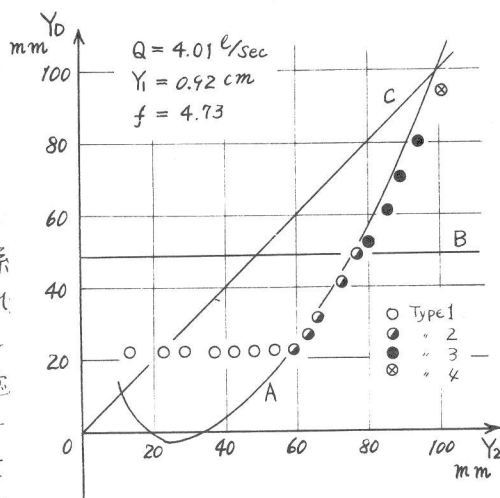


図 - 2



なる関係が得られる。但し記号の意味は図-1に示される他に

Q は流量、 w は水の単位重量、 g は重力の加速度、 B は水路巾 (水路は一様長方形断面) である。又 $\eta = Y_1/D$, $\delta = Y_2/D$, $p = Y_0/D$, $f = V_1/\sqrt{gY_1}$ なる無次元量を用いて式(1), (2)を表われ圧力について整理すると。

$$p = \frac{1}{2}\delta^2 + \frac{f^2\delta^3}{\delta} - \frac{\eta^2}{2}(1 + \eta^2) + \frac{1}{2} \quad (3)$$

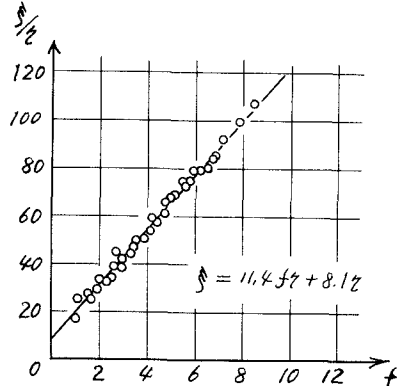
なる関係が得られる。これを図示すると図-2のA曲線になるが、これと実験値とは完全には一致しない。しかしながら水面形 Type. 1 以外では比較的良く一致している、一方水面形 Type. 1 と Type. 2 の限界値は主として f と δ によって決定し、その他の要素によってほとんど

変らない。この限界点は図-2に示すA曲線と実験値とが一致し始める点であり、この限界点の f と h との関係を図示したものが図-3である。即ち実験公式として表わすと、

$$f = 11.4f + 8.1 \quad (4)$$

図-3

又Type. 3は Y_2 に比較して段落部分における最大水深 H が極めて大きくなる水面形で波状形を示している。このTypeの水面形は極めて不安定で、Type. 2からType. 3へ又Type. 3からType. 4へ移動する限界はほぼ $Y_0 = Y_1 + D$ 、 $Y_0 = Y_2$ なる条件と一致し、その時の実験値との補正係数 C_1 、 C_2 は次式が最も合理的に満足されるような係数として計算した。



$$C_1 + 1 = \frac{1}{2}f^2 - \frac{1}{2}C_2^2 - C_1^2 f^2 \left(1 - \frac{C_2}{f}\right) + \frac{1}{2} \quad (5)$$

$$f = \frac{1}{2}f^2 - \frac{1}{2}C_2^2 - C_1^2 f^2 \left(1 - \frac{C_2}{f}\right) + \frac{1}{2} \quad (6)$$

その結果、 $C_1 = 0.915$ 、 $C_2 = 1.081$ なる結果が得られた。これは $Y_0 = Y_1 + D$ 、 $Y_0 = Y_2$ なるType 3の発生条件がほぼ良好であると認められ、これを図-2に合わせて示すと、B、Cなる二直線で示され、この二直線にはさまれる区域がType. 3の水面を示すことが大略認められる。又この時の波は下流水深 Y_2 より高く、この最大水深 H と Y_1 、 Y_2 、 f などの関係は図-4に示されている。即ち実験公式として表わすと、

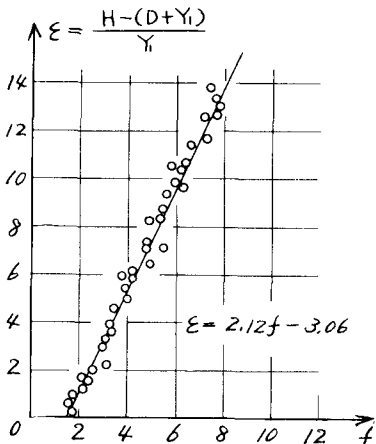
図-4

$$E = 2.12f - 3.06 \quad (7)$$

$$h = 0.0703f + 0.919 \quad (8)$$

$$f > 1$$

但し $E = \frac{H - (D + Y_1)}{Y_1}$ 、 $h = H/Y_2$



又この実験は水路巾30cmの長方形水平水路、段落高4cm、上流水深0.5~2.0cm、最大流量13ℓ/secのガラス張り水路において行い、図-2に示すような一連の実験を50回行って、それ等の資料に従って諸実験式及び係数を求めた。上、下流に各々可動扉をもうけ Y_1 、 Y_2 を変え、 Y_1 は段落より上流15cm、 Y_2 は下流150cmで測定した。

又段落部分の圧力は特殊圧力計により測定し、その結果ほとんど静水圧分布を示ることを認めた。以上説明したことにより、この問題は運動量理論で比較的良好に解けることが判った。又水面形の各Typeの限界は式(4)、(5)、(6)によって決定出来る。更に今後の問題として底勾配のある場合、粗度及び粘性を考えに入れる場合などが残されているが更に研究をすすめる予定である。最後に本学学生飯塚、中山両君の協力を得たこと、又本研究は昭和34年度文部省科学研究費によることを付記し謝意を表わします。