

II-51 砂粒の吸い上げに関する実験

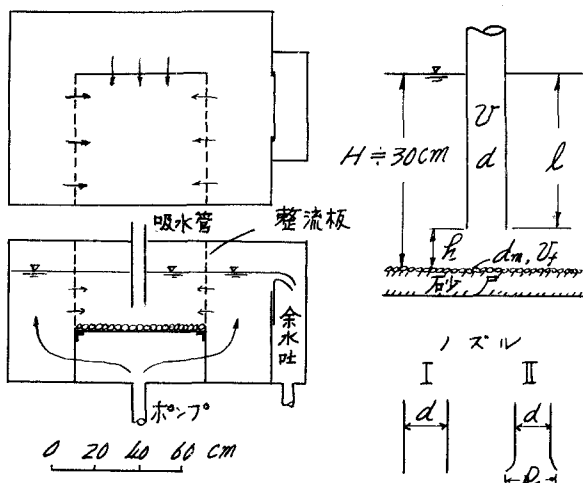
日本大学理工学部 正員 栗津清藏

今上 〃 〇近藤 勲

§. 1. まえがき

貯水池の底が河床物質でおおわれてゐる湛水も揚水する場合、吸水管の平均流速 $\bar{v}$ の大小、流入口と底面との距離 h の大小、流入口の形状などによつて、揚水中に砂粒が含まれる場合と含まれない場合がある。この境界を調べるために、最も簡単な条件のもとで基礎的実験を行つた、この報告はその結果とそ水の応用、並びに今後の問題について述べるものである。

§. 2. 実験装置とその方法



图一 /

図-1の一面からス張り水槽に水位一定の模型貯水池を作り、吸水管は流量調節弁のある、しかも先端部は所定のノズルが自由に交換できる鋏製サイホンを用い、これを上下に微動できる支持台に取りつけ、下流端は流量測定用三角セキに連絡した。表-1のように砂粒は一様粒径の三種類をそれぞれ3~4cm厚にしきならし貯水池底とした、ノズルは二種類の形状で計6本を用いた。

一般にノズルの潜り水深 h が小さいと、水槽内

に渦が発生するので⁽¹⁾、渦の発生しない条件で実験を行なうために、模型貯水池の水深を30cmを目標として行なった、サイホンへの砂粒流入

表-1 cm-unit

ノズル	I: d	2.00	2.50	3.00
	II: d_b	2.00 2.60	2.50 3.25	3.00 3.90
砂粒の径	0.102	A, A'	B, B'	C, C'
	0.160	D, D'	E, E'	F, F'
	0.225	G, G'	H, H'	I, I'

現象は複雑なので、「数個の砂粒が連続して吸い上げられる状態」を流入限界とし、この状態にばり始める条件と見出すことと実験の対象とした、このような状態を再現するには、二つの方法が考えられる、1)流量を一定にして徐々にノズルと砂層面に近づく、2)砂層面と流入口の面の距離を一定として流量を徐々に増加させる方法がある、この実験は両者併用の立場を取った、すなわち任意の流量でノズルを移動して砂粒の吸い上げられる状態を観測しそれをオー近似値として、次に近似値をもとにして実験を再開し

て、ノズルの移動、流量の増加と共に微小変位
させ吸い上げ現象を測定した、なお実験条件は
表-1のようにA、A'.....I、I'の計18通りである。

§. 3. 実験結果とその批判

18種類の実験結果の間にもし現象の類似性が
発見されたと仮定すると、少なくとも無次元量
で資料を整理すると相関が見出されるはずで、
それに注目して次元解析によつて変数を選び種
々検討したが最終的にはノズルIについて、図

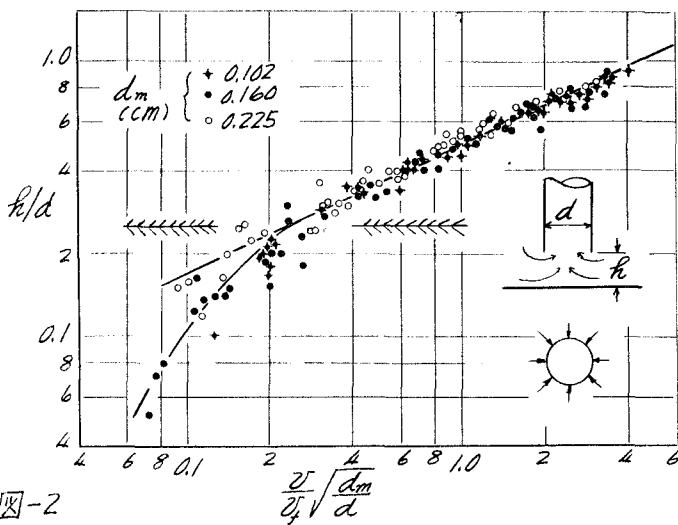


図-2

ついで検討する、流入口の面と砂層面の間の通水面積 $k \cdot \pi d$ (図-2参照) と管の断面積 $\pi d^2/4$ が等しいとあくと $h/d = 0.25$ となる、従って clearance $h = 0.25d$ を境として移動床に沿う流れの性質が違うのではないかと想像される、次に流入口の形状による相違の一例として図-4を示す、これより大差のないことが理解される。図-2, 3より砂粒を吸い上げるに必要な最大の h/d は次のように示される。

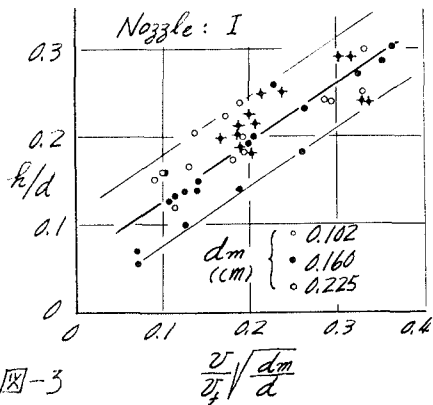


図-3

$$\left. \begin{aligned} h/d &= 0.499 \left\{ \frac{v}{v_f} \sqrt{\frac{d}{d_m}} \right\}^{0.461}, & h/d &\geq 0.25 \\ h/d &= \frac{2}{3} \frac{v}{v_f} \sqrt{\frac{d}{d_m}} + 0.060, & h/d &\leq 0.25 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$1.13 \times 10^{-1} > d_m/d > 3.40 \times 10^{-2}$$

$\frac{v}{v_f} \sqrt{\frac{d}{d_m}} = \frac{v}{\sqrt{gd}} / \frac{v_f}{\sqrt{gd_m}} = F_p / F_s$ であるから、その物理的意味が理解されるであろう。

§. 4. 応用と今後の問題.

ポンプの口径と標準揚水量⁽³⁾より F_p を求めると (2) 式によって示される、Krey の公式より $d_m > 0.15$ cm の場合 $F_s \approx 2.0$ 従ってこの値を共に (1) 式に代入すると (3) 式が得られる、これよりポンプによる砂粒の吸い上げの判定に対する概算値が得られる。

$$F_p = 0.871 d^{-0.464} \quad (\text{m-unit}) \quad (2)$$

$$h/d = 0.682 d^{-0.214}, \quad h/d > 0.25 \quad (3)$$

またポンプまつの設計にも土砂の流入を考えると (3) 式は有効な資料と思う、今後の問題点としては「なぜ砂粒が吸い上げられるか」という定性的研究と混合砂粒の場合と貯水池内の流況の相違による現象の変化についての定量的研究が残されている。

参考文献: 1) S. Aung: On the vortex due to vertical suction pipe; Proc. of the 8th Japan N.C. for A.M. 1958

2) 本間: 水理学, 大巻 3) 農業林学会: 農業土木ハンドブック, 丸善

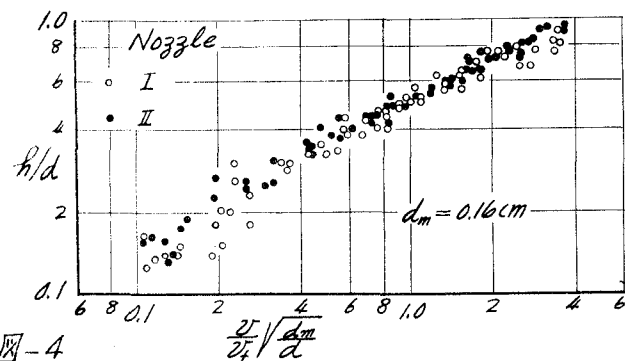


図-4

2の結果が得られた、砂粒の沈降速度 v_f は Krey⁽²⁾ の式を用いた、この図より $h/d \approx 0.25$ を境として現象が違うよであるから整理の方法を変えると図-3が得られる、この相違に