

射出水による洗掘について.

日本大学 正員 栗津清蔵

本研究は第12回年次学術講演会にて発表したものの統編で、ノズル先端が移動床表面以下にある場合の洗掘についての2次元の実験の報告である。

I) 実験装置並びに方法.

水槽は幅145cm, 高さ50cm, 奥行2.5cmの片側ガラス張り水槽で、貯水槽に連絡されたノズルは先端でしぼりな^い54cmの直線部をもった幅 γ_0 が α の α の1.6, 1.1, 0.6cmの矩形断面形の3種類で、砂は相模川産砂礫と適当に混合した下の表のA, B, Cの3種類を用いた、

相 模 川 産 砂 礫						i_c	V_f cm/sec
ノズル 砂	0.6~1.2 mm	1.2~1.7 mm	1.7~2.5 mm	2.5~5.0 mm	5.0~7.0 mm		
A	30%	10%	50%	10%		0.979	21.32
B	50%	20%	20%	10%		0.949	19.45
C		20%	30%	20%	30%	1.049	29.43

ただし表の i_c はquicksandの発生する限界動水勾配^{m)}で、 V_f は砂粒群の平均径に相当する砂粒の静水中の限界沈降速度でKreyの丸味をもった川砂の公式より¹²⁾ α の求めた計算値である。

各実験とも砂層の厚さは25cm, 砂層表面水深は12cm以上に保つようにした。

実験1

砂層表面からノズル先端の深さ L (2, 6, 10cm)を一定にして、次に貯水槽を傾斜面に沿って除々に引上げた時の洗掘状況の観察並びに流量、ノズル先端における $h_* = \frac{2\gamma}{\gamma_s} + \frac{\gamma}{\gamma_s}$ (図-2参照)、洗掘諸量の測定を行った。

実験2

貯水槽の高さを一定として、ノズル先端を除々に初期砂層面より差込み、洗掘の停止するまでの現象の観察と L_{max} , 流量, h_* の測定を行った。

II) 洗掘現象について.

実験1

a) 貯水槽上昇初期は流速は小さく、ノズル先端部のみ洗掘され小さな空洞が出来、空洞部には2, 3の砂粒は流水によって廻転されている、その間相対的に初期砂層面は若干膨れ上がるが、その範囲の規則性は見出されなかった。

更に貯水槽を上昇せしめ流速の増加に伴って、空洞部並びに膨れ上りは増加、その流速が一定以上になると(この間 h_* は増加)一瞬にして初期砂層表面まで洗掘される、その瞬間貯水槽を上昇せしめなくとも急に h_* は降下する、これまでの現象はquicksand現象に良く似たもので、現象を支配する主な因子はseepage forceであるように観察され、洗掘面は L が比較的小さい場合にはノズルの両側にできるが、大きい場合には非対称で圓形運動が見られた。

この一瞬にして初期砂層面まで洗掘される限界についての図-1の結果が得られた、資料

のばらつきは ϵ_0 , $2\sigma/2\epsilon$, 砂層の形成等の parameter がちいってあるものと思う。

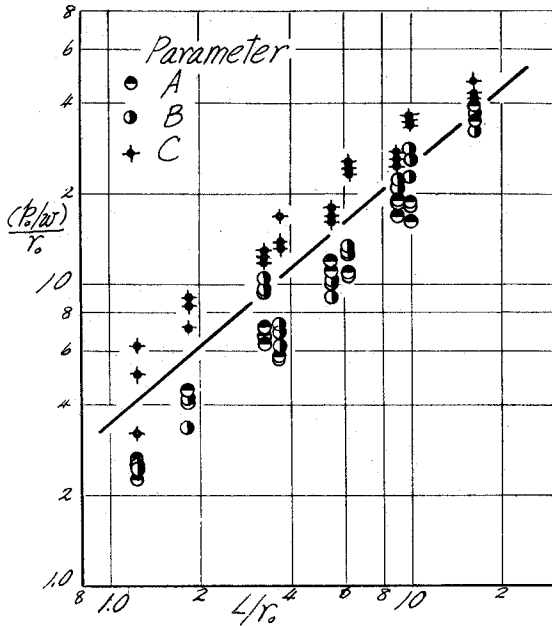


図 - 1

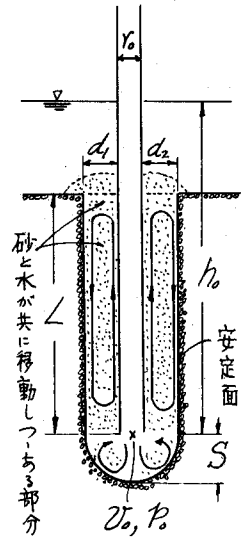


図 - 2

6) 前述の現象がおこってから更に貯水槽を上昇せしめると、洗掘は一段と発達する、その状況を理想化して図示すると図-2のような現象である、すなわちノズルの両側に一つの渦（水と比較的大きい径の砂粒が一体となって）が見え、時には両側で一体となって一つの渦が形成される場合もあった、この部分の洗掘現象は quicksand に似たもので主たる支配的因子は seepage force ではないかと観察された。ノズル先端部は少数の砂粒を含んだ渦が見え、この部分の内弧安定面は掃流力と seepage force とが同時に作用しているものと考えられ、一般にノズルの両側と先端部分の現象が互に一体となって洗掘現象が発達しているものと思はれる。

従って洗掘深 S はノズルの両側の現象と先端自身の現象とによって支配されるであろうと推定し、資料を整理すると図-3の結果が得られた、ただし $P_h = P_0/w$ 。

次にエネルギーの考えから現象を調べると $P_h/(2\sigma/2\epsilon) = 1$ の時の $(R/L) + (2\sigma/2\epsilon)$ の値をプロットすると図-4が得られ、一般に図示の値より小さい $(R/L) + (2\sigma/2\epsilon)$ の範囲では洗掘を支配するエネルギーは圧力で、 S が比較的小さい場合は圧力が支配的であることは注目すべきことである。

安定面は図-2のような面で、ノズル両側の砂粒の運動は前述の通りで圧力が支配的で、砂層のかき乱される範囲 d_1, d_2 の大きさは内弧安定面自身によって支配される（ L には余り関係しない）ように観察され、図-5の結果が得られた、ただし $D = (d_1 + d_2)/2$ 。

実験2

貯水槽の高さを一定とした場合、射出水によって砂層は洗掘され安定面が得られ、次

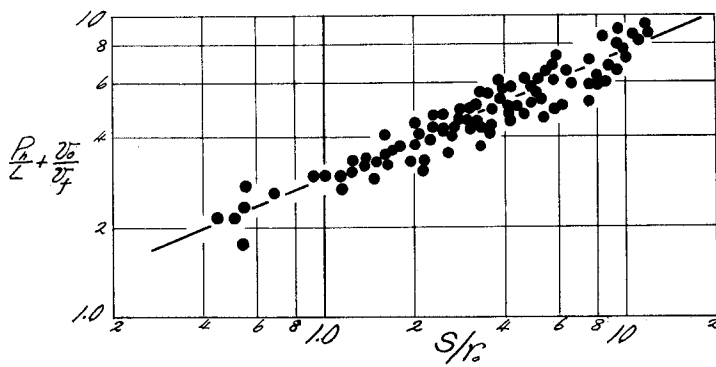


图 - 3

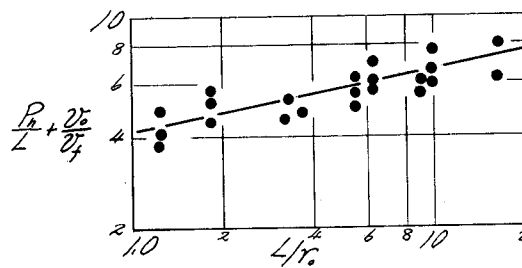


图 - 4

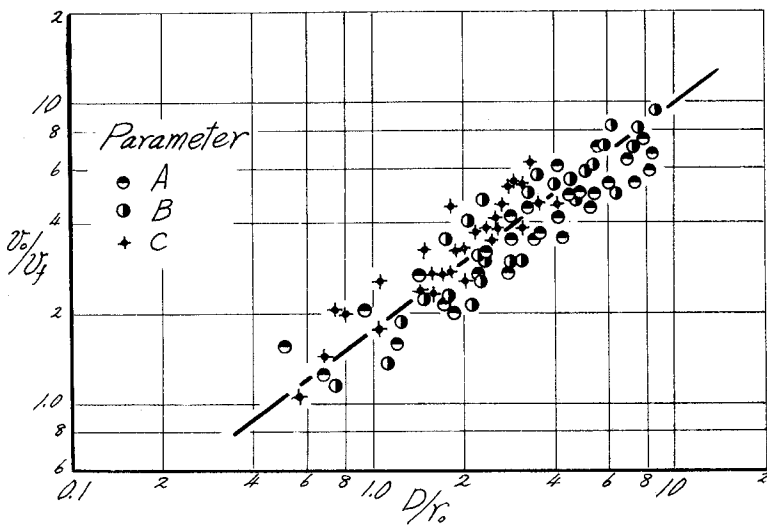


图 - 5

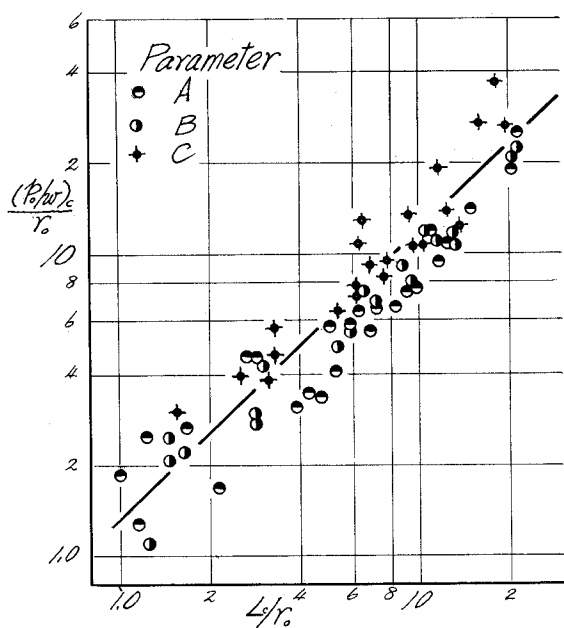


図-6

に/cm程度ノズルを降下と水に伴って新しい安定面が得られる、更にノズルを降下、この作業を進めると従って流速は減少するが r_0 は増加する、その間垂直安定面には比較的大きな粒径の砂によつてしめられ、 D もまた減少する、この作業の終局には全く砂粒の移動が認められない状態になる。

この時の資料を整理すると図-6のとおりで図-1と類似な結果が得られた、従つてノズル先端の圧力水頭が与えられると洗掘可能な深さが知れる、また L_0 が相当地大々になると砂層のかき乱される範囲はノズルの両側に Y_0 の1/2倍程度であつた。

なおこの研究は昭和31年文部省科学研究費によつて行つたものの一部で

あり、次に実験に協力下さつた平野満、二木満男の両君に厚く感謝致します。

参考文献

- (1) 栗津 「河床物質の2, 3の性質とその応用」土木学会論文集 第36号
- (2) 本間 「水理学」 丸善.