II-108　平坦床砂礫の移動量について

武蔵工業大学　正員　王　方一

まえがき：前回（第1回関東支部年次研究発表会概要集 '74-5-27, II-10）試みた砂礫の離脱割合の表示 $P_a=\int_0^{\mu_a} f(\mu)\,d\mu$，こゝに $\mu=\tan\phi$，$f(\mu)=\lambda(\lambda\mu)^{k-1}e^{-\lambda\mu}/\Gamma(k)$ と矢野他の実験による平均移動速度値を用いて数値実験をし，Einsteinの $\phi\sim\tau_*$ 関係およびその他の掃流砂量実験値と比較した。新に一部の資料と説明を加えた。

§1：掃流砂量の表示：一般に掃流砂量は $q_B=\alpha_n N_0 V_s P_a \bar{u}_{sm}$ ……(1) で表示できる。こゝに $\alpha_n N_0$ は単位面積当り，移動帯に存在する粒子数；$N_0=1/d^2$；P_a：ある τ_{*a} に対応する離脱確率；$\bar{u}_{sm}$：離脱せる砂礫の集団平均速度；$V_s=\frac{\pi}{6}d^3$：1個の粒子の体積．今(1)式を無次元の形に書きかえると

$$\phi=q_B/d\sqrt{gs'd}=\frac{\pi}{6}\alpha_n P_a\xi \quad\cdots\cdots(2)\qquad こゝに\ \xi=\bar{u}_{sm}/\sqrt{gs'd}\quad\cdots(3)$$

（前回の(10)式右辺の係数 $\frac{2}{3}$ は $\frac{\pi}{6}$ の間違）

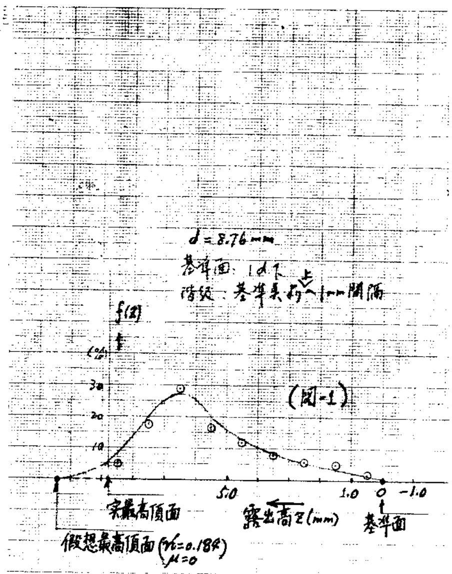
§2：6.6 mmガラス球による始動実験結果の要約

種々の $\tan\phi_1=\mu_1$（添字1は単一粒子を意味する）に対する始動実験により $\zeta_{c1}(=\tau_{*c1}/K_{N1})$ は $d/R_0>0.07$ ではほぼ直線的に増加している（前回の図-3）こゝに $K_{N1}=\cos\theta\cdot\mu_1-\sin\theta\cdot\rho_s/(\rho_s-\rho)$；$\theta$：河床傾斜角．説明の便宜上，低 d/R_0 値（緩勾配，$K_{N1}\approx\mu_1$）で ζ_{c1} は一定と仮定する．実際の礫面での粒子では流体力に関して遮へい係数 K_ε を，また粒子の形状．かみあいの影きょうに関して係数 K_μ を導入すると $\tau_{*c}=\tau_{*c1}/K_\varepsilon K_\mu=\frac{\mu_1}{K_\mu}\cdot\frac{\zeta_{c1}}{K_\varepsilon}=\mu(\zeta_{c1}/K_\varepsilon)$ ….(4) を得る．こゝに $\mu=\mu_1/K_\mu$．これより $\mu=\tau_{*c}/(\zeta_{c1}/K_\varepsilon)$ ….(5)．今 $\zeta_{c1}=0.008$ とすれば $K_\varepsilon=0.6, 0.5, 0.4, 0.2$ に対して $(\zeta_{c1}/K_\varepsilon)$ は 0.013, 0.016, 0.02, 0.04 に また $\zeta_{c1}=0.01$ とすれば $(\zeta_{c1}/K_\varepsilon)$ はそれぞれ 0.0167, 0.020, 0.025, 0.05 となる．

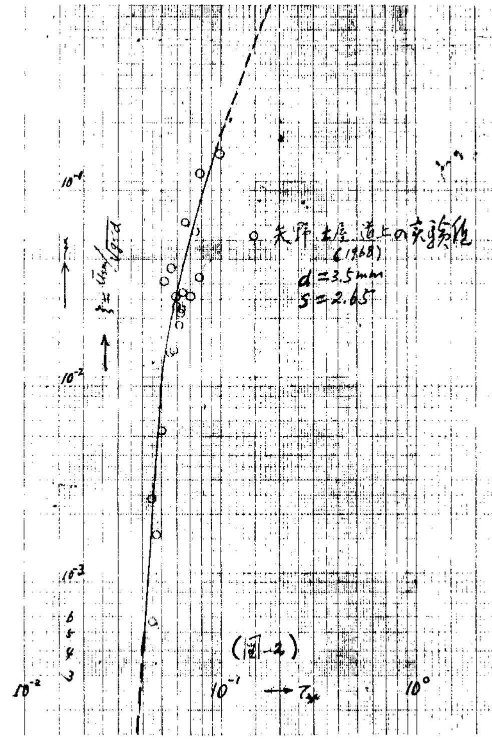
§3．8.76mm礫の頂点高さの分布：前回（6.2mm）と同様，礫面をほぼ平にし，1方向に頂点標高を順次測定し，最高頂点より1d下を基準とし，それより上の露出高さの分布を図-1に示す．前回の形と局部的にはやゝ異なるが，今 γ_0'＝露出高$/(1+n')d$ として整理すれば γ_0' の最頻値0.625に対して29%となり前回の $\gamma_0'=0.578$ で25%とは大きく違わない。こゝに仮想最高点を実最高点より $n'd$ 上に取った。これは単1球が密配列球群表面での坐り深さ0.184dを仮りに採用した。$\gamma_0'=0$ より下の粒子が移動しないとすれば $\mu=\infty$；また $\gamma_0'=1$ で $\mu=0$ と考えれば μ は γ_0' に依存するから Γ 分布 $f(\mu)=\lambda(\lambda\mu)^{k-1}e^{-\lambda\mu}/\Gamma(k)$ と仮定してもよい。今仮りに最頻値に対する%を25%として不変とすれば $k=1.53, 3, 5$ に対する λ はそれぞれ 0.53, 0.92, 1.3 となる．移動層の深さ nd は不明であるが実最高頂点より nd（仮想最高点より $[n+n']d$）下を基準とし，それより上に存在する粒子数を $\alpha_n N_0$ とすれば $\alpha_n=\alpha_n N_0/N_0$ は測定の結果，$\alpha_{0.5}=0.622$，$\alpha_{0.816}=0.806$，$\alpha_{1.0}=0.844$，$\alpha_{1.5}=0.875$ を得た。こゝに $N_0=1/d^2$

§4．数値実験：式(2)を用い，式中の ξ は矢野他の実験点中央通過線（図-2）を用いた。$\alpha_n=1$；$\zeta_{c1}/K_\varepsilon=0.02, 0.04$；$k=1.53(\lambda=0.53)$，$k=3(\lambda=0.92)$，$k=5(\lambda=1.3)$ について計算した結果は図-3に示す．
また $(\zeta_{c1}/K_\varepsilon)=0.02$，$k=3(\lambda=0.92)$ として $\alpha_n=1$ と $\alpha_n=0.6$ による相違は図-4に示す．これらの図よりもし $\zeta_{c1}/K_\varepsilon=0.016$ or 0.013 を採用すればもっとEinstein曲線に接近するものと想像される。

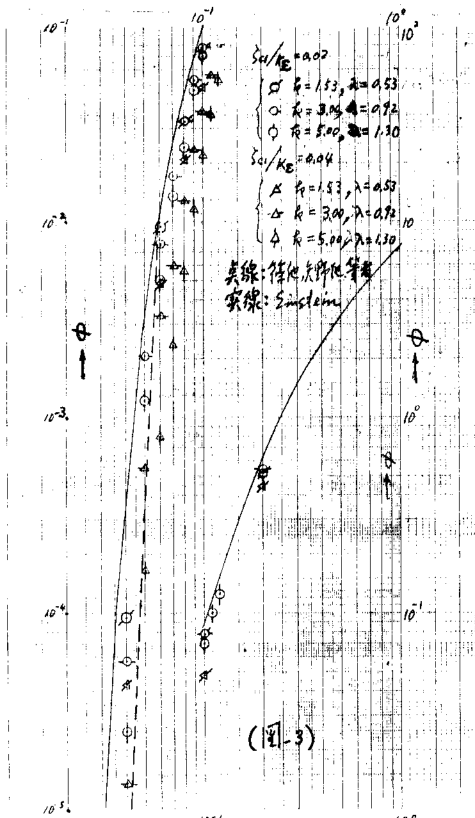
§5．結び：本文による離脱確率の表示 P_a を使用すればKalinskeその他の式のように低 τ_* 値に対応する流砂量計算で τ_{*c} の選び方による ϕ の不安定がなくなる利点をもっている。しかし基準線以上の高さと離脱原因の説明では二三の矛盾点が残されている。



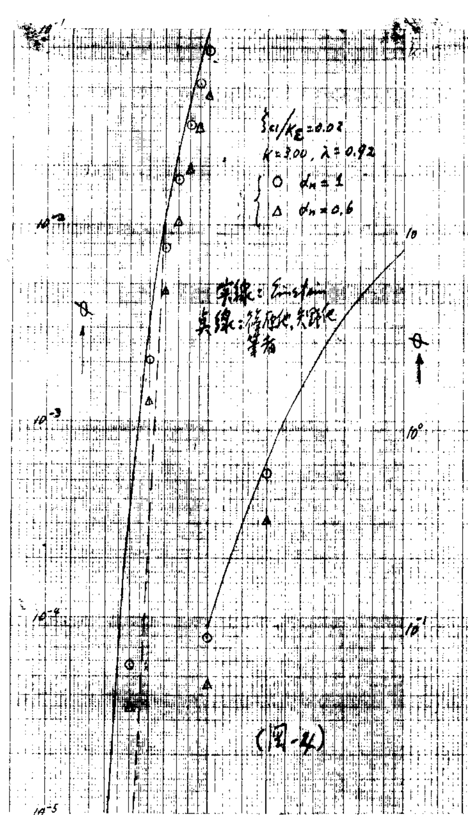
d = 8.76 mm
基準面 : 1d 下
階段 : 基準表より1mm間隔
f(z)
(図-1)
5.0
1.0
0
-1.0
実最高頂面
露出高 z (mm)
基準面
仮想最高頂面



矢野・土屋・道上の実験値
(1968)
d = 3.5 mm
s = 2.65
(図-2)
10^{-2}
10^{-1}
τ_*
10^{0}



(図-3)
Φ
τ_*



(図-4)
Φ
τ_*