

京都大学工学部 正 員 松尾新一郎

京都大学大学院○学生員 木暮 敬二

1. まえがき 上昇流による土砂輸送は、射出水による土の透水性改良工法、射出水による地盤のセソ孔、海底土による埋立地造成などにとって重要な問題である。本報告は円形パイプ内の上昇流を用いて、土砂輸送に関する実験を行ない、輸送される土粒子の大きさと含土率との関係、土砂粒子に作用する流体抵抗力、上昇流の流速と輸送される土粒子の大きさとの関係などを示し、これに考察を加えたものである。

2. 実験装置と実験方法 実験に用いた円形パイプ(直径D; cm, 高さH; cm)の諸元は表-1の4種である。これらのパイプを垂直に立て、下端に金網を張り、この上に試料土を入れ、下方より水を送った。試料土は上昇流速の低い範囲では砂質ローム、高い範囲では砂礫を用いた。上昇流によって輸送される土粒子を採取して土粒子径(3方向の直径の平均値を土粒子径とした)、含土率などを測定した。

表-1

	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4
D (cm)	5	5	7	10
H (cm)	40	70	70	70

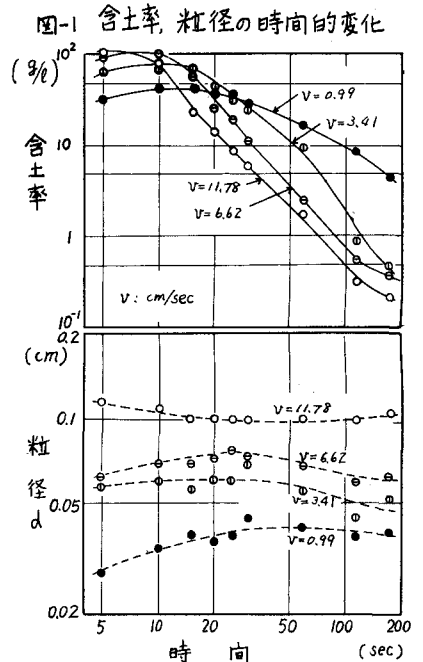
3. 実験結果と考察
(1) 輸送土粒子径への含土率の影響 D=10cm, H=70cmのパイプを用いた場合について、輸送された最大の土粒子径およびその時の含土率(1当りの土粒子重量)の時間的変化の一例を示したのが図-1である。上昇流中の含土率(図-1上段)は急激に低下しているにもかかわらず、その含土率に対対応する土粒子径(図-1下段)はほぼ一定である。これより、含土率が100 g/lより低い範囲では、輸送される土粒子径への含土率の影響はほとんどないと思われる。他のパイプでの結果も同じ傾向を示している。

(2) 土粒子に作用する流体抵抗力(流体力)について、流水中に置かれた固体は水の流れによって力を受け、一般に運動方向に受ける力 D_f はつぎのように表わされる。

$$D_f = C_d A \frac{\rho v^2}{2} \quad (1)$$

C_d : 流体抵抗係数, A : 運動方向への固体の投影面積, ρ : 水の密度, v : 流速, 従来の実験²⁾により、球に対する流

体抵抗係数は図-2の破線のように求められている。式(1)の流体力と土粒子の水中重量がつり合うという条件によって、本実験による土粒子の流体抵抗係数の結果は図-2の裏でプロットしたものである。これより、土粒子の流体抵抗係数は、球のそれに比して大きな結果を示している。このことは、土粒子は表面が粗く、形状も複雑であるので球に比して大きな流体力が作用することを表わしている。



結果に変動があるが、これは土粒子形状の複雑性、不規則性また D, H の相違などに起因するものと思われる。しかし、近似的に実線で示した関係があると推定できる。

(3) 上昇流速と輸送土粒子径との関係。実際に上昇流によって土を輸送する場合には、水の流速と輸送される土粒子径との関係を知ることが重要である。

図-3, 4, 5, 6は流速と輸送された土粒子径との関係を示したものであり、○印は平均値を、それに連なるタテ線は変動の範囲を表わす。土粒子に対する粒径と流速の関係は、各々曲線のようになると思われる。また、図-3, 4, 5, 6の破線は球に対する Stokes の法則 (d が $\sqrt{v}$ に比例) と Newton の法則 (d が v^2 に比例) を示したものである。土粒子の結果は球に対する関係より、同じ流速に対して大きな粒径となっている。すなわち、土粒子の方が輸送しやすいことを示している。また流速が大

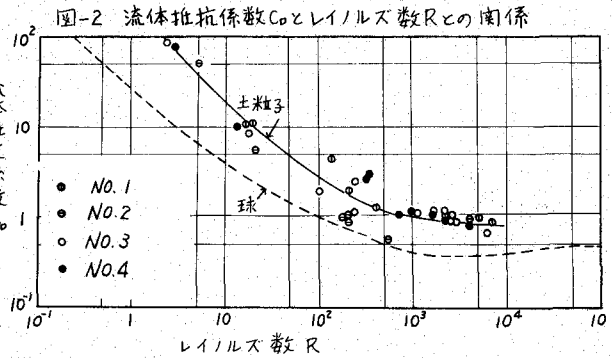


図-3 v と d との関係

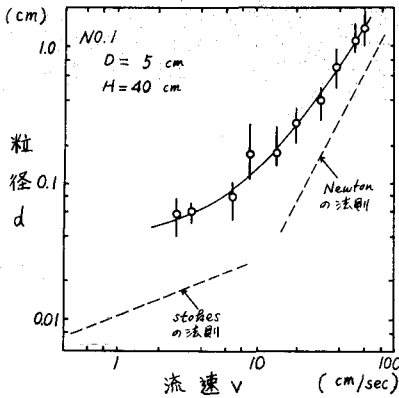


図-4 v と d との関係

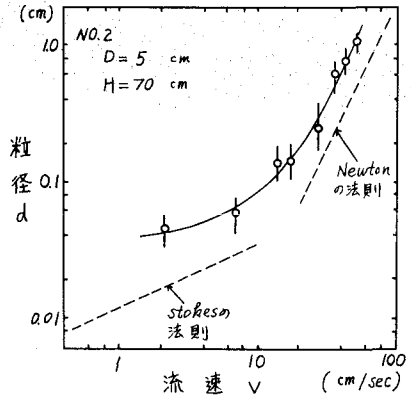


図-5 v と d との関係

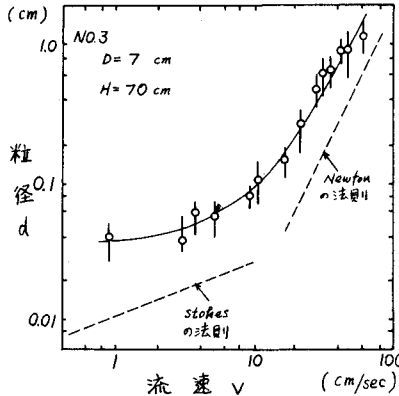
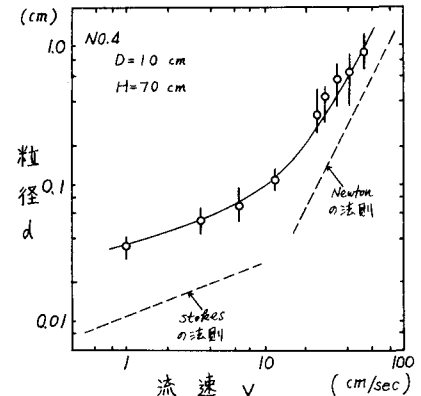


図-6 v と d との関係



きい範囲では球に対する Newton の法則とほぼ同じ勾配で、ただ粒径の大きい関係となり、流速の小さい場合には球に対する関係との差が大きくなるとともに Newton より Stokes の法則と異なり、もっとゆるい勾配の関係になるようである。 D, H の相違による変化などについては今後検討して行きたいと考えている。参考文献 1) 松屋 才藏：土中射出水による土壌改良に関する研究、第21回土木学会年次学術講演会、PP.18-1~18-2、2) 佐々木 昭：岡本哲史：流体力学、PP.213