

捨石粒子群の沈降挙動（その2、瞬間投入された礫石粒子群の沈降拡散特性）

大阪市立大学工学部 正 員 小田一紀
 大阪市立大学大学院 学生員 〇角谷広樹
 大阪市立大学工学部 森吉康雄
 東洋建設(株)技術研究室 正 員 遠藤正男

1. まえがき

本研究は石運船から投入される捨石粒子群の堆積形状を予測する手法を確立することを目的として行うものである。昨年^{1),2)}は単一礫石粒子の沈降挙動と沈降速度について発表したが、今回は多数の礫石粒子（礫石粒子群）を用いた2次元実験を行ない、主として瞬間投入した場合の粒子群の沈降拡散分布特性を明らかにしたので、その結果を報告する。

2. 実験装置と実験方法

1) 実験装置 水槽は三面ガラス張りの鋼製水槽（幅1.5m、長さ1.5m、高さ1.3m）の内部を、塗装した耐水ベニヤ板で仕切り、幅5.5cmの2次元水槽にしたものを用いた。ベニヤ板側面には粒子挙動観測用に縦、横4cm間隔の目盛線をいれた。粒子投入器は底板が5.0cm×4.0cmの矩形で、高さ20.0cmの角筒状のもの（I型投入器）、および底面形状がよび寸法は前者と同じであるが、左右の側板が底面から4.0cm上方まで45°の角度で切上り、その後垂直に立上ったもの（V型投入器）の2種類を用いた。何れの投入器も底板は瞬間的に水平に開くようにしてあるが、I型は片側に、V型は中央から両側に開くようにしてある。どちらかといえば、V型は底部の形状と底板の開き方が石運船のそれに近いといえる。後述するように、粒子の拡散分布を測定するために2.0cm間隔に内部を区切った受け皿（幅5.0cm、長さ100cm、高さ5.0cm）を用い、これを上から吊り下げて任意の深さの位置に設置できるようにした。ただし、流体運動をできるだけ阻害しないように、その底には金網を張った。

2) 粒子材料 粒子材料は前回と同様に、コンクリート用粗骨材に用いられる礫石をふるい分けし、最大寸法が5mm~10mmの範囲のものを用いた。図-1に用いた礫石粒子の形状分布を示す。同図中の矩形に描かれた線は粒子形状の分布特性を表わすために望月³⁾が提案した偏差矩形である。図-2および図-3はそれぞれ粒子群の方形係数¹⁾および重量の頻度分布を表わす。

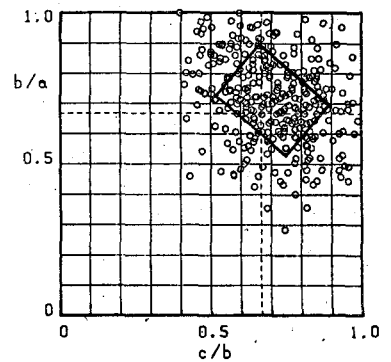


図-1 粒子材料の形状分布

3) 実験方法 投入器は2次元水槽の中央にその底面が水面に接するように設置した。落下途中での粒子の拡散分布特性を調べるために粒子の受け皿の位置を水面下 $d=20\text{cm}$ 、 40cm 、 60cm 、 80cm および 95cm に変化させた。た

だし水深は $h=100\text{cm}$ と一定にした。また投入粒子数の影響を調べるため、表-1に示すCase 1-1からCase 1-4の実験を、また投入器の底部形状の影響を調べるためCase 2-1
 Kazuki ODA, Hiroki KADOYA, Yasuo MORIYOSHI, Masao ENDO

の実験を行った。Case 1 の実験は受け皿の各水面位置ごとに各々 12 回～15 回、Case 2 は 3～5 回繰り返した。同表中の投入時間は底板を開けてから全粒子が投入器から出終るまでに要する時間を表わす。

表 1

CASE	総重量	個 数	投入時間
1-1	24 gf	28~35	0.1 (sec.)
1-2	50 gf	56~65	0.1
1-3	90 gf	110~135	0.1
1-4	150 gf	182~216	0.1
2-1	150 gf	196~204	0.3

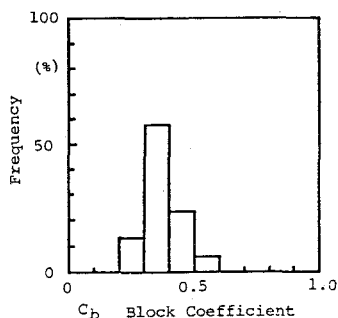


図-2 方糸係数の頻度分布

3. 実験結果とその考察

図-4 は Case 1-2 で $d = 80 \text{ cm}$ の位置に受け皿を設置したときの各所に堆積した粒子数の分布 (15 回投入データの総計) を表わしており、これは近似的に $d = 80 \text{ cm}$ の位置にある水平面を通過する粒子の個数の分布と考えられる。図-4 は実験結果の一例を表わしたものであるが、投入粒子数や水面下位置あるいは投入器底部形状の相異にあまり関係なく、他の場合もほぼ同様な分布を示し、通過粒子数の確率分布は正規分布にかなり近いことを示している。図-5 によればこの個数分布から求めた標準偏差 σ と受け皿の水面下位置の平方根 $\sqrt{d}$ の関係は向れの場合もかなり強い線型性が認められ、単一粒子のちろばりについて箭内⁴⁾が見出した $\sigma \propto \sqrt{d}$ の関係が粒子群の沈降拡散特性においても成り立つことがわかる。図-5 に示した Case 1 シリーズの実験結果から σ と $\sqrt{d}$ の関係を表わす比例定数を求め、投入粒子数との関係を表わしたものが図-6 であるが、両者に明瞭な直線的関係が認められる。図-5 に示したように U 型投入器の場合は投入時間が I 型投入器よりも長いので粒子のちろばりは若干小さくなるようである。

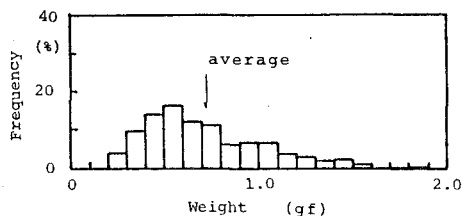


図-3 粒子重量の頻度分布

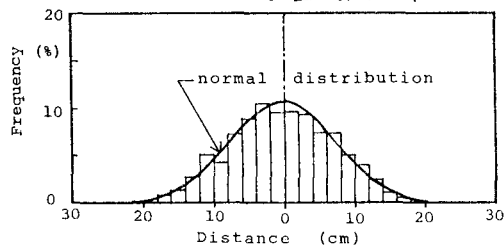


図-4 通過粒子の個数分布

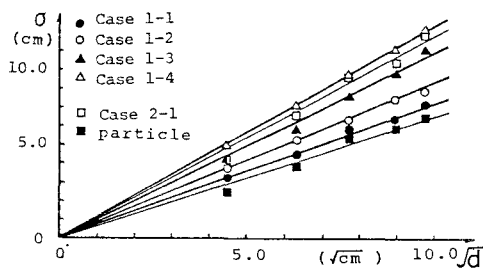


図-5 σ と $\sqrt{d}$ の関係

参考文献

- 1) 小田・角谷・遠藤：礫石粒子群の沈降挙動 (その 1, 沈降礫石の抵抗係数), 建築関西部年講集, 昭和 57 年 6 月
- 2) 小田・角谷・遠藤：礫石粒子の沈降速度, 土木学会全国大会講集, 昭和 57 年 10 月
- 3) 望月：粒子の形状特性, 未発表 (大阪立大学)
- 4) 箭内：砂および礫の水中落下の散らばりに関する研究—静水中における場合—, 土木学会講義集, 第 69 号 pp. 51~57, 1960.

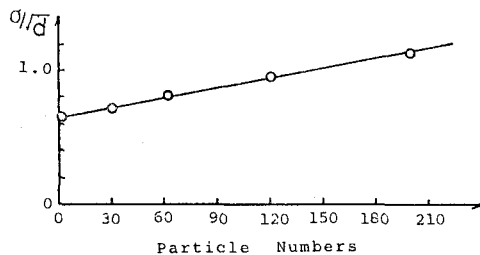


図-6 $\sigma/\sqrt{d}$ と投入粒子数の関係