

防衛大学校 正員 木暮 敬二

1. まえがき

建設資材としての自然の砂・砂利に対する需要が大きく、それらの材料が不足の状態にあることは周知のとおりである。そのため自然の砂・砂利に代って多量の碎石が用いられている。従来、碎石の利用は主としてコンクリートやアスファルトなどの骨材としてであった。しかし、将来においては砂・砂利に代わる透水性材料としての碎石の利用が十分に考えられる。コンクリートなどの骨材としての碎石の利用については、かなり研究が行なわれているように思われる。しかし、透水性材料としての性質に関してはほとんど研究されていないのが現状である。本報告は碎石中の水の流れの基本的な性状を明らかにすることを目的として実施した碎石の透水試験の結果を示したものである。すなわち、碎石中の水の流れの層流と乱流の境界、乱流域における流れの基本的な性状について考察したものである。

2. 試料および実験方法

本実験に用いられた5種類の碎石試料の粒度分布はFig. 1に示されている。これらの碎石試料はフルイ分けによって同一碎石から分けされた。

透水試験に用いられた装置の概要はFig. 2に示されている。いわゆる定水位型のものであり、透水円筒はアクリル樹脂製であり、その内径は4.6 cmである。碎石試料は透水円筒内に同ゲキ比0.74で充填された。実験は水頭差 h を変化させて行なわれた。

3. 実験結果と考察

動水傾度と平均流速との関係がFig. 3に示されている。各試料とも、動水傾度がある値より小さい範囲においては、動水傾度と流速とはこう配が1の直線関係にあり、碎石中の流れは層流であることがわかる。この動水傾度の範囲においてはダルシー則が適用できよう。一方、動水傾度がある値以上になると、直線関係のこう配は1より大きくなり、乱流状態になることが認められる。いまこの境界の動水傾度を限界動水傾度 i_c とすると、 i_c は約0.05~0.5であり、試料によってその値が変化していることがわかる。

限界動水傾度 i_c と各碎石試料の10%径 D_{10} との関係がFig. 4に示されている。Fig. 4の関係が直線によって表わせうと仮定すると、本実験の範囲内について次の関係を示すことができる。ただし、 D_{10} の単位はcmである。

$$i_c = 0.012 D_{10}^{-0.86} \quad (1)$$

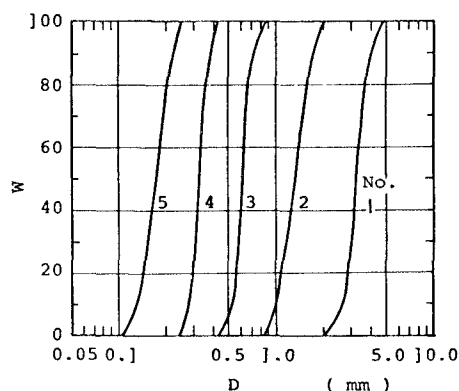


Fig. 1 供試碎石の粒度分布

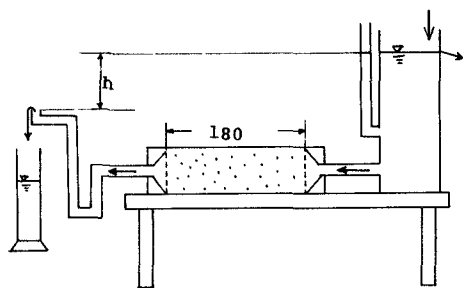


Fig. 2 透水試験装置の概略図

10%径を用いて求めた限界流速時のレイノルズ数(限界レイノルズ数 R_c)と D_{10} との関係がFig. 5に示されている。 R_c は約0.05~4.5までにあたり、一定の値とならず試料によって変化していることがわかる。

Fig. 5 の関係は次のように表わすことができる。

$$R_c = 32 D_{10}^{1.6} \quad (2)$$

Fig. 3 に示したように i_c 以下の動水傾度においては
 層流であることがわかった。
 層流域での透水係数 k と D_{10}
 との関係が Fig. 6 に示され
 ている。この直線関係は

$$k = 21 D_{10}^{1.3} \quad (3)$$

と求められ、碎石においては、 k
 は D_{10} の 1.3 乗に比例していること
 がわかる。

乱流域では v と i との関係は一
 般に $v^2 = n i$ で与えられる。

n は乱流係数、 n は乱流指数であ
 る。この関係は v と i を両対数紙
 上にプロットすると直線になるこ
 とを示しており、直線のこう配と
 して n が求められる。 n は v, i, n
 を知ることによって求められる。
 本実験においては、 n は各試料につ
 いてほぼ一定であり、 $n = 1.35$ をう
 ることができる。計算された n と D_{10} との関係が Fig. 7 に示されている。

Fig. 7 の関係は次のように表わす。

$$n' = 17 D_{10}^{1.5} \quad (4)$$

したがって、碎石中の乱流に対する平均流速を表わす式として次の関係
 がえられる。

$$v = 8.0 D_{10}^{1.1} i^{0.74} \quad (5)$$

4. あとがき

碎石中における水の流れについて、層流と乱流との境界、層流・乱流
 域での流速などについて、その基本的な性状を実験的に明らかにして
 きた。動水傾度をさらに増加させた場合、あるいは粒度分布の傾向が異なる碎石についてはさらに検討を加え
 ていく必要がある。

参考文献・松尾、木暮 碎石の透水性に関する実験、土と基礎、18巻 2号

