

室蘭工業大学 正員 穂積 準
日本コンクリート 正員 橋本 正利

1. はじめに

前報¹⁾において、筆者らは次降分析により原水とろ過水中の懸濁粒子の粒度分布を求めることによって、抑留濁質の砂層からはく離流出量を半定量的に求め得ることを示した。また、抑留濁質のはく離現象に及ぼすろ過速度の影響について若干の知見を報告した。本報告では、均一粒径の砂粒子によってろ層を構成し、その粒径を変化させた場合の抑留濁質のはく離現象について述べることにしたい。

2. 実験方法

実験は内径10cmのアクリル製円筒に均一粒径の砂を厚さ5.2cmに充填し、逆流洗争を施した砂層を用いてろ過速度を120 $\frac{\text{cm}}{\text{hr}}$ に固定して行なった。原水としては濁度20ppmのカオリン懸濁液に硫酸アルミニウムを9ppm添加し、pHを6.9〜7.1に調整したものをを用いた。実験手順は次のようである。(1)混和槽から内径10cm、高さ50cmのアクリル製次降筒に供試原水を採水し、次降分析を行なう。(2)供試原水を連続的にろ過筒に送り、ろ過を開始する。(3)所定時間間隔毎にろ過水を次降分析筒に採水し、次降分析を行なうと共にろ過水濁度と損失水頭を測定する。

3. 実験結果と考察

図-1、2はそれぞれ砂粒径を変化させた場合のろ過継続時間に伴うろ過水濁度と損失水頭の変化を示したものである。ろ過水濁度はろ過継続時間とともに小さくなり、2〜6時間間で最小値を示し、その後徐々に大きくなり、砂層の濁質抑止能力は次第に失われてゆく。抑止能力は当然のことながら砂粒径の大きい程小さく、ろ過水濁度の最小値の発現時間も早くなる。損失水頭は、砂粒径の大きい場合にはろ過継続時間とともに直線的に増大し、砂粒径が小さくなるにつれて上に凹の曲線状に増大してゆくが、損失水頭がろ過継続期間中に突然急激に変化する現象はみられない。これは損失水頭に急激な変化を与えるような砂層空隙率の変化が生じていないことを示すものである。つまり、図-2からはそのような変化を引き起す大規模な抑留濁質のはく離現象は認められない。図-3は、図-1の結果を図積分して求めた抑留濁質量の累加曲線を示したものである。

図-3は、原水及びろ過水中の懸濁粒子の粒度分布を砂粒径0.50〜0.60mmの場合を例として示したものである。この場合の粒度分布は次降分析により得られた次降速度分布及びStokesの次降速度式とGemmellの密度因数を用いて求めたものである。本実験における原水中には10 μ 未満の粒子が76%、10〜50 μ の粒子が24%含まれ、50 μ 以上の粒子は存在しない。ろ過継続時間4時間では、懸濁粒子が砂層に抑留されるのでろ過水中の各径の粒子の存在量は減少し、また、50 μ 以上の粒子は発現しないが、ろ過継続時間8時間では、原水中に存在しない50 μ 以上の粒子が出現し、抑留と同時にはく離が生じていることを示している。さらに、ろ過が進行すると、50 μ 以上の大径のはく離粒子量は次第に増加してゆく。それぞれの砂粒径についてろ過継続時間に伴う

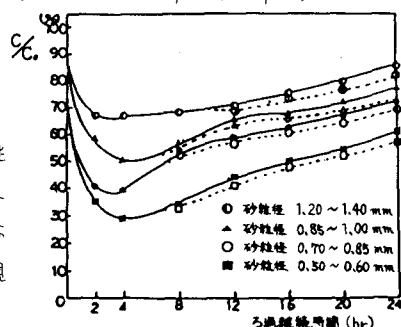


図-1 3過水濁度の経時変化

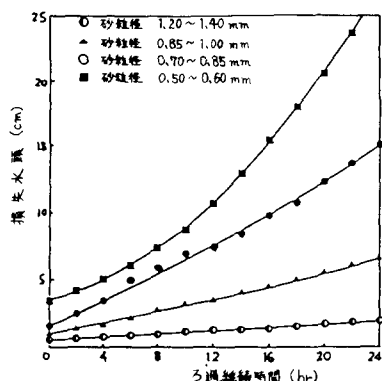


図-2 損失水頭の経時変化

はく離量の変化を求め、これより各ろ過継続時間における累加はく離量を求めると図-4 のようである。また、図-1 の結果を回積分して各ろ過継続時間における濁質抑留量の累加を求め、これと累加はく離量の関係を示すと図-5 のようである。濁質抑留量がある一定の値に到ってはく離が生じ、それ以後、累加はく離量は抑留量の増大とともに曲線的に増大してゆく。また、はく離量は同一抑留量においては砂粒径の大きい程大きくなっている。

ここで、はく離量と抑留量の数量的関係について検討してみる。図-5 の結果及びろ過速度を変化させた場合の結果から、両者の関係は次式で表わされるものと考えられる。

$$y = a(\sigma - \sigma_0)^n \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 y ；累加はく離量、 σ ；累加抑留量、 σ_0 ；はく離開始時点の抑留量、 a, n ；条件によって異なる係数。式中の係数 a, n を決定するためにはあらかじめ σ_0 を知る必要があるが、実験結果から正確な σ_0 を得ることができないので、便法として $4y_1 = 4y_2 = 4y_3$ を満足する任意の3点を選んで σ_0 を求め、図-5 の結果と照合して妥当な σ_0 の値を決定した。 σ_0 の決定後、

式-(1)を直線表示し、ニ水に最小二乗法を適用して係数 a, n を求めた。このようにして求めた各砂粒径における σ_0 及び a, n を示すとそれぞれ図-6 及び図-7 のようである。 σ_0 は砂粒径が大きくなるにつれ漸減し、粒径0.85~1.00 mm と1.2~1.4 mm ではほぼ同じ値を示す。係数 n は粒径によらず概略1.5の一定値を示し、一方、係数 a は砂粒径の増大とともに直線的に増加してゆく。したがって、はく離量は $(\sigma - \sigma_0)$ の3/2乗に比例し、はく離量に及ぼす砂粒径の影響は σ_0 と a の変化として表わされるものと考えられる。特に、砂粒径の係数 a に及ぼす影響は大きいものと考えられる。

4. あとがき

砂粒径のみならず、ろ過速度、凝集剤注入率等のはく離現象に及ぼす影響についてさらに検討することとした。最後に、本研究を行なうにあたり大工信也、原敬治両君の協力を得たことを付記し、感謝の意を表したい。

<引用文献> 1) 徳橋、橋本、第37回年講、II-56, 1982.10, 2) 徳橋、橋本、北海道支那文報告集、第40号、II-16, 1984.2

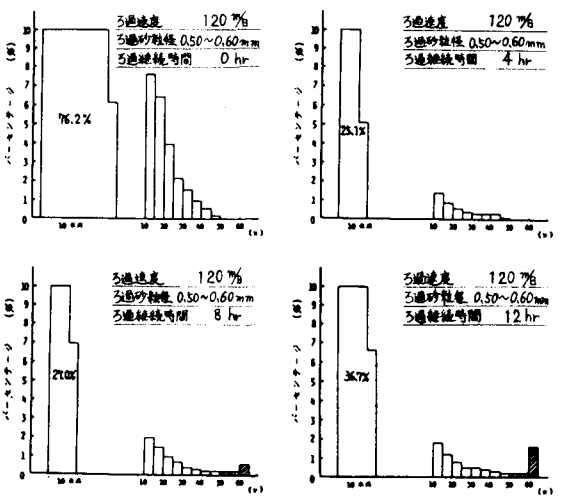


図-3 原水とろ過水の粒度分布

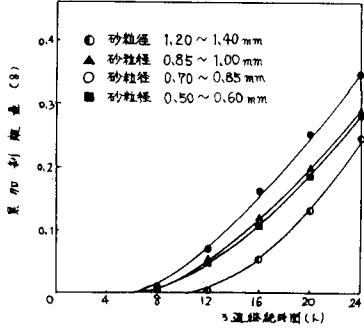


図-4 はく離量の経時変化

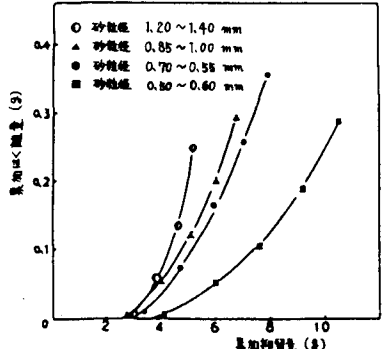


図-5 はく離量と抑留量の関係

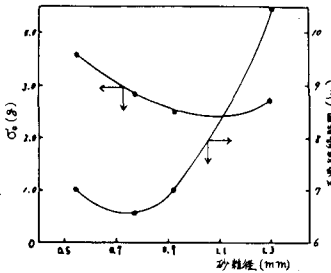


図-6 σ_0 及びはく離開始時間と砂粒径の関係

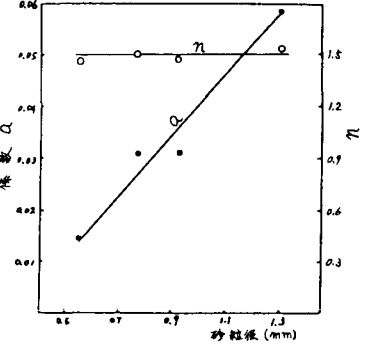


図-7 a, n と砂粒径の関係