

急速砂濾過における砂層損失 水頭の変化について

九大工学部 助教授 荒 木 正 夫
" ○ 仲 山 雄 之 助
" 篠 原 紀

当教室衛生工学研究室で行なつた急速砂濾過実験から表記の資料を提出し、若干の検討結果を報告する。

1. 実験設備、方法等の概要

1) 未濾水の調製 原水(工学部水道水)にカオリン10 ppmを加えて濁度10度を与えた後、硫酸アルミニウム10~16 ppmを単独で又は活性シリカ2 ppmを併用して添加し凝集を起こさせた。添加量は実験毎に予めジャータストを行なつて決定したものである。

2) 濾過槽 内径100 mmの透明塩化ビニール管を用い、砂層の厚さは65 cm、砂利層の厚さは50 cmとした。砂層表面下5 cmの所から10 cm毎に枝管を取り付け、各砂層深さにおける水圧を測定出来るようにした。砂面上の水深は1.2 mとした。

3) 濾過砂 茨城県高萩産の砂を用いて、有効径0.45、0.55、0.65及び0.75 mmの4種、その各々について均等係数1.7及び1.2の2種、合計8種類を作成した。

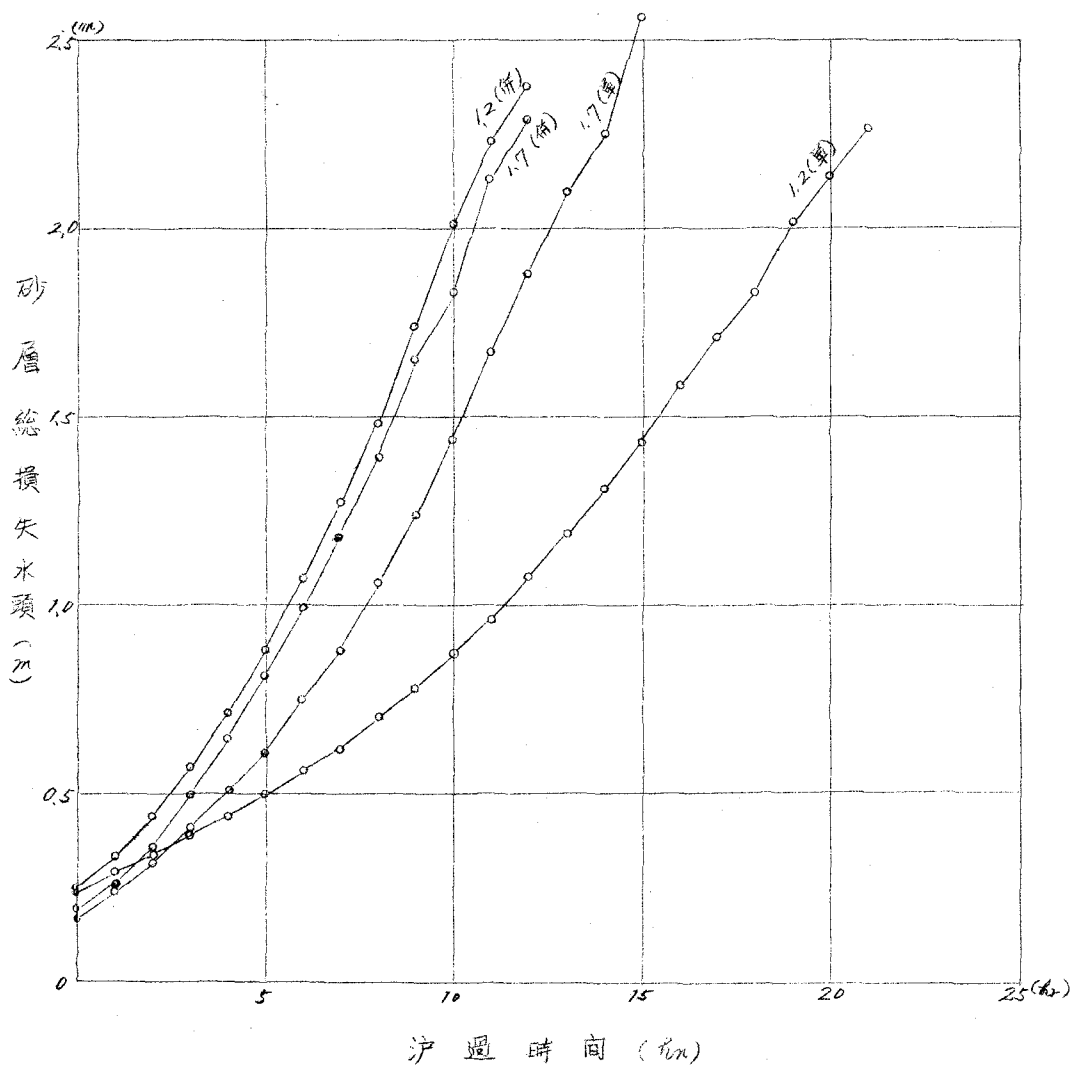
4) 濾過速度は80、120及び180 m/dayとした。

2. 結果とその検討

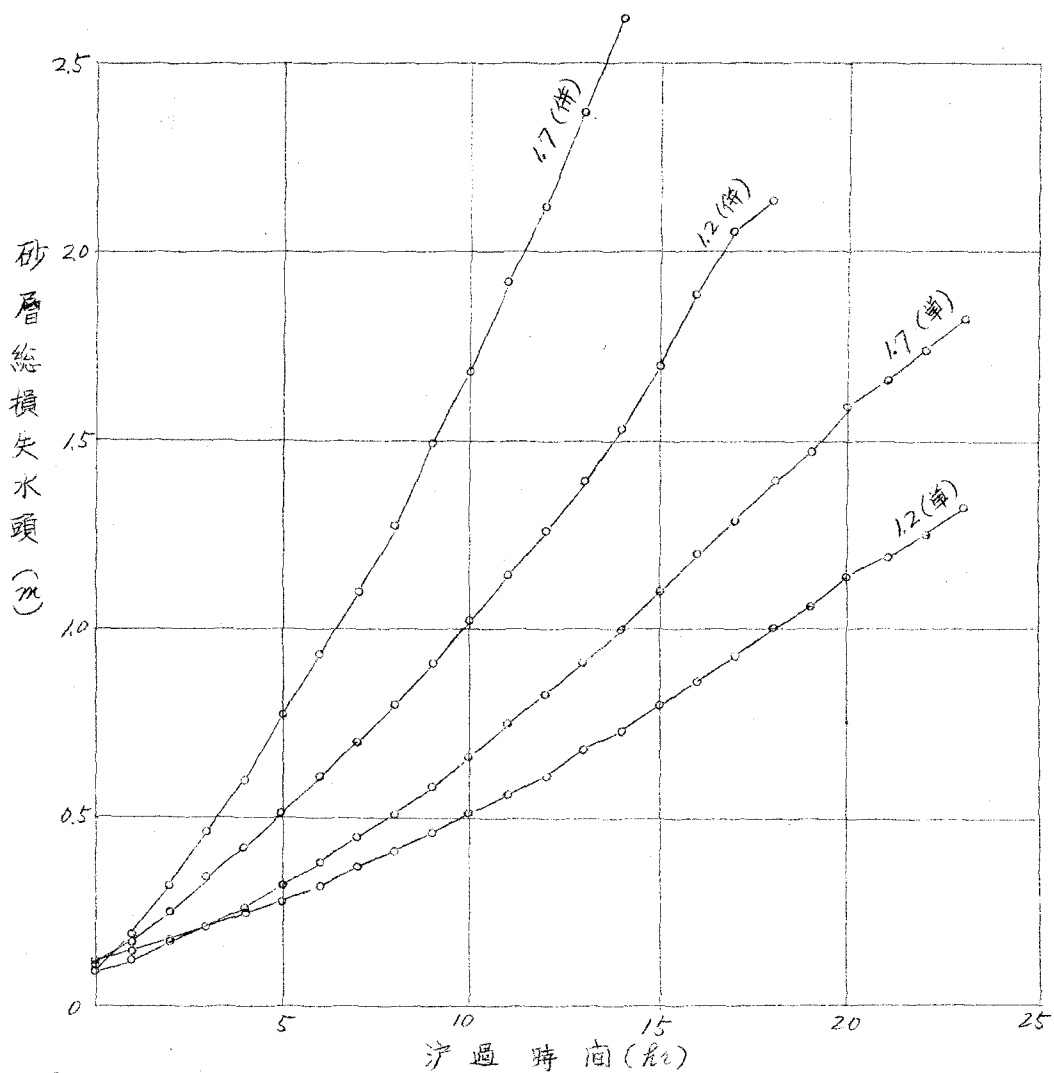
1) 砂層総損失水頭

砂層総損失水頭の濾過時間による変化を有効径別に示すと第1~4図のように何れも単調に増加する曲線となる。第4図の均等係数1.7、活性シリカ併用の曲線で濾過開始後14時間の所に急激な減少が見られるが、これは水圧測定用ガラス管の破損によつて生じたものである。濾過継続中に濾層の損傷に起因するような損失水頭の減少が起り、活性シリカ併用の場合特に多く現われるとの報告もあるが当実験ではそのような事は全く見られなかつた。

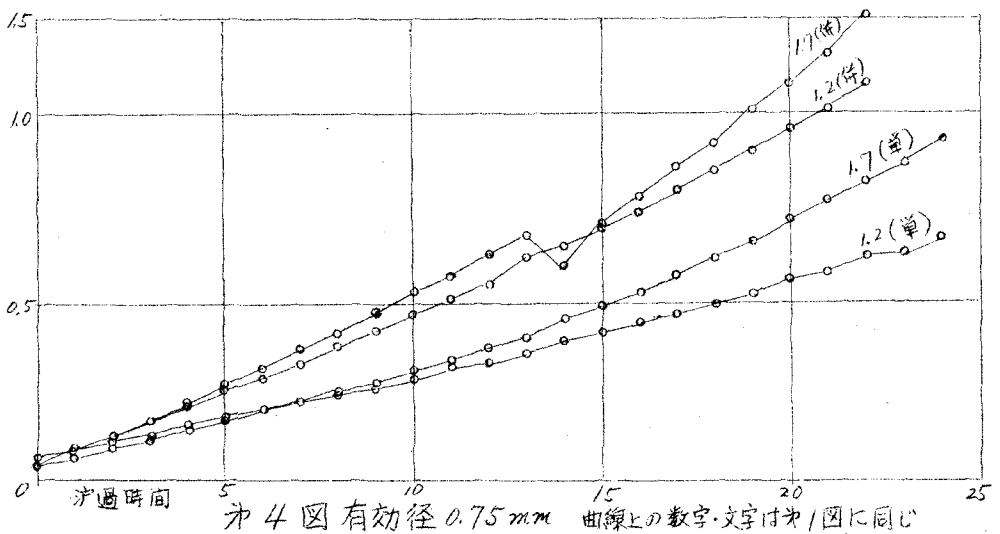
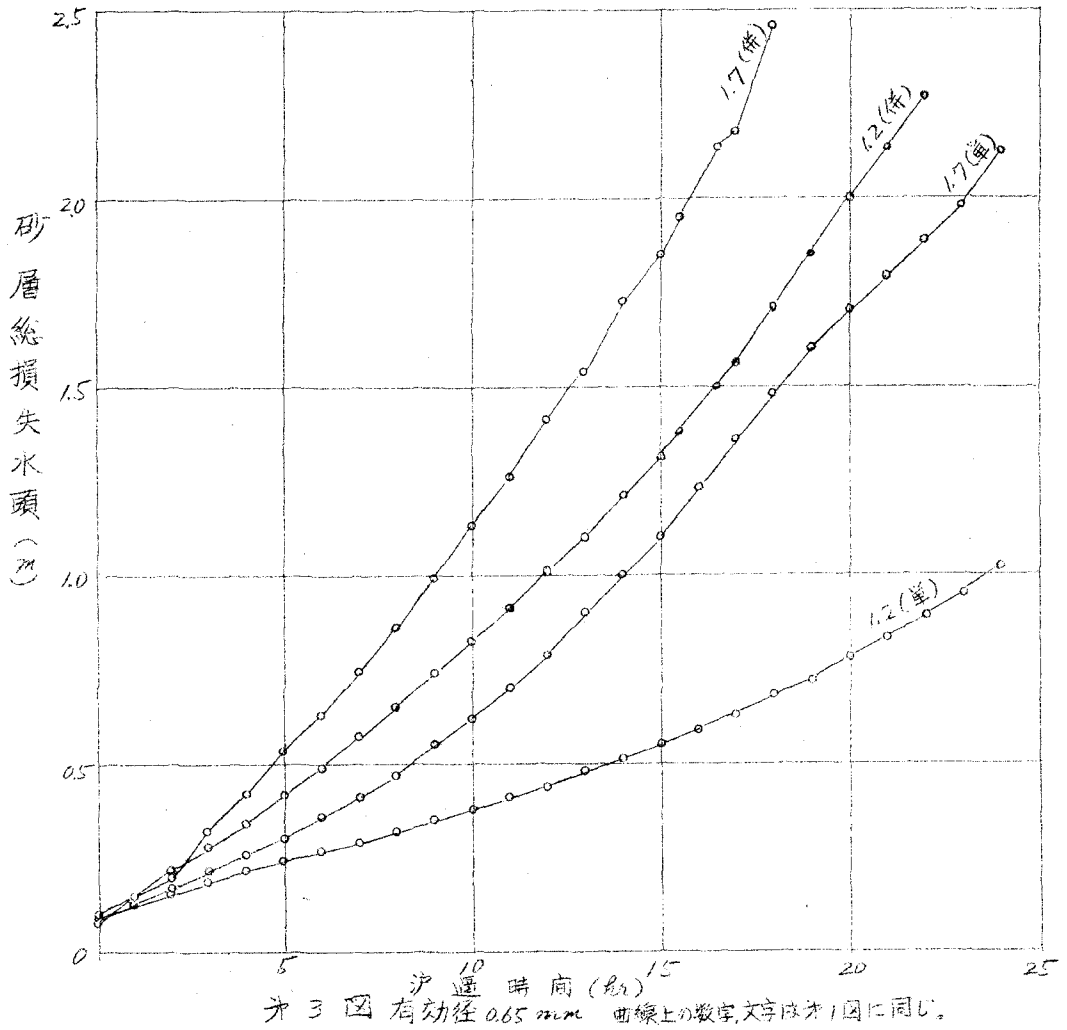
急速砂滲過における砂層損失 水頭の変化について



才 1 図 有効径 0.45 mm 曲線上の数字は均等係数(併)(単)は
 夫々活性シリカ併用及び硫酸アルミニウム単独使用



第2図 有効径 0.55 mm 曲線上の数字、文字は
 第1図と同じ



図から明らかなように活性シリカを併用すると、硫酸アルミニウム単独使用の場合に、比して著るしく砂層総損失水頭が増加し、従つてそれが一定の値に達する迄の時間は短縮される。これは砂の有効径や均等係数に関係なく現われており、活性シリカ併用の場合に生ずるフロックが特に大きい粘着性を持つているためであると考えられる。砂層総損失水頭が2.5 mに達するまでの時間を測定又は推定して濾過時間短縮率：

$$\left[\frac{(\text{硫酸アルミニウム単独使用の場合の時間}) - (\text{活性シリカ併用の場合の時間})}{\text{硫酸アルミニウム単独使用の場合の時間}} \times 100 \right]$$

を概算すると略30～45%となる。

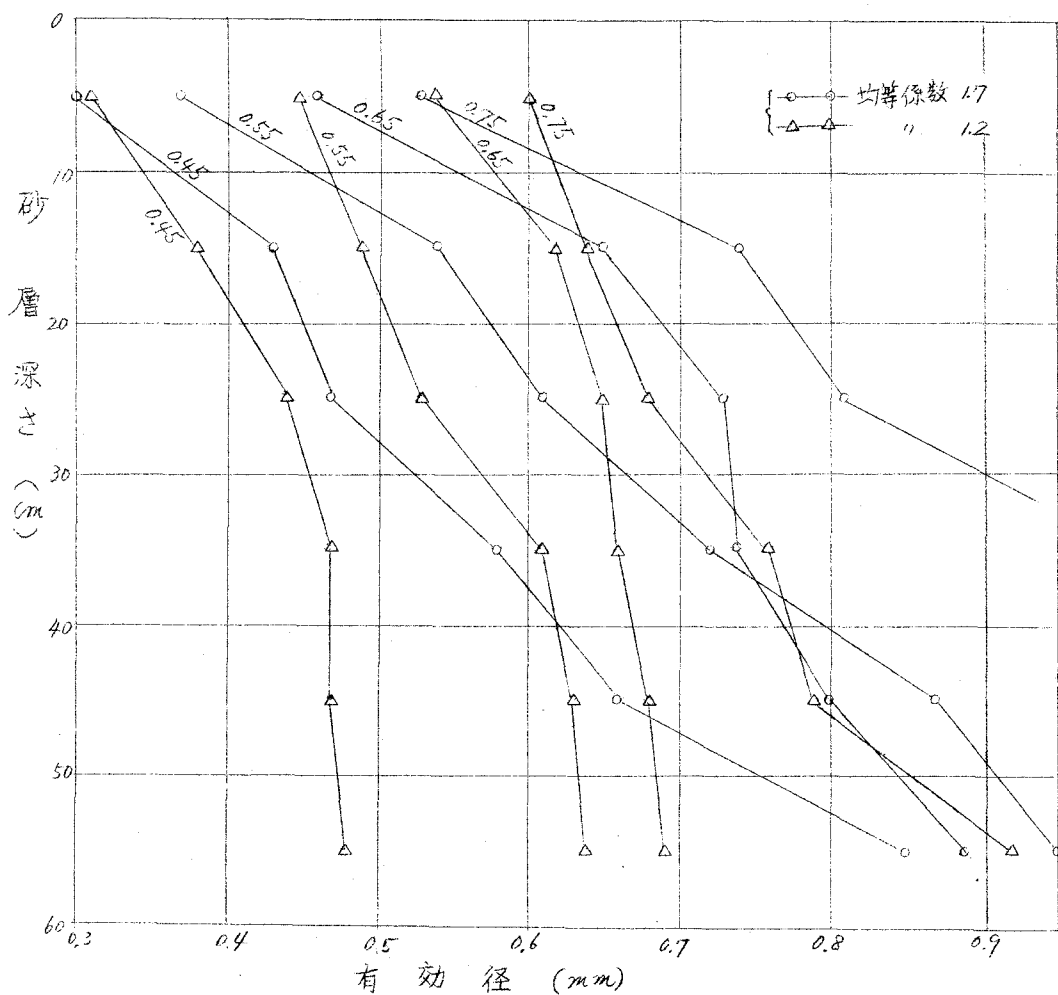
活性シリカの特徴は凝集沈澱に対する著るしい効果にあり、当実験では沈澱池を使用していないので、上述の結果から直ちに活性シリカ併用の当否を論ずる事ができないのは勿論であるが、その一つの弱点であると云う事はできよう。

第1～4図は又、同一有効径の場合、均等係数大なる砂を用いた時に損失水頭が大きくなり、従つて濾過持続時間が短縮される事を示している。これは均等係数が大きい程、砂の粒径のばらつきが大きく、逆流洗滌によつて砂が成層された場合に表層部に、より小さい砂が集まる為であると思われる。第5図は成層された砂層を10cm毎に分けて取り出し、それぞれについて篩い分け試験を行なつた結果であるが、表層部における砂の粒径が、均等係数大なる場合に小さい事が確かめられる。

又、有効径0.45mmの砂では表層部の砂の粒径の差異が極めて小さいため、深部の砂の効果により強く表われて第1図、曲線1.2（併）、1.7（併）のような逆転をもたらすものと思われる。

第1～4図および第5図から有効径のみについて比較すると、当然有効径小なる程砂層総損失水頭は大きくなる。

濾過速度が砂層総損失水頭に及ぼす影響は第6および7図に示されている。即ち濾過速度が大なる程、損失水頭は大きい。これは単位時間に濾過槽に流入するフロックの量が增大する事によるものである。濾過時間の短縮が急速砂濾過にとつて不利である事は云う迄もないが、この場合にはむしろ濾過速度増加の割合に比して時間短縮の度が小さい事に注目したい。第7図から濾過速度120 m/dayと180 m/dayの場合を例にとれば、損失水頭値2.5 mに達するまでの時間は后者が約1.5時間短かいが、濾過水量は約1.4倍となる。従つて濾水の水質等を考慮に入れて、現行の濾過速度基準100～150 m/dayをさらに大きくする可能性を追求する必要がある。



第5図 砂の砂層深さ別 篩い分け試験結果
 曲線上の数字は有効径

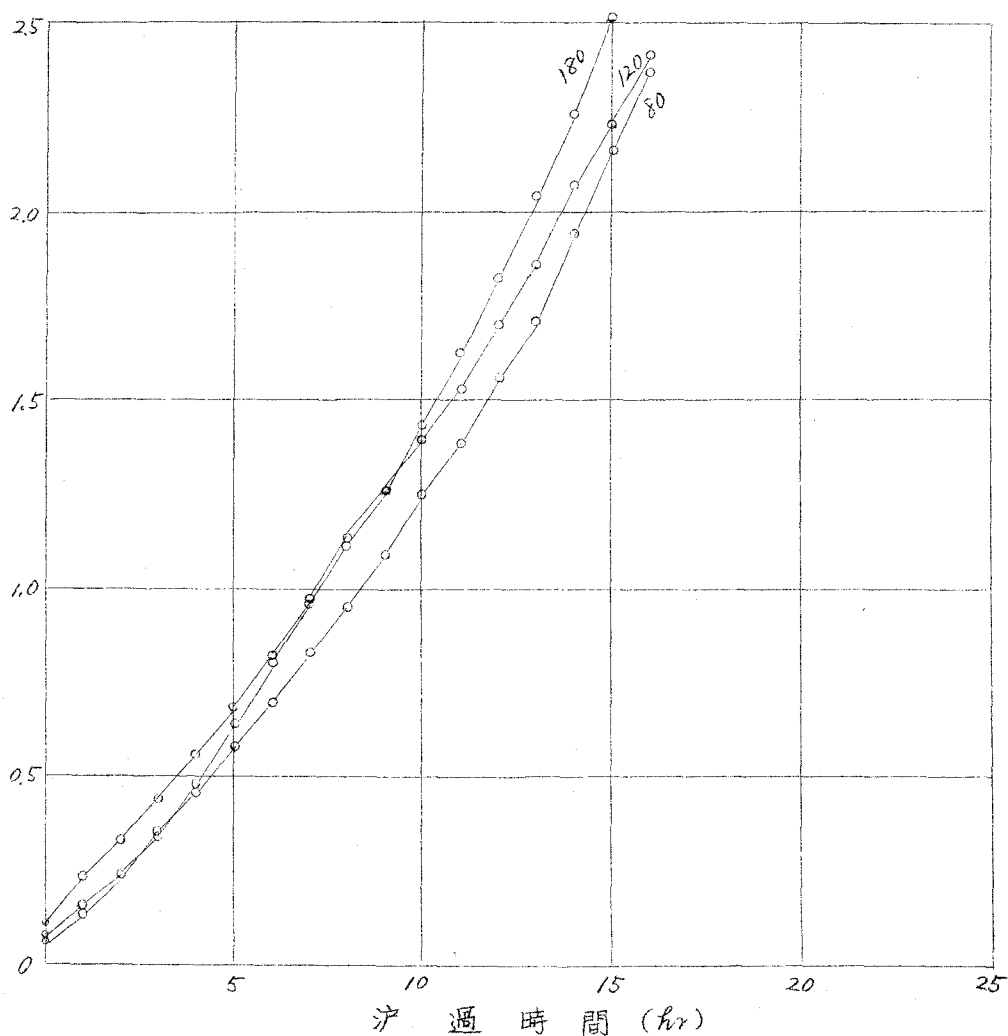


図6. 有効径 0.55 mm, 均等係数 1.7.

曲線上の数字は透過速度 (m/day)

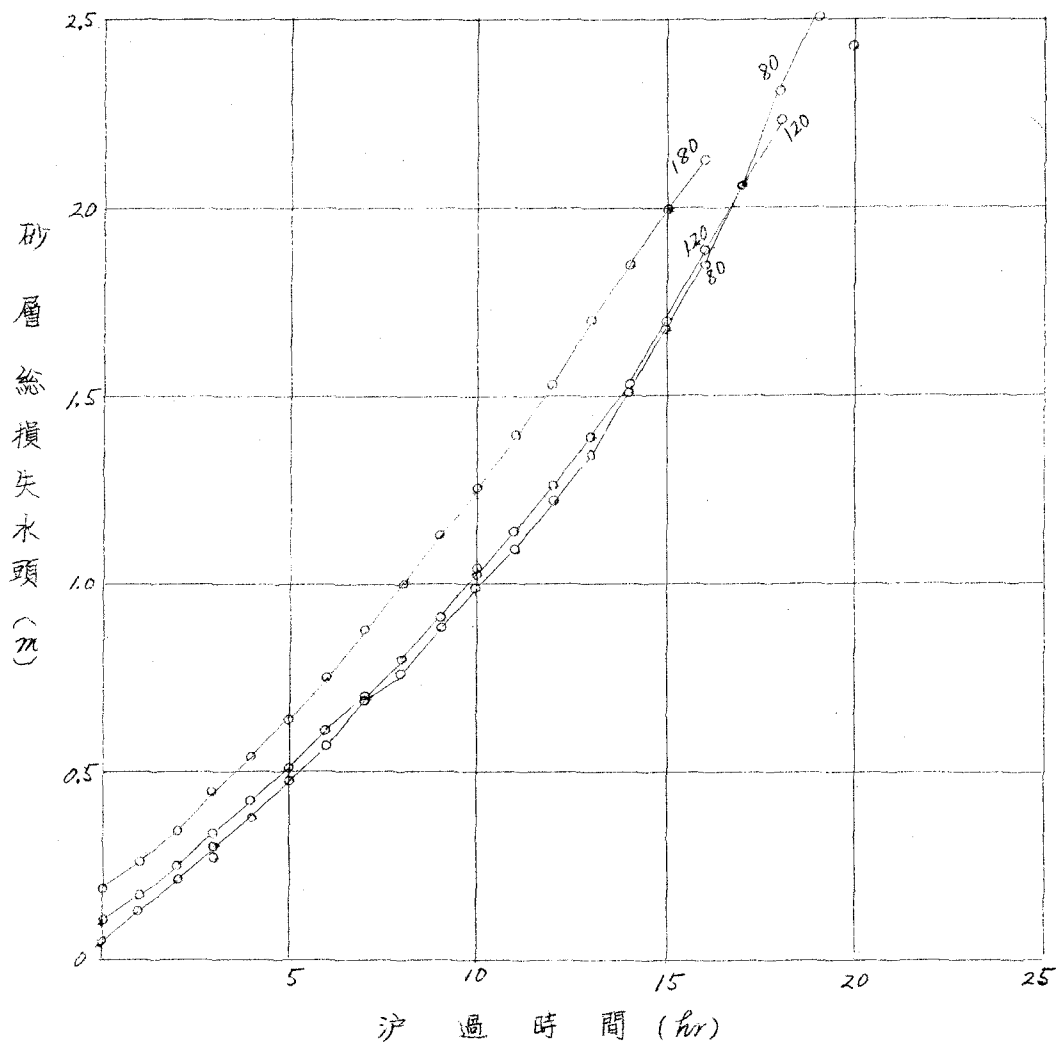
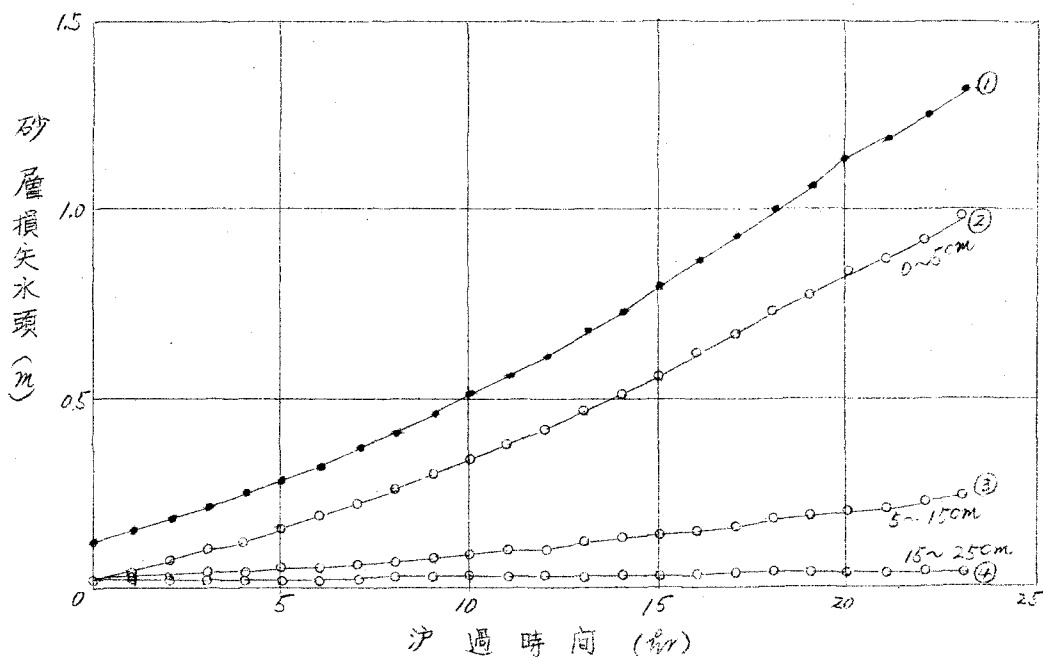


図7. 有効径 0.55 mm , 均等係数 1.7 .
 曲線上の数字は滲過速度 (m/day)

2) 表層部の損失水頭

先にも述べたように急速砂濾過では砂層の送流洗滌を行なうために、細かい砂が表層に、粗い砂は下層に集まるように成層されている。従つて濾過の際の損失水頭の大きさ、砂層の閉塞の程度はその層の深さによつて異なってくる。第8図は総損失水頭と各砂層深さごとの損失水頭を例示したものであるが、これによると、時間の経過と共に15～25cmの深さの砂層でも若干の損失水頭増加が見られ、この深さまでフロツクが侵入して来て閉塞が起こつている事を示している。しかしながら表層部の損失水頭に比して、これら下部の値ははるかに小さい。従つて急速濾過においてはフロツクによる閉塞が大部分表層に集中しており、濾過の上で果たす役割りも表層部が最も大きいと云えよう。

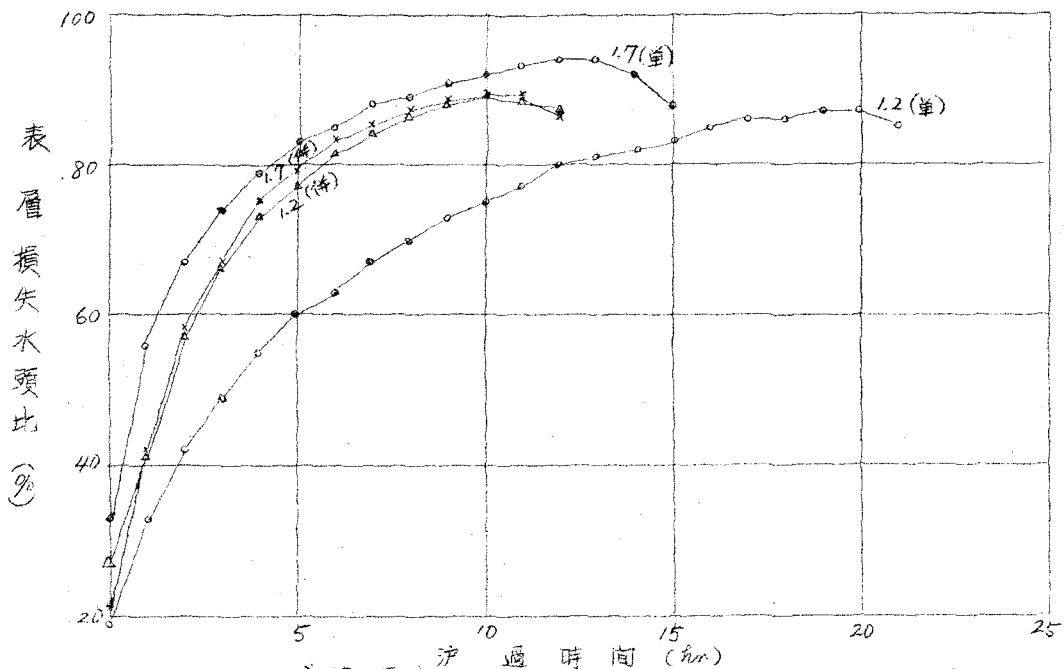
$$E.S = 0.55; \mu, C. = 1.2 (\text{単})$$



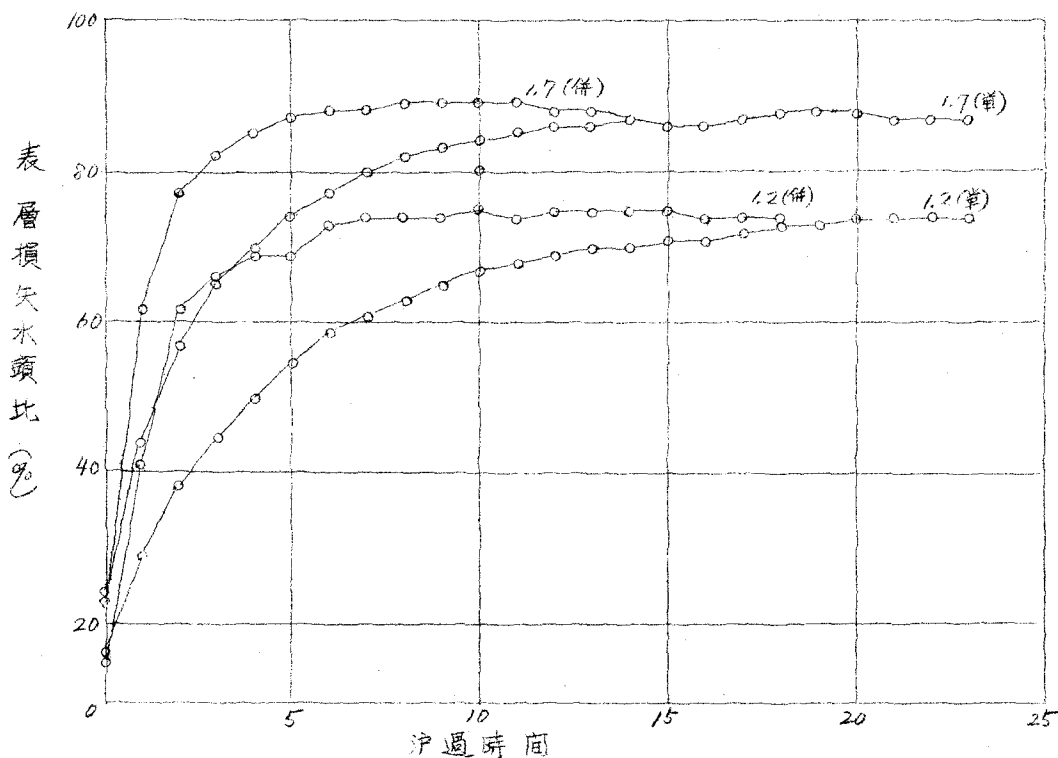
第8図 砂層総水頭と砂層深さ別損失水頭(有効径0.55mm
均等係数 1.2)

①砂層総損失水頭 ②～④砂層深さ別損失水頭

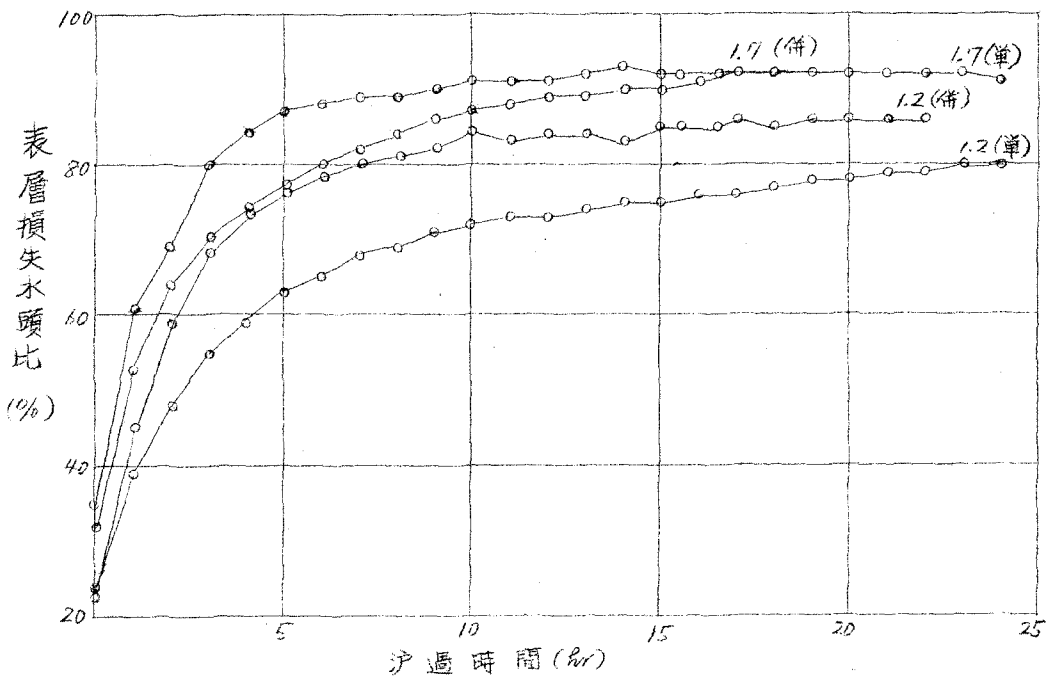
この事をさらに明らかにするために、表層部(0～5cm)の損失水頭の砂層総損失水頭に対する割合いを百分率で表わし(以下、表層損失水頭比とよぶ)、その時間的变化を第9～12図に示した。



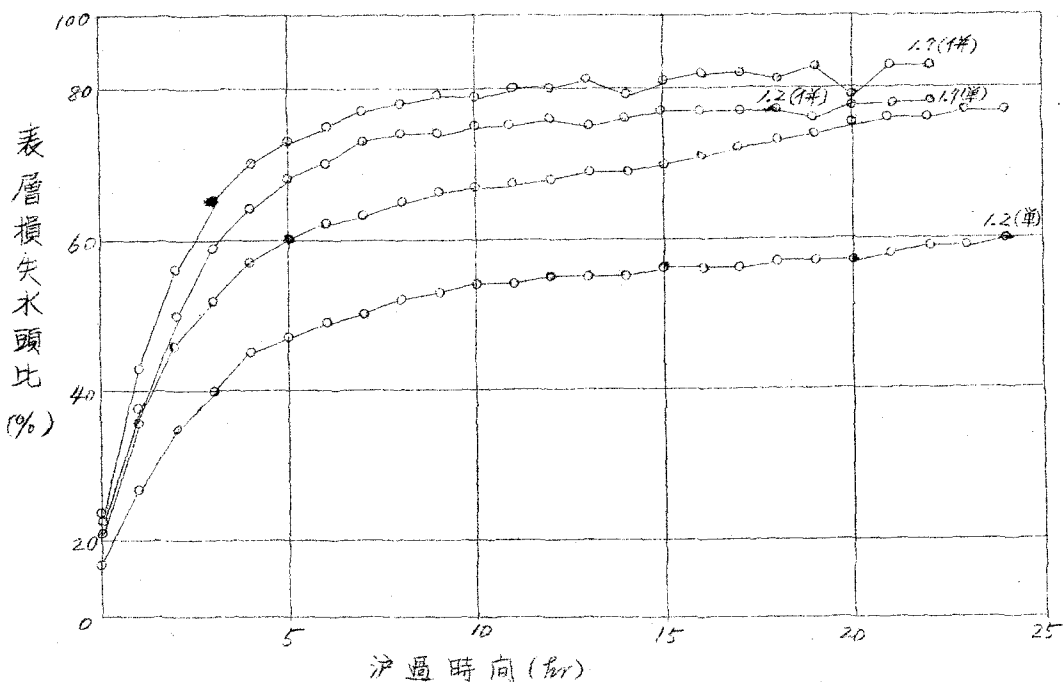
第9図. 有効径 0.45 mm. 曲線上の数字, 文字は第1図に同じ



第10図. 有効径 0.55 mm. 曲線上の数字, 文字は第1図に同じ



才11図. 有効径 0.55 mm. 曲線上の数字、文字は才1図に同じ



才12図. 有効径 0.75 mm. 曲線上の数字、文字は才1図に同じ

表層損失水頭比は何れも濾過開始と共に急激に増加し、ついである極大値に向つて勾配を緩めながら増加する。

同一有効径の砂では均等係数が大きい程、表層損失水頭比が大きく、表層へのフロックの集中度が高い事を示している。

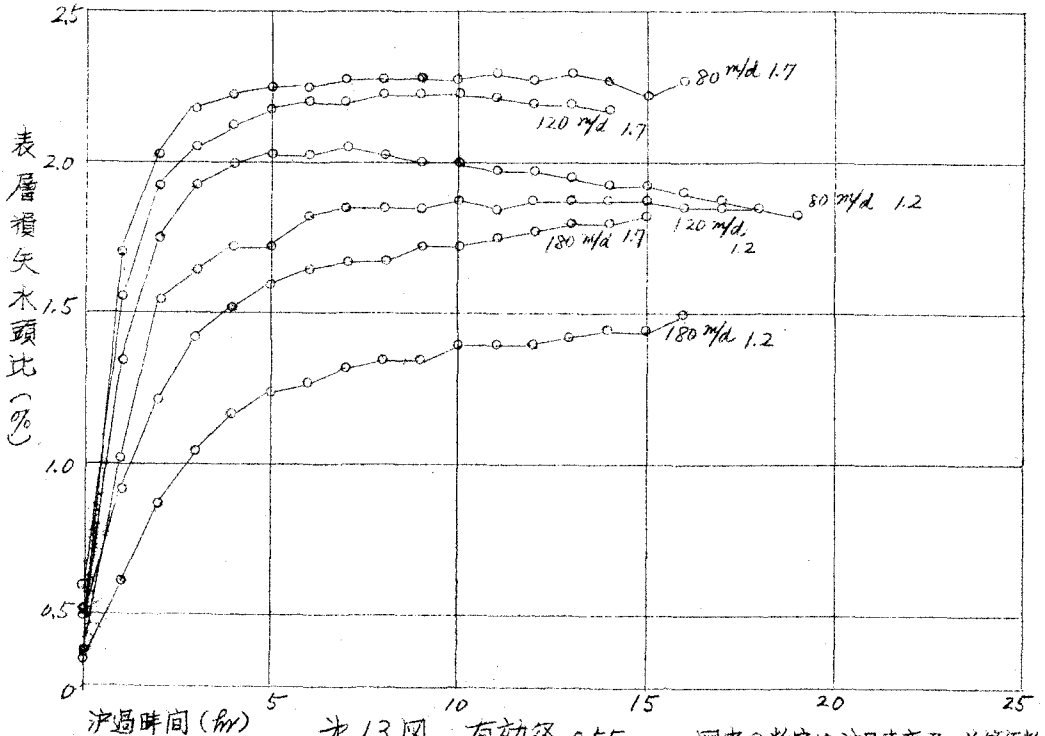
有効径が小さい砂では極大値に続いて直ちに表層損失水頭比の減少が起こり、表層部が短時間で完全に閉塞され、それ以後は、より下層へのフロック侵入が強まる事を示している。

有効径が大きくなると極大値が可成り長時間持続するようになり、表層部に保持されるフロック量と下層へ放出される量との間に平衡状態が成立していると考えられる。

有効径が大きく、均等係数が小さい砂では表層損失水頭比は増加を続け、表層部のフロック保持容量が大きい事を示している。しかし、表層損失水頭比の値は小さくなる。

活性シリカの併用は極大値を変化させず、極大値に達するまでの時間を短縮する。

第13図に示すように濾過速度が大になると表層損失水頭比は小さくなり、フロックが下層へ分散している事を示している。従つて大なる濾過速度を採用する場合は、砂層の厚さを増大させる事が必要であらう。



第13図。有効径 0.55 mm。図中の数字は濾過速度及び均等係数

表層砂層損失水頭比一時間曲線は指数係数に類する形をもっている。現在この実験式を検討中である事を附記して置く。

3. 要 約

- 1) 活性シリカを併用すると、そのフロツクの濾過槽流入が砂層総損失水頭を増大させ、濾過時間を短縮する。
- 2) 均等係数は大きい程、又有効径は小さい程、砂層総損失水頭は大となる。これは主として表層部に集中した細砂のためである。
- 3) 濾過速度を大きくすると損失水頭の増大にもかかわらず尚濾過水量の点で有利である。ただしこの場合砂層の厚さを増す必要がある。
- 4) 表層部損失水頭比一時間曲線を作成した。

以 上