

急速濾過池の細菌除去率について

九州大学工学部 助教授 荒 木 正 夫

“ 仲 山 雄 之 助

“ ○ 篠 原 紀

1. 緒 言

急速砂濾過における濾過効率を知る上に、細菌除去率は重要な指標の一つとなる。

濾過効率に関係すると思われる諸要素、すなわち、水温、濾過砂の有効径、均等係数、濾過速度および凝集剤、凝集補助剤の注入率の相違が、細菌除去率にいかなる影響をおよぼすかについて、九州大学工学部土木教室内衛生工学研究室において一年間に渡つて行つた実験結果に基き考察を試みる。

2. 実験の操作と方法

本実験装置は大きく分けて、未濾水調整用水槽と、急速砂濾過槽とからなり、濾過槽を通過した濾過水と、未濾水とについて、細菌試験を行うものである。

1) 未濾水調整

九州大学々内水道水にチオ硫酸ソーダ（ハイポ）を注加し、残留塩素を消したものに濁質としてカオリンを添加し、同時に一般細菌を1000～400個/CC注入する。この間水槽内は毎分24回転の撹拌を行わしめる。

さらに凝集剤として硫酸バンド及び凝集補助剤として活性シリカをジャーテスターによつて最適注入率決定の後、その比率で貯水槽に投入する。なお凝集剤注入後20分で水槽内の撹拌速度を毎分12回転に緩め、生成するフロックを浮遊せしめ、水温を一定に保たしめる。

2) 急速砂濾過槽調整

実験開始前に、濾過槽は充分に逆流洗浄せしめ砂層及び砂利層を清浄ならしめて居く。この場合、特別な殺菌は行わない。

濾過砂は茨城県高萩産（日本原料KK寄贈）のもので、水道用濾砂試験（JWSA A103）の結果、合格品と認められたものを、人工的に8種混合作成したものを用いた。有効径0.45、0.55、0.65、0.75mmの四種にそれぞれ均等係数1.7と

1. 2 の二種の濾砂を作成した。

濾過槽は断面積 80.9cm^2 、 81.4cm^2 なる2本の透明塩化ビニール製パイプよりなり、砂層厚 60cm 、砂利厚 50cm に敷き、急速砂濾過槽とした。総深さ 2.5m で、これは実池と同スケールである。

3) 実験方法

実験中は30分ごとに損失水頭を測定し、1時間ごとに、未濾水と濾過水を採水して水温、一般細菌数、PHを測定した。一般細菌試験は水質基準の試験法に準じて行ない、同一試料につき2個採取して平均値をとった。

なおこの実験は、濾過経続時間が24時間になるか、又は損失水頭が 2.5m に達するまで続けた。

3. 実験結果とその考察

表-1

実験番号	資料番号	図番号	濾過速度 m^3/day	濾過砂		硫酸 バンド PPm	活性 シカ PPm	カサ PPm	砂層厚		水温		濾過時間 hr
				有効径	均等係数				実験開始時	実験終了時	実験開始時	実験終了時	
1	①	1	120	0.55	1.7	14	2	20	611	603	23.4	26.4	16.5
	②		"	"	1.2	"	"	"	600	593	23.4	27.8	20.5
	③		"	"	1.7	"	"	"	608	605	22.5	25.0	13
	④		"	"	1.2	"	"	"	599	594	22.5	26.1	18
	⑤	2	80	"	1.7	"	"	10	612	607	23.5	26.6	16.5
	⑥		"	"	1.2	"	"	"	608	603	23.5	27.3	19.5
	⑦		180	"	1.7	"	"	"	598	596	17.6	20.3	15
	⑧		"	"	1.2	"	"	"	591	588	17.6	21.5	16.5
2	⑨	3	120	0.65	1.7	14	0	10	645	643	16.7	22.1	24
	⑩		"	"	1.2	"	0	"	646	643	16.7	22.1	24
	⑪		"	"	1.7	16	2	"	650	648	16.8	19.1	18.5
	⑫		"	"	1.2	"	2	"	641	637	16.8	20.0	22.5
3	⑬	4	120	0.45	1.7	14	0	10	653	652	16.5	18.4	15
	⑭		"	"	1.2	"	0	"	648	645	16.5	19.9	21.5
	⑮		"	"	1.7	"	2	"	646	641	12.2	14.5	12
	⑯		"	"	1.2	"	2	"	660	656	12.2	14.5	12.5
4	⑰	5	120	0.75	1.7	14	0	10	617	616	16.1	18.6	24
	⑱		"	"	1.2	"	0	"	618	615	16.1	18.6	24
	⑲		"	"	1.7	"	2	"	637	634	12.2	15.5	22.5
	⑳		"	"	1.2	"	2	"	638	636	12.2	15.5	22.5

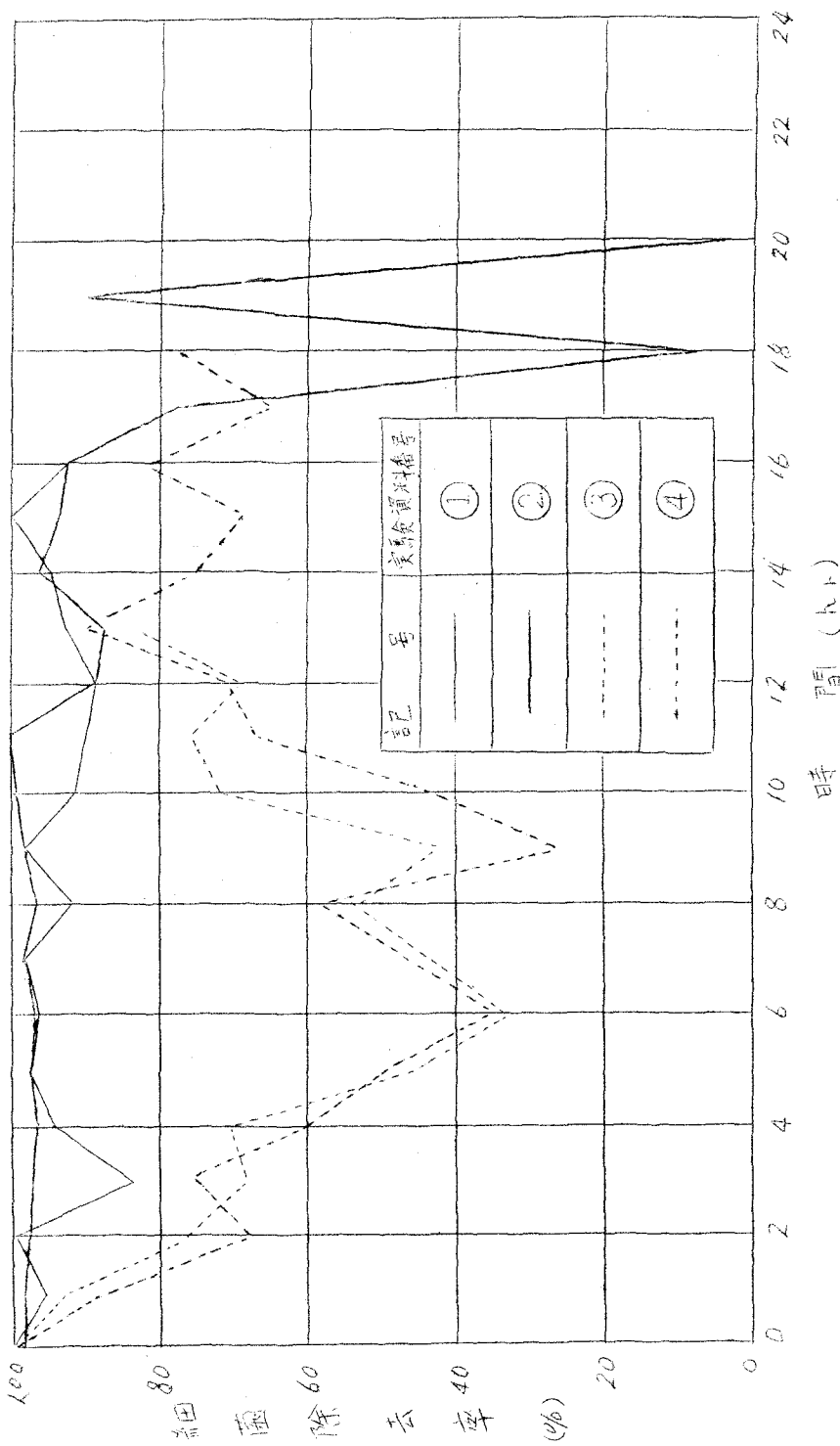


図-1 実験餌料 - 1

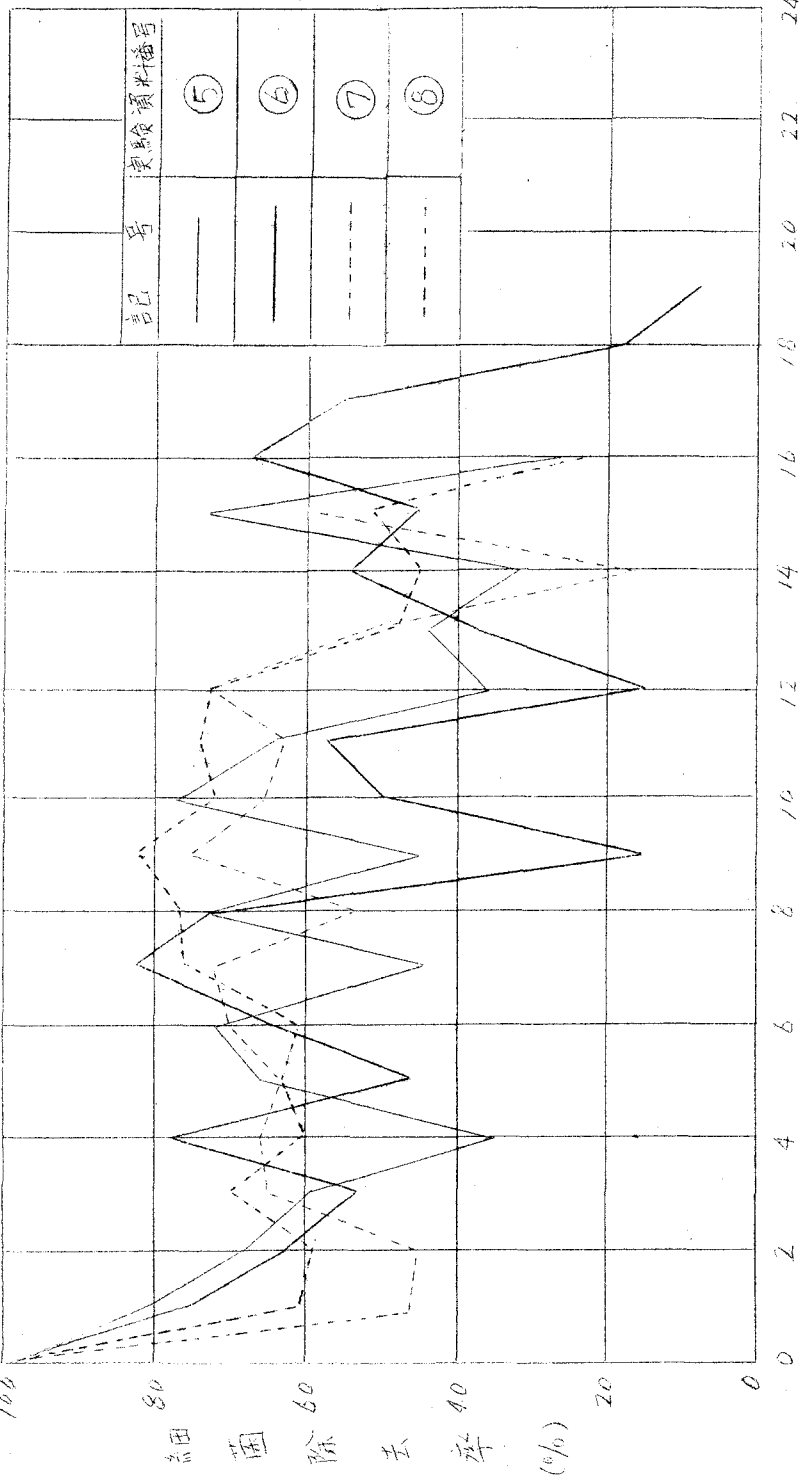
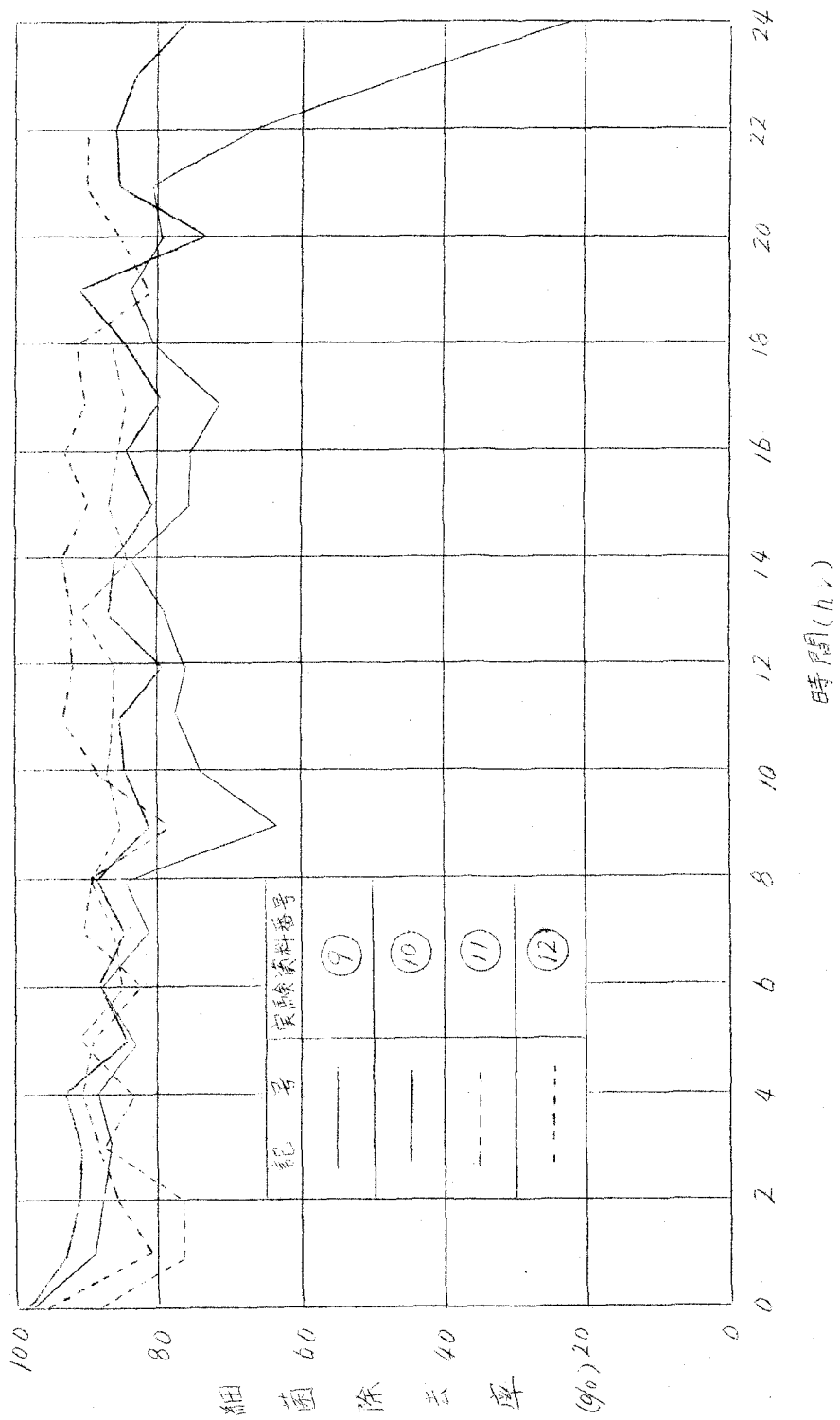


図-2 実験-1



四-3 實驗-2

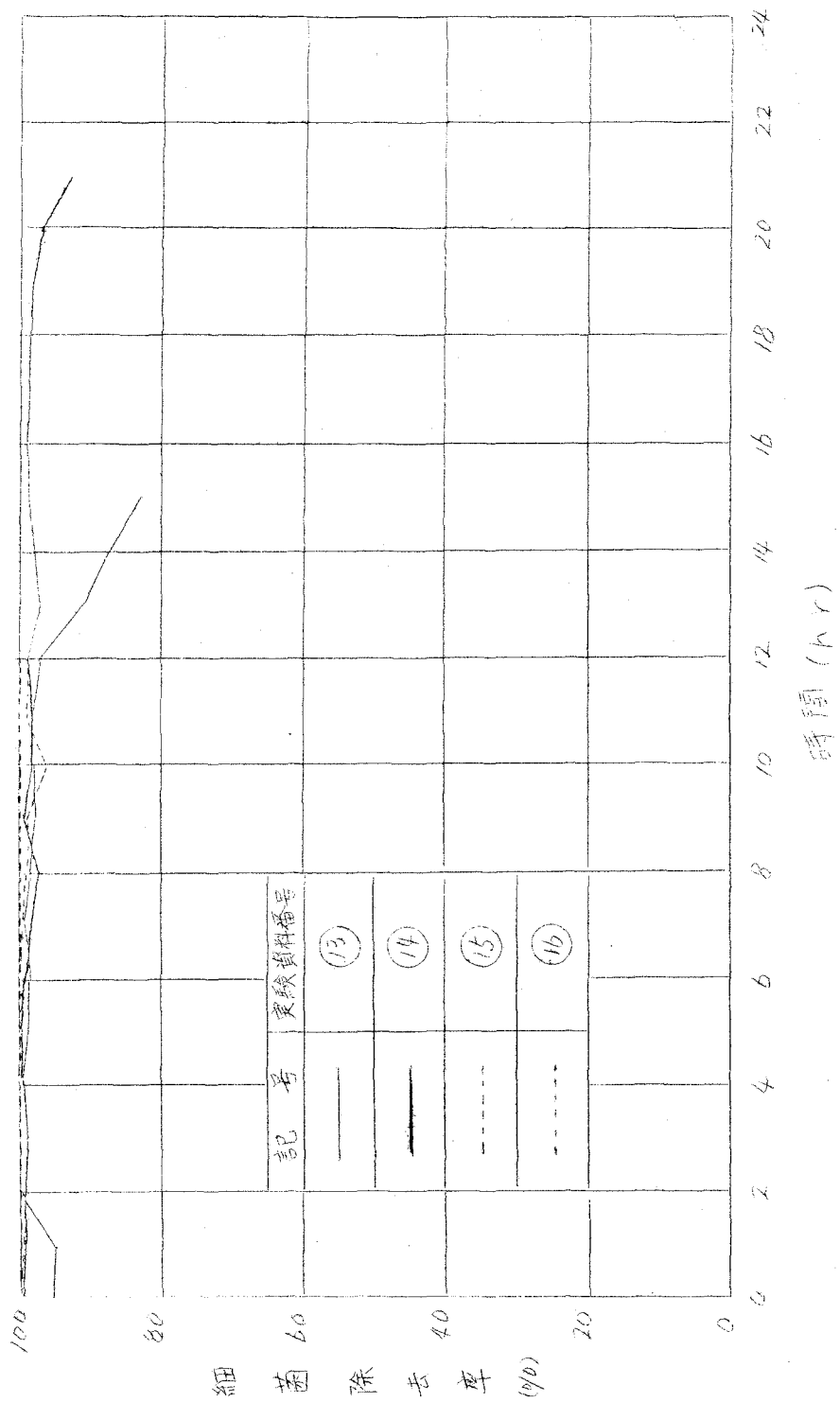
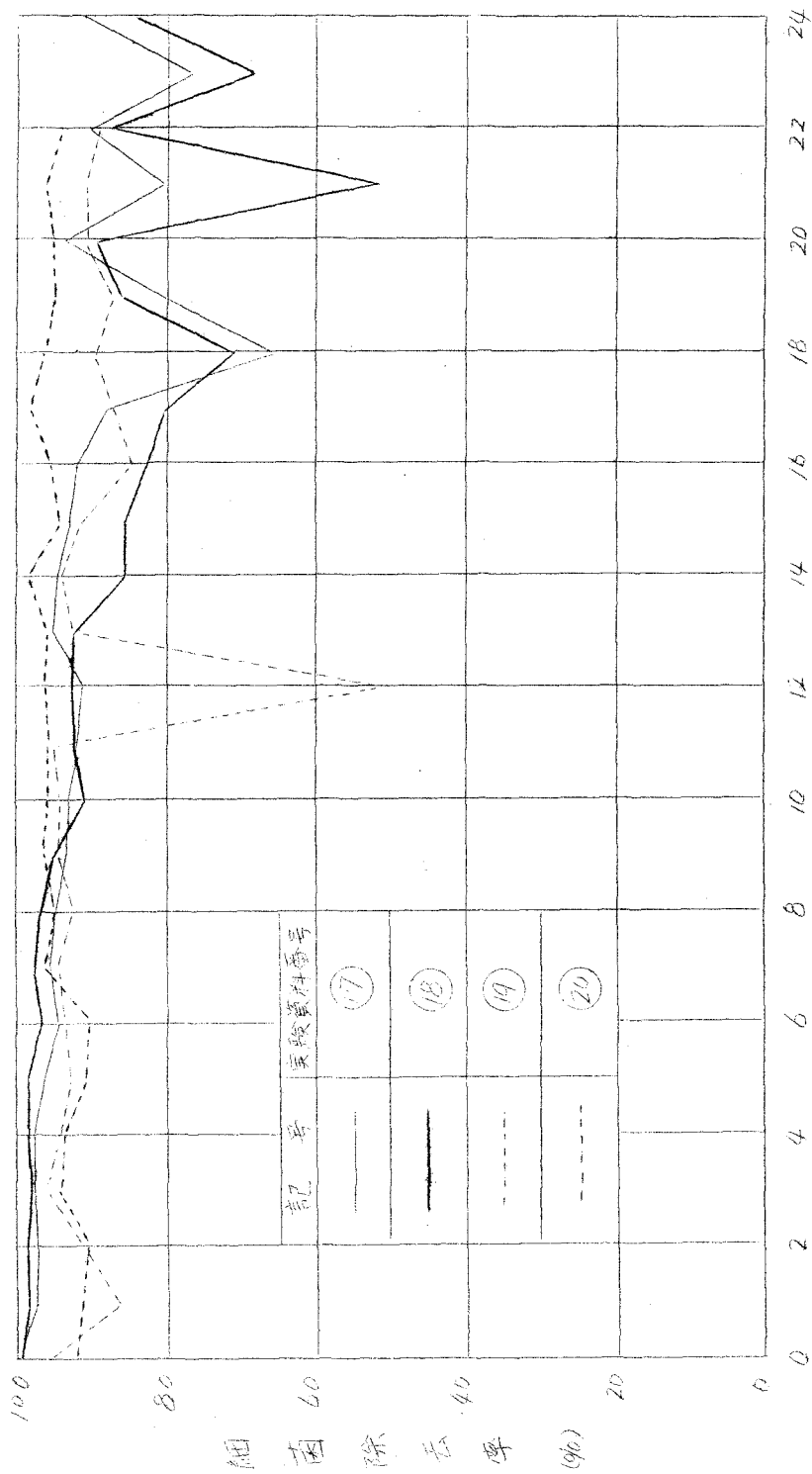


圖-4 實驗-3



時間 (hr)

圖-5 實驗-4

1) 実験-1よりの考察 (濾過速度、均等係数の影響)

表-1に示したような実験条件のもとで、図-1、2に示す細菌除去率 (以下除去率と記す) の時間的変化が得られた。ただし、除去率は未濾水 1CC中の細菌数を X、濾過水 1CC中の細菌数を Y とするとき

$$\text{細菌除去率} = \frac{X - Y}{X} \times 100 (\%)$$

で定義される。表-1の実験において、①と②、③と④……⑰と⑱は、前章に述べた2本の濾過池の各1本を用いて、同一原水で同時日に測定した値である。

図-1は濾過速度 120m/dayの実験結果、図-2は80m/day及び180m/dayの実験結果である。以下図-1、2について検討する。

(a)夏季水温の高い(20℃以上)ときには、除去率は悪く、かつ不安定である。例えば、図-1の実線と点線とは、すべての実験条件が同一であるにもかかわらず、細菌除去にかなりの相違が見られる。このような現象は、水温が20℃以下になると見られなくなるようである。

(b)濾過速度の遅速による除去率の変化については、明確な結論は得られないが、図-2の資料番号-⑦、⑧より、濾過速度が180m/dayの場合には、水温がほぼ20℃以下であるにもかかわらず、除去率がよくないことがいえる。すなわち、180m/dayの濾過速度は除去率より見れば良くないと思われる。

また、80m/dayの濾過速度で行った実験資料-⑤、⑥は、23.5~27.3℃の高温時値であるから、180m/dayのデータと直接比較することはできないが、ほぼ同じ水温時に実験を行つた濾過速度120m/dayの場合に較べて、除去率が優れているということとは出来ない。

これらの観点より、除去率よりみて、120m/dayの濾過速度が3種の速度のうち最も良好であると考えられる。

(c)濾過砂の均等係数が1.7と1.2とに相違することによつて、除去率が少しく異なる。すなわち、一般的には均等係数が小さい方が、やや良好(除去率大)であることが認められる。しかも、1.2の均等係数の方が、常に濾過時間が長くなることが確認されたが、これも大きな長所である。

2) 実験-2よりの考察 (凝集剤、補助剤、均等係数の影響)

表-1に示されている実験-2の条件のもとで得られた結果を図-3に示す。

実験-2では濾過速度は120m/dayであり、以下、表-1に示された条件で、図-3を検討を加える。

(a)水温が実験-1より若干低くなると、除去率はかなり良好かつ安定となる。

(b)資料-⑪、⑫の方が、濾過時間7時間目頃から、資料-⑨、⑩よりも除去率が良くなり、終りまでその状態を保持している。このことは、凝集補助剤の使用によつて除去率を多少改善しうることを示している。ただし、凝集補助剤を加えた方が、濾過時間は短くなる。

(c)本実験の場合も、均等係数が小なる方が除去率が良好で、かつまた濾過時間も長くなることが認められた。

3) 実験-3よりの考察(凝集補助剤、均等係数の影響)

表-1に示す実験-3の実験条件のもとで得られた結果を図-4に示す。

実験-3は濾過砂の有効径が0.45mmである点を除き、実験-2とはほぼ同じ条件のもとに行つた実験であるが、得られた結果は、有効径0.65mmに対する実験-2の場合と、殆んど同じ傾向である。

4) 実験-4よりの考察(凝集補助剤、均等係数の影響)

表-1の実験-4を図-5に示す。

実験-4における濾過砂の有効径は0.75mmである。本実験の場合にも、活性シリカを注入する場合の方が、濾過時間9時間目頃から除去率が多少よくなつてくるが、濾過時間は短縮される。また、濾過砂の均等係数が小さい方が除去率がよくなるが、これらの結果は実験-2、3と同様である。

5) 実験-5よりの考察(濾過砂の有効径の影響)

資料番号⑩、⑭、⑮即ち有効径0.65、0.45、0.75mmの3種の濾過砂について得られた結果を実験-5として、その結果を図-6に示す。

図-6の資料は、有効径以外の実験条件は表-2に書き出しているように、全く同一条件である。

表-2

実験番号	資料番号	図番号	濾過速度 m/day	濾過砂		硫酸 バンド PPm	活性 シリカ PPm	カオ リン PPm	砂層厚mm		水温°C		濾過 時間 hr
				有効径 mm	均等 係数				実験 開始時	実験 終了時	実験 開始時	実験 終了時	
5	⑩	6	120	0.65	1.2	14	0	10	646	643	16.7	22.1	24
	⑭		"	0.45	1.2	"	0	"	648	645	16.5	19.9	21.5
	⑮		"	0.75	1.2	"	0	"	618	615	16.1	18.6	24

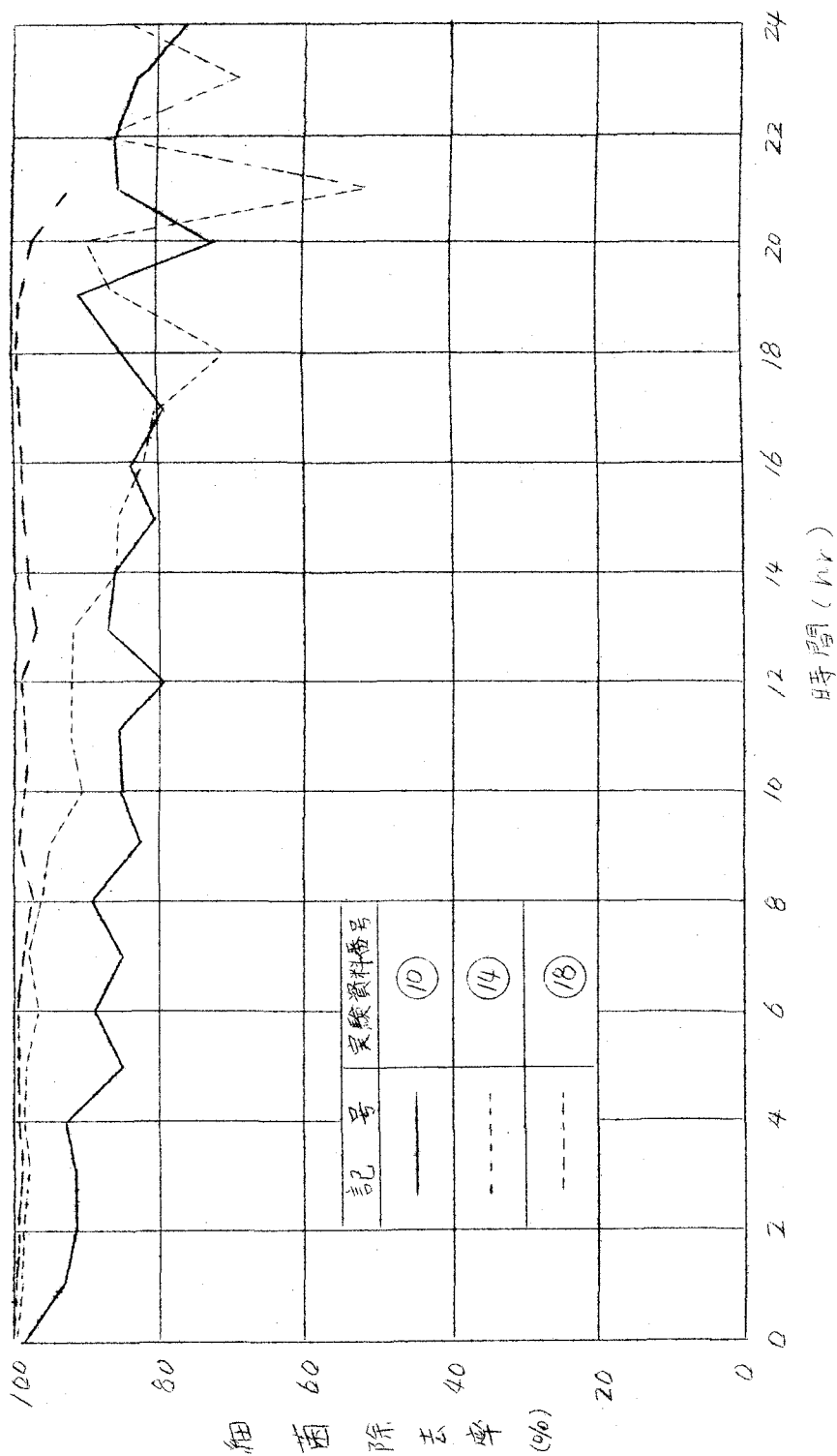


図-6 実験-5

図-6より有効径0.45mmの場合が最も除去率が高いが、濾過時間は一番短くなる。すなわち、濾過砂の有効径が小さい方が、除去率はよくなるが、その代りに砂層閉塞が早くなるから、あまり小さい有効径の濾過砂は宜しくない。この結果は活性シリカ2ppmを添加した場合についても、又均等係数が1.7の場合についても同じである。

6) 水温の影響

資料全体を通して比較検討するに、水温の高低が細菌除去率に極めて大きい影響を及ぼすということがいえる。すなわち、水温が高いときには、除去率が悪く、かつ変動が大きい、水温の低下にともなつて、除去率が良好、かつ安定となる。

水温が17°C以下においては、未濾水中の一般細菌数が数百個/CCの場合、濾過水の一般細菌数を100個/CC以内にとどめることが可能である。さらに、水温が12°C近くなると、未濾水中の細菌数が数千個/CC程度であつても、急速砂濾過により100個/CC以内に除去することが期待される。

4. 総 括

以上記述した実験により、得られた主なる結果を次に要約する。

1) 水温は細菌除去率に大きな影響を及ぼす。水温が低い程、細菌除去率は良好かつ安定となる。水温が12°C程度となると、ほぼ十分な除去効果を期待出来る。これに反し、夏季高水温時には、急速濾過の細菌除去効果は殆んど期待出来ない。

2) 細菌除去率より見て、現行の濾過速度基準である100m/day~150m/dayは適当である。

3) 濾過砂の有効径は小さい程、細菌除去率はよくなるが、その反面砂層閉塞を早く起すから、あまり小さい有効径は望ましくない。

4) 濾過砂の均等係数が小さい程、その有効径の大小にかかわらず、一般に細菌除去率はよくなり、かつ砂層閉塞も起り難くなるから、均等係数は小さいことが望ましい。

5) 凝集補助剤の使用により、濾過砂の有効径、均等係数の如何にかかわらず、濾過開始後第7~9時間目頃から、細菌除去率が良好となることがいえる。ただし、砂層閉塞は若干早くなる傾向が見られる。

6) 図示を省略したが、カオリンが5ppmとなると、細菌除去率が著しく低下することが認められた。これは濁質が人工濾過膜を生成する一要素であることを意味するものである。

本報告を終るに当り、終始御懇切なる御指導を頂いた九大名誉教授田中吉郎先生、並びに元助手遠山啓氏（現建設省下水道課係長）に対し厚く御礼申し上げます。