

図 3.2.2-15 負荷分配率（マンガン）

表 3.2.2-6～表 3.2.2-9 に各処理系列ごとの水質測定結果を示す。

表 3.2.2-6 水質測定結果（A 系列）

A系（凝集沈澱+ 膜ろ過）実験

採水日		現場分析					外部分析						
2004年3月11日		pH	水温	E260	色度	濁度	SS	過マンガン酸 カウム消費	TOC	鉄	マンガン	アルミニウム	
採水No.	試料名	(-)	(℃)	(-)	(度)	(度)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	
水処理系	1	全体原水	8.0	16.9	0.056	2.7	5.3	8.0	3.5	1.7	0.18	0.014	0.20
	4	濃縮濁度水	8.7	17.3	0.072	2.1	19.6	33	10.2	4.4	0.68	0.043	0.68
	3	返送水	8.0	17.3	0.105	5.4	31.1	43	15.6	6.7	0.97	0.074	2.6
	2	3系原水	8.7	17.3	0.075	5.7	19.6	32	11.2	3.7	0.68	0.045	0.80
	8	膜ろ過原水	7.8	16.2	0.056	2.0	5.9	10	5.5	3.4	0.15	0.012	0.83
排水系	9	膜ろ過処理水	7.8	16.1	0.051	0.0	0.0	-	2.2	1.3	<0.01	<0.005	0.09
	5	凝集沈澱槽排泥前排水槽水	7.9	15.8	0.134	6.9	233	440	111	35	8.3	0.47	22
	6	凝集沈澱槽排泥後排水槽水	7.8	16.0	0.151	3.4	322	590	132	61	11	0.63	30
	7	膜ろ過洗浄排水	7.7	16.5	0.140	5.7	191	420	121	40	6.1	0.36	33
	10	凝集沈澱槽汚泥	7.1	15.8	1.243	16.6	5709	12000	3030	1200	210	15.0	310

採水日		現場分析					外部分析						
2004年3月12日		pH	水温	E260	色度	濁度	SS	過マンガン酸 カウム消費	TOC	鉄	マンガン	アルミニウム	
採水No.	試料名	(-)	(℃)	(-)	(度)	(度)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	
水処理系	1	全体原水	7.9	12.7	0.069	2.7	5.7	11	4.3	1.4	0.23	0.017	0.26
	4	濃縮濁度水	8.2	15.1	0.081	6.1	21.3	37	12.6	4.3	0.74	0.050	0.74
	3	返送水	8.1	13.3	0.121	3.7	21.8	27	11.7	2.9	0.58	0.052	1.9
	2	3系原水	8.1	13.2	0.079	5.6	21.7	36	12	4.3	0.74	0.050	0.74
	8	膜ろ過原水	7.9	15.7	0.071	1.9	6.9	12	6.4	3.4	0.18	0.014	0.97
排水系	9	膜ろ過処理水	7.9	15.3	0.068	0.0	0.0	-	2.4	1.3	<0.01	<0.005	0.08
	5	凝集沈澱槽排泥前排水槽水	7.6	12.5	0.142	6.0	320	610	134	49	10	0.71	28
	6	凝集沈澱槽排泥後排水槽水	7.7	13.7	0.143	5.7	317	600	133	41	10	0.70	27
	7	膜ろ過洗浄排水	7.8	14.6	0.081	5.4	69.3	150	51.7	14	1.8	0.14	9.5
10	凝集沈澱槽汚泥	7.3	15.3	1.42	19.9	8108	17000	3610	1300	290	18.0	470	

表 3.2.2-7 水質測定結果 (B 系列)

B系(砂ろ過+膜ろ過)実験

採水日		現場分析					外部分析							
採水No.	試料名	pH	水温	E260	色度	濁度	SS	過マンガン酸 カリウム消費	TOC	鉄	マンガン	アルミニウム		
		(-)	(℃)	(-)	(度)	(度)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		
水処理系	1	全体原水	7.9	11.8	0.058	3.3	5.3	6.0	3.1	1.5	0.19	0.017	0.19	
	4	濃縮濁度水	8.0	12.9	0.079	7.1	20.7	28	11.8	4.3	0.78	0.053	0.82	
	3	返送水	7.9	13.8	0.107	4.3	67.0	72	21.7	4.8	1.9	0.130	3.8	
	2	3系原水	8.1	13.1	0.084	7.3	22.8	34	12.8	4.0	0.91	0.061	1.1	
	8	3系混和水	7.7	13.6	0.065	2.7	23.2	40	11.8	5.7	0.79	0.054	1.8	
	9	膜ろ過原水	7.8	14.4	0.071	2.6	5.8	8.0	8.4	3.4	0.62	0.040	1.5	
	10	膜ろ過処理水	7.8	14.6	0.050	0.0	0.0	-	2.1	1.0	<0.01	<0.005	0.08	
	排水系	5	ろ過塔逆洗前排水槽水	7.5	13.0	0.123	13.0	342	530	200	43	13	0.72	24
		6	ろ過塔逆洗後排水槽水	7.7	13.6	0.109	4.4	291	470	170	45	10	0.66	19
		7	膜ろ過洗浄排水	7.7	15.9	0.140	8.3	79.5	150	54.2	16	2.4	0.17	8.1

採水日		現場分析					外部分析							
採水No.	試料名	pH	水温	E260	色度	濁度	SS	過マンガン酸 カリウム消費	TOC	鉄	マンガン	アルミニウム		
		(-)	(℃)	(-)	(度)	(度)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		
水処理系	1	全体原水	7.7	10.7	0.059	3.1	3.0	6.0	3.4	1.3	0.19	0.015	0.19	
	4	濃縮濁度水	8.0	12.2	0.074	5.1	21.5	33	11.8	4.2	0.83	0.055	0.83	
	3	返送水	8.0	12.7	0.135	12.7	94.7	86	28.7	5.9	2.7	0.180	5.8	
	2	3系原水	8.0	12.5	0.080	4.4	24.0	28	12.9	4.1	0.98	0.063	1.1	
	8	3系混和水	7.8	13.8	0.062	2.9	21.6	34	14.5	4.3	0.92	0.061	1.9	
	9	膜ろ過原水	7.8	11.8	0.068	3.9	18.9	33	12.6	4.1	0.81	0.049	1.8	
	10	膜ろ過処理水	7.6	11.7	0.058	0.4	0.0	-	2.0	1.1	<0.01	<0.005	0.08	
	排水系	5	ろ過塔逆洗前排水槽水	7.4	10.6	0.161	11.3	387	630	189	50	14	0.89	30
		6	ろ過塔逆洗後排水槽水	7.6	12.5	0.220	9.3	326	480	146	42	11	0.76	23
		7	膜ろ過洗浄排水	7.6	13.8	0.140	8.4	138	270	91.9	25	5.1	0.36	15

表 3.2.2-8 水質測定結果 (C 系列)

C系(活性炭ろ過+膜ろ過)実験

採水日		現場分析					外部分析							
採水No.	試料名	pH	水温	E260	色度	濁度	SS	過マンガン酸 カリウム消費	TOC	鉄	マンガン	アルミニウム		
		(-)	(℃)	(-)	(度)	(度)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		
水処理系	1	全体原水	7.6	9.7	0.043	3.3	3.0	5.0	4.7	1.1	0.13	0.012	0.14	
	4	濃縮濁度水	7.9	10.4	0.063	12.1	48.6	18	12.2	2.0	0.50	0.033	0.48	
	3	返送水	7.9	9.8	0.060	14.9	69.7	90	50.5	5.2	2.1	0.110	5.1	
	2	3系原水	7.8	11.1	0.046	5.6	18.0	27	14.8	2.3	0.71	0.042	0.91	
	8	3系混和水	6.6	13.0	0.059	2.3	22.2	76	12.4	4.6	0.67	0.036	14	
	9	膜ろ過原水	7.6	12.0	0.019	1.3	6.2	9.0	7.4	1.5	0.23	0.016	0.9	
	10	膜ろ過処理水	7.5	11.3	0.015	0.1	0.0	-	0.8	0.5	0.01	<0.005	0.07	
	排水系	5	ろ過塔逆洗前排水槽水	7.5	8.7	0.074	1.7	249	340	274	48	9.0	0.39	18
		6	ろ過塔逆洗後排水槽水	7.4	11.1	0.038	14.0	208	320	217	31	7.7	0.37	15
		7	膜ろ過洗浄排水	7.3	10.8	0.180	8.3	4109	5800	3130	530	130	5.9	430

採水日		現場分析					外部分析							
採水No.	試料名	pH	水温	E260	色度	濁度	SS	過マンガン酸 カリウム消費	TOC	鉄	マンガン	アルミニウム		
		(-)	(℃)	(-)	(度)	(度)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		
水処理系	1	全体原水	7.7	10.0	0.050	1.9	1.6	7.0	2.4	1.0	0.07	0.009	0.07	
	4	濃縮濁度水	7.9	11.0	0.067	4.4	8.3	16	6.4	2.5	0.26	0.019	0.29	
	3	返送水	7.8	10.1	0.052	10.0	81.0	98	37.5	5.4	2.4	0.130	5.5	
	2	3系原水	7.9	10.6	0.066	5.1	12.0	12	7.9	3.3	0.42	0.027	0.61	
	8	3系混和水	7.6	11.7	0.047	0.7	11.0	24	7.8	3.5	0.42	0.027	1.5	
	9	膜ろ過原水	7.6	12.0	0.028	1.4	6.0	13	4.3	1.8	0.2	0.013	0.91	
	10	膜ろ過処理水	7.6	12.4	0.023	0.0	0.0	-	0.7	0.5	<0.01	<0.005	0.08	
	排水系	5	ろ過塔逆洗前排水槽水	7.7	9.1	0.055	1.4	174	130	106	22	7.1	0.41	21
		6	ろ過塔逆洗後排水槽水	7.4	10.0	0.044	3.3	150	110	89.7	17	5.9	0.35	17
		7	膜ろ過洗浄排水	7.4	12.2	0.115	19.3	1920	5300	1850	460	100	5.4	370

表 3.2.2-9 水質測定結果（D 系列）

D系（膜ろ過）実験

採水日		2004年4月1日		現場分析				外部分析					
採水No.	試料名	pH	水温	E260	色度	濁度	SS	過マンガン酸 カリウム消費	TOC	鉄	マンガン	アルミニウム	
		(-)	(°C)	(-)	(度)	(度)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	
水処理系	1	全体原水	7.8	14.0	0.098	5.1	10.0	27	9.7	1.7	0.93	0.057	1.00
	2	濃縮濁度水	7.9	14.9	0.131	21.6	56.3	50	12	5.1	2.6	0.100	2.8
	3	返送水	8.3	15.0	0.238	24.0	35.0	31	12.6	5.7	1.3	0.120	1.2
	4	膜ろ過原水	7.9	15.5	0.138	22.7	55.9	50	11.6	5.1	2.4	0.095	2.4
	5	膜ろ過処理水	7.9	15.3	0.094	1.3	0.0	-	2.6	1.0	<0.01	<0.005	<0.01
排水系	6	膜ろ過洗浄排水	7.9	16.3	0.229	44.4	478	410	97	38	19	0.69	19
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

採水日		2004年4月2日		現場分析				外部分析					
採水No.	試料名	pH	水温	E260	色度	濁度	SS	過マンガン酸 カリウム消費	TOC	鉄	マンガン	アルミニウム	
		(-)	(°C)	(-)	(度)	(度)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	
水処理系	1	全体原水	8.0	14.3	0.075	3.7	7.4	9.0	4.2	1.6	0.27	0.023	0.26
	2	濃縮濁度水	8.3	14.6	0.099	9.0	27.8	39	13.2	3.2	1.1	0.062	1.2
	3	返送水	7.9	15.4	0.212	14.4	69.1	57	32.9	5.7	2	0.190	1.9
	4	膜ろ過原水	8.0	15.5	0.101	12.1	28.4	38	14.3	3.5	1.1	0.066	1.2
	5	膜ろ過処理水	8.0	15.5	0.070	0.9	0.0	-	2.0	0.9	<0.01	<0.005	<0.01
排水系	6	膜ろ過洗浄排水	8.1	16.7	0.195	32.0	214	250	92	27	8.9	0.47	9.1
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2) 回収率、物質収支の調査

回収率の調査結果を表 3.2.2-10 及び表 3.2.2-11 に示す。表 3.2.2-10 は各処理系列ごとに前処理、膜ろ過それぞれの回収率を整理したものである。また、表 3.2.2-11 は循環を行った場合と行わない場合を比較したものである。

回収率は直接膜ろ過を除いて、循環を行わない場合はほぼ 90%前後であり、膜の運転差圧を考慮しなければ、循環を行った場合には 95%程度まで高めることが可能であった。

膜による直接ろ過を行うD系は膜差圧の上昇が速く、他の系列が 30 分に 1 回の逆洗サイクルに対して、17 分の逆洗サイクルとした。そのため他の系列よりも回収率が低い結果となった。

表 3.2.2-10 処理工程別の回収率

A	凝集沈澱流入量	39.6	m ³ /d	回収率
A	凝集沈澱処理水	37.8	m ³ /d	95.5
B	砂ろ過原水	39.4	m ³ /d	回収率
B	砂ろ過処理水	38.1	m ³ /d	96.7
C	活性炭ろ過原水	39.6	m ³ /d	回収率
C	活性炭処理水	37.2	m ³ /d	93.9
A、B、C	膜ろ過原水	16.3	m ³ /d	回収率
A、B、C	膜ろ過処理水	15.35	m ³ /d	94.2
D	膜ろ過原水	12.3	m ³ /d	回収率
D	膜ろ過処理水	10.62	m ³ /d	86.3

表 3.2.2-11 循環有無別回収率

		流量 [m ³ /d]		プロセス回収率 [%]				トータル回収率 [%]
		原水流量	返送水	凝集沈澱	砂ろ過	活性炭ろ過	膜ろ過	
A系	循環なし	40		95.5			94.2	89.9
	循環系	40	2.5	95.5			94.2	95.5
B系	循環なし	40			96.7		94.2	91.1
	循環系	40	2.3		96.7		94.2	96.3
C系	循環なし	40				93.9	94.2	88.5
	循環系	40	2.5			93.9	94.2	94.0
D系	循環なし	40					86.3	86.3
	循環系	40	1.68				86.3	90.0

物質収支については 2 回の水質分析結果の平均値を用いて算出したが、実測値と一致しなかった。データ数が少ないことに主因があると考えている。

3) 膜ろ過差圧

図 3.2.2-16～図 3.2.2-19 に、各系列の膜ろ過差圧の時系列変化を示す。図からも明らかなように C 系列（凝集、活性炭ろ過）を除いて循環系（返送水あり）に比べ、循環しない方が差圧の上昇が少ない。C 系列は循環の有無に係わらず安定した運転が行えた。

表 3.2.2-12 は各処理系列について一日あたりの差圧上昇速度を表したものである。

A系、B系では、循環系の方が循環しない場合に比べ、2～3倍の上昇速度になっている。また、循環系において、最も差圧の上昇が低く抑えられたものは凝集・活性炭ろ過を前処理としたC系である。有機物の指標としての過マンガン酸カリウム消費量が活性炭ろ過及び沈澱処理で約50%、TOCが活性炭ろ過で約40%除去されていることが差圧抑制に寄与しているものと考えられる。

表 3.2.2-12 各系列の差圧上昇速度

	返送無し	返送あり
A系列(kPa/日)	2.481	4.634
B系列(kPa/日)	2.231	7.135
C系列(kPa/日)	0.141	0.163
D系列(kPa/日)	9.779	—

ろ過サイクル A～C系 : 30分
D系 : 15分

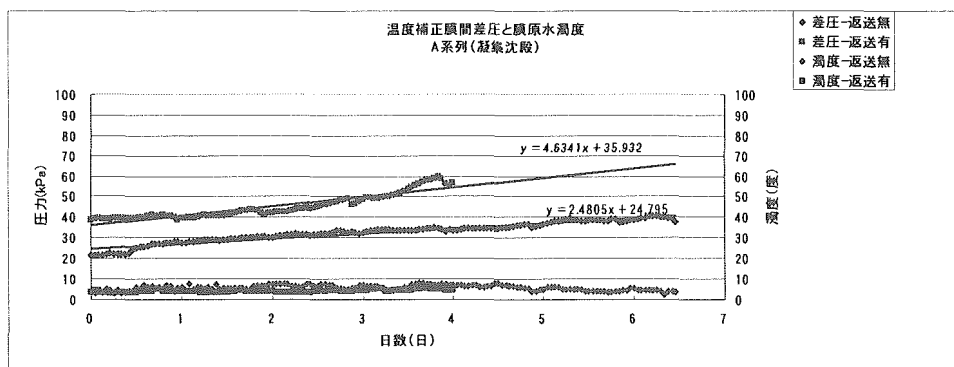


図 3.2.2-16 膜差圧と濁度の経日変化 (A 系列)

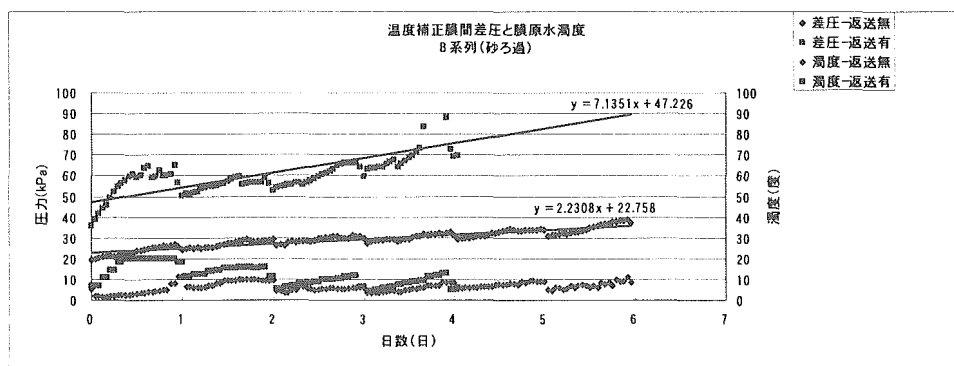


図 3.2.2-17 膜差圧と濁度の経日変化 (B 系列)

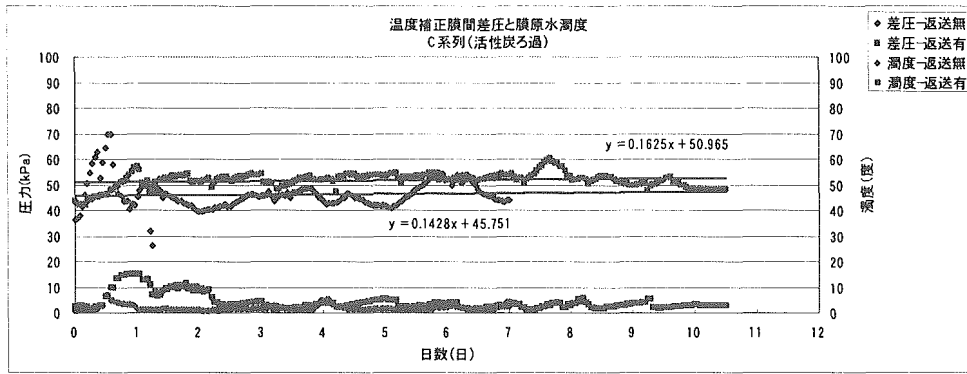


図 3.2.2-18 膜差圧と濁度の経日変化（C 系列）

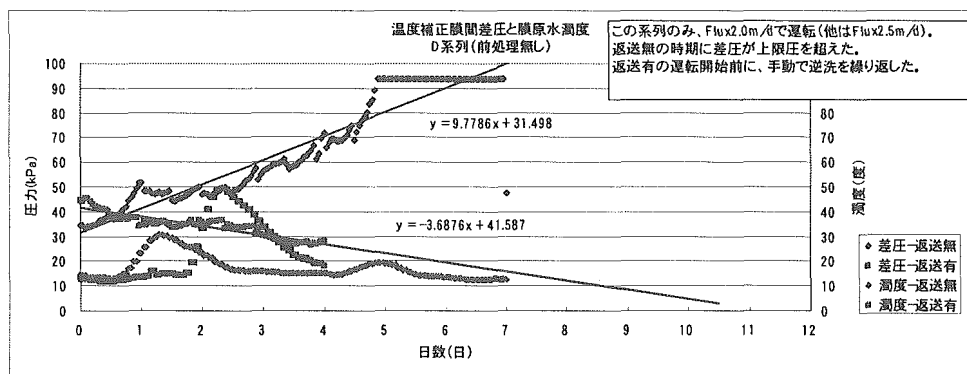


図 3.2.2-19 膜差圧と濁度の経日変化（D 系列）

4) 単位浄水量当たりの電力消費量

図 3.2.2-20 に、処理系列ごとの単位浄水量当たりの電力消費量と経過日数の関係を示す。

各系列の異常値を除く消費電力量を、表 3.2.2-13 に示す。循環の有無に係わらず A 系列が最も少なく、処理水量当り 1.04kwh であった。またろ過ポンプを使用する B 及び C 系列の電力消費量が大きい結果となった。D 系列はフラックスを下げた運転を行ったため、大きな値となったがフラックスを他の系列と同じ 2.5m³/(m²・d)に換算すると、最小の消費電力量となった。また、循環の有無による消費電力量の明確な差は明確に表れなかった。

なお、膜ろ過装置に送る供給ポンプはインバータ制御ではなく、バルブコントロールでの流量調整を行っていることから膜の差圧については、電力消費量の系列ごとの違いはないものとした。

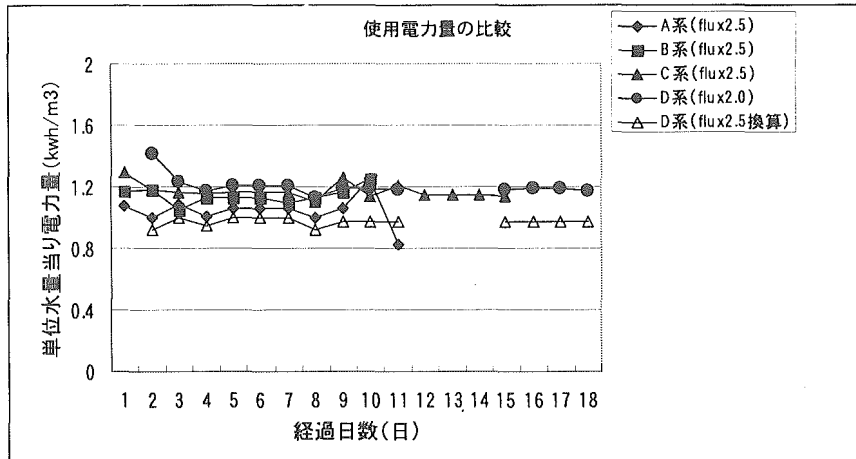


図 3.2.2-20 処理系列別電力消費量の経日変化

表 3.2.2-13 系列別の電力消費量

系列	循環有無	電力消費量(kwh)		水量(m ³ /d)		単位水量当り電力消費量(kwh/m ³)		
		前処理	膜ろ過	前処理	膜ろ過	前処理	膜ろ過	合計
A	無し	9.3	13.5	39.9	16.2	0.23	0.81	1.04
	有り	9.1	13.6	39.9	16.6	0.23	0.82	1.04
B	無し	12.3	13.6	39.4	16.5	0.31	0.82	1.14
	有り	11.0	13.6	39.4	15.5	0.28	0.89	1.16
C	無し	13.5	13.6	39.9	16.3	0.34	0.83	1.17
	有り	11.5	13.6	39.9	15.6	0.29	0.87	1.16
D	無し	4.4	13.6	39.0	12.3	0.11	1.10	1.21(0.97)
	有り	4.5	13.6	39.0	12.7	0.11	1.10	1.18(0.98)

()はFlux2.5m/d換算

(5) 結論

1) 膜ろ過の前処理は差圧上昇に対し有効であり、特に活性炭ろ過が顕著であった。

活性炭ろ過は、過マンガン酸カリウム消費量、TOCの除去率が他の前処理に比べて高く、膜ろ過への有機物負荷分配率が少ないためと考えられ、差圧安定には大きく寄与する。

差圧の抑制効果が高い順に並べると、C系（凝集、活性炭ろ過）>A系（凝集沈殿）>B系（凝集、砂ろ過）>D系（膜ろ過）であった。

2) 循環を行うと差圧の上昇速度が速まる傾向にあるが、前処理として凝集、活性炭ろ過を行うと抑制される。上記1)と同様な理由と考えられる。

3) 回収率について、D系（直接膜ろ過）を除いては循環をしない場合90%程度、循環を行う場合95%程度まで上昇することが明らかとなった。

循環運転により回収率を高めるには、膜差圧上昇を抑制するための活性炭ろ過、凝集沈澱処理などの前処理が有効な手段である。

4) 消費電力量についてはろ過塔に送水するポンプを使用するB系（凝集、砂ろ過）、C系（凝集、活性炭ろ過）が大きかった。

3. 2. 3 濁度添加実験

（1） 実験目的

数日間継続する比較的高い濁度（連続濁度）や大雨、台風等の特異な条件下で発生する高濁度（ピーク濁度）が、膜を組み込んだ浄水処理システムに与える影響を調査するために、原水濁度の添加実験を実施する。すなわち、綾瀬浄水場原水を濁度濃縮膜で濃縮し、得られた濃縮濁度原水を用いて、連続的な中程度の濁度の流入を想定した連続濁度添加実験と、一時的な高濁度流入を想定したピーク濁度添加実験を実施し、高濁時のシステムの安定性や処理水水質を調査することを目的とする。

（2） 実験期間

実験期間は、綾瀬浄水場原水が比較的安定している時期を選んで実施した。これは、実験装置の制約上、連続濁度添加実験、ピーク濁度添加実験ともに1系列ごとに実施したため、系列ごとの差異をできる限り少なくするためである。過去の水質年報等を参考に、4～5月および10～11月が比較的安定した水質が確保可能と判断し、実際には、平成16年4月5日～5月21日および平成16年10月8日～11月11日の2回に分けて実施した。

①平成16年4月6日～5月21日（連続濁度添加実験）

②平成16年10月8日～11月5日（ピーク濁度添加実験）

（3） 実験概要

1) 連続濁度添加実験

連続濁度は、綾瀬浄水場原水を浸漬型MFで濃縮することにより調整し、濁度30度の原水を、約3日間継続して、凝集沈殿（A系）、直接ろ過（B系）、活性炭ろ過（C系）を前処理としたトータルフロー実験の各系列および膜のみの系列（D系）に導入した。前処理については、通常の実験と同じ運転条件とし、前処理後の水質維持を目的とした薬注率やろ過速度等の変更は実施していない。なお、物理洗浄頻度は、膜差圧が150kPaを超えた時点で通常時の30分おきから15分おきに変更した。これにより、膜ろ過の回収率は95%から90%に低下した。

2) ピーク濁度添加実験

ピーク濁度は、連続濁度と同様に綾瀬浄水場原水を浸漬型MFにて濃縮することにより調整し、濁度300度～500度の原水を系列ごとに導入した。前処理については、通常の実験と同じ運転条件とし、前処理後の水質維持を目的とした薬注率やろ過速度等の変更は実施していない。物理洗浄頻度は15分おきとし、膜ろ過の回収率は90%であった。

（4） 実験フロー

1) 連続濁度添加実験

濁度濃縮膜において、綾瀬浄水場原水を濃縮して得られた中程度濁度原水を連続的に3系凝集沈殿設備（A系）、直接ろ過（B系）、活性炭ろ過（C系）および膜ろ過設備（D系）に供給し、系列ごとに連続通水実験を実施した。

2) ピーク濁度添加実験

濁度濃縮膜において、綾瀬浄水場原水を濃縮して得られた高濁度原水を濃縮濁度水槽に一時貯留し、貯留した高濁度原水と濁度濃縮膜から連続的に得られる連続濁度原水を混合して、3系凝集沈殿設備（A系）、直接ろ過（B系）、活性炭ろ過（C系）および膜ろ過設備（D系）に供給し、系列ごとに連続通水実験を実施した。

(5) 原水濁度条件

原水は、浸漬型精密ろ過膜を使用した濁度濃縮膜装置にて、綾瀬浄水場着水井から分岐した実験原水を濃縮することとした。濁度濃縮膜装置の仕様は、循環実験と同じである。なお、原水の濃縮倍率は、実験原水の濁度を5度付近と想定し、下記の通りとした。

表 3.2.3-1 濁度濃縮装置の設定水量

	濃縮倍率	原水量	濃縮排水量
連続濁度添加実験	約 7.5 倍	300 m ³ /日	150 m ³ /日
ピーク濁度実験	約 60 倍	40 m ³ /日	2.5 m ³ /日

(6) 前処理の運転条件

1) 凝集沈殿設備

PAC 注入率については、平成 15 年度に実施した前処理条件決定実験の結果を踏まえ、連続実験及び凝集剤実験においては下記条件を採用しており、濁度添加実験においてもこの条件に準じるものとした。すなわち、濁度添加実験においては原水濁度が常に7度以上となることから、PAC 注入率は 15 mg/L で固定とした。また、前塩素は連続実験と同様に、次亜塩素酸ナトリウム 1 mg/L の添加とした。

表 3.2.3-2 凝集剤注入条件

原水濁度	PAC 注入率
7 度未満	7 mg/L
7 度以上	15 mg/L

2) 直接ろ過、活性炭ろ過

ろ過速度および洗浄条件は、連続実験と同様に設定し、洗浄間隔についても、水頭上昇時かタイマーによるものとした。

(7) 膜ろ過装置の運転条件

1) 膜ろ過流束

膜ろ過設備の運転条件は、水質や水温に通常時にトータルシステム実験において設定中の条件を基本とした。膜ろ過流束は、濁度添加実験直前のトータルシステム実験で適用していた値とし、2.5 m³/(m²・日)または 3.0 m³/(m²・日)を設定した。

連続濁度添加実験実施時 : 2.5 m³/(m²・日)
 (ろ過水量 : 2.5 m³/(m²・日) × 7 m² = 17.5 m³/日)
 ピーク濁度添加実験実施時 : 3.0 m³/(m²・日)
 (ろ過水量 : 3.0 m³/(m²・日) × 7 m² = 21.0 m³/日)

2) 物理洗浄

物理洗浄条件については、原則としてトータルシステム実験における適用値にあわせることとした。しかしながら、物理洗浄頻度については、以下の通りとした。

①連続濁度添加実験

系列ごとの濁度添加実験の開始時には、通常時の30分ごとの物理洗浄頻度としたが、膜差圧が150kPaを超えた時点で15分ごとに変更した。これにより、膜ろ過の回収率は95%から90%に低下した。

②ピーク濁度添加実験

系列ごとの濁度添加実験の開始時より、15分ごとの物理洗浄頻度に設定した。このため、膜ろ過の回収率は90%となった。

(8) 濁度添加実験時の水収支

1) 連続濁度添加実験

1-1) 濁度濃縮装置

原水を濁度濃縮膜に導入し、その濃縮水を原水とした。A系列は3系凝集沈殿を使用し、B,C系列は3系混和槽からそれぞれの前処理装置を使用し、連続濁度実験の膜ろ過原水とした。D系においては直接膜ろ過に導入し、連続濁度原水とした。図3.2.3-1に流量バランスを示す。原水濁度を5度と仮定した場合の濃縮原水濁度は、37.5度となる。

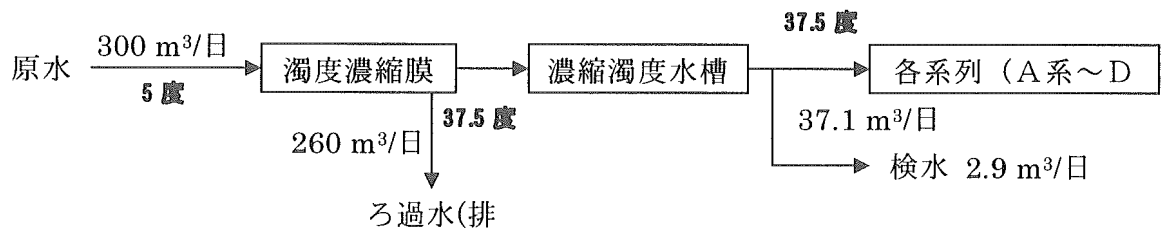


図 3.2.3-1 濁度濃縮装置の設定流量

濁度濃縮膜装置 原水量	300 m ³ /日
濃縮水量	40.0 m ³ /日
回収率	(300 - 40.0) / 300 × 100 = 86.7%
濃縮倍率	300 / 40.0 = 7.5 倍
濃縮水濁度	5 度 × 300 / 40.0 = 37.5 度

1-2) 3系凝集沈殿設備（A系）

濁度濃縮膜で濃縮した連続濁度原水を3系凝集沈殿設備に導いた。図3.2.3-2に流量バランスを示す。なお、3系凝集沈殿設備の運転条件は、以下の通りとした。

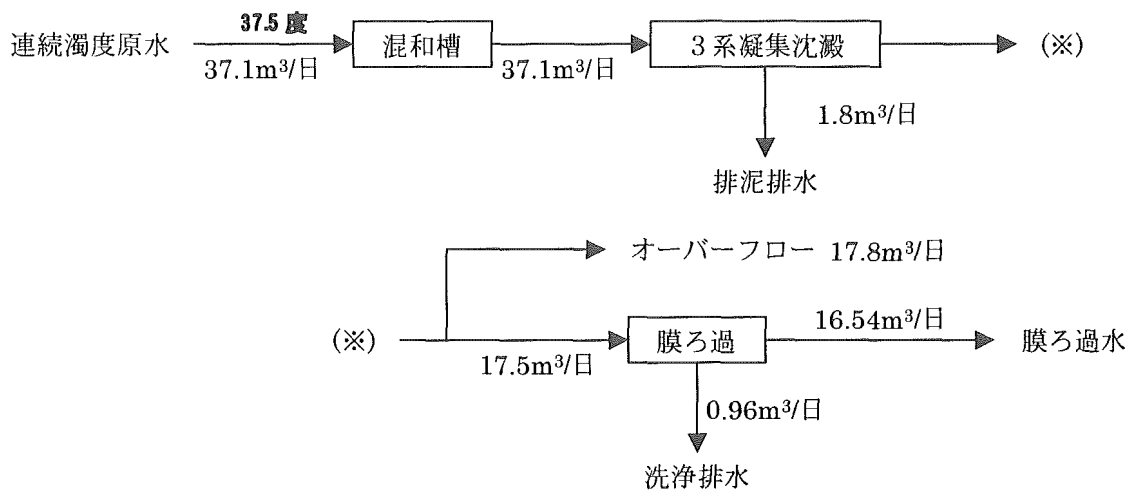


図 3.2.3-2 A系の設定流量

凝集沈殿	排泥弁①	0.2 m³/分
	排泥弁②	0.1 m³/分
	排水量	1時間交互でバルブ開時間を30秒/回とする
		$(0.2 + 0.1) \text{ m}^3/\text{分} \times 0.5 \text{ 分/回} \times 12 \text{ 回/日} = 1.8 \text{ m}^3/\text{日}$

1-3) 直接ろ過（B系）

濁度濃縮膜で濃縮した連続濁度原水を直接ろ過塔に導いた。図 3.2.3-3 に流量バランスを示す。なお、直接ろ過塔の運転条件は、以下の通りとした。

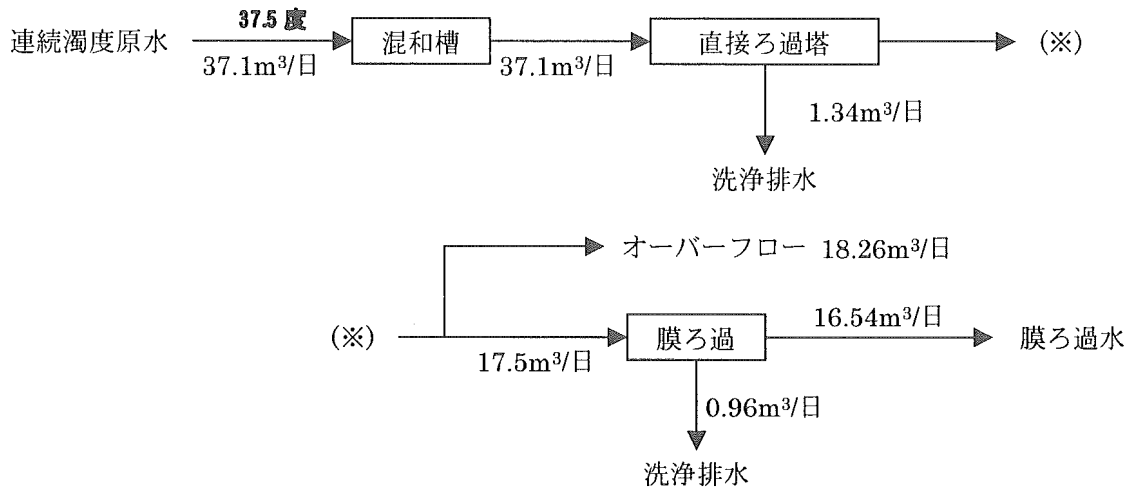


図 3.2.3-3 B系の設定流量

直接ろ過塔	逆洗排水量	1.29 m³/回
	捨水量	0.05 m³/回
	洗浄頻度	水頭上昇時または 72 時間ごと
	洗浄排水量	逆洗を 1 回/日と仮定すると、
		$(1.29 + 0.05) \text{m}^3/\text{回} \times 1 \text{回}/\text{日} = 1.34 \text{m}^3/\text{日}$

1-4) 活性炭ろ過（C系）

濁度濃縮膜で濃縮した連続濁度原水を活性炭ろ過塔に導いた。図 3.2.3-4 に流量バランスを示す。なお、直接ろ過塔の運転条件は、以下の通りとした。

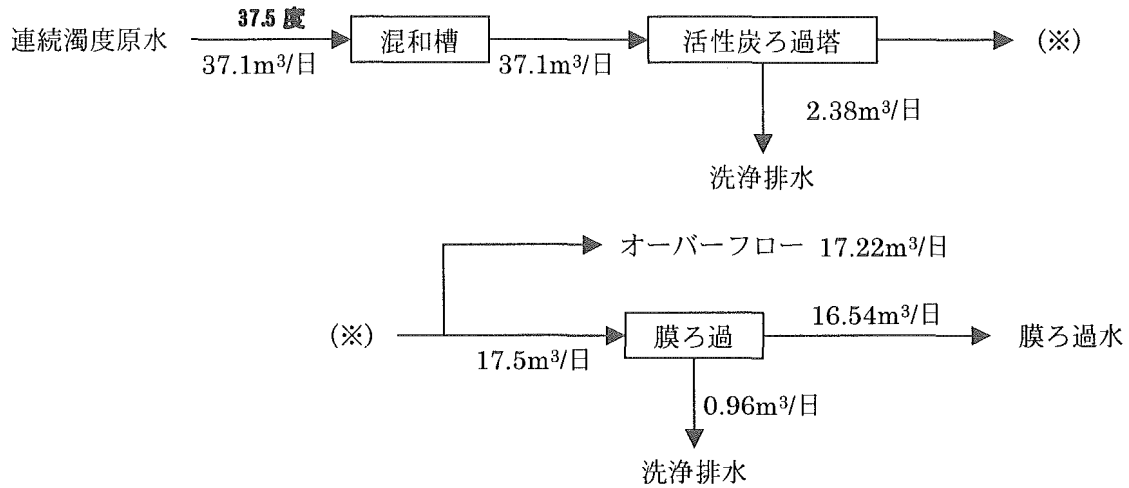


図 3.2.3-4 C系の設定流量

活性炭ろ過塔	逆洗排水量	2.33 m³/回
	捨水量	0.05 m³/回
	洗浄頻度	水頭上昇時または 72 時間ごと
	洗浄排水量	逆洗を 1 回/日と仮定すると
		$(2.33 + 0.05) \text{m}^3/\text{回} \times 1 \text{回}/\text{日} = 2.38 \text{m}^3/\text{日}$

1-5) 膜ろ過（D系）

濁度濃縮膜で濃縮した連続濁度原水を直接膜ろ過に導いた。図 3.2.3-5 に流量バランスを示す。

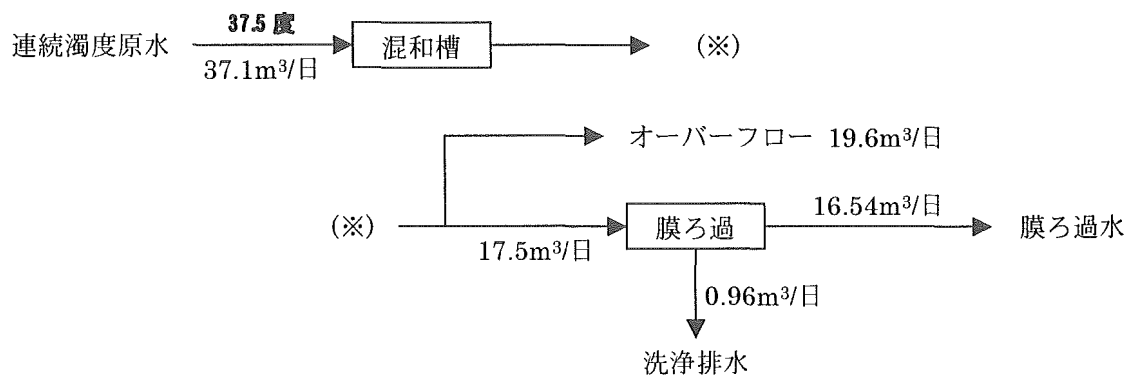


図 3.2.3-5 D系の設定流量

2) ピーク濁度添加実験

2-1) 濁度濃縮装置

実験に先立って、原水を濁度濃縮膜に導入し、濃縮水として300度を目標に高濃縮した濁度濃縮水を生成した。この高濃度の濁度濃縮水を、貯留用の濃縮濁度水槽にて約4日分を貯留した。ピーク濁度添加実験の原水は、この濃縮濁度水槽中の高濁度濃縮水に、実験開始直後から、濁度濃縮膜にて中程度に濃縮した連続濁度を濃縮濁度水槽に補充した。これにより、原水濁度は、当初300度で各系列に導かれたが、中程度の連続濁度の補充が進むにつれ、次第に低下した。濃縮時及びピーク濁度添加実験時における濁度濃縮膜装置の運転条件は、以下の通りであり、原水濁度を5度と仮定した場合のピーク濁度原水は、理論的には開始時の300度から次第に37.5度まで低下することになる。

なお、濁度濃縮膜装置の運転条件は、以下の通りとした。

濁度濃縮膜装置	原水量	150 m ³ /日
(濃縮時)	濃縮水量	2.5 m ³ /日
	回収率	$(150 - 2.5) / 150 \times 100 = 98.3\%$
	濃縮倍率	$150 / 2.5 = 60$ 倍
	濃縮水濁度	$5 \text{度} \times 150 / 2.5 = 300 \text{度}$
濁度濃縮膜装置	原水量	300 m ³ /日
(添加実験時)	濃縮水量	40.0 m ³ /日
	回収率	$(300 - 40.0) / 300 \times 100 = 86.7\%$
	濃縮倍率	$300 / 40.0 = 7.5$ 倍
	濃縮水濁度	$5 \text{度} \times 300 / 40.0 = 37.5 \text{度}$
濁度濃縮水槽	容量	8 m ³
	高濃縮必要日数	$8 \text{ m}^3 \times 2.5 \text{ m}^3/\text{日} = 3.2 \text{日} \rightarrow 4 \text{日}$

2-2) 3系凝集沈殿設備（A系）

濁度濃縮膜で濃縮したピーク濁度原水を濁度濃縮水槽より、3系凝集沈殿設備に導いた。図3.2.3-6に流量バランスを示す。なお、3系凝集沈殿設備の運転条件は、以下の通りとした。

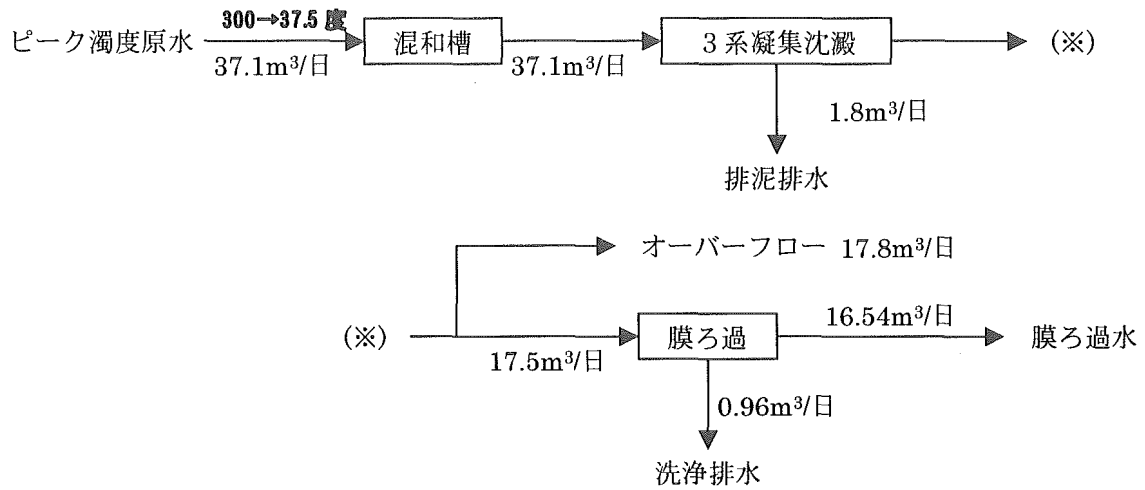


図 3.2.3-6 A系の設定流量

凝集沈殿	排泥弁①	0.2 m³/分
	排泥弁②	0.1 m³/分
	排水量	1時間交互でバルブ開時間を30秒/回とする
		$(0.2+0.1)\text{m}^3/\text{分} \times 0.5\text{分}/\text{回} \times 12\text{回}/\text{日} = 1.8\text{m}^3/\text{日}$

2-3) 直接ろ過（B系）

濁度濃縮膜で濃縮したピーク濁度原水を、濁度濃縮水槽より3系混和槽を経由して、直接ろ過に導いた。図3.2.3-7に流量バランスを示す。なお、直接ろ過塔の運転条件は、以下の通りとした。

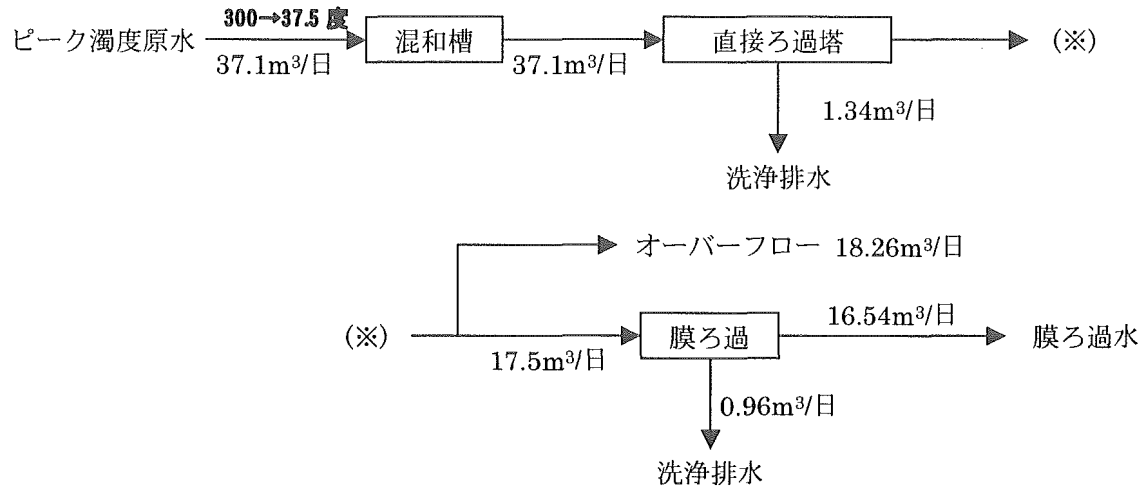


図 3.2.3-7 B 系の設定流量

直接ろ過塔	逆洗排水量	1.29 m³/回
	捨水量	0.05 m³/回
	洗浄頻度	水頭上昇時または 72 時間ごと
	洗浄排水量	逆洗を 1 回/日と仮定すると、
		$(1.29 + 0.05) \text{m}^3/\text{回} \times 1 \text{回}/\text{日} = 1.34 \text{m}^3/\text{日}$

2-4) 活性炭ろ過（C系）

濁度濃縮膜で濃縮したピーク濁度原水を、濁度濃縮水槽より3系混和槽を経由して、活性炭ろ過に導いた。図3.2.3-8に流量バランスを示す。なお、活性炭ろ過塔の運転条件は、以下の通りとした。

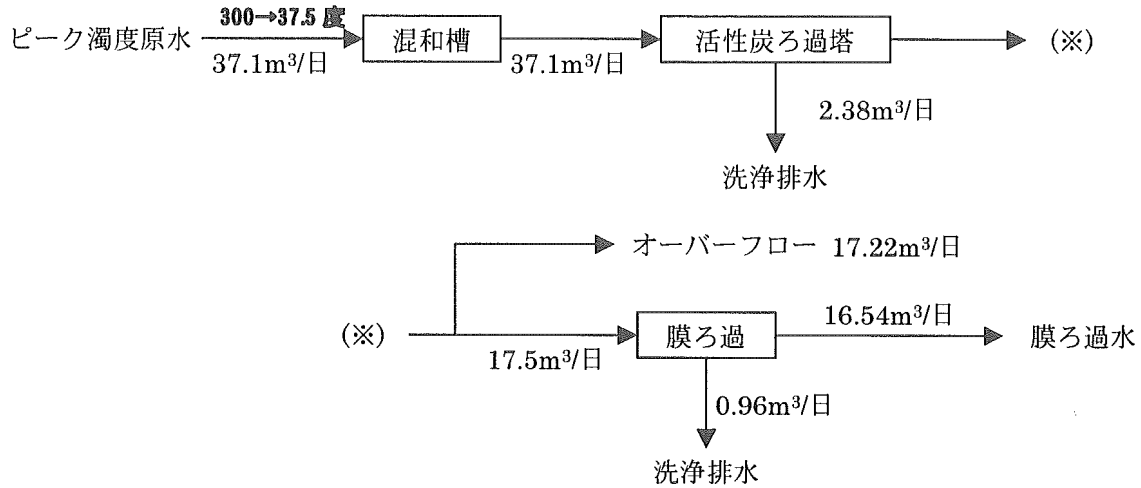


図 3.2.3-8 C系の設定流量

活性炭ろ過塔	逆洗排水量	2.33 m ³ /回
	捨水量	0.05 m ³ /回
	洗浄頻度	水頭上昇時または72時間ごと
	洗浄排水量	逆洗を1回/日と仮定すると
		$(2.33 + 0.05) \text{m}^3/\text{回} \times 1 \text{回}/\text{日} = 2.38 \text{m}^3/\text{日}$

2-5) 膜ろ過（D系）

濁度濃縮膜で濃縮したピーク濁度原水を、濁度濃縮水槽より直接膜ろ過に導いた。図3.2.3-9に流量バランスを示す。

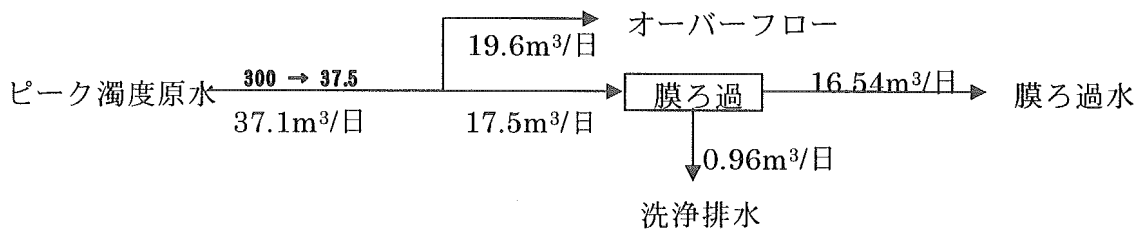


図 3.2.3-9 D系の設定流量

（9）水質分析

1）対象項目と分析頻度

① 連続濁度添加実験

水質分析項目については、水温、pH、濁度、色度、紫外線吸光度（E260）、過マンガン酸カリウム消費量、TOC、鉄、マンガン、アルミニウムとし、このうち、水温、pH、濁度、色度、紫外線吸光度については現場にて、また、過マンガン酸カリウム消費量、TOC、鉄、マンガン、アルミニウムについては、（財）千葉県薬剤師会検査センターにて分析を行った。なお、鉄、マンガン、アルミニウムは、それぞれ全鉄、全マンガン、全アルミニウムとした。対象原水は、連続濁度原水、膜原水、膜ろ過原水とし、連続濁度添加実験期間中にそれぞれ2回採水した。

表 3.2.3-3 水質分析項目

	連続濁度原水	膜原水	膜ろ過水
KMnO ₄ 消費量	○	○	○
TOC	○	○	○
鉄(全 Fe)	○	○	○
マンガン(全 Mn)	○	○	○
アルミニウム(全 Al)	○	○	○

② ピーク濁度実験

水質分析項目は、連続濁度添加実験と同様とし、採水頻度は、水温、pH、濁度、色度、紫外線吸光度（E260）については、各実験系において、装置内の滞留時間による遅れを加味した経時変化を測定した。また、過マンガン酸カリウム消費量、TOC、鉄、マンガン、アルミニウムについては、ピーク原水到達直後と遅れ時間を加味した1時間後に採水した。

2）採水箇所

採水箇所については、連続濁度添加実験、ピーク濁度添加実験ともに同一地点とし、系列ごとに設定した。なお、実験原水については、連続運転実験にて分析していることから省略した。

2-1）3系凝集沈殿（A系）

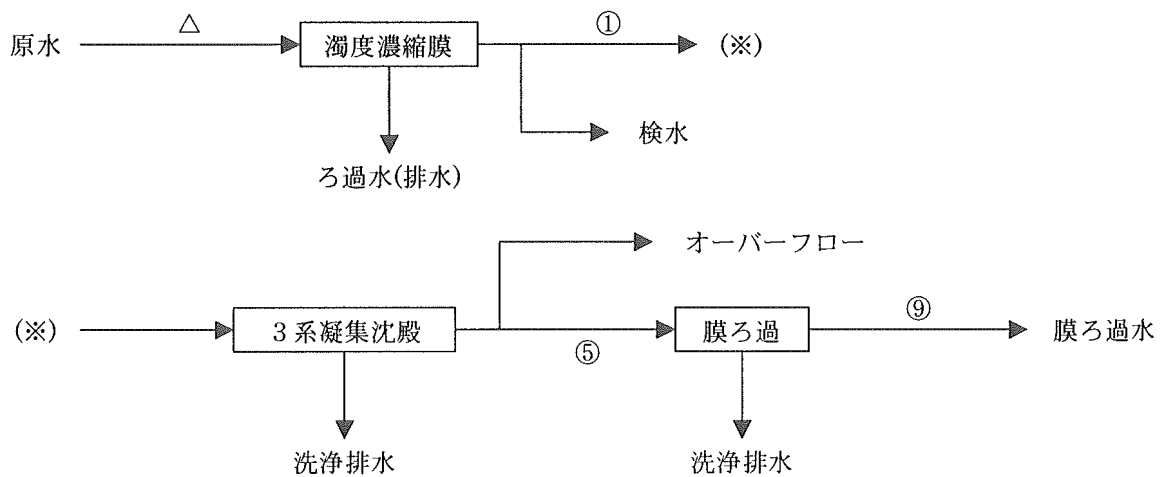


図 3.2.3-10 A系の採水箇所

2-2) 直接ろ過 (B系)

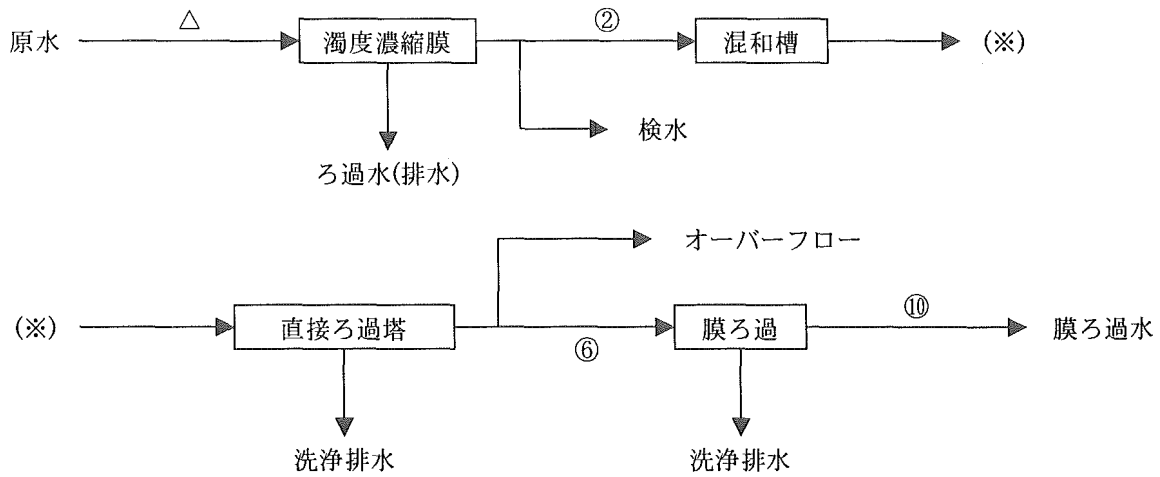


図 3.2.3-11 B系の採水箇所

2-3) 活性炭ろ過 (C系)

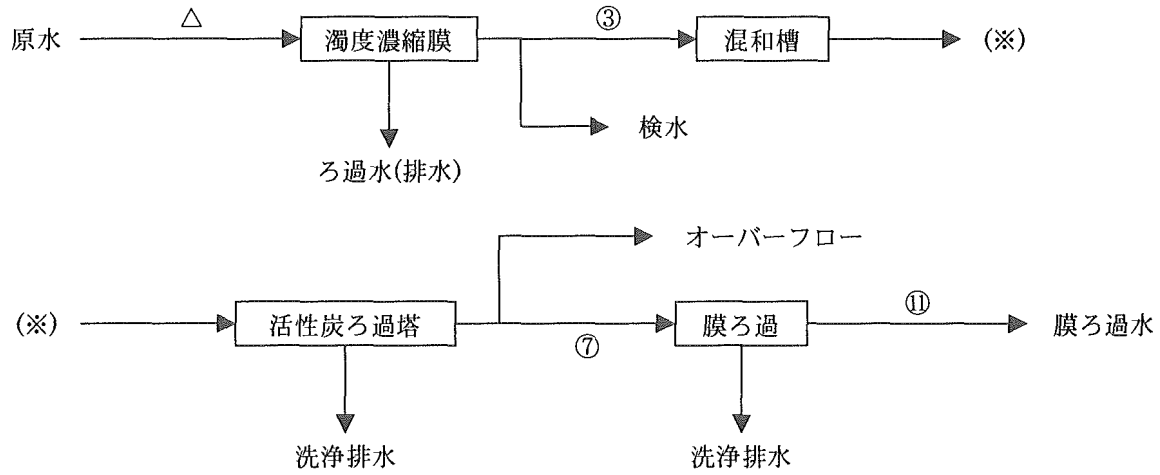


図 3.2.3-12 C系の採水箇所

2-4) 膜ろ過 (D系)

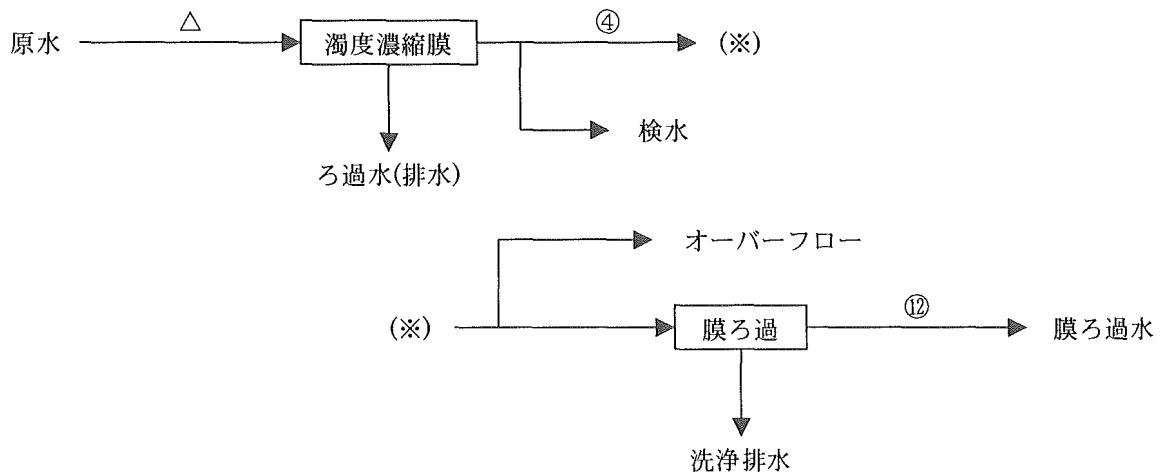


図 3.2.3-13 D系の採水箇所

表 3.2.3-4 採水箇所

No.	採水箇所	検水種類
①～④	濃縮濁度水槽または濃縮水ライン	濃縮濁度水
⑤	A系膜ろ過原水槽	A系凝集沈殿水
⑥	B系膜ろ過原水槽	B系直接ろ過水
⑦	C系膜ろ過原水槽	C系活性炭ろ過水
⑧	D系膜ろ過原水槽	D系膜原水
⑨	A系膜ろ過逆洗水槽	A系膜ろ過水
⑩	B系膜ろ過逆洗水槽	B系膜ろ過水
⑪	C系膜ろ過逆洗水槽	C系膜ろ過水
⑫	D系膜ろ過逆洗水槽	D系膜ろ過水

(10) 実験結果

1) 連続濁度添加実験

1-1) 連続濁度の推移

連続濁度の原水は、実験原水を濁度濃縮膜にて濃縮するため、実験原水の経時変化に依存する。図 3.2.3-14～17 に系列ごとの連続濁度の推移を示す。特に、直接膜ろ過を行う D 系の実験実施時には、実験後半に実験原水濁度が上昇し、その影響を受け、連続濁度原水の濁度も上昇した。

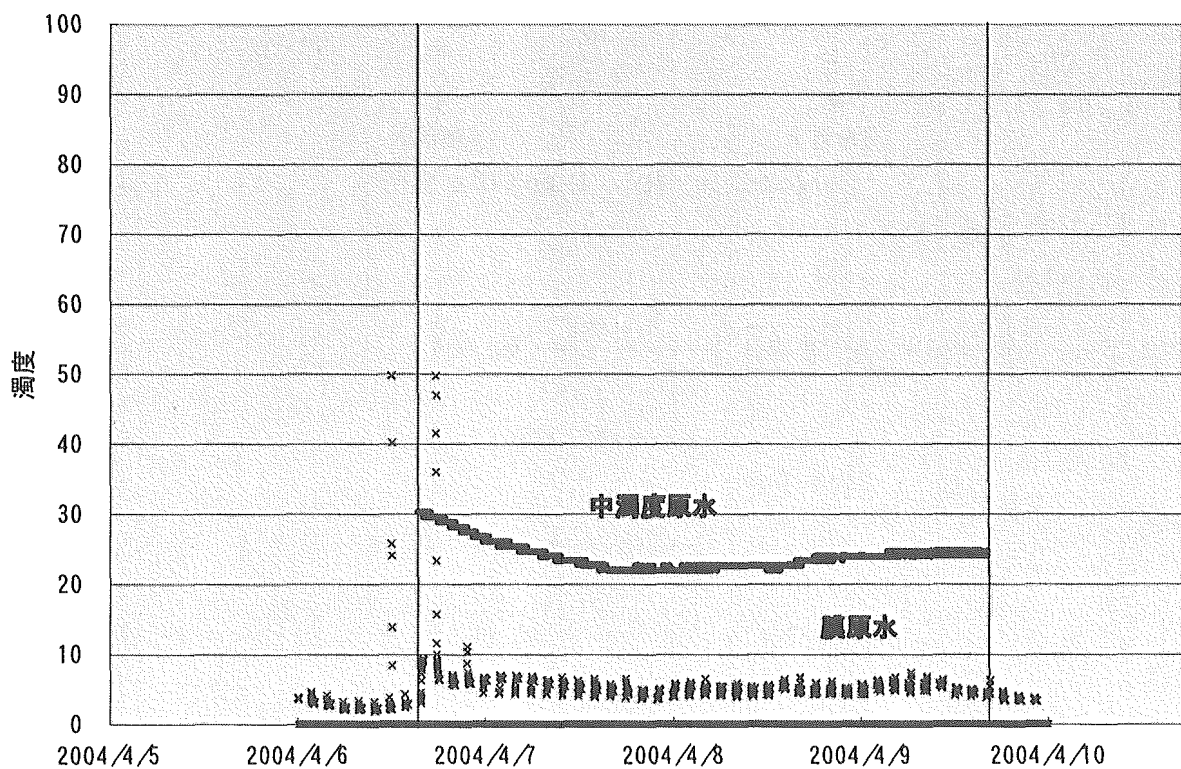


図 3.2.3-14 A系における中程度原水濁度と膜原水濁度の変化