

Приложения

А.1 Раздаточные материалы для рабочих семинаров

(1) 3 сентября – Проектирование и планирование системы водоснабжения (Часть 1)

Проектирование и расчет систем водоснабжения.

1. Расчет объема воды

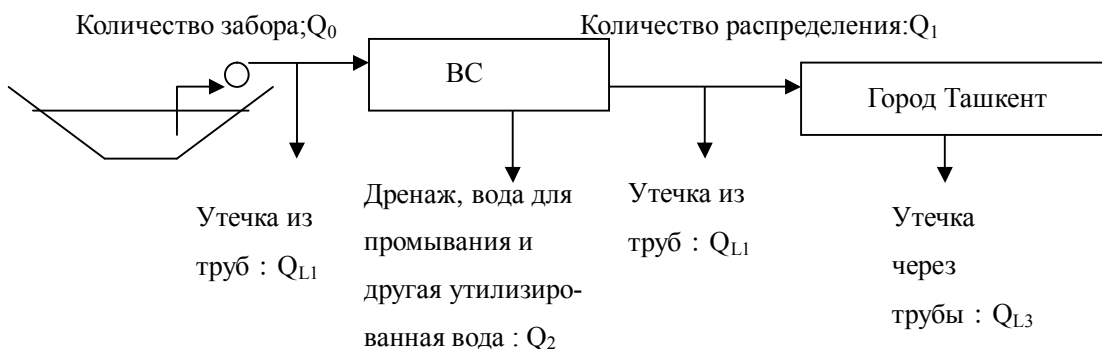


Схема1-1 Водный баланс системы водоснабжения

ВС: Водоочистное сооружение

(1) Решение по расчету количества распределяемой воды (Q_1)

Количество распределенной воды – это реальное потребление воды плюс, потерянное количество, утечки в домах потребителей, утечки в наружных распределительных трубах и домовых трубах. Потребление воды на душу населения будет расти год от года, потери и утечки в домах и утечки из наружных труб будут сокращены.

Как только сокращенное количество утечек и потерь превысит растущее количество реального потребления, общее количество распределенной воды в городе уменьшится, как показано на Схеме 1-2

Вычисление количества распределенной воды происходит, как показано на Схеме 1-3

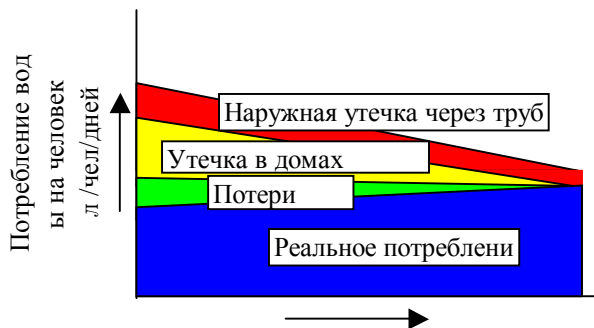


Схема 1-2 Образец сокращения количества распределяемой воды

(2) Вычисление расчетов количества забора (Q_0)

Количество забранной воды – это количество распределенной воды (Q_0) плюс количество утилизированной воды (Q_2) для ВС включая дренажную воду из резервуаров для осаждения и фильтров, воды для промывания и другое.

$$Q_0 = Q_1 + Q_{L2} + Q_2$$

$$Q_2 = (5 \text{ до } 10\%) \times Q_0$$

Ожидаемое количество населения

Подсчитать ожидаемое количество населения города определенное правительством и, при необходимости, внести изменения в соответствии с последними экономическими и социальными тенденциями в городе.

Вычисление распределения воды на душу населения (q_0)

- 1) Потребление на душу населения будет определено на базе проводимых исследований потребления, учитывая растущий спрос в будущем;
- 2) Определить уменьшение потерь (q_{x1}) и утечек в домах (q_{x2}) сопровождаемых эффективными контрмерами по сохранению воды;
- 3) Вычислить потребление воды на душу населения как
$$q_{01} = q_{00} + q_{x1} + q_{x2};$$
- 4) Потребление воды на душу населения большого числа потребителей рассчитывается как будущее распределение для большого числа потребителей/ожидаемое количество населения, и будущее распределение для большого числа потребителей определяется на основе прошлых тенденций спроса и предположениях о социально-экономической ситуации
- 5) $q_0 = q_{01} + q_{02}$

Общее количество распределенной воды в городе

- 1) Распределение количества воды на человека (q_1) и большого потребителя (q_2):
$$q_1 + q_2 = (q_{01} + q_{02}) \times \text{ожидаемое количество населения}$$
- 2) Количество утечки воды через наружные трубы определяется с учетом количество утечки на данный момент, будущее изменение напора воды и улучшение сетей водопровода; Q_{L3}
- 3) $Q_1 = q_1 + q_2 + Q_{L3} + Q_{L1}$

Схема 1-2 Планирование количества распределяемой воды

(3) Оценка количества наружной утечки воды через трубы (Q_3)

Количество наружной утечки через трубы = Q_1 – Количество воды полученной потребителями (общее количество воды по показанию водомера + ошибки водомеров + украденное количество воды)

2. Планирование и расчеты оборудования водоснабжения

(1) Источник воды

Необходимо добиться и обрести право на забор воды из источника, который соответствует расчетам по количеству забора воды (забор воды на проектируемый год).

Варианты источников воды следующие:

1) Подземные воды делятся на стоячую воду и проточную воду под землей.

Качество воды под землей на территории, где выпадает большое количество осадков, в большинстве случаев, настолько хорошее, что данная вода может быть распределена как питьевая, пройдя дезинфекцию.

Несмотря на это концентрация растворенных веществ, таких как соли, железо (Fe), марганец (Mn) иногда высокая и грунтовая вода не может быть использована для подачи воды или должна быть обработана для устранения некоторых веществ.

Подземная вода может быть извлечена из водоносного слоя, вода которого находится между песком и гравием или руслом реки, чья воды течет под землей. Мощность забора воды сухого периода должна быть изучена, и количество забора воды должно быть установлено ниже данной мощности.

Колодцы используются для извлечения подземных вод, и установка колодцев, а также мощность извлечения воды каждого колодца должна быть определена, на основании исследований участка.

2) Проточная вода в реках

Данный вид воды становится мутной во время дождей и сброшенные сточные воды в верхнем течении оказывают дополнительное влияние, поэтому для использования воды в водоснабжении необходимо ее очищение.

Поток воды настолько сильно меняется в зависимости от количества осадков, что объемы забора должны быть запланированы так, чтобы предположить поток воды в самый засушливый период. В Японии в данном случае применяется третье минимальное значение за последние 30 лет.

3) Вода водоемов и озер

Объемы запасов воды водоемов и озер меняется в зависимости от количества осадков и проточной воды, несмотря на это, изменения относительно небольшие по сравнению с проточной водой. Расчет количества забора определяется мощностью забора в засушливый период, принимая во внимание другие права на

забор воды.

Обычно качество этой воды лучше, чем проточной, но когда большое количество городов и заводов расположено в бассейне реки, питательные вещества, такие как фосфор и азот выпадают в водоемы и реки, и иногда такие материалы могут привести к цветению воды, из-за огромного количества морских водорослей и загрязнения воды.

4) Вода на плотинах

Если количества воды забираемого из рек недостаточно, то нужно учитывать воду на плотинах. Резервуар можно использовать более эффективно, так как он может аккумулировать воду в дождливый период.

Качество воды может быть подвержено цветению, как и вода в водоемах и озерах, но плотины строятся в верховьях рек, и поэтому загрязнение воды на плотинах происходит не так часто, как в водоемах и реках.

(2) Оборудование для забора воды

Опущено

(3) Водоочистное сооружение (ВС)

1) План расположения

Рассчитанное количество притока воды Q_0 и стока Q_1 .

Основной поток ВС для поверхностной воды показан на Схеме 2-1.

План расположения самых больших японских ВС следующий; на Схеме 2-2(1) и Схеме 2-2(2) показан план ВС Асака (1.83млн. м³/день) в Токио и вертикальный разрез гидравлики; на Схеме 2-3 показан план, и вертикальный разрез гидравлики ВС Марано (1.83млн. м³/день) в Осаке. ВС Марано имеет два водоочистных оборудования, которые высотой в пятиэтажное здание и мощность каждого оборудования 300,000м³/день.

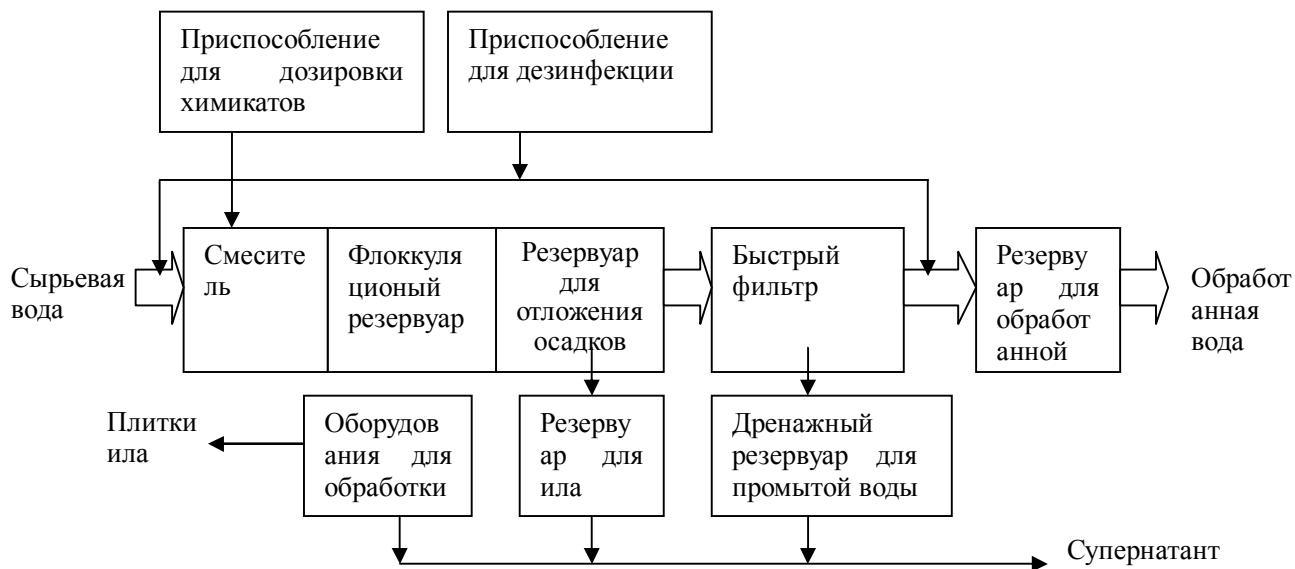


Схема 2-1 Схема основного потока ВС

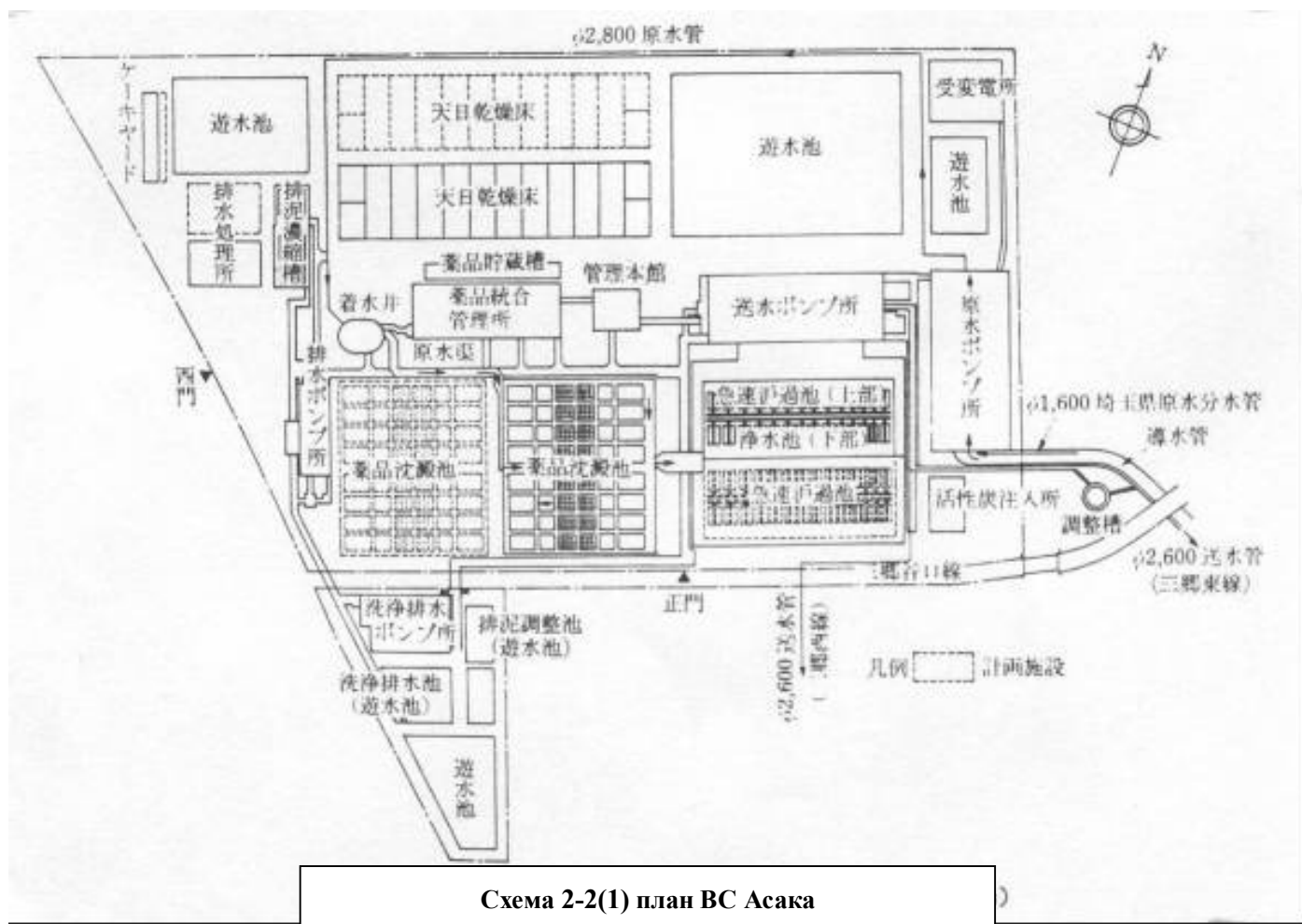


Схема 2-2(1) план ВС Асака

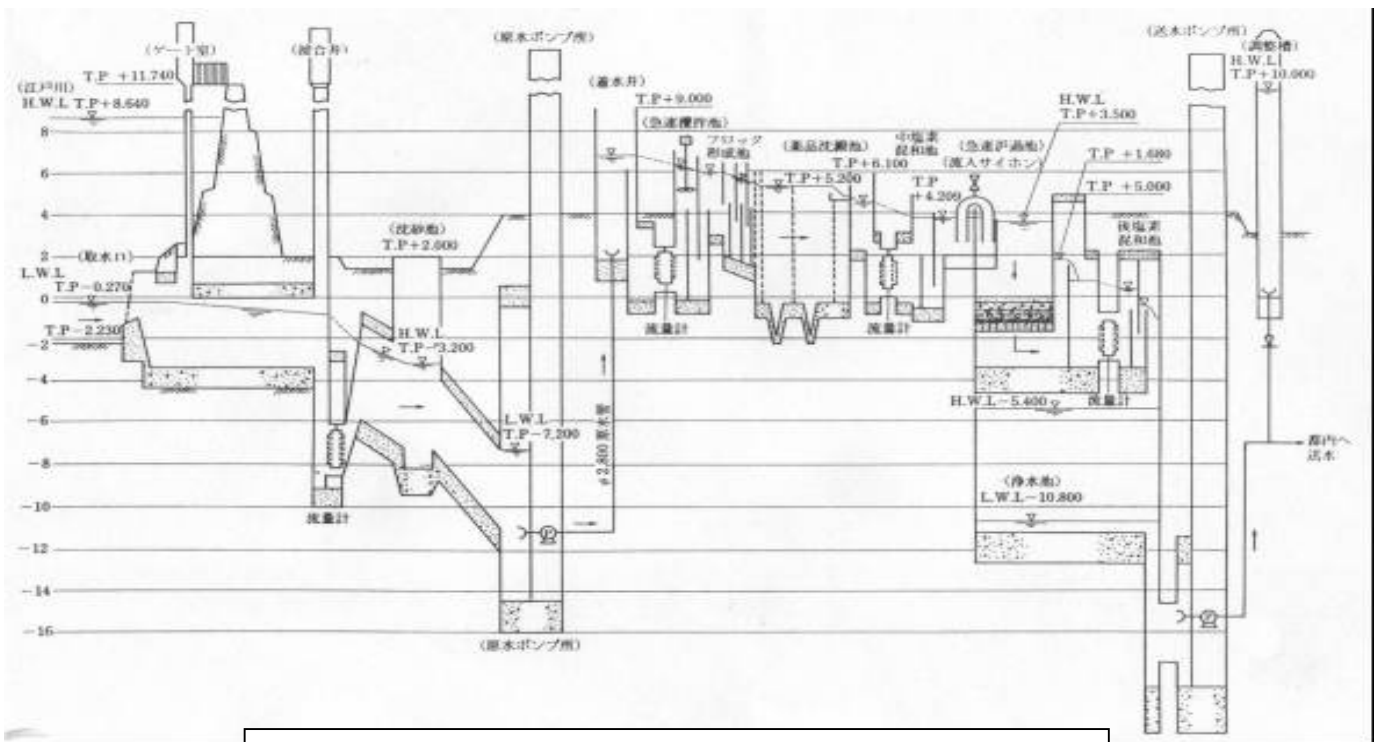


Схема 2-2(2) Асака ВС Вертикальный разрез гидравлики

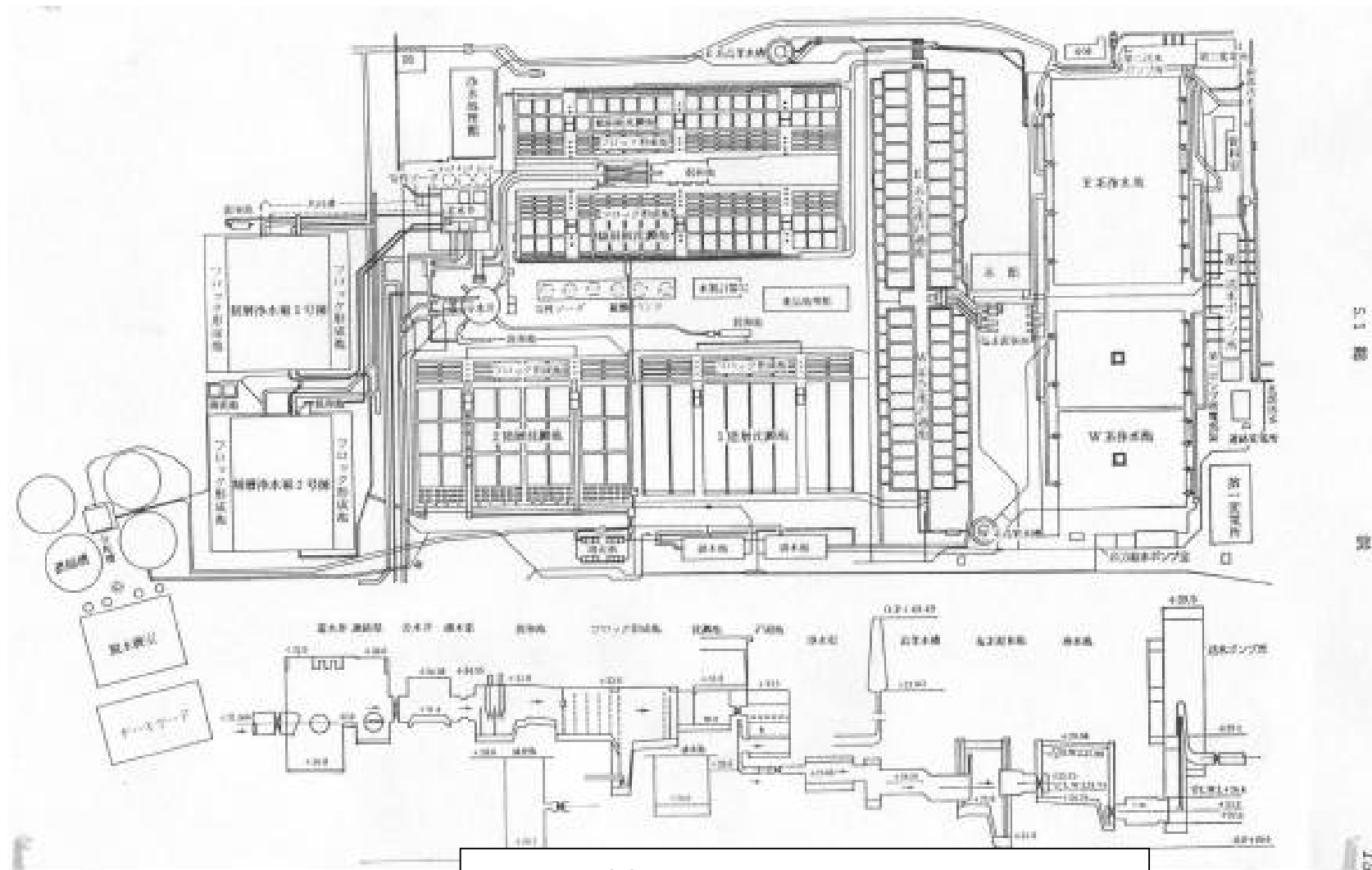


Схема 2-3 План ВС Марано и вертикальный разрез

Критерии удержание времени и внешний груз оборудования для ВС разные во многих странах. Сравнения критериев Японских и SNIP, даны в Таблице 2-1.

Они не сильно различаются между собой, но то, что стандарт груза плотины не включен в SNIP, может повлечь за собой проблемы. Если груз плотины слишком тяжелый, то осевший ил будет поднят. Но если резервуар для отложения осадков имеет достаточно времени удержания, например восемь часов, то это не является недочетом системы.

Таблица 2-1 Расчетные критерии ВС

Наименование	Пункт	Ед. изм.	Японские	СНИП
Быстрый смеситель	Время удержания	мин.	1 - 5	6 - 10
Флокуляционный резервуар	Время удержания	мин.	20 - 40	<20
Резервуар для отложения осадков/отстойник	Время удержания	час	---	1 - 3 ^{*2}
	Нагрузка	мм/мин	15 - 30	---
	Скорость секции	мм/сек	6.7>	0.45-0.5
	Груз плотины	м ³ /мсут	500	---
Скорый фильтр	Скорость фильтрации	м/ч	50-10 ^{*1}	8-12
	Скорость обратного потока	л/сек/м ²	10-15	14
	Скорость поверхностного потока	л/сек/м ²	2.5-3.3	(Продув воздухом)

*1: Фильтр необходим. Если скорость фильтрации выше, чем 150м/сут, фильтровый слой должен быть двойным.

*2: Скорость осаждения частиц 0.45мм/сек ; 0.9 час, 0.15мм/сек ; 2.6 час

2) Процесс осаждения коагулянта

В процессе осаждения коагулянта, коагуляция и флокуляция, показанные на Схеме 2-4, самые важные. Так как диаметр плавающих частиц в сырьевой воде очень мал, т.е 1 микромметр, и они, имея положительный заряд, отталкиваются друг от друга, то осаждение происходит трудно. Следовательно, коагулянт, который в основном состоит из серной кислоты алюминия ($Al_2(SO_4)_3$), добавляется в сырьевую воду и производит нейтрализацию частиц при помощи Al^+ , и частицы, состоящие из $Al_2(OH)_3$ для склеивания, что имеет силу коагуляции.

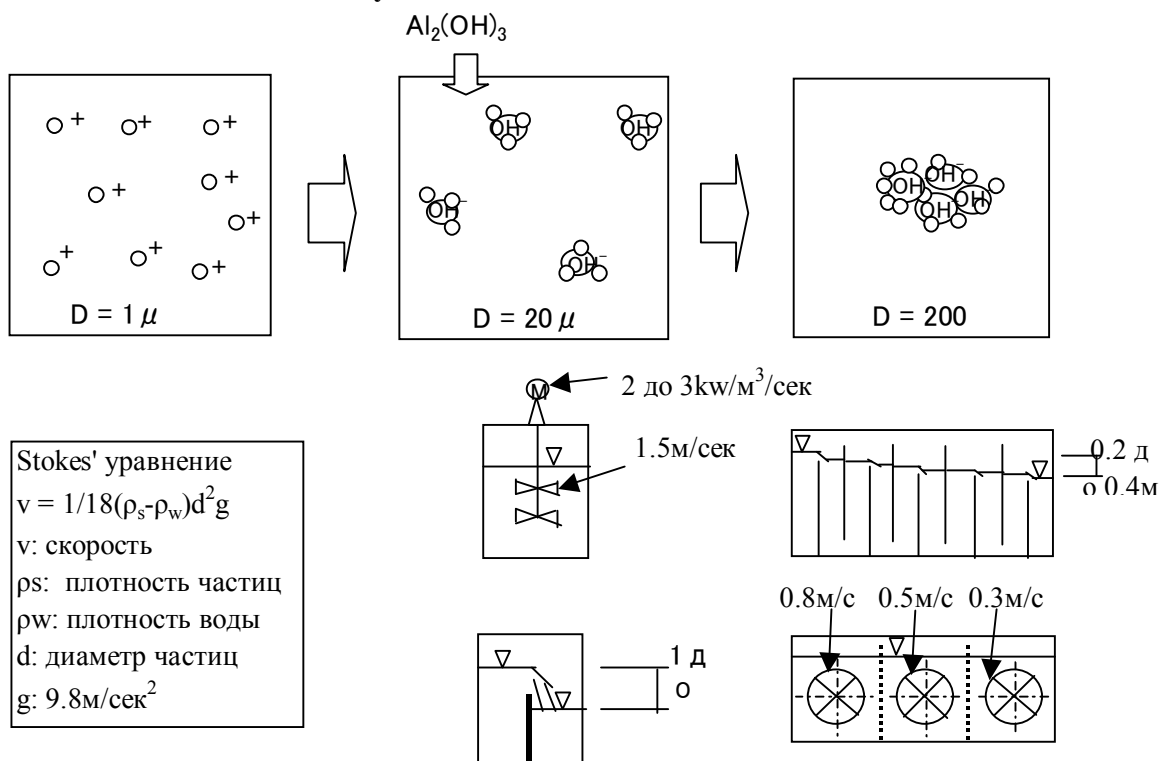
Для коагуляции дозированная сырьевая вода должна быть хорошо размешана при помощи специальной машины и потока воды, таким образом, частицы присоединяться к коагулянту. Несмотря на это диаметр присоединенных частиц,

называемых микро-хлопья, всего около 20 мкм и скорость осаждения микро-хлопьев очень маленькая. Несмотря на это вода, содержащая микро-хлопья должна быть подвержена медленному перемешиванию, чтобы микро-хлопья присоединялись друг к другу и становились больше и больше примерно 0.2 - 0.5 мм в диаметре в флокуляционном резервуаре.

Данный процесс называется “флокуляцией” перемешивание для флокуляции должно происходить сильно на начальной стадии и постепенно слабеть к последней стадии.

Увеличившиеся в объеме частицы легко осаждаются в отстойнике.

Флокуляция



Время удержания
= 1 - 5 мин.

Время удержания
= 20 - 40 мин.

P: мощность $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
 η : эффективность торможения
 μ : вязкость
 ρ : плотность воды $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
 h: потеря напора воды м
 T: задержка времени сек

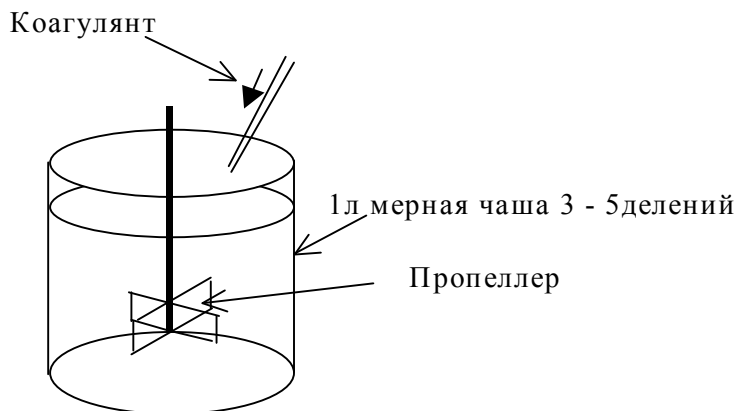
Тип механизма
 $G = (P\eta/\mu V)^{1/2}$
 Baffled channel mixing
 $G = (\rho gh/\mu)^{1/2}$
 $GT = G(T)^{1/2}$
 $G = 20 \text{ до } 70 \text{ 1/s}$
 $GT = 23,000 \text{ до } 210,000$

Схема 2-4 Коагуляция и флокуляция

Тест на вращение необходим для проведения данного процесса в лаборатории, как

показано на схеме 2-5. Очень важно определить скорость дозировки коагулянта, а данное оборудование очень важно для ВС.

Методы флокуляции используют энергию потока воды как показано на схеме 2-6 или вращающиеся лопасти в воде при помощи механической силы как показано на схеме 2-7(1) и 2-7(2). Стоимость использования водного потока намного меньше, чем механического смесителя. Однако из-за того, что общая разница между уровнем воды и силой смешения прежнего метода меняется больше в соответствии с изменениями объема потока (изменения в разнице и силе пропорциональны скорости потока воды), при использовании данного метода возникают проблемы при изменении потока.



Тест на вращение

1. Для дозирования коагулянта на нескольких скоростях (минимум)
2. Для вращения в течение 1-2 минут быстро
3. Для вращения в течение 10-20 минут медленно
4. Для наблюдения и сравнения при условии флокуляции
5. Для определения идеальной скорости впрыскивания коагулянта

Схема 2-5 Устройство для тестирования и тест на вращение

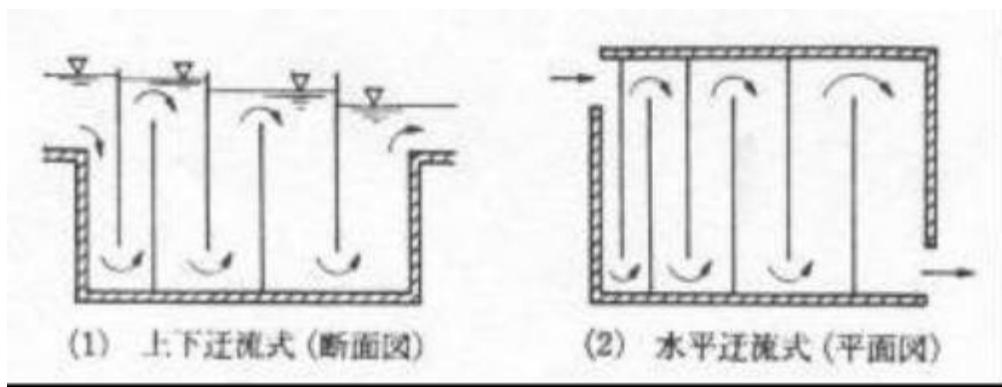


Fig.2-6 Флокуляционный резервуар при использовании потока воды

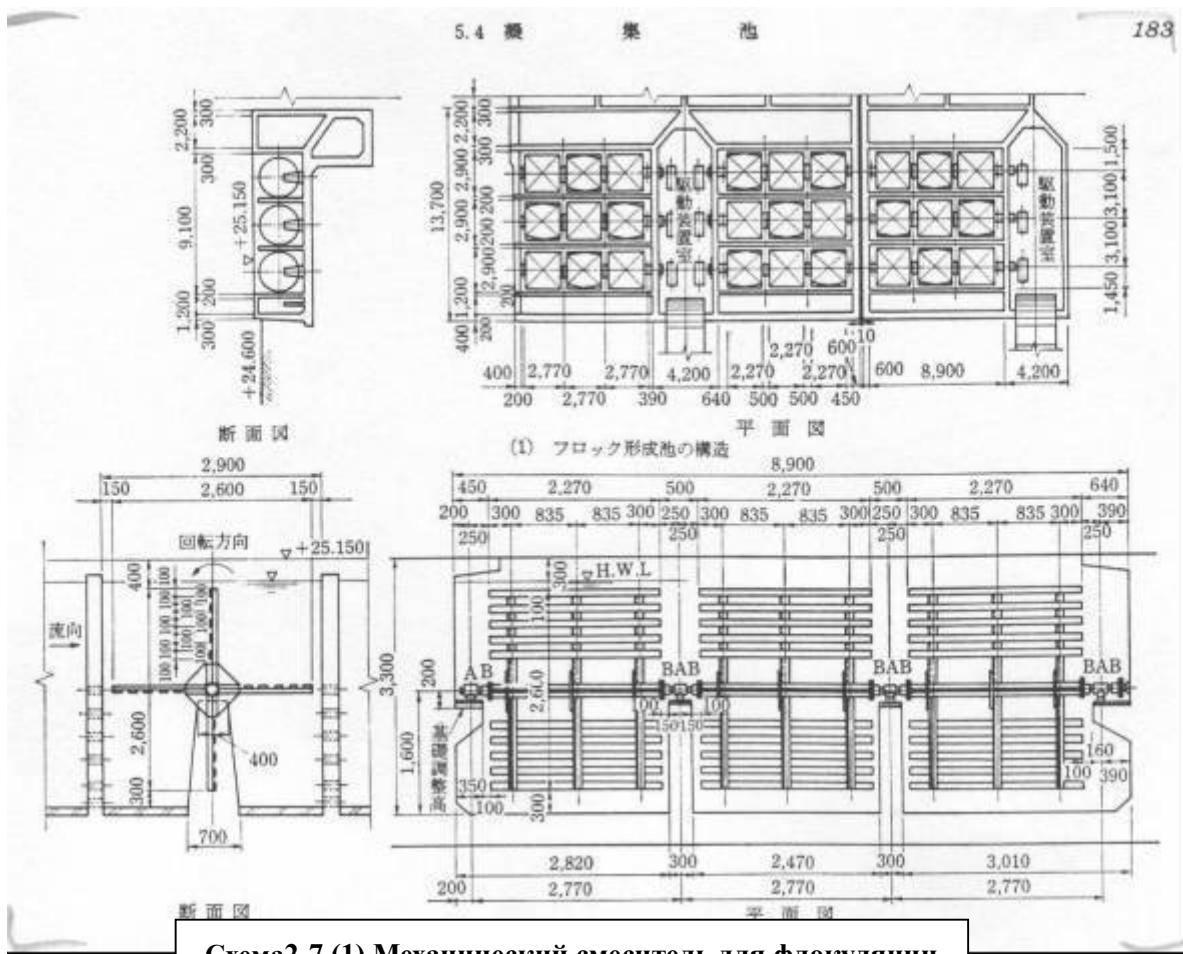


Схема2-7 (1) Механический смеситель для флокуляции

Существует много видов резервуаров для осаждения коагулянта. Самый обычный вид это отделенный от резервуара для осаждения быстрый смеситель и резервуар для флокуляции как показано на схеме 2-8. Другой вид называется “осветлитель с взвешенным остатком или высокоскоростное осаждение, ” где резервуары скомбинированы, а объемы меньше, чем в первоначальном. Этот тип показан на схеме 2-9(1) и 2-9(3).

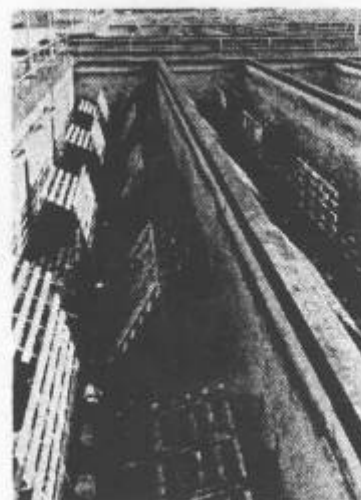


Схема2-7 (2) Механический смеситель для флокуляции

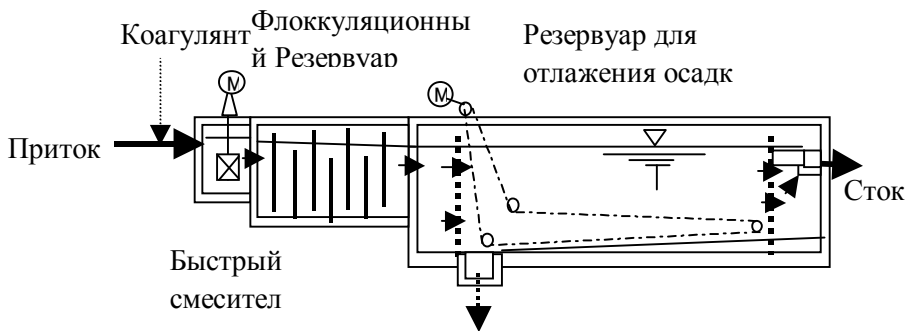


Схема2-8 Обычный тип резервуара для осаждения

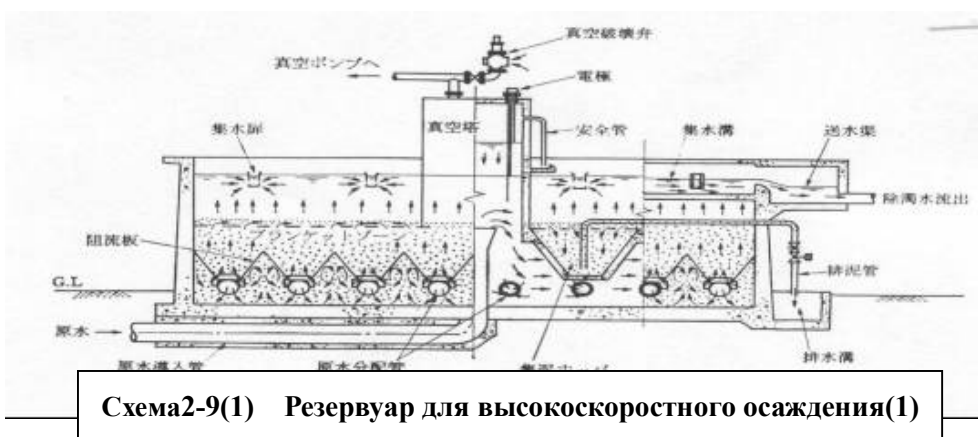


Схема2-9(1) Резервуар для высокоскоростного осаждения(1)

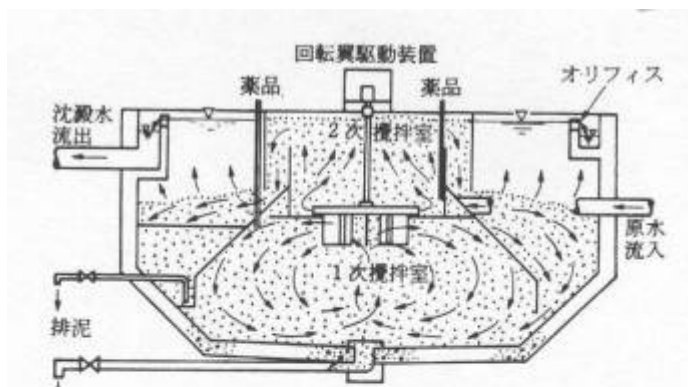


Схема2-9(2) Резервуар для высокоскоростного осаждения

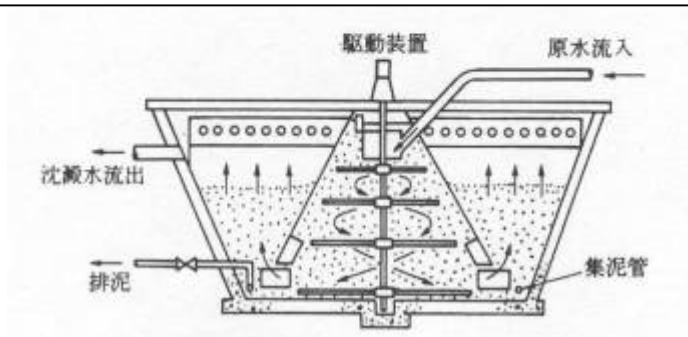
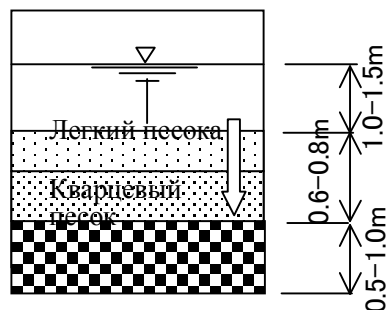


Схема2-9(3) Резервуар для высокоскоростного осаждения (3)

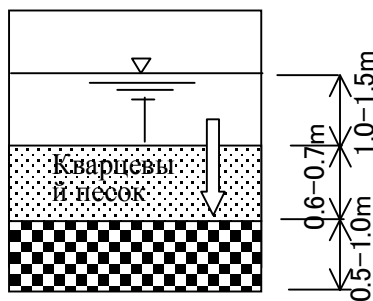
3) Оборудование для быстрого фильтра

Быстрый фильтр пропускает обработанную воду из резервуара для осаждения и осуществляет фильтрацию через слой песка. Существуют фильтры с одинарным и двойным (или тройным) слоем песка и скорость фильтрации фильтра с двойным слоем может быть больше, чем у фильтра с одним слоем как показано на схеме 2-10.

Кварцевый песок используется для фильтрации как промежуточный фильтр, который просеивает, через необработанные материалы как показано на схеме 2-11. Неплотный промежуточный фильтр из искусственного материала, его диаметр в 1.5 - 2 раза больше, чем у кремниевого песка. Реальный удельный вес около 1.5г/см^3 , т.е. меньше чем у кремниевого песка, удельный вес которого (2.65г/см^3).



Двойной



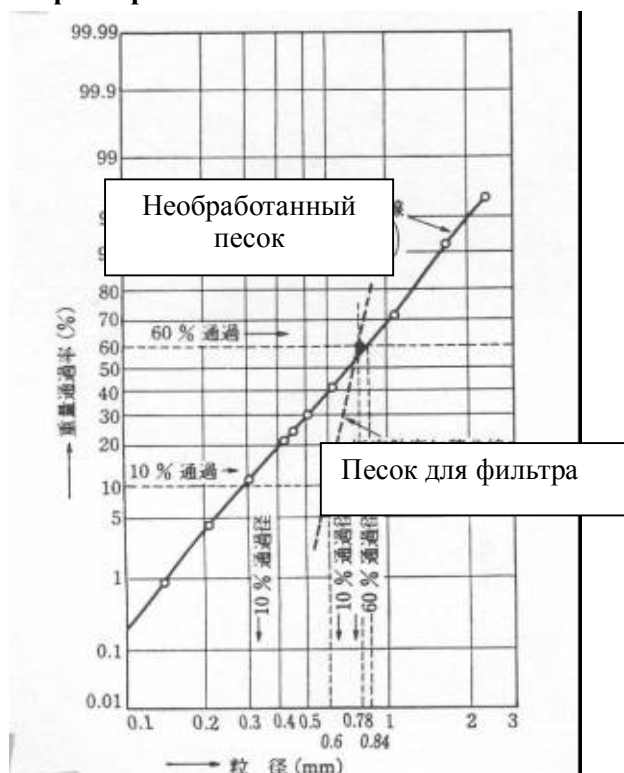
слой

Одинарный слой

Скорость фильтрации: ниже 240м/день Скорость фильтрации: 120 – 150м/день

Схема 2-10 Состав фильтров

Фильтр может промыть слой песка обработанной водой или воздухом в случаях, когда песок загрязнен и засорен частицами. Для промывания, в Японии обычно используется вода обратного потока, которая проходит внизу фильтрационного слоя, и поверхностное промывание, вода которого проходит поверх песка. Желательно, чтобы скорость фильтрации оставалась постоянной насколько это возможно, данные способы регулирования скорости фильтрации представлены для



фильтрационных систем.

Метод контроля		Приток	Сток	
			Не понижающийся м	Понижающийся
Метод постоянного фильтрации	Тип контроля за потоком	Понижающийся тип		
		Не понижающийся тип		
		Тип контролирующий уровень воды		
	Тип контроля за уровнем воды	Понижающийся тип		
		Не понижающийся тип		
		Тип контролирующий уровень воды		
Тип естественного баланса	Понижающийся тип			
Метод понижающейся фильтрации	Не понижающийся тип			
	Тип контролирующий уровень воды			

注) カスケード方式

Схема2-2 Оценка метода управления фильтрации

Так как фильтрационный слой блокируется загрязняющими агентами, то напор в фильтрационном слое будет понижаться, а зона негативного давления будет формироваться в фильтрационном слое, как показано на схеме 2-12.

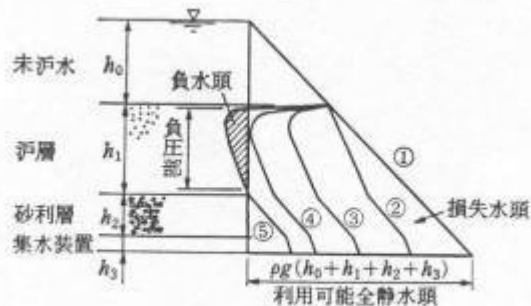


Схема2-12 Понижение напора фильтрационного слоя

Образование этой зоны очень опасно, так как фильтрационный слой может сломаться и частицы, которые, удерживал фильтр, попадут в отфильтрованную воду. Поэтому, фильтр должен быть промыт до того, как напор понизиться до 70% от общего потока, который различен на вводе и выводе.

Пример фильтрационной секции показан на схеме 2-13. Пример использования закрепленного оборудования для поверхностного промывания показан на схеме 2-14(1) и деталь оборудования на схеме 2-14(2). Пример использования вращающегося поверхностного оборудования для промывания показан на схеме 2-15(1), и деталь оборудования для промывания на схеме 2-15(2).

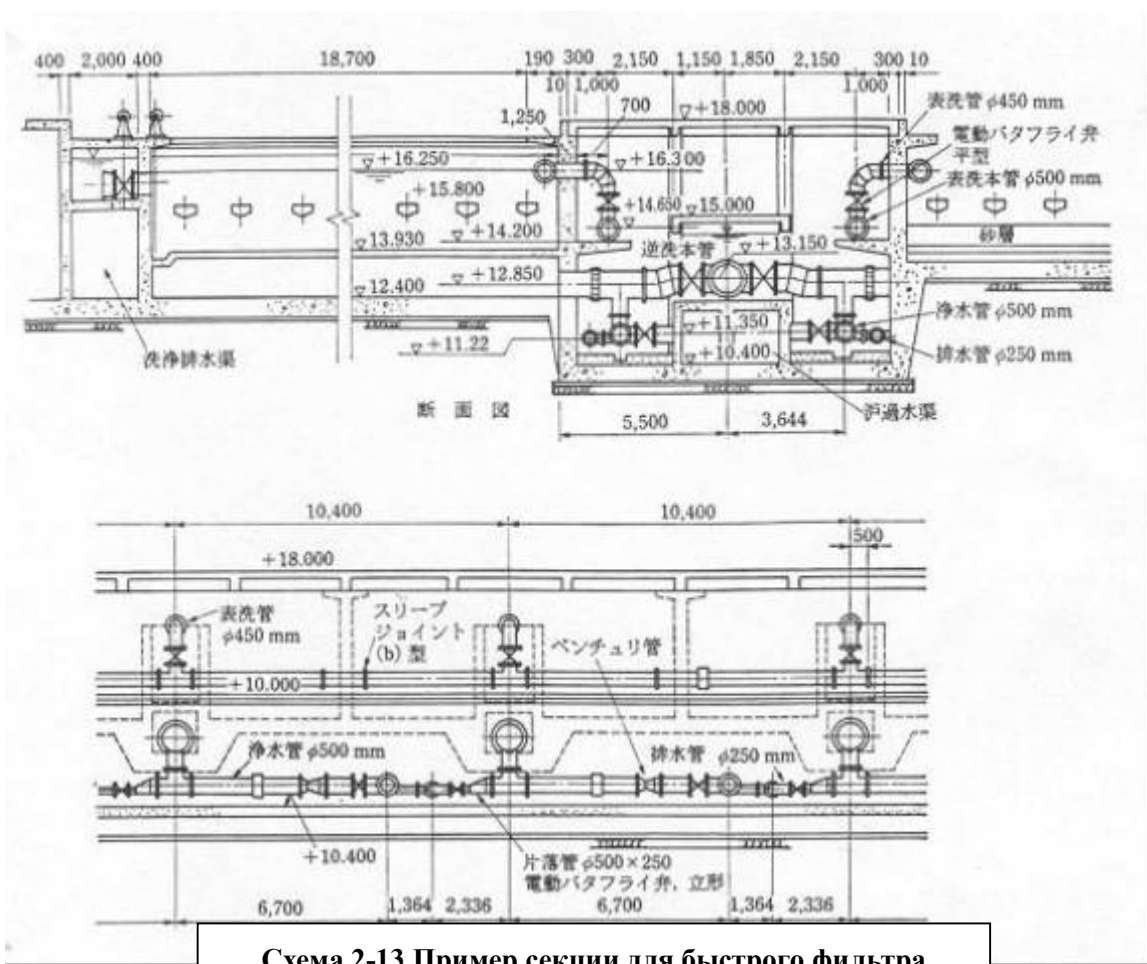
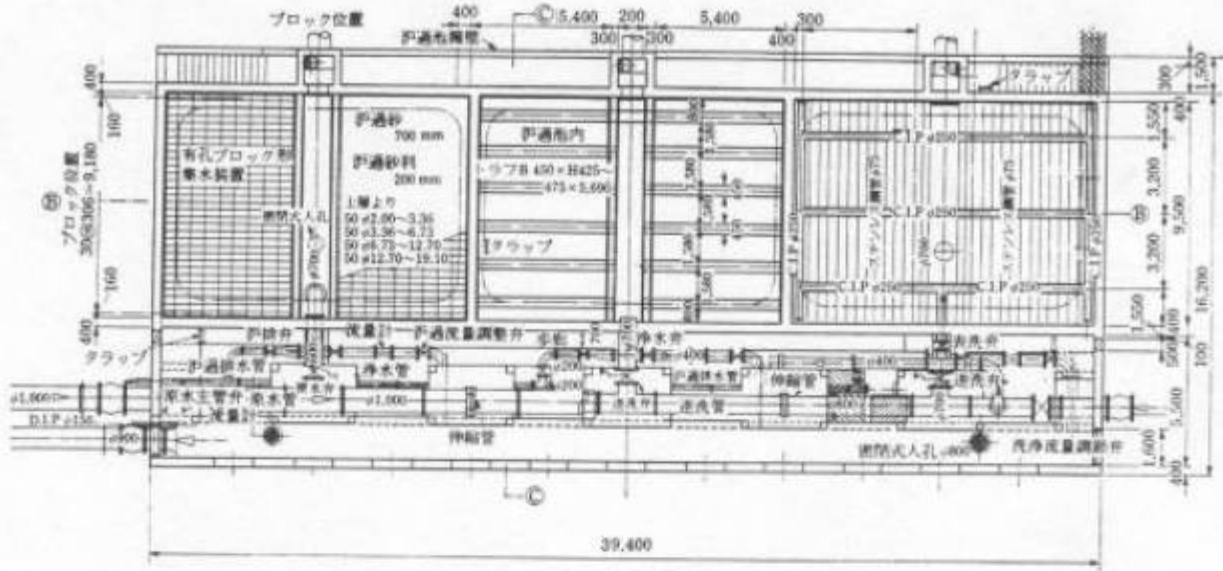
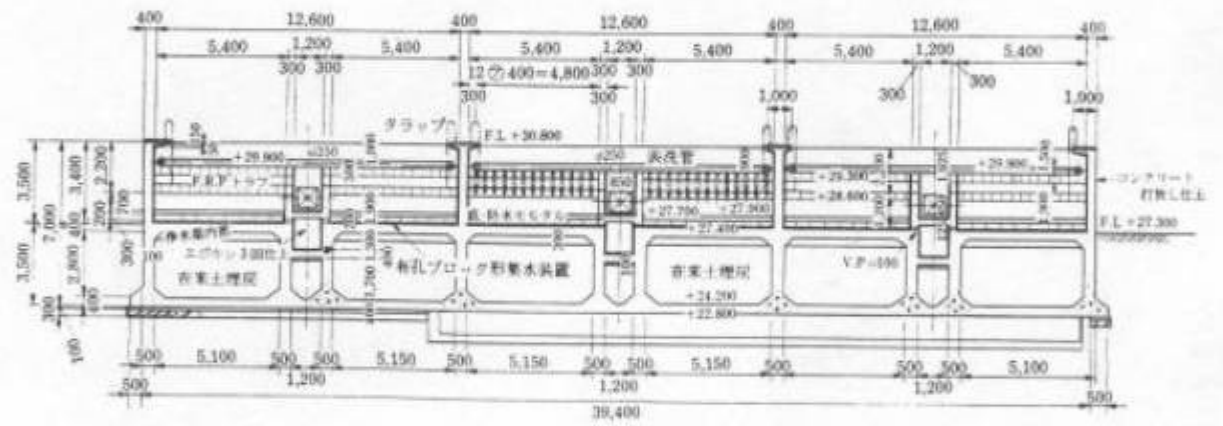


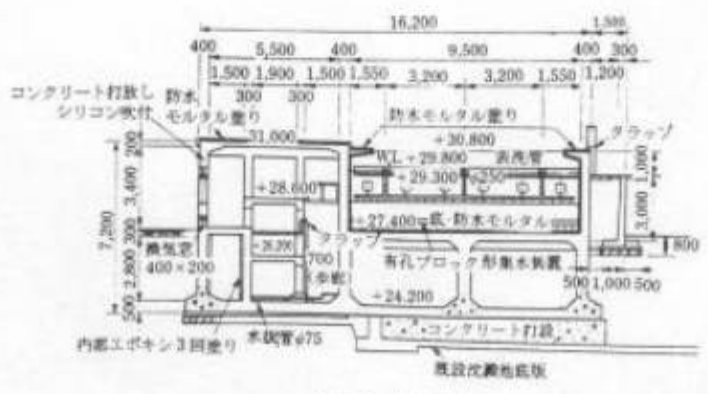
Схема 2-13 Пример секции для быстрого фильтра



平面図



B-B断面図



C-C断面図

Схема2-14(1) Быстрый фильтр использующий закрепленное оборудование для

5.6 急速引過池

213

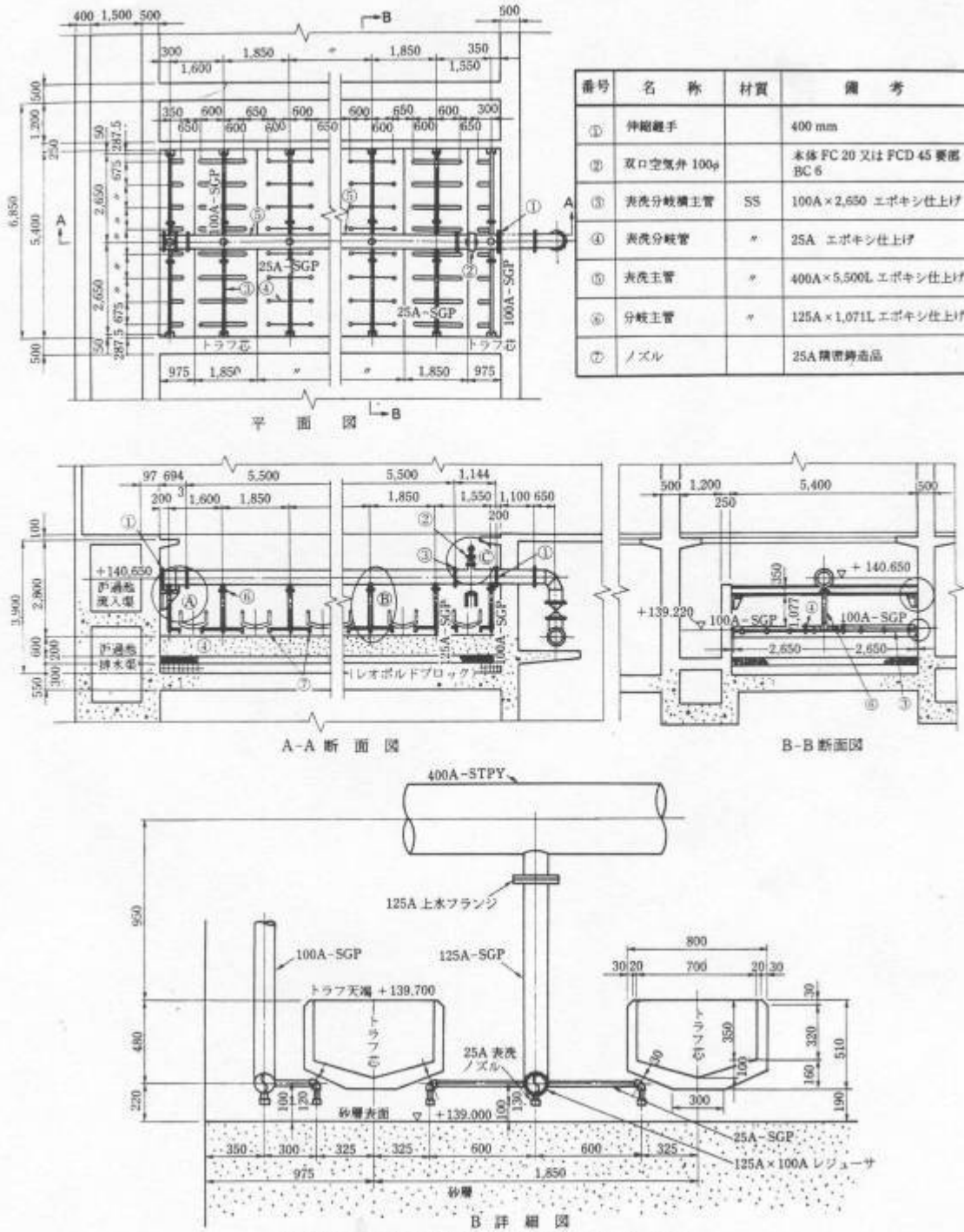


Схема2-14 (2) Деталь закрепленного оборудования для промывания

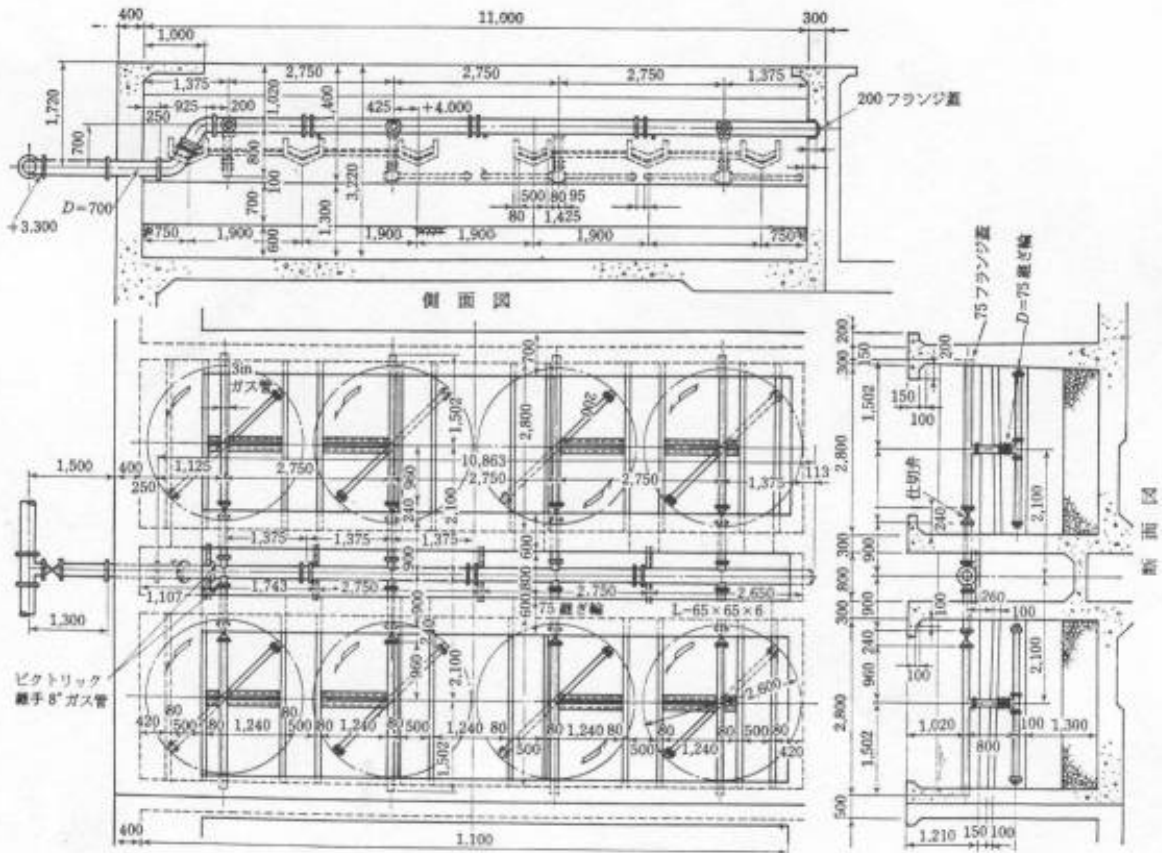


Схема2-15(1) Быстрый фильтр использующий поочередное

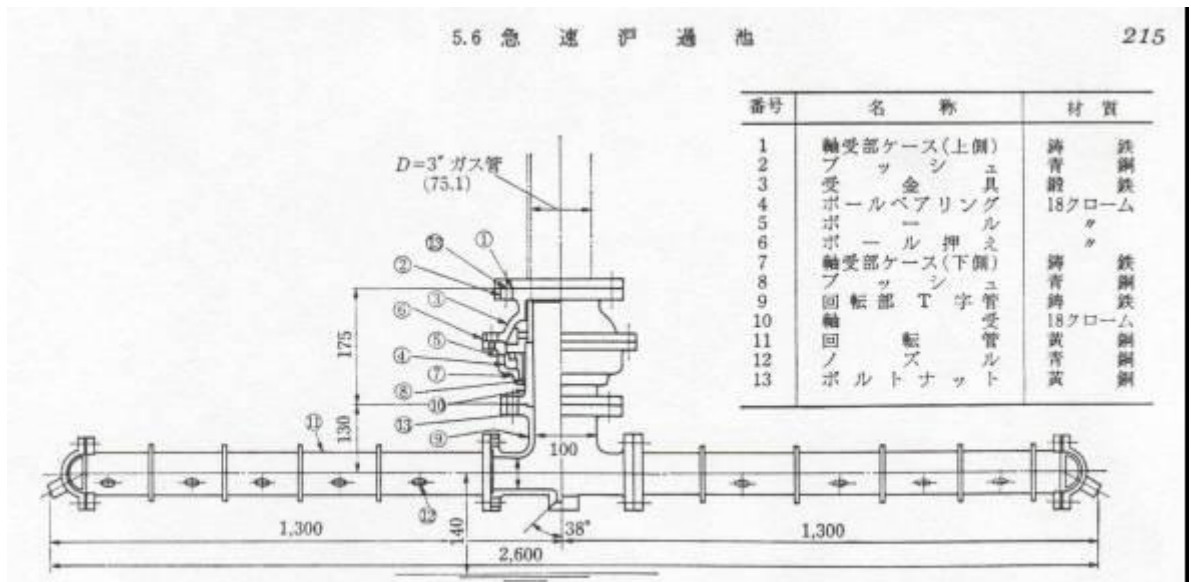


Схема2-15(2) Деталь оборудования для поочередного промывания

Несколько методов промывания обратным потоком так же применяется; это (1) при помощи насоса (Fig2-16(1)), (2) при помощи потока воды приподнятого резервуара (схема2-16(2)), (3) утилизирующая фильтрованную воды сгенерированная другими фильтрами (схема 2-16(3)) и (4) резервуар для утилизированной воды находящийся в устройстве фильтра (схема 2-16(4)). Методы (1) и (2) широко используются. Метод (3) не нуждается в насосах и утилизирующий сифон без большого диаметра авто клапанов для сокращения стоимости строительства, должен быть один резервуар, состоящий из 8 фильтров, потому, что 7 фильтров фильтрующих воду промываются восьмым. Мощность насоса для метода (4) маленькая, также при данном методе используются сифоны, поэтому расходы на строительство фильтра, представленного этим методом, маленькие.

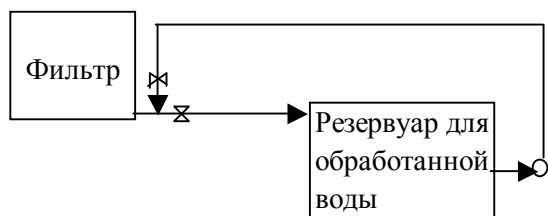


Схема2-16 (1) Метод (1)

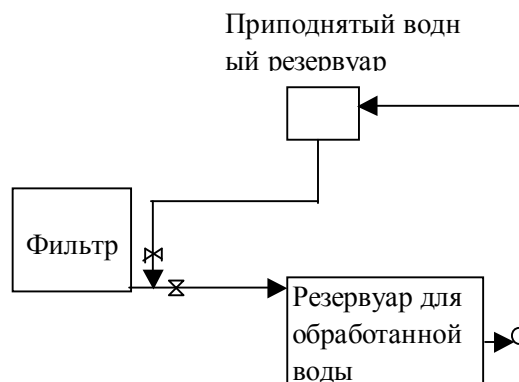
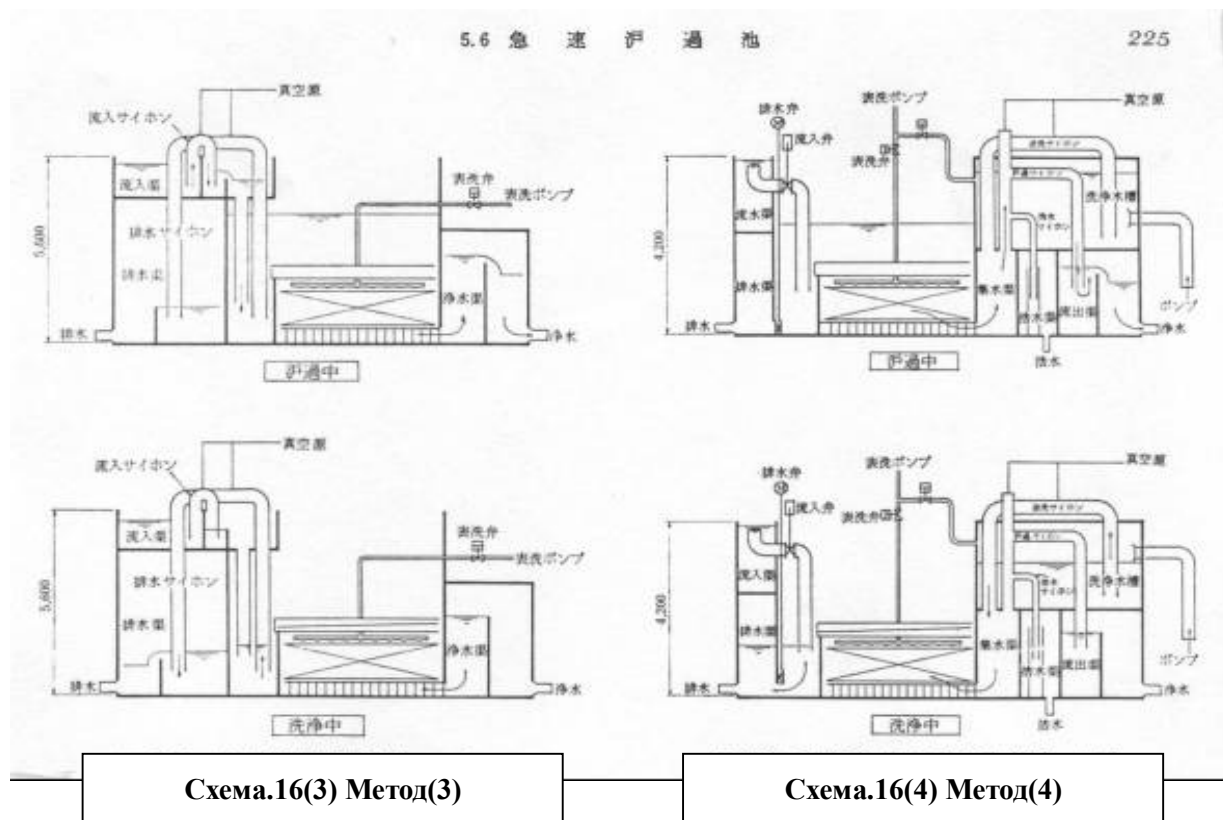


Схема2-16 (2) Метод (2)



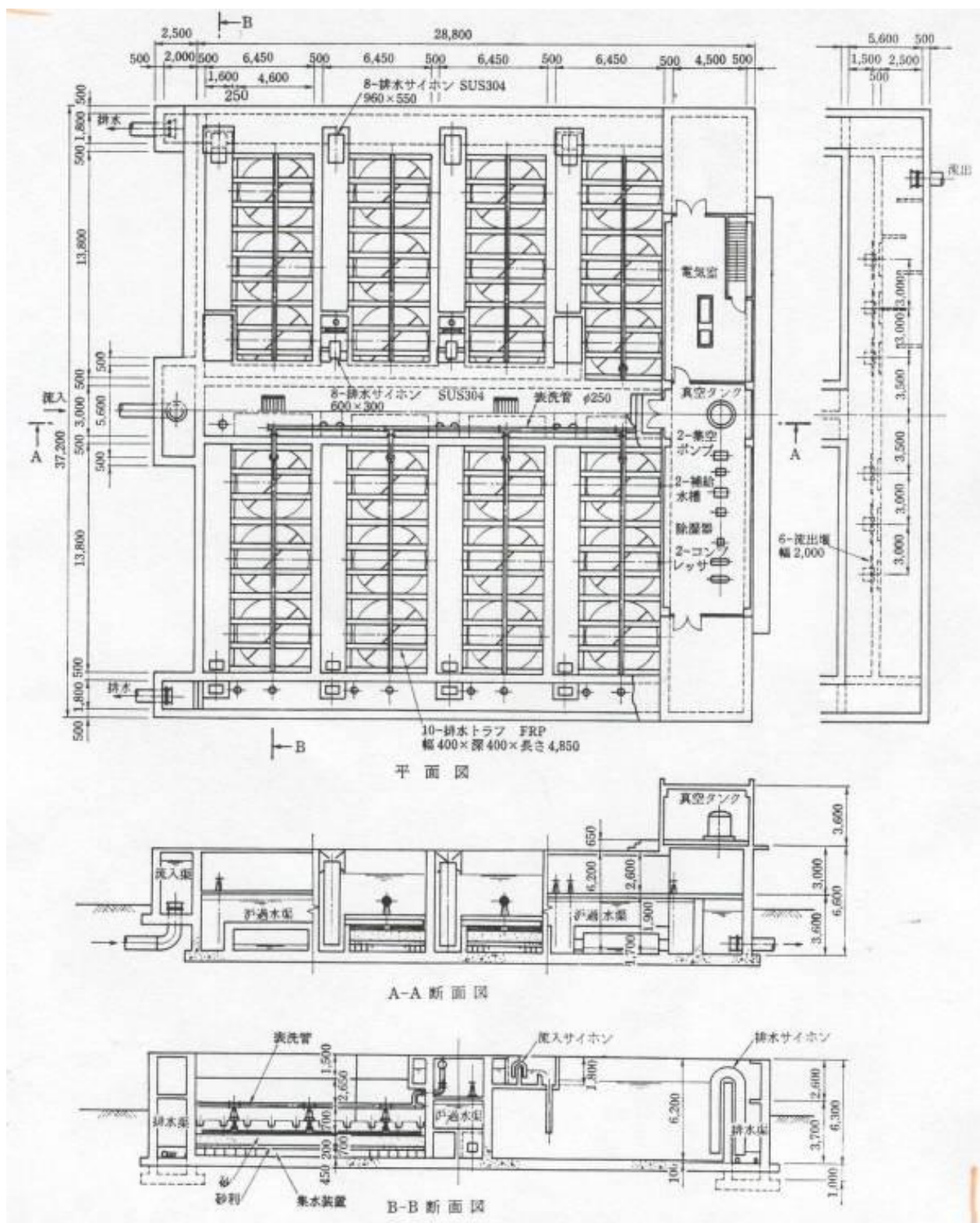


Схема 2-17 Пример резервуара фильтра, метод

На схеме.1-17 показан пример оборудования фильтра по методу (3). После того как приток воды упал.

На схеме 2-17 показан пример метода (3) фильтрации. Вода из резервуара для осаждения осадков течет в каждый фильтр и поток вытекаемой воды не контролируется, уровень воды каждого резервуара фильтра постепенно растет, в то время как напор в прослойке фильтра становится меньше.

Фильтрующий слой является самой важной частью оборудования фильтра, который поддерживает фильтрующий пласт и пласт гравия, а также производит промывание обратным потоком.

На схеме 2-18 (1) показан тип перфорированного бруска, который является самым обычным типом в Японии. На схеме 2-18(2) показан перфорированный тип трубы, на схеме 2-18(3) shows a strainer type, и на схеме2-18(4) показан тип перфорированного бруска и пористый тип пластины для очищения воздухом.

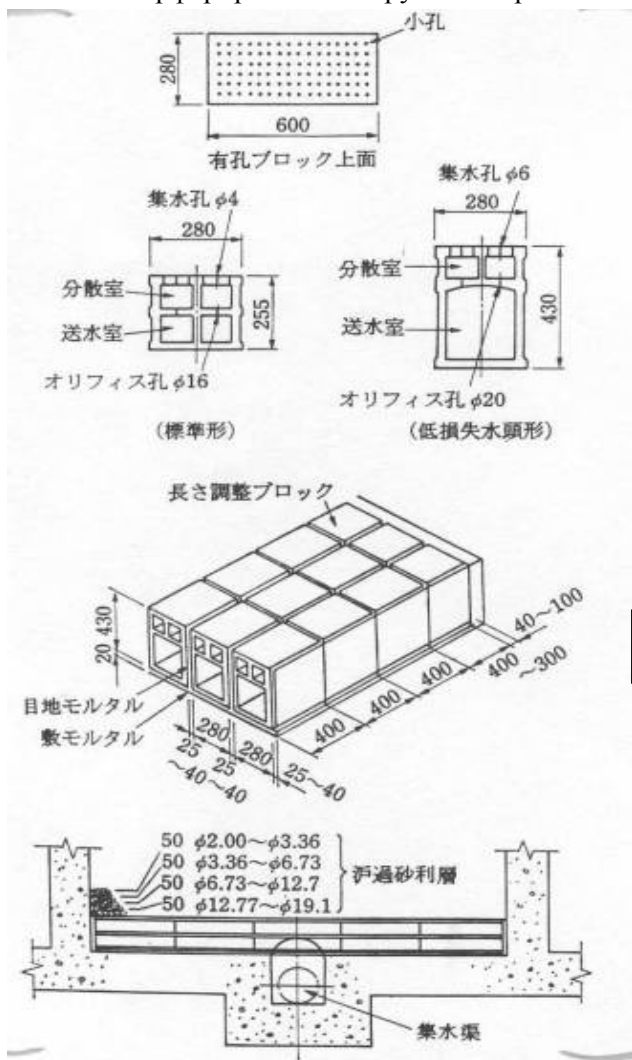


Схема2-18(1) Перфорированный тип бруска

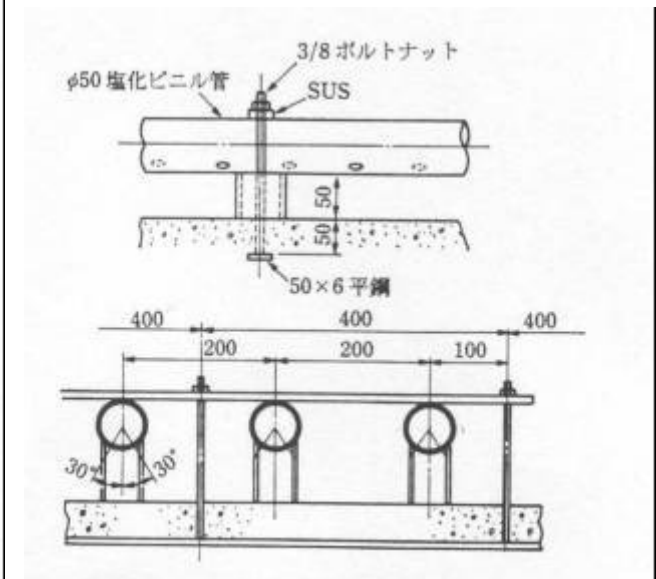


Схема2-18 (2) Перфорированный тип трубы

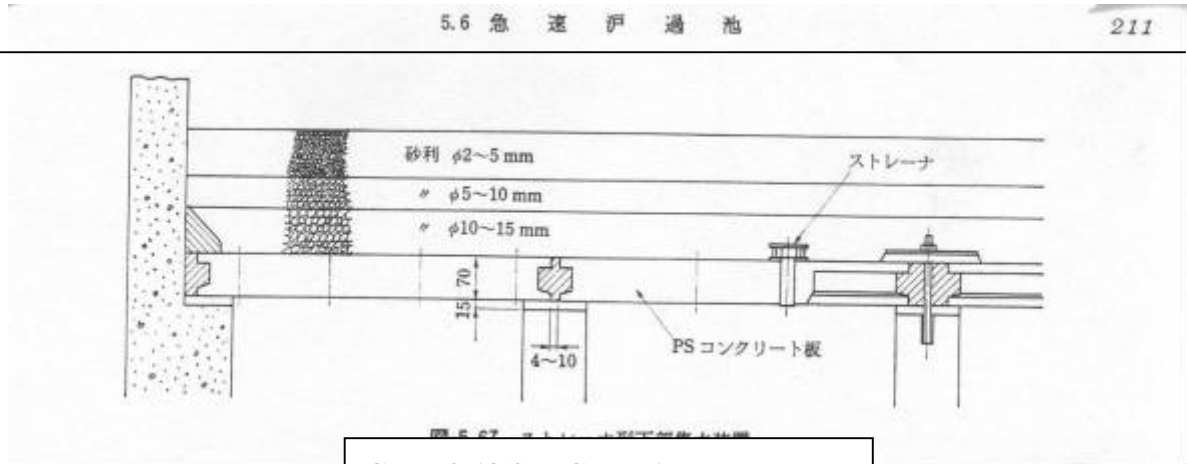


Схема2-18(3) Ситообразный тип

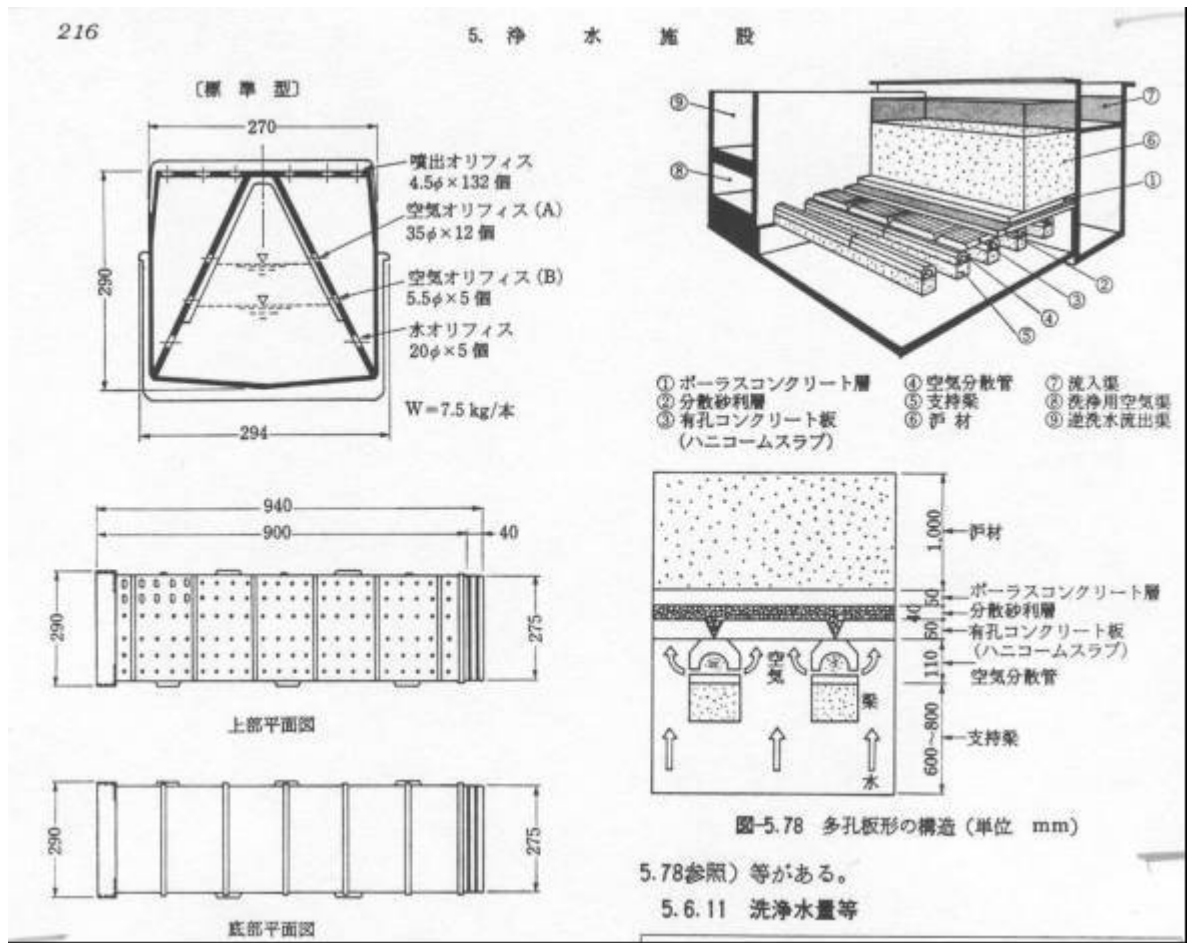


Схема2-18 (4) Перфорированный тип бруска и пористая пластина для очищения воздухом