

3-2 施設の容量

濁水貯留処理施設は、原則として雨水等の集水域面積1,000㎡につき150㎡以上の容量を確保するものとする。ただし、ろ過・沈澱及び凝集沈澱等を行う場合は施設の濁水処理能力に応じて貯留容量を小さくしても良い。

【解説】

1) 容量の決定方法

(1) 自然沈澱方式

自然沈澱方式の濁水貯留処理施設の容量は、下式により求める。

$$V = 1,500 \cdot A \dots\dots\dots \text{式-1}$$

V : 濁水貯留容量 (㎡)

A : 集水面積 (ha)

(2) ろ過・沈澱方式、凝集沈澱方式

ろ過・沈澱方式及び凝集沈澱方式の濁水貯留処理施設の容量は、下式より求める。

$$V = 1.1 \cdot V_1 \dots\dots\dots \text{式-2}$$

V_1 : 雨水調節容量 (㎡)

A : 集水面積 (ha)

1.10 : 安全率 (流入土砂量等を考慮)

雨水調節容量 (V_1) は下式による。

$$V_1 = (r_i - k \cdot r_c) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360} \dots\dots\dots \text{式-3}$$

ここに、 V_1 : 雨水調節容量 (㎡)

r : 降雨強度曲線上の任意継続時間相当降雨強度 (mm / hr) ($r_i = \frac{a}{t_i^n + b}$)

r_c : 処理放流量 Q_c に相当する降雨強度 (mm / hr) ($r_c = \frac{360 \cdot Q_c}{f \cdot A}$)

k : 放流方式による係数で0~1の範囲をとる。

ろ過・沈澱方式 $k = 0.5$

凝集沈澱方式 $k = 1.0$

t_i : 降雨継続時間 (分) (雨の降り始めから貯留施設容量が最大となるまでに要する時間)

f : 流出係数 $f = 0.7$

A : 集水面積 (ha)

又、降雨継続時間 (t_i) は、次式により求める。 $X = t_i^n$ とする。

$$k \cdot X^2 + \{ 2k \cdot b + a(n-1) \} X + b [k \cdot b - a] = 0 \dots\dots\dots \text{式-4}$$

即ち、最大容量Vを与える、 t は上式の根Xより、下式によって求められる。

$$t_i = X^{\frac{1}{n}}$$

本指針では、降雨強度式をタルボット型としているため $n = 1$ となる。

ただし、 $t_i \leq 120\text{min}$ の場合は、濁水貯留処理施設の機能より $t_i = 120\text{min}$ として容量算定するものとする。

係 数 K に つ い て

式-3で示される係数Kは、雨水調節容量を算定する場合、貯留水をどのような方法で放流するのにかによって通常0～1の範囲で設定する。本指針では濁水の処理方式によって下記の値を用いるものとした。

ろ過・沈澱方式：濁水の貯留と処理放流を平行して行う。処理水の放流量は水位によって変（ $K = 0.5$ ）化する変量処理となる。

凝集沈澱方式：濁水の貯留と処理放流を平行して行う。処理水の放流量はプラント設備で（ $K = 1.0$ ）処理するため一定量処理となる。

① ろ過・沈澱方式による場合の容量

(イ) 放流量 Q_c を適切に設定できる場合には、その容量は、式-2より、算出した値以上を確保するものとする。

(ロ) 放流量 Q_c の設定が明確にならない場合は、「自然沈澱方式による場合」と同様な容量を確保し、放流水の排水基準値を確認後放流するものとする。

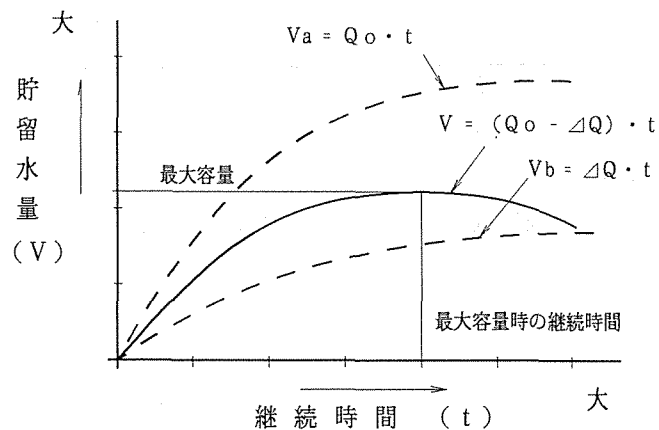
② 凝集沈澱方式による場合の容量（調整池容量）

プラントタイプ設備は、安全性や経済性等を勘案し、適切な規模の設備を選定すること。容量は、式-2より、算出した値以上を確保すること。また、凝集沈澱池も併設する。

図 3-2 ろ過・沈澱方式の容量決定方法の概念図

ろ過・沈澱方式の濁水貯留容量は流入水量から処理水量の差として求めることができ、最大容量を確保できる大きさは、右図のように示される。

処理水量は、池内の水位に対応して変化することから累加処理水量は、曲線状になる。

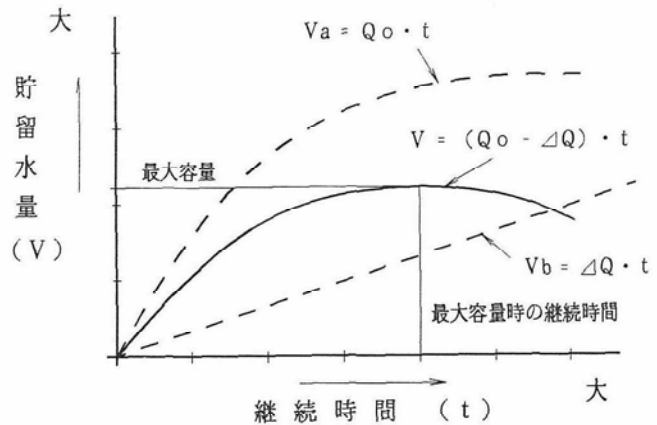


V : 貯留水量
 Va : 累加流入水量
 Vb : 累加処理水量

図 3-3 凝集沈澱方式の容量決定方法の概念図

凝集沈澱方式の濁水貯留容量は流入水量から処理水量の差として求めることができ、最大容量を確保できる大きさは、右図のように示される。

凝集沈澱方式の濁水処理はプラント設備を用いて行うため処理水量は一定とみなすことができ、右図のように直線状に示される。



- V : 貯留水量
- V a : 累加流入水量
- V b : 累加処理水量

表 3-1 容量の決定方法

	自然沈澱方式	ろ過・沈澱方式	凝集沈澱方式
算容 定 式量	$V = 1,500 \cdot A$ A : 集水面積(ha)	$V = 1.1 \times V_1, V_1 = (r_i - k \cdot r_c) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360}$ V : 濁水貯留容量(m ³), r_i : 任意継続時間相当降雨強度(mm/hr) t_i : 降雨継続時間(min), V_1 : 雨水調整容量(m ³) r_c : 放流量に相当する降雨強度(mm/hr) f, A : 流出係数及び集水面積(ha), k : 放流方式による係数	
濁水 水量の 処決 理定 方法 及び	$V = 1,500 \cdot A$ 工事区域より発生した濁水を24時間程度貯留し、自然沈澱を確認した後に放流する。	$V = 1.1 \times V_1$ 濁水処理しながら貯留する。濁水処理量は、ろ過材の能力に応じて決定される。 r_i : 降雨継続時間(t_i) によって求める。 r_c : ろ過材の能力によって定める。 $k = 1/2$ t_i : 降雨継続時間は濁水貯留水量が最大となる時間を求めることによって決定する。	$V = 1.1 \times V_1$ 濁水処理しながら貯留する。濁水処理量は、プラント設備の能力に応じて決定される。 r_i : 降雨継続時間(t_i) によって求める。 r_c : プラント設備の能力によって定める。 $k = 1.0$ t_i : 降雨継続時間は濁水貯留水量が最大となる時間を求めることによって決定する。

2) 濁水貯留処理施設の設計計算例

○ 濁水貯留処理施設の設計計算例 その1 (ろ過・沈澱方式)

1. 設計条件

集水面積 $A = 1.00\text{ha}$

流出係数 $f = 0.7$

降雨強度 I (mm/hr) 1/2 確率

$$I = \frac{11,000}{t+125} \quad (t : \text{min})$$

濁水処理水量 $Q_c = 0.010$ (m³/sec)

注) 濁水処理水量 (Q_c) は、ろ過による処理が前提となる。使用するろ過材等によって事前に排水基準値以下で放流できる濁水処理水量を (Q_c) 確認しておくことが必要である。

2. 雨水調節容量 (V_1)

雨水調節容量は下式で求める。

$$V_1 = (r_i - k \cdot r_c) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360}$$

ここに、 V_1 : 雨水調節容量 (m³)

r_i : 降雨強度曲線上の任意継続時間相当降雨強度 (mm/hr) ($r_i = \frac{a}{t_i^{n+b}}$)

r_c : 放流量 Q_c に相当する降雨強度 (mm/hr) ($r_c = \frac{360 \cdot Q_c}{f \cdot A}$)

k : 処理方式によって定まる係数 (0~1 の範囲 ろ過処理 0.5)

t_i : 降雨継続時間 (分)

f : 流出係数

A : 集水面積 (ha)

1) 放流量 (Q_c) に相当する降雨強度 r_c (mm/hr)

$$r_c = \frac{360 \cdot Q_c}{f \cdot A}$$

$$r_c = \frac{360 \times 0.010}{0.7 \times 1.00} = 5.1 \text{ (mm/hr)}$$

2) 降雨継続時間 (ti)

降雨継続時間 t_i は下記の方程式の x より求める。

ここで $x = t_i^n$ であり $n = 1$ とおけば

$x = t_i$ となる。

$$k \cdot rc \cdot x^2 + \{2 \cdot k \cdot rc \cdot b + a(n-1)\} \cdot x + b \cdot (k \cdot rc \cdot b - a) = 0$$

上記式の x を根の方程式により求め t_i とする。

各項の係数を第1項より

A, B, C とする。

$$A = k \cdot rc$$

$$B = 2 \cdot k \cdot rc \cdot b$$

$$C = b \cdot (k \cdot rc \cdot b - a)$$

$$rc = 5.1$$

$$a = 11,000$$

$$b = 125$$

$$k = 1/2 \text{ (ろ過・沈澱方式の場合)}$$

$$A = \frac{5.1}{2} = 2.55$$

$$B = 5.1 \times 125 = 637.50$$

$$C = 125 \times \left(\frac{5.1}{2} \times 125 - 11,000 \right) = -1,335,156$$

根の方程式より x は

$$x = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

$$t_i = \frac{-637.5 + \sqrt{637.5^2 + 4 \times 2.55 \times 1,335,156}}{2 \times 2.55}$$

$$= 609.3 \text{ (min) (10.2 時間)}$$

3) 雨水調節容量 (V₁)

$$r_i = \frac{11,000}{t_i + 125} = 15.0 \text{ (mm/hr)}$$

$$rc = 5.1 \text{ (mm/hr)}$$

$$t_i = 609.3 \text{ (min)}$$

$$f = 0.7$$

$$A = 1.00 \text{ (ha)}$$

$$V_1 = \left(15.0 - \frac{5.1}{2} \right) \times 60 \times 609.3 \times 0.7 \times 1.00 \times \frac{1}{360}$$

$$V_1 = 885 \text{ (m}^3\text{)}$$

3. 濁水貯留工必要容量 (V)

$$V = 1.1 \cdot V_1$$

$$= 1.1 \times 885 \approx 980$$

$$\therefore V = 980 \text{ m}^3$$

○ 濁水貯留処理施設の設計計算例 その2 (凝集沈殿方式)

1. 設計条件

集水面積 $A = 1.00\text{ha}$

流出係数 $f = 0.7$

降雨強度 I (mm/hr) 1/2 確率

$$I = \frac{11,000}{t+125} \quad (t : \text{min})$$

濁水処理水量 $Q_c = 0.010$ (m³/sec)

注) 濁水処理水量 (Q_c) は、プラント設備の能力に応じて決定する。

2. 雨水調節容量 (V_1)

雨水調節容量は下式で求める。

$$V_1 = (r_i - k \cdot r_c) \cdot 60 \cdot t_i \cdot f \cdot A \cdot \frac{1}{360}$$

ここに、 V_1 : 雨水調節容量 (m³)

r_i : 降雨強度曲線上の任意継続時間相当降雨強度 (mm/hr) ($r_i = \frac{a}{t_i^n + b}$)

r_c : 放流量 Q_c に相当する降雨強度 (mm/hr) ($r_c = \frac{360 \cdot Q_c}{f \cdot A}$)

k : 放流方式によって定まる係数 (0~1 の範囲 凝集沈殿 1.0)

t_i : 降雨継続時間 (分)

f : 流出係数

A : 集水面積 (ha)

1) 放流量 (Q_c) に相当する降雨強度 r_c (mm/hr)

$$r_c = \frac{360 \cdot Q_c}{f \cdot A}$$

$$r_c = \frac{360 \times 0.010}{0.7 \times 1.00} = 5.1 \text{ (mm/hr)}$$

2) 降雨継続時間 (ti)

降雨継続時間 t_i は下記の方程式の x より求める。

ここで $x = t_i^n$ であり $n = 1$ とおけば

$x = t_i$ となる。

$$k \cdot rc \cdot x^2 + \{2 \cdot k \cdot rc \cdot b + a(n-1)\} \cdot x + b \cdot (k \cdot rc \cdot b - a) = 0$$

上記式の x を根の方程式により求め t_i とする。

各項の係数を第1項より

A, B, C とする。

$$A = k \cdot rc$$

$$B = 2 \cdot k \cdot rc \cdot b$$

$$C = b \cdot (k \cdot rc \cdot b - a)$$

$$rc = 5.1$$

$$a = 11,000$$

$$b = 125$$

$$k = 1.0 \text{ (凝集沈澱方式の場合)}$$

$$A = 5.10$$

$$B = 2 \times 5.1 \times 125 = 1,275.00$$

$$C = 125 \times (5.1 \times 125 - 11,000) = -1,295,313$$

根の方程式より x は

$$x = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

$$t_i = \frac{-1,275.00 + \sqrt{1,275.00^2 + 4 \times 5.10 \times 1,295,313}}{2 \times 5.10}$$

$$= 394.2 \text{ (min)} \quad (6.6 \text{ 時間})$$

3) 雨水調節容量 (V_1)

$$r_i = \frac{11,000}{t_i + 125} = 21.2 \text{ (mm/hr)}$$

$$rc = 5.1 \text{ (mm/hr)}$$

$$t_i = 394.2 \text{ (min)}$$

$$f = 0.7$$

$$A = 1.00 \text{ (ha)}$$

$$V_1 = (21.2 - 5.1) \times 60 \times 394.2 \times 0.7 \times 1.00 \times \frac{1}{360}$$

$$V_1 = 740 \text{ (m}^3\text{)}$$

3. 濁水貯留工必要容量 (V)

$$V = 1.1 \cdot V_1$$

$$= 1.1 \times 740 = 820$$

$$\therefore V = 820 \text{ m}^3$$

図 3-4 濁水貯留処理施設容量選定図 (ろ過・沈澱方式)

集水面積に対する処理放流量と濁水貯留処理施設容量の関係 - 1

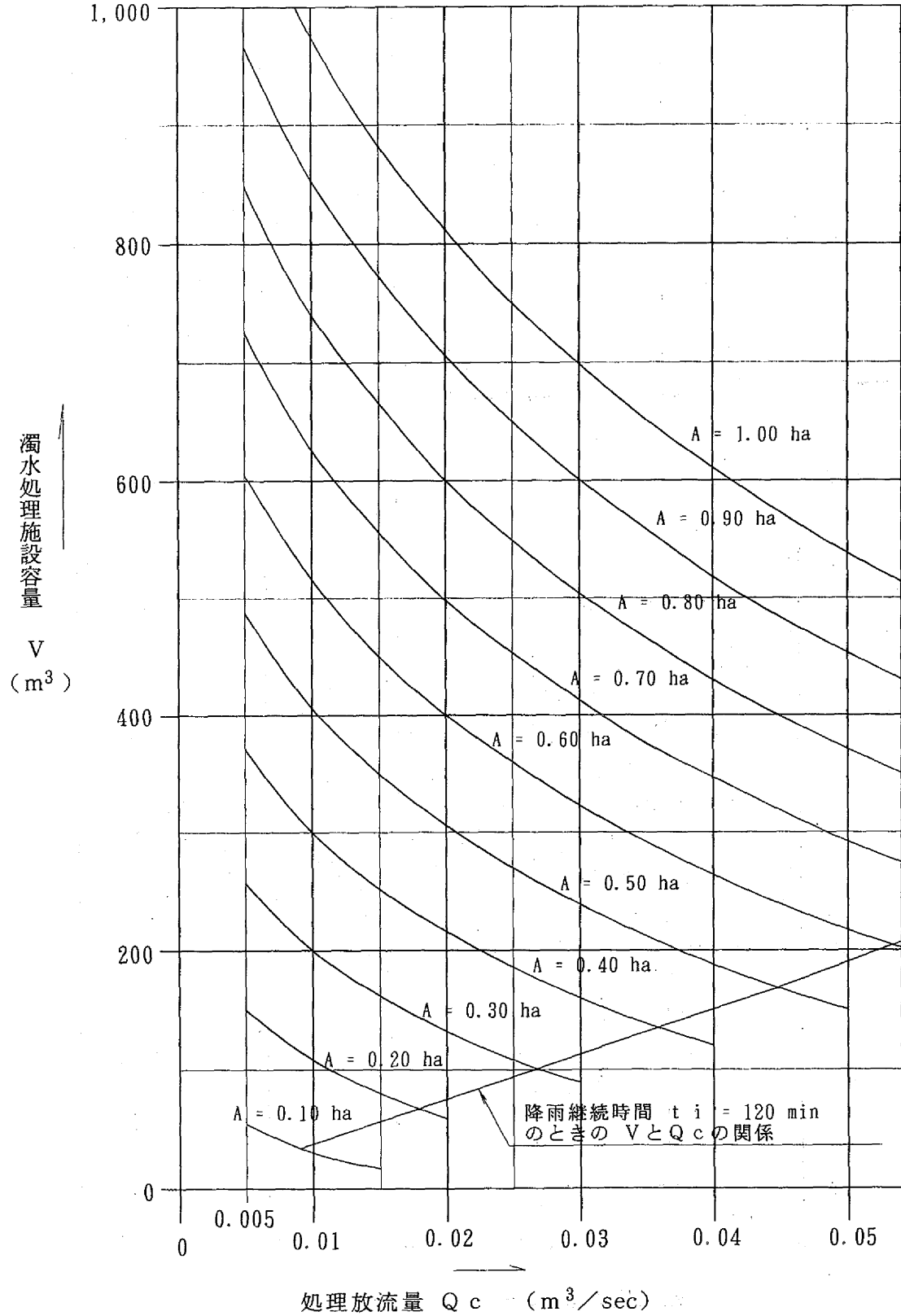


図 3-5 濁水貯留処理施設容量選定図 (ろ過・沈澱方式)

集水面積に対する処理放流量と濁水貯留処理施設容量の関係 - 2

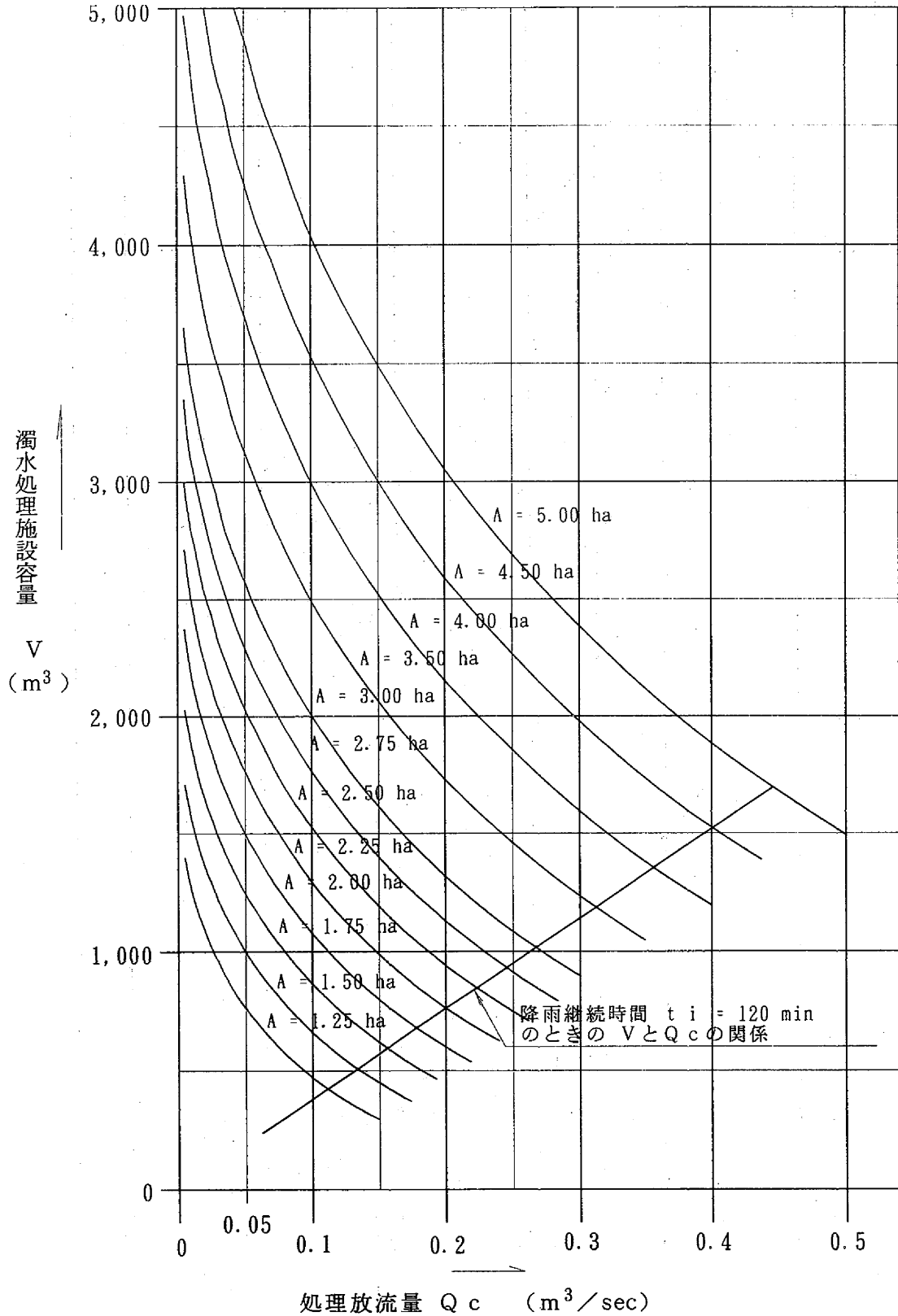


図 3-6 濁水貯留処理施設容量選定図（凝集沈澱方式）

集水面積に対する処理放流量と濁水貯留処理施設容量の関係 - 1

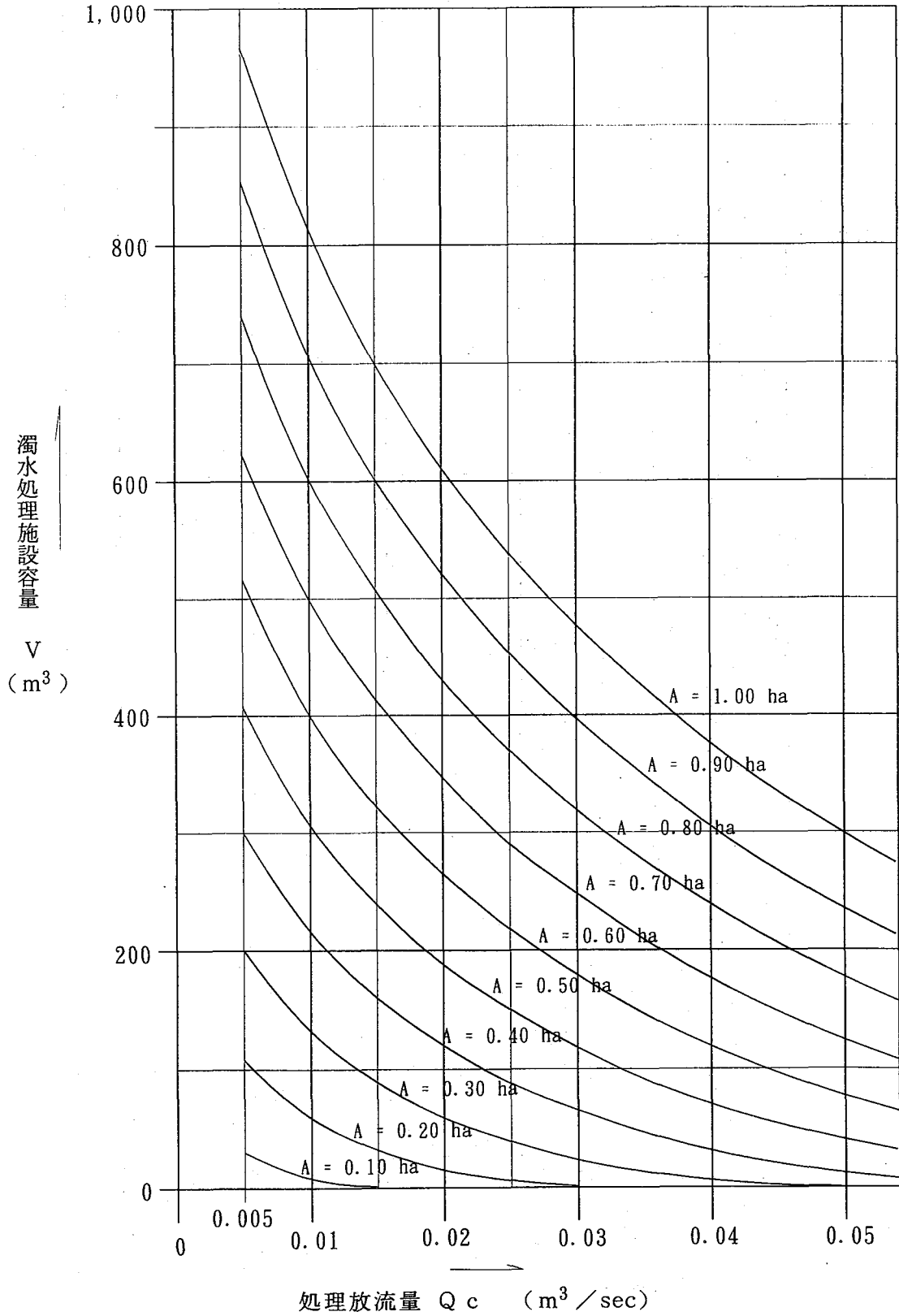
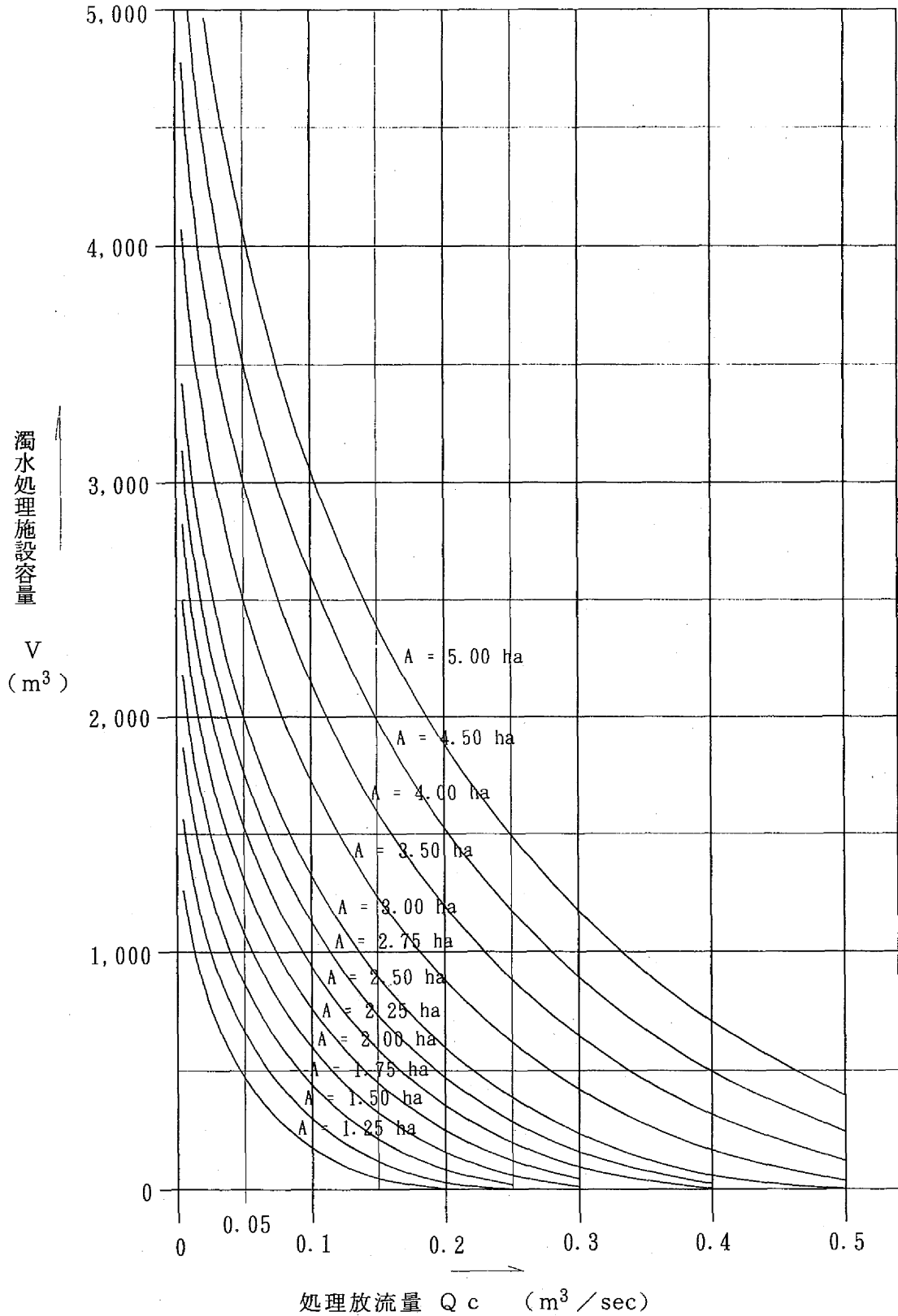


図 3-7 濁水貯留処理施設容量選定図 (凝集沈殿方式)

集水面積に対する処理放流量と濁水貯留処理施設容量の関係 - 2



3-3 構造型式

濁水貯留工は、設置個所の地形、地質、維持管理等を総合的に勘案し、流出防止機能が効果的に発揮できる構造型式とし、原則として掘込式によるものとする。

【解説】

1) 構造型式

濁水貯留工の構造型式は、設置場所の現場条件に応じ下記のタイプより選定する。

濁水貯留工の基本的な構造型式

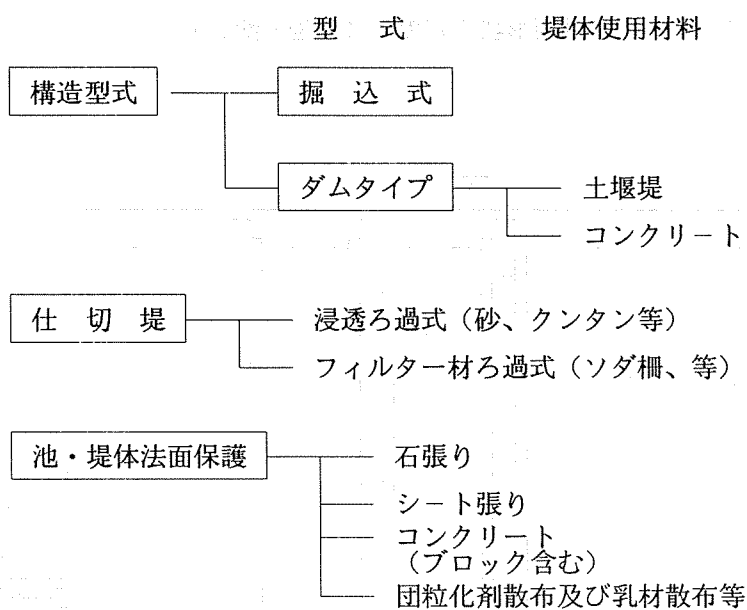


図 3-8 掘込式

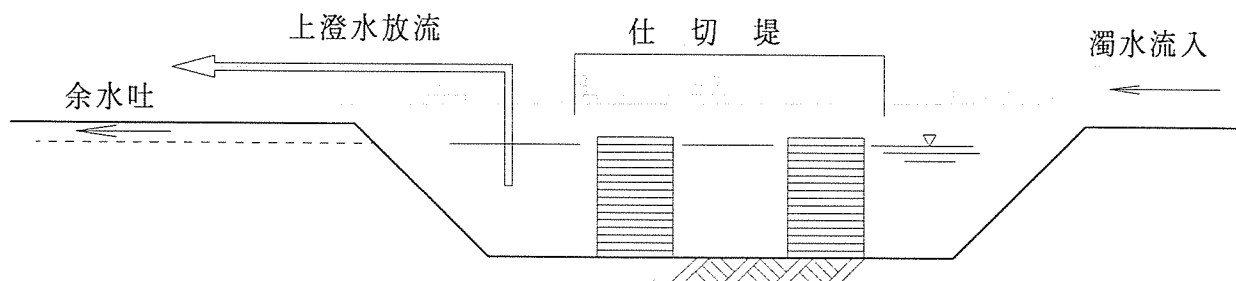


図 3-9 土 堰 堤

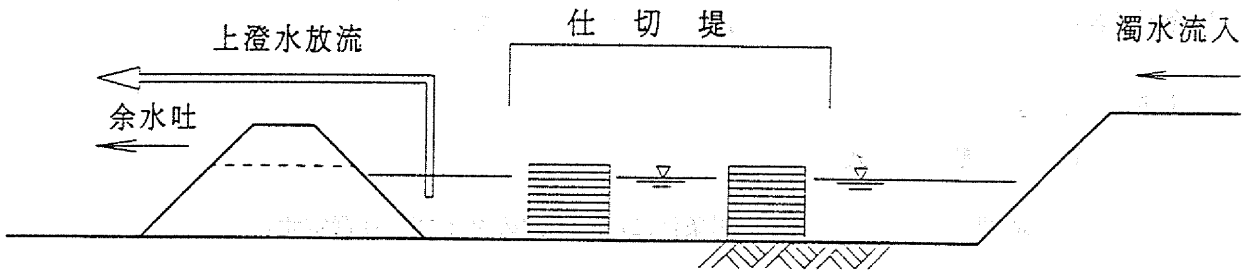
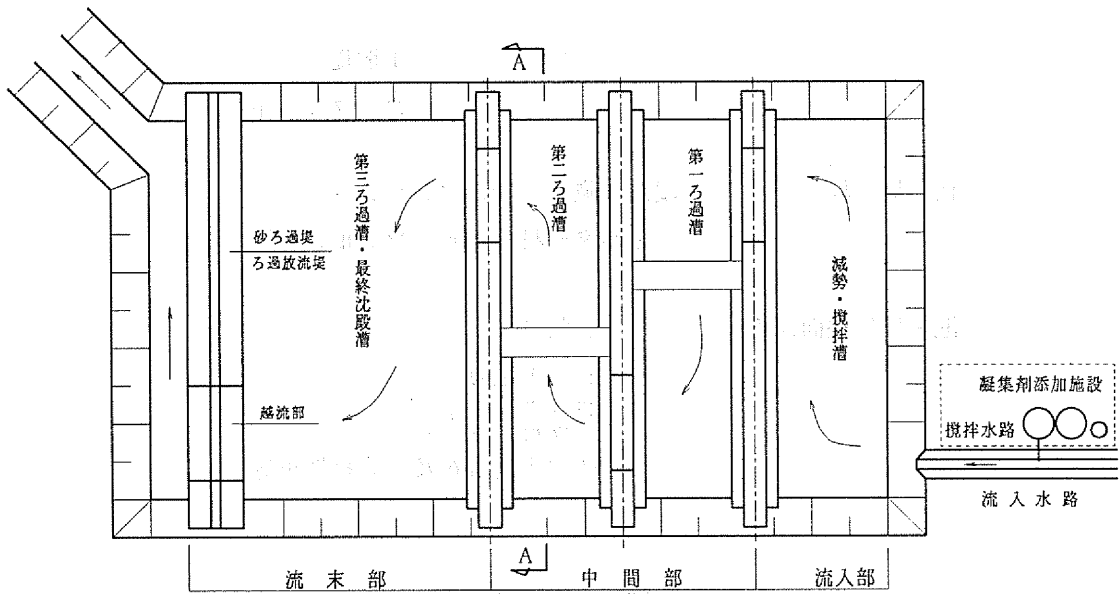
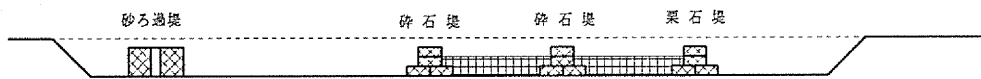


図 3-10 設計計画形状決定の例 (ろ過・沈澱方式)



縦断面図



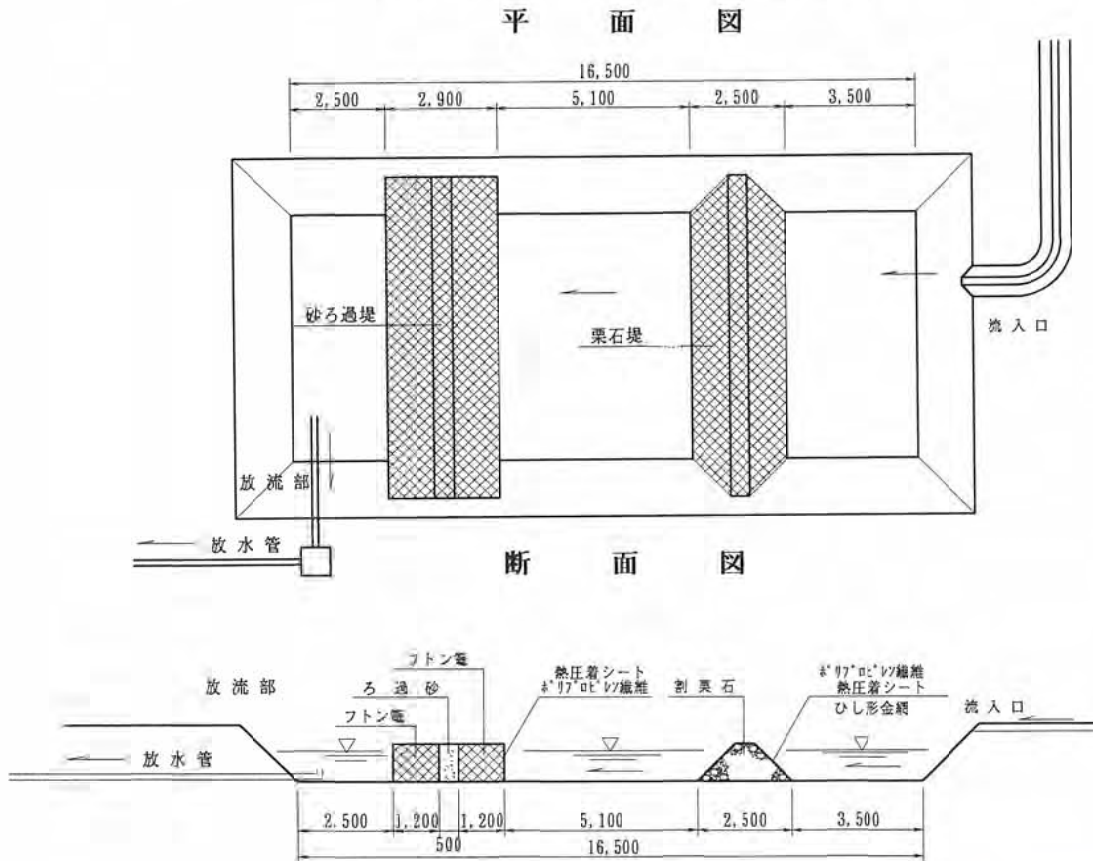
A-A 断面



沖縄総合事務局北部国道事務所による赤土等流出防止対策の試験施工の例

沖縄総合事務局北部国道事務所は平成6年9月より赤土等の流出防止対策について種々の試験施工を行っているが、その中の濁水貯留処理施設（ろ過・沈澱方式）についてここで紹介する。

図3-11 濁水貯留処理施設



施設の設置状況

濁水貯留処理施設の仕切堤は割栗石、砂によるろ過堤を設置している。各仕切堤の表面は、ポリプロピレン繊維熱圧着シート（商品名テクトン）で覆い、ろ過効率を高めている。
 試験結果は良好で、平成7年6月7日～12日の降雨時（総降雨量178mm 時間最大45.7mm）の濁水処理後（ろ過後）のSS濁度の測定結果は、いずれも200ppmを下回る結果となっている。
 （130ppm～4ppm）

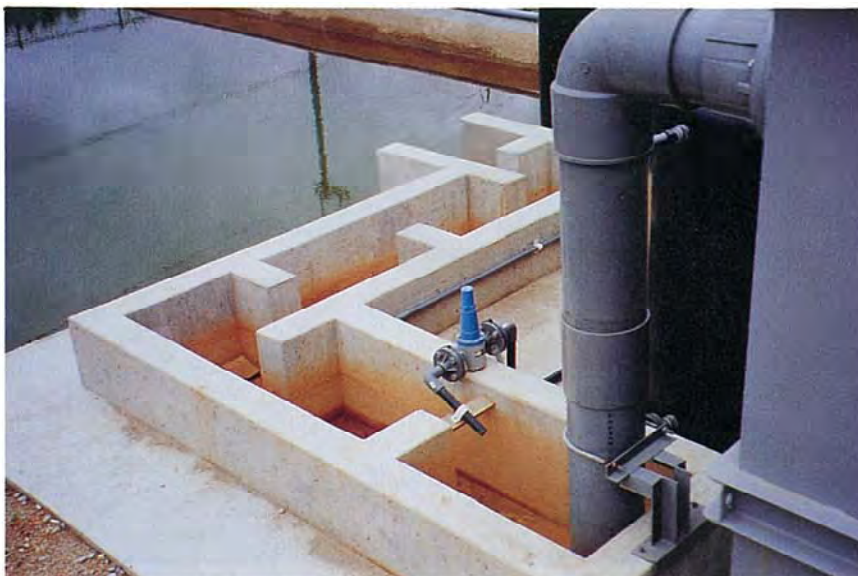
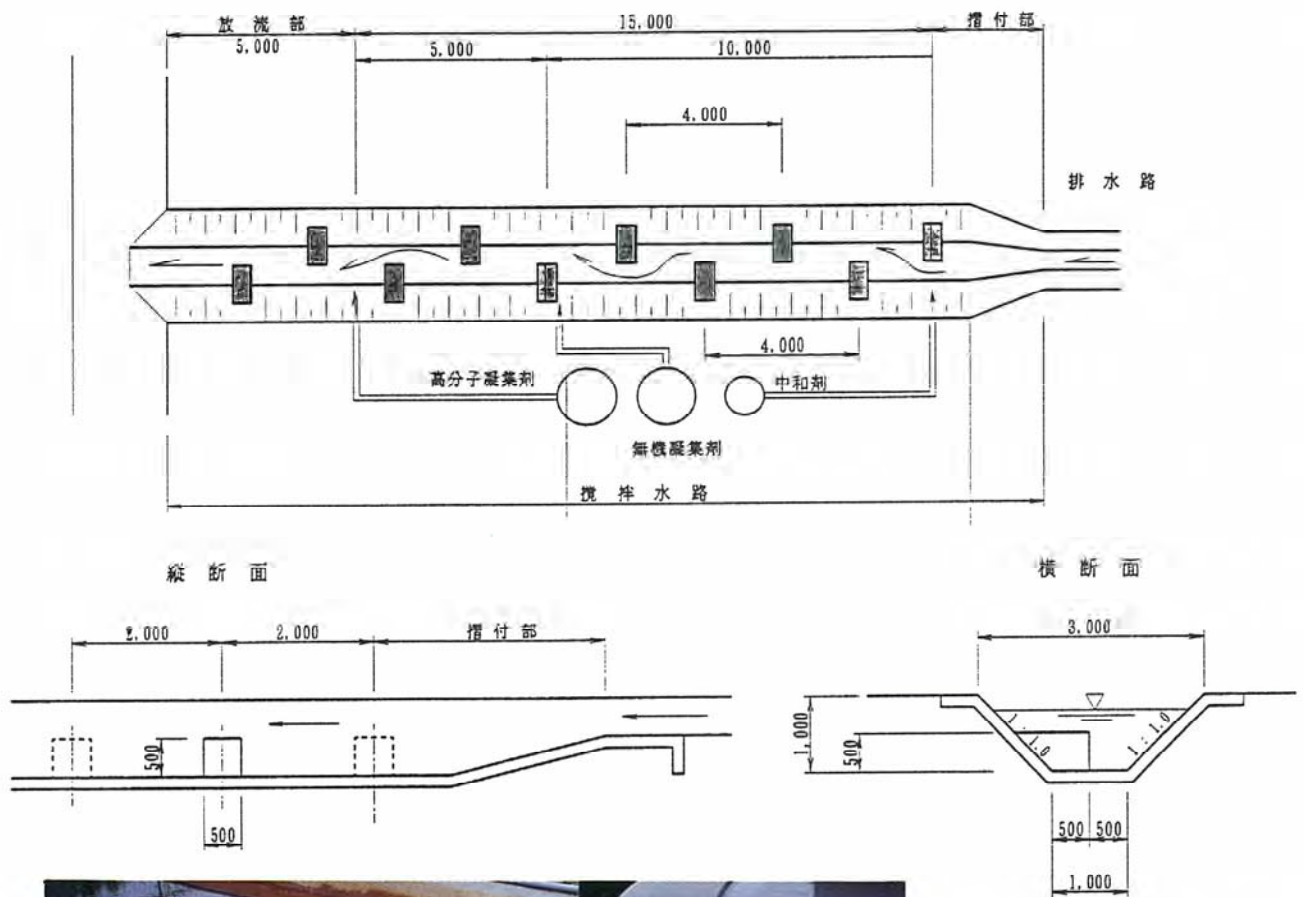


2) 流入及び放流施設等

流入及び放流施設等は、次の各号の条件を満たす型式とする。

- ① ろ過・沈澱方式で凝集沈澱を併用する場合は流入部において凝集剤の投入及び攪拌が、可能な構造とする。
- ② 処理水は排水基準を満足しているかどうかを確認後に放流する。

図 3-12 凝集剤攪拌水路



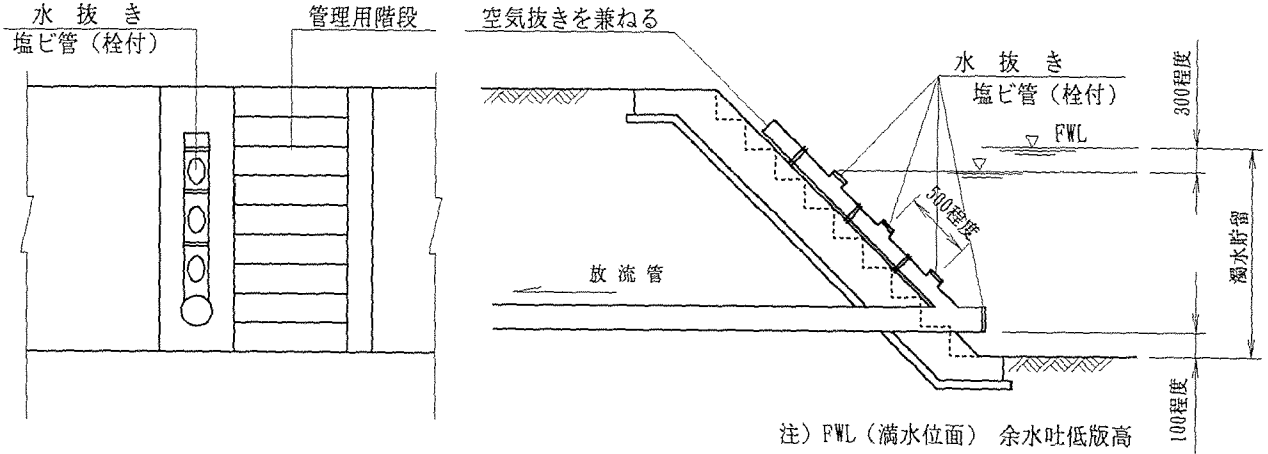
凝集沈澱方式における攪拌水路の設置例

図 3-13 放流施設の構造例

斜樋による放流施設の例

正面図

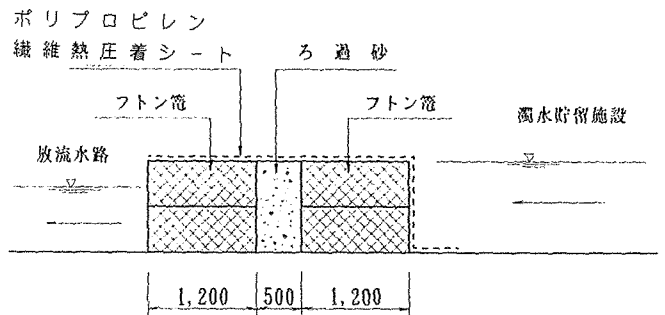
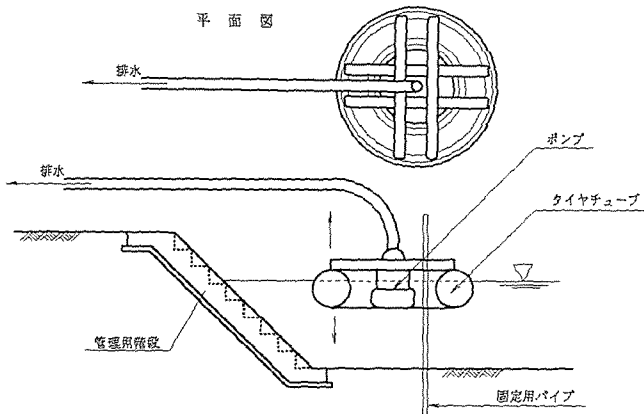
断面図



ポンプによる放流施設の例

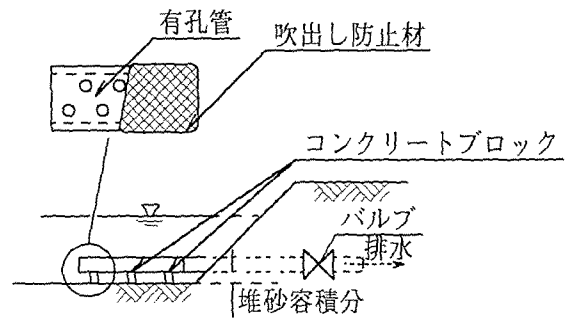
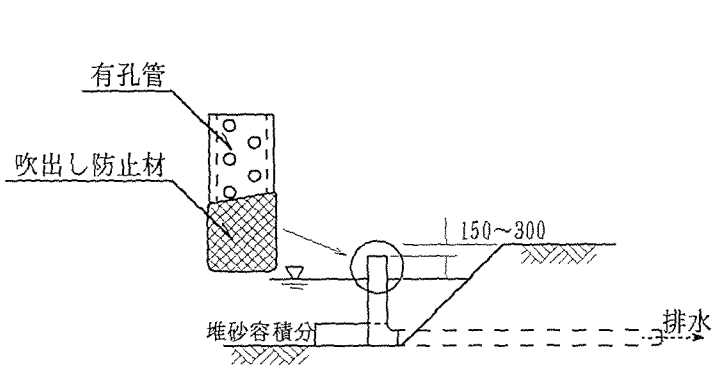
ろ過放流堤による例

平面図



縦管による放流施設の例

バルブによる放流施設の例



北部国道事務所マニュアル(案)より
一部修正

3) 仕切堤(ろ過堤)

仕切堤(ろ過堤)は、濁水の処理を促進するために流入水の減勢、整流、沈澱、ろ過等の機能をもたせ、貯留施設内に効率よく配置するものとする。仕切堤を配置する場合のそれぞれの役割分担は下記の点に注意する。

① 流入部

流入する濁水の減勢を行うとともに、次の槽へ移行する濁水の流れを整える。

② 中間部及び流末部

一連の濁水処理を行う役割をもち、土粒子のろ過を行える構造とする。

③ その他

ろ過堤は、土砂を粗粒子～微粒子の順で処理できるよう配置を行うものとする。ろ過の機能は使用する材料の透水性に左右される場合が一般的であり、ろ過材の透水性は下記の順位となるよう材料の選定を行うと良い。

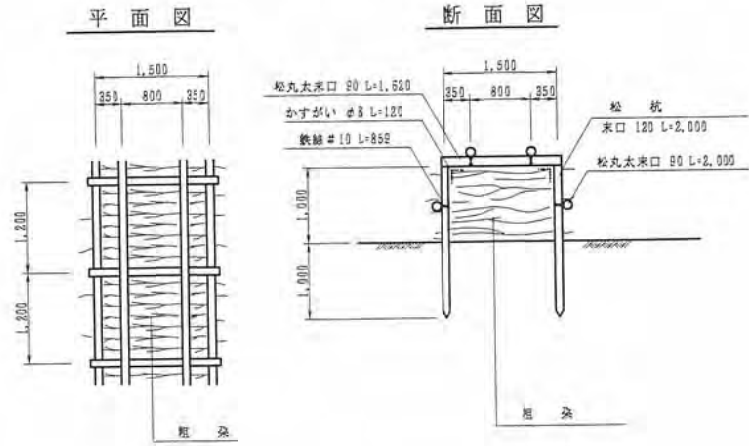
流入部 ≧ 中間部 ≧ 流末部

竹そだによるろ過の例

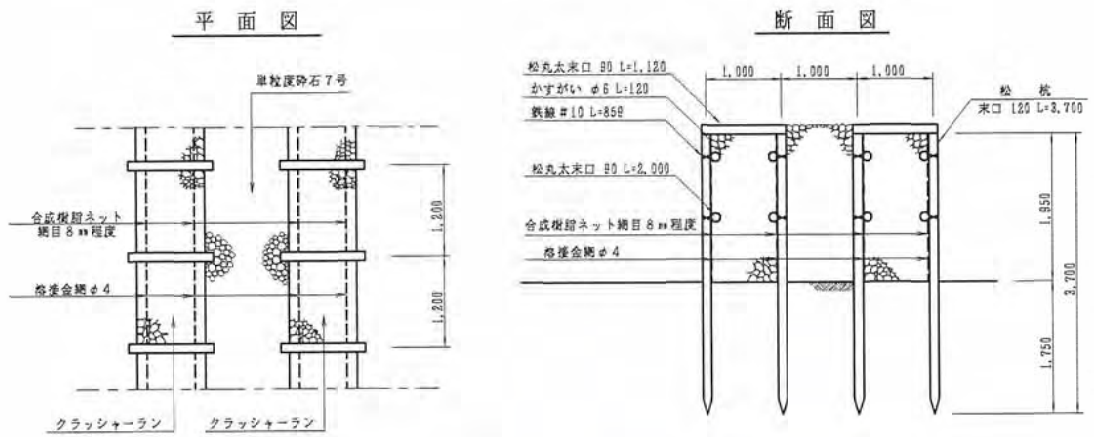


図 3-14 仕切堤参考図

粗 朶 ろ 過

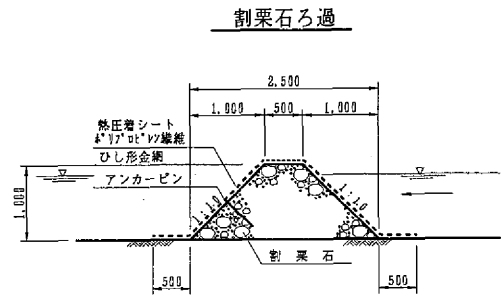
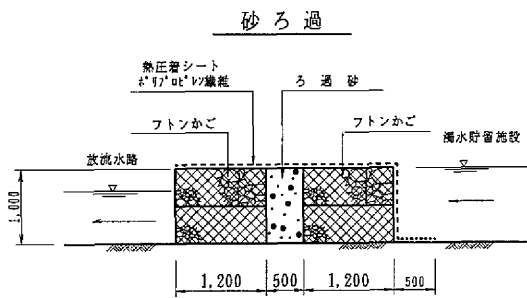


碎 石 ろ 過



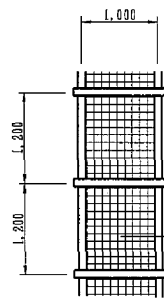
碎石ろ過の設置例



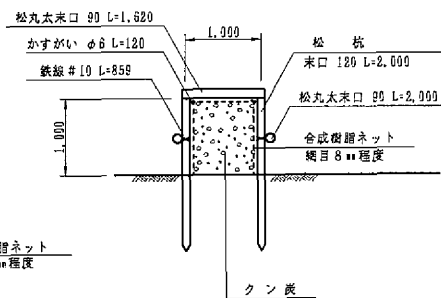


クン炭ろ過

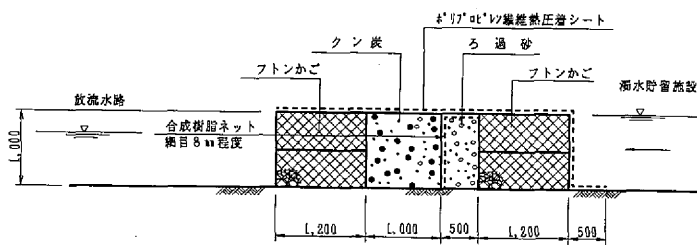
平面図



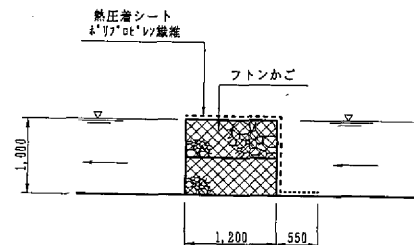
断面図



クン炭+砂ろ過



フトンかごろ過



注) ろ過材については上図で示したものの他に、軽石、スポンジ等の利用が考えられる。
いずれの材料を用いる場合もろ過機能について把握をしておくことが必要である。

4) 余水吐と計画天端高

濁水貯留処理施設には、適切な余水吐を設けるものとする。また、計画天端高は余水吐の越流水位より 30cm 以上確保するものとする。

一般に、余水吐はセキタイプとする場合が多く、セキの流量は下式によって求めることができる。

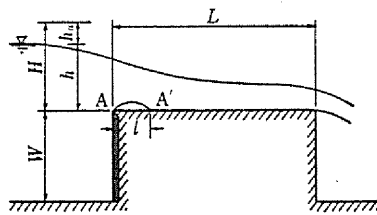
$$Q = C_1 \cdot B \cdot h^{3.2} \quad (\text{長方形セキ})$$

ここに

- Q : 越流量 (m^3/sec)
- B : セキ幅 (m)
- h : 越流水深 (m)
- C_1 : 流量係数 ($C_1 \approx 1.8$ とする)

流量係数 (C_1) の算定法

越流水深 (h) はせき長 (L) に比べ小さな値となる場合 ($h/L \leq 0.4$) が多くなることが考えられる。このような場合は流量係数 (C_1) は $C_1 = 1.55$ として用いても良い。



長方形せき

$$0 < h/L \leq 0.1; C_1 = 1.642 (h/L)^{0.022}$$

$$0.1 < h/L \leq 0.4; C_1 = 1.552 + 0.083 (h/L)$$

$$0.4 < h/L \leq (1.5 \sim 1.9); C_1 = 1.444 + 0.352 (h/L)$$

$$(1.5 \sim 1.9) \leq h/L; C_1 = 1.785 + 0.237 (h/W)$$

L : セキ長 (m)

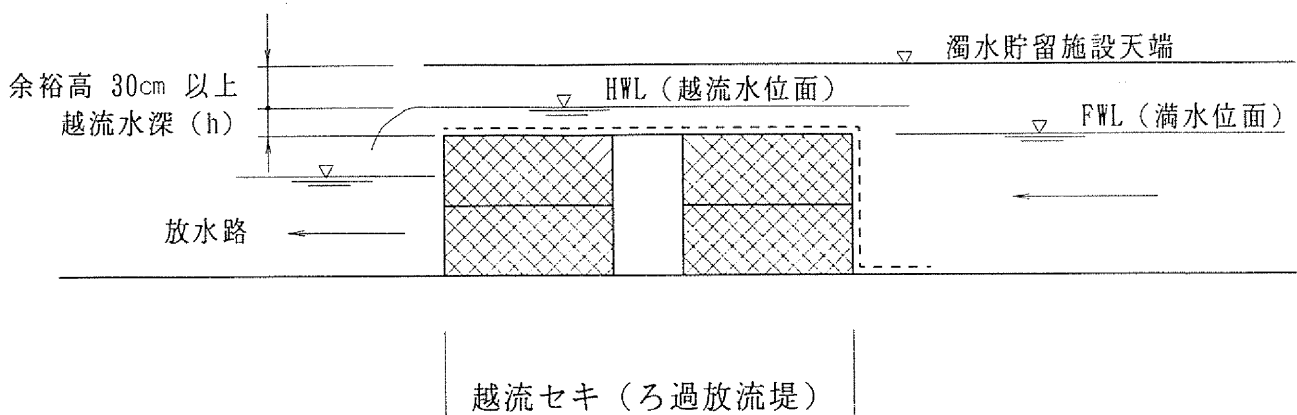
W : セキ高 (m)

「水理公式集」昭和 60 年版
P 286 <土木学会>

余水吐で対象とする流量は下記より求める。

- 掘込式等 $\frac{1}{2}$ 年確率雨量
- 土堰堤 $\frac{1}{10}$ "

図 3-15 余水吐と天端高



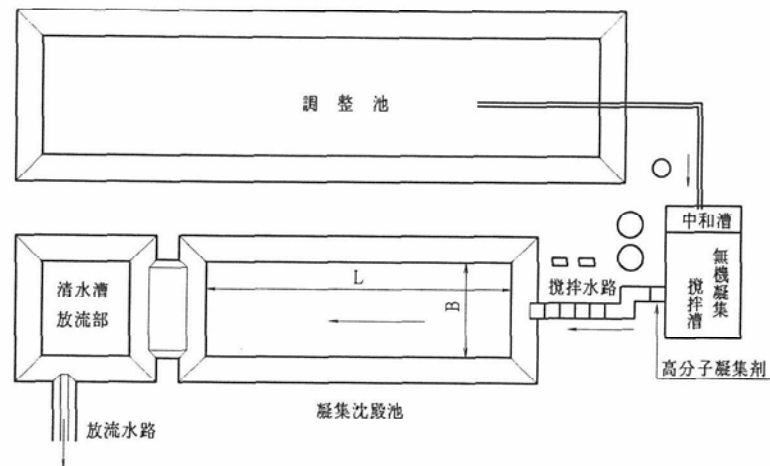
越流セキ (ろ過放流堤)

5) 凝集沈澱池

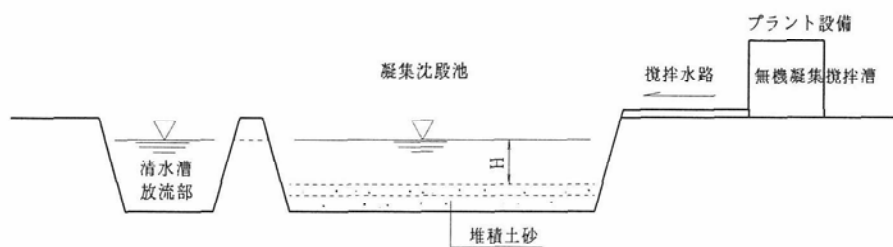
凝集沈澱方式で濁水进行处理する場合は、濁水を貯留する調節池の他に、プラント設備で凝集処理された濁水の土粒子を沈澱させる凝集沈澱池が必要となる。

図 3-16 凝集沈澱池

平面図



断面図



凝集沈澱池の所要有効面積は下記の式で求める。

$$A = \frac{Q \cdot T}{H} \quad (\text{m}^2)$$

A : 沈澱池有効面積 (m²)

$$A = L \cdot B \quad (\text{m}^2)$$

Q : 濁水流入量 (m³/h)

T : 滞留時間 (h)

H : 有効水深 (m)

「ダム建設工事における濁水処理」平成 3年10月20日
(財) 日本ダム協会 P37、P51

一般に、所要有効面積（A）の算定では、それぞれの要素を次のようにして決定している場合が多い。

1. 滞留時間（T）は1時間程度を採用している事例がある。

滞留時間（T）は下記の式にて求める。

$$T = \frac{H}{V} \cdot \alpha \quad (\text{h})$$

T : 滞 留 時 間 (h)

H : 有 効 水 深 (m)

V : 粒 子 の 沈 降 速 度 (m / h)

α : 乱流、偏流などの影響を考慮した係数 ($\alpha \approx 2$)

滞留時間（T）は上記式によって求めることができるが、対象とする土壌によって凝集剤添加による土粒子の沈降に要する時間等を確認しておくことが必要である。（凝集沈降試験）

2. L/Bは2～4程度

（沖縄県農林水産部の実験ではL/B=1.8程度が良いと言われている。）

3. 有効水深（H）はH≥1.0mを確保することが望ましい。

（H<1.0mでは沈澱した土粒子が巻き上げられ流出するケースがある。）

流入口及び排出口については、流入口は池の中央が沈澱効率が良いとの結果がでている。これは、沈澱池内の流水が水面を平行に流下することでその効率が向上しているものと思われる。

同様に、排出口も中央に設置するほうが良く、さらに濁水処理の安全性、清水の再利用（プラント使用）を考慮し、排出口に清水槽を設ける。

沈 澱 池 に お け る 計 算 式

沈澱池の長さ（L）

$$L = C \cdot \frac{H}{V} \cdot V_0$$

沈澱池の幅（B）

$$B = \frac{Q}{H \cdot V_0}$$

L : 沈 澱 池 の 長 さ (m)

H : 有 効 水 深 (m)

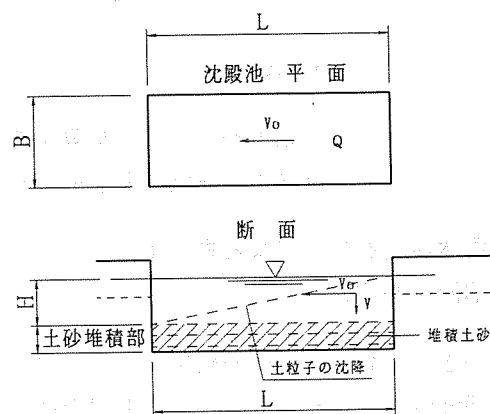
V : 土 粒 子 の 沈 降 速 度 (m / sec)

V_0 : 沈 澱 池 内 平 均 流 速 (m / sec)

C : 安 全 率 (1.5 ~ 2.0)

B : 沈 澱 池 の 幅 (m)

Q : 流 入 水 量 (m^3 / sec)



沈澱池の所有効面積（A）

$$A = L \cdot B = \left[C \cdot \frac{H}{V} \cdot V_0 \right] \times \left[\frac{Q}{H \cdot V_0} \right]$$
$$= C \cdot \frac{Q}{V}$$

ここで土粒子の沈降速度（V）は、滞留時間（T）より下記のように求めることができる。

$$T = \frac{H}{V} \cdot \alpha$$

$$V = \frac{H}{T} \cdot \alpha$$

C、 α は同じ安全率でここでは滞留時間（T）を求める時に用いるものとするれば所有効面積（A）は次のように表わすことができる。

$$A = \frac{Q \cdot T}{H} \quad (\text{m}^2)$$

注）Q、Tの時間の単位は同一とすることが必要である。

〈参 考〉 凝 集 沈 降 試 験

「ダム建設工事における濁水処理」平成3年10月20日
（財）日本ダム協会 P47～P48

凝集剤添加量と処理水濃度との関係を、凝集剤添加量ごとに試験して求め、最も沈降効果の上がる凝集剤添加量を決定するために凝集沈降試験を行う。

試験の方法にはジャーテストとシリンダテストとがある。

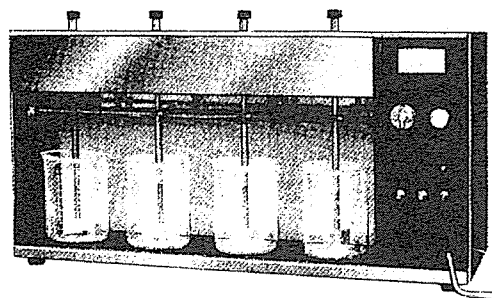
いずれも、沈降速度を求めるほか、上澄水について浮遊物質（SS）、濁度、色度、pHを測定し、また、フロックの大きさを肉眼で視察する。以下にジャーテスト、シリンダテスト、および凝集沈降試験の効果判定に必要なSS、濁度などについて述べる。

（1）ジャーテスト

ジャーテストは攪拌速度を変えて凝集効果を見ることができ、沈降速度の判定が難しいなどの欠点がある。ジャーテストの試験装置を図 3-17に示し、以下に試験の手順について述べる。

- ① 濁水試料を均一になるまでよく攪拌し、500mlまたは1ℓのビーカーに一定量を入れ、凝集剤（溶液）を注入にする。
- ② つぎに、装置の攪拌羽根を使って、急速攪拌（140～200rpm）を3～5分間、暖速攪拌（30～50rpm）を10～15分間行う。上記の攪拌条件は標準的なものであり、実際は濁水濃度や目標処理水質などによって異なるので、各々の現場の目的に応じて攪拌条件を設定する。
- ③ 攪拌終了後、一定時間（10～15分間）静置した後の上澄水について、SS、濁度、色度、pH等を測定する。

図 3-17 ジャーテスト装置



(2) シリンダテスト

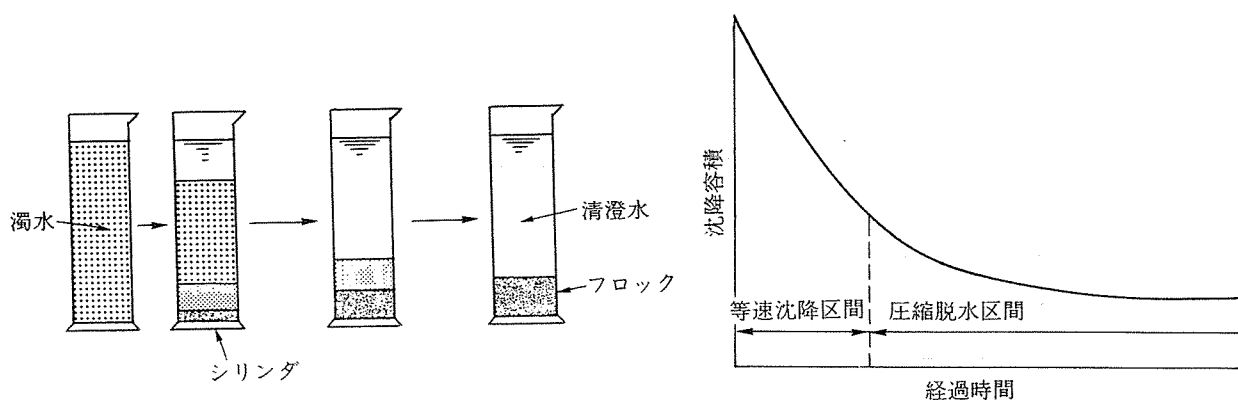
シリンダテストは、特別な装置を必要とせず、簡易に測定ができる利点がある。シリンダテストの概要を図-3. 18に示し、以下に試験の手順について述べる。

- ① 濁水試料を均一になるまでよく攪拌する。
- ② 均一となった試料を500mlまたは1ℓのメスシリンダに一定量を入れ、凝集剤（溶液）を注入にする。
- ③ メスシリンダを密栓して、両手で5～6回上下に転倒攪拌させてから静置する。この時フロックの沈降界面の位置と経過時間を読みとり、沈降容積ならびに等速沈降区間の沈降速度を求める。なお、シリンダテストの攪拌方法も限定されたものではない。
- ④ 静置後に生成するフロックの大きさを肉眼で観察し、上澄水のSS、濁度、色度、pH等を測定する。

以上のジャーテストおよびシリンダテストによって濁水の性状を知り、濁水処理計画・設計上のデータとする。

凝集剤の添加量は、試験結果から、フロックの沈降速度に対する凝集沈降装置の制約と、それに対応する上澄水のSSの排水基準値などを考慮して決定する。

図 3-18 シリンダテスト



3-4 凝集剤による濁水処理

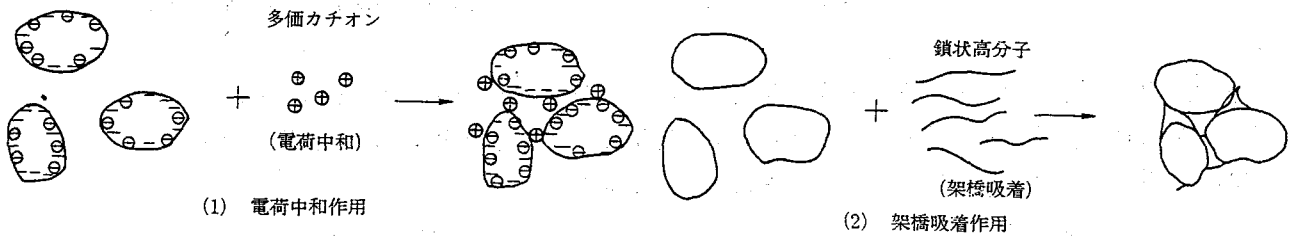
自然沈澱方式により排水基準を満足することができない恐れのある場合は、薬剤等を用いて強制的に沈澱させるものとし、使用する薬剤は、無公害のものを用いるとともに放流水は、pH調整を行うこと。また、フロックが流下しないよう、凝集沈澱池で処理するものとする。

【解説】

水中に浮遊している土粒子は、自然沈降のみで沈澱させるには長時間を要し、その間濁水を貯留しなければならないため大容量の沈砂池が必要となる。工事区域の立地条件によっては、この沈砂池の設置が不可能な場合もある。

一般に、濁水中の土粒子は、負の電荷を有し、互いに反発し合っていることから自然状態では、粒子どうしの結合が進みにくい。そこで、凝集剤を添加して各粒子を凝集させ沈降速度を大きくして、比較的少容量の沈澱池で濁水を処理するのが凝集沈降処理である。

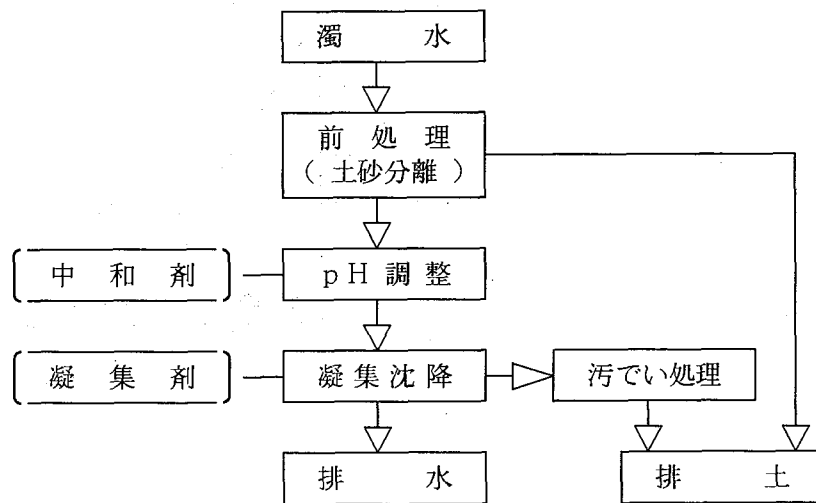
図 3-19 凝集剤の作用



1) 凝集剤による濁水処理フロー

凝集剤による濁水処理の一般的なフローは、下図に示すように、前処理（沈砂池等による粗粒分除去）、pH調整、凝集沈降、汚泥処理、の4つの工程に分けられる。

図 3-20 基本的な濁水処理フロー



凝集沈澱方式の濁水処理施設の例



全 景

中和槽



無機凝集剤添加槽

高分子凝集剤添加及び
攪拌水路



2) 凝集剤の種類と機能

濁水処理に使用される凝集剤を大別すると、無機凝集剤と有機高分子凝集剤（以下「高分子凝集剤」という）に分けられる。

無機凝集剤と高分子凝集剤の併用は、単独使用よりも効果が大きく、最大限に効果を発揮させる適正な添加量が存在する。無機凝集剤あるいは高分子凝集剤の過剰添加は、凝集沈降分離効果の低下をひき起こすので沈降試験等を実施し、適正な添加量を求めるものとする。

無機凝集剤は濁水中の浮遊物質が帯びている電荷（一般には粘土粒子は負に帯電している場合が多い）に反対の電荷を与えて、電気的に中性にし、粒子間相互の反発力をなくし、凝集させる。

高分子凝集剤は反対電荷による電荷中和作用も多少あるが、むしろ、遠く離れた粒子間の架橋吸着作用によって大きな粒子群を形成させ沈降を促進させる。

これらの凝集剤の種類と荷電（イオン性）について概括すると下表のとおりである。

凝集剤を使用すると、上澄水の濁度は減少し、フロックの沈降速度は増加する。この効果は無機凝集剤および高分子凝集剤の添加量によってさまざまに変化するが、主に、無機凝集剤は上澄水濁度に、高分子凝集剤はフロック沈降速度に影響を及ぼす。

また、凝集剤の効果は濁水のpH、攪拌方法、水温、懸濁物質の性状などにより影響されるので、使用する凝集剤に応じて凝集分離条件を適正な範囲に調整する必要がある。なお、凝集剤の添加量などは現場の条件などによって異なるので、通常、沈降試験によって決定する。

表 3-4 に凝集剤のイオン性と粒径の関係例を示す。現場で使用されている高分子凝集剤のイオン性は、ほとんどがアニオン性で、ノニオン性、カチオン性は少なく、特にカチオン性のものは少ない。

また、無機凝集剤ではほとんどがポリ塩化アルミニウムを使用している。

表 3-2 おもな無機凝集剤

ポリ塩化アルミニウム (PAC) 硫酸アルミニウム (硫酸バンド) アルミン酸ナトリウム 硫酸第一鉄 硫酸第二鉄
--

表 3-3 おもな高分子凝集剤

イオン性	性質	物質名
アニオン性	加水分解して電気的に負に帯電	ポリアクリル酸ナトリウム、ポリアクリルアミド陰イオン変成物、CMC-Na
ノニオン性	加水分解して電気的に中性	ポリアクリルアミド、デンプン
カチオン性	加水分解して電気的に正に帯電	ポリアクリルアミド陽イオン変成物

「ダム建設工事における濁水処理」
 (財) 日本ダム協会 P 40

表 3-4 凝集剤のイオン性と粒径の関係例

浮遊物質の粒径 凝集剤		1mm~75 μ m	75 μ m~1 μ m	1 μ m以下	
無機		×	△ ×	○	ポリ塩化アルミニウム (PAC) 硫酸アルミニウム (硫酸バンド)
	アニオン性	○	○	×	ポリアクリル酸ナトリウム ポリアクリルアミド陰イオン変成物
高分子	ノニオン性	○	○	△	ポリアクリルアミド
	カチオン性	○	○	○	ポリアクリルアミド陽イオン変性物

(注) ○：有効、△：効果小、×：無効

「ダム建設工事における濁水処理」
(財) 日本ダム協会

表 3-5 水道用ポリ塩化アルミニウムの品質規格
(JIS K 1475-1978)

比 重 (20°C)		1.19以上
酸化アルミニウム (Al ₂ O ₃) %		10.0~11.0
塩 基 度 %		45.0~65.0
pH (1W/V%溶液)		3.5~ 5.0
硫 酸 イ オ ン (SO ₄ ²⁻) %		3.5 以下
ア ン モ ニ ア 性 窒 素 (N) %		0.01以下
ひ 素 (As) ppm		5以下
鉄 (Fe) %		0.01以下
マ ン ガ ン (Mn) ppm		25以下
カ ド ミ ウ ム (Cd) ppm		2以下
鉛 (Pb) ppm		10以下
水 銀 (Hg) ppm		0.2以下
ク ロ ム (Cr) ppm		10以下

「ダム建設工事における濁水処理」
(財) 日本ダム協会 P 42

3-5 構造の安定

濁水貯留処理施設は、設置場所及び利用方法により種々な構造形式となるが、ダム形式の場合予想される荷重に対し必要な強度を有すると共に十分な安定性を有しなければならない。

【解説】

ダム型式の場合は、土堰堤の高さは、2 m程度とする。

構造の設計は、下記の指針等に準拠するものとする。ただし下記の基準等は永久構造物等に適用するものであり、仮設としての適用には配慮が必要である。

- 1) 防災調節池技術基準（案）
- 2) 砂防関係技術指針（案）
- 3) 道路土工 - 擁壁・カルバート・仮設構造物工指針

土堰堤とする場合は上記指針等を参考に安全性に十分配慮すること。

3-6 附帯施設

濁水貯留処理施設は、雨水を一時期貯留するため、外周には転落防止柵等を設置する等して安全に配慮するとともに、排土の維持管理に必要な管理用通路等を設ける。

【解説】

濁水貯留処理施設は、濁水の貯留を目的に設置するが、堆積した赤土等は必要に応じて処理することが必要となる。排土等の処理のための管理用通路等を設置するものとする。また、一時的に雨水を貯留することから、転落防止や進入防止柵等の安全対策についても配慮を行う。

濁水貯留処理施設の附帯施設設置の例



第4章 施工計画

4-1 一般事項

工事着手に先立ち、工事区域の現況や工事内容を十分に把握したうえで、流出防止対策の具体的な内容や緊急対策を盛り込んだ施工計画を作成するとともに、現場においては、流出防止対策の基本的な考え方を念頭に、きめの細かい対策を講じる必要がある。

【 解 説 】

赤土等の流出防止対策のうち、濁水貯留処理施設や切回し水路等については、計画・設計の段階でその種類や規模、配置等の基本的な内容が設定される。また、主な表土保護工や流出抑制工は、その種類や大まかな配置についても、設計の段階で設定される。施工の段階では、これらの対策計画の内容を十分に把握し、確実に実施する必要がある。

しかし、工事発注の過程で、工区分の設定等の変更によって、対策施設の配置等に若干の変更が生じることも考えられる。また、土工事の過程で、暫定的に施される表土保護対策、湧水に対応した表面流出抑制工、仮設水路の設置や移設、緊急時の対応等、計画・設計の段階では、配慮の困難な対策があり、施工の段階における柔軟な対応が必要になってくる。これらの現場における赤土等の流出防止対策を適切に実行するためには、従来より作成してきた施工計画をより充実させ、土工事の様々な過程で濁水発生危険性を予測し、対策の要所を事前に予測して、計画的に対応するよう努める必要がある。

本章では、赤土等の流出防止に配慮した施工計画の作成について基本的な事項を解説する。また、流出防止対策の3つの原則を踏まえて、工事の種類ごとの細かな配慮事項や緊急時の対策についても解説した。

4-2 施工管理と工程計画

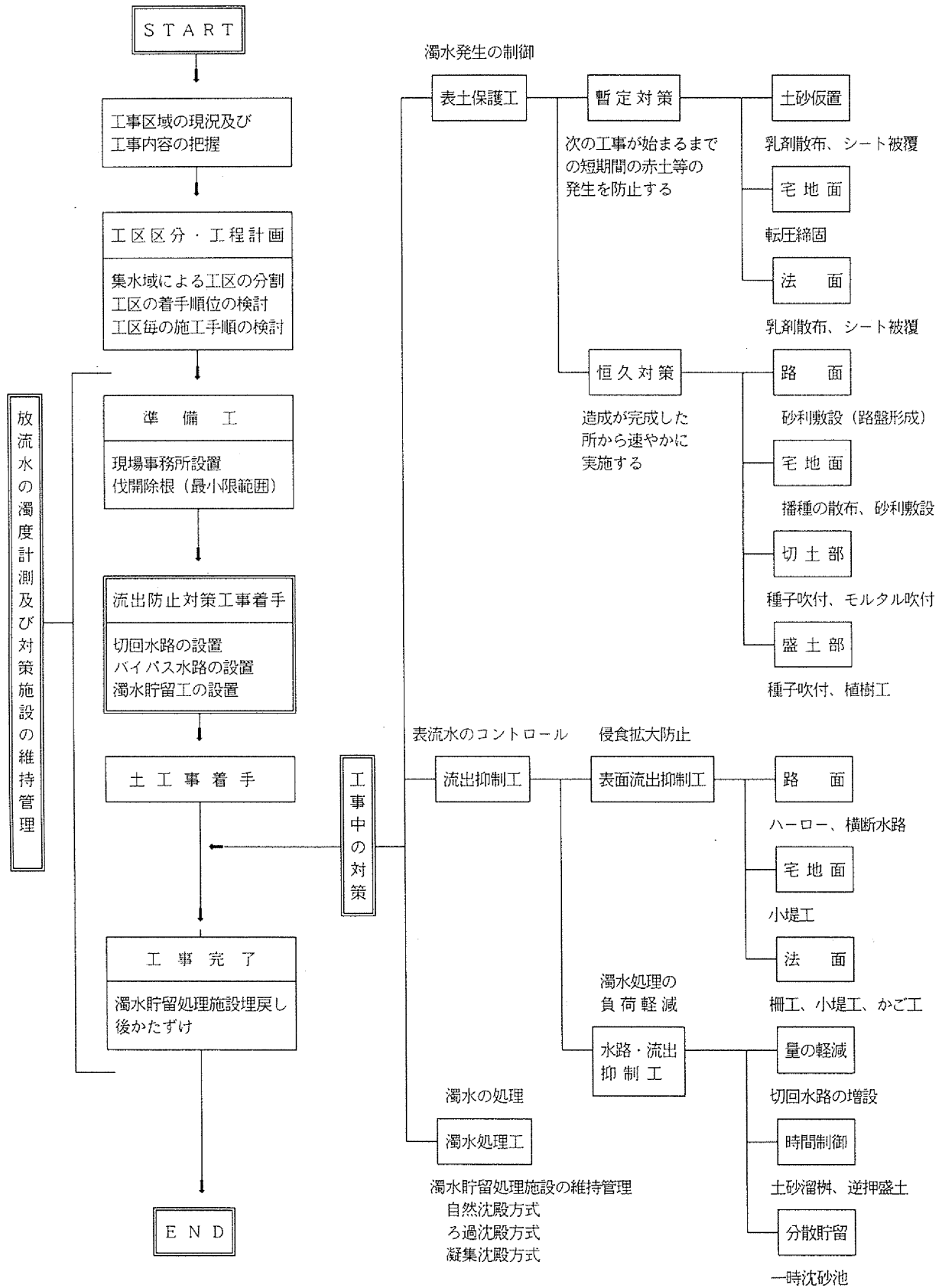
工事は、赤土等の流出防止対策について配慮した、適切な施工計画のもとに施工を行う事とする。

【 解 説 】

土工事内容及び施工箇所は、各事業によって多種、多様であるとともに、同一の施工現場においても、工事の進捗に応じて、現場の状況は日々変化することから、赤土等流出防止対策は、施工箇所の現場条件や変化する現場状況に合わせて施工計画の検討を行い、実施するものとする。

次頁に、工事の流れと赤土等流出防止対策のフロー図を示す。

図 4-1 工事の流れと赤土等流出防止対策のフロー



1) 施工計画の留意事項

施工計画の立案にあたっては、次の点に配慮するものとする。

- ① 各施設の機能を理解した上で、赤土等流出防止対策施設の配置計画を策定する。
- ② 土工事着手から終了までを四半期程度に区分し、各土工事段階ごとに排水系統図及び対策施設の配置計画を作成する。
- ③ 土工事の計画は、赤土等流出防止対策施設の適切な設置に支障を及ぼさないよう配慮し、土工事工程に各対策施設の設置時期を加えた工程とする。
- ④ 土工事後に表土保護工等が遅滞なく行われるよう計画する。
- ⑤ 土砂の仮置きにあたっては、発生源対策（表土保護工の暫定対策等）を十分に行う。
- ⑥ 下流海域がリクリエーションや養殖等に利用されている場合は、これらの期間に配慮する。
- ⑦ 施工時期における降雨等の季節的な特性を考慮する。
- ⑧ 降雨時における対応体制を整備する。
- ⑨ 土工事に先行して切回水路や濁水処理工等の赤土等流出防止対策工事に着手する。

2) 施工計画書の内容

赤土等流出防止対策を行う上で、最も重要な作業のひとつが、施工計画書の作成である。赤土流出防止対策が、効果的かつ適切になされるかどうかは、この施工計画書の作成段階で、どれだけ具体的に工事の過程と対策の要所を把握し、きめの細かい配慮を盛り込むことができるかにかかっている。したがって、現場技術者は、施工計画書にしたがって確実に防止対策を行うとともに、現場で問題点が生じた場合、これを改善するのみに留まらず、経験で得られた技術を蓄積し、将来、立案する施工計画書へ活用（フィードバック）できるよう努める必要がある。

赤土等流出防止対策に配慮した施工計画書を作成するため、施工計画書には、以下に示す事項を具備するものとする。

施工計画書の内容項目

- (1) 工事名称
- (2) 工事の場所（付近の見取り図も作成）
- (3) 工事現場の面積
- (4) 工事の概要
- (5) 施工区域及び周辺の状況
 - ① 土地の状況（必要に応じて図面化する）
 - ・ 流域区分図（原則縮尺 1:1000）、主な土壌分布図（原則縮尺 1:1000）
 - ② 周辺水域の利用状況（本編 P.16 の調査チェックシート参照）
 - ・ 水域利用状況図、近隣水域の現況濁度（できれば降雨時も計測）
- (6) 管理目標値（必要に応じて上乗せ目標値を設定する場合）
 - ① 濁水貯留工からの放流水の濁度（SS）と設定理由（但し、SS 200ppm 以下の場合）
 - ② 濁水貯留工からの放流水の pH（但し、凝集沈殿などを行う場合）

(7) 赤土流出防止対策の方法

- ① 四半期ごとの最大裸地出現時の工事状況平面図（原則縮尺 1:1000）
- ② 竣工時の裸地残存状況図（原則縮尺 1:1000）
- ③ ①及び②に対する赤土等流出防止対策平面図（原則縮尺 1:1000）
- ④ 主な赤土等流出防止対策施設の構造図及び配置図などの設計図書
- ⑤ 発生残土及び除去赤土等の運土処理計画書
- ⑥ 工事終了後の赤土等流出防止対策施設の取扱い・管理に関する計画書（必要の場合）
- ⑦ 水中あるいは水際工事に起因して堆積した赤土等の除去方法に関する計画書
- ⑧ その他、島尻マージ地区等で簡易対策による場合の理由書及び添付資料

(8) 工程計画（但し、主に土工事を対象とする）

- ① 対策施設の設置時期を記入した各土工事の工程表（P.144 週間工程表参照）
- ② 上記工程表より調べる最大裸地率（裸地面積×出現日数）調書（P.145）

(9) 管理方法及び管理体制

- ① 管理体制組織図（役割、住所、氏名、連絡体系図、本編 P.160 参照）
- ② 降雨時の対応計画（緊急対策計画、パトロール計画、本編 P.156,162 参照）
- ③ 放流時の計測計画（計測方法及び計測箇所、本編 P.159 参照）
- ④ その他、作業員の意識高揚や地元住民の理解を得るための方策等

以下に、宅地造成工事において、土工事を5段階に分割し工事状況平面図を作成した例を示す。
また、短期施工工程表、工程表及び最大裸地率調べ、管理日報（SS計測記録・パトロール記録・非常時の措置及び報告）の様式例を示す。

図 4-2 宅地造成工事における施工段階平面図の例

	模式図	内容
第一段階		<p>沢筋に工区ごとにふとんかご、土堰堤などの簡易な土砂流出防止工を設けると共に、人家・道路等に隣接する重要な箇所柵工を設ける。この段階では、伐開・抜根、沢筋の地下排水暗渠の設置や仮の進入路等の工事が行われる。</p>
第二段階		<p>調整池が切盛土工前に完了していることが望ましい。この段階では、調整池の工事に若干時間がかかる事から、各谷間の出口に仮沈砂池と仮排水路、そしてそれらを結ぶ比較的大きな仮の防災調整池を設け、切盛土工を開始する。</p>
第三段階		<p>調整池が完成した時点で、排水系統をこれに接続していく。</p>
第四段階		<p>切盛土工が完成した区域については、道路計画に合わせた排水施設（開渠または暗渠）を施工し順次完成時の排水系統に近付けていく。</p>
第五段階		<p>最後に宅地地盤がほぼ完成した時点で、各宅地地盤からの排水施設を幹線排水路と接続する。 これにより施工段階に応じた防災工事が完了したことになる。</p>

	仮沈砂池
	調整池
	仮の防災調整池
	切工
	盛土
	ふとんかご
	土堰堤
	柵工
	地下排水暗渠工及び仮設たて集水ます

「宅地防災マニュアルの解説」

ぎょうせいより 一部改変

表 4-1 短期工程表の例

工事名 _____
 担当者名 _____

日付			月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	備考
赤土対策	天候	予報	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		当日	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	実施状況																

工種 毎 工程																	

資材 予 定 及 ト																	

『日経コンストラクション』1993.6.25.P60
 一部改変

上記の表は、工程計画と天気予報の活用を図った例である。短期の工程計画は一週間工程とするのが一般的であるが、赤土等の流出防止対策では、降雨の予測が重要であり上表のような2週間工程計画表の活用も検討する必要がある。

工程表及び裸地率調査

工種	延月											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
伐開工												
除根工												
土工事												
法面整形												
排水工事												
植栽工事												
a 切盛面積(千㎡)												
b 改変済面積(aの累計)												
c 緑化等表土保全装置措置済面積(累計)												
d 裸地面積 = b - c												
裸地率① (%)												
裸地率② (%)												

(注) 裸地率①は(裸地面積/改変済面積)×100、裸地率②は(裸地面積/事業予定地面積)×100である。

表 4-2 工程表及び最大裸地率調べ

沖縄県赤土等流出防止条例、施設・管理基準より

表 4-3 赤土等流出防止施設管理日報（1）（浮遊物質量測定記録）

別記様式第1号

浮遊物質量測定記録表

- 1 事業名
- 2 測定者氏名
- 3 年月日
- 4 天気
- 5 測定方法
- 6 測定結果

測定場所	測定時刻	浮遊物質量 濁度、透視度（単位）	最終沈澱池及び放流装置の状況
地点略図			摘要
赤土等流出防止管理者 氏名		印	

沖縄県赤土等流出防止条例、施設・管理基準より

表 4-4 赤土等流出防止施設管理日報(2) (パトロール日誌)

別記様式第2号

見回り点検表

1 事業名

2 記録者氏名

3 年月日

4 天気

5 点検結果

(1) 発生源対策装置 対策：良好・普通・要改善 ()

(2) 流出濁水対策装置 対策：良好・普通・要改善 ()

(3) 濁水最終処理対策装置 対策：良好・普通・要改善 ()

(4) その他 () 対策：良好・普通・要改善 ()

見回り点検略図	
---------	--

6 改善の状況

赤土等流出防止管理者 氏名		印
---------------	--	---

沖縄県赤土等流出防止条例、施設・管理基準より

表 4-5 非常時の措置及び報告

別記様式第3号

沖縄県知事殿

非常時の措置報告について

標記について、赤土等流出防止施設管理基準（7）の規定に基づき、下記のとおり報告します。

- 1 事業名
- 2 所在地
- 3 赤土等流出防止対策責任者氏名 印
赤土等流出防止管理者氏名 印
- 4 災害による施設の破損等の年月日
- 5 破損等の状況、原因等
- 6 講じた非常措置の概要
- 7 措置の結果
- 8 添付書類 有 無
(1) 浮遊物質測定記録表(別記様式第1)及び見回り点検表(別記様式第2)の写し
(2) その他
- 9 場内及び破損箇所略図

10. 備考

沖縄県赤土等流出防止条例、施設・管理基準より

4-3 工事施工に関する留意点

施工中は、赤土等流出防止に関する施工計画を確実に実施し、発生源の減少化に努めるとともに発生した濁水は工事区域外に流出させないように、土工事を慎重に行うこと。

【 解 説 】

土木工事における赤土等の流出のほとんどは、施工中に出現する裸地がその発生源となっているが、工事の完了と共に裸地はほぼ消滅するため流出の問題は解決する。したがって、赤土等の流出防止対策は、土木工事の基本である土工事の施工を進める過程の中で配慮され、実践されるものである。

土工事の施工にあたっては、濁水発生防止と濁水処理について常に配慮すると同時に、環境保全対策は、日々の積み重ねによるところが大きいので、関係作業員への意識の徹底も心がける必要がある。

土工事の施工は、赤土等流出防止対策に関する施工計画を確実に実行するとともに、以下の項目に留意して実施するものとする。

1) 切盛土工事一般

土工事は、対策施設の効果が安全かつ最大限に発揮されるように、合理的な施工計画のもとで実施するものとする。

<基本事項>

- ① 梅雨季等を極力避けるなど、中長期的な降雨予報も含めた気象状況への基本的な配慮を行うこと。
- ② 裸地面の大規模な露出を極力抑制するために、土工事は原則として、一工区ずつ行うものとし、一つの工区の完成後に、はじめて他の工区に着手すること。但し、工区間で切盛土量バランスを取る必要がある場合などにおいては、同時に二つ以上の工区の土工事を行うことができる。
- ③ 土工事計画の立案及び実施にあたっては、「裸地の最小化対策」を基本的な配慮事項として、裸地面の面積にその出現日数を乗じた値（最大裸地率： $\text{m}^2 \cdot \text{日}$ ）が常に最小となるように努めること。
- ④ 発生した残土は工区間振替を行うなど、計画的な運土処理により、赤土等の残土の発生を極力最小限にするように努めること。
- ⑤ 法面の勾配は、法面の崩壊に対する安全を考慮するだけでなく、表流水による浸食も考慮し、現場状況に応じて法面小段を設置あるいは増設するなど、対策を十分講じること。

<濁水発生の抑制>

- ⑥ 伐採・除根などは最小限の範囲にとどめ、一時沈砂池や最終沈殿池を設置した後に、主な土工事に着手する。伐採したススキや木枝等は、できるだけ仮置きし、柵工等に転用を図ること。また、剥ぎ取った表土は、できるだけ保全し、緩やかな斜面などの緑化基盤に再生利用を図ること。その際、有機物混入による団粒化促進など、基盤材としての改良にも配慮すること。
- ⑦ 完成断面に達する造成や緑化（植生工）の時期などを考慮して、土工事は適切な範囲で施工し、裸地面を広げすぎないように注意すること。
- ⑧ 盛土で巻出しした土砂や切土でほぐした土砂は、その日のうちに締固め、浮き土を放置しないこと。また、造成途中の法面や仮置き土砂には、シートをかぶせておくこと。

<表流水のコントロール>

- ⑨ 工事区域外から流入する水は、水路バイパスや切回し水路で分離するが、植生の生育等により十分表土保護がなされた部分の水についても切回し水路で誘導し、最終沈殿池の負担を軽減すること。
- ⑩ 土工事途中の造成面であっても、常に、計画的に配置した仮設水路に表流水がスムーズに導かれるよう水勾配を持たせるように努め、無秩序に水を流さないようにする。
- ⑪ 法肩には、ガリ浸食や崩壊を防止するため小堤工や柵工などを設置し、表流水の法面流下を抑制するものとし、降雨の状況などにより十分な点検・補修を実施すること。
- ⑫ 素掘水路は、浸食を受けることがあるので、十分な点検を行い必要に応じて表層保護を行うこと。

<濁水の処理>

- ⑬ 放流先の流下経路は踏査等にて把握すること。また、現状の水質（SS）や赤土等の堆積の状況は、定期的に観察し、写真などを保管しておくこと。
- ⑭ 最終沈殿池から排水する濁度（透視度換算SS）を計測・記録するが、濁水貯留工の場合（うわ水の排水）200ppm を越えないように排水するためには、排水時期の判断が必要になるので、放流口付近における事前計測を行って、的確に判定すること。
- ⑮ 降雨中は、流入口付近でも計測を行い、異常に高い濁度の流入がないかどうか監視するとともにこれが確認された場合には、発生源を速やかに調査して、改善すること。また、凝集剤を使用するときは投入の時期の判断目安をあらかじめ決めておくようにし、使用時刻と量を記録・報告すること。また、施工期間中に発生した降雨の状況を最寄りの气象台等で入手すること。

2) 道 路 工 事

道路工事は、濁水貯留処理施設の用地確保、敷地外の清水分離など立地条件によって、対策の難易度に差が生じてくる。発生源対策や流出抑制等の濁水対策の基本に基づいた、現場での創意工夫の積み重ねが大切である。

<濁水発生の抑制>

- ① 造成途中の法面は、シート等で管理できる規模などを考慮して、適切な範囲で施工する。小段単位などで、できるだけ早く表土保護工の恒久対策を実施すること。
- ② 盛土法面もバケット等により転圧しておくこと。
- ③ 工事用道路の路面には、砂利敷きを行い、わだち等の補修等の管理を怠らないこと。

<表流水のコントロール>

- ④ 工事中は、原則として路面の勾配を山側に取り、仮設側溝を設けハローと土砂溜柵を作る。ハローは毎日点検し養生する。土砂溜めに溜まった土砂は、適宜土砂上げすること。
- ⑤ 長大法面には、小段排水・縦排水路を十分設置し、湧水箇所や縦排水路末端部など洗掘を防止するため必要に応じてじゃかご、柵工等で補強すること。

<濁水の処理>

- ⑥ 濁水貯留処理施設は、農地などの借地の検討を含め用地の確保に努めること。山地部などまとまった用地の確保が困難なときは、谷部や盛土部背後の凹地などを利用し、土堰堤を設け濁水貯留池を多数設置する。この場合、清水の切回しに十分配慮すること。

3) 宅地造成工事

宅地開発工事においては、面的に広範囲に地形や植生状況などを改変することから、周辺環境を考慮して、必要な措置を講じるとともに、きめの細かな施工計画を作成して、工程管理や赤土等流出防止体制を徹底し、総合的に対策を進めることが重要である。

<基本事項>

- ① 総合的な赤土流出防止対策計画を講じるためには事前調査が重要である。特に、河川や海域の利用状況や保全状況等の調査は重要であり、資料の収集や関係者の確認などを行っておくこと。
- ② 工程計画は、長期の全体工程のみでなく、各工区ごとの土工事量、工種などを充分把握するために施工中は、工区ごとの2週間～月間工程等も作成されたい。対策の時期も工程表に入れておくこと。
- ③ 調整池、濁水貯留処理施設、バイパス水路、切回水路などでは、できるだけ本工事の着手に先立って設置すること。

<濁水発生の抑制>

- ④ 宅盤の表土保護は、砂利敷設や播種の帯状散布など、規模や現場状況に応じて適切に選定すること。
- ⑤ 盛土工事の一日の作業終了時には、敷均しや締固を入念に行い、夜間の降雨に備えること。

<表流水のコントロール>

- ⑥ 工事用道路や粗整地面であっても急勾配は、極力避けること。
- ⑦ 工事初期の段階では、宅盤面に緩傾斜をつけて粗造成することもあるが、斜面長が大きいとガリ等が発生しやすくなるので、土のうや小堤等で細かく仕切り、表流水の流速を低減すること。
- ⑧ 谷部を埋める規模の大きな盛土の場合は、堰堤を先行させ、暗渠や竖樋を備えた逆押し盛土工法についても検討すること。

<濁水の処理>

- ⑨ 放流先の流下経路、水質、濁度をあらかじめ調べておくこと。規模が大きくなるため、漁場や養殖等への影響を考慮して、薬剤による濁水処理を実施する場合、薬剤の種類や分量を良く検討管理し、生態系に2次的な影響を及ぼさないよう十分注意すること。

<管 理>

- ⑩ 施工規模が大きく、工区が分割される場合があることから、対策に必要な資材・人員組織の点検整備を徹底し、赤土等の流出防止意識の自己啓発に努めること。

4) 護 岸 工 事

護岸工事においては、前面水域に矢板や堰堤を仮設して施工区域を仕切り、河川水や海水を分離して本体の工事に着手する。施工区域内に侵入する雨水や浸透水は、ポンプ等で汲み上げ、陸上に設けられたろ過槽等で処理して、水域に放流する。護岸工事の留意点は次のとおり。

なお、必要に応じて、文献等により貴重生物などの状況を調査し、影響を検討して、施工工程等に配慮を加えるものとする。

<濁水発生の抑制>

- ① 矢板打設前の不測の出水に備えて、重機の出入り用仮設道路や作業マウンドの表層は、十分に浸食に耐えられるよう良質材等を使用して被覆処理すること。
- ② 現場で仮置きする土砂は、その日の内に転圧しておき、シート等で被覆すること。

<流出抑制対策>

- ③ 背後の陸域から工事区域に流入する表流水については、小堤や水路で切り回しする。

<濁水の処理>

- ④ ポンプの吸い込み口は、沈殿した泥を吸い込まないように釜場の底より吊り上げておくこと。釜場は、護岸掘削の位置と十分離すようにし、砂利詰めなどの補強を行うこと。また、釜場に溜まった汚泥は、こまめに処理すること。
- ⑤ 矢板を撤去する前に、工事区域の表層に工事中に溜まった赤土等を除去すること。

<管 理>

- ⑥ 河川の工事等は、生物の遡上時期や産卵時期にできるだけ配慮して工事工程を設定すること。

5) 土捨場の工事

土捨場は、土取り場跡や道路改修等により生じた残地に設置されることが多い。捨て土後の整地面は植栽あるいは舗装され、休憩所や駐車場に利用されることが多い。捨て土後の利用計画により、工事完了後の維持管理に違いが生じることがあるが、環境保全の観点から優先的に播種工等による緑化回復を図ることとする。捨て土中の赤土等の流出防止対策は、本工事における切土等の進捗に対応させて、適切に実施するよう留意する必要があるが、基本的に盛土工事における流出防止対策を応用して、対処するものとする。

<基本事項>

- ① 捨て土後の跡地利用方法について、事前に計画・検討し、できるだけ工事終了後も継続的な管理がなされるよう配慮すること。
- ② 赤土等の土砂の搬入計画は、長期の全体工程のみでなく、各工区ごとの搬出土量などを十分把握するために施工中は、工区ごとの2週間～月間運土工程等も作成されたい。現場における対策の時期も工程表に入れておくこと。
- ③ 濁水貯留処理施設、暗渠排水路、切回し水路などは、本工事の着手に先立って設置すること。

<濁水発生の抑制>

- ④ 捨て土途中の法面は、シート被覆や乳剤散布等をすみやかに行い、気象状況等を考慮の上、管理の可能な一定の規模を設定して、計画的に恒久対策の実施に移れるよう配慮すること。但し、赤土等の土砂の仮置き転用を行う場合は、運土計画を遅滞なく円滑に行うよう配慮し、暫定対策の補修管理を十分行うことでたりるものとする。
- ⑤ 捨て土工事の一日の作業終了時には、締固を入念に行い、夜間の降雨に備えること。
- ⑥ 比較的長期土砂の搬入がなく、現場作業を休止する場合は、定期的に暫定対策箇所を点検し効果の継続が確保されるよう補修等の必要な処置を講ずること。

<表流水のコントロール>

- ⑦ 法肩には小堤工を設置し、表流水の法面流下を防止すること。
- ⑧ 土砂搬入用道路や粗整地面であっても急勾配は、極力避けること。
- ⑨ 谷部を埋める規模の大きな捨て土の場合、逆押盛土工法の採用について検討すること。

<濁水の処理>

- ⑩ 捨て土工事が一時休止する場合等、現場に作業員が不在となることも考えられるので、濁水貯留処理施設の周囲には、侵入防止柵を設け、標示板を設置する等、安全対策に十分配慮すること。
- ⑪ 本体工事における濁水処理と同様に、排水の水質について計測し、十分な管理を行うこと。

<管 理>

- ⑫ 本体工事現場と捨て土現場が離れた場所にあることが多いので、対策箇所の定期的な点検や降雨時のパトロール等が遅滞なく行えるよう配慮し、十分な体制を整備すること。

4-4 工区の分割施工

工区は、現場で出現する裸地の最小化を図る目的から、施工計画で定めた範囲に分割して施工するものとし、1つの分割区域の表土保護工を完成させた後、他の区域の施工に着手することを原則とする。

【 解 説 】

土工事における濁水発生抑制の考え方、重要なものに発生源の最小化対策がある。

工区の分割施工は、計画的に施工範囲を分割して段階的に施工を進めることにより、発生源のより集中的な管理を実現し、きめの細かな流出防止対策の実施を図るもので、現場で同時に出現する裸地面積の最小化を図り、突発的な降雨に対し、大量の赤土流出が発生する危険性を回避することを目的にしている。

工区は、切回し水路等で囲まれた集水域を単位に区分されるが、現場の状況等により、この面積や形態は、様々なものになることが考えられる。特に線的な工事である道路工事は、複数の集水域にまたがり、小規模なものも含めて様々な工区に区分されるものと考えられる。また、宅地造成工事等面的な工事においても規模の大きな事例があり、複数の集水域に工区区分されることがある。

施工計画の作成に際しては、これらの工区を計画的に分割する必要があるが、この範囲の設定に関しては、現場の状況、土工事の内容や全体工事に占める期間など様々な状況を考慮の上、分割施工の主旨を生かしつつ工事を円滑に進めるために、慎重な検討が必要である。しかし、先に述べたように工区の設定は様々であり、また、個々の現場の状況や工事の内容は異なっている。

したがって、分割施工の実績の少ない現時点では、工事の種類等に応じた、分割範囲の設定要件について明確な方針を示すことが困難な状況にある。ここでは、赤土等の流出防止の観点等から想定される設定要件を示すので、検討の際のひとつの参考とされたい。

① 出現裸地面に施す暫定対策の適切な管理が可能な範囲

道路工事等においては、法面の造成が比較的によく、暫定対策には、シート被覆のように展張面積による適正な管理が困難となる場合が考えられる。この面積を目安に工区を分割する。

② 濁水貯留処理施設の規模（貯留処理能力）に対応した裸地面積からの範囲設定

用地所得や地形等の問題から、本来の集水域を単位とした工区に対応した、十分な濁水貯留処理施設の規模が確保できない場合も考えられる。この場合、設置可能な施設の規模に対応した裸地面積を逆算して、これを単位に工区を分割する必要がある。ただし、仮設水路の設置位置や付け替え時期等は、適切に行うよう配慮が必要である。また、表土保全対策が完成した（植生の十分生育した後）区域の表流水は、切回水路等により確実に工区外に排水する必要がある。

③ 団地ごとの区分

宅地造成等面的な工事では、工事区域内が複数の団地に区分される場合があるが、これを分割施工区分の目安とする。ひとつの団地に切土区域、盛土区域などに含まれておれば良いが、別々の団地に区分されている場合は、運土計画、同時期に施工を行う必要があるため、両者をまとめた範囲を設定することが合理的であるが、分割施工の主旨を生かす規模等も勘案して慎重に検討されたい。

4-5 緊急対策

降雨などが予想される場合は、緊急用資材等を用いて適切に対処するものとする。

【 解 説 】

緊急対策には、シート被覆や小堤工、ハーロー等の補強・増設がある。

赤土等の流出防止対策は、日々点検注意をすることが重要であるが、常時の対応と異常時（大雨等）の対応は内容が異なってくる。異常時の出水に備えた緊急用資材（ビニールシート、土のう等）を確保し、連絡系統にしたがって、現場ですみやかに対応できるよう心がけるものとする。

また、対策の実施や内容の判断は、天気予報を活用するとともに、現場の状況に応じて迅速に対応するものとする。図 4-6 に、天気予報を活用した、段階的な緊急対策対応表を示すので、参考にされたい。

緊急対策資材置場



土のうによるハーローの設置例



表 4-6 天気予報を活用した段階的な緊急対策対応表の例

ランク	降雨確率による対応		ランク	予想降雨量による対応	
	降雨確率	摘要		予想降雨量	摘要
A	80%以上	<p>ほぼ確実に降雨があるものと判断する。 予想される降雨量により、現場での対策を行う。</p> <p>(予報 : 雨)</p>	A	15mm/h以上	<p>濁水処理工の雨水貯留能力以上の雨水の流出が考えられる。 施工区域全体に ・ 表土保護工 ・ 流出抑制工 を施工する。 また、濁水貯留処理施設の凝集剤添加の対応を整えておく。</p>
B	60~80%	<p>降雨の可能性がある程度見込まれる。予想される降雨量、また、現場での状況などを把握し、対策工を計画し、必要があれば対策を行う。</p> <p>(予報 : ときどき雨)</p>	B	8~15mm/h	<p>表面流出を伴うことが予想されるが、濁水貯留処理施設により直接工事区域外に濁水が流出しない。 重点対策ヶ所…表土保護工 全 体…流出抑制工 全体に流出抑制工を行うことによって、雨水が集中するのを防ぎ侵食を助長しない。</p>
C	60%以下	<p>降雨の可能性は少ないが、局地的な降雨に対しては注意する。</p> <p>(予報 : 一時雨)</p>	C	8mm/h以下	<p>表面流出水がきわめて少ないと予想される降雨量である。対策工は、重点対策ヶ所を主体とした表土保護工を行う。</p>

上記の表は、緊急対策の対応の一例を示したものである。

予想降雨量によるランク分けについては、各工事現場の濁水貯留処理施設の容量とも関係するので、それぞれの現場に応じた適切な予想雨量の値を目安とするよう心がけることが必要である。

また、予想降雨量は、天気予報で発表されないケースが多いので、現場において独自の判断を行うことが要求される。

一般に、注意報や警報の気象発表が行われた時点では、現場での予防的な対応は終了していることが必要である。

第5章 維持管理

5-1 一般事項

放流水の排水基準を遵守するため、赤土等の流出防止対策施設の維持管理は、設置場所の状況等に応じ、適切に行うものとする。

【 解 説 】

赤土等の流出防止対策施設は、暫定的に用いる対策や赤土等が堆積する施設等があり、その機能を維持し放流水の排水基準を遵守するために、常に点検・補修や計測・堆積土の処理等の管理を行う必要がある。また、これらの維持管理を適正に行うためには、管理責任者を中心に、役割を明確にして担当者を定めた維持管理体制を整備する必要があり、本章では、これらについて解説する。

さらに、降雨に際し、的確・迅速な現場対応が重要であり、対応体制の構築と現場における濁水発生の予測について解説する。

5-2 維持管理

赤土等の流出防止施設等は、その機能を確保するため必要な維持管理を行うものとする。また、放流水等の水準基準を確認するために必要な計測を行うものとする。

【 解 説 】

施工中の赤土等流出防止対策が有効に機能しているかどうかを監視し、その監視結果を工事中の対策に役立てること。また、赤土等流出防止対策責任者に報告するものとする。

1) 濁水の排水基準

濁水処理工より排出する放流水の浮遊物質(SS)は、200 ppm を超過しないこととし、貯留した水が 200 ppm 以下で排水可能な状態に達した場合は、速やかに排水すること。

なお、放流先の水域の利用状況等に配慮する必要がある場合は、別途上乘せした放流水の濁度目標値を設定してもよい。

2) 濁水貯留処理施設の管理

濁水貯留処理施設に堆積した赤土等は、排水後速やかに除去するものとする。

濁水貯留処理施設に堆積した赤土等は、バックホウ、クライムシェルやバキューム等で排土する。排土した土砂は、原則として、場内の所定の場所へ運搬し、二次流出を起こさないよう適切な処理を行うこと。なお、排土がヘドロ状の場合は、現場内でろ過床を造り、砂等を通して脱水する。乾燥したところで剥ぎ取って処理するか、また、砂と混合して処理する方法がある。一時沈砂池や濁水貯留処理施設の撤去の際のヘドロ処理としては、セメント系添加物を混合し、現場で固化させる方法もある。

濁水貯留処理施設の仕切り堤等にろ過材を使用した場合は、その機能が十分保たれるように降雨後は点検し、劣化が認められる場合は、ろ過材を取り替えること。

3) 濁水の計測

濁水の計測は、濁水処理の前後とし、濁水処理工の流入部と放流部で行うものとする。詳細な濁水沈澱効果やろ過効果等の確認を行う場合は、仕切り堤や水位計等を設置し、適宜測定箇所を増設する。

濁水処理工から濁水を排出・放流する場合は、浮遊物質(SS)を測定・記録することとする。その計測方法は、原則として、透視度計による簡易計測とし、表 5-1 から、読み取って換算するものとする。計測結果は、表 4-3 の管理日報に記録し対策責任者に報告する。

4) その他の施設の維持管理

表土保護工や流出抑制工の機能の維持や管理方法については、2章の 2-4. 工法の配置と選定のなかで解説したので、詳細については、これを参照されたい。

ここでは、以下に、基本的な事項について示すものとする。

- ① 表土保護工の暫定対策は、点検・補修を怠ると機能が損なわれ、濁水の発生源となる。シートの上やつなぎ目の点検、アスファルト乳剤の再散布など注意が必要である。
- ② 表土保護工の植生工のうち播種による緑化は、植物が十分に生育するまで、暫定対策と同様に点検・補修が必要である。
- ③ 表面流出抑制工のうちハーローは、車両の通行により、わだち等が生じやすく日々養生が必要である。また、長期的に設置する小堤は、表土保護工と併用するようにし、その維持管理が必要となる。
- ④ 素堀の仮設水路は、木枝等の障害物があると越流や洗堀を生じることがあるので、見回り点検が必要である。
- ⑤ 土砂溜柵、一時沈砂池等の濁水を貯留する施設は、堆積した赤土等が巻き上げて2次流出を起こすと、新たな赤土等の流出の発生源となるので、こまめに堆積土の除去を行う必要がある。

表 5-1 透視度による SS の換算

透視度 (cm) SS (mg/ℓ)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9				
透視度 (cm) SS (mg/ℓ)	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4				
透視度 (cm) SS (mg/ℓ)	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8				
透視度 (cm) SS (mg/ℓ)	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.5	9.0	9.5	10	11	12	13	14	15	17	20	25	30

透視度 < 1.5 : 水道水などで10倍または100倍に稀釈して透視度を読む。SS換算値に10または100を乗じて補正する。

透視度 > 30 : 自然の河川と同等あるいはそれ以上にきれいな状態なので問題なし。
なお、これらの透視度の測定は日影で行うこと。

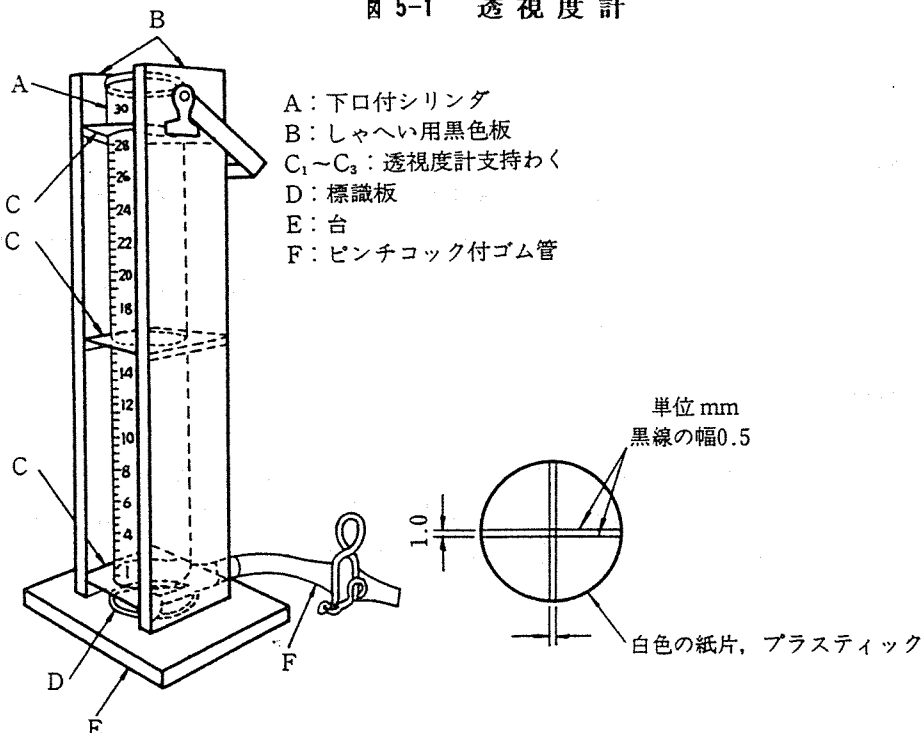
出典：花城可英・大見謝辰男・比嘉栄三郎・満本裕彰・普天間朝好・古堅勝也・下地幸枝・田代豊（1994）
開発現場排水等の透視度SSの関係について。 沖縄県衛生環境研究所内部資料。

透視度計

水の濁りの程度を表すものに透視度があり、濁度とともに放流水のSS管理の代替として用いられる。

透視度は、透視度計（図 5-1参照）の円筒内部に検水を入れ、底部にある板（D）の二本の線が上部より読み取れるまで水位を下げ、その水面の高さで示す。この方式が最も簡単に測定できるので、SS、また濁度に代わり用いられている所が多い。これをSSと換算して使用する。

図 5-1 透視度計



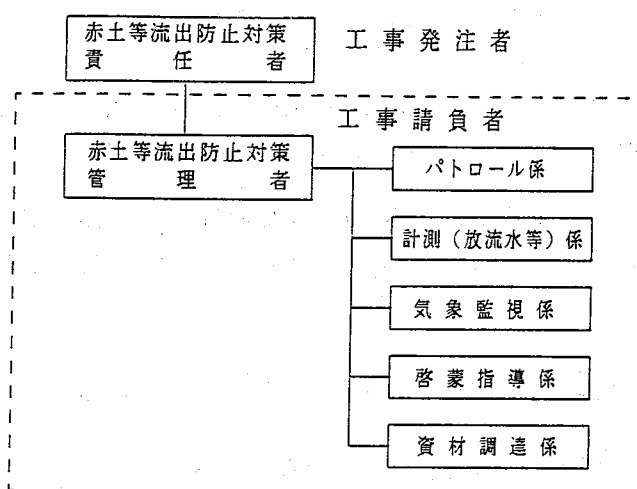
5-3 維持管理体制

赤土等流出防止施設の適切な維持管理を行うため、施設の点検や放流水の浮遊物質量の測定等に必要な体制を整備すること。

【 解 説 】

赤土等の流出防止は、防止施設の適切な維持管理が重要であり、そのため、赤土等流出防止対策管理者を選任し現場での管理体制を整えておくことが必要になる。

図 5-2 赤土等流出防止対策の管理体制の例



1) 管理体制

上図に示すように、赤土等流出防止対策に関する責任者、管理者を選任するとともに、それぞれの項目についての担当者を定めることとする。

赤土等流出防止対策 責任者

工事区域より赤土等の流出を防止するために工事全般について指導監督的な立場から、赤土等流出防止対策に関する施設の維持管理や工事の施工方法が適切に実施されているかどうか点検をし、必要があれば施設や施工方法の改善指示を行う。

赤土等流出防止対策 管理者

管理者は工事施工においての全体的なとりまとめ、統括を行う者が担当するものとし流出防止対策の全般について把握し適切な判断の上に対策について指示を行える者。流出防止対策等の状況及び結果は、常に発注者（責任者）に報告をし、必要があれば協議を行い指示を受ける。

- パトロール係： 降雨の恐れのある時及び降雨時に赤土等流出防止施設を見廻り点検し、その結果を日誌に記録するとともに管理者に報告する。
- 計測係： 濁水処理工へ流入する濁水及び放流水の浮遊物質を測定し、水質の監視を常時行う。その結果は記録するとともに管理者に報告する。
また、降雨状況等を判断し、凝集沈澱剤の適正な投入・管理を行う。
- 気象監視係： 気象台から発表される天気予報を入手し、現場での状況及び近隣地区での状況をもとに降雨の発生状況を予測し流出防止対策が遅滞なく行えるようにする。
- 啓蒙指導係： 工事従事者に対し、赤土等の流出防止の目的や意義などについて啓蒙活動を行う。
 - ・ 赤土等の流出防止についてのミーティング
 - ・ 赤土等の流出防止についてのスローガン、標語の設置
- 資材調達係： 緊急時の対策に必要な資材をチェックし、不足のものについては調達しストックしておく。

濁水流出防止のスローガン設置例



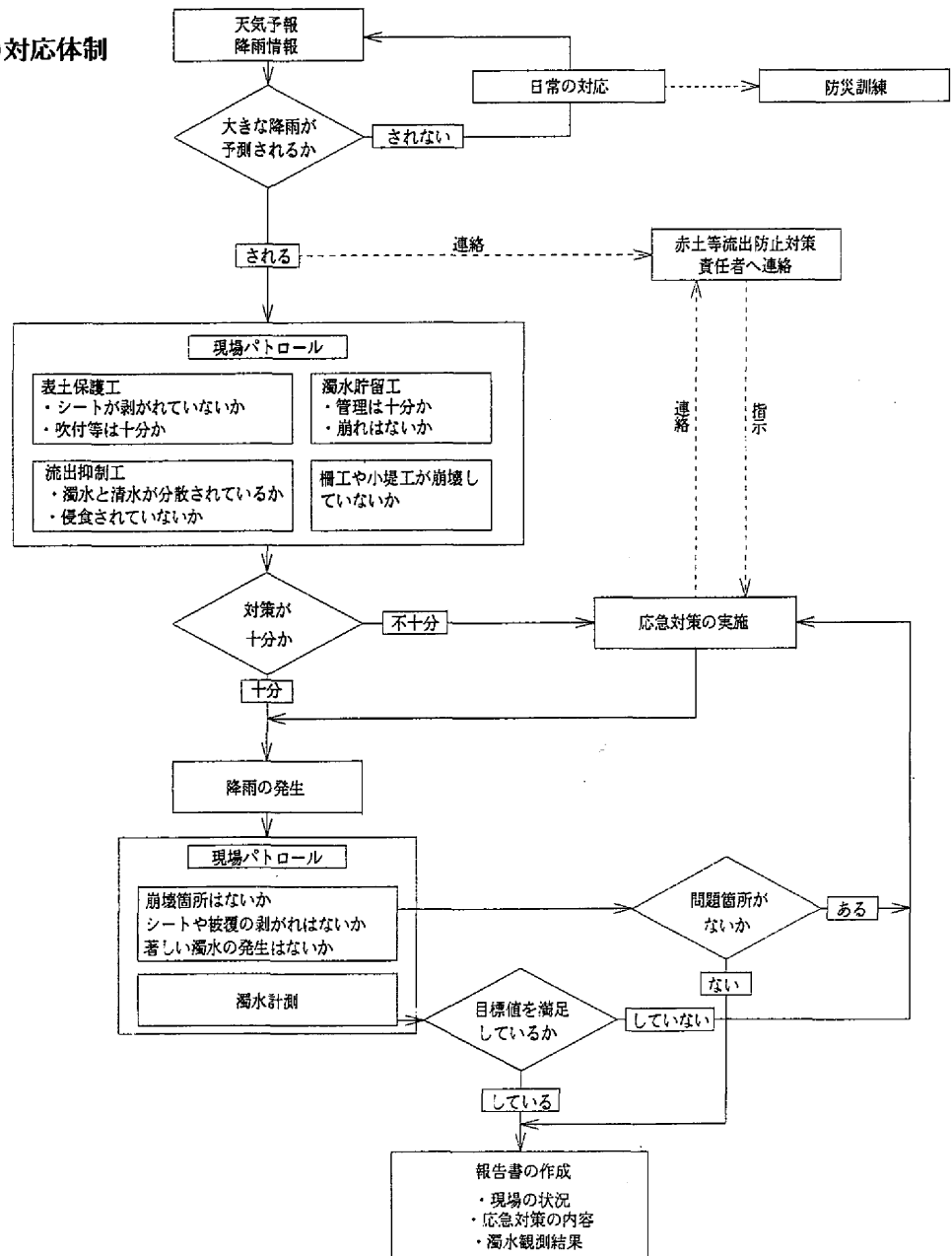
2) 降雨時の対応と濁水発生予測

(1) 降雨時の対応

施工中の降雨に対処する体制を構築し、赤土等の流出防止を図ることは極めて重要である。降雨時における対応は、下のフロー図に基づいて行い、所定のパトロール調査表(表 4-4 参照)に記入し、赤土等流出防止対策責任者に提出する。降雨時の対応を迅速かつ適切に行うためには、備えが大切で、日頃から次の点に留意して備えておくこと。

- ① 中長期予報を含め天気予報などの情報を入手しておくこと。
- ② 工事の状況、特に発生源や対策施設の状況を確認して、対策の要所を予想しておくこと。
- ③ 各作業員の役割、配置について定期的に確認し、連絡体制を確保しておくこと。
- ④ シートや土のう、木グイ等の資材や工具を適所に十分備え、点検しておくこと。
- ⑤ 降雨時の対応について、作業種ごとに定期的に話し合う機会をつくり現場職員の認識を高めておくこと、また、緊急時に備えて訓練を実施すること。

図 5-3 降雨時の対応体制



(2) 濁水発生の予測

現場において濁水の流出といった事態が発生するのは、水と土が混ざり合い、それがそのまま場外へ流れ出してしまうためである。したがって、それぞれの現場で、濁水の発生する場所や原因をよく理解し、濁水の発生を抑制する必要がある。また、降雨に伴い、下流側の仮設水路や濁水処理工で高濁度の濁水の流下が見つかった場合、速やかに対処するためには、その発生源の的確な予測が大切であり、濁水の発生原因をよく理解しておく必要がある。

現場における濁水の発生には、下図のような原因があり、各現場において作業者はこれらを十分理解した上で、降雨時の対応を適切に行うものとする。

図 5-4 施工現場における濁水発生の予測の例



『濁水に挑む』矢作川環境技術研究会編 P.69

参 考 及 び 引 用 文 献

- 社) 日本道路協会 「道路土工-のり面工・斜面安定工指針」 社) 日本道路協会 平成3年8月20日
- 社) 日本道路協会 「道路土工-排水工指針」 社) 日本道路協会 平成3年5月25日
- 社) 日本道路協会 「沖縄道路緑化基準・同解説」 社) 日本道路協会 昭和63年12月
- 社) 日本下水道協会 「下水道雨水調整池技術基準(案)解説と計算例」 社) 日本下水道協会 平成5年11月10日
- 社) 日本河川協会 「防災調節池等技術基準(案)解説と設計実例」 社) 日本河川協会 平成4年2月1日
- 河川管理施設等構造令研究会 「解説・河川管理施設等構造令」 社) 日本河川協会 平成2年10月31日
- 建設省河川局都市河川室 「流域貯留施設等技術指針(案)」 社) 日本河川協会 昭和61年10月
- 財) 日本ダム協会 環境委員会 「ダム建設工事における濁水処理」 財) 日本ダム協会 平成3年10月
- 宅地防災研究会 「宅地防災マニュアルの解説」 ぎょうせい 平成6年8月
- 沖縄総合事務局 「沖縄道路緑化技術指針」 沖縄総合事務局 昭和56年12月
- 沖縄総合事務局 開発建設部 「土工工事設計要領・第1巻;共通編・河川編」 社) 沖縄建設弘済会 平成7年4月
- 沖縄総合事務局 開発建設部 「土工工事設計要領・第2巻;道路編」 社) 沖縄建設弘済会 平成7年4月
- 沖縄県総合事務局 「平成1年度 総合赤土砂対策検討調査報告書」 財) 日本土壌協会 平成2年3月
- 沖縄県総合事務局 「平成2年度 総合赤土砂対策検討調査報告書」 財) 日本土壌協会 平成3年3月
- 沖縄県総合事務局 「平成3年度 総合赤土砂対策検討調査報告書」 財) 日本土壌協会 平成4年3月
- 財) 沖縄県公衆衛生協会 「赤土汚濁に関する 流域解析調査報告書」 沖縄県環境保健部 公害対策課 平成4年3月
- 財) 沖縄県環境科学センター 「赤土汚染及び被害現況調査報告書」 沖縄県環境保健部 公害対策課 平成5年3月
- 沖縄県土木建築部技術管理室 「赤土流出防止対策技術指針作成業務」 平成3年3月 ~ 平成5年3月
- 沖 縄 県 「赤土機構及び流出防止対策に関する調査、研究報告書」 財) 沖縄協会 昭和61年2月
- 沖 縄 県 「赤土機構及び流出防止対策に関する調査、研究」 財) 沖縄協会 昭和62年3月
- 沖 縄 県 「平成2年度 改良山成工調査
および農用地開発調査(土壌流出)」 財) 日本農業土木総合研究所 平成2年3月
- 沖縄県環境保健部 「赤土流出防止対策の手引き」 沖縄県環境保健部 平成3年
- 沖 縄 県 「沖縄県道路緑化基本計画」 昭和58年3月
- 社) 沖縄県水産業中央会 「ゆたかな海づくりシンポジウム
赤土汚染報告書」 財) 沖縄県漁業振興基金 平成3年6月28日

農業土木学会	「改定三版 農業土木ハンドブック」	丸 善 (株)	昭和50年 5月20
土木学会	「新 版 土木工学ハンドブック」	(株) 技 報 堂	昭和50年 2月15日
国立天文台	「理科年表 平成 5年」	丸 善 (株)	平成 4年11月30日
山崎 道夫・仲吉 良功 ・大城 繁三	「沖 縄 の 気 象 1989年」	(財) 日本気象協会 沖縄支部	平成元年 1月31日
土木工学会水理委員会 水理公式集改訂委員会	委員長 室田 明 「水理公式集 昭和60年版」	社) 土木工学会	平成 2年 3月20日
熊谷 純一郎・原田 幸雄	「雨水貯留施設の計画と設計」	鹿 島 出 版 会	平成 5年 4月20日
小林 勲・今野 昭三 ・岩崎 光美	「建設工事における 濁水・泥水の処理工法」	鹿 島 出 版 会	平成 5年 4月20日
矢作川環境技術研究会	「濁水に挑む～矢作川方式の技術～」	中日出版本社	平成 6年 6月20日
氏 家 宏	「沖縄の自然-地形と地質」	ひ る ぎ 社	平成 2年 8月10日
岩井 重久・石黒 政儀	「応用水文統計学」	森北出版(株)	昭和56年11月 5日
翁長 謙良・呉屋 昭 ・松村 輝久	「沖縄島北部赤黄色土の土壌侵食の評価と対策」	土壌の物理性 第63号	平成 3年 8月
満本 裕彰・大見謝 辰男 ・他 4名	「濁水の評価に関する研究— SS, 濁度、透視度の関係について」	沖縄県衛生環境 研究報 第28号	平成 6年
満本 裕彰・大見謝 辰男 ・他 4名	「土壌微粒子の沈降時間について」	沖縄県衛生環境 研究報 第28号	平成 6年
亀山 章・三沢 彰 ・近藤 三雄・興水 肇	「最先端の緑化技術」	ソフトサイエンス社	平成元年12月
上 森 千 秋	「土壌侵食防止対策に関する調査研究」	文部省科学研究費	昭和62年 3月
沖縄総合事務局	「赤土砂流出防止対策マニュアル(案) 平成 7年 3月 1日資料」	北部国道事務所	平成 7年 3月

赤土等流出防止対策技術指針（案）

編 著 沖縄県土木建築部技術管理室

TEL 098-866-2374

発行所 （財）沖縄県建設技術センター

TEL 098-832-8442

発 行 平成 7 年 1 0 月 初版 1 刷

印刷所 （株）国際印刷

乱丁・落丁本はお取り替えいたします。

*本誌の内容の一部又は全部を無断で複写複製（コピー）及び転掲載することは
ご遠慮ください。



安波川上流（国頭村）