

第 20 章 沈砂池の一般的設計手法

関連条項 [基準11、運用11-5]

有害な土砂礫の沈積排除に対し効果的な沈砂池をつくるためには、計画通水量、建設地点の地形等に適した設計を行う必要がある。ここでは、一般的な沈砂池の水理設計手法について解説する。

20.1 位置の選定

沈砂池は、取入口に続いて、用水路の始点に設けるようにするのが一般的であるが、やむを得ない場合には、なるべく取入口に近い適当な場所に設ける。

地形上取入口の近くに適切な用地が得られない場合には、取入口から下流の適当な地点を選定する。

沈砂池に沈積した土砂礫を流水で自然排除する場合には、土砂礫の掃流・排除に必要な落差が確保される位置を選定する。

河川勾配が緩やかな河川下流部で落差が小さい場合には、取入口又は取水堰上流側の適地に沈砂池を設置すると、堰上げ水位を利用することによって、沈積土砂礫の排除に必要な落差を得ることができる^{*1、*2}。

20.2 流入導水路

沈砂池への流入速度が小さいほど土砂礫の沈積効果は高くなるので、流入導水路は取入口の幅に準じて通水幅を広くし、流積を大きくするとともに、沈砂池流入拡大移行部は広がり角を小さくして、流水の整流に有利な形状とするのがよい。

また、流入水の方法は沈砂池の中心線と一致するように配慮すべきであるが、やむを得ず流入導水路が湾曲するような場合には、導流壁を設置して偏流が起らないようにすべきである。

20.3 流入土砂礫と沈砂容積

取入口から流入する土砂礫の量を推定することは、きわめて困難である。

沈砂池に流入、沈積する土砂礫の量は容積比にして通水量の 0.01%程度を目安とする方法があるが、溪流河川では、期別、流況によって 0.5～1.0%に及ぶことがある。

かんがい用水専用の沈砂池で沈積すべき最小粒径は、砂粒子の用水路での沈積の有無、水田の減水深の状況、かんがい方法などによって決められるものである。一般には、0.3 mm を基準とする例が多い。

上水道、工業用水などと共用して総合取水する場合には、沈積すべき最小粒径は、各用水中の最小粒径によって規定される。上水道では 0.1～0.2 mm 以上の砂粒子の沈積処理を目標とする^{*3}。

*1 山本光男・王如意：堰上げ水位を利用した取水堰上流側に設置する沈砂地、農業土木学会講演要旨集 p. 40～41. (1989)

*2 山本光男：河川地形与取水方式之研究、台湾行政院農業委員会 (1989)

*3 日本水道協会：水道施設基準解説 (1958)

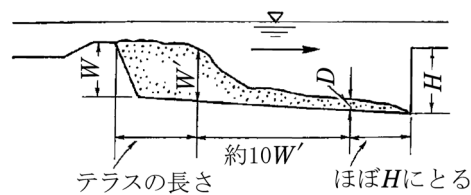


図-20.3-1 沈砂溝内の堆砂状況

沈砂池で沈積処理すべき砂粒子は、一般に掃流砂（bed load）の形で流送されるものである。沈砂池内の流れが順流で、偏流や逆流が起こらないように十分整流されているときには、図-20.3-1に示すように、粒径の大きな砂粒子は沈砂溝入口から、砂粒子の限界掃流力と堆砂面上の掃流力とが平衡しながら沈積してテラス（堆砂段丘）を形成する。テラスの前面は流入土砂礫の増加とともに前進し、テラスの区間で沈積し得なかった微小な砂粒子及び流況によって浮遊流砂（suspended load）の形で流下して沈降した微細な砂粒子は、掃流流下されながらテラス前面から沈砂溝底に沿って薄い堆砂層を形成する*4、*5。

沈砂溝内の掃流力と沈積すべき最小粒子の限界掃流力とが平衡して、移動しなくなる位置（沈砂溝下流端から流出口数高程度上流、堆砂層厚 $D = 20 \sim 25 \text{ cm}$ ）を設定し、その位置で所定の沈積限界最小粒子が沈積を完了する時をもって、沈砂許容限界とする。

沈砂許容限界に達した時、沈積限界最小粒子が沈積を完了する位置は、テラス前面から、その高さの約 10 倍*6の距離とし、これとテラスの長さことから、許容沈砂容積を概定する。

許容沈砂容積は、一取水期間中（一排砂操作当たり）の流入土砂礫の総量をもって決めるが、流入土砂礫の量は取水期別、流況によって異なるので、沈砂溝を隔壁によって 2 連以上に分割し、一沈砂溝ごとに随時排砂操作が行えるように操作基準を設定すると、沈砂容積を小さくすることができる。

20.4 沈砂池の水理構造

沈砂池は、計画通水量、建設地点の地形に適合した形状とし、沈砂溝内の流れが一様で、所定の砂粒子の沈積に有効であるとともに、沈積土砂礫の排除が容易であり、利水上、維持管理上有利な水理構造とする。

沈砂池の形状は左右対称で、沈砂溝は一様長方形断面とするのがよい。沈砂溝底床を船底型としたものは、沈砂容積が減少し、完全排砂が困難になる場合が多いので望ましくない。沈砂溝は利水上並びに維持管理上 2 連以上にするのがよい。

単一沈砂溝の幅が大きい場合には、隔壁によって何連かの沈砂溝に分割し、個々の沈砂溝は、幅に比べて水深が大きくなるようにすると、次に述べる整流逆勾配の設置によって、沈砂効果とともに排砂効果を高めることができ、通水と排砂を同時に実現し得る構造とすることができる。

また、沈砂池内でセイシュの発生により、浮遊流砂の巻上げが発生する場合もあることから、流入、流出部に水面変動が生じない構造とする。

*4 福田仁志・緒形博之・山本光男：濃尾地区羽島用水沈砂池の各部構造と掃流力との関係についての水理模型実験報告、東京大学農業水文学研究室（1961）

*5 山本光男：かんがい用沈砂池の水理構造について、宇都宮大学農学報、Vol15. No. 2（1963）

*6 山本光男：沈砂池の水理構造、東京教育大学農紀要、No. 20（1974）

20.5 流入拡大移行部

沈砂池流入拡大移行部の流れは、左右均等で偏流や逆流が起こらないようにする。導水路から沈砂池への流入移行部で、常流状態導水路の流積が急拡大する場合には、流線の剥離が起こり、偏流や逆流が発生して、沈砂池の有効流積が減少し、沈砂効果は低下する。したがって、導水路の幅は可能な限り大きくして、流入拡大移行部の広がり角（側壁の交角）はできるだけ小さくなるようにするのがよい。また、幾何学的美観から、流入拡大移行部の側壁を複曲線にすることがあるが、複曲線凹部では流線の剥離が起こり、偏流が発生しやすいので望ましくない。

常流状態開水路の拡大移行部の広がり角が 10° 以上になると流線剥離の影響が現れる^{*7}ので、広がり角が $40^\circ \sim 60^\circ$ あるいはそれ以上になる沈砂池の流入拡大移行部では適切な整流方法を講ずることが必要である。

整流方法として、導流壁、整流格子^{*8}、整流板（多孔板^{*9}）等を設置することがあるが、次の整流方法が有効である。

- (1) 取入れ水位がほぼ一定に保たれる場合には、流入拡大移行部の流積が流入導水路の流積に等しくなるように逆勾配（整流逆勾配^{*10}）を拡大移行部終端まで設ける（図-20.5-1 参照）。拡大移行部終端からは、逆勾配に続いて 2m 程度の水平部を設け沈砂溝入口とする。沈砂溝入口は 45° 前後の段落ち斜面とする。

沈砂池の幅が大きく、隔壁によって 2 連以上の沈砂溝に分割する場合には隔壁を少なくとも逆勾配這上がり終端まで延長して水切りとする。

取水停止時、逆勾配上流側のたん水を排除するために水抜きを設ける。水抜きは、図-20.5-1 (a) のように逆勾配下部に内径 100mm 程度の管を布設するか、逆勾配始点側壁に水抜き孔を設ける。

- (2) 取入れ水位が変動して、一定取水位が保たれにくい場合には、図-20.5-1 (b) に示すように、流入拡大移行部の流積が等しく、横幅が広がる管路（整流広がり管^{*11}）とする。底床面は水平又は緩やかな逆勾配とする。

この方式は流入拡大移行部が、横断道路敷と共用になる場所に適用することができる。また、広がり管入口部にトラフを設置して余水吐きとすると、浮遊流下物の排除も可能になる。

沈砂溝を 2 連以上に分割するときには、管路内にも隔壁を設け、排砂流量を調整するために、管路入口に制水ゲートを設置する。

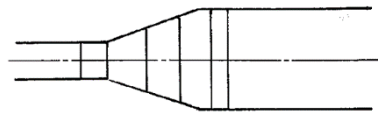
*7 松下 玄：開水路常流の拡大移行部の流れ、農業土木研究、25(2)、p. 113～117. (1957)

*8 中谷 強：急流河川に設けられる頭首工の取水方法について、農林省早月川農業水利事業所 (1956)

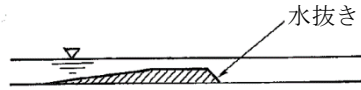
*9 前田 稔：急速濾過機構に関する実験的研究とその応用、阪神上水道市町村組合 (1957)

*10 山本光男：かんがい用沈砂池の水理構造に関する研究、水資源開発公団、水路技術委員会報告書 (1965)

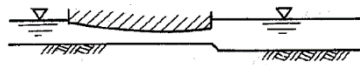
*11 緒形博之・山本光男・保田 隆：沈砂池の整流に関する研究、農業土木学会講演要旨集 p. 129～130. (1963)



拡大移行部平面図



(a) 逆勾配方式



(b) 整流拡がり管方式

図-20.5-1 拡大移行部整流方式

20.6 沈砂溝の通水幅と深さ

沈砂溝の幅と深さは、沈砂池建設地点の地形及び通水量に適するように決め、流入土砂礫の沈積排除に有利な大きさとする。

沈砂溝内における流入土砂礫の流送形態及び沈積状態、並びに沈砂溝内の掃流力と沈積すべき最小粒子の限界掃流力との関係等から、一様長方形断面を有する沈砂溝の幅と深さは、次のようにして決めることができる。

(1) 沈砂溝の底勾配を与えない場合

$$B = \frac{Q}{hu_c} \dots\dots\dots (20.6-1)$$

ここに、 B : 沈砂溝の幅 (m)

h : 沈砂許容限界における所定の最小粒子が沈積を完了する点の堆砂面上の水深 (m)

Q : 一沈砂溝設計通水量 (m^3/s)

u_c : 所定砂粒子の掃流限界流速 (m/s)

砂粒子の掃流限界流速 u_c は、次式を満足するようにする。

$$u_c = \frac{U_{*c} R^{1/6}}{ng^{1/2}} \dots\dots\dots (20.6-2)$$

ここに、 U_{*c} : 限界摩擦速度 (m/s)

R : 所定砂粒子が沈積を完了する時の堆砂面上の径深 (m)

n : 堆砂面の粗度係数

g : 重力の加速度 (m/s^2)

粒径 0.3 mm のとき、 $u_c \doteq 0.20 \text{ m/s}$ を目安とする。

(2) 底勾配を与え、射流排砂を実現する場合^{*12}

$$B = \left(h^2 + \frac{\alpha Q^2}{\kappa h} \right)^{1/2} - h \quad \dots\dots\dots (20.6-3)$$

ここに、 B : 沈砂溝の幅 (m)

h : 沈積許容限界における所定の最小粒子が沈積を完了する点の堆砂面上の水深 (m)

Q : 一沈砂溝の設計通水量 (m^3/s)

$\alpha = 1.0 \sim 1.2$: 沈砂溝内の流速変動を考慮した係数

$$\kappa = \tau_c / (\rho i)$$

τ_c : 沈積すべき最小粒子の限界掃流力 (kN/m^2)

ρ : 通水の密度 (t/m^3)

i : 沈砂溝の底勾配 $i > 1/100$

岩垣公式により、粒径 d_c (cm) が $0.0065 \leq d_c \leq 0.0565$ に対して、水の密度 ρ (t/m^3)、砂粒子の密度 $\sigma = 2.65$ (t/m^3)、通水の動粘性係数 $\nu = 0.01$ cm^2/s 、重力の加速度 $g = 980$ cm/s^2 とするとき、粒径 d_c の砂粒子の限界摩擦速度 U_{*c} は、

$$\rho = 1.0 (\text{t}/\text{m}^3) \text{ のとき } U_{*c}^2 = \tau_c / \rho = 8.41 d_c^{11/32} \times 10^{-4} \text{ (m}^2/\text{s}^2)$$

$$\rho = 1.05 (\text{t}/\text{m}^3) \text{ のとき } U_{*c}^2 = \tau_c / \rho = 7.86 d_c^{11/32} \times 10^{-4} \text{ (m}^2/\text{s}^2)$$

となる。通水の密度が $\rho = 1.05$ (t/m^3) より大きくなることはほとんどない。

式 (20.6-1)、式 (20.6-3) がともに用いられるような場合には、与えられた水深 h に対して、両式で求めた B の値のうち大きい方を用いる。

沈積すべき最小粒子が沈積を完了する点における堆砂層の厚さを D (25 cm 程度) とすると、この断面における沈砂溝の深さは、 $H = h + D$ となる。沈砂溝の幅 B と水深 h とは、いずれか一方を与えることにより、他方の値を決めることができるが、通水量、地形によって、単一沈砂溝の幅が水深に比べて大きくなるような場合には、隔壁によって、2 連以上の沈砂溝に分割し、随時排砂できるようにすると、沈砂池の容積を小さくすることができ、利水上、維持管理上も有利な水理構造とすることができる^{*13}。沈砂溝の幅と水深との関係は、沈砂池建設地点の地形の制約を受けるところが大きい、通水量 $Q = 1 \sim 5$ m^3/s の場合、一沈砂溝の幅 B と平均深さ h_m との関係が $h_m / B = 1.25$ 程度になるようにするとよい。

20.7 沈砂溝の長さ

沈砂溝の長さは、「20.3 流入土砂礫と沈砂容積」で決められた、沈積最小粒径の砂粒子の沈積に必要な長さとする。

沈砂溝の長さを的確に決めることは容易なことではない。いくつかの計算式によって、沈砂溝の長さを算出し、比較検討のうえ、安全を見込んで長さを決定するのがよい。いずれの計算式による場合でも、所定の砂粒子が沈積を完了する位置における沈砂溝断面の掃流力は、その粒子の限界掃流力より小さくなるように、沈砂溝の幅と水深を決めることはいうまでもない。

^{*12} 山本光男：沈砂溝内の掃流力と沈砂溝の諸元、農業土木学会論文集、No. 53 p. 21～26. (1974)

^{*13} 山本光男・根岸俊男・吉田昌弘・盛田健一：沈砂溝の諸元決定における隔壁の効果、農業土木学会論文集、No. 57 p. 21～25. (1975)

20.7.1 沈降理論に基づいた計算式

$$L = K \frac{h}{v_g} u = K \frac{Q}{B v_g} \dots\dots\dots (20.7-1)$$

- ここに、
 L : 沈砂溝の長さ (m)
 K : 1.5~2.0 (安全係数)
 h : 沈積すべき最小粒子が沈積を完了する位置における堆砂面上の水深 (m)
 B : 沈砂溝の幅 (m)
 $u = u_c$: 式 (20.6-2) によって求めた値 (m/s)
 v_g : 沈積すべき最小粒子の限界沈降速度 (m/s)
 Q : 一沈砂溝設計通水量 (m^3/s)

上式は層流沈降理論に基づいたもので、沈砂池で沈積処理の対象とする砂粒子の沈積状況から考えると、理論的には不合理な点があるが、水深及び幅の決め方が適切で、沈砂池設計条件に応じた安全係数を採用すると、実用上支障のない沈砂溝の長さを求めることができる。

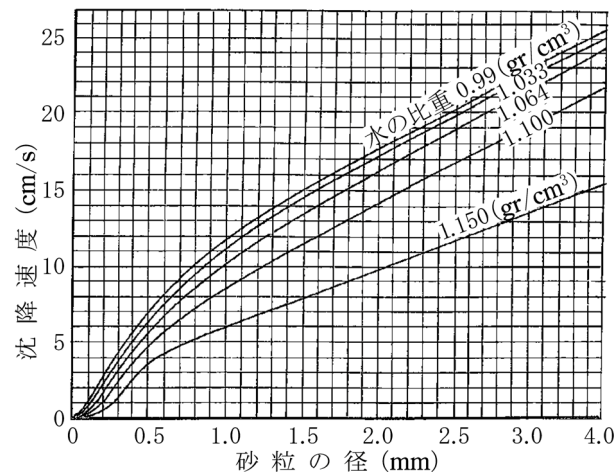


図-20.7-1 砂礫の粒径 d と沈降速度 v_g との関係

表-20.7-1 濁水中の許容限界沈降速度

濁水の比重	粒径(mm)	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	2.2	3.0
1.100	v_g (m/s)	0.003	0.01	0.025	0.049	0.085	0.14	0.194
1.064	v_g (m/s)	0.005	0.015	0.032	0.057	0.10	0.162	0.217

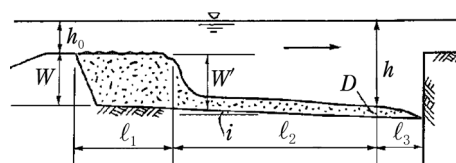
20.7.2 段落流剥離領域長に基づいた計算式^{*14}

図-20.7-2 沈砂溝断面図

^{*14} 山本光男 : Method of Determining Dimensions of Sedimentation Ditches on The Iwakita Sedimentation Basin of The Yahagi River, 9th Congress on ICID (1975)

$$L = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 \dots\dots\dots (20.7-2)$$

ここに、 L : 沈砂溝の長さ (m)

ℓ_1 : セディメントテラス (堆砂段丘) の長さ (m)

ℓ_2 : テラス前面から、所定の最小粒子が沈積を完了する位置までの距離 (m)

$$\ell_2 \doteq 10W'$$

W' : テラス前面の高さ (m)

W : 沈砂溝入口段落斜面の高さ (m) ($W' \doteq W$)

ℓ_3 : 余裕長 (m) (沈砂溝下流端流出口の高さ程度)

式 (20.7-2) は、テラス下流側の渦乱流が一樣な流れになる断面で、所定の最小粒子の限界掃流力と、沈砂溝の掃流力とが平衡して沈積を完了するとして ℓ_2 を求め、堆砂量、排砂操作によって決めるテラスの長さ ℓ_1 、及び余裕長 ℓ_3 とから沈砂溝の長さを求める方法である。図-20.7-2 から、 $\ell_2 = 10W$ とすると、

$$\ell_2 = \frac{\{(h+D)-h_0\} - \{(h+D)-h_0\}/(10i+1)}{i} \dots\dots\dots (20.7-3)$$

$$W = \frac{(h+D)-h_0}{10i+1}$$

となる。

20.7.3 経験式

$$L = 20\sqrt{Q}^{*15} \dots\dots\dots (20.7-4)$$

ここに、 L : 沈砂溝の最小長さ (m)

Q : 沈砂溝設計通水量 (m^3/s)

上式は、沈砂溝の通水量 $Q = 1 \sim 5 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合 $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$ のとき、 $L = 20 \text{ m}$ 、 L は $\sqrt{Q}$ に比例するとして、沈砂溝の長さを求める経験式である。沈砂溝の平均水深 h_m と幅 B との比が $h_m/B \doteq 1.25$ 、沈積限界最小粒径 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$ の場合に、沈砂溝の最小長さを求める式として沈砂溝の長さを概定する場合に便利である。

20.8 沈砂溝の底勾配

流水で、自然排砂を行う沈砂池では、沈積土砂礫を掃流排除するために、沈砂溝に底勾配をつけ、完全射流排砂ができるようにする。

沈砂溝内の沈積土砂礫を完全掃流排除するためには、底勾配はできるだけ大きくするのがよいが、底勾配を過度に大きくすると通水時、沈砂溝流入部における掃流力が過大になり、所定の粒子が沈積を完了する点まで、かなりの流下距離を必要とするようになる^{*13}。

沈砂溝の底勾配は、流入土砂礫の沈積と、沈積土砂礫の掃流排除の両面から、地形、通水量を考えて決定する。一般に、 $i = 1/50 \sim 1/70$ 程度とする。

落差が十分大きくとれるところでは、沈砂溝末端部で、 $i = 1/10$ 前後の急勾配にすると、掃流土砂礫は排砂管に流入しやすくなる (図-20.10-1)。

^{*15} J. Molbert, A. Ponsard, E. Chardonnet: Experience De L' E. D. F. Dans Le Domaine Des Prises D' Eau De Haute Montagne A Chasses Automatiques, 9th Congresson I. C. I. D Q-30, R-24 (1975)

底勾配は縦断方向だけでなく、横断方向にも勾配をつけて、舟底型にすることがあるが、沈砂溝の幅が大きくなると舟底型斜面上の沈積土砂礫が残留して、完全掃流排除が不可能になることがある。

機械排砂を行う沈砂池では、パワーショベル、ブレードレスサンドポンプ等の掃砂機の運行のために、沈砂溝の底は水平にし、機械の運転に支障のない幅とするが、沈積土砂礫をいったん集砂槽に流し込んだのち、サンドポンプで排出する場合には、自然排砂に準じて底勾配をつける。

20.9 沈砂溝下流端幹線水路への接続^{*16}

沈砂溝下流端は鉛直壁面とし、制水ゲートを取り付ける。

流入導水路の水位を引き継いだ沈砂溝の水位を幹線水路起点水位に接続する方法は、落差によって、**図-20.9-1 (a)**のように断面縮小水路の形式をとるものと、**図-20.9-1 (b)**、(c)のように完全越流形式をとるものとがある。**図-20.9-1 (b)**の越流形式は、沈砂池の中心線と基幹水路の中心線とが一致する場合のみならず、両者が直交する地形に適用して有効である。**図-20.9-1 (c)**の場合は、沈砂溝に直角に設置した U 字溝に、上、下流両方向から越流流入する方式で、越流幅が倍増するために、**図-20.9-1 (a)**、(b)の場合に比べて、通水量の変化に対して、通水位の変動が小さくなるので、沈砂効果、維持管理面で有利になる。

沈砂溝の計画通水量 Q (m³/s)、通水位 WL (m)、沈砂溝の幅 B (m)、重力の加速度 g (m/s²)、接近流速水頭 h_a とすると、**図-20.9-1 (b)**の場合の越流堰頂の標高 EL (m) は、

$$EL = (WL + h_a) - 1.53 \sqrt{\frac{Q^2}{gB^2}} \dots\dots\dots (20.9-1)$$

越流水深 h は、

$$h = 1.53 \sqrt{\frac{Q^2}{gB^2}} - h_a \dots\dots\dots (20.9-2)$$

となる、**図-20.9-1 (c)**の場合の U 字溝越流頂標高 EL' (m) は、

$$EL' = (WL + h_a) - 1.53 \sqrt{\frac{Q^2}{g(2B)^2}} \dots\dots\dots (20.9-3)$$

によって求めることができる。

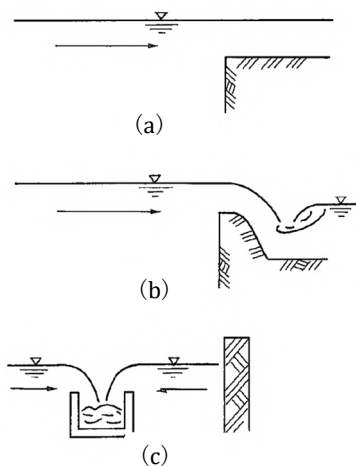


図-20.9-1 沈砂溝末端水位引継ぎ方法

^{*16} 山本光男：河川地形与取水方式之研究、台湾行政院農業委員会（1989）

20.10 排砂管の水利構造^{*17}

沈砂溝に沈積した土砂礫を自然排砂する場合には、沈砂溝の底勾配、沈砂溝下流端の排砂管取付け移行部、排砂管流入口と吐出し口落差、排砂管の底勾配、及び排砂管の取付け角などはもちろん、排砂流量と沈砂溝の幅及び排砂管の断面形との関係が適切でなくてはならない。

落差が十分大きい場合には、図-20.10-1に示すように、沈砂溝の下流端5～10mの区間の底勾配を大きくし、排砂時、排砂管入口の水位は沈砂溝内の掃流水位以下になるようにして、排砂管の断面及び勾配は、排砂流量を十分流下し得る大きさとする。この場合の排砂管の断面形は円形、長方形のいずれでもよい。

低落差の場合についても、沈砂溝末端に排砂管取付け移行部を設けて、衝撃波を生起させ、排砂流量と沈砂溝の幅及び長方形断面排砂管との間の適切な関係を求めると、沈砂溝は完全射流排砂が可能になる。

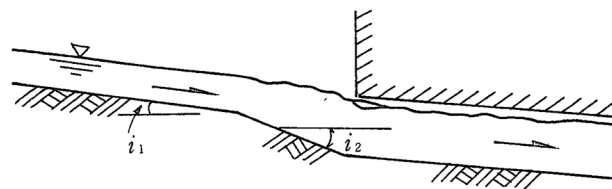


図-20.10-1 落差が十分とれる時の排砂管取付け移行部

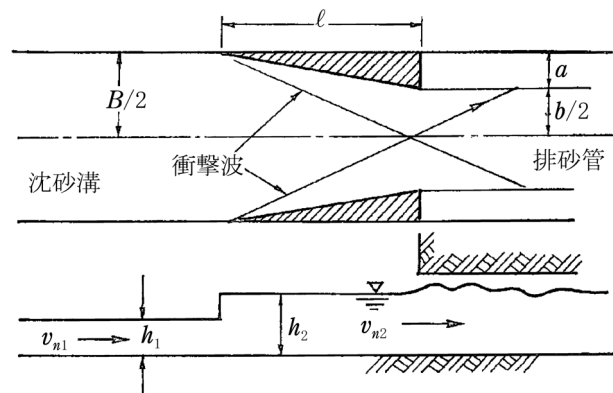


図-20.10-2 排砂管取付け移行部

沈砂池流入拡大移行部に、整流逆勾配を設置すると、排砂時、沈砂溝内の流れは流速 v_1 の段落流となる。

$$V_1 = \phi \sqrt{2g(W + 1.5h_c)} \quad (\text{m/s}) \dots\dots\dots (20.10-1)$$

ここで、 W : 段落斜面の高さ (m)

h_c : 段落斜面落ち口限界水深 (m)

g : 重力の加速度 (m/s^2)

ϕ : 係数 (0.6～0.7)

^{*17} 山本光男：沈砂池排砂管の水利構造に関する研究、農業土木研究別冊 8 号 p. 33～38. (1964)

表-20. 10-1 粒径 d と流速 v との関係 (Schaffermak の実験)

粒 径 d_{cm}	単位	0.5	1.0	2.0	4.0	6.0
粒が動き始める v_0	m/s	0.35	0.75	1.30	1.70	1.80
運動が続き得る v_1	m/s	0.28	0.50	0.85	1.15	1.26
運動を停止する v_2	m/s	0.20	0.40	0.62	0.87	0.98

この流速は、整流逆勾配を設置しない場合の 1.5 倍以上になるので、整流逆勾配の排砂機能に及ぼす効果は顕著である。

排砂流量は、一沈砂溝の設計通水量とする。この排砂流量に対して、沈砂溝の幅と長方形断面形排砂管の幅との関係は次式で求められる。

$$\frac{b}{B} = \frac{2 \left\{ 1 + (2\ell/B)^2 \right\}}{2 + \left(\frac{2\ell}{B} \right)^2 \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{8F_{r1}}{1 + (2\ell/B)^2}} - 1 \right)} \dots\dots\dots (20. 10-2)$$

ここに、 B : 沈砂溝の幅 (m)

b : 長方形断面排砂管の幅 (m)

ℓ : 排砂管取付け移行部の長さ (m)

F_{r1} : 沈砂溝内排砂流のフルード数

このとき、排砂管の幅 b に対する限界水深 h_{c2} と衝撃波水深 h_2 との間に $h_2 < h_{c2}$ の関係が成り立つときは、衝撃波は射流状態のまま排砂管に流入し、 h_2 と h_{c2} との関係は次式で表される。

$$\frac{h_2}{h_{c2}} = \frac{\frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8F_{r1}}{1 + (2\ell/B)^2}} - 1 \right) h_1}{\sqrt[3]{\frac{Q^2}{gb^2}}} \dots\dots\dots (20. 10-3)$$

ここに、 Q : 排砂流量 (m^3/s)

h_1 : 沈砂溝内射流水深 (m)

h_2 : 衝撃波水深 (m)

h_{c2} : 排砂管内限界水深 (m)

B : 沈砂溝の幅 (m)

b : 長方形断面排砂管の幅 (m)

ℓ : 排砂管取付け移行部の長さ (m)

F_{r1} : 沈砂溝内排砂流のフルード数

g : 重力の加速度 (m/s^2)

式 (20. 10-2) 及び式 (20. 10-3) の関係を示すと図-20. 10-3 のようになる。

$h_2/h_{c2} < 1$ の領域において、 F_{r1} 曲線上の値に対応する b/B 及び ℓ/B の値を読み取ると、沈砂溝の幅 B 、排砂流量 Q に対する排砂管の幅 b と取付移行部の長さ ℓ を求めることができる。

射流排砂を円滑にするために、排砂管取付け長さは 2ℓ 程度にするのがよい。

排砂管の高さ H は、排砂管の幅 b との関連によって決められるが、排砂管吐出し口の河川水位が低く、背水の影響がない場合には、排砂管の底勾配は、沈砂溝の底勾配に準じ、 $H > h_{c2}$ とする。

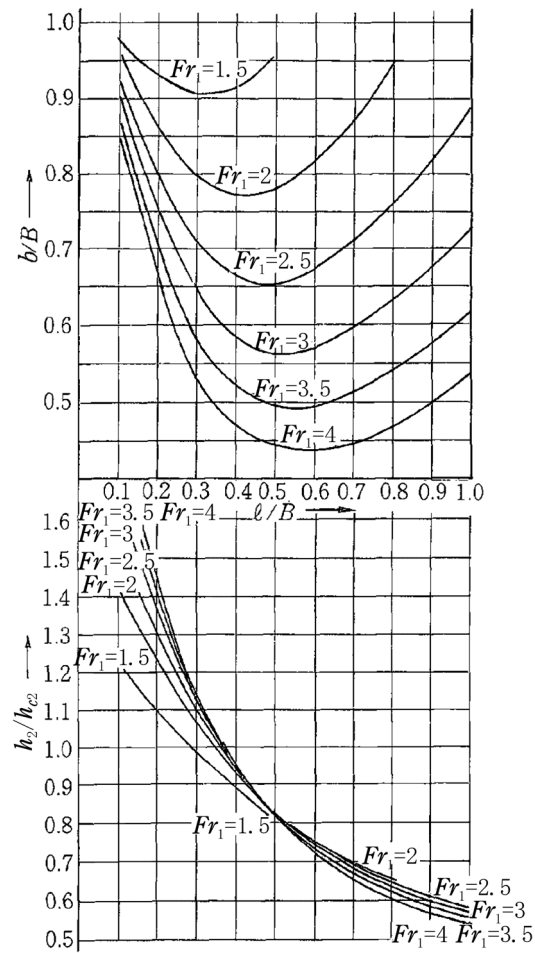


図-20.10-3 排砂管と沈砂溝との幅比、曲りの長さ沈砂溝の幅との比、フルード数及び衝撃波水深との比相互の関係

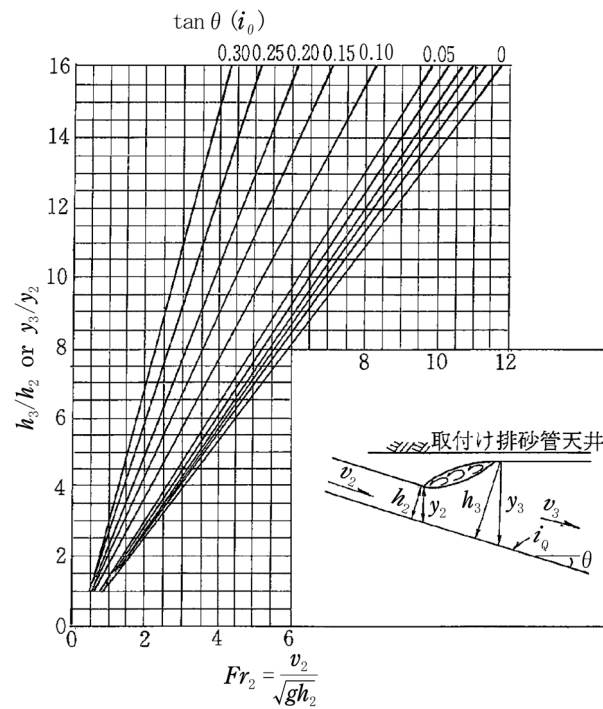


図-20.10-4 斜面上における跳水前後の水深比とフルード数及び勾配との関係

排砂管吐出し口の河川水位が高い場合には、図-20. 10-4 から沈砂溝末端取付け排砂管底入口斜面上における跳水水深 h_3 を求め、排砂管入口の高さは $H > h_3$ となるようにする。この部分の排砂管の上版（天井）は水平にする。

沈砂溝が2連以上になるときは、各沈砂溝の取付け排砂管はいったん集砂槽に導き、その後一連の排砂管によって吐出すようにする。この場合、取付け排砂管はゆるやかに湾曲させ、排砂管内の流れが円滑になるようにする。

地形、落差によっては、各沈砂溝末端の片側に取付け移行部（曲り）を設け、直角に近い角度で直接一連の排砂管に流入させることがある。

20.11 附帯設備

附帯設備としては、制水ゲート、調節ゲート、排砂ゲート、及び余水吐き等を設ける。

用水取入れのための制水ゲートは、取入口の近くに設ける。やむを得ず導水路中に設ける場合には、沈砂池の流況に影響を及ぼさない、離れた位置を選定する。

導水路きょ中に、取水量調節用の起伏堰を設ける場合には、沈砂池内の水位並びに気象条件によって、越流水による不慮の音響、周辺の住民を悩ます振動が発生することがあるので、十分配慮する。

各沈砂溝入口に排砂流量調節ゲートを設けるが、整流逆勾配を設置して通水と排砂が同時に実現し得るようにした場合には、特にこのゲートを設ける必要はない。

各沈砂溝末端には、排砂ゲートを設けるとともに、沈砂溝内を設計水位に保つために、通水位調節ゲート、あるいは越流堰を設ける。通水位を安定に保つためには、越流方式にするのがよい。

下流水路の安全のために設ける余水吐きは、流入導水路の途中又は沈砂池に入る前に設けるのがよいが、地形上やむを得ない場合には、沈砂溝に沿って側溝余水吐きを設ける。

沈積土砂礫を機械力で排除する場合には、掃砂機、運搬用トラック等の進入路を設ける。

20.12 沈砂池設計事例

20.12.1 羽島用水沈砂池（犬山頭首工右岸）

竣 工 年 度：1962 年度

所 在 地：岐阜県各務原市鵜沼町

地 区 名：濃尾用水農業水利事業地区

河 川 名：木曽川

設計通水量：6.63 (m³/s)

沈 砂 溝：幅 3.80 m、長さ 26.40 m、平均水深 1.90 m、2 連

底 勾 配：1/50

沈積最小粒径：0.30 mm

沈 砂 容 量：230 m³

排 砂 管：最小断面 2.0×0.8 m

<設置後の概要>

整流逆勾配末端部水深がやや小さく、沈砂池入口に設けた制水ゲートの開度によってはゆるやかな波が起こることがある。各沈砂溝の流量はほぼ等しく、沈砂溝中央部から下流では流速分布はほぼ一様になり、流況は良好である。しかし、通水量が多くなったときを考えると、沈砂溝の

長さは 30～35 m 程度あれば理想的であろう。排砂は通水を停止することなく、一沈砂溝ごとに完全に行われる。一沈砂溝の排砂所要時間は 20 分前後である。

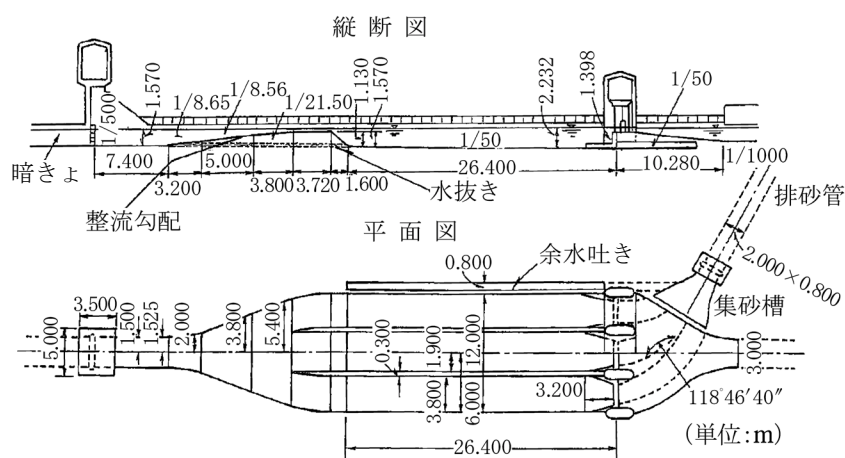


図-20.12-1 羽島用水沈砂池

20.12.2 岩倉取水工沈砂池

竣工年度：1972 年度

所在地：愛知県西加茂郡小原村

地区名：矢作川総合農業水利事業地区

河川名：矢作川

設計通水量：7.19 (m^3/s) (農水 1.32 m^3/s 上水 3.20 m^3/s 工水 2.67 m^3/s)

沈砂溝：幅 4.20 m、長さ 42.50 m、最大水深 4.85 m、2 連

底勾配：1/50

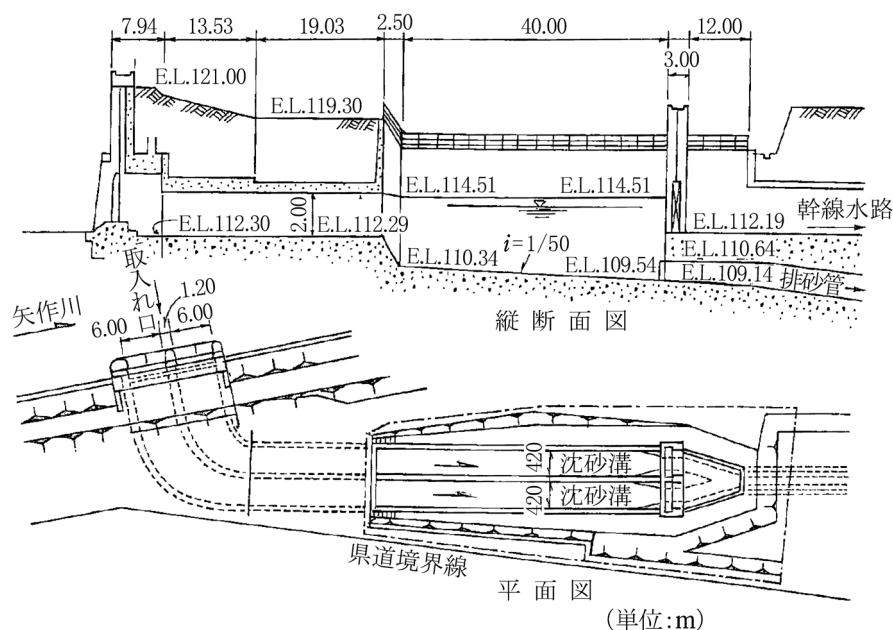


図-20.12-2 矢作川岩倉取水工沈砂池

沈積最小粒径 : 0.30 mm

沈 砂 容 量 : 約 300 m³ 2 連

＜設置後の概要＞

流入導水路が急に湾曲しているため、導水路湾曲点直下流で偏流が起こり、一部粗粒砂の堆積するところもあるが、隔壁で完全に二分しているので、沈砂溝内の流れはほぼ一様になり流況は良好である。分水工地点における堆砂の粗度分析の結果では、0.25 mm フルイに残留するものは0.3%以下で、0.3 mm 以上の粒子はほとんどみられない。