

図-9.27 Aポンプ場21ブロック水位 - 流量曲線

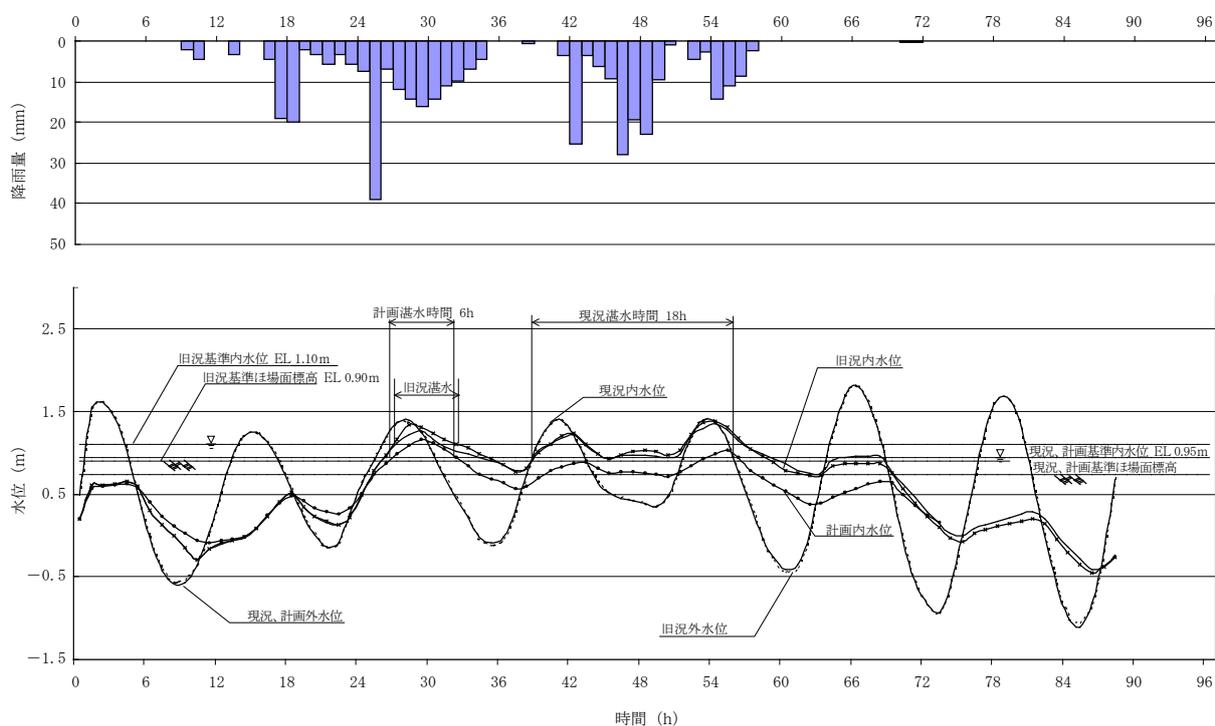


図-9.28 Bポンプ場31ブロック水位 - 流量曲線

9.5.3 不定流モデルの事例—S地区—

(1) 地区の概要

本地区の基幹排水施設は、昭和36年度からの県営地盤沈下対策事業及び昭和49年度からの県営ほ場整備事業により整備がなされてきたが、近年の地域開発及びその後の地盤沈下等に起因した

洪水の流出形態の変化により、農地及び農業用施設に多大な被害が発生している。

このため、本事業及び関連事業により地区内全般の排水施設の機能を回復するとともに、本事業と併せ行う農地防災排水事業及び関連事業で災害を未然に防止することにより、農業生産の維持及び農業経営の安定を図り、併せて国土の保全に資することを目的とするものである。

(2) 計算手法の選定

計算手法の選定に当たっては、以下に示す理由により氾濫域の計算に不定流モデルを採用した。また、実績降雨の資料に基づき、計算手法の妥当性を検証した結果、湛水区域及び内水位を再現でき、その妥当性を確認した。

ア 本地区では、湛水被害の未然防止、水田の汎用化による農業生産性の向上、国土資源の保全等の観点から国営総合農地防災事業の実施を計画していた。国営総合農地防災事業での計画策定に当たっては、機能低下率を算出する必要があるため、湛水深とともに重要な指標となる湛水面積と湛水時間を算定するためには、氾濫域の計算を実施する必要がある。

イ 本地区の基幹排水路における洪水の流れの状況は、以下のとおりである。

(ア) 低平な完全輪中地帯であることから、下流水位の影響を受けやすい。

(イ) 常時、洪水時ともに機械排水に依存している地区であることから、ポンプの運転状況に応じて時間的な流量変化が発生する。

ウ 基幹排水路における洪水の流れを精度よく計算する必要があることから、氾濫域の計算手法として基幹排水路には不定流モデルを、水田区域には遊水池モデルを採用する。

(3) 地区のモデル化

本地区のモデル化は、以下のとおり行った。

ア ブロック分割

基幹排水路は、水路内の水の流れを計算するため不定流ブロックとして設定した。

水田区域と基幹排水路若しくは水田区域間における流出入は、数多くの樋管により行われている。これらの流出入を反映させるため、水田区域は現況の排水系統に基づき小排水路又は支線排水路掛の流域界で分割した（おおむね20～100ha）。分割した水田区域を、それぞれ遊水池モデルとして設定した。

イ 水路ブロック（不定流モデル）

基幹排水路には小排水路が約230mごとに流入することから、基幹排水路は500mごとに分割した。

ウ 水田ブロック（遊水池モデル）

地形図（ $S=1/5,000$ ）を用い20cmごとに標高別面積を求積し、内水位－湛水量曲線を作成した。

エ 排水施設

地区内の排水施設は、それぞれ以下のとおりモデル化を行った。

(ア) 排水機場：不定流モデルの下流端に設定し、ポンプ吐出し量をその地点の流下量として与えた。ポンプ吐出し量は、内外水位差とポンプ特性曲線から求めた。

(イ) 基幹排水路内の水利構造物（水門等）：水利構造物によって生ずる損失水頭と不定流モデルの区間距離 Δx の摩擦損失水頭が等しくなるように、換算粗度係数を設定した。水利構造物による損失水頭は、流れの状態により算出式を区分した。

(ウ) 不定流モデルと遊水池モデルを接続する樋管：樋管の上下流ブロック水位を用いて、樋管の流量公式から流出量を算定し、その流出量を不定流ブロックの横流入量として与えた。流出量は、流れの状態により流量公式を区分した。

(4) 計算諸元

ア 降雨

計画基準降雨は、近傍の雨量観測所3地点を対象にティーセン法により流域平均雨量を算定し、対象観測所の過去47年間の降雨資料から岩井法による確率計算を行い、1/30年確率降雨量を採用した。

イ 外水位

排水本川の河口潮位を出発水位として不等流計算を行い、排水機場地点の外水位(排水本川水位)を算定し、各地点の最高水位を計画基準外水位とした。また、本計画では、内外水位のピーク発生にどのようなズレが生じても、安全を見込んだ運転が可能になるように、外水位を一定として与えた。

ウ 流出量

流出量の計算手法として、水田からの流出は欠口流出法、畑、樹園地及び市街地からの流出はキネマティックモデルを採用した。

実績降雨の資料に基づき、計算諸元(欠口幅、斜面長、等価粗度等)を設定した。

(ア) 水田からの流出計算

水田に降った雨は、一時的に貯留された後、水田の欠口部から流出するとして清野¹⁷⁾によって提案されたものである。

一区画の水田については、次の連続方程式が成り立つ。

$$\frac{dh}{dt} = (R(t) \times A \times C - q) / A \dots\dots\dots (9.58)$$

ただし、 t : 時間(hr)、 h : 水田水深(m)、 q : 欠口部流出量(m³/s)、
 A : 一区画水田面積(ha)、 R : 降水量(mm)、 C : 補正係数(=1/360)

欠口部の流出量算定式(本間公式、完全越流状態と考える)

$$q = 0.35 \times B \times h \times (2gh)^{1/2} \dots\dots\dots (9.59)$$

ただし、 q : 欠口部流出量(m³/s)、 B : 欠口幅(m)
 h : 越流水深(m)、 g : 重力の加速度(9.8m/s²)

(9.58)、(9.59)式の解法は、ルンゲ・クッタの式によった。

表-9.17 水田の標準モデル

区 分	U地区(ほ場整備地区)	K地区(ほ場未整備地区)
面 積	7.65ha(225m×340m)	6.33ha(110m×575m)
筆 数	20筆	24筆
欠口数	20か所	24か所
欠口幅	30cm(畑利用の場合は60cm)	30cm(畑利用の場合は60cm)

(イ) 畑、樹園地及び市街地からの流出計算

「9.3.3 雨水流法(キネマティックモデル)」に示す(1)キネマティックモデルの基礎式により算出した。

表-9.18 畑、樹園地及びその他の標準モデル

区 分		畑及び樹園地	その他(宅地及び道路)
斜 面	斜 面 長	B=100m	B=100m
	斜 面 勾 配	i=1/100	i=1/100
	等価粗度係数	N=0.5	N=0.1
流 路	流 路 長	L=180m	L=180m
	水 路 勾 配	i=1/1,000	i=1/1,000
	粗 度 係 数	n=0.05	n=0.05
	断 面 定 数	$K_1=0.30963$ $Z=0.42825$	$K_1=0.30963$ $Z=0.42825$

(ウ) 計算結果

(ア)、(イ)により求めた流出量を表-9.19 に示す。

表-9.19 地目別ピーク流出量

地 目	ピーク流出量(m ³ /s/km ²)
水田(U地区)	2.843
水田畑利用(U地区)	4.007
水田(K地区)	3.442
水田畑利用(K地区)	4.809
畑・樹園地	5.719
その他	9.088

(5) 氾濫域の計算結果(計画施設規模の検討)

現況の排水施設として最下流部のS排水機場、中流部のT排水機場が稼働しているが、流域の上流域から流出した洪水が最下流のS排水機場まで到達するには7時間以上かかり、S排水機場のポンプ影響範囲は、下流域程度となっている。

この排水状況を踏まえ、排水施設の計画としてはT排水機場のポンプ増強と上流域に排水機場を新規に設置する計画とし、排水路の新設及び改修も併せて行われることとした。

計画施設規模は、前出の氾濫域計算モデルを用いて、整備水準を満足する施設規模を決定した。ここでいう整備水準とは、1/30年確率降雨量に対して30cmを超える湛水が24時間以内に解消される施設規模である。

計算結果を表-9.20に示す。計画1のケースでは整備水準を満足しないため、計画2のケースを採用案とした。

表-9.20~~17~~ 計算結果一覧表

計算ケース	項目	S排水機場 (既設)	T排水機場 (既設、増強)	K排水機場 (新設)	備考
現況	ポンプ規模(m ³ /s)	37.7	17.1	—	
	湛水時間(h)	106	77	—	
	湛水面積(ha)	804	157	—	
計画1	ポンプ規模(m ³ /s)	37.7	42.5	27.5	
	湛水時間(h)	26	25	25	
	湛水面積(ha)	63	44	67	施設規模不足
計画2 (採用)	ポンプ規模(m ³ /s)	37.7	43.0	28.0	
	湛水時間(h)	24	24	24	
	湛水面積(ha)	56	41	65	整備水準満足

※湛水時間、湛水面積は、湛水深30cmを超える時間及び面積を示す。

流域模式図を図-9.29に示す。



図-9.29 流域模式図

参考文献

- 1) 角屋 睦：流出解析手法（その1）—雨水流出現象とその計測・解析—、農土誌 47(10)、pp. 70～71(1979)
- 2) 角屋 睦：流出解析手法（その1）—雨水流出現象とその計測・解析—、農土誌 47(10)、p. 71(1979)
- 3) 角屋 睦：流出解析手法（その1）—雨水流出現象とその計測・解析—、農土誌 47(10)、pp. 71～72(1979)
角屋 睦：流出解析手法（その9）—補給能モデルによる地下水流出解析—、農土誌 48(9)、pp. 53～59(1980)
- 4) 角屋 睦：流出解析手法（その3）—単位図法による洪水流出解析—、農土誌 47(12)、p. 29(1979)
- 5) 角屋 睦：流出解析手法（その15・最終講）—土地利用変化に伴う流出変化、農土誌 49(6)、pp. 59～64(1981)
- 6) 角屋 睦：流出解析手法（その10）—貯留関数法による洪水流出解析—、農土誌 48(10)、pp. 43～50(1980)
- 7) 角屋 睦・永井明博：流出解析手法（その12）—タンクモデルとSP法による最適同定—、農土誌 48(12)、pp. 51～59(1980)
- 8) 田中丸治哉：タンクモデル定数の大域的探索、農土論集、178、pp. 103～112(1995)
- 9) 永井明博：洪水流出タンクモデルの総合化に向けて、農土論集、176、p. 95～103(1995)
- 10) 角屋 睦：流出解析手法（その6）—雨水流法-表面流出モデルによる洪水流出解析—、農土誌 48(6)、pp. 37～43(1980)
- 11) 角屋 睦：流出解析手法（その1）—雨水流出現象とその計測・解析—、農土誌 47(10)、p. 69(1979)
- 12) 藤井孝蔵：流体力学の数値計算法(1994)
- 13) 日本機械学会：計算力学ハンドブック(2006)
- 14) 角屋 睦・永井明博：流出解析手法（その11）—SDFP法による貯留関数の最適同定—、農土誌 48(11)、p. 65(1980)
- 15) 永井明博・四方田穆・奥谷順彦：洪水流出モデル定数の相互関係、農土論集、129、pp. 69～76(1987)
- 16) 角屋 睦・早瀬吉雄：流出解析手法（その14）—低平地タンクモデルによる洪水解析—、農土誌 49(4)、pp. 45～56(1981)
- 17) 清野 保：低湿地における排水機操作による用排水改良の研究、農業土木研究 30(4)、pp. 201～209(1962)

10. 常時排水量の計算

(基準、基準の運用第3章 3.3.7 関連)

10.1 基本事項

常時排水量は、内部流域の日常の降雨流出の他、地下水流出、かんがい用水、宅地等からの排水等を含む常時の排水量であり、日平均排水量 (m^3/s) として扱う。

排水計画を樹立するに当たっては、まず計画常時排水量を検討し、次には場の常時の排水改良の目標となる地下水位を適切に管理できるように排水施設の規模及び機能を検討しなければならない。また、常時排水量の管理は、地域の生態系を含む自然環境に影響をもたらすことも想定されるため、生態系の保全を踏まえた検討を行うことが望ましい。

10.2 常時排水量の計算

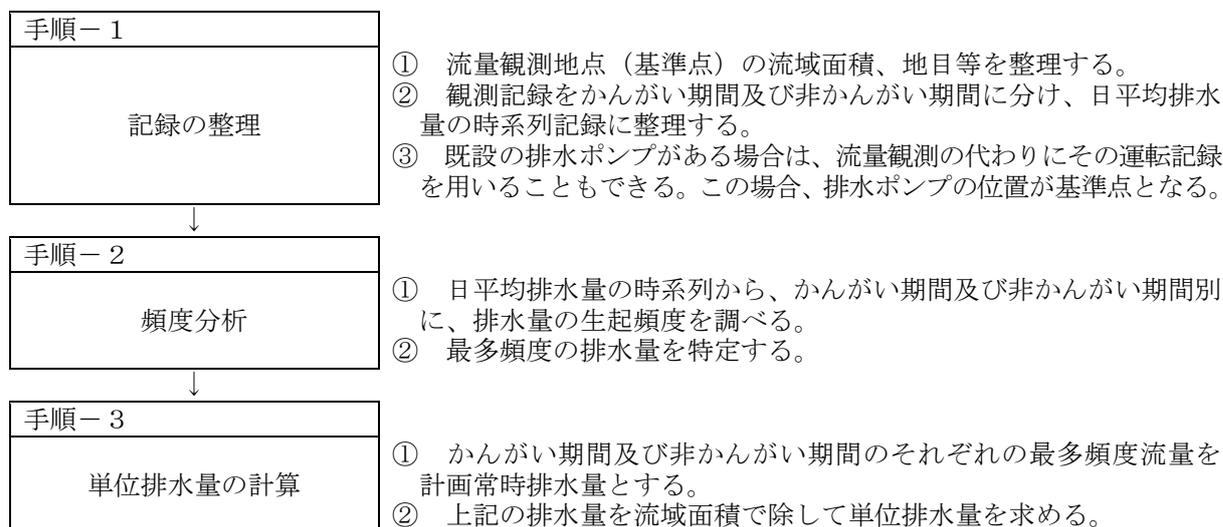
内部流域の計画常時排水量は原則として実測値から求めるが、その方法は次のいずれかによることができる。

- ・ 観測による方法
- ・ 低水流出解析による方法

10.2.1 観測による方法

受益区域内又は近傍の立地条件が同等の地区に基準点を設定し、排水量の連続流量観測を行い、以下の手順で記録の頻度分析を行い、計画常時排水量を求める。

(流量観測については、「2. 調査(精査)」の項参照)。



なお、観測によって計画常時排水量を計算する場合は、以下の事項に留意しなければならない。

- (1) 流量観測の基準点は、排水系統や土地利用状況等を踏まえ、流域界が明確に設定でき、かつ下流水位の影響を受けない地点を選定する。
- (2) 流量観測の観測期間は、かんがい期間及び非かんがい期間の排水量の特徴を抽出するために、1年以上が望ましい。

常時排水量は、上記の手順に示すように、日平均排水量を実測してその度数分布から求めることを原則とするが、計画初期はあまり高い精度の値でなくても間に合うので、資料の少ない場合は表-10.1に示す値の範囲で適当と思われる値を選定してもよい。

表-10.1 計画常時排水量の参考値

区分	常時排水量
かんがい期	0.1 ~0.4 m ³ /(s・km ²)
非かんがい期	0.05~0.1 m ³ /(s・km ²)

〔参考〕計画常時排水量の推定事例

既設の排水ポンプの運転記録から常時排水量を推定した事例を表-10.2に示す。

表-10.2 常時排水ポンプによる常時排水量の推定事例

地区名	事業	流域面積 (km ²)	常時排水量 (m ³ /s)	比流量 (m ³ /(s・km ²))	備考	
新川右岸 (新潟)	かんがい 排水	54.94	20.20	0.368	かんがい期	本地区は、低平地で用水の残水が大きい地区である
			4.00	0.073	非かんがい期	
白根郷 (新潟)	農地防災	72.3	10.280	0.140	昭和51年～平成元年のかんがい期(5～8月)の無降雨日の排水量より算出	
阿賀野川右岸 (新潟)	農地防災	212.0	36.000	0.170	昭和53～59年のかんがい期間中のポンプ運転記録より算出	
射水郷 (富山)	農地防災	東部 30.390	2.844	0.094	かんがい期間中の無降雨期間のポンプ運転記録より算出	
		西部 28.823	1.843	0.064		
巨椋池 (京都)	農地防災	25.1	2.0～5.0	0.08～0.20	かんがい期	降雨流出の影響を受けない期間におけるポンプ運転記録より算出
			1.0～2.0	0.04～0.08	非かんがい期	

11. 排水路

(基準、基準の運用第3章 3.4.2 関連)

11.1 勾配と断面

11.1.1 マニング平均流速公式

$$Q = A \cdot V \quad \dots\dots\dots (11.1)$$

ここに、 Q ：流量 (m^3/s)、 A ：通水断面積 (m^2)、 V ：平均流速 (m/s)

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (11.2)$$

ここに V ：平均流速 (m/s)、 n ：粗度係数 ($\text{s}/\text{m}^{1/3}$)、 R ：径深 (m)、 I ：水路底勾配
粗度係数 n は、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」を参照すること。

11.1.2 最大許容流速

最大許容流速は、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」を参照すること。

11.1.3 最小許容流速

排水路内の流速が緩すぎると土砂が堆積し、通水断面が減少するおそれがある。また、堆積した土砂に水草が繁茂する原因にもなる。したがって、土砂が堆積しないための排水路の最小許容流速を設定することが望ましい。この場合、最小許容流速を設定するための対象流量は、1/2年確率流量程度とする。

水の流れによる土砂の動きは、掃流形式によるものと浮遊形式によるものがある。前者は、土砂が河床上を流水の直接的な作用により転動、滑動しながら輸送されるものをいう。後者は、乱れの拡散作用によって、土砂が断面全体を浮流しながら輸送されるものをいう。また、水路内においては、平均流速 V と摩擦速度 u_* の比 (V/u_*) は一般に 8～25 倍程度¹⁾ であるため、以下により摩擦速度等を求め、最小許容流速の目安とすることができる。

(1) 掃流力

土砂は水の流れによって、水からせん断応力を受ける。この力は土砂を流れの方向に押し流そうとする力であり掃流力と呼ばれる。掃流力が一定の限界を超えると、土砂の移動が始まる。この限界値を限界掃流力という。

掃流力は、式(11.3)²⁾に示すとおり、摩擦速度 u_* を用いて表すことができる。

$$\tau_0 = \rho g R I_f = \rho u_*^2 \quad \dots\dots\dots (11.3)$$

ここに、 τ_0 ：掃流力 ($\text{g}/(\text{cm} \cdot \text{s}^2)$)、 ρ ：水の密度 (g/cm^3)、 g ：重力加速度 (cm/s^2)、 R ：径深 (cm)、 I_f ：流水のエネルギー勾配、 u_* ：摩擦速度 (cm/s)

限界掃流力 ($\tau_c = \rho u_{*c}^2$) は、式(11.4)²⁾の岩垣の式より粒径別の限界摩擦速度 u_{*c} を算出して求める。

$$\begin{aligned}
 d \leq 0.0065 & \quad u_{*c}^2 = 226d \\
 0.0065 \leq d \leq 0.0565 & \quad u_{*c}^2 = 8.41d^{11/32} \\
 0.0565 \leq d \leq 0.1180 & \quad u_{*c}^2 = 55.0d \quad \dots\dots\dots (11.4) \\
 0.1180 \leq d \leq 0.3030 & \quad u_{*c}^2 = 134.6d^{31/32} \\
 0.3030 \leq d & \quad u_{*c}^2 = 80.9d
 \end{aligned}$$

ここに、 d ：粒径(cm)、 u_{*c} ：限界摩擦速度(cm/s)

(2) 沈降速度

土砂が浮遊するための浮遊限界の目安は、静水中における粒子の沈降速度 V_f と摩擦速度 u_* の関係から、式(11.5)³⁾となる。

$$u_* = V_f \quad \dots\dots\dots (11.5)$$

沈降速度 V_f は、式(11.6)³⁾のルベイの実験式より算出する。式(11.6)において、 $s=1.65$ 、 $\nu=0.01\text{cm}^2/\text{s}$ 、 $g=980\text{cm}/\text{s}^2$ とおくと、沈降速度 V_f は、土砂の粒径 d から算出することができる。

$$\frac{V_f}{\sqrt{sgd}} = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36\nu^2}{sgd^3}} - \sqrt{\frac{36\nu^2}{sgd^3}} \quad \dots\dots\dots (11.6)$$

ここに、 V_f ：沈降速度(cm/s)、 s ：砂の水中比重、 g ：重力加速度(980cm/s²)、 d ：土砂の粒径(cm)、 ν ：動粘性係数(cm²/s)

(3) 最小許容流速の設定

岩垣の式及びルベイの式を用いると、限界摩擦速度 u_{*c} 及び沈降速度 V_f は粒径 d の関数となり、図-11.1に示す関係となる。

図-11.1に示した曲線では、土砂の流下においておおむね0.0125cm以上の粒径では掃流力が支配的であり、それ以下の粒径では沈降速度が支配的であることから²⁾、対象とする粒径により適用範囲を設定する必要がある。

設定した限界摩擦速度若しくは沈降速度を8~25倍することで平均流速 V が求まり、これが土砂の堆積を防ぐ最小許容流速の目安となる。

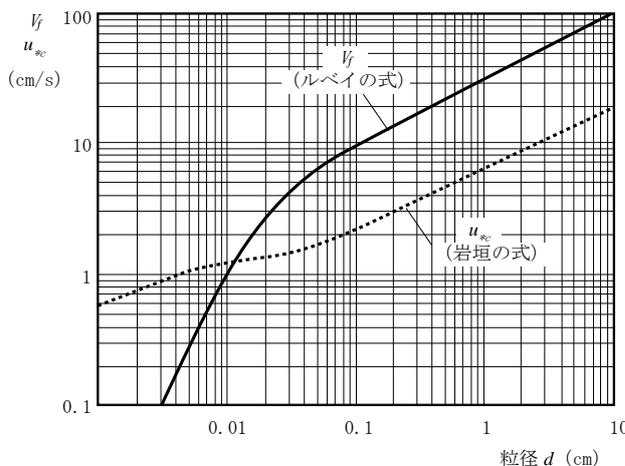


図-11.1 沈降速度 V_f 、限界摩擦速度 u_{*c} と粒径の関係 ($s=1.65$ 、 $\nu=0.01\text{cm}^2/\text{s}$ の場合)

11.1.4 側法勾配

水路の法勾配は土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」を参照すること。

11.1.5 設計水位

排水路の設計水位は、水路に沿う地盤標高を超過してはならない。ここでいう設計水位とは、排水路に設計流量を流下させた場合の水位である。

なお、湛水を許容している地区において、排水路の設計流量を超える流出が発生した場合の内水位は地盤標高を超過するが、設計流量を流下させた場合の設計水位は、水路周辺の地盤標高を超えないように計画する。

11.1.6 余裕高

排水路の余裕高は、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」により算定し、所定の数値を見込むものとする。

11.1.7 計画水路深

計画水路深は、原則として計算によって求められた必要最小水深と現地暗渠の埋設深等より求められる現況最小水深のいずれか大きい方を採用する。

現況最小水深＝ほ場暗渠埋設深＋平水深

ほ場暗渠埋設深は通常 0.5～0.8m 程度である。また、平水深は常時排水量に相当する水深とする。

11.1.8 断面の変化

計画水路断面は、計画流量の1/4程度の変化があった場合変化させることを原則とする。

参考文献

- 1) 椿東一郎：水理学Ⅰ、森北出版、p. 109(1973)
- 2) 農業農村工学会：改訂七版農業農村工学ハンドブック（基礎編）、p. 226(2010)
- 3) 椿東一郎：水理学Ⅱ、森北出版、pp. 233～234(1974)

12. 排水水門

(基準、基準の運用第3章 3.4.3 関連)

12.1 ゲートの分類と特徴

12.1.1 ゲートの分類¹⁾

規模による分類では、ローラゲート及びスライドゲートは扉体面積により、以下のように分類されている。また、排水施設で主に用いられるゲートを表-12.1に示す。

【ゲートの規模】

- ① 小形水門扉：10m²未満
- ② 中形水門扉：10m²以上50m²未満
- ③ 大形水門扉：50m²以上

表-12.1 排水施設での適用ゲート²⁾

施設	設置目的	よく使用されるもの	まれに使用されるもの
ポンプ場	吐出しゲート	ローラゲート スライドゲート	
排水水門	排水門	ローラゲート シェル構造ローラゲート 2段式ローラゲート スイングゲート マイターゲート	バイザーゲート ラジアルゲート
	排水樋門	ローラゲート スライドゲート フラップゲート	
共通	修理用ゲート	ローラゲート スライドゲート 角落し	フローティングゲート 楕式ゲート

12.1.2 排水施設に使用されるゲートの特徴

(1) ローラゲート

扉体に取り付けた車輪(ローラ)により全水圧を支持し開閉を行うゲートで、扉体がガーダ構造のものをいう。ローラゲートは最も一般的なゲート型式であり、ダムの洪水吐(クレストゲート)、頭首工、用排水ポンプ場、水路、排水水門等、広範囲に使用される。

(2) シェル構造ローラゲート

扉高に対して径間の大きなゲートで、扉体断面を殻構造(シェル構造)とした型式をいう。越流形と非越流形があり、扉体上面(越流面)の形状が異なる。取水堰、排水門等に使用される。

(3) スライドゲート

扉体両側部の戸当りとの接触面に支圧板(摺動板)を取り付けて水圧を支持し、水密を行うゲートである。構造は単純であるが、水圧荷重を受けながら開閉操作を行う場合は抵抗力が大きいいため、一般に小形で低水圧のゲートに採用される。頭首工の取水口及び沈砂池、用排水ポンプ場、水路、排水樋門のゲート等に使用される。

(4) スイングゲート

片開き式のドアと同じ機構のゲートで、扉体の片側にヒンジを設けてピアに取り付ける。開閉は水平面で90°回転して行い、全閉時はスライド形式のゲートと同様の水圧支持状態となる。開閉を円滑に行うため、扉体底部に車輪を設けたものもある。全開時には水路上に構造物が残らないため、主に舟運のある排水門や閘門に使用されることが多い。

(5) マイターゲート

水路幅の大きい場合にはスイングゲートを水路左右岸に対称に設置し、全閉の姿勢は、平面で合掌形(観音開き)になるゲートをいう。通船に便利であるので、閘門等に使用されることが多い。また、扉体を鉛直面からやや傾けて、閉方向のモーメントを確保している。

(6) フラップゲート

排水樋門等に設けられるゲートで、扉体上部にヒンジを設置して取り付ける。

排水時には水圧で「開」となり、逆圧が作用するとその水圧によって「閉」となる。水密性を良好にするため、扉体は3～5°傾斜させるのが一般的である。動作の状態から「招き扉」とも呼ばれている。無動力で開閉できるが、点検及び整備用に開閉装置を設ける場合もある。

(7) 修理用ゲート(角落し)

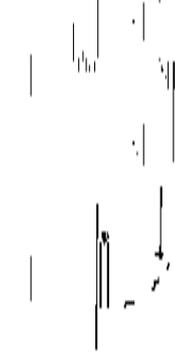
排水門のゲートの点検及び整備時に内水位を保持するために代替使用する修理用ゲートで、扉体は運搬格納等に便利なように上下方向を複数のブロックに分割し、使用時は積み重ねて1門分とする。径間の長い水門等では、中間支柱を設けて扉体を径間方向にも分割する場合がある。

12.1.3 排水樋門

表-12.2に、排水樋門の主ゲート用として用いられる3タイプの特徴を述べる。

なお、ローラゲートやスライドゲートは、非常遮断ゲートとして用いられる。

表-12.2 排水樋門に用いられる主ゲートの特徴

ゲート名	フラップゲート	スイングゲート	マイターゲート
ゲート概略図			
ゲート構造	水平方向（上部）に回転軸を設け扉体は内外水位差により自動的に開閉し内水排除及び外水の流入を防止するゲートである。ごみの噛み込みを防止するため扉体側部を開ける必要があるため土木構造物の幅が大きくなる。	鉛直方向に回転軸を設け、扉体は内外水位差により横方向に開閉し、内水排除及び外水の流入を防止するゲートである。また、ゲート開度は75°程度である。	回転軸の構造は、スイングゲートと同様であるが、通水断面に対して扉体は左右2枚で構成される。
排水性	扉体を吊下げる構造のため、扉体自重が閉方向のモーメントとして作用し大きい抵抗となるので、排水性能は他のゲートより劣る。	横方向の開閉で水路側部から開き、また、開方向のトルクはマイターゲートよりも大きくなるので排水性能は良い。	流速の早い合掌部から開くため、排水性能は最も良い。
止水性	扉体自重が閉方向のモーメントとして作用するため、止水性能は最も良い。	閉方向のモーメントを確保するため戸当り上下に傾斜を設けるが、閉方向トルクが小さいため止水性能は劣る。	スイングゲートに比べ1枚の扉が小さくなり不利である。特に、開度同調装置がないと均等に閉まらないため、合掌部からの逆流が生じ止水性能は最も劣る。
維持管理	ゲート構造上、ごみの噛み込みは避けられないが、扉体巻上によりごみ排除は容易に行える。	マイターゲートに比べ合掌部がないので、噛み込み頻度は少ない。	ごみにより局部に作用する軸荷重によって、扉体や軸受部を破損させるおそれがある。
保守点検	扉体を巻上機により水面上に引き上げられるので、保守点検は容易である。	水面上に引き上げられないため、水位の低下が図れない場合、保守点検は不利である。修理用ゲートを使用して保守点検等が行われる。	合掌部の水密点検を定期的に行う必要がある。また、水面上に引き上げられないため、水位の低下が図れない場合は保守点検について最も不利である。修理用ゲートを使用して保守点検等が行われる。

上記のほか、河川排水門に浮体構造をもつ起伏ゲートが用いられる場合がある。このゲートは、浮力により起伏ゲートが開閉する構造で、背後水位により起伏し流水が扉体上部を流れるため、ごみの噛み込みが少ない特徴をもっている。

12.1.4 門扉の開閉装置

表-12.3に水門扉と開閉装置の一般的な組合せを示す。

表-12.3 開閉機組合せ一覧表³⁾

水門扉の種類	規模用途	開閉装置の型式					
		機械式			油圧式		
		ワイヤロープウインチ式	ラック式	スピンドル式	シリンダ式	シリンダワイヤロープ式	油圧モータワイヤロープ式
ローラゲート	大形	○	×	×	△	△	△
	中形	○	△	△	△	△	△
	小形	△	○	△	△	×	×
スライドゲート	中形	×	○	△	×	×	×
	小形	×	○	○	△	×	×
	高圧	△	×	○	○	×	×

フラップゲートは、ゲートの構造上ごみの噛み込みは避けられないため、維持管理用に小型のワイヤロープウインチ式が用いられることが多い。

また、ゲートと側壁間隔を大きくすることにより噛み込み防止を図ることや、外水逆流監視装置等を設置することがある。

12.2 排水水門等の流量計算

排水水門等の水理計算は、内外水位の時間的変化に基づく非定常流となり厳密には複雑な計算となるが、実用上近似計算法を用いて差し支えない。

水理計算上から排水水門等の構造を分類すれば、堰、水門及び管渠等となり、それぞれの場合に使用すべき諸公式は以下のとおりである。

12.2.1 堰としての流量公式⁴⁾

堰を越える流れの状態は、越流状態 h'/h により、越流量が下流水位の影響を受けない完全越流、堰上に射流部分のないもぐり越流、両者の中間的な状況となる不完全越流の3種類に分類される。

完全越流 : $Q = CBh^{3/2}$ (12.1)

$m_1 = 0 \sim 4/3, m_2 \geq 5/3$: $C = 1.37 + 1.02 (h/W)$

$m_1 = 0 \sim 2/3, m_2 = 1/1$ 付近 : $C = 1.28 + 1.42 (h/W)$

$m_1 = 0 \sim 1/3, m_2 = 2/3$ 付近 : $C = 1.24 + 1.64 (h/W)$

$m_1 = m_2 = 0, h/L < 1/2$: $C = 1.55$

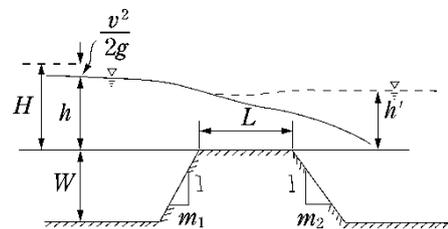


図-12.1 台形堰の諸元

上式は完全越流におけるものであり、完全越流の流量係数値をもとに、不完全越流、もぐり越流での流量は、式(12.2)、式(12.3)で表される。

不完全越流 : $Q = C(\alpha \cdot h'/h + \beta) Bh^{3/2}$ (12.2)

もぐり越流 : $Q = \gamma CBh'(h - h')^{1/2}$ (12.3)

ここで、 Q ：越流量(m^3/s)、 B ：堰幅(m)、 h ：越流水深(m)、 h' ：堰頂を基準とする下流水深(m)、 m_1 ：上流面勾配(m)、 m_2 ：下流面勾配、 C ：流量係数($m^{1/2}/s$)、 W ：堰高(m)、 L ：堰長(m)
 α 、 β 、 γ は定数であり、各越流状態の h'/h の範囲及び α 、 β 、 γ を表-14.4に示す。

表-12.4 台形堰の越流状態と h'/h の関係及び定数値

上流面勾配 m_1	下流面勾配	完全越流	不完全越流			もぐり越流	
		h'/h の範囲	h'/h の範囲	定数		h'/h の範囲	定数
				α	β		γ
0~4/3	$\geq 5/3$	~0.6	0.6~0.7	-0.030	1.018	0.7~	2.6
0~2/3	1/1 付近	~0.45	0.45~0.8	-0.200	1.090	0.8~	2.6
0~1/3	2/3 付近	~0.25	0.25~0.8	-0.124	1.032	0.8~	2.6
$m_1=m_2=0$ 、 $h/L < 1/2$		~2/3	—	—	—	2/3~	2.6

12.2.2 管路としての流量公式

満流で流れる管又は暗渠の場合は次式を用いる。管内の平均流速 V は、

$$V = \sqrt{\frac{2gH}{1+f_e+\Sigma f_n+f\frac{L}{4R}}} \dots\dots\dots (12.4)$$

ただし、 H ：水頭差、 L ：管路の長さ

R ：径深（円形断面の場合は直径を D とすると、 $R=D/4$ ）

f 、 f_e 、 Σf_n は、それぞれの摩擦、流入及びそれ以外の損失水頭係数で以下のとおりである。

① 摩擦損失水頭係数：

$$f = \frac{124.5n^2}{D^{1/3}} \dots\dots\dots (12.5)$$

ここで、 n ：粗度係数

② 流入損失水頭係数：

f_e ：1.0~0.01 (図-12.2 参照)

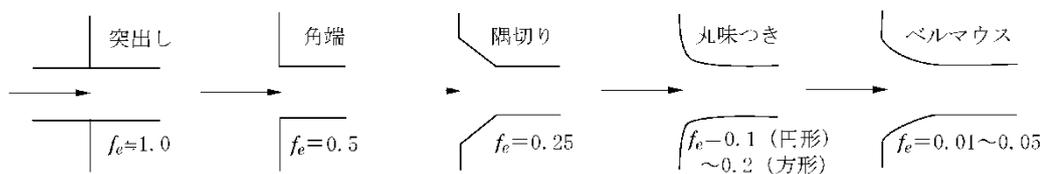


図-12.2 流入損失水頭係数

③ 流入以外（漸拡、曲り）の損失水頭係数

$$\Sigma f_n = f_0 + \Sigma f_{b1} \cdot f_{b2} = (\text{漸拡}) + (\text{曲りの総和}) \quad (\text{図-12.3 参照})$$

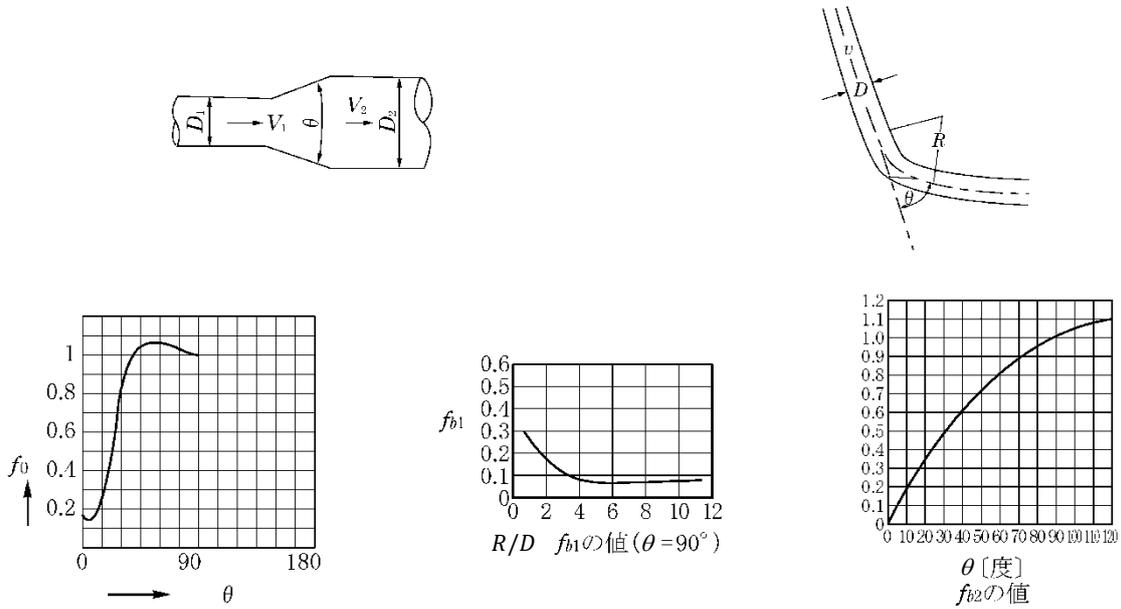


図-12.3 漸拡、曲りの損失水頭係数

12.2.3 排水樋門としての流量公式⁵⁾

(1) スライドゲート付樋門の流量公式(図-12.4)

満流 $Q = \mu \cdot B \cdot d_a \sqrt{2g\delta}$ $\mu : 1.04 \sim 1.11$ (12.6)

常流 $Q = \mu \cdot B \cdot H \sqrt{2g\delta}$ $\mu : 1.00 \sim 1.13$ (12.7)

限界流 $Q = 1.7\mu \cdot B \cdot H_e^{3/2}$ $\mu : 0.88 \sim 0.94$ (12.8)

- ここに、 Q : 流量 (m³/s)
 B : 水門幅 (m)
 H : 床版上の外水の水深 (m)
 H_e : 床版上の内水の水深 (m)
 d_a : 水門の高さ (m)
 δ : $H_e - 1.03H$ (m)
 ただし、海水の場合
 μ : 流量係数
 g : 重力の加速度 (m/s²)

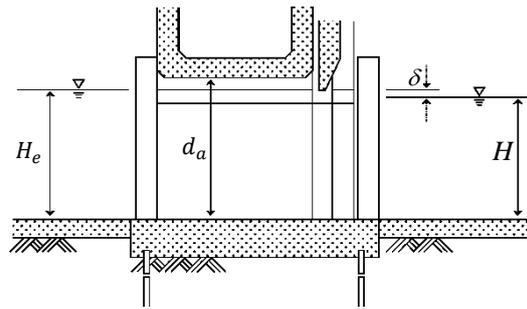


図-12.4 スライドゲート付排水門の水理諸元

流水の計算区分は、次式による。

満流 $H \geq d_a$ $\frac{H-d_a}{H_e-d_a} > 0.39 \sim 0.42$

常流 $H \geq d_a$ $\frac{H-d_a}{H_e-d_a} < 0.39 \sim 0.42$

～

$H < d_a$ $\frac{H}{H_e} > 0.81 \sim 0.82$

限界流 $H < d_a \quad \frac{H}{H_e} < 0.81 \sim 0.82$

(2) フラップゲート付排水水門の流量公式(図-12.5)

満流 $Q = y \cdot B \cdot d_a \sqrt{2g\delta} \dots\dots\dots (12.9)$

$x \geq 0.8 \quad y = 1.02$

$x < 0.8 \quad y = 1.02 - 2.42(0.88 - x)^3$

ただし $x = 3\sqrt{H_e\delta}/D$ で、 $H_e > D$ の場合は $H_e = D$

常流 $Q = y \cdot B \cdot H \sqrt{2g\delta} \dots\dots\dots (12.10)$

$x \geq 0.8 \quad y = 0.98$

$x < 0.8 \quad y = 0.98 - 3.41(0.8 - x)^3$

ただし $x = 3\sqrt{H_e\delta}/D$ で、 $H_e > D$ の場合は $H_e = D$

限界流 $Q = 1.7y \cdot B \cdot H_e^{3/2} \dots\dots\dots (12.11)$

$y = 0.88 \sim 0.94$

流れの計算区分は次式による。

満流 $H \geq d_a$

常流 $d_a > H > \frac{2}{3}H_e$

限界流 $H < \frac{2}{3}H_e$

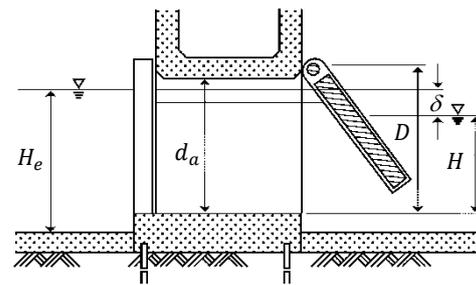


図-12.5 フラップゲート付排水水門の水利諸元

参考文献

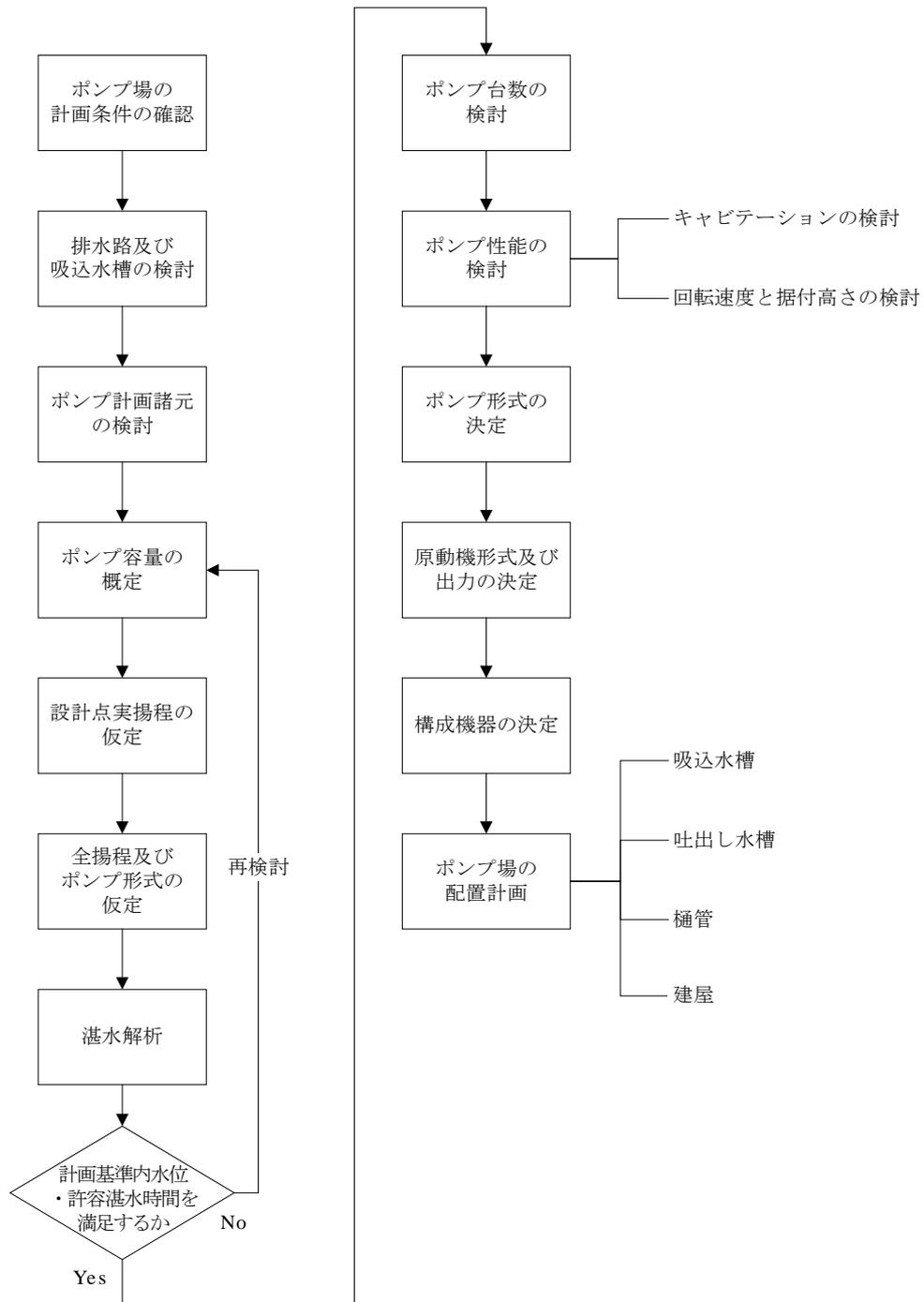
- 1) 農林水産省農村振興局整備部設計課：鋼構造物計画設計技術指針（水門扉編）、p. 4（2009）
- 2) 農林水産省農村振興局整備部設計課：鋼構造物計画設計技術指針（水門扉編）、p. 48（2009）
- 3) 農林水産省農村振興局整備部設計課：鋼構造物計画設計技術指針（水門扉編）、p. 58（2009）
- 4) (社)土木学会：水理公式集 平成 11 年版、p. 245（1999）
- 5) 農林省農地局：土地改良事業計画設計基準・設計「海面干拓」、pp. 115～116（1966）

13. ポンプ場^{1)~3)}

(基準、基準の運用第3章 3.4.4 関連)

13.1 ポンプ場計画作成の流れ

ポンプ場計画作成に当たっての概略の手順を図-13.1に示す。



注) ポンプ場計画手順の概念を示したものであり、現場条件等により検討項目や手順が異なってくる。

図-13.1 ポンプ場計画作成の概略の手順

13.2 吸込水位、吐出し水位及び実揚程

13.2.1 吸込水位

排水ポンプ設計の吸込水位は、排水計画上設定される排水路末端等における計画基準内水位からポンプ場の吸込水槽までの導水諸損失水頭（スクリーン損失含む）を差し引いた吸込水槽内の水位とし、洪水時と常時に区分して以下のように設定する。

なお、導水路損失水頭は、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」による。

(1) 洪水時初期吸込水位

洪水時における吸込水位は、洪水の流入量、湛水量、ポンプ排水量等の関係による内水位により大幅に変動するが、ポンプ運転を開始する際の目標水位であり、湛水解析計算の出発値となる初期吸込水位を設定する。

初期吸込水位は一般に、水門閉鎖外水位よりやや高いことが多く、この水位を低く設定すると最高湛水位を低く抑えるのには有利である。反面、導水路やポンプ場の施設規模が大きくなるので、関係諸条件を総合的に検討し、次の値を一応の目安として比較検討を行い決定することができる。

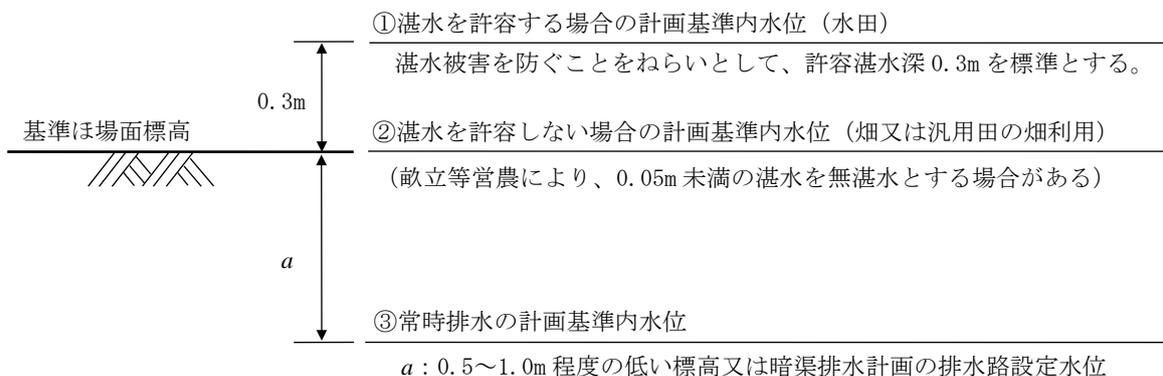


図-13.2 計画基準内水位の概念図

ア 受益区域内に湛水を許容する場合

洪水時初期吸込水位 = (①計画基準内水位 - 0.3m程度) - (吸込水槽までの計画排水量における導水諸損失水頭 (スクリーン損失含む))

イ 受益区域内に湛水をさせない排水計画の場合

洪水時初期吸込水位 = (②計画基準内水位 - 0.5m程度) - (吸込水槽までの計画排水量における導水諸損失水頭 (スクリーン損失含む))

※計画基準内水位における湛水深等については、技術書「5. 計画基準内水位」を参照。

(2) 常時初期吸込水位

常時初期吸込水位とは、常時排水における地下水位低下を主眼としたポンプの運転を開始する際の目標水位である。

常時初期吸込水位 = (③常時排水の計画基準内水位) - (吸込水槽までの計画排水量における導水諸損失水頭 (スクリーン損失含む))

常時排水の計画基準内水位は、一般に水田の汎用化等の土地利用計画、作付作物等に応じた地下水管理に必要な水位として最低ほ場面標高から0.5~1.0m程度の低い標高であるか、又は暗渠排水計画での排水路設定水位である。

(3) 最低吸込水位

最低吸込水位とは、ポンプ運転を継続できる最低の水位（ポンプ運転可能最低水位又はポンプ非常停止水位とも呼ばれる。）であり、初期吸込水位、将来に予想される地盤の沈下量、排水流出特性、排水路貯留能力、ポンプの運転管理方式等を考慮して決定する。

一般には、洪水時排水用ポンプでは洪水時初期吸込水位から0.5m程度、常時排水ポンプでは常時初期吸込水位から0.5m程度それぞれ低い水位とすることが望ましいが、ポンプ台数が多く、かつON-OFF運転を行う必要のある場合は別途検討の上定める。

(4) 最高吸込水位

排水地区内における既往の最高湛水位等、ポンプ場地点で考えられる最高の水位を最高吸込水位とする。この水位をもとに、導水路壁高や機場床面の標高決定等の洪水時における浸水対策の検討を行う。

13.2.2 吐出し水位

排水ポンプ計画の吐出し水位は、排水口となる河川、湖沼及び海の外水位に吐出し水槽から排水口までの送水諸損失水頭を加えた値とし、洪水時と常時に区分して以下のように設定する。

(1) 洪水時計画ピーク吐出し水位

洪水時の計画ピーク吐出し水位は、外水位ハイドログラフのピーク水位に、吐出し水槽から排水口までの送水諸損失水頭を加えた水位とする。外水位ハイドログラフは、基準書「3.3.6 計画基準値 3. 計画基準外水位」、技術書「7. 計画基準外水位」による。

(2) 常時計画吐出し水位

常時の計画吐出し水位は、河川及び湖沼に排水口を設ける場合は平水位に、海に排水口を設ける場合は平均潮位に、吐出し水槽から排水口までの計画排水量における送水諸損失水頭を加えた水位とする。

なお、海や河口近くに排水口を設ける場合の平均潮位等は、排水口の水越高による修正を行い、排水口における常時の平均的な外水位を適切に設定する必要がある。

(3) 洪水時最高吐出し水位

洪水時の最高吐出し水位は、河川又は湖沼に排水口を設ける場合は計画高水位に、海に排水口を設ける場合は設計高潮位に、吐出し水槽から排水口までの送水諸損失水頭を加えた水位とする。

(4) 常時最高吐出し水位

常時の最高吐出し水位は、常時排水ポンプの運転上限目標水位で、河川又は湖沼にあつては豊水位、海にあつては朔望平均満潮位を一応の目安とする。

(5) 最低吐出し水位

最低吐出し水位は、一般に吐出し水槽に接続する送水路の敷高とするが、外水条件により考えられる最低の水位がこれより高い場合には最低外水位とする。この水位は、吐出し管出口の標高決定の要因となる。

13.2.3 実揚程

排水ポンプは一般に実揚程の変動幅が大きく、特に洪水用ポンプの実揚程は、内外水位の変動に応じて変化し、ポンプ吐出し量も揚程により大幅に変化するので、洪水時排水ポンプと常時排水ポンプに区分されている。それぞれの実揚程については、基準及び運用の解説「3.4.4 ポンプ場 3. 揚程」による。

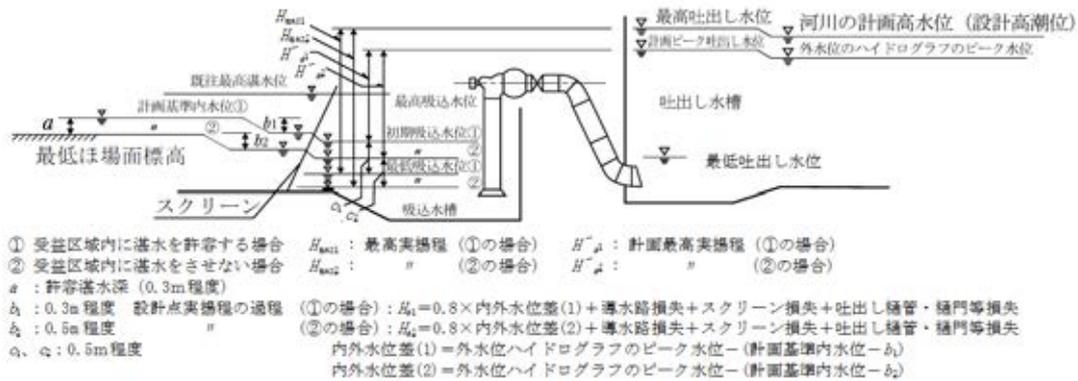


図-13.3 洪水時排水ポンプの設計水位及び実揚程

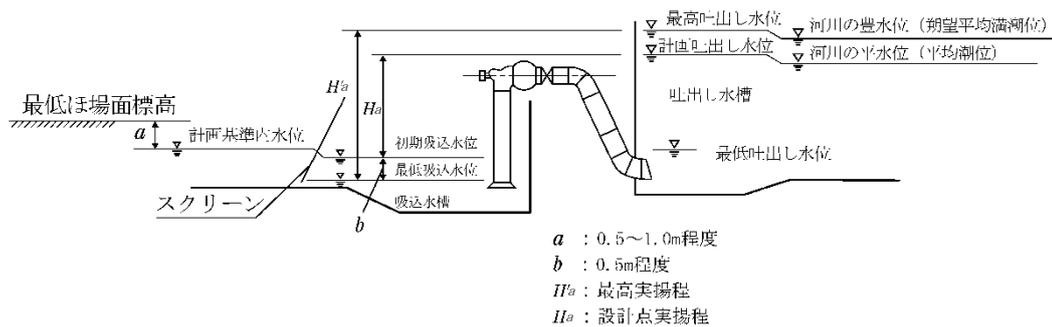


図-13.4 常時排水ポンプの設計水位及び実揚程

13.3 ポンプ計画諸元の決定について

洪水時排水ポンプの吐出し量は、平均所要排水量をすべての水位条件下において確保すれば安全であるが、このようにするとポンプの平均吐出し量が平均所要排水量を上回り不経済となるので、設計点実揚程を仮定して湛水解析を行い、ポンプの設計点実揚程を最適値にすることによりポンプの平均吐出し量（設計点吐出し量）と平均所要排水量を一致させるように決定する。

洪水時排水ポンプの設計点吐出し量及び設計点実揚程は、湛水解析を行い洪水排水計画における所要の排水量が確保され、内水位が計画基準内水位以下となるか、あるいは許容湛水深以上の湛水時間が許容湛水時間以内となることを確認する。

その湛水解析は、ポンプ容量の概略値をもとに、ポンプ設計点実揚程を仮定して繰り返し計算を行い、最適な設計点実揚程を求める。

13.3.1 ポンプ容量の概定

技術書「4. 排水方式の選定」ポンプ容量の概略検討を参照のこと。

13.3.2 ポンプ設計点実揚程の仮定

洪水時排水ポンプの揚程は内外水位の変動に応じて変化し、ポンプの吐出し量もこの揚程変化に伴い大幅に変化する。このため経済的なポンプ設計を行うためには、運転頻度の最も多い揚程においてポンプの効率を最高にする必要がある。

基準の運用と解説「3.4.4 ポンプ場 3. 揚程」に規定されているように、一般に内外水位差の80%程度に導水諸損失水頭（スクリーン損失含む）及び樋管等の送水損失水頭を加えたものを設計点実揚程と仮定してもよい（ポンプ運転時の内外水位の推移によっては、これにとらわれない場合もあるので注意が必要である）。

この仮設計点実揚程に、ポンプ配管の諸損失の概略値として、管内流速3.0m/sの場合、立軸ポンプで0.5m程度、横軸ポンプで0.6m程度を加えて仮全揚程としてもよい。

13.3.3 ポンプ形式の仮定

ポンプ形式は、13.3.1のポンプ容量の概略値と13.3.2の仮全揚程をもとに、仮選定する。

なお、仮選定表（選定図）は土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」を参照すること。

13.3.4 湛水解析

以上により仮定したポンプについて湛水解析を行い、内水位をチェックし、内水位の最高値が計画基準内水位以下、又は許容湛水深以上の湛水時間が許容湛水時間以内になるようにポンプ容量を変化させて繰り返し計算を行う。この結果、まずポンプ吐出し量を決定してから次に設計点実揚程の検討を行うものとし、計算結果で、内水位条件を満足しない場合には設計点実揚程を大きくし、逆に余裕があり過ぎる場合には小さくして再計算する。図-13.5に湛水解析における内外水位の関係を示す。

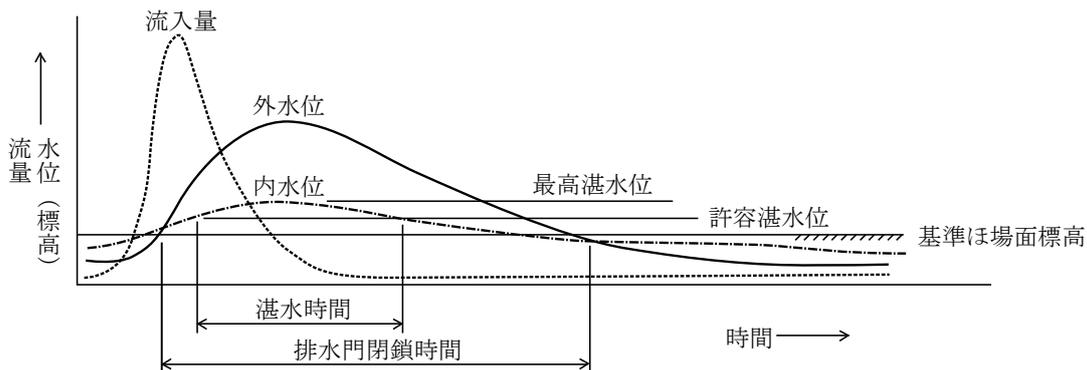
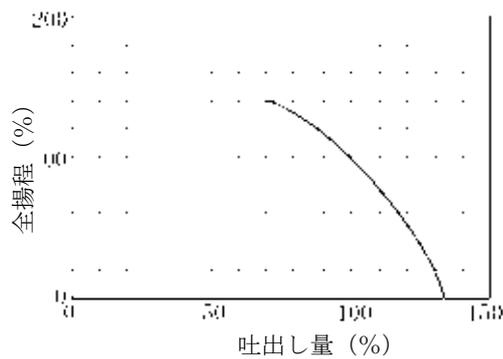
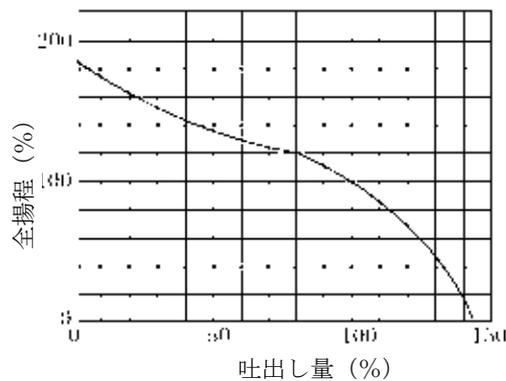


図-13.5 湛水解析における内外水位の関係

なお、湛水解析の計算を行うには、次の資料が必要となる。

- ・ 計画基準内水位等の内水位資料
- ・ 計画外水位曲線
- ・ 計画洪水流出量のハイドログラフ
- ・ 内水位と湛水量の関係
- ・ 全揚程に対するポンプ吐出し量の変化（図-13.6～7のポンプ特性図）

図-13.6 軸流ポンプ特性図 ($N_s=1500$)図-13.7 斜流ポンプ特性図 ($N_s=900$)

注)実際のポンプ特性図はポンプ製作会社の違いや、その他の条件によってこれらの図とは多少異なる。

13.4 ポンプ容量と台数の決定に際しての基本的な考え方

ポンプ容量と台数の決定に際しての基本的な考え方は、排水路の水流の安定条件を満足させることと、建設費をできるだけ安価にし、さらに経済的維持管理ができることが最も重要である。

そこで、①ポンプの種類をできるだけ制限し、②維持管理費、建設費の節減を図り、また、③可能な限り流量に合わせて排水することができるように、分割することが重要となる。

ポンプの吐出し量と台数の組合せは、設計点実揚程と各ポンプの所要排水量をもとに、下記に述べる「ポンプ形式による特性」、「ポンプ台数割の決定」を考慮し、洪水時及び常時における各種の排水量について、排水量の変動域を検討し、最多頻度の排水量をベースにして全体の変動域をどのように分割するかを検討してポンプ台数を決定し、各分割幅の排水量に対応するものを概定する。

13.4.1 ポンプ形式による特性

ポンプの特性は、ポンプ形式によって異なり、一般的な排水ポンプ形式である斜流ポンプ、軸流ポンプ及び可動羽根軸流ポンプの一般的な特性を表-13.1に示す。

表-13.1 ポンプ特性の比較表

形式 項目	斜流ポンプ	軸流ポンプ	可動羽根軸流ポンプ
吐出し量 Q と揚程 H	揚程の変動に対する吐出し量の変動は軸流より大きい。	揚程の変動に対する吐出し量の変動は斜流より小さい。	各々の羽根角度における $Q-H$ 曲線は固定羽根と同じ。羽根角度の増減に従って任意に水量調節ができる。
軸動力	Q の変化に関わらずほぼ一定である。	縮切軸動力は、最高効率点の 200~250% で漸次低下し、最高効率点を過ぎてもさらに低下する。	揚程の変化に応じて羽根を操作し、水量を増減させて、軸動力一定の運転ができる。
効率 η	計画点効率は軸流ポンプより 2% 程度良い。	計画点効率は斜流ポンプより 2% 程度悪い。	軸動力一定の羽根操作を行うことによって、 $Q-\eta$ 曲線は斜流ポンプと同じ程度の曲線となる。
選定上の注意	縮切運転は可能であるが長時間は避ける。	縮切運転は、軸動力が大きくなるため行わない。キャビテーションは起こりやすい。 H の使用可能範囲が狭い。	低揚程大容量ポンプの水量調節や揚程変化の大幅な排水ポンプに適する。羽根をねかせて運転できるため、縮切時の軸動力が小さくなり、縮切運転が可能である。

13.4.2 ポンプの台数割の決定

(1) 台数分割に関しては、排水量、揚程の変動及び継続時間を考慮し、ポンプ場の造成及び運転管理が合理的かつ経済的となるよう、以下の留意事項を踏まえ検討する。

ア 可能な限り流量に合わせて排水させるため、常時排水と洪水時排水に分ける。

イ 流量に合わせて排水する際、台数分割とポンプ自体の制御法の考え方があるが、管理状況を踏まえ台数制御を基本として、地域における流出のパターンを把握した上でイニシャルコストとランニングコストの関係を整理して計画する。

ウ 台数分割については、単純な水位制御で対応可能とする分割を考える。

(2) ポンプ台数決定の手法

機械排水計画においては、洪水排除を目的とする洪水時排水と、低湿地帯又は水田の地下水排除を目的とする常時排水がある。

一定限度以上の排水量の場合は少なくとも 2 台以上のポンプが必要である。その理由として、1 台では降雨時の故障に対する対応性がない点と無降雨時の断続運転による不経済性がある。また、常時排水が必要な地区については、その排水量に合わせた小型ポンプを併せ設けて動力費や維持管理費の節減を図ることも必要である。

なお、ポンプの台数割の決定に当たっては、表-13.2、表-13.3及び表-13.4に示す事項にも留意する。

表-13.2 ポンプ台数決定の要素

項 目	内 容
経済性評価	ポンプ台数を決定するには、それぞれの分割案において設備費、それに対する利息総計、動力費、補修費及び維持管理費を求め、その総額が最小となる案を選ぶのが原則であるが、単純に費用に換算できない信頼性や操作のしやすさ等も加えて総合的に判断する必要がある。
設備費	設備費としては、ポンプ、原動機等の機器費、据付工事費、土木工事費、建屋建築費等がある。ポンプ形式が同じであれば、全排水量を何台かに分割する場合、台数の少ない方が経済的になる傾向にある。
土木・建設費	ポンプ台数が少ない方が平面的なスペースは小さくなるが、上下方向の寸法は増加する。また、同一容量の機器に揃えた方が配置的に無駄なスペースが小さくなるほか、土木工事の設計、施工性や運転操作の単純化、維持管理の容易性等からいっても有利である。
動力費・補修費 ・維持管理費	洪水用排水ポンプの場合、稼働時間が短いので、大容量の排水ポンプ以外では動力費は評価の比較対照としては大きな要素にならない。 また、補修費及び維持管理費においてもあまり影響を受けないのが普通である。
信頼性	所要全排水量を1台のポンプでまかなうことは、もし、その1台のポンプが故障すれば全機能が停止してしまうため危険である。このことから、2台以上の台数に分割して危険分散するのが一般的である。
製作・輸送限界	計画排水量が大きくなると、ポンプメーカーの製作限界や設置場所までの輸送制限を考慮する必要がある。これは、原動機及び動力伝達装置についても同様である。

表-13.3 ポンプ台数割の留意点

項 目	内 容
吐出し量の 組合せ	排水量の変動に応じて効率的に運転し、運転経費の節減を図るためには、異なる吐出し量の組合せとすることが有利である。 一方、ポンプ設備費の低減及びポンプ運転の均等化及び維持管理費の低減を図るためには、同一吐出し量とすることが有利な場合がある。
ポンプ台数	ポンプの台数は多いほど排水量の変動等に応じて効率的に運転できるが、反面、機場の平面スペースが大きくなり、配管等も複雑になるので工事費や用地費は高くなる。
制御方式	排水量変動への対応又は流入量への追従等については、原則として台数制御により対応するが、更に円滑な対応を必要とする場合には、導水路及び送水路の特性及び制御目標、ポンプの性能特性等を検討し、吐出し弁制御、回転速度制御及び羽根角度制御等の適切な制御方式を検討する必要がある。

表-13.4 制御方式と特徴

制御方式	特 徴
台数制御	制御方式は簡単であるが、制御量は段階的変化となる。
吐出し弁制御	制御方式は簡単であるが運転効率が悪く、制御範囲はポンプ形式、弁形式、弁前後の差圧により制約がある。
回転速度制御	大容量ポンプ少台数の設備で連続的な制御ができるが、設備費が高い。
羽根角度制御	運転効率がよく、大容量、低揚程で揚程変化の割合が大きい軸流、斜流ポンプの制御に適する。

13.5 ポンプ台数分割の地区事例

ポンプ台数分割の事例を、表-13.5 に示す。

表-13.5 ポンプ台数分割地区事例

地区名	事業名	機場名	設計年度	口径×台数	決定根拠
斜里 (北海道)	畑地帯総合 パイロット (国)	斜里右岸	H7	φ 1,200×3 台 (Q=9.39m ³ /s)	・中小洪水に対応するため、ポンプの台数運転による制御及び経済性を検討し、決定した。
白根郷 (新潟)	農地防災 (国)	萱場	H7	φ 2,000×3 台 (Q=28.0m ³ /s)	2 台案と 3 台案について比較し、3 台案に決定した。 ・2 台案において、1 台が故障すると 50% の損失となり、危険率大となる。 ・2 台案において、小洪水対応のために、可動羽根制御を採用すると、経済性において 3 台案との差が小さくなる。
阿賀野川 右岸 (新潟)	かんがい排水 農地防災 (国)	新井郷川	H元	φ 3,200×5 台 (Q=110.0m ³ /s)	・常時運転対応能力及びランニングコストを含めた経済性を比較検討し、決定した。
射水郷 (富山)	農地防災 (国)	西部	H5	常時 φ 1,000×1 台 (Q=2.2m ³ /s) 洪水時 φ 1,350×2 台 (Q=8.3m ³ /s)	・常時、洪水時ポンプを区分する。 ・経済比較の結果、決定した。
新利根川 沿岸 (茨城)	かんがい排水 (国)	布鎌	S56	φ 1,200×3 台 (Q=8.4m ³ /s)	・以下に示す 4 ケースの組合せについて、設備費、動力費、維持管理費の経済比較を行い、決定した。 ケース 1 : φ 1,500×2 台 ケース 2 : φ 1,200×3 台 ケース 3 : φ 1,000×4 台 ケース 4 : φ 1,200×1 台 + φ 1,650×1 台
小松 (千葉)	湛水防除 (県)	小松	H10	φ 600×1 台 φ 900×2 台 (Q=4.0m ³ /s)	・φ 600×1 台は、常時排水計画より決定した。 ・φ 900×2 台は、φ 600 から 2 台目のポンプへスムーズな連続運転を行えるよう決定した。
大島 (愛知)	湛水防除 (県)	大島	H8	φ 800×1 台 φ 1,000×1 台 (Q=3.3m ³ /s)	・φ 800 は、常時計算結果より決定した。
中江帆引 (岐阜)	湛水防除 (県)	帆引新田	H9	φ 800×2 台 (Q=2.4m ³ /s)	・中小洪水(1/2 年確率)に対応するため、2 台とした。 ・経済性、維持管理の面から同口径分割とした。
西小藪 (岐阜)	湛水防除 (県)	西小藪	H12	φ 450×1 台 φ 900×1 台 (Q=2.22m ³ /s)	以下の点を考慮して決定した。 ・自然排水不能であるため、常時排水を考慮した。 ・現況施設が 2 台であるため、2 台以上とした。 ・建設費の経済性。 ・φ 1,000 以下の立軸ポンプは、原動機をモーターとすると、機場スペースが狭くできる。
荒原 (兵庫)	湛水防除 (県)	荒原	H10	φ 800×2 台 (Q=2.53m ³ /s)	・現況施設の利用状況を勘案し、小洪水時の維持管理性を考慮したうえで決定した。
巨椋池 (京都)	農地防災 (国)	巨椋池	H10	φ 1,800×2 台 φ 2,600×3 台 (Q=80m ³ /s)	以下の項目について検討し、決定した。 ・ポンプ送水特性と吐出し量対応不能範囲 ・洪水吐出し量の調整対策 ・吸込側排水路及び遊水池等への整合性 ・経済性

13.6 遠方操作による監視操作制御

遠方操作は、ポンプ場から離れた中央管理所から有線、又は無線によりテレメータやテレコンを利用してポンプ施設を運転管理並びに操作を行うものである。この方法は、複数個所のポンプ場を集中管理して遠方から運転操作を行う場合に適している。この場合には、中央管理所内に必要な運転状態の表示、データの集積を行う機器等が設備される。水管理制御施設で採用されることが多い。

ただし、施設全体の設備費がかさむので、施設規模、目的、運営管理等を検討し、さらに管理者の意見等を考慮して採否を決定する必要がある。

参考文献

- 1) 鈴木光剛：排水計画（その9）－施設計画の手法－、農土誌、40（12）、pp.53～58（1972）
- 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」（2018）
- 3) 農業土木事業協会：実務家のための最新ポンプ設備工学ハンドブック、p.825（2007）

14. 河口改良

14.1 河口改良で使用される参考文献

河口改良を伴う排水計画地区の検討に使用された参考文献を表-14.1に示す。

表-14.1 河口改良で使用される参考文献

地区名	事業名	設計年度	流域面積 ha (洪水量 m ³ /s)	工種諸元	参考文献
日方江 (富山)	かんがい排水 (県営)	H元	880 (28.290)	吐口工、暗渠工	土地改良事業計画設計基準 海岸保全施設築造基準解説 (海岸協会) 河川砂防技術基準 (日本河川協会) 港湾の施設の技術上の基準 (日本港湾協会)
西蒲原 (新潟)	かんがい排水 (国営)	H11	6,620 (105.900)	河海工 延長 L=184.0m [接続工 L=9.0m、 樋門工(2連) L=10.0m、 暗渠工(2連) L=18.0m、 開渠工(2連) L=147.0m]	海岸保全施設築造基準解説 (海岸協会) 河川砂防技術基準 (日本河川協会) 港湾の施設の技術上の基準 (日本港湾協会)
鯖石川 下流 (新潟)	湛水防除 (県営)	H5	(18.235)	河口工 延長 L=40.0m	港湾の施設の技術上の基準 (日本港湾協会) 漁業構造物標準設計法
諏訪川 (富山)	排水対策特別 (県営)	H2	242 (7.600)	吐口工 延長 L=130.0m [吐口工 L=3.8m、 導水路工 L=49.0m、 暗渠工 L=59.6m、 開渠工 L=17.6m]	河川砂防技術基準 (日本河川協会)

15. 環境との調和への配慮

(基準、基準の運用第2章、第3章関連)

平成13年度に土地改良法が改正され、土地改良事業の実施に際し「環境との調和に配慮」することが原則化され、「環境との調和に配慮した農業農村整備事業等基本要綱」（平成14年2月14日付け13農振第2512号農林水産事務次官依命通知）を制定し、対象とする事業等が明確化された。

この環境配慮の取組を具体的に進めるための技術的な拠り所として、生態系配慮については、平成13年度から平成16年度までに生物・生態系への配慮の基本的な考え方や手順について示した「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き（第1編～第3編）」¹⁾（以下「環境配慮の手引き」という。）、生態系ネットワークの重要性の整理や工種横断的な環境配慮の手法や工法を具体的に示した技術的参考資料として「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針」²⁾（以下、「環境配慮の技術指針」という。）を制定している。景観配慮についても、その基本的な考え方や手順について示した「農業農村整備事業における景観配慮の手引き」³⁾（以下「景観配慮の手引き」という。）、景観との調和に配慮した調査、計画、設計、施工及び維持管理を進めるための技術参考資料として「農業農村整備事業における景観配慮の技術指針」⁴⁾（以下「景観配慮の技術指針」という。）を制定している。これまで、これらの手引き・技術指針に沿って農地・農業水利施設等の整備に当たり、生態系配慮及び景観配慮が進められてきたところである。

~~平成11年に制定された食料・農業・農村基本法において、今後の食料・農業・農村施策の目指す基本理念の一つとして、農業の有する多面的機能（国土の保全、水源かん養、自然環境の保全等）の発揮が掲げられた。また、平成13年の土地改良法改正において、土地改良事業を実施するに当たっては環境との調和に配慮することが事業実施の原則に位置付けられた。これらの法の理念に基づき、平成14年には農業農村整備事業における環境に係る基本的な考え方を示すものとして「農業農村整備事業における環境との調和への配慮の基本方針について（平成14年3月1日、農村振興局長通知）」や「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き（平成14年3月19日、計画部長、整備部長通知）」が作成されている。~~

~~内閣総理大臣の懇談会である観光立国懇談会において、「住んでよし、訪れてよしの国づくり」の観光立国を実現する観点から、農山漁村地域の美しい自然景観、文化遺産、食文化、祭等の伝統行事等の資源を活用し、地域に根ざした魅力を高めていくことの必要性が提言されたことを受けて、平成15年には個性ある魅力的な農山漁村づくりに向けて「水とみどりの『美の里』プラン21」が作成された。このプランでは、「活力ある農林漁業の維持発展」、「農山漁村の地域資源の活用」、「地域住民の合意形成」の三つの基本的視点に留意しつつ、今後実施する農業農村整備事業においては、原則として景観に配慮した事業計画を作成することとされている。~~

~~土地改良事業における環境との調和への配慮は、土地改良法が改正される以前より一部の事業において実施されていたが、地区ごとの自然的・社会経済的・文化的な条件が異なることから画一的な調査及び計画手法を見いだすことは難しい。したがって、土地改良事業計画設計基準・計画においては、調査及び計画の各段階において、環境との調和への配慮に関する基本的事項を基準書に記載している。~~

実際の調査及び計画に当たっては、地域の自然的・社会経済的・文化的な条件を十分に調査した

上で計画を作成することが必要である。この場合において、農家を含む地域住民の意見を調査及び計画の早い段階から取り入れる工夫を講じたり、事業の透明性を確保しながら効率的に調査及び計画を進めるために学識経験者等の有識者の指導及び助言を受けつつ、各地区において様々な創意工夫をすることが望ましい。以下に、その際に参考となるよう環境との調和に配慮するに当たっての基本的な考え方や地区事例を記載する。

15.1 生態系配慮

本項は、農業用の排水施設整備の実施に併せて、環境との調和への配慮の観点から行う生態系配慮対策を計画する場合に参考となる一般的な考え方についてまとめたものである。

15.1.1 「~~環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き~~」及び「~~環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針~~」との関連について

~~「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き」^注（以下「環境配慮の手引き」という。）~~は、国や地方公共団体等で実際に農業農村整備事業に携わる者を対象に、環境に係る調査、計画策定と設計に当たり、その内容が環境との調和に適切に配慮されるよう、基本的な考え方や仕組み、留意事項等をまとめたものである。また、~~「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針」^注（以下「環境配慮の技術指針」という。）~~は、生物の「生息・生育環境及び移動経路」の保全・形成に視点を置き、農地・農業水利施設等の整備に当たって、調査から維持管理に至る各段階における環境配慮の手法を具体化し、現場への適用性を向上させることを目的としている。

農業用の排水施設整備における具体的な生態系配慮の検討に当たっては、環境配慮の手引き及び環境配慮の技術指針で生態系配慮に関する基本的知識等を習得した上で、本項の内容を参考とすることとし、これらの適切な運用を図るものとする。

15.1.2 ミティゲーション5原則

ミティゲーション5原則は、「米国NEPA（国家環境政策法）~~（NEPA）~~」で用いられている考え方で、~~事業が環境に与える影響を回避、軽減等により緩和する開発行為の影響を緩和する~~措置の一般を示すものである。

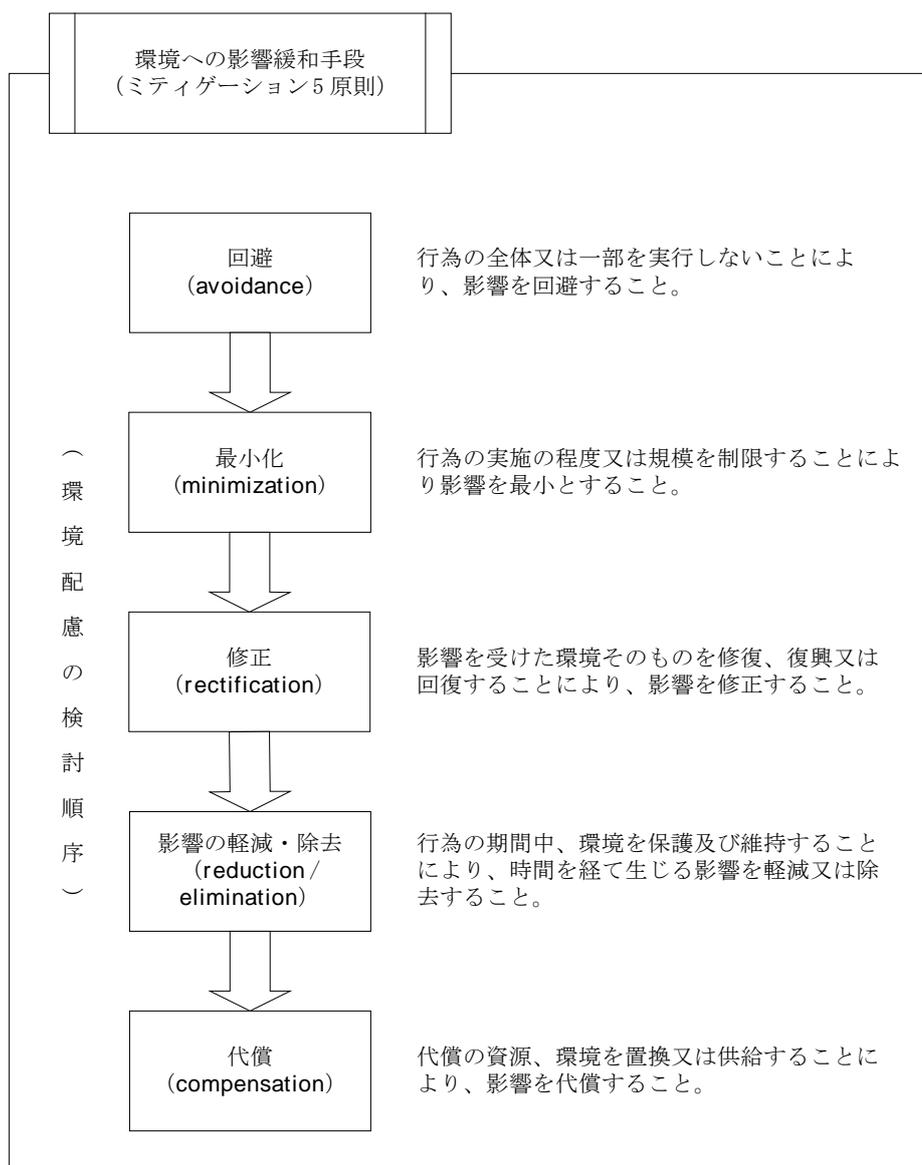
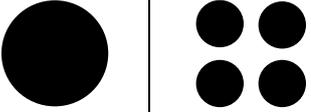
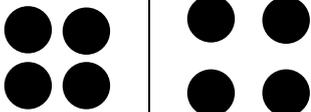
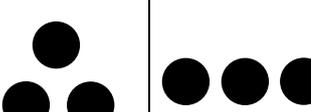
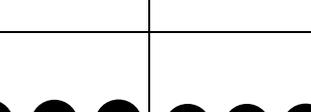
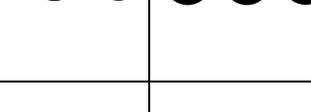


図-15.1 ミティゲーション5原則

15.1.3 生物生息空間の形態・配置の六つの原則

生物生息空間の形態、配置等に関して、国際自然保護連合（IUCN）では以下のように提唱している。これは、ダイヤモンド（Diamond. J. M 1975）等による実証的研究によって明らかにされたものである。

原則	優 (better)	劣 (worse)	生物生息空間の形態・配置の原則
広 大 化	●	●	<p>生物生息空間はなるべく広い方がよい。</p> <p>タカ、フクロウやキツネ等の高次消費者が生活できる広さが一つの目安。生物の多様性に富み、安定性が増し、種の絶滅率が低くなる。</p>

団地化		<p>同面積ならば分割された状態よりも一つの方がよい。</p> <p>一塊の広い地域であって初めて高い生存率を維持できる多くの生物種は、生息空間がいくつかの小面積に分割されると生存率が低くなる。</p>
集合化		<p>分割する場合には、分散させない方がよい。</p> <p>生物空間が接近することで、一つの生物空間で種が絶滅しても、近くの生物空間からの種の供給が容易になる。</p>
等間隔化		<p>線状に集合させるより、等間隔に集合させた方がよい。</p> <p>等間隔に配置されることで、どの生物空間も、他の生物空間との間での種の良い交流が確保される。線状の配置は、両端に位置する生物空間の距離が長く、種の交流を難しくしてしまう。</p>
連続化		<p>不連続な生物空間は生態的回廊（エコロジカルコリドー）でつなげた方がよい。</p> <p>エコロジカルコリドーの存在により、生物の移動が飛躍的に容易になる。</p>
円形化		<p>生物空間の形態はできる限り丸い方がよい。</p> <p>生物空間内における分散距離が小さくなる。また、外周の長さも小さくなり、外部からの干渉が少なくて済む。</p>

六つの原則を一言に集約すると

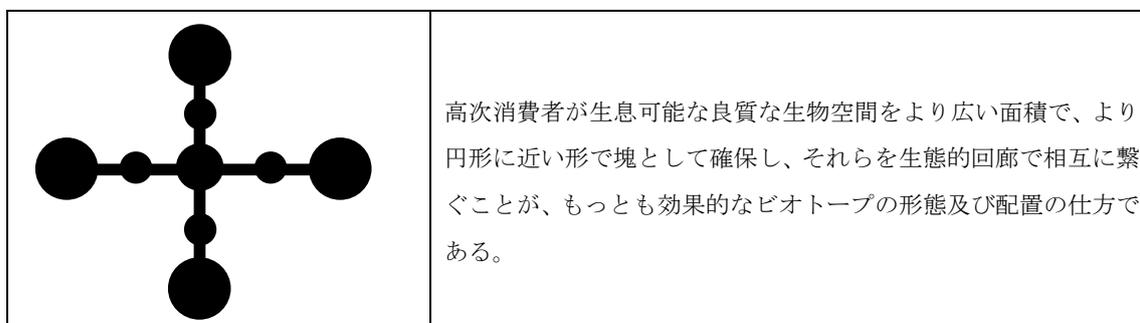
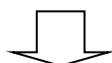


図-15.2 生物生息空間の形態・配置の六つの原則

15.1.4 農業用の排水施設整備における生態系配慮の基本的な留意事項

排水路は、通年で水路内に水が流れており、流れも比較的緩やかであることが多いことから、魚類、両生類等の生息環境を保全・形成するための対策を講じやすい。対策工法としては、水路内の落差対策としての水路魚道、魚類等の生息環境としてのワンドや魚巢ブロックの設置などが考えられる。さらに、排水路と田面の落差による移動障害を解消し、水田を魚類の生息環境とするための水田魚道の設置が効果的である。

15.2 景観配慮^{3)~6)}

~~農村では人間と自然が共生する二次的な自然を基礎として、農業生産活動、人々の生活、さらには、地域の歴史及び伝統文化等が調和し、独自の景観を形成している。このような農村特有の良好な景観が近年再認識されており、農村の魅力を一面的に表す景観の保全、形成を推進する必要がある。このため、農業用の排水施設整備に当たっても、これらの背景を十分に踏まえつつ、農村景観の保全、形成に配慮した計画を樹立することが必要である。~~

本項は、農業用の排水施設整備の実施に併せて、環境との調和への配慮の観点から行う景観配慮対策を計画する場合に参考となる一般的な考え方についてまとめたものである。

15.2.1 「~~農業農村整備事業における景観配慮の手引き~~」及び「~~農業農村整備事業における景観配慮の技術指針~~」との関連について

~~「農業農村整備事業における景観配慮の手引き」⁴⁾（以下「景観配慮の手引き」という。）は、農業農村整備事業における景観配慮という新たな課題に対応する取組を実施するための基本的な考え方等について取りまとめたものである。また、「農業農村整備事業における景観配慮の技術指針」⁵⁾（以下「景観配慮の技術指針」という。）は、農業農村整備事業において、良好な農村景観への配慮のため、農地、農業水利施設等の整備に当たって、調査から維持管理に至る各段階の景観配慮手法を具体化し、景観配慮の取組の現場適用性を向上させることを目的としている。~~

農業用の排水施設整備における具体的な景観配慮の検討に当たっては、景観配慮の手引き及び景観配慮の技術指針で基本的知識等を習得した上で、本項の内容を参考とすることとし、これらの適切な運用を図るものとする。

15.2.2 農業用の排水施設整備における景観配慮の基本的な留意事項

15.2.2.1 排水施設の基本的性格を踏まえた景観配慮

排水機場、遊水池、幹線排水路等の大規模な施設は、おのずから周辺の景観に大きな影響を及ぼすこととなる。このため、事業計画策定に当たっては、周辺景観との調和に配慮するとともに、事業の実施を契機として魅力的な景観の創造についても十分な検討が求められる。

農村における都市化及び混住化が進む中、町中を流れる排水路とその管理用道路は地域住民等に憩いや安らぎを与える空間としての機能も期待されることから、特に、これらを活用した潤いある農村景観の創造（親水機能や生態系保全機能等も含む）に向けて、~~地域住民等の安全性確保にも留意しつつ、効果的な施設整備を検討することが望ましい。その際、防護柵等の安全施設に木材などの自然素材を活用することで、経年変化により周辺になじみ良好な景観を形成する効果が期待される一方で、素材の耐久性や素材感の視認性にも留意することが求められる。~~

なお、近年、更新事業地区が主体となっている中、古い排水路等の施設は、地域の産業遺産等、地域を代表する景観を構成する施設として貴重な存在となっていることがあり、これらの施設の改修整備等に当たっては、新旧施設の調和に十分な配慮が求められる。

15.2.2.2 農家及び地域住民等の意向を踏まえた景観配慮

遊水池や幹線排水路等の基幹的な施設は、地域内外の来訪者が集う地域の交流拠点ともなり得る施設であることから、地域の歴史や文化との融合を図ったり、地場の素材を活用したりするなどの工夫を加えることによって、地域らしさを十分にいかした整備を検討することが望ましく、地域住民や関係機関の意向を踏まえた計画とすることが重要である。

15.2.3 調査計画における基本事項

景観に配慮した計画樹立のための一般的な手順は図-15.3のとおりである。以下に、概査、基本構想の策定、精査、計画樹立の各段階の基本的考え方を示す。

なお、調査と計画は常に連携を保ちつつ並行的に進め、計画作成の途上で生じてくる新たな事態に応じて、所定の調査が円滑に実施できるよう心掛けることが必要である。

15.2.3.1 概査（景観配慮の手引きの「5.2 基礎調査」参考）

概査では、文献調査、現地踏査等により地域の景観に関する基本的情報を収集し整理する。

(1) 調査範囲の設定

調査範囲は排水施設の整備を実施する区域を基本とするが、地域の歴史や文化、行政区域等の地域のまとまりを踏まえ設定する。

(2) 調査体制の整備

景観配慮対策は、排水施設の整備のみならず、周辺地域で実施される他事業等を含めた総合的な対策として実施することが必要であることから、関係機関とは十分連絡調整することが重要である。

また、調査の早い段階に地域の代表者や関係機関によって構成される検討組織を設立することが有効であり、必要に応じて景観に関する専門家の意見を求める。

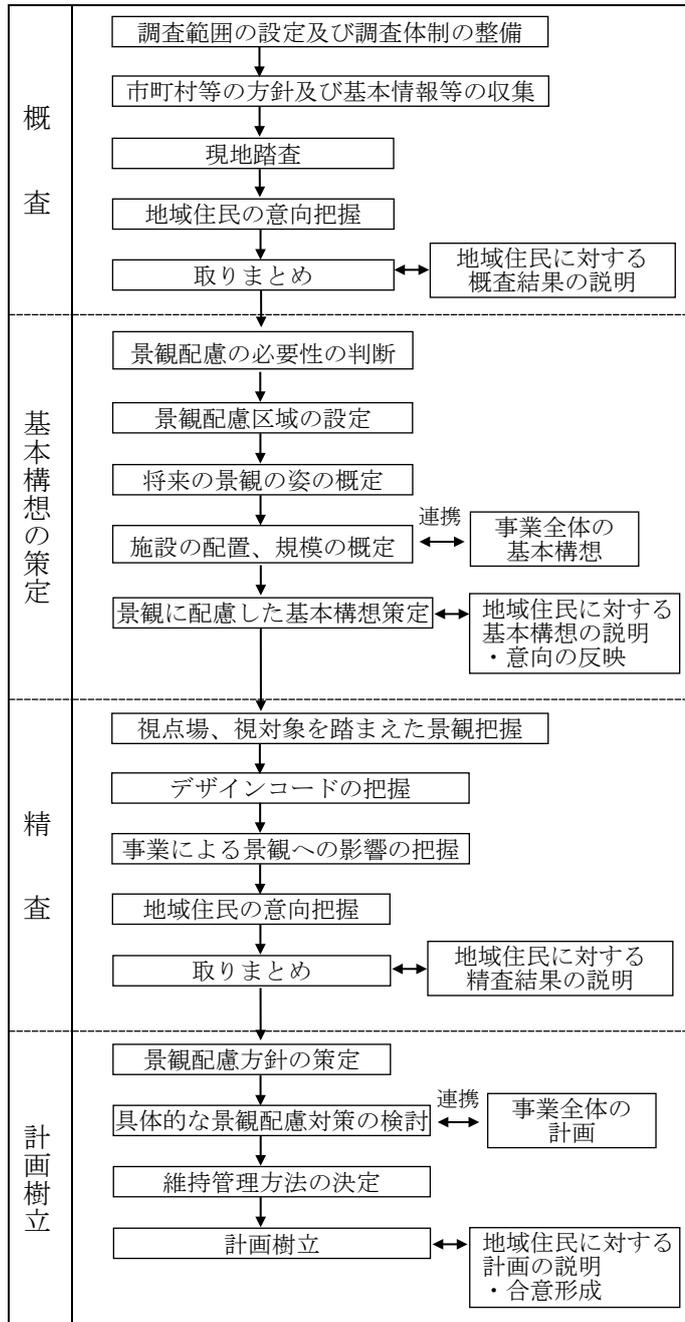


図-15.3 景観に配慮した計画樹立のための一般的な手順

(3) 関係市町村等の景観配慮に関する方針の把握

田園環境整備マスタープランを始めとする環境に関する各種計画、条例等を収集し、関係市町村等の景観配慮に関する方針を把握する。この中で、田園環境整備マスタープランにおける環境創造区域等のように、特に景観に配慮すべき区域についても把握する。

(4) 文献等による景観に関する基本的情報の把握

文献、地形図等により景観に関する基本的情報を把握する。把握する情報としては地域の景観に関する情報（自然、地形、土地利用、施設、植栽、社会環境、住民意向等）である。これらは地域の景観を構成する重要な景観要素で地域のアイデンティティを構成するものである。なお、排水施設整備における景観構成要素の主な例は、表-15.1に示すとおりである。

また、景観構成要素の把握に当たっては、地域の生活様式、文化的背景及び歴史的な意味も併せて考慮することが必要である。

表-15.1 排水施設整備における景観構成要素の主な例

景観要素	景観構成要素
自然・地形	平地、山、 台地 、河川、湖沼、 海 気候、自然植生、土壌 等
土地利用	農地（水田、畑）、 水辺 、林地、宅地、 工場用地、農業用施設用地 道路 等
施設・植栽等	[農業用 水利 施設等] 排水路、排水水門、排水機場、遊水池、管理用道路、農作業（田植、稲刈り） [生活用施設] 公共施設、人の集まる場所、工場、倉庫、住宅地
その他 （歴史・文化・ アイデンティティ に関する項目）	[農業関係] 水利遺構（疏水、堤等） [生活関係その他] 史跡・遺跡、鎮守の森、神社、祠（ほこら）、舟、地域の来歴、故事、 シンボルとされている大河や山並み等、地区の花、草、木

(5) 現地踏査

現地踏査では、現地で地域景観の特徴を把握するとともに文献調査等で把握した景観構成要素について現地で確認する。特に、田園環境整備マスタープランにおいて環境創造区域が設定されている場合は詳細に把握することが必要である。

主に遠景、中景の視点から、地形、土地利用、施設等を調査し、地域景観の特徴を把握する。また、これと併せて景観に影響を与える阻害要因（野積みされたゴミ、景観に配慮されていない人工物（工場、倉庫等）等）についても把握する。

(6) 地域住民の意向把握（景観配慮の手引きの「4.2 住民参加による景観配慮の取組」参考）

概査における地域住民の意向把握では、地域住民の景観についての認識の度合いを主に把握し、併せて文献では把握できない地域住民になじみが深い景観構成要素やその文化的背景等についても把握する。意向把握の方法としては、農家を含む地域住民の代表者等に対する聞き取り、アンケート調査等により行う。

特に、排水機場や遊水池等の大規模な施設については、事業費や将来の維持管理費にも大きな

影響を及ぼすことから、可能な限り早い段階から地域住民の意向把握に努めるとともに、概査から計画樹立に至るまで連続したかかわりを持つことが有効である。

(7) 取りまとめ

文献調査、現地踏査等により把握した地域景観に関する基本的情報を地形図、整理表等で整理する。

ア 地域の景観に関する情報の整理

文献調査、意向調査で把握した景観に関する情報を現地踏査等で把握した景観構成要素等とともに地形図で整理する。

イ 景観を保全する必要性の整理

調査によって把握した景観構成要素について、関連情報等をもとに保全する必要性を整理する。その際、石碑や祠（ほこら）等のように特に配慮を要するものについても整理する。

ウ 景観を創造する必要性の整理

景観構成要素を現状のまま保全できない場合は、排水施設の整備と併せて新たな景観の創造について検討することが望ましい場合がある。例えば、排水路を新設する周辺地域が歴史的景観を有し、特に景観に配慮する必要がある場合は、排水路を石積み排水路として整備し、新たに景観を創造するなどの工夫を取り入れることが望ましい。また、現地踏査において景観に影響を与える阻害要因が確認された場合は、それらを除去・遮蔽（しゃへい）、修景・美化する必要性について整理する。

(8) 地域住民に対する概査結果の説明

景観に配慮した事業の円滑な実施のためには、地域住民の理解が不可欠であることから、概査の段階で取りまとめた結果を説明し、地域住民の景観への関心を高めるとともに、完成後の維持管理の必要性についても理解を得ることが必要である。

また、地域住民が意識していない保全すべき景観構成要素が存在する場合もあることから、専門家の助言に基づき、そのような景観構成要素についても、地域住民に提示することが望ましい。

15.2.3.2 基本構想の策定（景観配慮の手引きの「6.2 基本構想」参考）

基本構想の策定では、概査に基づき、地域が目指す将来の景観の姿や景観配慮の方向性を概定し、取りまとめる。

(1) 景観配慮の必要性の判断

概査及び地域住民に対する説明結果を踏まえ、排水施設整備と地域の景観とのかかわり、地域住民の意向、専門家の意見等を考慮して、景観に配慮した事業実施の必要性及び妥当性を判断する。

(2) 景観配慮区域の設定

田園環境整備マスタープランにおける環境創造区域の設定有無も踏まえつつ、概査で把握した景観に関する情報、景観構成要素の配置等を考慮して、景観特性、地域景観上の重要度から景観配慮区域を設定する。なお、効率的な調査、計画、実施の観点からも、景観配慮区域を特定しておくことは重要である。

また、景観特性を踏まえた区域分けを行った上で、それぞれの区域の特徴に応じた景観配慮を採用することが望ましい場合もある。例えば、路線延長が長い場合は、区間ごとに様々な景観が

排水路周辺に現れることが想定されることから、周辺の景観の特徴に応じて区間分けを行った上で、それぞれの区間の特徴をいかした景観配慮とすることが望ましい。

(3) 将来の景観の姿の概定

概査で把握した景観構成要素のうち、地域における景観上の重要度、地域住民の意向等を考慮して、保全すべき景観構成要素を選定するとともに、必要に応じて新たな景観創造についても検討し、地域全体が目指すべき将来の景観の姿について概定する。この場合、整備する部分だけでなくその周辺についても、農家を含む地域住民の意向を踏まえつつ、景観配慮の在り方について検討し、基本的考え方を整理する。

また、除去・遮蔽（しゃへい）等の対策を講じる必要のある景観阻害要因への対応についても概定する。

(4) 施設の配置、規模の概定

施設の配置、規模の概定に当たっては、生産性の向上等の施設本来の目的を十分踏まえつつ、地勢、水系構造、山並みの稜線や家並みの輪郭線（スカイライン）、土地利用等の周辺状況と景観構成要素との関係を総合的に考慮して検討する。

(5) 景観に配慮した基本構想策定と地域住民に対する基本構想の説明

上記(1)～(4)を踏まえて、基本構想（案）を作成し、地域住民に説明した上で、地域住民の意向を基本構想に反映させることが必要である。

特に、景観配慮区域内や景観の保全、形成で影響を受ける地域住民に対しては十分説明することが必要である。

15.2.3.3 精査（景観配慮の手引きの「5.3 詳細調査」参考）

精査では、基本構想に基づいた計画樹立のため、景観配慮区域を中心に景観との調和を図るための詳細な情報を収集する。また、計画樹立の作業とも連携を図りながら進める。

(1) 視点場、視対象を踏まえた景観把握（景観配慮の手引きの「3.2.2 景観の概念を成り立たせる「視点」と「視対象」」参考）

事業による景観への影響を把握するため、視点場、視対象を踏まえた現地踏査を行い、主要な景観を把握する。なお、排水施設は都市部と近接する機会が多いことから、公共の建物等、不特定かつ多数の者が通行したり立ち寄りたりする複数の場所を視点場として選定する。

視点場、視対象を踏まえた景観の検討では、まず施設全体を見渡せる遠景から検討を行い、次いで中景、近景へと検討を進めることにより全体の景観をイメージする。

ア 遠景における検討（景観配慮の手引きの「3.2.3 景観をとらえる視点」参考）

排水路等、線の要素の整備の際には計画路線と周辺景観との関係を見渡せる場所（展望所、橋の上、山腹の駐車帯等）を視点場として選定し、背景となる家並みや田園景観との調和に配慮して検討する。

また、比較的大規模な排水機場のような構造物については、周辺景観への影響が大きいことから、複数の場所から、位置、建屋の高さ、色調等について検討が必要である。

イ 中近景における検討（景観配慮の手引きの「3.2.3 景観をとらえる視点」参考）

地域に存在する周辺の他の景観構成要素及び遠景時に検討した山々を背景又は添景とするなど農村景観において「主役」と「脇役」、「図」と「地」との関係を意識して景観構成要素間の

位置関係を総合的にとらえて検討することが望ましい。

視点場の検討では、主要な幹線道路等地域の人々のよく集まる場所から選定する。

- (2) 景観形成のためのデザインコードの把握（景観配慮の手引きの「3.2.4 景観特性のとらえ方」及び「5.3.2 景観特性の把握」参考）

地域ごとに地域独特の景観が存在していることから、排水施設整備においても地域固有のデザインコードを反映させ、地域の個性を活かした景観配慮をすることが重要である。このため、地域景観に共通する固有の景観特性をデザインコードとして把握し、施設のデザインの基礎データとする。

調査に当たっては、まずデザインコードを反映させるべき対象施設を選定し、その施設にふさわしいデザインコードの収集を現地において実施する。

デザインコードの収集に当たっては、以下について留意する。

ア 景観構成要素からのデザインコードの把握

デザインコードの材料としては、概査において把握した景観構成要素が重要な手掛かりとなる。景観構成要素は、地域景観を構成する重要な要素になるとともに、地域のアイデンティティを形成するものであり、これらといかに調和させることが可能かを十分検討することが必要である。

イ デザインコードの背景の把握

デザインコードは、地域のデザイン的な特徴を表す個性であるとともに、地域の伝統、風土によって培われてきたものである。したがって、単に視覚的なデザインだけをとらえるのではなく、そのデザインを成り立たせている背景についても把握することが必要である。

- (3) 事業による景観への影響の把握（景観配慮の手引きの「6.3.2 景観への影響の検討」参考）

計画樹立に先立ち、基本構想及び精査における視点場、視対象の検討やデザインコードの把握を踏まえ、事業による地域景観への影響を把握することが必要である。また、農村景観は地域の営農及び生活活動によって維持されてきたものであることから、排水施設整備後の営農及び生活の変化による将来の営農体系も考慮した景観への影響についても併せて検討することが望ましい。

以下に、排水施設整備において、景観への影響を把握するに当たっての主要な検討事項を記載する。

ア 周辺の景観構成要素との調和

遊水池等の整備によって形成される景観が、地域周辺を囲む山々や森、地域内を流れる河川等、周辺の自然と調和しているか、排水機場や水路等の整備によって形成される景観が、地域内に存在する建物や樹木、祠（ほこら）、神社、史跡等を含めた周辺の田園景観と調和しているかなど、地域の景観構成要素と空間的に調和しているかについて検討する。

イ 地域内の景観構成要素の再配置

地域内に存在する樹木、石碑等の移動可能な景観構成要素を施設整備に伴い再配置する場合、その配置は景観上適切かについて検討する。

ウ 地域景観に影響を与える阻害要因への対応

景観に影響を与える阻害要因（野積みされたゴミ、景観に配慮されていない人工物（工場、倉庫等）等）については、施設整備に併せて除去・遮蔽（しゃへい）又は修景・美化する可能性について検討する。

(4) 地域住民の意向の把握

精査における意向把握では、施設ごとの具体的な整備内容とその景観配慮の考え方を明らかにした上で、地域住民の意向、評価等について把握する。その方法としては、農家を含む地域住民に対するワークショップ、聞き取り調査等が有効である。

また、精査の結果、新たに判明した内容についても、地域住民に対して説明し、理解を得ることが必要である。この中で、景観配慮によって事業費が増えたり、新たな維持管理が必要となる場合や、利水条件に影響を与えることとなるような場合は、それらの内容についても十分な説明を行うことが重要である。

(5) 取りまとめと地域住民に対する精査結果の説明

精査により把握した詳細な情報について、概査の取りまとめと同様に、地形図、整理表等で整理する。また、地域住民に対し精査結果を説明し、合意形成に向けて、地域の景観への意識の醸成や高揚に努めることが望ましい。

15.2.3.4 計画樹立（景観配慮の手引きの「6.3 景観配慮計画」、景観配慮の技術指針の「4.2 計画」、「6.2 維持管理」参考）

計画樹立では、基本構想、精査結果を踏まえ、景観に配慮した計画を樹立する。

(1) 景観配慮方針の策定

基本構想において設定した景観配慮区域内において、基本構想、精査結果を踏まえて計画範囲の設定、景観への影響の検討等を行い、景観との調和についての基本的な考え方である景観配慮方針を策定する。

(2) 具体的な景観配慮対策の検討

具体的な景観配慮対策の検討に当たっては、生産性の向上といった事業本来の目的、景観配慮の基本原則（除去・遮蔽（しゃへい）、修景・美化、保全、創造）（景観配慮の手引きの「3.3.1 景観配慮の基本原則」参考）、景観上の役割（整備対象の「主役」・「脇役」、景観の基調としての「地」の検討）、調和の方向（「融合調和」、「対比調和」）（景観配慮の手引きの「3.3.2 景観調和の方針」参考）、景観設計要素（景観配慮の手引きの「3.3.3 景観設計の要素」参考）を踏まえつつ行う。

表-15.2に景観配慮対策の検討に当たって参考となる視点を示すが、いずれの場合においても、景観シミュレーション等の手法を用いて関係者間でイメージを共有しながら、比較検討することが重要である（景観配慮の手引きの「6.3.2 景観への影響の検討」参考）。なお、すべての対策は当該事業だけで対応できるものではなく、そのようなものについては、関係市町村等と調整を行い、他の事業の活用についての検討も併せて行うことが有効である。

(3) 景観資源の価値を高める工夫

景観配慮計画の作成に当たっては、「事業が周辺景観に与える影響」、「地域づくりにおける将来像との調和」及び「事業による景観資源の創出」といった観点から景観配慮を検討することは、地域の景観資源の認知拡大や、地域づくりへの気運醸成につながり、景観資源の価値を高めることにつながる。

表-15.2 景観配慮対策の検討に当たって参考となる視点

景観配慮の基本原則	景観配慮の対象	景観配慮対策の検討に当たっての視点
「除去・遮蔽（しゃへい）」 景観の質を低下させる要素を取り除いたり隠すこと	地域全体	景観の阻害要因となっている施設等の移転が望ましい。 整備対象の規模及び配置を工夫することにより、地域のアイデンティティであり景観を特徴づけている施設等の視認性を確保することが望ましい。
	整備対象施設	景観を阻害する施設は、周辺への植栽や埋設化することが望ましい。例えば、施設に送電線が必要となる場合は、地下埋設方式とすることも検討する。
「修景・美化」 景観阻害のインパクトを軽減したり、美化要素を付加して景観レベルを上げること	地域全体	景観に影響を与える阻害要因のうち、撤去が不可能なもの（景観に配慮されていない人工物等）については、周辺に植栽するなどして景観への影響を緩和することが望ましい。
	整備対象施設	整備対象の排水路を周辺景観に調和させることが必要な場合は、石積み水路としたり、排水路沿線に河畔木、草花等を植栽するなどにより配慮することが望ましい。その際、景観とともに生態系にも配慮することが望ましい。また、新たに建屋等を建設する場合は、地域景観との調和を図るため、地域のデザインコードを踏襲した形状、色彩、素材とすることが望ましい。
「保全」 調和のとれた状態を保全し管理すること	地域全体	地域内に存在する伝統的な施設、神社、鎮守の森、史跡等の景観構成要素については、可能な限り現状のままの状態を保全する方向で検討する。現状のまま保全できない場合は、移設等によって、地域の景観構成要素として残すことが望ましい。この場合、景観構成要素の再配置については、現況の景観特性とともに、新たに整備される施設を十分踏まえて検討することが必要である。
	整備対象施設	石積み水路等、地域の景観や歴史・文化的価値の観点から保全することが好ましい施設については、可能な限り現状のままの状態を保全する方向で検討する。現状のまま保全できない場合は、その素材や様式等を新たな施設に採り入れることが望ましい。
「創造」 新しい要素を付加することで新たな空間調和を創り出すこと	地域全体	地域住民や景観の専門家等から斬新なアイデアを募るなどにより、地域の歴史・文化等に根ざした新たな景観の創造を通じて、地域らしさを創出し、地域内外の交流の場とする等、地域の活性化に結びつけることが望ましい。
	整備対象施設	地域住民の要望等を考慮して、新たに石積み水路、親水空間等を整備することを検討する。その際、素材については地元産のものを使用したり、石積みの工法等についても地元の伝統的工法を用いるなど、地域らしさを創出することが望ましい。

(3) 維持管理方法の決定

景観に配慮した施設を整備することにより、新たに維持管理が生じる場合は、その施設の整備内容、維持管理内容及び手法、維持管理体制並びに費用負担の方法について検討する。

景観に配慮した施設は、一般に農家のみならず地域住民を含めた形で維持管理することが好ましい場合が多いことから、具体的な維持管理協定の制定、維持管理組織の設立等についても検討することが望ましい。このため、調査計画の各段階を通じて、地域住民の理解が醸成されるような取組に努めることが極めて重要である。

特に、対象とする施設の規模が比較的大きなものである場合には、施設そのものの本来の機能の維持と併せて、その周辺の景観の持続的な管理の在り方について、検討組織の場を活用するなど、関係行政機関や予定管理者等とも十分調整を行うことが重要である。

(4) 計画樹立と地域住民に対する計画の説明（景観配慮の手引きの「7.3 景観設計案の比較検討と最終案への合意形成」参考）

上記(1)～(3)を踏まえて、計画（案）を作成し、地域住民に計画内容の詳細を説明し、その意向を十分に把握しながら合意形成を図っていくことが必要である。その際、多数決だけに依存せず、関係者相互で議論し、その優劣評価の考え方について意思統一を図り、合意形成に向けて話し合うことが重要である。

この段階では、具体的な景観配慮の内容や景観配慮によって生じる影響、特に、景観に配慮した施設について新たな事業費負担や維持管理費負担が生じる場合、その施設の内容や管理内容、住民の負担等についても十分説明し、理解を得ることが必要である。

(5) 多様な住民の参加

「施設への近づきやすさ」、「親しみやすさ、使いやすさ」、「愛着・我が事感の醸成」といった観点から景観配慮を検討することで、多様な住民参加による対策の質的な向上と地域づくりなどへの波及効果が期待される。

15.3 水質保全

本項は、農業用の排水施設整備の実施に際し、環境との調和への配慮の観点から行う水質保全対策を計画する場合に参考となる基本的な調査、対策手法及び進め方についてまとめたものである。

なお、ここでいう水質保全対策とは、上流側の排水を水源としている地域の農作物の生育が著しく阻害されている場合等における水質の保全及び改善を目的とするものではなく、①農村景観の一部を形成する、②生態系を維持・保全する、③地域住民の憩いの場となる等、地域の環境に対して排水路が担う役割を認識し、その保全、活用を図ろうとする場合に行われる水質面での対策をいう。それらの対策における具体的な調査、対策及び手法は、農作物が生育阻害を受けている場合等の水質の保全及び改善におけるそれと大きく異なるものではないが、ここに示す基本的な考え方や留意事項をもとに、地域の特性に応じた様々な創意工夫を取り入れることが必要である。

また、ここでいう水質保全対策では、その必要性、改善目標、対策手法等に絶対的な指標があるものではなく、また、対策を講じることで一般に事業費が増嵩する傾向にあることから、その決定に当たっては、地域の実情、特に関係農業者、関係機関及び地域住民の意向を踏まえて適切に検討されるべきものである。したがって、調査、計画の各段階においては、関係農業者等と十分な調整を図ることが極めて重要となる。

15.3.1 水質調査手法

水質を把握するために実施する調査としては、直接的に水質を把握する調査（水質調査）と底質中に含まれる物質又は水中の生物相や水生植物から間接的に水質の程度を判定する調査（底質調査、水生生物調査、水生植物調査）がある。

排水施設の配置は広域にわたるので、水質保全対策の対象とする範囲や内容に応じた的確な測点、測定項目等を選定する必要がある。

15.3.1.1 水質調査

排水施設整備の実施に併せて、水質保全に取り組む場合の水質調査としては、主に排水路の汚濁状況の把握を目的とする。

なお、農地からの排水以外にも、周辺からの汚濁水の流入が水質汚濁の原因になる場合があることから、必要に応じて、汚濁水の排水路への流入箇所における汚濁状況を把握することが重要である。

また、下流域の水質への影響を予測するために、幹線排水路、河川等との合流地点を中心に、排水の濃度及び負荷量を把握することも重要である。

(1) 水質調査の目的

水質調査は、排水路に流入する汚濁水や対策の対象とする一定の区域等における水質の把握を通じて、対策の必要性の有無、対策を行う場合の水質改善目標、水質改善手法、水質改善施設の規模及び維持管理方法等を決定するために行う。

したがって、まずは地区内外から流入する汚濁水の水質が、排水路の水質に及ぼす影響を中心に把握する必要がある。

また、下流の公共用水域において水質保全計画が策定されている地区など、地区外に排出される排水の水質を対象とした対策を講じる必要がある地区については、排水路の排水先である下流の河川等公共用水域への流入地点（排水路末端）での水質調査が必要となる。

(2) 既存データ等の収集

当該地区内及びその周辺で既に行われている調査結果等を収集し、整理する。排水施設整備の実施に併せて水質保全に取り組む必要がある地区の場合、既に関係行政機関等によって水質調査が経年的に行われ、水質の目標値も設定されている場合が多い。このため、これらの調査結果等を把握、整理することを通じて、当該地区における水質改善目標、測定項目、観測頻度等の参考にすることが重要である。なお、既存データの整理に当たっては、測定法、器具、分析方法等についても確認しておくことが必要である。

(3) 測定項目、測点、調査時期等

他の行政機関による取組や計画がある場合は、それらの機関とも十分連携及び調整を図りつつ、測定項目、測点、観測時期を決定する必要があるが、表-15.3に一般的な考え方を紹介する。

なお、景観の向上を目的とする地区においては、ある程度の水量感と透明感が求められることがあるので、流量と併せて透視度も測定することが望ましい。同様に、生態系保全を目的とする地区にあっては、溶存酸素量（D0）、生物化学的酸素要求量（BOD）、水温等を、親水空間の形成を目的とする地区にあっては、大腸菌群数も併せて測定しておく必要がある。また、測定期間と頻度には、必ずしも絶対的な決まりはなく、頻度については、汚濁水の水質、流量、水温、降雨量

等によって異なることに留意する必要がある。

さらに、営農（代かき、田植え等）や降雨などによる排水量の増加に伴い、短期的に大量の負荷が排出されるような地区については、測定時期と頻度の設定に留意する必要がある。

表-15.3 水質調査の一般的考え方

主な調査対象	測定項目	測 点	測定時期、頻度等
排水路	流量、水温、生物化学的酸素要求量(BOD) 又は化学的酸素要求量 (COD)、浮遊物質 量 (SS)、電気伝導度 (EC)、全窒素 (T-N)、全リン (T-P)、溶存酸素量 (DO)、 水素イオン指数 (pH) 等	地区内排水路、排水路 から河川等への流出 地点(必要に応じ、流 出先河川等の上下流 地点) 等	代かき期、田植期等、負荷流出 が増大する時期を考慮し回数 を定める。洪水時も別途測定。 排水ポンプの作動や施肥期、 融雪期に注意。

15.3.1.2 底質調査

底質中に含まれる物質が、底質直上の水質環境、若しくは、周辺環境に影響を及ぼす可能性が高い場合、又は、堆積した底質が出水時に下流域へ流出し、下流域の水環境に影響を与える可能性が高い場合は、底質調査を実施する。

(1) 採泥の時期

底質中に含まれる物質が、水利用に悪影響を及ぼす時期を含め、底質調査を実施する場合は、水質調査と同時期に実施することが望ましい。

(2) 採泥地点

地形等により堆積泥が多く底質悪化が考えられる地点を選定するが、水質調査の近傍でもよい。

(3) 採泥の方法

採泥試料は、同一場所で少しずつ位置を変えて採取することを原則とする。表泥採取は、エクマンバージ採泥器等によって3回以上底質を採取し、それらを混合して試料とする。遊水池等で必要と認められる地点では、柱状採泥を行う。

(4) 測定項目及び整理すべき事項

底質の状態（堆積厚、堆積物の状態、色相、臭気）、底質からの栄養塩の溶出速度、底質中に含まれる物質等を測定し、採泥日時、採泥地点、採泥地点付近の地形、地質、採泥方法と併せて整理を行う。

15.3.1.3 水生生物調査

水中には、バクテリア、藻類、底生動物、魚類等の様々な種類の生物が多く生息しており、それぞれの環境によって違った種類の生物が棲み着いていることから、生物相を調べることによって水質汚濁の程度を判定することができる。また、生態系の保全を目的とする地区においては、水生生物調査を行うことにより、生態系に配慮すべき種などの把握も兼用して調査することができる。

水路内の浮遊生物（クロロフィルa等）は上流から流下したものが大部分なので、その場所の水質を示さない場合が多い。したがって、水質判定はその場所に生息している生物で行う必要がある。

底生動物や付着物は、流速や水深など環境条件によって変わるので、比較のためにはできるだけ環境条件が類似した場所を選ぶ。なお、調査前の数日間に出水又は増水のあった場合は試料採取を

延期する等の配慮が必要である。

15.3.1.4 水生植物調査

水生植物を調査することにより、水質の汚濁状況が概定できる。

なお、水生植物の利用による水質改善や親水空間形成を目的とした植栽等を考えている地区においては、これらに活用する種が在来種なのか外来種なのかの選定の参考にもなるので、必要に応じて水辺の植物調査なども行うとよい。

15.3.2 水質保全対策

水質保全の対策としては、地区内外から排水路へ流入する汚濁量（負荷）をできるだけ軽減した上で、排水路に水質改善施設を設置することを通じて水質を改善することが重要である。

15.3.2.1 対策検討上の留意点

対策の検討に当たっては、排水施設への流入負荷を軽減するために講じられる別途の取組と整合したものとするとともに、地域住民や関係農家等の意向も十分反映させることが重要である。

また、対策の多くは、その持続的効果発現のために維持管理を適切に継続していく必要があるため、維持管理の容易さ、体制、費用及びそれらを踏まえた持続可能性についても十分考慮が必要である。

以下に、各施設における水質保全対策を検討する際の留意点を示す。

(1) 排水施設の水理的特徴

一般的に排水路は、用水路と比較し、①雨水の影響が大きい、②平常時の流速が小さいという特徴を有している。

このため、用水路と異なり、非かんがい期のみならず、かんがい期においても、排水路にヘドロが蓄積され、水質悪化の問題が生じている場合が見受けられる。また、降雨時に排水路に堆積していたヘドロが攪拌流下し、下流域の水質に影響を与えている場合もある。

したがって、排水路を活用した対策としては、植生による吸着や微生物による分解機能を活用した対策のほか、底泥を除去する対策等がよく用いられるが、これら対策を選択する際には、前提となる水理条件との関係を十分に検討することが重要である。

また、条件によっては、排水水門の直上流部や排水ポンプの吸込水槽においても、排水の滞留が生じてヘドロが蓄積し、水質が悪化する場合があるが、この場合、底泥除去等の対策を講じる必要があることに留意する。

(2) 排水施設の親水空間、生態系保全等に対する機能

排水路が居住地内を流下し、排水路を含めた周辺環境が貴重な親水空間として位置づけられる場合や、排水路内に生息する水生生物及びそのネットワーク（排出先の湖沼、河川等から排水路を通じて水田まで遡上する生態系など）を保全する必要がある場合などには、求められる水量、水質、水路の路線、構造等について十分に検討する必要がある。