

第 8 章 排水機場

第1節 基本事項

1. 定 義

排水機場とは、ポンプによって河川または水路の流水を河岸、または堤防を横断して排水するために、河岸または堤防の付近に設けられる施設であって、ポンプ場とその付属施設(吐出水槽、樋門等)の総称である。

出典:[1.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章
(H12.1)P236～265
一部加筆

排水機場には、通常、樋門が設けられるが、まれには樋門の代わりに水門が設けられる場合もある。また水門および樋門を設けなくて、小規模な吐出管によって堤防を横過する場合も少なくない。

構造令ではポンプ場およびその付属施設を排水機場と称しているが、許可工作物である場合は、その適用範囲について注意を要する。すなわち、許可工作物である場合、樋門は当然河川区域内に設けられるとしても、ポンプ場等は河川区域外に設けられる場合が多いが、その場合においてポンプ場等にまで構造令が適用されるのかどうかという点である。構造令の適用範囲は以下のとおりである。

- ① 排水機場の「吐出水槽その他の調圧部」についてはすべての場合、また、排水機場の「ポンプ室」については、河川区域内のものまたは河川区域内にまたがる場合のみ構造令を適用することとしている。
- ② 排水機場に付属して水門または樋門が設けられる（ポンプ排水のみに供する水門または樋門）場合、当該水門または樋門については、「構造令 第57条第2項」の規定によって「構造令 第49条(河川を横断して設ける水門の径間長等)第2項」の適用がないことのほかは、「構造令 第46条～第53条」の水門および樋門に関する諸規定の適用がある。

2. 適用基準等

表 1-2-1 示方書等の名称

指 針・要 綱 等	発行年月日	発 刊 者
改訂解説・河川管理施設等構造令	平成 12 年 1 月	日本河川協会
河川砂防技術基準 同解説 計画編	平成 17 年 11 月	〃
河川砂防技術基準（案）同解説 設計編 I	平成 9 年 10 月	〃
揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説	平成 13 年 2 月	河川ポンプ施設技術協会
ダム・堰施設技術基準(案)	平成 23 年 7 月	ダム・堰施設技術協会
設計便覧（案）機械編、電気通信編	平成 24 年 4 月	近畿地方整備局
河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV. 水門・樋門及び堰編	平成 24 年 2 月	国土交通省水管理・国土保全局
その他関係法令等	－	－

3. 設計の手順

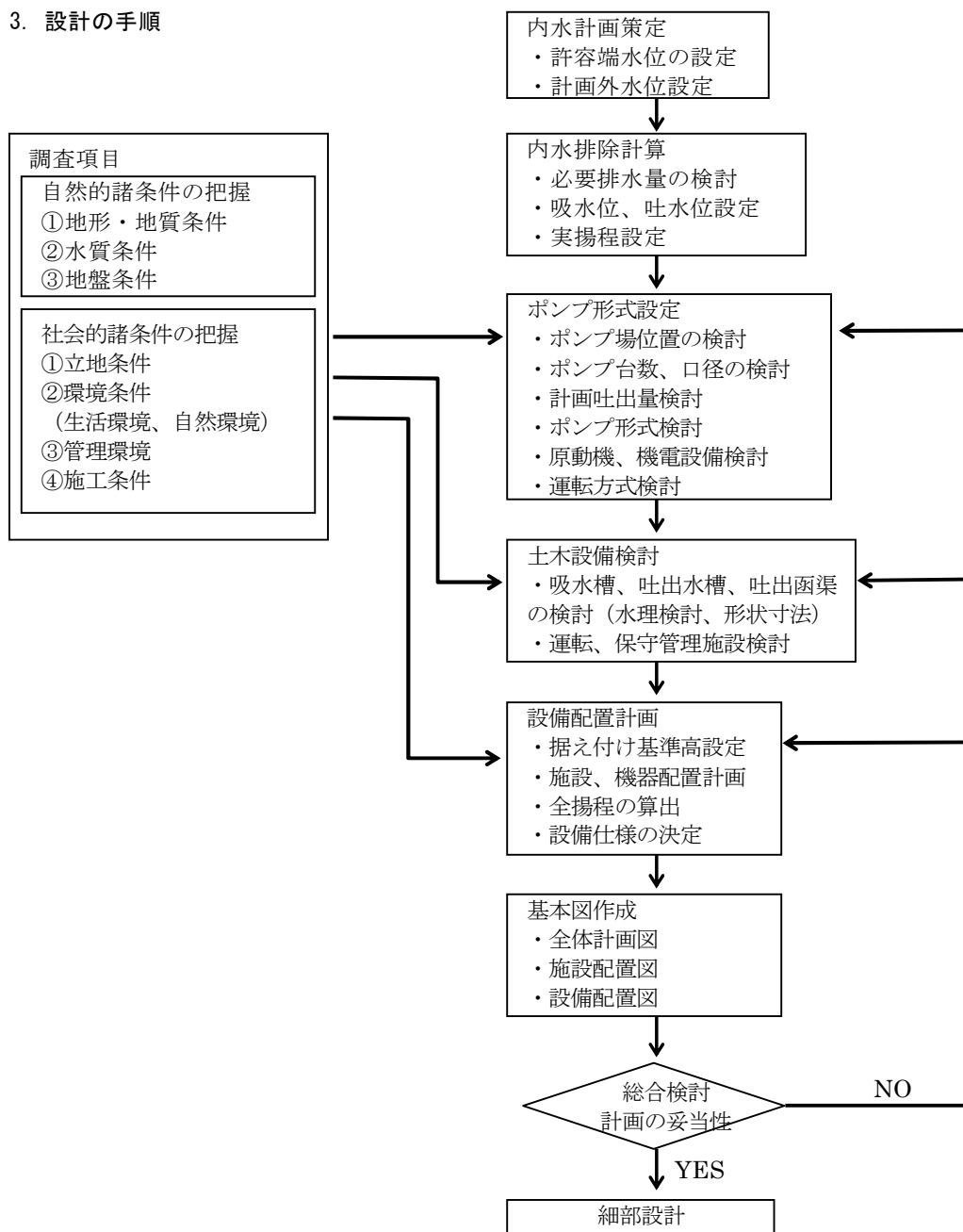


図1-3-1 揚水機場の設計手順

4. 設置位置

排水機場のポンプ場は、ポンプの振動が堤防に著しい影響を及ぼさない位置に設ける必要がある。

排水機場は、その付近で地形上最も低い位置に設けられることから、低湿地の軟弱地盤地帯に設けられることが多く、その連続的な振動は、堤防に影響を与えかねない。したがって、ポンプ場は、その付近の地盤条件を勘案し、できるだけ堤防から離して設けるよう努めるものとする。また、排水機場の吐出水槽その他の調圧部等を堤防に近接して設ける場合は、いわゆる「2Hルール」（図1-4-1 参照）に加えて、「排水機場の吐出水槽等の振動が堤防に伝わるおそれのある工作物を設置する場合については、堤防のり尻より5m以上離すものとする。」としている（図1-4-2 参照）。

出典：[4.]

改訂解説・河川管理施設等構造令

第7章 第54条 解説

(H12.1)P265, 266

一部加筆

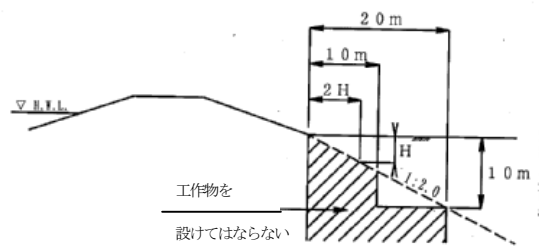


図1-4-1 堤内地の堤脚付近に設置する工作物の位置(「2Hルール」の説明図)

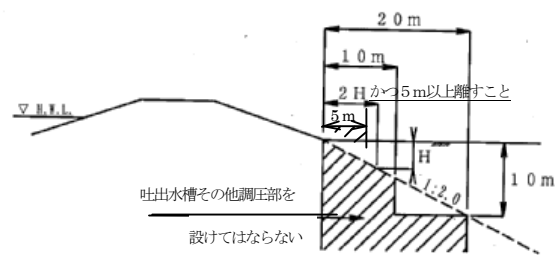


図1-4-2 排水機場の吐出水槽その他調圧部

排水機場の吐出水槽、その他の調圧部の位置は、漏水等に対し堤防の安全をはかるため堤防のり尻から深さの2倍かつのり尻から5m以上離して設置するものとする。

出典:[図 1-4-1]
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章
第54条 解説
(H12.1)P266
一部加筆

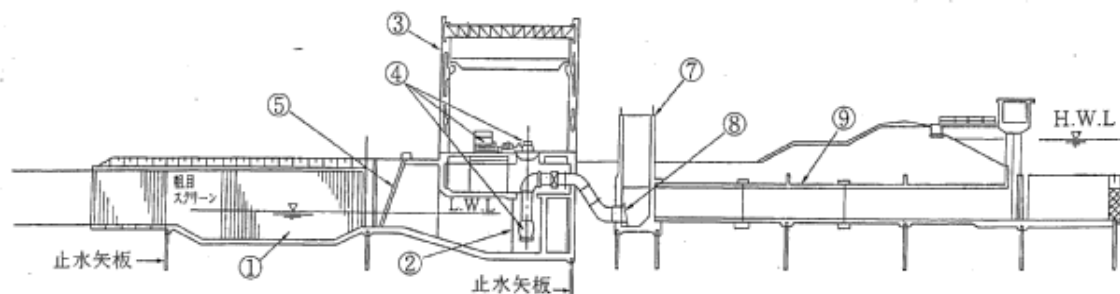
出典:[図 1-4-2]
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章
第54条 解説
(H12.1)P266
一部加筆

5. 構造の概要

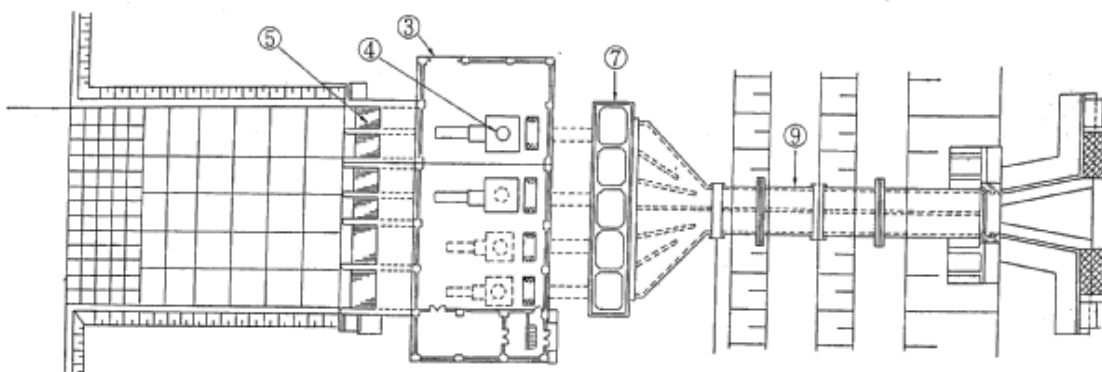
排水機場は、河岸および河川管理施設の構造に著しい支障を及ぼさない構造とし、鉄筋コンクリート構造またはこれに準ずる構造とする。

排水機場のポンプ室(ポンプを据え付ける床およびその下部の室)、吸水槽および吐出水槽その他の調圧部は、鉄筋コンクリート構造またはこれに準ずる構造とし、構造自体の安定を図るとともに、連続振動が堤防等河川管理施設に与える悪影響が少ない構造とする。

排水機場は、①沈砂池、②機場本体、③機场上屋、④ポンプ設備、⑤スクリーン、⑥角落または制水ゲート、⑦吐出水槽、⑧逆流防止弁、⑨樋門等からなり、一般に 図1-5-1 のように配置されている。



(a) 立軸二床式排水機場の例



(b) 立軸二床式排水機場の例 (平面図)

図1-5-1 排水機場の各部分の名称 (番号は本文に対応)

出典:[5.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.1 (H9.10)P120

一部加筆

出典:[図 1-5-1]

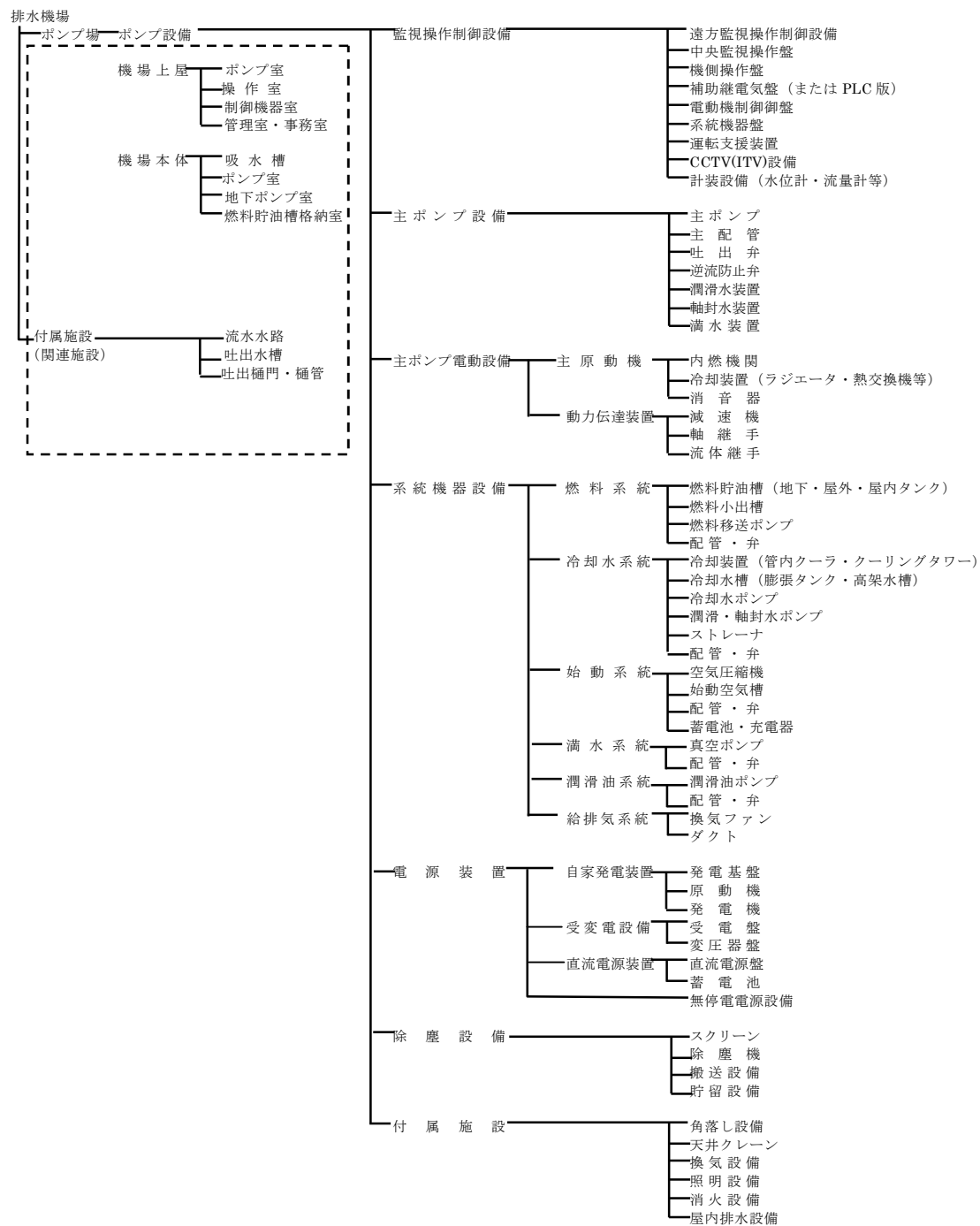
河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.1 図 1-73

(H9.10)P122

排水機場の構成は、規模やポンプの形式により異なるが、一般には 図1-5-2 のように構成される。



出典：[図 1-5-2]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
11.1 図 1-74
(H9.10)P122
一部加筆

図 1-5-2 排水機場の構成

6. ポンプ場設置の留意点

ポンプ場を計画し、設置する場合は、目的、立地条件、投資効果、周辺の環境条件、維持管理等を考慮して決定する必要がある。

河川管理施設として排水機場を設ける場合の留意事項を以下に示す。

- ① 排水機場の容量は、機場の目的、性格、立地条件、運転条件、投資効果等を検討し、より効果的、より経済的な設備となるよう決定する。
- ② 排水機場は、内水の湛水によって運転に支障をきたすことのないよう、湛水位に対して余裕をもった高さまでポンプ場自体を水密構造とする、あるいは床面を高くする等、十分な配慮を払わなければならない。なお、支川の出水が長期に亘り、且つ重要な施設の場合は、H. W. L. 以上に据付けることが望ましい。
- ③ ポンプの台数は、運転の効率、不時の故障等を考慮して、2 台以上の適切なものとすることが望ましい。
- ④ ポンプの原動機は、経済性、保守点検の容易さ、周辺の環境条件を考慮の上決定するものとする。
- ⑤ ポンプ室の機場上屋は、次に示す内容を考慮して必要な場合に設けるものとする。
 - イ) ポンプ運転時の防湿対策、騒音対策、積雪・塩害対策等が必要な場合。
 - ロ) 排水機場に天井クレーンが特に必要とされる場合。
- ⑥ 操作室・管理室等は適切な位置、構造で設置するものとする。

出典：[6.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章

第54条 解説

(H12.1)P267

一部加筆

第2節 構 造（標準）

1. 設計の基本

排水機場は、内水または河川水を排除する所要の機能が達せられ、河岸および河川管理施設等の構造に著しい支障を及ぼさないようにするとともに、管理運転を考慮して設計するものとする。また、河川環境や景観にも考慮し、周辺との調和に配慮するものとする。

排水機場は、ポンプにより堤防を横断して内水または河川水を排除するために設けられる施設である。

排水機場は、原則として堤体とは分離して適当な距離をおいて設置するものとする。また、洪水時に排水機場が確実に運転できるように、日常の点検と整備を行うことが必要であり、そのため設備の構造もそれに適したものとして計画する必要がある。特に、長期休止による機能低下が生じないよう、管理運転が実施されるが、これを考慮した設計とする必要がある。

ポンプ設備の詳細については、「揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説」、「揚排水ポンプ設備設計指針(案)同解説」による。また、小規模ポンプ、救急排水ポンプ機場については、それぞれ「揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説」、「揚排水ポンプ設備設計指針(案)同解説」、「救急排水ポンプ設備設計指針」によるものとする。

なお、排水機場は、周辺の環境によっては、景観等にも考慮し、周辺との調和を図る設計を行うものとする。

2. 機場本体

2-1 吸水槽

水槽の形式は、ポンプ容量、ポンプ形式等を考慮して定めるものとする。

吸水槽の形状は、流水の乱れが起きないようなものとし、断面の急変を避けるとともに、流入口の位置、吸水槽容量、ポンプ配置等を考慮して定めるものとする。

(1) 吸水槽の形式

吸水槽の形式は、吸水槽とポンプの吸込管とが分離したオープンピット形、吸水槽そのものが吸込管となった形式のクローズピット形があるが、一般に口径が 2,000mm を超える大容量のポンプの場合クローズピット形が採用されている例が多いが、ポンプの高流速化の検討により施設規模の縮小に努めるものとするとともに、いずれの形式を採用するほうが有利か十分検討する必要がある。

水中ポンプについては、吸水槽内にポンプそのものを据え付けた型式とする。

(2) 吸水槽の形状と構造

吸水槽の容量は、水理的には大きいほど望ましいが、河川の状況、地形状況、建設費等を検討して決定するものとする。ポンプの吸水位については、余裕を見込むことが望ましい。

また、その構造は、設計荷重に対して安全な構造となるように設計するものとする。

出典：

河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I

11.1 (H9.10)P120

一部加筆

出典：[2-1]

河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I

11.2.2.2 (H9.10)P126

一部加筆

2-2 吐出水槽

ポンプ場と吐出樋門の間には、調圧水槽を兼ねた吐出水槽その他の調圧部を設けるものとする。

ただし、樋門が横断する堤防(第2種、第3種側帯を除く)および河岸の構造に支障を及ぼす恐れのないときはこの限りでない。

(1) 機能

ポンプ排水による場合は、揚程の大小にかかわらず、停電によるポンプの急停止や、なんらかの原因によるバルブの急閉塞等によって大きな水撃作用を起こすことがあり、設計条件を突破するような加圧や負圧を生ずるおそれがある。吐出水槽その他調圧部は、主としてこのような異常事態に対処するものである。さらに、ポンプの振動が直接堤体に伝達され、連続的振動による樋門および堤防への悪影響を吸収緩和する効果も大きいと見られている。

(2) 構造

吐出水槽は、前後の構造物と絶縁した構造とするものとし、堤防ののり尻から深さの2倍かつ5m以上離して設置するものとする。

吐出水槽は、機場からの振動を遮断するとともに、地震の影響を受けた場合に地下に埋設されている吐出管路および吐出樋門と異なった挙動をすることや、吐出樋門等の不同沈下等による破損を防ぐため、両端の吐出管路および吐出樋門との接合部には、原則として水密構造の継手を設けるものとする。

吐出管路から吐出された水流は、水槽内で急激に流速が遅くなり乱れを生じ、波立ちや振動を与える原因となるので、流水がスムーズに吐出水槽に流入するよう側壁や底面の形状を定めるものとする。

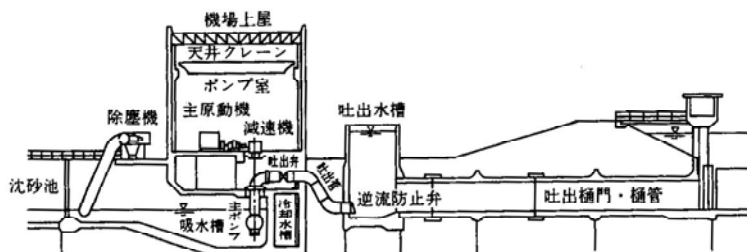


図2-2-1 吐出水槽の一般的な形状

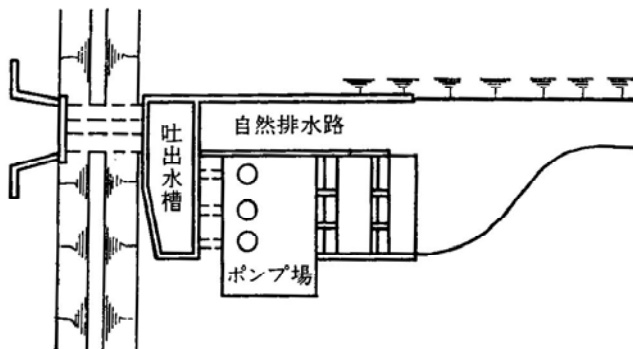


図2-2-2 自然排水路が接続された吐出水槽

出典:[2-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.8(H9.10)P131

一部加筆

出典:[(1)]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.8(H9.10)P131

一部加筆

出典:[(2)]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章

第54条 解説

(H12.1)P266

一部加筆

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.8(H9.10)P131

一部加筆

出典:[図 2-2-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.8 図 1-77

(H9.10)P132

出典:[図 2-2-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.8 図 1-78

(H9.10)P132

(3) 高 さ

吐出水槽の上端の高さは、少なくともポンプ一斉始動時のアップサージの計算値に余裕を考慮した高さが必要であり、吐出水槽設置の目的であるポンプ急停止時の水撃現象に対する配慮を考慮すれば、調圧水槽の上端の高さは堤防の高さ（計画堤防または現況堤防の高い方）以上の高さが必要である。

ただし、吐出水槽の上端の高さは、現堤防の高さが計画堤防高を著しく上回っているような場合には、本川の計画堤防高以上の適切な高さとしてすることができる。

(4) その他

ポンプと吐出水槽を結ぶ吐出管路（パイプの場合とコンクリート函渠の場合とがある）は、水流による吐出水槽への衝撃と水頭損失を小さくするための配慮、および吐出水槽への取付け方向にも配慮する必要がある。

(5) 小口径の排水機場

排水量が極めて小さく吐出管（概ね 500mm 未満）により堤防の定規断面外で堤防を横過して排水機場から直接排水する方法がある。この方法による場合には、吐出水槽その他の調圧部を設ける必要はない。

この方式の適用については、「河川工作物設置許可基準(案)」を参考とすること。

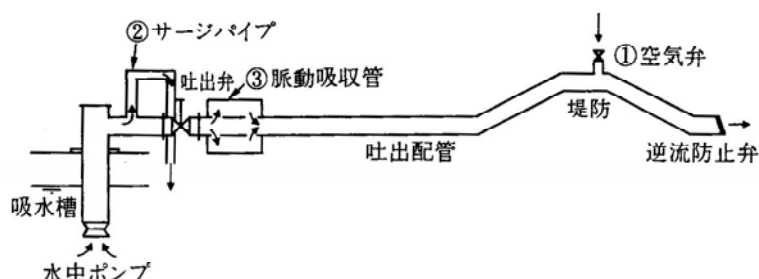


図2-2-3 吐出水槽を設けない場合の例

出典：〔(3)〕
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
11.2.8(H9.10)P132
一部加筆

出典：〔(4)〕
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
11.2.8(H9.10)P132
一部加筆

出典：〔(5)〕
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
11.2.8(H9.10)P132
一部加筆

出典：〔図 2-2-3〕
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
11.2.8 図 1-77
(H9.10)P132

2-3 吐出樋門

排水機場の吐出樋門とそれ以外の部分とは、ポンプおよび自家動力源によって発生する連続振動等によって、河岸または堤防の構造に悪影響が及ぶことを防止するため、構造上分離するものとする。

樋門断面は、ポンプ排水量と樋門内流速の値により決定されるが、樋門内流速は 2～3m/s とするのが一般的である。

設計方法は、「本編第6章樋門」に準じて行うものとする。

高規格堤防特別区域においては、高規格堤防の機能に支障を及ぼすおそれがない場合は、樋門と樋門以外の部分とは分離する必要はない。

2-4 設計荷重

排水機場の吸水槽、吐出水槽等の設計に用いる荷重の主なものは、自重、静水圧、揚圧力、地震時慣性力、土圧、風荷重とするものとする。

出典：〔2-4〕
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
11.3.1(H9.10)P133

主要な設計荷重を、以下に示す。

a. 自重

機場（吸水槽、上屋等）およびポンプ設備の荷重を考慮する。

原動機の基礎コンクリートの大きさは、その振動等を考えて、必要な重量と厚さを有する必要がある。

b. 静水圧

考えられる静水圧の組合わせを検討する。

ただし、地震時慣性力と機場運転時（洪水時）における水圧は、同時に作用しないものとする。

c. 揚圧力

揚圧力は、機場の水位差が最大となる水位により求めるものとする。

d. 地震時慣性力

地震時慣性力は、水平方向についてのみ考慮する。

e. 温度荷重

温度荷重は、温度変化を $\pm 15.0^{\circ}\text{C}$ とし、膨張係数を鋼で 0.000012 、コンクリートで 0.00001 として計算する。

f. 土圧

土圧は原則としてクーロン公式を用いて常時および地震時について計算するものとする。

g. 風荷重

h. 雪荷重

i. 自動車荷重

自動車荷重は、大型の自動車のA活荷重、またはB活荷重を基本とするが、状況に応じた荷重を使用してもよい。

2-5 基礎

排水機場の基礎は、上部荷重を良質な地盤に安全に伝達する構造として設計する。

基礎形式は、直接基礎、杭基礎が考えられる。

基礎形式の選定にあたっては、必要工期、作業場面積の大小、環境面での制限、施工機械の保有量等を考慮するものとする。

また、機場地点の地質条件等によっては、地震時に基礎地盤が液状化する可能性があるので、必要に応じて液状化対策を行うものとする。

地震に対する照査は、「道路橋示方書」に準ずるものとする。

出典：[2-5]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.3(H9.10)P128

一部加筆

3. 沈砂池

沈砂池は、流水中の土砂を沈降させてポンプの摩耗、損傷を防ぐため、必要に応じて吸水槽の前に設けるものとする。沈砂池の流入部は、偏流を防ぐようにするものとする。

流水中の土砂はポンプの主要部の寿命を低下させる原因となるので、特に砂礫質の土砂がポンプに流入する恐れのある場合には、河川の状況等により必要に応じて沈砂池を設けるものとする。沈砂池を設置する場合の留意点は、以下のとおりである。

- ① 沈砂池の形状は、沈砂池は、吸水槽の導水路も兼ねるので、流れの方向や流速の急変は避け、均等な流速とし、偏流や死水の生じないよう方向、大きさ等を検討するものとする。
- ② 沈砂池の大きさおよび深さ等の諸元は、流水の流況、流入土砂の粒度を勘案し、ポンプの摩耗等の影響が生じないように設定するものとする。
- ③ 沈砂池は、地表面下深く築造され、土圧、揚圧力等の荷重が作用し、不同沈下の影響を受ける恐れがあるため、原則として堅固で水密な鉄筋コンクリート構造とする。
- ④ 沈砂池が長い場合、地盤が軟弱な場合、荷重や支持層が変化する場合には、必要に応じて適当な間隔に伸縮継手を設けるものとする。
- ⑤ 沈砂池は、一般に粒径が 0.3mm 以上の土砂を除去するものとして計画する。

3-1 設計

沈砂池は、設計荷重に対して安全な構造となるよう設計するものとする。

大型の沈砂池は、一般に擁壁と床版との組み合わせによる構造であるので、計算は擁壁と床版を分離して行うものとする。

擁壁は、転倒、滑動、支持力について検討するものとする。

床版は、施工時の自重および揚圧力に対する基礎の安全性について検討を行うものとする。

擁壁は、床版が洗掘、その他により破壊しても影響を受けないよう、原則として自立構造とするものとする。ただし、沈砂池の幅が小さく、擁壁と床版が一体構造の場合は、一体として検討を行うものとする。

4. 機场上屋

4-1 ポンプ室

ポンプ室は、次に示す内容を考慮して設計を行うものとする。

- ① ポンプ室の大きさは、「揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説」に準ずるものとするが、ポンプ台数、電気設備、附属設備、将来の増設、仮置場等を考慮して、決定するものとする。
- ② ポンプ運転時の防湿対策、騒音対策等が必要な場合には、適切な換気や防音構造を持つポンプ室を設けるものとする。
- ③ ポンプ室には、主ポンプ、付属設備、機器搬入口等を機能的に、かつ整然と配置するものとする。

出典：[3.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.1 (H9.10)P123

出典：[3-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.3.2 (H9.10)P133

一部加筆

出典：[4-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.4.1 (H9.10)P128

一部加筆

4-2 操作室、管理室等

排水機場には、適切な操作室、管理室等を設け、管理室は、操作室、電気室、ポンプ室等の監視に適当な位置に設けるものとする。

操作室は、原則として場内と場外設備全体をよく見渡せる位置に設けるものとする。また、配電盤等を格納する電気室は、換気と採光がよく、乾燥した場所で、乾燥、器具の点検、調整等が容易な広さを有するものとする。

4-3 設計

排水機場の上屋の設計は、建築基準法、同施行令、消防法等の関連法令および以下に示す仕様書等に準拠するものとする。

- ・「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）
- ・「建築工事共通仕様書（追補付 平成 11 年 4 月再編集版）」（建設大臣官房官庁営繕部）
- ・「機械設備工事共通仕様書および標準図」（建設大臣官房官庁営繕部）
- ・「電気設備工事共通仕様書および標準図」（建設大臣官房官庁営繕部）
- ・「建築工事標準仕様書・同解説」（日本建築学会）

5. スクリーン

ポンプ運転時に浮遊物が流入しポンプ運転に支障を与える恐れがある場合は、ポンプの保護と安全対策として、ポンプ吸込槽入口には、必要に応じてスクリーンを設けるものとする。ただし、人力除塵での対応が困難な場合に限って除塵機を設置するものとする。

除塵機で排除できない大きな流下物、園芸用のビニール等がある箇所にあつては、スクリーンの前方に必要に応じて杭やフロータを設けるものとする。

6. 角落し等

吸水槽の流入口には、吸水槽の除砂、スクリーンおよびポンプ設備の点検修理、土木構造物修理用の角落しのため、戸溝を設けるものとする。

7. 付属設備

機場には、必要に応じて付属設備を設けるものとする。

付属設備としては、以下に示すような施設が考えられる。

- ① ポンプ運転に必要な水位の検知と監視のための水位計、照明灯等
- ② 換気設備、消火設備、避雷針設備、冷暖房設備、飲料水設備等
- ③ 大容量の機場で公害規制等のある地域での内燃機関排気のための集合煙突設備
- ④ その他、ポンプ運転のための支援設備

出典：[4-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11. 2. 4. 2(H9. 10)P128

一部加筆

出典：[5.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11. 2. 6(H9. 10)P131

一部加筆

出典：[6.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11. 2. 7(H9. 10)P131

一部加筆

出典：[7.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11. 2. 9(H9. 10)P133

一部加筆

第3節 救急排水ポンプ（標準）

救急排水ポンプ設備は、比較的小規模な排水施設を対象として、ポンプ設備や電源設備等の可搬設備、運搬、据付機器および現地の固定設備より構成される。

救急排水ポンプ設備は、建設省と(社)河川ポンプ施設技術協会が開発したものであり、屋外で使えるように設計されているので、排水機場には機器を収納する建物は必要ない。また、ポンプ本体は、同じ周波数で使用する場合、異なる流域の排水機場でも運転できるように、コラムと呼ばれる揚水管部とポンプ本体の取付け部分の寸法は統一されており互換性がある。

1. 選定基準

救急排水ポンプの選定基準を、以下に示す。

- ① 2河川以上の内水頻発区間であって、可搬式ポンプにより機動的かつ効率的な排水が可能な地域を対象とする。
- ② 当該排水に必要なポンプの排水容量の規模が概ね $10\text{m}^3/\text{s}$ 以内であること。
- ③ 排水先河川の必要な流下能力が確保されていること。

2. 救急排水ポンプ設備の構成

救急排水ポンプ設備は、必要に応じて機器を運搬して使用することが大きな特徴である。

機器はトラックで運搬するものと固定しておくものの二種類に分けられる。トラックで運搬する機器は機動性を良くするために小型軽量化を第一とし、外形寸法もできるだけ統一している。排水機場に固定しておく機器は、コラムパイプ、吐出弁、吐出管等配管系が主であり、その他に水位計、接地装置等土木と一体になる機器である。

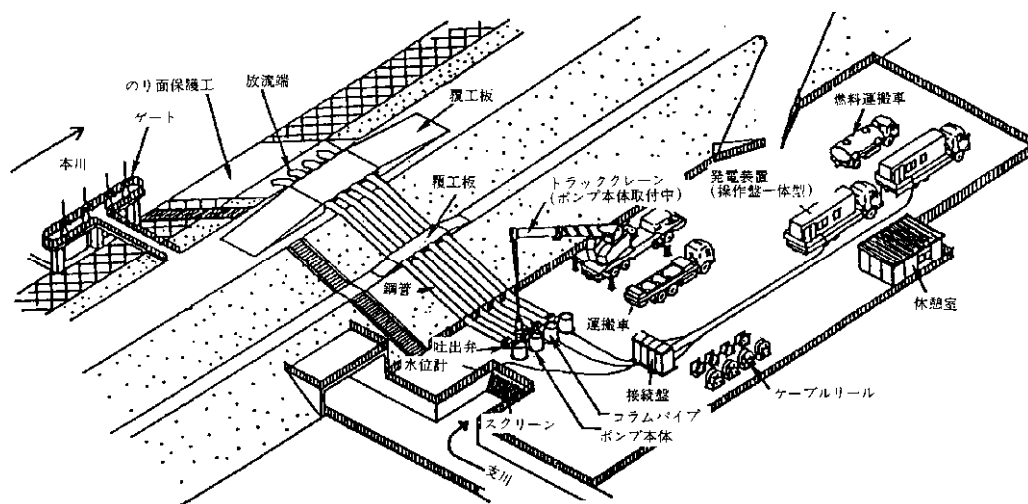


図3-2-1 救急排水ポンプ（水中ポンプ）の例

出典：[図 3-2-1]
改訂解説・河川管理施設構造令 第7章
図 7.7 (H12. 1) P270

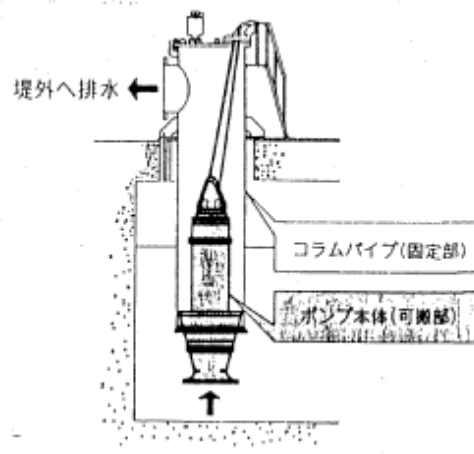


図3-2-2 ポンプ設備の構成

第4節 ポンプ設備の新技术（参考）

新技术の導入にあたっては、その信頼性や適合性について十分検討を行いその効果が達成できるよう留意する必要がある。

最近の新技术の内容を整理すると 表 4-1-1 に示すとおりである。

表4-1-1 最近の新技术

項目	内容		新技术
設備	ポンプの潤滑水系統簡素化		セラミックス軸受 無給水軸封装置
	冷却水系統の簡素化		管内クーラ、槽内クーラ
	主空 機冷 の化	原 動 機	ガスタービン駆動 ラジエータ冷却方式
		減 速 機	空冷減速機
	ポンプの高速小形化		救急排水ポンプ
	シンプル化		水中モータポンプ
			リフトポンプ
	操作・制御の合理化		運転支援装置、広域群 管理