



北海道

用排水路設計指針

令和5年4月

北海道農政部

用排水路設計指針の制定について

〔平成 20 年 3 月 28 日 事調第 1226 号〕
各支庁長あて農政部長

最終改正 令和 5 年 2 月 2 日 事調第 993 号

用排水路設計指針を次のとおり制定したので通知します。

なお、「用排水路設計指針の制定について」（平成 13 年 3 月 12 日付け設計第 1754 号農政部長通達）は廃止します。

記

- 1 用排水路設計指針
別添「用排水路設計指針（令和 5 年 4 月）」のとおり。
- 2 適用年月日
令和 5 年 4 月 1 日以降に実施設計を行うものに適用する。

（農村振興局事業調整課設計積算係 27-183）

用排水路設計指針目次

第1編	開水路	1
第2編	パイプライン	183
第3編	排水路	279
第4編	資料編	375

第1編 開水路

第1編 開水路 目次

第1章 総論

1.1 指針の主旨.....	1-1
1.2 用水路の定義及び適用範囲.....	1-1
1.3 用水路の分類.....	1-1
1.4 開水路形式の組織.....	1-2
1.5 設計の基本.....	1-3
1.5.1 設計の基本.....	1-3
1.5.2 水路組織の設計.....	1-3
1.6 設計の手順.....	1-4
1.7 関係法令の遵守.....	1-7
1.8 リサイクル計画.....	1-7
1.9 環境に配慮した用水計画.....	1-9
1.10 参考とすべき文献.....	1-9

第2章 調査

2.1 調査計画.....	2-1
2.2 調査項目.....	2-2
2.3 地形.....	2-2
2.4 地質・土質.....	2-3
2.4.1 調査方法.....	2-5
2.4.2 実施調査.....	2-13
2.5 気象・水文.....	2-15
2.6 立地条件.....	2-15
2.7 環境.....	2-16
2.8 補償.....	2-17

第3章 基本設計

3.1 総則.....	3-1
3.2 設計流量及び設計水位.....	3-1
3.3 水路形式による特性.....	3-1
3.4 路線選定.....	3-3
3.5 開水路形式の組織構成.....	3-4

第4章 水理設計

4.1 総則.....	4-1
4.2 許容流速.....	4-1
4.2.1 最小許容流速.....	4-1
4.2.2 最大許容流速.....	4-2
4.2.3 最大許容流速の検証.....	4-2
4.3 等流計算と粗度係数.....	4-3
4.3.1 平均流速公式.....	4-3
4.3.2 粗度係数.....	4-3
4.4 不等流の計算.....	4-4
4.4.1 不等流の計算.....	4-4
4.4.2 限界水深.....	4-5
4.4.3 不等流計算方法.....	4-6
4.5 損失水頭.....	4-7
4.6 水路断面.....	4-8

第5章 構造設計

5.1 総則.....	5-1
5.2 設計の基本.....	5-1
5.3 荷重.....	5-2
5.3.1 自重.....	5-3
5.3.2 水圧.....	5-3
5.3.3 浮力または揚圧力.....	5-4
5.3.4 土圧.....	5-4
5.3.5 自動車荷重.....	5-9
5.3.6 群集荷重.....	5-10
5.3.7 地震荷重.....	5-10
5.3.8 雪荷重.....	5-11
5.3.9 その他の荷重.....	5-15
5.3.10 上載荷重.....	5-15
5.4 基礎の検討.....	5-18
5.4.1 検討の基本方針.....	5-18
5.4.2 基礎形式の選定.....	5-20
5.4.3 直接基礎工法の検討.....	5-21
5.4.4 地盤改良工法の検討.....	5-26
5.4.5 杭基礎工法の検討.....	5-28
5.4.6 直接基礎軟弱地盤対策工法.....	5-34
5.5 部材の設計.....	5-36

5.5.1	設計手法.....	5-36
5.5.2	許容応力度.....	5-37
5.5.3	限界状態設計法.....	5-39
5.5.4	耐震設計の考え方.....	5-43

第6章 開水路の設計

6.1	総則.....	6-1
6.2	プレキャストコンクリート水路.....	6-2
6.2.1	計算手順.....	6-2
6.2.2	プレキャストコンクリート水路の種類.....	6-3
6.2.3	標準規格.....	6-3
6.2.4	構造設計.....	6-7
6.2.5	基礎工及び裏込工.....	6-7
6.2.6	構造細目.....	6-16
6.2.7	暗渠工.....	6-17
6.2.8	落差工.....	6-18
6.3	現場打ちフルーム.....	6-19
6.3.1	計算手順.....	6-19
6.3.2	部材寸法.....	6-20
6.3.3	外力の計算.....	6-20
6.3.4	部材の設計.....	6-22
6.3.5	杭基礎とする場合の構造検討.....	6-22
6.3.6	基礎工及び裏込工.....	6-25
6.3.7	構造細目.....	6-26
6.3.8	配筋細目.....	6-30

第7章 安全・管理施設

7.1	総則.....	7-1
7.2	安全施設.....	7-1
7.2.1	設計の諸条件.....	7-1
7.2.2	防護柵.....	7-3
7.2.3	防護蓋.....	7-4
7.2.4	マンホール.....	7-5
7.3	管理施設.....	7-6
7.3.1	管理用道路.....	7-6
7.3.2	除塵施設.....	7-7
7.3.3	量水標.....	7-8

第 8 章 保全管理

8.1	総則	8-1
8.2	機能と性能	8-4
8.2.1	農業用排水施設の機能と性能	8-4
8.2.2	性能の管理	8-4
8.2.3	機能診断調査	8-6
8.3	機能診断評価	8-10
8.4	補修・補強工法	8-12
8.4.1	補修工法	8-12
8.4.2	補強工法	8-14
8.4.3	補修・補強材料	8-16
8.5	対策工法選定に当たっての留意事項	8-17
8.6	補修・補強に関する施設設計上の留意事項	8-17
8.7	関係機関との合意形成	8-18

第1章 総論

第1章 総論 目次

1.1	指針の主旨.....	1-1
1.2	用水路の定義及び適用範囲.....	1-1
1.3	用水路の分類.....	1-1
1.4	開水路形式の組織.....	1-2
1.5	設計の基本.....	1-3
1.5.1	設計の基本.....	1-3
1.5.2	水路組織の設計.....	1-3
1.6	設計の手順.....	1-4
1.7	関係法令の遵守.....	1-7
1.8	リサイクル計画.....	1-7
1.9	環境に配慮した用水計画.....	1-9
1.10	参考とすべき文献.....	1-9

第1章 総論

1.1 指針の主旨

本指針は北海道の農業農村整備事業における用排水路の計画設計に当たって、必要となる標準的事項について、基本的な考え方を示すものであり、本編は用水路を対象とする。

(1) 用排水路の設計は、本指針に定められた基本的な事項を遵守し、個々の設計及び施工の際には、その目的、位置、規模、自然条件、社会的諸条件及び施工条件等の実情に即し、かつ、環境との調和や景観に配慮し適切に行わなければならない。

用排水路の計画設計における一般的、基本的な事項については、次の基準に準拠する。

「土地改良事業計画設計基準 設計 水路工」(平成 26 年 3 月 農林水産省農村振興局)

「土地改良事業計画設計基準 設計 パイプライン」(令和 3 年 6 月 農林水産省農村振興局)

「土地改良事業計画設計基準 計画 排水」(平成 31 年 4 月 農林水産省農村振興局)

(2) 本指針は、北海道の地域性を考慮し、設計技術者が用排水路の新設または改修の計画設計に当たって、必要となる標準的事項についてその考え方・配慮すべき点を定めたものである。

標準事項とは、用排水路の必要な水理機能を確保し、構造的条件に対応する事項を示す。

(3) 用排水路の設計を行う上で必要となる標準的事項のうち、この指針で定めていない事項については、現地の個別の諸条件を反映して関連する技術書等を参考にしながら、的確な判断により決定することがそれぞれの設計技術者に求められる。参考とすべき文献を「1.10 参考とすべき文献」に明示した。

1.2 用水路の定義及び適用範囲

本編が対象とする用水路は、農業用水の流送を主目的として設置する開水路に適用する。

本編が対象とする用水路の規模は、用水量で $0.1\sim 3.0\text{m}^3/\text{s}$ 程度を流下し得る開水路を適用可能とする。これより小規模な用水路については、特に調査、設計方法及び経済性等について検討し、支障のない場合、本指針の事項を簡素化または省略することができる。

一方、大規模な用水路については、水利用形態と水理特性等に応じた水路機能の維持及び安全性の確保等の特別な検討が必要であり、前述基準による他、別途の検討が必要となる。

1.3 用水路の分類

用水路は、系統及び形式により次のように分類する。

(1) 形式による分類 開水路形式、管水路形式、複合形式

(2) 系統による分類 幹線水路、支線水路、小用水路

(1) 形式による分類

用水路の主要部分の水理特性及び構造等から「開水路形式」、「管水路形式」、これらを組合わせた「複合形式」に分類される。

① 開水路形式

開水路形式は、自由水面を持つ水路を主体とする水路組織で、開水路、暗渠、トンネル、サイホン等により構成される。また、サイホン等のように自由水面を持たない管水路が部分的に介在する場合も開水路形式と呼ぶ。

② 管水路（パイプライン）形式

管水路形式は、自由水面を持たない内水圧を受ける管水路（パイプライン）を主体とする形式の水路組織で、機構的には上流から末端まで閉塞管路で連続したクローズタイプと、管水路の途中または末端に自由水面を有するスタンドを設置したオープンタイプ等がある。

③ 複合形式

複合形式は、開水路形式と管水路形式を組合わせた水路組織で、幹線系の水路で上流が開水路で下流が管水路になるような場合がある。

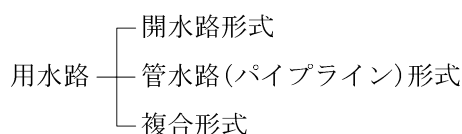


図-1.3.1 用水路の形式

(2) 系統による分類

水源取水地点から主要かんがい地域に用水を流送する基幹的な水路を「幹線用水路」、これから分岐して各かんがい区域に流送する水路を「支線用水路」、ほ場内に直接給配水する水路を「小用水路」に分類される。また、幹線用水路のうち水源取水地点から調整池、大分水工、主要幹線用水路等へ導く水路を「導水路」、支線水路のうち二次的、三次的に分岐する水路を「派線水路」、「分線水路」と称呼することもある。

1.4 開水路形式の組織

開水路形式の組織は、次の施設から構成され、これらが合理的かつ有機的に組合わされた一連の系として、一体となってその機能を発揮するよう十分配慮しなければならない。

- (1) 通水施設
- (2) 分水施設
- (3) 量水施設
- (4) 調整施設
- (5) 保護施設
- (6) 安全施設
- (7) 管理施設
- (8) 附帯施設

(1) 通水施設

通水施設は、水を流送するための水路組織の主要部分を構成する施設で、水理条件及び構造等により開水路形式と管水路形式に大別され、さらに開水路形式の水路には開水路、トンネル、暗渠、水路橋、サイホン、落差工、急流工等がある。

(2) 分水施設

分水施設は、幹線用水路から支線用水路へ、もしくは支線用水路からほ場内小用水路へ用水をその必要量に応じて調整配分するための施設である。

(3) 量水施設

量水施設は、用水利用の効率化を図るため通水量を計測、記録する施設で、一般には分水施設と組合わせて分水量を確認し、合理的な配水を行うために配置される。

(4) 調整施設

調整施設は、水路の分水及び合流等の機能、もしくは水路の安全性を確保するため、水路内の水位、水圧、流速、流量を調整する施設で、水位・流量調整施設、余水吐、放水工、調圧施設等がある。

(5) 保護施設

保護施設は、通水施設の水路諸施設自体を機能的、構造的に保護するための施設で、横断排水構造物、流入出構造物、排水溝、法面保護工等がある。

(6) 安全施設

安全施設は、水路管理者及び第三者の安全性を確保するための施設で、手すり、救助ロープ、梯子、標識等である。

(7) 管理施設

管理施設は、水管理及び水路諸施設の維持管理のための施設で、水管理施設には観測施設、制御施設、通信施設があり、維持管理のための施設として管理所、除塵施設、管理用道路等がある。

(8) 附帯施設

附帯施設は、水路の新設または改修に伴い、既設の他施設等の機能を確保するための補償的性格施設であり、橋梁その他横断構造物がある。

1.5 設計の基本

用水路の設計は、その目的、立地条件等を的確に把握した上で行うものとし、一連の系として必要な機能を確保し安全で合理的な水管理ができ、かつ経済的な施設となるように行うとともに、環境との調和に配慮して行わなければならない。

1.5.1 設計の基本

用水路の設計は、水路組織全体が一つのシステムとして機能するよう、必要な水の流送、配分及び合流等が確実かつ効率的に行われ、安全で合理的な水管理及び施設管理が可能となるようにしなければならない。また、用水路の建設及び管理が経済的となるよう総合的な検討を行わなければならない。

水路始点の水位は、水源の位置と種類によって定まり、流送の始点となる設計水位を設定する。一方、受益地の水位は、耕地の標高、耕区の配置、かんがい方法等により用水路の位置、用水量、水位が決まり、受益地に配水する水路の位置、流量、水位の計画が策定される。

用水の流送に必要な有効水頭は、水源の水位と末端水路の必要水位（水頭）とを結ぶ線である。これを基に水路の送配水機能、安全性、建設費と維持管理費の経済性、周辺との環境調和等に考慮しつつ、工種ごとに水頭配分を行い、水路組織の最適設計を行う。また、自然圧で流送が不可能な末端高位部には加圧施設を検討する。

1.5.2 水路組織の設計

水路組織の設計においては、必要な水位または水圧を確保した上で、水配分計画に応じて必要量を適正かつ合理的に流送するため、適切な水管理が可能なシステムとなるよう検討しなければならない。

① 水管理方式の設定

水管理方式には供給主導型、半需要主導型及び需要主導型の各方式があり、これら水管理方式の設定に当たっては、末端用水使用条件や水路形式、水源の形態等を総合的に検討し、その地域に適合する方式を選定しなければならない。

② 水位・流量調整機能と制御方式の設定

水位・流量調整方式には上流水位制御方式、下流水位制御方式及び貯留量制御方式等があり、各方式別に適用条件が異なることから、制御方式の検討に当たっては水路の水管理方式、流量制御方式、施設管理形態並びに操作損失等に関する総合評価を行って適切な方式を選定しなければならない。

③ 用水到達時間の把握と送配水管理用水の節減方法

水資源の効率的運用のためには、送配水管理用水の節減対策を検討する必要がある。この場合、用水到達時間の把握が重要な意義を持ち、水管理方式、水位・流量調整方式、さらに調整池その他の貯留機能等の総合的な検討が必要である。また、圧力系管水路の用水路では幹線水路、支線水路、小用水路等の圧力及び水位と流量調整機能とが整合のとれたものとなっていることが必要である。

④ 用水需要と供給の調整方法

高度化、多様化する農業に対応するため、大きな需要変動の生ずる水路系では、組織として送配水の変動を吸収し、水利用効率を高める対策を検討する必要がある。

⑤ 分水量の適正配分方式

用水路で最も重要な制御施設の一つである分水施設に関して、分水機能上適切な流量制御方式を上流から下流まで一貫して検討し、公平かつ適正な配分が行われるように計画する必要がある。このためには、開水路形式の用水路では、分水施設形式と水管理方式及び幹線水路の水位・流量調整機能とが整合のとれたものとなっていることが必要である。

⑥ 水路施設の安全と維持管理機能

水路の維持管理機能は、水路施設の維持保全や、安全管理並びに水利施設の操作運用管理に分けられるが、水路組織の設計において、これら維持管理機能の適正な運用を図ることを目的とした、水路形式や水位・流量制御方式の選定、水管理方式の選定や放水工・余水吐等の適切な配置及び耐震性を含む施設の安全性確保、さらに将来の水路施設の維持保全や安全対策等の費用の軽減等を視野に入れた、慎重で総合的検討が重要である。

1.6 設計の手順

用水路の設計は、現地の自然的、社会的諸条件を基にして、骨格となるものから順次細部のものへと適切かつ合理的な手順で行わなければならない。

用水路の設計は、次の手順で行うことを原則とするが、それぞれの段階の作業は、相互に整合をとりながら合理的に進めなければならない。

① 現地条件及びかんがいの基礎諸元の把握（調査）

② 水路組織の設計（用水系統の検討、設計流量、設計水位、水路形式、水管理方式の選定、路線選定、工種選定、水位・流量調整機能の検討、水頭配分等）

③ 施設設計（水理設計、構造設計、施工図面の作成、数量計算）

また、各段階において、採用し得る複数の案が考えられる場合には、適宜、総合的な比較検討を行い、その結果から最適なものを選定しなければならない。

用水路設計の標準的な作業手順を図-1.6.1に示す。

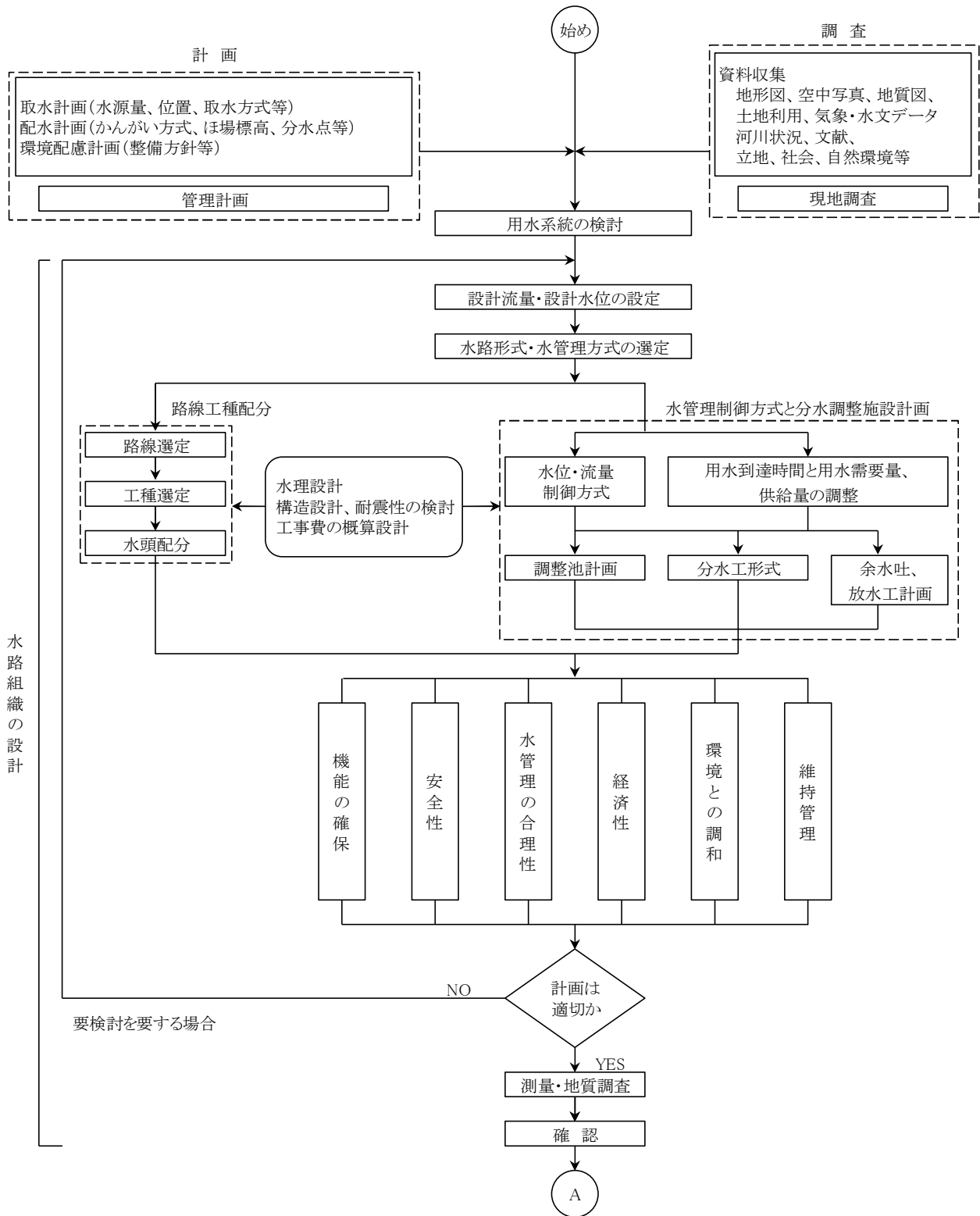


図-1.6.1 用水路設計のフローチャート(1)

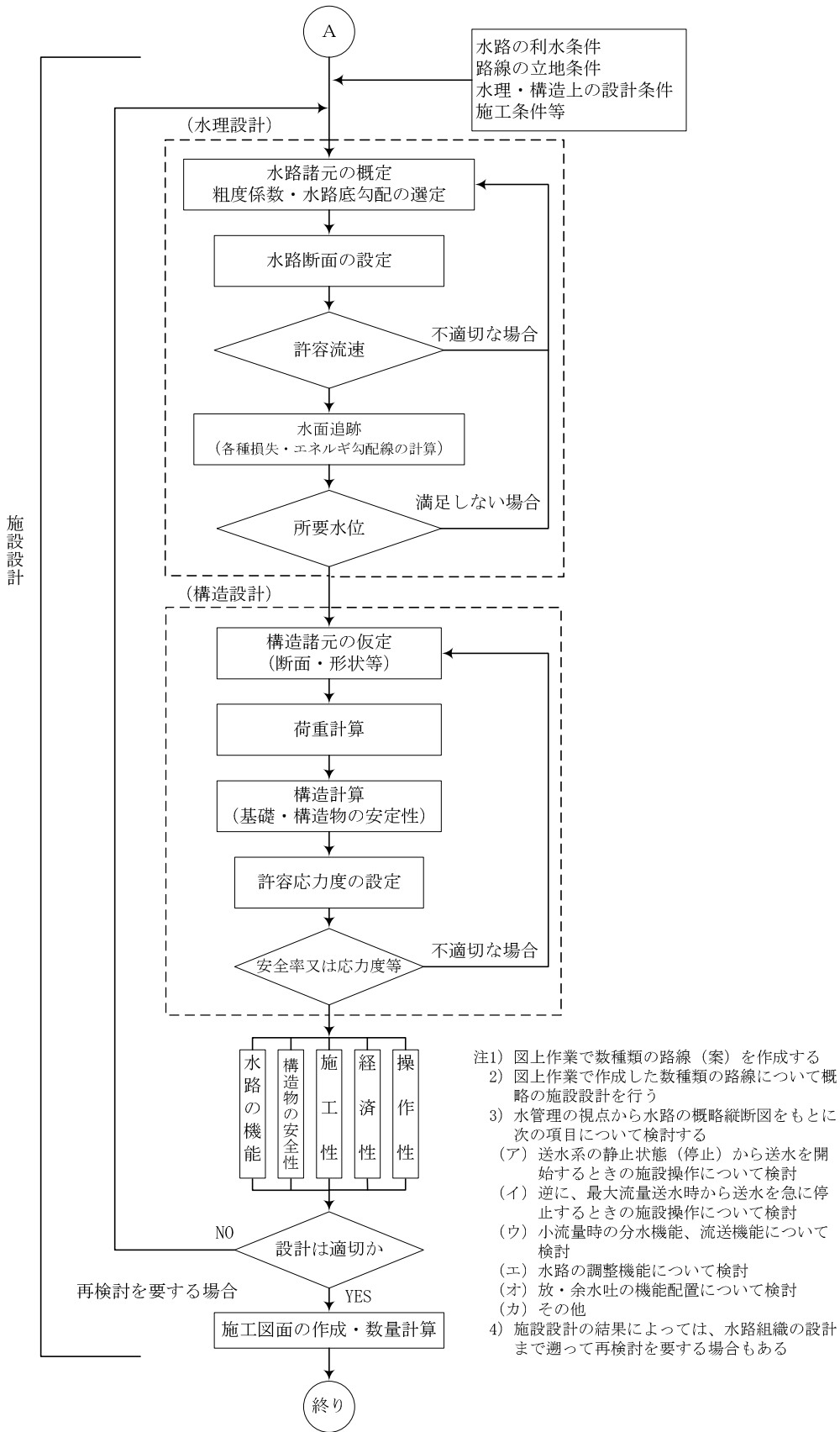


図-1.6.1 用水路設計のフローチャート (2)

1.7 関係法令の遵守

設計に当たっては、関係法令等を遵守するとともに、関連する計画と整合を図らなければならない。

水路構造物の位置及び工事の内容によっては河川法、道路法及び環境保全を目的とする各種の法令等に関する規制を受けるので、設計に当たっては、関係機関と事前に協議し、関係法令等の規定に基づいて設計しなければならない。また、水路の設計に当たっては、水路施設計画に関連する河川・道路等の施設整備計画及び各種土地利用計画等と整合がとれるよう調整を行わなければならない。

詳細については、「土地改良事業計画設計基準 設計 水路工 4-1」による。

1.8 リサイクル計画

建設事業の計画・設計段階から施工段階までの各段階、積算、完了の各執行段階において、リサイクル計画書を作成する。

平成14年に施行された「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」（建設リサイクル法）により、建設工事から発生する特定建設資材が廃棄物として発生することを積極的に抑制し、再使用、再利用することが義務付けられている。

従って、公共工事の設計時並びに施工時、工事完成時の各段階においては「建設副産物適正処理マニュアル」に準拠しリサイクル計画書を作成する。

(1) 建設副産物

建設副産物とは、建設工事に伴い副次的に得られる物品であり、再生資源及び廃棄物を含むものである。

再生資源とは、副産物のうち有用なものであって原材料として利用することができるものまたはその可能性のあるものであり、例えばコンクリート塊は廃棄物であると共に、再生資源としても位置付けられるものである。また、建設発生土は再生資源であるが廃棄物ではない。

建設副産物の発生・減量化・再資源化等の検討・調整状況を図-1.8.1に示す。

(2) 発注者の責務

建設工事等における発注者は、「建設副産物適正処理推進要綱」により建設副産物の発注の抑制及び再使用並びに再生利用の促進に努め、再使用並びに再生利用できない廃棄物については、減量化に努めるとともに、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」により適正に処理しなければならない。

従って、計画、設計の段階においては、建設副産物の発生抑制・減量化を図る設計に努めるとともに、再資源化等の利用促進について検討を行い、リサイクル計画書の作成を原則とする。

(3) 建設副産物の再利用・適正処理

建設副産物の再利用等にあたっては、現場内の利用・減量化に努めるとともに、「建設副産物適正処理マニュアル」に準拠し、下記の建設副産物についての処理・再利用フローにより適正に処理するものとする。

- | | | | |
|-----------|------------------|---------|--------------|
| ① コンクリート塊 | ② アスファルト・コンクリート塊 | ③ 抜根・伐木 | |
| 建設発生土 | ⑤ 泥土・建設泥土 | ⑥ すき取り土 | ⑦ コンクリート二次製品 |
| ⑧ 鋼製品等 | ⑨ アスベスト（石綿） | | |

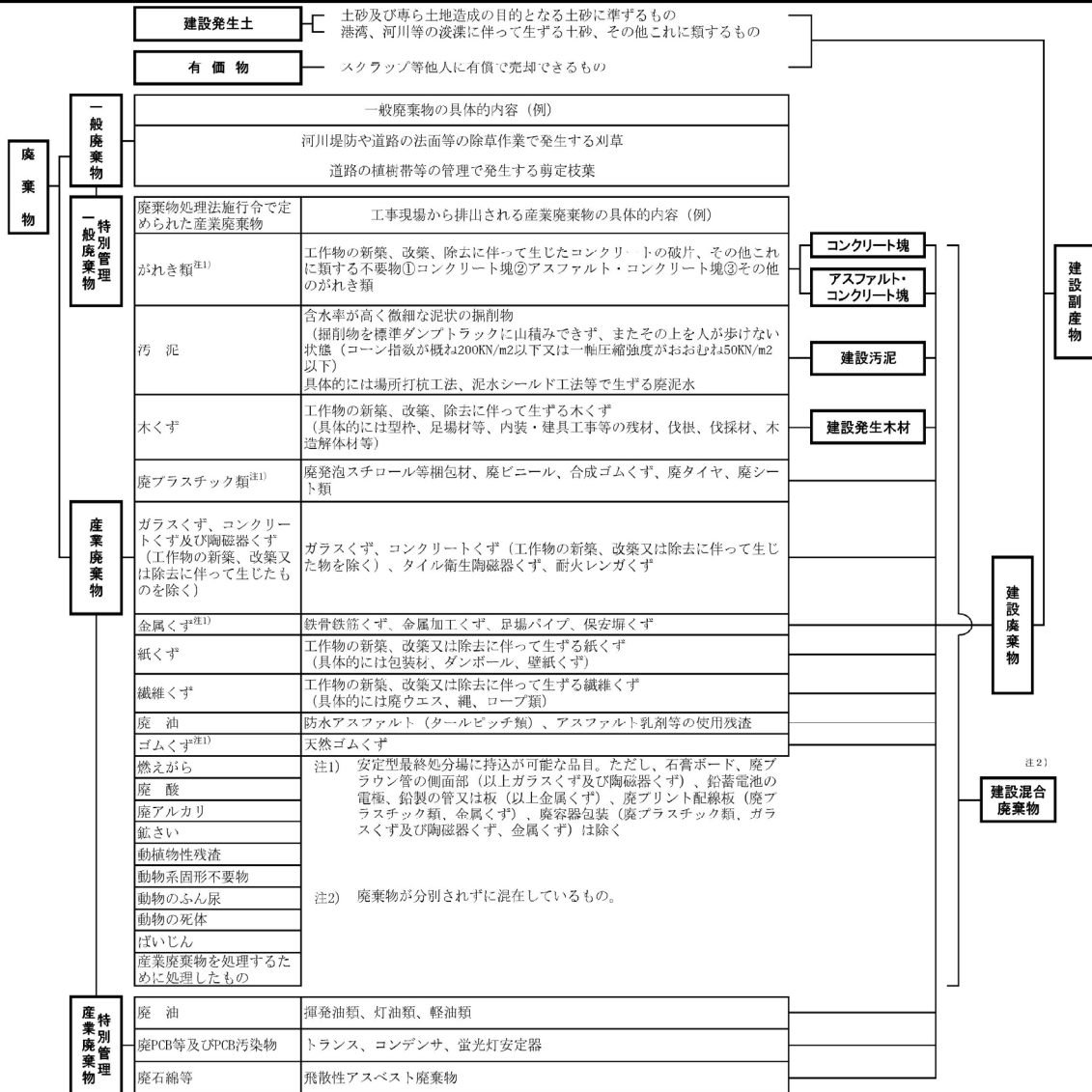
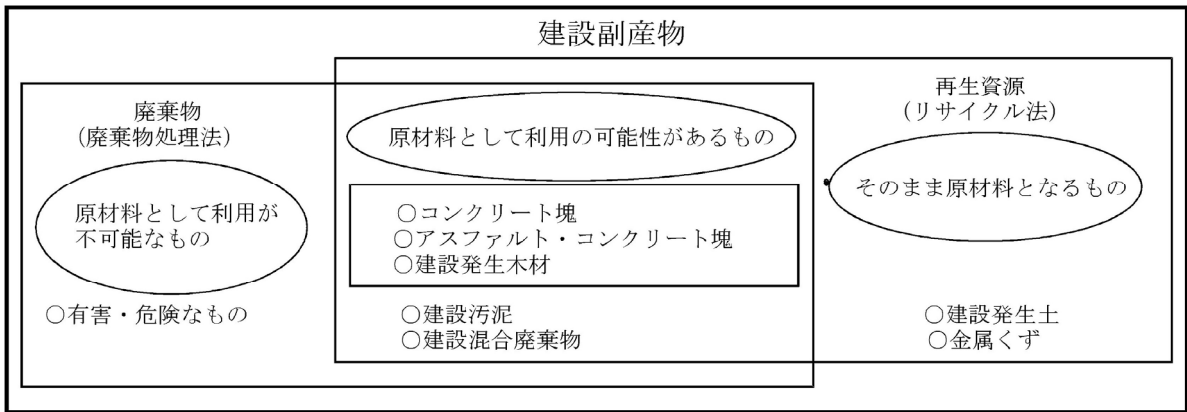


図-1.8.1 建設副産物

建設副産物適正処理マニュアルより

1.9 環境に配慮した用水計画

水路の調査計画、設計に当たっては、地域の実情に応じた環境との調和に配慮し行わなければならない。

環境との調和に配慮した水路設計の考え方として、地域の文化、風土に根ざした各地の特性に加え、地域の土地利用に応じた水路の機能分類に基づいて、親水性、生態系保全、景観、水質浄化、その他の目的を的確に把握し、真にその地域の整備目的に合致する計画のもと、地域の利用者、管理者との合意の基に設計を行う。

1.10 参考とすべき文献

本指針に示されていない事項は、下記の基準、指針、示方書等を参考とすること。

(1) 水路全般

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 「土地改良事業計画設計基準 設計 水路工」 | (平成 26 年 農林水産省農村振興局) |
| 「土地改良事業計画設計基準 設計 パイプライン」 | (令和 3 年 農林水産省農村振興局) |
| 「土地改良事業計画設計基準 設計 ポンプ場」 | (平成 30 年 農林水産省農村振興局) |
| 「土地改良事業計画設計基準 計画 排水」 | (平成 31 年 農林水産省農村振興局) |
| 「土地改良事業計画設計基準 計画 ほ場整備 (水田)」 | (平成 25 年 農林水産省農村振興局) |
| 「土地改良事業設計指針 耐震設計」 | (平成 27 年 農林水産省農村振興局) |
| 「寒地フルーム水路設計施工要領」 | (平成 10 年 北海道開発局農業水産部) |
| 「農業水利施設の長寿命化のための手引き」 | (平成 27 年 農林水産省農村振興局) |
| 「農業水利施設の機能保全の手引き」 | (平成 27 年 農林水産省農村振興局) |
| 「農業水利施設の機能保全の手引き (パイプライン)」 | (平成 28 年 農林水産省農村振興局) |
| 「農業水利施設の機能保全の手引き (開水路)」 | (平成 28 年 農林水産省農村振興局) |
| 「農業水利施設の機能保全の手引き (頭首工)」 | (平成 28 年 農林水産省農村振興局) |
| 「農業水利施設の機能保全の手引き (頭首工 (ゲート設備))」 | (平成 22 年 農林水産省農村振興局) |
| 「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】(案)」 | (平成 27 年 農林水産省農村振興局) |
| 「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【パイプライン編】(案)」 | (平成 29 年 農林水産省農村振興局) |
| 「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【水路トンネル編】」 | (令和 3 年 農林水産省農村振興局) |

(2) コンクリート

- | | |
|----------------------------|----------------|
| 「2017 年制定コンクリート標準示方書【設計編】」 | (平成 30 年 土木学会) |
|----------------------------|----------------|

(3) その他

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| 「よりよき設計のためにここが知りたい Q&A」 | (平成 15 年 農林水産省農村振興局) |
| 「道路橋示方書・同解説 I 共通編、IV 下部構造編」 | (平成 29 年 日本道路協会) |
| 「道路土工要綱」 | (平成 21 年 日本道路協会) |
| 「道路土工—カルバート工指針」 | (平成 22 年 日本道路協会) |
| 「建設副産物適正処理マニュアル」 | (平成 14 年 北海道農政部) |

「農道設計指針」

(令和2年 北海道農政部)

「現場技術者のための設計のチェックポイント(案) -水路工・パイプライン編」

(平成15年 土地改良測量設計技術協会)

※記載年は、文献の制定又は発刊年であるため、改正等が行われている場合は、最新のものを参考とすること。

第2章 調査

第 2 章 調 査 目 次

2.1	調査計画	2-1
2.2	調査項目	2-2
2.3	地形	2-2
2.4	地質・土質	2-3
2.4.1	調査方法	2-5
2.4.2	実施調査	2-13
2.5	気象・水文	2-15
2.6	立地条件	2-15
2.7	環境	2-16
2.8	補償	2-17

第2章 調 査

2.1 調査計画

調査は、水路の路線選定、工種、施設設計、施工方法及び管理計画の検討に必要な基礎資料を得るために行うものである。従って、調査はその初期の段階から系統的に計画性を持って実施することが望ましい。

(1) 各調査段階に対応した調査の手順を図-2.1.1に示す。

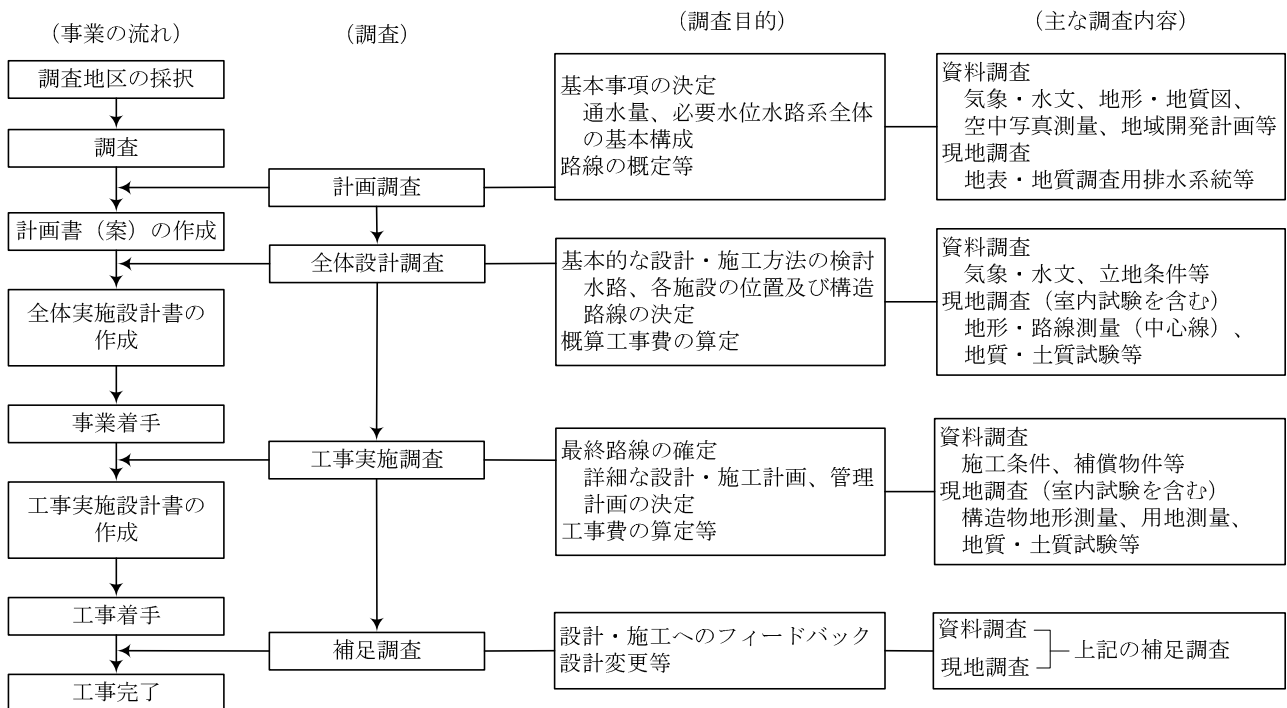


図-2.1.1 調査の手順

(2) 調査の段階は、①計画調査、②全体設計調査、③工事実施調査、④補足調査の4段階に分類される。

① 計画調査

計画調査は、水路系の基本的計画を概定するために行う調査で、気象・水文、地形、地質、立地条件等について、既存の資料等を広い角度から検討するとともに、現地踏査やその他必要な調査を併用して、数種の候補路線の策定とその比較検討により、2~3案の路線を概定する。

② 全体設計調査

全体設計調査は全体実施設計等を行うための調査で、計画調査で概定された路線の決定、基本的な設計・施工及び概算工事費等の検討に必要な資料を収集するための測量、現地調査、土質試験等を行い、この段階で水路の最終的な基本計画を策定する。

全体設計調査は、必要となる場合について実施する。

③ 工事実施調査

工事実施調査は、工事の実施設計を行うための調査で、全体設計調査結果に基づき詳細な設計、工事費の算出及び施工計画の検討に当たって必要な資料を収集するための測量、現地調査、土質試験等を行う。

④ 補足調査

補足調査は、工事着手後、当初の想定と大幅に異なる現場条件、不測の事態が生じた場合、自然的または社会的条件により水路構造物の位置や構造物の再検討が必要な場合において、更に詳細な調査が必要な事項について所要の資料を得るための調査である。

2.2 調査項目

水路の計画及び建設に当たって、調査は、段階ごとに必要となる調査項目を事前に設定し、適切な手順と方法により合理的かつ効率的に調査を行う。

設計・施工に関する調査項目としては次の項目があげられる。

- ① 地形
- ② 地質・土質
- ③ 気象・水文
- ④ 立地条件（社会的条件、施工条件、環境条件）
- ⑤ 環境（自然、社会生活）
- ⑥ 補償

2.3 地形

地形調査及び測量は、各種地形図の収集や位置と高さの基準を定める基準点測量、地形図、または平面図を作成する地形測量並びに構築物建設のための設計等に用いられる路線測量、用地測量等を行う。

作成する地形図、縦横断面図の種類、範囲の標準は、**表-2.3.1**に示すとおりである。

表-2.3.1 測量図の作成の標準

測量図	測量の方法	測量の範囲	縮尺	等高間隔	測点間隔	備考
地形図	空中写真測量等	関係地域全体	1/5,000 ～ 1/1,000	2.0～1.0m		測量作業方法、精度は「北海道公共測量作業規程」による。 縦断面図（水平）の縮尺と平面図の縮尺を合わせ、同一図面上に表すと便利である。 排水路の等高線間隔は、湛水深、湛水量、湛水面積等把握のため、少なくとも0.5m程度にする必要がある。
平面図	路線測量 中心線測量 縦横断 〃 平面 〃	路線測量 30～100m 程度	1/1,000 ～ 1/200	用水路 1.0m 排水路 0.5m	100～50m 程度	
縦断面			1/1,000 ～ 1/100			
横断面			1/200 ～ 1/100			
構造物平面図			1/200 ～ 1/50			
用地図	用地測量					

2.4 地質・土質

地質及び土質調査は、水路路線の位置・工種・構造物の形式・施工方法等、設計・施工を実施するために必要な調査であり、調査実績に当たっては十分留意して行わなければならない。

- (1) 地質及び土質調査は、①計画調査、②全体設計調査、③工事実施調査、④補足調査の各段階に応じて、資料調査や現地踏査の結果から路線決定、工種決定等の目的に沿って調査項目を整理し、調査方法、試験方法等の調査計画を立て合理的に実施することが大切である。
- (2) 各調査段階別の標準的な地質・土質調査フローチャートを図-2.4.1に示す。

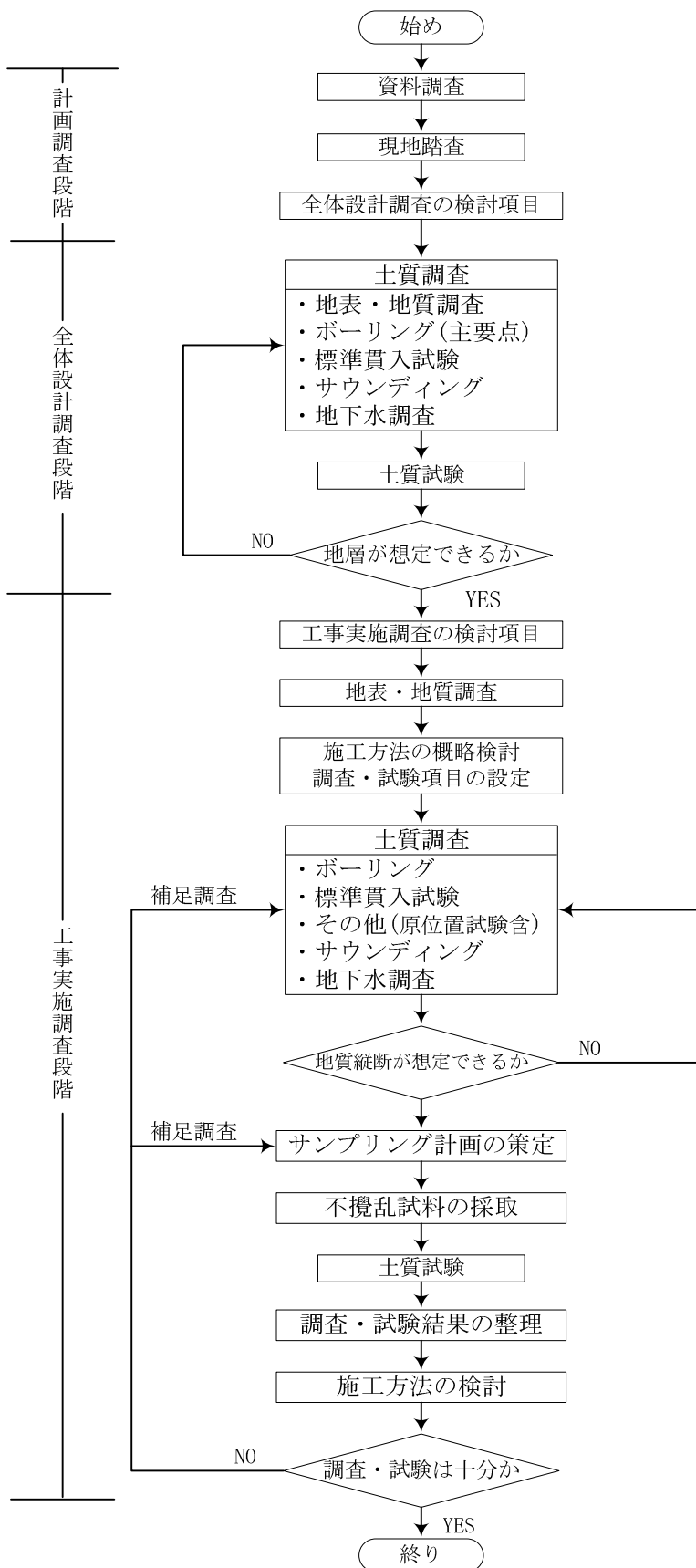


図-2.4.1 標準的な地質・土質調査フローチャート

(3) 計画調査時の資料調査は、全体設計調査以降の調査を有効、的確に進めるために、必要に応じて以下の①～⑧の資料を収集する。

- ① 地質図（独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター1/50,000、1/75,000、1/200,000等）
- ② 地盤図（北海道地方土木地質図編纂委員会 1/25,000等）
- ③ 土性図（各農業試験場 1/200,000等）
- ④ 土質調査記録
- ⑤ 工事の記録、管理記録
- ⑥ 井戸、地下水に関する記録
- ⑦ 災害に関する記録
- ⑧ 環境に関するデータブック、地方自治体出版環境保護条例集等

2.4.1 調査方法

実施における調査方法は、水路の目的、工種、土質、規模、重要度に応じて下記のものから選定する。

- (1) サウンディング（貫入試験等）
- (2) オーガーボーリングによる試料採取
- (3) 機械ボーリングによる試料採取及び標準貫入試験
- (4) 物理地下探査（弾性波探査、電気探査、物理検層等）
- (5) テストピット、トレンチ、切取り等による観察と試料採取
- (6) 現場透水試験（回復法、注水法）
- (7) 土の物理的性質及び力学的性質試験

(1) サウンディング

サウンディングは、ロッドに付けた抵抗体を地中に挿入し、貫入、回転及び引抜き等の抵抗から土層の性状を探查する調査方法である。地質構造のみを知るだけでなく、試験値から土の性質を間接的に概略推定できる場合もある。また、これらの調査は他の調査（ボーリング）と併用するものもある。一般的には、調査ボーリングを併用した標準貫入試験が多用される。また、軟弱地盤の場合は、二重管コーン貫入試験あるいはスウェーデン式サウンディング試験が経済的であり、広範囲の調査に適している。

サウンディングの種類と適応土質は**表-2.4.1**、**表-2.4.2**による。

詳細については、「地盤調査の方法と解説」（公益社団法人地盤工学会）を参照。

表-2.4.1 サウンディングの種類

名 称	貫入方式	抵抗部分の型式	接続ロッド	ボーリングの要・不要	測定の連続性	測定する量
標準貫入試験	測定重量のハンマーによる動的貫入	標準試験用サンプラー (スプリットバーレル型サンプラー) 外径 51 mm 内径 35 mm 全長 81cm	単管のボーリング用ロッド φ 40.5 mm	要 (測定深さまで)	不連続 最小測定間隔は 50cm	63.5kg のハンマーを 760mm 自由落下させ、抵抗部分が 300mm 貫入するのに要する打撃回数。これを通常 N 値と呼んでいる。
土研式円すい貫入試験 (道路用)	規定重量の重錘による動的貫入	コーン角 60 度 コーン外径 30 mm コーン断面積 7.06 cm ²	単管 φ 25 mm	不 要	連 続	5kg のハンマーを 500mm 自由落下させ、貫入量 100 mm 毎の打撃回数。通常これを N_d と呼んでいる。
ポータブルコーン貫入試験	人力による静的貫入	コーン角 30 度 コーン断面積 645 mm ²	単管(φ 16 mm)及び二重管(外径 φ 22 mm、内管 φ 13 mm)	不 要	連 続	人力によりコーンを静的貫入するときのコーン断面積あたり抵抗値。 q_c (kN/m ²) (コーン支持力)
スウェーデン式サウンディング試験	規定重量の重錘を載荷したときの静的貫入及び重錘を載荷した状態で人力による回転を与えたときの貫入	スクリーポイント φ max=33 mm	単管 φ 19 mm	不 要	連 続	50, 150, 250, 500, 750 1000N 載荷による貫入沈下量 (W_{sw}) 1000N 載荷状態における換算貫入沈下量 1m 当りの半回転数 (N_{sw})
オランダ式二重管コーン貫入試験	静的貫入	マントルコーン コーン角 60 度 コーン断面積 1000 mm ² (フリクションスリーブ付のものもある)	二重管外管 φ 36 mm	不 要	連 続	コーン支持力 q_c (kN/m ²) および局部周面摩擦 f_s (kN/m ²) (ただし f_s はフリークッションスリーブによる)。
三成分コーン貫入試験	静的貫入	コーン角 60 度 コーン断面積 1000 mm ²	単管 φ 35.7 mm	不 要	連 続	コーン先端抵抗 q_c (kN/m ²) および周面摩擦 f_s (kN/m ²) と押し込み時間げき水圧 u_d (kN/m ²)

表-2.4.2 サウンディングの適応土質

名 称	測定値と土性との関連	適 応 土 質	有 効 深 さ	特 徴	備 考
標準貫入試験	砂の相対密度、砂の内部摩擦角、砂地盤の沈下に対する許容支持力、粘土のコンシステンシー、粘土の一軸圧縮強さまたは粘着力、粘土の破壊に対する許容支持力、杭に対する地盤の許容支持力	玉石を除くあらゆる土。ただし極めてやわらかい粘土、PEATでは $N=0$ となることが多く強度の相対的な差異を明確に判断し難い。	基本的に制限なし。	抵抗部分がサンプラーなのでサウンディングの役割のほかに、試料採取観察ができる。そのためテストボーリングのほとんどの場合に併用される。砂、砂礫、中位以上にかたい粘土のサウンディングに適する。	JIS A1219 (2013)
土研式円すい貫入試験 (道路用)	道路路床、路盤の相対的支持力強度、支持力値	玉石を除くあらゆる土。ただし極めてやわらかい粘土、PEATなどは強度の差異を明確に判断し難い。	4~5m	簡易なので極めて迅速に操作できる。	JGS 1433 (2012)
ポータブルコーン貫入試験	粘土一軸圧縮強さまたは粘着力	ごくやわらかい粘土粘性土PEATなど。	5m程度	簡易なので極めて迅速に操作できる。粘性土の粘着力推定、土工におけるトラフィカビリティー推定などに用いられる。	JGS 1431 (2012)
スウェーデン式サウンディング式試験	粘土の一軸圧縮強さまたは粘着力一般土の N 値などに関連づけの試みがなされている	玉石を除くあらゆる土。ただし礫は困難。	15m程度	やわらかい粘土、ゆるい砂質土層の層厚確認に有効。テストボーリングの地点間の補助調査に有効。中位以上に締まった砂、砂礫、中位以上にかたい粘土には適用困難か不可能。	JIS A1221 (2013)
オランダ式二重管コーン貫入試験	粘土の粘着力、砂質土における N 値との関連づけ	玉石を除くあらゆる土。	20kN用 20m 100kN用 30m	粘性土の粘着力、推定基底の砂、砂礫層の支持力推定。基底層までのやわらかい、またはゆるい層の層厚確認。アンカーを設ける必要がある。テストボーリング地点間の補助調査に有効。締まった砂、砂礫かたい粘性土には適用困難か不可能。	JIS A1220 (2013)
三成分コーン貫入試験	粘土の粘着力、土質の判別	玉石及び礫層を除くあらゆる土。	20m		JIS 1435 (2012)

(2) オーガーボーリングによる試料採取

現地踏査等の計画調査に適用し、地盤を構成する土層の深さ、厚さ、土性等を調査する。

オーガーボーリングは、粘性土あるいは地下水位以上の砂質土に適用できるが、地下水位以下の砂質土あるいは礫を含んだ砂層では削孔が困難である。

また、粘性土に対しては孔壁保護のためのケーシングなしで最大5~6m程度まで削孔が可能であるが、砂層では一般にケーシングを用いる必要がある。

この方式のものは動力による方式と区別する意味でハンドオーガーボーリングと称される。特徴は表-2.4.3による。

表-2.4.3 オーガーボーリングの特徴

方 式	特 徴	孔 径	対 象 地 盤
ハンドオーガーボーリング	機械及び操作は簡単だが適用土質、掘削可能深さの制限があり非常に浅い調査に適する。	100mm~150mm	礫、玉石、地下水面下の砂を除く一般土砂。

適応土質の内容は、機械ボーリングとともに表-2.4.5に示すとおりである。

(3) 機械ボーリングによる試料採取及び標準貫入試験

① ボーリング

方式としてはハンドフィード式と hidroリックフィード方式がある。特徴は表-2.4.4に、構造は図-2.4.2、図-2.4.3、による。

表-2.4.4 機械ボーリングの特徴

方 法	特 徴	孔 径	対 象 地 盤
ロータリーボーリング	ハンドフィード式	60 mm~150 mm	一般土砂及び軟岩
	hidroリックフィード方式	孔内で行う作業によって異なる。	岩盤及び土砂

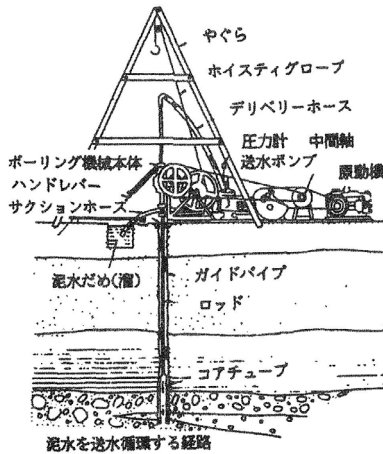


図-2.4.2 ハンドフィード式

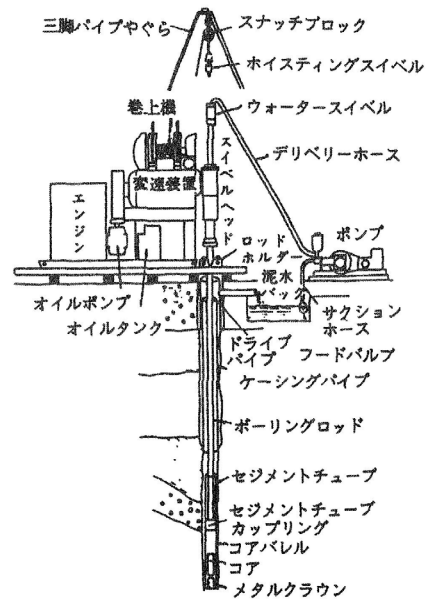


図-2.4.3 ハイドロリックフィード方式

ハンドフィード方式ロータリーボーリングは、掘削具のビットをエンジンの動力によって回転しながら、地盤に押し付ける（給圧する）力を手動によって与える方式の機械ボーリングである。ロッド、掘削具、サンプラーなどの孔内における吊上げや、地上におけるハンマーなどの吊上げはエンジン動力と付属ウインチによって行う。掘削した土の掘りくずは循環泥水（粘土水またはベントナイト水）によって地上に排出する。

一方、ハイドロリックフィード方式ロータリーボーリングは、低速から高速までの回転が得られる構造となっているので適用できる土質対象が広くかつ掘削深度も大きい。反面、一般に機械重量が重く、価格が高かつ操作がやや複雑である。未固結の土の場合はサンプリングや原位置試験等がボーリングの合間に行われるため機械の遊休時間が多く、かつ掘削時の微妙な地層変化に対する感触が得にくいなどがあって、土に対してはハイドロリックフィード方式の高性能が相対的にいかせない面がある。

以上の理由で、ハイドロリックフィード方式に対しては決定的に不適當な機械ではないが、岩のボーリングにより多く用いられているのが現状である。

オーガボーリングと機械ボーリングの適応土質を表-2.4.5に示すとおりである。

表-2.4.5 オーガーボーリングと機械ボーリングの適応土質

土質	区分	ボーリングの目的・内容	適したボーリング機械
土	浅いボーリング	<ul style="list-style-type: none"> 弾性波探査の発破孔の設置 路線、土取場などの概略調査 浅い位置の乱した試料採取 浅い位置にある地下水位確認(5~10m以内) 既設道路の路床、盛土の調査 地下水位以上にある中位の締めり以下の砂質土のボーリング(5m以内) やわらかい~中位のコンシステンシーの粘性土のボーリング(5~10m以内) 	ハンドオーガー
	一般のボーリング	<ul style="list-style-type: none"> 比較的深い位置にある地下水位確認(5~10m以上) 地下水位以上の土の自然含水比状態の試料採取 サンプラーによる試料採取及び原位置試験を行うためのボーリング コアボーリング 	ハンドフィード方式ロータリー (ハイドロリックフィード方式ロータリー)
		<ul style="list-style-type: none"> 玉石層のボーリング 揚水試験井戸など比較的径の大きいボーリング 	ハイドロリックフィード方式ロータリー
岩	軟化岩	<ul style="list-style-type: none"> コアボーリング 	ハンドフィードまたはハイドロリックフィード方式ロータリー
	中硬岩	<ul style="list-style-type: none"> コアボーリング 	
	硬岩	<ul style="list-style-type: none"> コアボーリング 	ハイドロリックフィード方式ロータリー

② 標準貫入試験

標準貫入試験は、原位置試験における土の硬軟、締めり具合の相対値を知るためのN値を求める試験である。また、調査ボーリングと併用され、重要構造物地点の調査に多用されている。

一般的に標準貫入試験によって求められるN値は、玉石や転石を除くあらゆる地盤の強度特性を表し、粘性土では一軸圧縮強度や粘着力が、砂質土では内部摩擦角等が推定される。しかし、砂礫層や地下水の有無によりN値との相関が著しく悪化することや、深度によっては補正が必要になることから、試験に当たっては十分留意する必要がある。

(4) 物理地下探査

物理探査法は、比較的浅い地盤の調査に適しており、地表探査法と孔内探査法に大別される。一般的には、地表探査法のうち地震探査法が用いられているが、必要に応じて孔内探査法は速度検層、PS検層等が用いられる。これらの方法を利用する場合は、その方法に適用性と限界を理解し、各種の情報を総合して結果の考察を行う必要がある。

(5) 試掘調査

土質や地質状況の観察及び必要な試料を採取する目的で、つぼ掘り、横坑、立坑などを掘削して人工的に露頭をつくる方法である。

(6) 現場透水試験

現場透水試験は地盤の透水係数を求めるために実施され、**表-2.4.6**に示す方法がある。

表-2.4.6 ボーリング孔を利用した透水試験方法

種 別	試 験 方 法	摘 要
(1) 非定常法 回復法 注水法	水を汲み上げて一時的に測定用パイプ内の水位を低下させるか、または注水して水位を上昇させ、その水位変化を経時的に測定して透水係数を求める方法	透水係数はボシュレフの式から求める。 透水係数の範囲 $k = 1 \times 10^{-2}$ cm/s 程度以下 一般に地盤の透水係数の算出は非定常法の回復法が用いられることが多い。 注水法は目詰まり等により過小な透水係数を与える傾向がある。
(2) 定常法 回復法 注水法	測定用パイプ内から揚水または注水し、水位が一定となったときの揚水量を測定して地盤の透水係数を求める方法	定常法は非定常法が困難な高透水性地盤で実施されることが多い。 透水係数の範囲 $k = 1 \times 10^{-2}$ cm/s 程度以上

注水法は、地下水位が低い場合にボーリング孔やオーガー孔等に注水して透水係数を求める方法である。回復法は、地下水位が高い場合に、揚水によって地下水位を低下させたとき、水位の低下状況あるいは回復状況から帯水層の透水係数を求める方法であり、揚水井と観測井の組合せで行われる。

(7) 土の物理的性質及び力学的性質試験

土質試験は大別すると、物理的性質試験、力学的性質試験及び化学的性質試験がある。調査に当たっては最初に物理的性質試験を行い、対象土を日本統一土質分類法により分類する。

物理的性質試験は、過去のデータから得られた土質分類とその特性を概略的に推定するために利用されるほか、土の基本的性質(間隙比、飽和度、密度等)を把握するために用いられる。

力学的性質試験は、土質工学的な検討対象事項に応じて実施する。地盤土の場合は乱されない試料、盛土・埋戻し等の土質材料の場合には、乱した試料を対象とするので、試料採取については、ボーリングや試掘調査のときに十分検討しておくことが必要となる。

化学的性質試験や岩石試験は、現地状況により必要に応じて実施する。主な土質試験の項目とその結果の利用法を**表-2.4.7**に示す。

表-2.4.7 土質試験結果の利用方法

種 別	試験の名称	試験結果から求める値	試験結果の利用	試料の状態	試験法の規格
室内試験	土粒子の比重	土粒子の比重	土の基本的性質の計算 (間隙比・飽和度等)	乱した試料	JIS A 1202
	含水量	含水比	土の基本的性質の計算		JIS A 1203
	粒度	粒径加積曲線 有効粒径 均等係数 曲率係数	粒度による土の判別 分類		JIS A 1204
	コンシステンシー	液性限界 塑性限界 塑性指数	コンシステンシーによる土の判別分類		JIS A 1205
試験	締固め	含水比-乾燥密度曲線 最大乾燥密度 最適含水比	路床・路盤の施工方法の決定及び施工管理 締固め特性の把握、盛土の設計・施工条件の決定等	乱した試料 乱した試料または乱さない試料 乱さない試料	JIS A 1210
	一軸圧縮試験	一軸圧縮強度	すべりに対する安定計算・土圧の計算		JIS A 1216
	三軸圧縮試験	せん断強度定数 (c, φ)	同上		JIS A 1217
	圧密試験	圧密諸係数	最終沈下量と沈下時間の計算		
原位試験	物理試験 現場における土の単位体積重量 地下水位調査	単位体積重量 地下水位、水量	施工管理 排水、凍上の対策		JIS A 1214
	ボーリング	試料採取 柱状図	基盤地盤の検討		
	力学的性質試験 平板載荷	地耐力	支持力の計算		JGS 1521
	コーン貫入	コーン指数	トラフィカビリティーの判定及び基礎地盤の検討		
標準貫入	N 値	基礎地盤の検討		JIS A 1219	
スウェーデン式サウンディング		同上		JIS A 1221	

注：JGS（地盤工学会基準）

2.4.2 実施調査

水路構造物の各部に対する標準的な調査事項及び土質試験を、表-2.4.8に示す。

水路路線に沿うボーリング調査地点の標準間隔は、表-2.4.9を参考とする。ただしサウンディングが可能な地質では、その簡便性を利用してできるだけ数多く調査を行う。

表-2.4.8 基礎地盤・土質材料に対する主な調査項目とその方法

対 象	主な調査項目	地質・土質調査法	土 質 試 験	備 考
1. 基礎地盤	地質構造、支持力	既往資料の収集分析、踏査、 ボーリング、サウンディング	土の物理試験（室内試験）、力学試験	基礎地盤とは構造物の基礎となる地盤をいう。 土質試験は必要に応じて実施する。
2. 水路の掘削地盤	地下水状態、せん断強度、 密度、透水性	地下水調査、現場透水、試料 採取	〃	
3. 水路の基礎地盤	地下水状態、圧密沈下、せん断強度、沈下、透水性	地下水調査、現場透水、試料 採取	〃	
4. 重要構造物の 基礎地盤	地下水状態、支持力、沈下、 圧密沈下、せん断強度	地下水調査、平板載荷試験、 基礎杭試験	〃	

表-2.4.9 調査地点の標準間隔

工 種	地形または工種規模	標 準 間 隔 (m)
開水路	平らな平野の長い水路	200～600
	起伏の多い地形または短い水路	100～300
構造物		必要に応じて定める

- 注 1) 地質が均一のときは調査間隔は長めにとる。
 2) 地形の変化が著しいときは調査間隔を短くする。
 3) 横断方向の調査は必要に応じて行う。

調査する深さは構造物の形式、設計上考慮すべき条件及び地盤の状況によって異なるが、工事実施調査の段階で必要な調査孔の標準的な深さの目安は、図-2.4.4に示すとおりである。

また、次の状況が想定される場合、調査深度は標準的な深さより深くする必要がある。

- a 軟弱地盤で圧密沈下や杭基礎を含む基礎工法または液状化等を検討する必要がある場合
- b 被圧地下水等でボーリングやヒービングまたは盤ぶくれ等の検討が必要な場合
- c 施工に際して仮設土留工等が必要となる場合

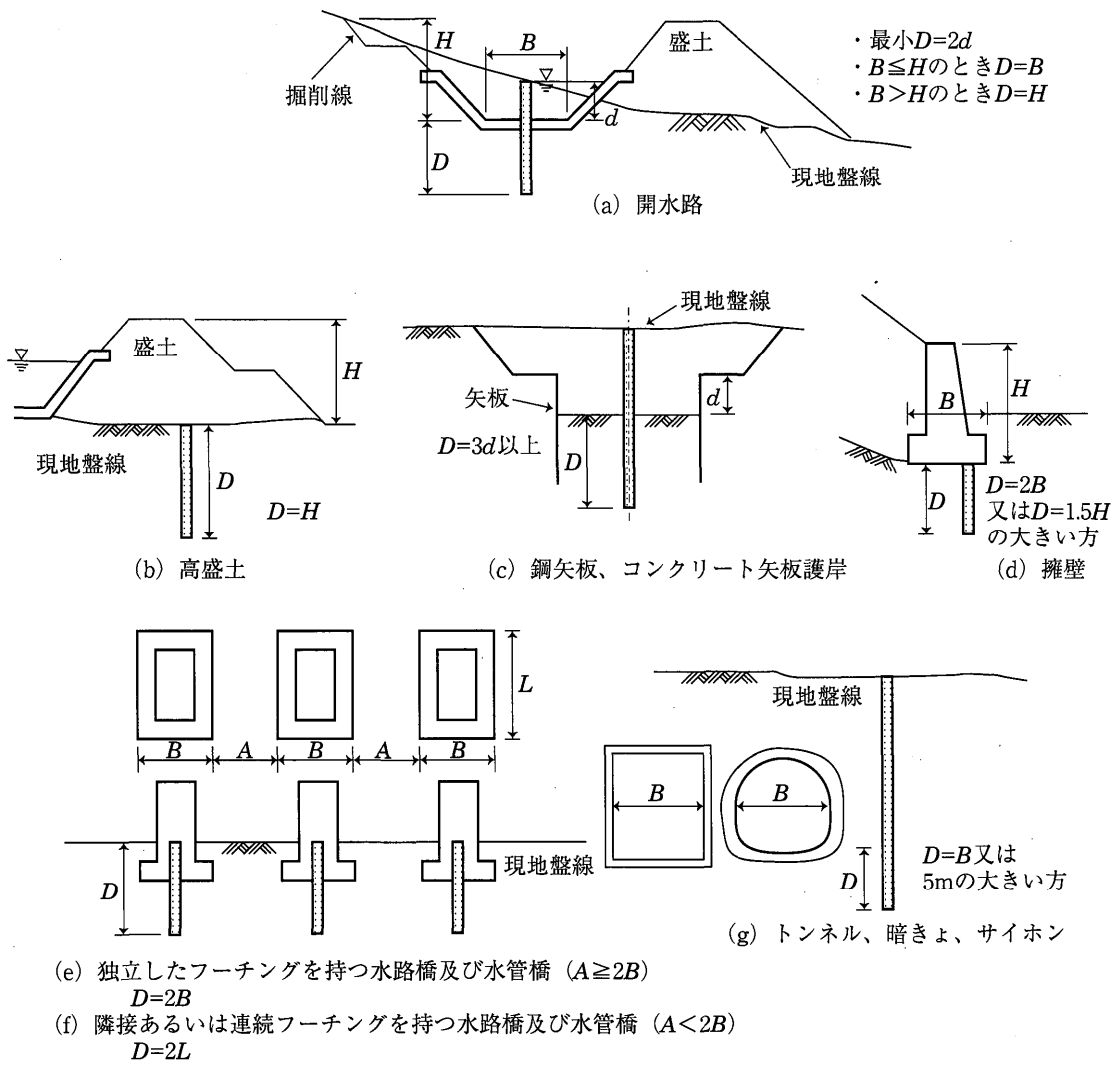


図-2.4.4 調査孔の深さの標準

2.5 気象・水文

計画対象地域の降水量、降雨日数及び水路、河川の水位・流量等について、水路の計画、設計及び施工のために直接及び間接に必要な気象及び水文条件を調査する。

(1) 気象調査

計画対象地域に関係する気象観測所の記録を 10 ヶ年以上収集して、地域の気象状況を把握し、計画及び設計に役立てる。

① 用水計画に使用される気象資料の整理項目

夏期、冬期及び年間の平均降雨量、月別平均気温、月別平均降水日数、最大連続干天日数、最多風向、風力等

② 排水計画に使用される気象資料の整理項目

①に示す項目の他に、最大日雨量、最大4時間雨量、最大時間雨量、最大連続雨量等

(2) 水文調査

① 水位及び流量

水路の設計、施工、管理に必要とされる水位及び流量を以下に示す。用水路計画では、河川等の取水源において、1 かんがい期以上継続して観測する。また、排水路計画では、外水位（排水本川の高水位）及び継続時間が重要な要素となるため長期にわたり最新の資料を収集する必要がある。

② 地下水位等

地下水や湧水あるいは他の施設からの漏水は、水路構造物の設計、施工方法に大きな影響を及ぼすため、計画段階から十分な調査を行う必要がある。資料調査、現地踏査から得られるデータとともにボーリング等の地質調査時にできる限りきめ細かい調査を行い、関係地域内の地下水位（最終安定水位）、湧水（湧水箇所、湧水量）、漏水（漏水箇所、漏水量）を明確にしておくことも重要である。

2.6 立地条件

水路の建設に当たっては、自然条件のほか、社会的条件及び環境条件も重要な要件となるため、これらの立地条件の調査は、必要に応じて他の調査と並行または先行して行うものとする。

① 社会条件に関する調査

水路の調査、設計に当たっては、土地利用、営農改善、既存施設、権益の保護調整に役立てるため、それらに関連する社会条件を調査する。

② 施工条件に関する調査

水路の調査、設計に当たっては、施工設備の位置、規模、材料の調達と処理、動力取得等の施工条件についても調査する必要がある。

③ 用地及び補償に関する調査

補償調査は、水路建設に必要な水路等施設用地または工事に必要な仮設用地を確保することを目的として、施設用地の取得、施設の保全に係る区分地上権の設定または仮設用地の使用に係る補償及びこれらに伴う物件等（建物、立竹木、電力、電話、上下水道、ガス、工業用水、農業用

水等)の各種補償対象について調査するものである。

2.7 環境

水路計画策定に当たり、現状の自然・社会環境、歴史・文化環境及び生態系環境等の改変やその保全について、十分な配慮が必要なことから、環境への影響について関係法令等を遵守して行うもので、対策に必要な資料を作成する。

環境調査は、地域レベルの環境を把握する概況調査と、地区・地点レベルの環境を把握する詳細調査に区分して行う。

環境調査の内容の例として参考までに表-2.7.1に示すが、必要な調査項目を検討し実施する。また、排水路の環境調査に当たっては、「環境との調和に配慮した排水路整備の手引き」(北海道農政部)を参照する。

表-2.7.1 環境調査の内容の例

	概況調査	詳細調査
空間	地域レベル	地区・地点レベル
目的	地域の骨格、市・町・村の将来方向を把握する	環境の現状と改善の課題を把握する
視点	専門・計画者レベル	生活者レベル
試料	主に汎用的レベル	主に現地調査によるデータ
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・自然環境 ・社会環境 ・地域振興の方向 ・住民の意識調査 (地域全体に関わる事項)	<ul style="list-style-type: none"> ・水路環境 ・環境評価 ・住民の意識調査 (水路に関わる事項)

環境調査で特に貴重な植物、動物・魚類等に関する調査が必要な場合の留意点は次のとおりである。

(1) 植物(貴重な植物及び植物群落)

① 貴重な植物

a 学術上重要な種

固有種、隔離分布種、希産種、北限種等

b 絶滅のおそれのある野生生物(絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律)

国内希少野生植物種、国際希少野生植物種、特定希少野生植物種、緊急指定種の中の植物物種(レッドデータブック掲載種)

c 文化財保護法に基づく天然記念物(国、道及び市町村の指定種)

② 貴重な植物群落

a 自然環境保全基礎調査における特定植物群落

b 文化財保護法に基づく天然記念物(国、道および市町村の指定種)

c 自然植生またはそれに準ずる植物群落(環境庁現存植生図等)

(2) 動物（貴重な動物）

① 学術上重要種

② 絶滅のおそれのある野生生物（絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律）

国内希少野生動物種、国際希少野生動物種、特定希少野生動物種、緊急指定種の中の動物種（レッドデータブック掲載種）

③ 文化財保護法に基づく天然記念物（国、道および市町村の指定種）

④ 自然環境保全基礎調査による貴重種

環境庁が選定した絶滅のおそれのある種並びに学術上重要な種
道が選定した貴重種

(3) 自然景観資源（貴重な自然景観資源）

(4) 景観（外部景観：遠方点から計画路線を眺めたときの景観）

工事に伴う既存の生態系に対する影響や振動、騒音等については、必要な調査や観察を行い、影響を極力回避する対策や施工方法の検討資料とする。

(5) 外来種（北海道ブルーリスト）

2.8 補償

工事実施に伴い必要な用地の取得または補償に係る調査は、工事場所のみならず工事の影響を受ける範囲を対象に行うものとする。

補償物件調査は、次のように実施する。

① 一般補償・・・土地の取得または使用、物件等に係る補償

② 特殊補償・・・漁業補償等

③ 公共補償・・・公共施設または公共的施設に係る補償

④ 事業損失補償・・・振動、騒音、水枯渇、水質汚濁、地盤変動等に係る補償

(白紙)

第 3 章 基本設計

第 3 章 基本設計 目次

3.1	総則	3-1
3.2	設計流量及び設計水位	3-1
3.3	水路形式による特性	3-1
3.4	路線選定	3-3
3.5	開水路形式の組織構成	3-4

第3章 基本設計

3.1 総則

把握した現地の自然的、社会的諸条件をもとにして、細部の設計の基礎となる基本設計を行わなければならない。

基本設計においては、水路が備えるべき基本的な機能に関する条件を定め、これに基づいて水路の基本的な諸元を決定する。

用水路が備えるべき基本的な機能に関する条件とは、設計流量及び設計水位であり、また、この条件に基づいて決定される基本的な諸元とは、水路形式・水管理方式、路線、通水施設の工種、水路の線形及び水頭配分等である。

3.2 設計流量及び設計水位

用水路の設計に当たっては、計画用水量及び計画水位の基本的な事項について確認し、水路組織の施設ごとに、その目的に適合した設計流量及び設計水位を設定しなければならない。

設計流量及び設計水位は、水路施設の規模、断面及び構造等を決めるための重要な数値であり、各種施設ごとにその機能が安全、かつ十分に発揮されるように検討し、設定しなければならない。

(1) 設計流量

設計流量は用水計画に定めている期別・用水系統別の計画最大流量が一般に用いられる。ただし、上流区間において計画どおり分水されない流量が生じるおそれがある場合、または地形上の制約から洪水の流入が避けられない場合等には、計画分水量や流入洪水量を加味し、これを設計流量とすることができる。

一般に、設計流量は区間ごとに分水工、放・余水工との関連を考慮し、区間ごとの放・余水工の新設及び放流河川の改修計画等を含めた全体の施設費を比較検討した上で決定する。

また、ほ場整備等の末端用水路の断面決定にあたっては、トラクターの代かき作業能力等からその支配面積所要量を算出する等、十分な検討を行う。末端部における用水量の検討に関しては、ローテーションブロックを考慮することを標準とする。

(2) 設計水位

設計水位は用水計画に定めている期別・用水系統別の計画最大流量を通水する水位である。ただし、上流区間において計画量が分水されず、これを加えた流量が生じるおそれがある区間では、これに相当する値を加えて設計水位とする。

また、用水計画で最も少ない流量に対応する水位を最低水位といい、最も多く発生する水位を最多頻度水位という。最低水位や最多頻度水位は、分水工、落差工、量水施設及び水位調整施設等が円滑に機能するか否かを検討するために用いられる。

3.3 水路形式による特性

水路形式は、水路組織全体の機能を左右し水路建設費に大きく影響することから、水路形式の選定に当たっては、水路組織全体の目的機能が十分発揮されるよう、経済性、水管理の目標体制及び維持管理条件等を考慮し、比較設計により決定する。

水路形式には、開水路を主体とした開水路形式と管水路を主体とした管水路形式、さらに開水路及び管水路からなる複合形式がある。

各水路形式の一般的な特徴の比較は、表-3.3.1 のとおりである。なお、管水路形式の詳細については、本指針「第2編 パイプライン」及び「土地改良事業設計基準設計パイプライン」を参照する。

表-3.3.1 水路形式の比較表

形式 項目	開水路形式	管水路形式 (主にクローズドタイプ)	複合形式
水理特性	流れは自由水面流を基本としている。従って、流量の変化は水面の変化となって現れ、波動によるエネルギー損失を起こす。定常状態となるまでに比較的短区間であっても長時間を必要とする。	流れは閉管路での圧力流であることから、圧力の伝達性、連続性がよい。流量の変化は圧力の変化となって比較的短時間で長い区間に及び、このために圧力の“上昇”、“下降”の程度が大きい。	開水路形式と管水路形式の両方を持つ複合形式とする場合は、それぞれの特徴を十分理解した上で計画することが重要であり、両形式の水理特性の差を調整するための施設が必要となる。
搬送効率	一方向流れのみであるため送配水管管理用水が必要である。また、流量変動は水面変化となって現れ、上流水位制御方式では、放・余水工からの放流も多くなる。	クローズドタイプの管水路の場合、流量変化があっても流水は管路にとじ込められているため、この変化は短時間で取水口に及び、一般的に管路部での流量損失は少なく搬送効率はよい。一方、オープンタイプは開水路形式に準じた流れとなるため無効放流が発生し搬送効率も開水路に準じる。	
維持管理	開口部が多いため、ごみの投棄や人身事故等の危険性が高い。また、水路法面の雑草管理に人的労働力を多く必要とし、また、通常水路全線のパトロールを要し、管理費の増加要因となっている。	開口部が少ないため、ごみの投棄や人身事故の危険性は少ないが、制御機器が一般にデリケートであるため、少量であっても土砂やごみによる機能障害が多くなり除塵が重要となる。開水路に比べ管理労力が少なく、大きなメリットとなっている。	複合形式の場合(上流が開水路で下流が管水路である場合)、特に管水路側へのごみの流入を抑制することが必要となり、小さなごみや土砂の管路への侵入を抑える方策が重要となる。
水管理	流れの圧力伝播速度が遅いため、定常状態に至るまで長時間を要し、水管理操作性に時間を要する。一方、流量変動が管水路の場合ほど大きな圧力変化を伴わないが、水路越水等の危険があるため急激なゲート操作を行うことは避けなければならない。放水工や余水吐の調整施設による安全を求める必要がある。また、水位の維持その他を目的とするチェック工を設け、水路の水位流量管理を容易にすることが一般的に行われる。	流量変化に伴う圧力伝播速度が速いため、定常状態に至る時間は通常短く、水管理上の操作性はよいが、水撃圧の発生に伴う施設の危険性が増大する。すなわち、バルブ操作は厳密な管理が要求され、誤った操作が即事故につながる危険性がある。この場合、復旧にも長期間を要する。	複合形式では水理特性の差が大きいため、水管理操作性の向上や、水資源の節約のために調整池の造成が必要な場合がある。上流を開水路形式の供給主導型とし、下流を管水路形式の需要主導型とする場合、両形式水路の応答時間差を調整するバッファ Pond が必要となる場合がある。一般的なバッファ Pond 容量は応答の遅い時間分の容量に、円滑な送水管理のための容量等を加味して計画される場合が多い。
水利用機能と調整容量	水路断面の余裕やチェック機能により水路貯留量が存在することから若干の自由度が付加されているが、水路の規模や流量の変化量の程度により調整機能がない場合、管理不可能な状況が予想される場合もある。	通水断面に余裕がなく、使用水量に対する自由度は別途検討する必要がある。しかしながら、流量変化が瞬時に伝達されることから、最大供給量が存在し、かつ水頭損失の範囲内では自由な水利用が可能である。始点部は、調整機能が不可欠である。	
環境	水面が人の目に触れることや水路周辺の景観が地域の人々に与える効果がある反面、雑草の繁茂、人身事故の危険性がある。このような場合、水路の暗渠化や防護柵等の安全施設が設置される。	水路は人目に触れることがなく地域とのかかわり合いが浅くなる。市街地等では水路上部が道路等他の用途に用いられ、土地の有効利用が図られるメリットがある。	

3.4 路線選定

計画路線は、設計流量及び設計水位をもとに、水路の目的並びに構造物の安全性かつ経済性を考慮の上、路線の自然条件及び社会条件等を総合的に検討し決定しなければならない。

水路の路線は、用水計画に基づいて定められている設計流量と設計水位を確保し、想定される水路形式に適応できるように選定しなければならない。

この場合、通水施設の工種選定はもちろん、水路組織内の各種施設の配置、構造にも配慮して路線を決定する。

路線選定に当たっては、用地の取得、用排水慣行の変動等社会的に関連する問題も起こるため、図上で数路線について比較検討し慎重に最適路線を選定しなければならない。

- ① 用水路敷地が設定されている場合は、原則として用水路敷地内を通るように選定する。
- ② 新設路線の場合は周辺の土地利用状況を十分把握し、2、3のルートと比較検討をして支障のない限り目的地に最短距離に導水できるルートを選定する。
- ③ 河川横断部は支障のない限り川の流れに直角に通過するように選定する。

3.5 開水路形式の組織構成

開水路形式の組織構成は、**図-3.5.1** に示す施設から構成され、これらが合理的かつ有機的に組合わされた一連の系として、一体となってその機能を発揮するよう十分配慮しなければならない。

開水路形式における水路組織の構成、工種及び型（形）式の分類は、**図-3.5.1** のとおりである。

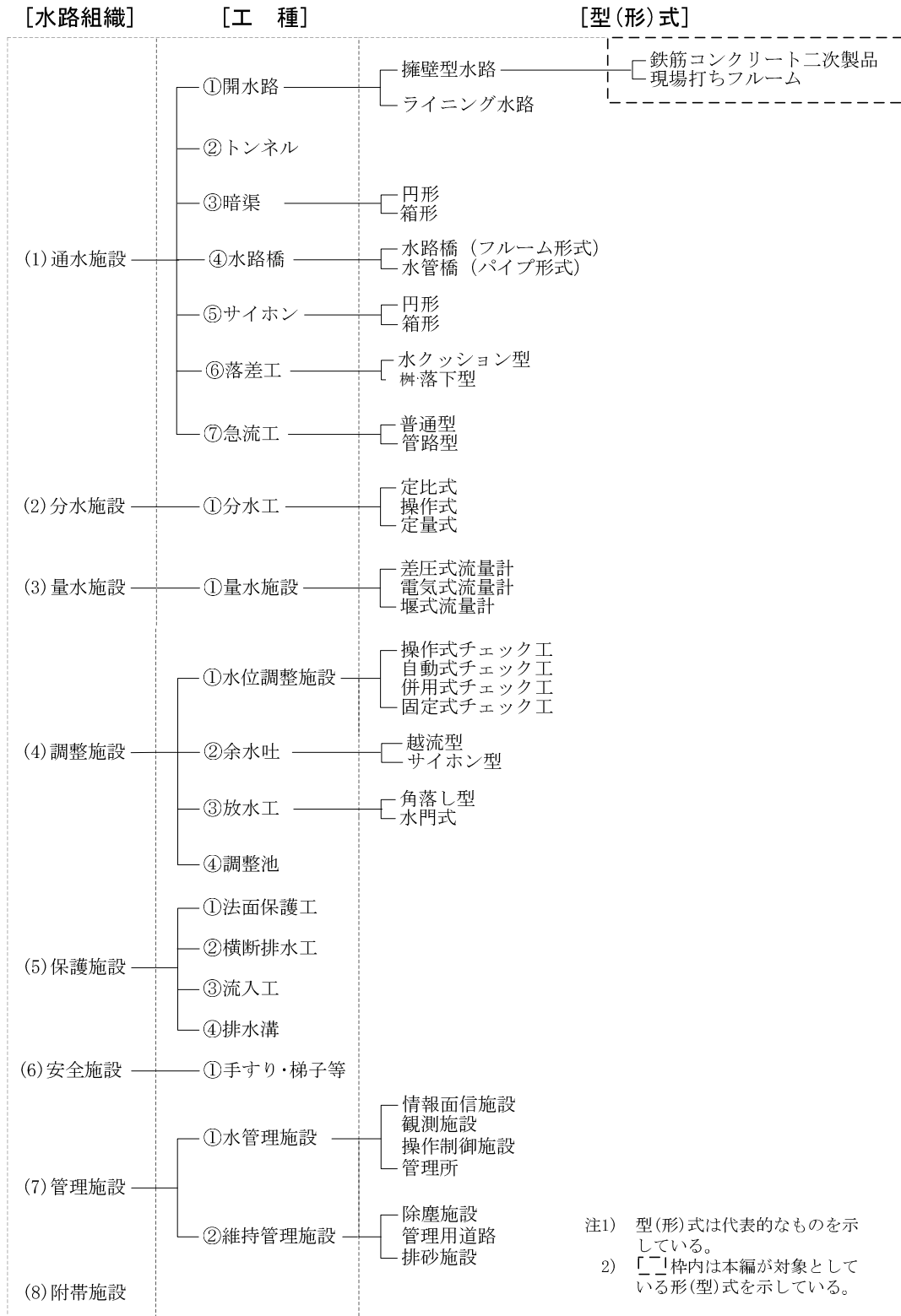


図-3.5.1 開水路形式の組織構成

図-3.5.1 に示す水路組織と工種の設計上の基本事項は次のとおりである。これらの細部設計に当たっては、本指針による他「土地改良事業設計基準設計 水路工」による。

(1) 通水施設

通水施設の設計に当たっては、水路の利水条件、路線の立地条件、水理上の条件、構造上の条件及び施工条件等を検討の上適切な工種・構造形式を選定し、その特性に応じた設計としなければならない。

通水施設の工種には、開水路、トンネル、暗渠、水路橋、サイホン、落差工及び急流工等がある。

① 開水路

開水路は、水路の機能、構造物の安全性、経済性及び操作性等を総合的に検討して、適切な水路構造形式を選定し、その特性に応じ安全かつ経済的な設計としなければならない。開水路は構造形式から次のとおり分類される。

a. 擁壁型水路

水路側面が内水圧及び背面土圧を支持する壁によって形成され、構造的に側壁と底版が一体となったフルーム、背面土圧を支持するコンクリート擁壁によって側面が形成されているコンクリート擁壁水路、ブロックや間知石等を水路側面に積んだブロック積や石積水路及び鋼製、または、コンクリート二次製品水路、背面土圧を支持する矢板型水路等が含まれる。

b. ライニング水路

地盤を掘削または盛土して水路断面を成形し、もしくはその地盤の土を盛立て、通水面の浸食防止、浸透損失の防止及び水路断面を縮小する目的や水草等による通水障害の対策を講じるため、表面を比較的薄いライニング材料で被覆した水路をいう。

② トンネル

トンネルは、山岳、台地等の高位部で開水路により通過することが不可能な場合や開水路で迂回するよりも延長が短縮され、維持管理費、安全施設費等を含め、全体として経済的である場合等に採用される。

③ 暗渠

暗渠は、路線の地形、土地利用状況及び地下水位等の条件により開水路では構造的に不安定または経済的に不利な場合、あるいは道路横断等で土かぶり小さくトンネル施工が不適な場合等に設置される。その設計に当たっては、立地条件を十分に調査して他の工種との比較検討を行うとともに、安全かつ経済的な構造としなければならない。

暗渠の構造は、規模、立地条件、社会的条件並びに建設工期等を勘案の上形式を選定し、最も経済的な構造としなければならない。暗渠には現場打ちと既製品があるが内部断面の形状から、円形暗渠、馬てい形暗渠及び箱型暗渠があり、大流量の場合は現場打ち、小流量の場合は既製品が多く用いられる。

④ 水路橋

水路橋は、河川・道路等の上部を横断する場合に設置され、その設計に当たっては、当該地点の地形及び地質等を十分調査するとともに、サイホン及びトンネル等の他の工種と比較検討の上、水理的及び構造的に安全かつ経済的となるようにしなければならない。

水路橋の構造は、設置される立地条件や施工条件から上部構造、下部構造ともに安全でかつ経済的に優れた形式を選定しなければならない。水路橋は特に地震に対する検討が求められ、安全上の

必要性から堅固な基礎に架橋する等、十分な考慮が必要である。水路橋には上部工の構造からフルーム形式及びパイプ形式がある。

⑤ サイホン

サイホンは、河川・道路等の下部を横断する場合に設置され、設計に当たっては、当該地点の地形・地質及び河川・道路等の状況や施工条件を十分検討するとともに、サイホン内に発生する内水圧を配慮の上、水理的及び構造的に安全並びに経済的となるようにしなければならない。

サイホンの構造は、一般にオープントランシジョン、クローズドトランシジョン、本体及び付帯構造物により構成され、施工性を含めた総合的な検討を行って、構造的に安全で、経済的に有利な断面を選定しなければならない。

サイホンは、通過する上部の土地利用形態により必要な深さに埋設し、内外圧に対して既製管の場合も含めて安全な構造・断面形状を選定する。サイホンは常時内水圧を受ける構造物であるため、特に水密性と強度に注意しなければならない。また、開水路形式より 3~4 倍の工事費が必要とされ、管理上の条件からも重要施設と直交することを含め、特に慎重な路線計画が求められる。サイホンには現場打ちと既製管が使用されるが、布設方式は埋設、露出、トンネル特殊方式の各方式がある。

⑥ 落差工及び急流工

地形上、緩勾配等が保てない場合には、落差工または急流工を設置して水路の安全性の確保を図るものとする。また、落差工及び急流工の設計に当たっては、水理及び立地条件等を十分考慮し、水路組織全体の諸機能及び経済性を確保できるものとする。

落差工及び急流工の構造は、設置位置の立地条件や地形上の制約、落差、流速、流量規模等から選定し、騒音、振動、飛沫等にも十分な配慮のもとに設計されなければならない。

落差工、急流工は次に示すように各種の形式があるが、各形式にはそれぞれ長所、短所があり、これらをよく理解した上で適切に選定することが大切である。

また、落差工や急流工は生物の移動に障害となることがあるため、必要に応じて保全対象の特徴等を踏まえながら、生物の生息・生育環境の連続性に留意して構造を検討しなければならない。

(2) 分水施設

分水施設の構造形式は、水路の規模、流れの状態、用水慣行及び水利用形態に適合し、水理的に安定していて確実に用水の調整分配ができ、経済的かつ水管理が容易となるように設計しなければならない。また、分水施設には、必要に応じて量水施設を設ける。

分水施設は、設置位置による立地条件、水理的・構造的条件のほか維持管理を含めて選定するとともに、施設の機能及び操作形態も検討し適切な形式を設計しなければならない。分水施設の形式には以下に示すようなものがある。

① 操作式分水工……ゲート、バルブ操作により分水量が変わる形式

② 定量分水工……分水量を設定することにより、上下流水位が変動しても自動的に分水量を一定に保つ形式

③ 定比分水工……流量の増減にかかわらず、常に一定の比率で分水できる形式

期別用水量の変化に伴い用水路の水位が変化しても確実な分水が可能となるよう留意する。

(3) 量水施設

分水施設、調整施設等の水路の主要箇所には、合理的な水管理を行うため、必要に応じて量水施設を設置する。なお、量水施設は、水路の水管理方式及び分水施設並びに水管理施設等の関連する施設

に適合した形式及び精度のものとしなければならない。

分水施設及び調整施設等の水路の主要箇所は、用水利用の効率化のため安定した機能を有する量水施設を設置することによって、分水量、分水位等を把握し、合理的な配水管理、管理費の節減、水路施設の保全と災害の防止等を図る必要がある。

量水施設は、水路内の通水量を検知するとともに、この記録を知らせる機能を持つものであり、量水施設から得られる情報を適切に処理し、効率的な水管理を行わなければならない。

(4) 調整施設

調整施設は、水路の利水機能、防災機能と通水の安定性を確保するため水路組織の実状に応じ流量、流速、水位及び圧力等の水理諸量を調整する水位調整施設、余水吐、放水工、調整池及び排水門等を設置する。また、調整施設は用排水計画による利水条件、路線の立地条件及び水管理条件等を考慮して、十分な調整能力を有し、安全かつ経済的なものとしなければならない。

調整施設は、ほかの水路施設とともに完成後の水管理に決定的な役割を持つ施設であり、水路組織全体にわたって一貫した方針のもとに水管理方式の選択、各施設の配置計画等を検討しなければならない。

① 水位調整施設

水位調整施設は、水位または流量を目標値に保持することにより送配水における需要量と供給量の調整や分水の安全性を高めるとともに、余水吐や放水工の作動の効率化等のために設置されるものである。その配置及び構造形式は、水管理方式を基本として分水施設、放水工、余水吐等の位置並びに水路の流量変動及び水位変化等を考慮して、適切な水位制御方式により、水管理が容易になるようなものとしなければならない。

② 余水吐

余水吐は、水路組織の管理上発生する余剰水または流入洪水を安全に排除するために設置される。その配置及び構造形式は、放水工の位置と分水量、水路組織を構成する各施設の配置の状況、水管理方式及び放水路の条件等を考慮して、安全に余水の排除ができるようなものとしなければならない。

設計に当たっては、水路組織から要求される機能を確保するとともに、その水路組織が水理的かつ構造的に安全で使用目的に合致するように余水吐形式の選定及び設置について検討する。

③ 放水工

放水工は、水路の保守点検、事故時等の緊急放水等のために設置される。その配置及び構造形式は、水路組織を構成する各施設の配置状況、水路の水管理及び維持管理条件を踏まえ、放水路及び放水河川の状況等を考慮して、構造物の安全性かつ経済性を確保し、放水が安全に行えるものとしなければならない。

④ 調整池

調整池は、用排水計画に生じる流量または水位の時間的変動に対して水路の機能を弾力的に調整するように水路組織中に設置されるもので、その設計に当たっては、水路組織全体の水管理上必要とされる利水機能または排水機能を十分発揮できるよう、その設置位置、容量規模及び構造形式等について検討し、水路組織全体の建設費及び管理費が経済的になるようにしなければならない。

(5) 保護施設

保護施設は、通水施設等の水路諸施設を保護するために設置されるもので、地形、地質等の自然条件及び土地利用条件等の社会的条件を考慮して、水路の機能及び安全性を確保しなければならない。

① 法面保護工

法面保護工は、水路等の盛土、切土法面を降雨による浸食、洗掘及び崩壊から保護するために設けるもので、法面の安定は、土質、高さ、勾配及び地下水の有無等を考慮の上、対策工法を決定しなければならない。また、法面保護工等は水路周辺の環境との調和にも配慮することが必要である。

② 横断排水構造物

横断排水構造物は水路の構造により遮断した地域の排水を排水路等へ導く構造物であり、水路下に設ける横断暗渠、横断サイホン及び水路上に設けるオーバーシュート工等がある。

設計に当たっては、断面決定のための排水量計算及び土砂流入防止のための土砂溜の設置等水路本体に対する安全対策及び施設の維持管理について十分留意しなければならない。

③ 流入構造物

流入構造物は水路の築造により遮断された地域の排水をやむを得ず水路内に流入させる施設であり、水路周辺の排水は原則として横断排水とすべきであるが、設置に当たっては水質汚濁及び土砂流入等に十分留意し、水路機能に悪影響を及ぼさないようにしなければならない。

④ 排水溝

排水溝は法面保護工と併用する場合及び管理道路側溝のように水路諸施設の保護のために設置される施設であり、縦断勾配が急な箇所に設置する場合は、周辺に跳水、越流による被害を起こさないよう留意する必要がある。

(6) 安全施設

安全施設は、水路内への転落防止及び危険区域内への立入り防止等のために必要な箇所に設置し、その構造形式は水路の規模・構造及び周辺の土地利用の状況を考慮して、適切なものとしなければならない。

安全施設の種類には以下のようなものがある。

- ① 車両等の転落防止や運転者の視線誘導のための防護柵、フェンス、ハンドレール等。
- ② 開水路及び水路諸施設周辺への立入り並びに危険区域への立入りを防止するためのフェンス、ハンドレール、通行止門扉、警戒標識、立札等。
- ③ 水路内の昇降用のステップ、梯子、階段等。
- ④ 転落者救出用の安全ロープ、浮輪、安全棒等。
- ⑤ その他、照明施設、換気施設等。

(7) 管理施設

管理施設の設計は、各施設の設置目的及び現場条件等を十分に検討し、設置位置、種類及び構造を決定しなければならない。

管理施設の計画及び設計に当たっては、管理施設を単独に設計することなく管理計画全体(管理方式、管理形態、管理人員、管理費等)を立案し、計画全体の中での関連性に配慮し、それぞれの管理施設の効用を十分に発揮できる施設の規模、構造及び配置等を考えなければならない。

① 水管理施設

観測設備、制御設備及び通信・記録設備等の水管理施設は、用排水路組織の一貫した制御を円滑に行うため、分水施設、量水施設及び調整施設等の各施設の機能及び管理方式に適合したもので、安全かつ確実に水管理ができるものとしなければならない。

② 維持管理施設

除塵・排砂施設及び管理用道路等の維持管理施設は水路施設の機能を維持するため、水路施設の

工種、規模及び構造に適合し、合理的な保守管理ができるものとしなければならない。

水路内に流入した土砂は、取水口付近の沈砂池、合流点付近の土砂溜あるいは、排砂施設を設置し水路内に堆積しないようにするとともに、水路の点検、維持及び補修等に必要な施設である管理橋や階段工及び排水施設等の設置についても配慮しなければならない。

- a. 除塵施設は水路形式、ごみの種類等を考慮の上、決定しなければならない。
- b. 管理用道路は施設完成後の管理形態を考慮の上、幅員、路肩幅、舗装等の構造を決定しなければならない。
- c. 水路の維持管理を考慮して、必要な場合には、沈砂池、土砂溜、排砂施設や管理橋、階段工、マンホール、角落し、排水ピット等を設置するものとする。

(8) 附帯施設

附帯施設は、水路諸施設の建設に伴う障害のため、既存水路及び道路等への影響に対して、これらの機能を確保するために設置する橋梁、横断排水構造物及び第三者の生活環境を保障するための施設がある。

これら附帯施設は、既存水路及び道路等の従来の機能を確保するよう設計しなければならない。

(白紙)