

土地改良事業計画設計基準及び運用・解説

設 計

「水路工」

基準

基準の運用

基準及び運用の解説

付録 技術書

平成 26 年 3 月

農林水産省農村振興局整備部設計課監修
公益社団法人 農業農村工学会 発行



24 農振第 2361 号
平成 26 年 3 月 31 日

各 地 方 農 政 局 長 殿
国 土 交 通 省 北 海 道 開 発 局 長 殿
内 閣 府 沖 縄 総 合 事 務 局 長 殿

農林水産事務次官

土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の一部改正について

国営土地改良事業の工事の設計及び施工の基準に関する訓令(昭和 44 年農林省訓令第 26 号)第 4 条の規定に基づき、国営土地改良事業の実施に当たり水路工の設計を行う際に遵守すべき基本的事項を定めた、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」(平成 13 年 2 月 21 日付け 12 農振第 248 号農林水産事務次官依命通知)の一部が別紙新旧対照表のとおり改正されたので、御了知の上、事業の実施に当たっては遺漏のないようにされたい。

以上、命により通知する。



24 農振第 2362 号
平成 26 年 3 月 31 日

各 地 方 農 政 局 長 殿
国 土 交 通 省 北 海 道 開 発 局 長 殿
内 閣 府 沖 縄 総 合 事 務 局 長 殿

農村振興局長

土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の運用について

平成 26 年 3 月 31 日付け 24 農振第 2361 号をもって土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」（平成 13 年 2 月 21 日付け 12 農振第 248 号農林水産事務次官依命通知）が一部改正されたことに伴い、その遵守すべき具体的な運用について別添のとおり定めたので、国営土地改良事業の実施に当たって遺漏のないようにされたい。

また、これに伴い、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の運用について（平成 13 年 2 月 21 日付け 12 農振第 249 号農村振興局長通知）、土地改良事業標準設計について（平成元年 1 月 31 日付け 63 構改 D701 号構造改善局長通知）及び土地改良事業標準設計図面集「鉄筋コンクリート二次製品」の利用の手引きについて（平成 11 年 3 月 30 日付け 11 構改 D 第 7 号構造改善局長通知）は、廃止する。



24 農振第 2363 号
平成 26 年 3 月 31 日

各 地 方 農 政 局 整 備 部 長 殿
国土交通省北海道開発局農業水産部長 殿
内閣府沖縄総合事務局農林水産部長 殿

農村振興局整備部設計課長

土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の基準及び運用の解説、技術書について

土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の一部改正について（平成 26 年 3 月 31 日付け 24 農振第 2361 号農林水産事務次官依命通知）及び土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の運用について（平成 26 年 3 月 31 日付け 24 農振第 2362 号農村振興局長通知）が制定されたことに伴い、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の基準及び運用の解説、技術書について別添のとおり作成したので、国営土地改良事業の実施に当たって参考とされたい。

また、これに伴い、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の基準及び運用の解説、技術書について（平成 13 年 2 月 21 日付け 12 農振第 250 号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）は、廃止する。

目 次

1. 改定の要旨	i
2. 土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」 基準、基準の運用、基準及び運用の解説	1
3. 付 録 技術書	79

改定の要旨

1. 改定の背景及び必要性について

土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」は、昭和 29 年 12 月土地改良事業計画設計基準 第 3 部 設計 第 5 編 水路工が制定された。その後、同水路工は、昭和 30 年代後半の著しく増大した水路工の実施例に関し、使用した設計数値、使用公式や設計手法を基準として統一する必要性及び新技術の導入による追補を目的として、昭和 45 年 11 月に改定された。さらに、昭和 61 年 5 月の全面改定を経て平成 13 年 2 月には設計基準再編に沿って「基準書」と「技術書」に区分し整理した他、設計手法の掲載をはじめ、各種標準設計の技術的記載部分を含め全面改定を行い、現在に至っている。

前回の設計基準再編に伴う全面改定から 11 年が経過し、この間の設計基準「水路工」をめぐる諸課題としては、平成 13 年の土地改良法の一部改正により「環境との調和への配慮」が土地改良事業の実施の際に求められていること、平成 16 年に「土地改良施設耐震設計の手引き」が策定され、近年頻発するレベル 2 地震動（発生する確率は低いが大きな強度をもつ地震動）による大規模地震に対応した耐震設計が求められていること、施設の長寿命化に対応する必要が生じていることなどが挙げられる。さらに、最近、小水力発電など自然エネルギーの利活用に対する社会的要請が高まってきている。

このような状況を踏まえ、本基準の改定を行うこととしたものであり、主な改定事項は以下のとおりである。

- (1) 環境との調和に配慮した水路工の設計手法の追記
- (2) 液状化の検討・対策を含む耐震設計手法の充実
- (3) 限界状態設計法の記載
- (4) 保全技術（補修・補強）の充実
- (5) 小水力発電を検討する場合の留意事項の記載

2. 検討経緯

土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の改定については、平成 24 年 6 月に食料・農業・農村政策審議会に諮問し、技術小委員会等における調査審議を経て、平成 25 年 3 月に同審議会から改定案は適当とする旨の答申がなされた。

なお、本基準の改定に当たっては、水路に関する専門的な知識を有する学識経験者等を構成員とする「設計基準「水路工」「水路トンネル」改定委員会（以下「改定委員会」という。）」を設置し、改定原案の検討を行った。また、検討に際しては、水路工設計の経験者に査読を依頼するとともに、農林水産省のホームページを通じて広く国民から意見・情報の募集を行い、改定案に対する意見・要望等を反映することに努めた。

改定委員会のメンバーは次のとおりである。

委員長 青山 咸 康

委員 石黒 寛 中 達雄 平松 和昭 村上 章

毛利 栄 征

○改定委員会等における検討経緯

平成 13 年 2 月 21 日	前基準制定
平成 23 年 1 月 14 日	第 1 回改定委員会（通算 1 回目）
平成 24 年 2 月 23 日	第 2 回改定委員会（通算 2 回目）
平成 24 年 6 月 19 日	食料・農業・農村政策審議会 平成 24 年度第 1 回農業農村整備部会で諮問
平成 24 年 7 月 13 日	平成 24 年度第 1 回技術小委員会
平成 24 年 8 月 1 日	平成 24 年度第 1 回改定委員会（通算 3 回目）
平成 24 年 9 月 13 日～14 日	平成 24 年度第 2 回改定委員会（通算 4 回目）
平成 24 年 10 月 12 日	平成 24 年度第 2 回技術小委員会
平成 24 年 11 月 7 日	平成 24 年度第 3 回改定委員会（通算 5 回目）
平成 25 年 1 月 23 日～ 平成 25 年 2 月 3 日	意見・情報（パブリック・コメント）募集
平成 25 年 2 月 8 日	平成 24 年度第 4 回改定委員会（通算 6 回目）
平成 25 年 2 月 28 日	平成 24 年度第 3 回技術小委員会
平成 25 年 3 月 22 日	食料・農業・農村政策審議会 平成 24 年度第 2 回農業農村整備部会で答申

3. 土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」の主要改定項目について

(1) 水路工をめぐる諸基準の改定に伴う見直し

1) 環境との調和に配慮した水路工の設計手法の追記

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の際に、生態系を含む環境との調和に配慮することが定められた。また、平成 16 年度に景観法が改正され、良好な景観の形成を促進することが求められた。

これに伴い、環境との調和に配慮した水路工の設計手法を追記し、これまでに設置された環境配慮施設の事例、環境モニタリングや景観配慮の事例について明記した。

2) 耐震設計手法の充実

平成 16 年 3 月に「土地改良施設耐震設計の手引き」が策定され、土地改良施設毎の重要度、地震動レベルに応じた耐震設計の考え方が定められた。同手引きには水路工に該当する工種として開水路、擁壁、暗きょ及び水路橋等が定められた。

改定に当たっては、同手引きを踏まえるとともに、東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）等の被害状況等を確認し、土地改良施設毎の重要度区分と耐震性能に応じた耐震設計の手法等を明記した。

また、これまでの地震被害状況から液状化に対する留意点及び対策工法等を明記するとともに、流動化の検討と対策の概要を追記した。

3) 限界状態設計法の記載

現行基準は許容応力度法による設計・照査を基本としていたが、今回の改定により、許容応力度法の記述のほかに限界状態設計法の考え方も記載した。

4) 保全技術の充実

農業水利施設のストックマネジメントの一環として、施設の長寿命化に資するため、「農業水利施設の機能保全の手引き（開水路）」が平成 22 年に策定された。

現行「補修・改修」の章題を「保全管理」に改め、ライフサイクルコストの低減の観点から、同手引きの内容にも留意し、記述内容を再整理するとともに充実した。

5) 小水力発電の留意事項

自然エネルギーの利用促進に資するため、水路・堰堤等が持つ安定した流量と落差を利用する「小水力発電」の技術的な留意事項を記述した。

(2) 関連技術基準類の改定に関わる見直し

土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」が改定された平成 13 年 2 月以降、多数の関連技術基準類の改定が行われていることから、これらの改定動向に対応し、現行基準の見直しが必要となった。

具体的には、以下に示す関連技術基準の改定内容について、現行基準に係る部分を整理し、比較検討を行い、その結果現行基準の改定を要する部分について改定した。

①道路土工「擁壁工指針」平成 24 年 7 月

②道路土工「カルバート工指針」平成 22 年 3 月

③道路土工「軟弱地盤対策工指針」平成 24 年 8 月

④道路橋示方書「共通編」、「鋼橋編」、「コンクリート橋編」、「下部構造編」、「耐震設計編」
(平成 14 年 3 月、平成 24 年 3 月)

⑤コンクリート標準示方書「規準編」、「設計編」、「施工編」平成 20 年 3 月

⑥「水門鉄管技術基準」平成 19 年 9 月

※①～④(社)日本道路協会、⑤(社)土木学会、⑥(社)水門鉄管協会

土地改良事業計画設計基準及び運用・解説

設 計

「 水 路 工 」

基準

基準の運用

基準及び運用の解説

目 次

＜基準（事務次官通知）＞ ＜基準の運用（農村振興局長通知）＞

1 基準の位置付け	1 基準の運用の位置付け	4
2 水路の定義	2-1 水路の定義	6
	2-2 水路の組織	6
	2-3 水路分類	8
3 設計の基本	3-1 設計の基本	10
	3-2 水路組織の設計	10
4 関係法令の遵守	4-1 関係法令の遵守	14
	4-2 関連する計画との整合	16
5 設計の手順	5 設計の手順	18
6 調査	6-1 調査	20
	6-2 調査項目	20
	6-3 地形調査及び測量	20
	6-4 地質・土質調査	20
	6-5 気象・水文等調査	20
	6-6 立地条件調査	20
	6-7 環境調査	20
	6-8 管理関係調査	20
7 基本設計	7-1 基本設計の項目	22
	7-2 設計流量及び設計水位	22
	7-3 水路形式・水管理方式の選定	22
	7-4 路線選定	24
	7-5 開水路形式における工種選定	24
	7-6 施設及び配置の制限条件	26
	7-7 水頭配分	28

8	細部設計	8-1	細部の設計	30
		8-2	通水施設	34
		8-3	分水施設	34
		8-4	量水施設	26
		8-5	合流施設	36
		8-6	調整施設	36
		8-7	保護施設	42
		8-8	安全施設	44
		8-9	管理施設	44
9	水理設計	9-1	水理設計	48
		9-2	許容流速	48
		9-3	平均流速の計算	52
		9-4	不等流の計算	54
		9-5	不定流の計算	56
		9-6	損失水頭	56
		9-7	余裕高	56
10	水路の構造設計	10-1	荷重	62
		10-2	基礎反力	64
		10-3	基礎の検討	66
		10-4	安定計算	66
		10-5	部材設計	68
		10-6	構造細目	68
		10-7	施設設計の項目	70
11	付帯施設	11	付帯施設	74
12	管理	12	管理	76

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p>1 基準の位置付け</p> <p>この基準は、国営土地改良事業の実施に当たり、水路の設計を行う際に、遵守しなければならない基本的な事項を定めるものである。</p>	<p>1 基準の運用の位置付け</p> <p>この基準の運用(以下「運用」という。)は、国営土地改良事業の実施に当たり、土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」(以下「基準」という。)を適用する際の運用について定めるものである。</p> <p>水路の設計は基準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、社会的条件及び施工条件等の実情に即し、かつ、環境との調和に配慮しつつ、この運用に沿って適切に行わなければならない。</p>

基準及び運用の解説（通知外）

基準 1 及び運用 1 では、適用対象となる事業及び行為を規定するとともに基準及び運用の性格を明らかにしている。この基準は、国営土地改良事業の工事の設計及び施工の基準に関する訓令（最終改正昭和 52 年農林省訓令第 19 号）に基づいて位置付けられるものであり、適用範囲は国営土地改良事業による工事等の地区調査、全体実施設計及び実施設計である。

国営土地改良事業以外の事業（補助事業等）における工事等においてもそれぞれの事業主体や、その行為を行うものが独自の判断のもとで、この基準及び運用を準用することを妨げるものではない。

この基準及び運用では、水路の設計を行う際の基本的事項とその運用方法を定めている。

したがって、水路の設計を行う上で必要となる事項のうち、この基準及び運用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。

基準及び運用の解説（通知外）

基準 2 及び運用 2-1 では、この基準及び運用で取扱う水路の定義を規定している。

水路の対象流体は、かんがい用水として使用可能な真水及び農地における雨水、地下水等、通常の水質の排水とする。なお、農業用水及び農地の排水を主目的とする水路であっても温水路、送泥水路、水路兼用農道、営農飲雑用水路、農村集落排水路等のように特殊な水路で温水、薬液、畜産汚水、家庭汚水等を含む場合は水路の材質や構造等について別途の検討が必要となる。

本基準が対象とする水路規模は、用水路で $3 \sim 20 \text{ m}^3/\text{s}$ 、排水路では $5 \sim 50 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の比較的大規模な水路を想定しているが、用水路ではおおむね $0.1 \sim 40 \text{ m}^3/\text{s}$ 、排水路ではおおむね $0.2 \sim 100 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度を適用可能としている。

適用範囲外の小規模な水路については、水利用の形態、水理的な特性及び構造物としての重要度等が異なるので、特に調査、設計方法及び経済性等について検討して支障のない場合、本基準及び運用に規定する事項についてはその取扱いを簡素化又は省略することができる。

一方、大規模な水路については、構造物の重要度等に鑑み水利用の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、本基準及び運用の規定以外に、別途の検討が必要となる。

また、条件が特異な水路であっても、十分な検討を加えた上であれば、基準及び運用の考え方を準用したり、数値を補正して用いたりすることが可能である。

運用 2-1 に示す「農地等」の等とは、計画対象地区内に含まれる農地以外（宅地、道路等）をいう。

なお、関連する基準として、開水路形式の一工種である水路トンネルは別途定める土地改良事業計画設計基準・設計「水路トンネル」を、また管水路形式であるパイプラインは同・設計「パイプライン」を参照するものとする。

運用 2-2 では、水路の組織について規定している。

水路は、基準 2 に示す各種施設から構成され、それらが相互に有機的に結び付いて水路組織を形成し、水路が具備すべき機能を果たしている。また、本基準 2 及び運用 2-2～運用 2-3 では、水路組織を構成する各施設の機能及び分類の概要を記述している。

(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、暗きょ、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、若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せて分水量を確認し合理的な配水を行うために設置される。

(4) 合流施設

合流施設は、主として排水路において支線排水路から幹線排水路へ、若しくはほ場内小排水路等から支線排水路へ、合流又は流入させるための施設であり合流工及び落口工等がある。

(5) 調整施設

調整施設は、水路の分水及び合流等の機能、若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、排水門等がある。

付 録
技 術 書

技 術 書 目 次

第1章 水路工の歴史的変遷	85
第2章 水路の分類	88
2.1 目的による分類.....	88
2.2 系統による分類.....	88
2.3 形式による分類.....	88
第3章 水路組織の設計	90
3.1 一般事項.....	90
3.2 用水路組織設計の基本事項.....	93
3.3 排水路組織設計の基本事項.....	98
3.4 水路工設計の手順.....	101
3.5 更新・再編事項における留意事項.....	103
3.6 開水路内に小水力発電設備を設置する場合の留意事項.....	104
第4章 水路工に必要な各種の調査方法	109
4.1 調査計画.....	109
4.2 調査.....	111
第5章 基本設計	145
5.1 設計流量・設計水位.....	145
5.2 水路形式による特性.....	146
5.3 路線選定.....	150
5.4 通水施設の工種選定.....	152
5.5 組織設計の総括.....	159
5.6 環境との調和に配慮する水路の設計（生態系配慮）.....	160
5.7 環境との調和に配慮する水路の設計（景観配慮）.....	165
5.8 環境との調和に配慮した水路の考え方（参考）.....	168

【関連基準】《関連運用》

【2 水路の定義】《2-3 水路の分類》

【2 水路の定義】《2-2 水路の組織》

【3 設計の基本】《3-1 設計の基本》

《3-2 水路組織の設計》

【6 調査】《6-1 調査》

《6-2 調査項目》

《6-3 地形調査及び測量》

《6-4 地質・土質調査》

《6-5 気象・水文調査》

《6-6 立地条件調査》

《6-7 環境調査》

《6-8 管理関係調査》

【7 基本設計】

《7-1 基本設計の項目》

《7-2 設計流量及び設計水位》

《7-3 水路形式・水管理方式の選定》

《7-4 路線選定》

《7-5 開水路形式における工種選定》

《7-6 施設及び配置の制限条件》

《7-7 水頭配分》

第6章 水理設計	182
6.1 許容流速.....	182
6.2 等流計算と粗度係数.....	184
6.3 不等流の計算.....	199
6.4 不定流の計算.....	213
6.5 損失水頭及び水位の変化量.....	217
6.6 余裕高.....	230
6.7 水理設計の総括.....	237

第7章 構造設計	240
7.1 設計の基本.....	240
7.2 荷重.....	241
7.3 基礎反力.....	275
7.4 開水路に作用する荷重.....	276
7.5 埋設する水路に作用する荷重.....	285
7.6 基礎の検討.....	298
7.7 土質構造物.....	314
7.8 安定計算.....	315
7.9 許容応力度法による断面設計.....	332
7.10 限界状態設計法による断面設計.....	366
7.11 耐震設計の考え方.....	376
7.12 水路構造物の凍害対策.....	420

第8章 水路施設の設計	422
8.1 許容応力度法による設計.....	422
8.1.1 開水路.....	422
(1) 設計の基本.....	422
(2) フルーム.....	427
(3) コンクリート擁壁水路.....	447
(4) コンクリートブロック積水路及び石積水路.....	448
(5) プレキャストコンクリートフリューム.....	452
(6) 矢板型水路.....	457
(7) コンクリートライニング水路.....	480
(8) 無ライニング水路.....	482
8.1.2 暗きょ.....	484
(1) 一般事項.....	484
(2) 暗きょの分類.....	484
(3) 設計の基本.....	485
(4) 水理設計.....	488
(5) 箱形暗きょ断面寸法の設計.....	489

【9 水理設計】 《9-1 水理設計》
《9-2 許容流速》
《9-3 平均流速の式》
《9-4 不等流の計算》
《9-5 不定流の計算》
《9-6 損失水頭》
《9-7 余裕高》

【10 構造設計】 《10-1 荷重》
《10-2 基礎反力》
《10-3 基礎の検討》
《10-4 安定計算》
《10-5 部材設計》
《10-6 構造細目》

【8 細部設計】 《8-1 細部の設計》
《8-2 通水施設》

8.1.3	サイホン	499
(1)	一般事項	499
(2)	サイホンの分類	500
(3)	設計の基本	502
(4)	水理設計	512
(5)	構造設計	515
8.1.4	水路橋	517
(1)	一般事項	517
(2)	水路橋の分類	517
(3)	設計の基本	519
(4)	フルーム形式水路橋の設計	531
(5)	パイプ形式水路橋の設計	561
(6)	落橋防止システム	588
8.1.5	落差工及び急流工	593
(1)	一般事項	593
(2)	落差工及び急流工の分類	593
(3)	落差工	594
(4)	急流工	609
(5)	消波工	618
8.2	限界状態設計法による設計	625
8.2.1	開水路（フルーム）	625
(1)	荷重の定義	625
(2)	荷重の組み合わせ	627
(3)	部分安全係数	629
(4)	断面破壊に対する照査手法	629
8.2.2	暗きょ	641
(1)	荷重の定義	641
(2)	荷重の組み合わせ	643
(3)	部分安全係数	645
(4)	断面破壊に対する照査手法	646
(5)	ひび割れ幅に基づく水密性に対する照査手法	659
第9章	分土工・量水施設及び合流施設	664
9.1	分土工	664
9.2	量水施設	676
9.3	合流施設	688

【8 細部設計】	《8-3 分水施設》
	《8-4 量水施設》
	《8-5 合流施設》

第10章 調整施設	693
10.1 水位調整施設.....	693
10.2 余水吐.....	710
10.3 放水工.....	721
10.4 調整池.....	725
10.5 排水門、排水樋門.....	739
第11章 保護施設	745
11.1 法面保護工.....	745
11.2 排水構造物.....	750
第12章 安全施設	754
第13章 維持管理及び水管理	755
13.1 管理計画の概要.....	755
13.2 管理計画.....	756
13.3 維持管理施設.....	766
13.4 水路の除草管理に関する留意事項.....	779
第14章 保全管理	781
14.1 農業用排水施設の補修・改修対策.....	781
14.2 機能と性能.....	784
14.3 機能診断調査.....	789
14.4 機能診断評価.....	804
14.5 補修・補強工法.....	809
14.6 対策工法選定に当たっての留意事項.....	820
14.7 補修・補強に関する施設設計上の留意事項.....	821
14.8 関係機関との合意形成.....	822
第15章 プレキャストコンクリート水路	824
15.1 プレキャストコンクリート水路の種類・特性.....	824
15.2 鉄筋コンクリートベンチフリューム.....	825
15.3 鉄筋コンクリートフリューム.....	825
15.4 鉄筋コンクリート組立柵きょ.....	826
15.5 鉄筋コンクリート排水フリューム.....	826
15.6 鉄筋コンクリート大型フリューム.....	827
15.7 鉄筋コンクリート水路用L形.....	827
15.8 鉄筋コンクリート側溝.....	828
15.9 鉄筋コンクリートU形.....	828
15.10 ボックスカルバート.....	829
15.11 アーチカルバート.....	829

【8 細部設計】《8-6 調整施設》

【8 細部設計】《8-7 保護施設》

【8 細部設計】《8-8 安全施設》

【8 細部設計】《8-9 管理施設》

【12 管理】 《12 管理》

【12 管理】 《12 管理》

15.12 遠心力鉄筋コンクリート管 (RC 管) 及びコア式 プレストレストコンクリート管 (PC 管)	830
--	-----

第 16 章 施工	831
------------------------	-----

16.1 施工計画及び施工管理	831
16.2 仮設工事	834
16.3 本工事	837
16.4 試験通水	847

水路工用語集	849
---------------------	-----

第1章 水路工の歴史的変遷

日本の農業は稲作を主体として発展して来たが、稲作農業は一度に大量の用水を必要とするため、天水のみでは到底必要な用水をまかなうことができず、沼沢地やため池が自然発生的に用水源として利用されるようになってきた。

稲作は、期別に必要な用水を計画的に確保する必要があるため、このため稲作技術とともに用水の一時貯留や取水、停止制御技術が発達し、規模の大きい地域においては、田越しのみでは用水供給がまかなえず、沼沢地やため池の築堤技術や樋門取水技術の進展とともに、用水路が開削されるようになった。

一方、河川からの取水は不安定であったため、数多くの小規模な取入れ樋により行われ、大規模な河川取水が開始されたのは河川堤防や水制施設の整備により、河川流路が安定した後のことであり、水路工技術力をはじめとして農業生産力等の発展段階を反映するものであった。

江戸時代、国政の安定化に伴い急激な人口の増加等が生じたため、主食である米増産の必要性から水田開発が活発化し、見沼代用水路に代表される農業用水路の開疏が盛んに行われた。

見沼代用水路は、1728（享保 13）年の開疏以前、大宮市・浦和市・川口市にまたがる見沼溜井という水面積 1,200ha の大溜池により荒川沿岸地帯の農地約 5,000ha をかんがいしていた。関東流による新田開発が限界を迎えていた 1722 年、第八代将軍徳川吉宗は、幕府の財政窮乏を補うため新田開発奉行として井澤弥惣兵衛為永を起用した。為永は幕府の新田拡張政策や、土地を求める農村諸事情や用排水問題の抜本的解決の必要性、当時の技術水準、労働力の確保から、中途半端な既存水源の補給増強策を採らず、利根川を唯一の水源とする用水系統を統一して、この地方の古い組織を新しい体系に再編するとともに、用排水の完全分離を図るため、見沼溜井を干拓し、これに代わる用水源を利根川に求め、二十数里に及ぶ大用水路を開疏することとした。見沼代用水路の設計施工には、川を強固な堤と護岸で固定、蛇行していた川筋を直線にしていく自然を制御する「紀州流」の技術が導入され、数十 km の水準測量を行い取水地点を選定し、星川の用水路利用、伏せ越し技術を駆使して取水口、用排水調節樋門、掛樋等が建設され、1728 年に水路の完成と 1,200ha の新田が拓かれた。さらに、見沼代用水は農業用水の確保だけでなく、舟運による江戸への物資輸送も可能となったことで関東平野は大きく変貌・発展し、江戸の生産基盤として確立された。

その後、江戸幕府から明治政府への政治体制の大転換によって、海外技術の導入が始まり、特に明治 5 年頃のファン・ドールンをはじめとするオランダ人技師団による計画・設計手法、工事に関する技術指導はそのさきがけであり、その後河川治水技術及び頭首工、水路工技術の発達に大きな影響を与えることとなった。とりわけ、ファン・ドールンの福島県安積疏水の用水計画や水路の設計技術・建設指導や、デ・レーケのほぼ日本全域にわたる治水・利水に関する近代技術導入の業績が高く評価されている。

デ・レーケは、明治 6～36 年までの 30 年間日本に滞在し、各地で数多くの技術提案を行い、そのひとつに富山県常願寺川における用水合口の提案がある。

当時の用水取入れ口は小規模かつ無秩序であったため、明らかに堤防の弱点となっていたことから、明治 24 年の大洪水では用水取入れ口部分の堤防がほとんど決壊した。用水の合口は、河川治水上の要請であり、通常上下流の受益者の利害関係や発電等との対立から合議、完成までは紆余曲折を経るのが通例となっていたが、デ・レーケの提案による合口のための用水組合の組織拡大と用水路の再編整備は、その後の水路工の発展に大きく寄与するものとなった。

第2章 水路の分類

関連条項〔基準2、運用2-3〕

本基準では、水路をその使用目的、系統、形式により、次のように分類する。

目的による分類 用水路、排水路、用排兼用水路
 系統による分類 幹線水路、支線水路、小用排水路、承水路、放水路
 形式による分類 開水路形式、管水路形式、複合形式

2.1 目的による分類

- (1) 用水路
 用水路は、主として農業用水を流送するための水路で、農業用水専用水路と水道用水、工業用水、発電用水等を兼用して流送する多目的水路がある。
- (2) 排水路
 排水路は、主として農地及び集落の排水の流送又は農地の地下排水を受けるための水路で、農作物の良好な生育条件の確保及び農作業の機械化等を妨げる過剰水を排除するための水路のほか、農地の水食等を防止する農地保全のための水路がある。
- (3) 用排兼用水路
 用水路と排水路は原則として分離するものとするが、用排兼用水路は用水と排水の双方の機能を持つ水路で、かんがい時は用水路、洪水時は排水路として使用される水路、上流部の水田からの排水を下流部で用水として使用する水路等がある。

2.2 系統による分類

水路は系統別に用水路系及び排水路系に分類される。

- (1) 用水路系幹線水路、支線水路、小水路
 用水路系の水路は、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」と呼称することもある。
- (2) 排水路系幹線水路、支線水路、小水路、承水路、放水路
 排水路系の水路は、用水路系とは逆に下流端から「幹線排水路」、「支線排水路」、さらにほ場の排水を受ける「小排水路」に分類される。
 このほか、地形条件から等高線にほぼ平行に水路を設けて高位部の排水を受けることにより低位部の浸水被害等を軽減するための「承水路」、洪水処理、土砂排除、水路維持管理等の目的で洪水量や用水量の一部又は全部を河川、海、又は湖沼に放流するための「放水路」がある。

2.3 形式による分類

水路は、水路の主要部分の水利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、暗きょ、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ズドタイプと、管水路の途中又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。

第3章 水路組織の設計

関連条項〔基準2、運用2-2、基準3、運用3-1～3-2〕

3.1 一般事項

用水系における水路組織の設計は、地域及び既存施設の特性や目標とする水利用計画に基づいて、開水路形式、管水路形式（パイプライン）又は、両形式を組合せた複合形式のいずれかを選択して行うことになる。

用水路は、かんがい用水を取水地点から受益地域まで必要な要件を極力満足させるように送配水する機能が求められており、水路形式により水理、構造、水管理上の特性が大きく異なる。このため、水路特性を十分に理解して計画することが必要である。

開水路形式の水路は、取水工、揚水機場、導水路、幹線水路、支線、派線・分線の各水路や、調整池、水位調整施設、分土工、サイホン、水路橋、落差工、放・余土工等並びにスクリーン等の除塵施設、フェンス等の安全施設や水管理制御施設等により構成される。

また、管水路（パイプライン）形式の水路も同様に、幹線、支線の各管路や調整池、調圧施設、ポンプ、分土工、スクリーン等の除塵施設や水管理制御施設等により構成される。

用水系水路組織の設計は、水利用計画に基づきかんがい用水を過不足なく効率的に流送できるよう受益地の自然的・社会的条件を考慮して、計画上から要求される送配水機能を満たすとともに、造成施設の機能性、安全性及び管理の合理性を確保し、維持管理費を含めてできるだけ経済的となる用水組織とすることが重要である。

一方、排水系における水路組織の設計は、受益地域のたん水被害を未然に防止するため、降雨流出を受益地域から排水先まで迅速かつ安全に流送することを目的として計画される。

排水施設は、幹線、支線、承水路等の各水路や排水機場、排水樋門、合分流工、落差工、遊水池、スクリーン等の除塵施設、フェンス等の安全施設や管理施設等により構成される。排水系水路組織の設計は、排水流入口から排水先まで統一した考え方により受益地区の計画目標を達成するために施設を適切に組合せ、維持管理費を含めてできるだけ経済的となる排水組織とすることが重要である。

環境との調和に配慮する用排水路は、効率的な農業を実現しつつ、環境への負荷や影響の回避・低減により生物多様性や農村景観に配慮し、持続可能な社会の実現に寄与することが必要である。

3.1.1 用水路組織の設計

用水路組織の設計は、基本事項について十分検討した後、次の手順により設計を進める。

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、水位の計画が決定される。

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。これをもと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、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。

第4章 水路工に必要な各種の調査方法

関連条項〔基準 6、運用 6-1～6-8〕

4.1 調査計画

調査は、大枠から順次細部に進めるのが最も一般的であるが、段階により調査事項、範囲、方針、内容及び精度等が異なるものとなる。このため、対象の水路に必要な調査となるよう事前に十分な調査計画を樹立して、これに基づいた調査を進める。

水路の調査には、計画、設計、施工、維持・管理及びその他の要件により必要な調査がある。

また、調査の内容としては、①資料収集・聞き取り、②踏査、③現地調査・測量・現地試験・現地観測、④室内試験、⑤試験施工・施工後の観測、⑥補足調査等がある。

さらに、調査は、単に技術的な問題だけではなく、広く社会的影響度も大きい制約を受ける場合が多く調査開始から工事施工まで長期にわたることから、各段階において手戻り等を防ぐため随時補完しつつ実施されるものである。したがって、調査の段階区分は困難であるが、事業実施の手順と同様に、①計画調査、②全体設計調査、③工事実施調査、④補足調査に区分され、調査の手順は、図-4.1.1に示すとおりである。

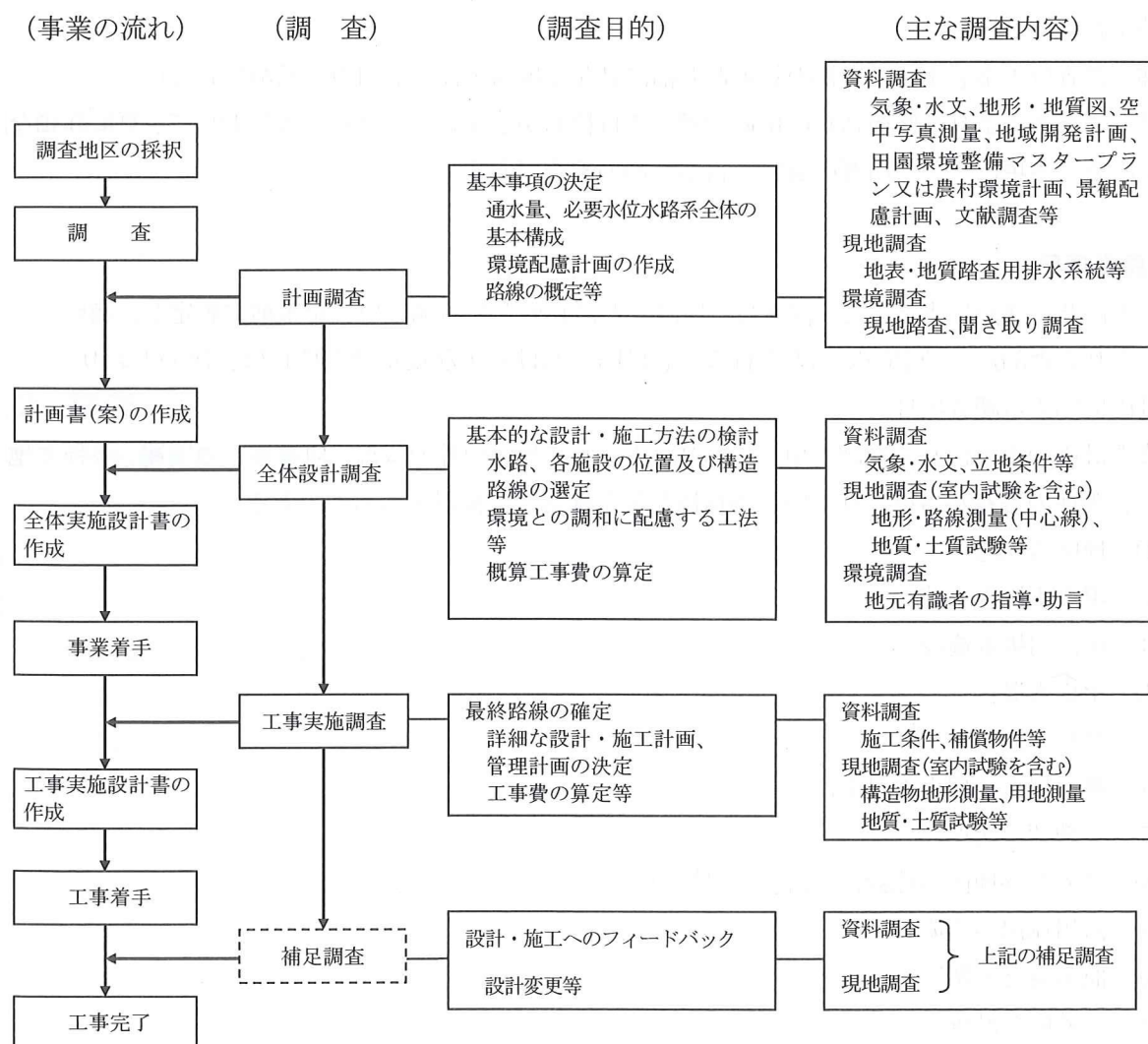


図-4.1.1 調査の手順

第5章 基本設計

関連事項 [基準 7、運用 7-1～7-7]

5.1 設計流量・設計水位

5.1.1 設計流量

設計流量は、用水計画における期別・用水系統別の計画最大流量、排水計画における計画最大流量である。また、用排水計画における最も少ない流量を最小流量といい、最も多く発生する流量（半旬平均流量単位で最多回数発生する流量）を最多頻度流量という。水路の規模は、設計流量で表わされるが、断面、構造、水位管理等の決定に当たっては、それ以外の流量についても検討しなければならない。

(1) 用水路

用水路の設計流量は、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、又は、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土工、放・余土工との関連を考慮し、区間ごとの放・余土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。

なお、受益地区の計画諸条件は計画、設計、施工の各段階において経年変化が生じる場合も多いため、定期的に用水量決定要因（減水深、耕作体系、受益面積、土地利用、分水点、かんがい方式等）の確認を行うことが必要である。

(2) 排水路

排水路の設計流量は、排水計画に定めている計画最大流量とする。また、通常用水路では、設計流量を上回る流量の流下は考えられないが、排水路では計画確率を上回る排水流出があるため設計流量以上の流下に対する配慮が必要である。水路余裕高の算定に当たっては、水路の重要度、規模、立地条件等により必要な余裕高を確保する等の検討が必要である。

また、低水護岸高さを含む排水路の最大及び最小許容流速をチェックするための流量として、1年若しくは2年確率洪水量をもって行うこととする。一方、常時においては、ほ場の水位を一定値以下に制御することによって地区内の土地利用、水利用の合理化を目的とする常時排水量がある。この値は、かんがい期と非かんがい期では異なる。

なお、排水計画では一般的に集水面積の変化はないが、水文条件、土地利用区分、立地社会環境等の変化に伴って流出諸元の変動が起こり得るので、計画、設計、施工の各段階でこれらを常に点検し、必要な対応措置の実施を含みつつ作業を進めることが必要である。

5.1.2 設計水位

設計水位とは、用水計画における期別・用水系統別の計画最大流量、排水計画における計画最大流量を通水する水位であり、設計流量と同様に水路施設の規模、断面、構造等を決定するために重要であり、各施設の機能が安全かつ十分に発揮されるように検討・設定しなければならない。

水路工用語集

あ

あつしゆくてつきんひ

圧縮鉄筋比：コンクリートの有効断面積に対する主圧縮鉄筋の断面積の比。

あつみつけいすう

圧密係数：圧密速度を決定する係数で、透水係数と体積圧縮係数との比。

あんはいすい

暗きょ排水：地下排水の一方法で、暗きょを埋設して行うもの。地表残留水及び土壌中の重力水を排除することを目的とする。

あんぜんけいすう

安全係数：限界状態設計法では、一つの安全率の代わりに不確実性やばらつき、計算上の仮定や施工上の誤差などの不確定要素を考慮して、危険度や影響度に対応した安全係数を導入して部分安全係数法と呼ばれる照査方法を用いる。この際に用いる係数であり、材料係数、部材係数、構造解析係数、荷重係数及び構造物係数がある。各限界状態により各数値が1.0～1.3と変化する。

あんぜんりつ

安全率：材料安全率と構造安全率がある。前者は、材料の基準強度と許容応力度の比である。基準強度は降伏点応力をとることが多い。後者は、構造物が崩壊するときの荷重の大きさ、つまり崩壊荷重と作用荷重の比であり、これを荷重係数ともいう。主として塑性解析に使用される。

アンダードレーン：構造物の底版の地盤側に設ける排水設備。ライニング等の水路ではライニング面に揚圧力が働くと、亀裂や浮上がりを起こす危険があるので、アンダードレーンやウィープホールによって揚圧力が軽減する。

う

ウィープホール：水路のライニング、護岸、擁壁等の背面の水を浸出させ、揚圧力を軽減させるために設ける穴。通水時の逆流防止のためのふたを付けた、フラップバルブ付ウィープホールを設けることもある〔水抜き〕。

うちつぎめ

打継目：コンクリートを打設する場合、施工上の都合で設けられる継目。

え

えんるぎこうはい

エネルギー勾配：流路において位置水頭、圧力水頭、流速水頭を加えた値を連ねた線を有効水頭線またはエネルギー線といい、ある測定点におけるその勾配を、その点におけるエネルギー勾配という。

えきじょうか

液状化：地下水で飽和された部分を含む砂質地盤（土層）が地震力を受けると、せん断応力により地

土地改良事業計画設計基準及び運用・解説

設計「水路工」基準、基準の運用、基準及び運用の解説、技術書

平成 27 年 5 月 15 日 印 刷
平成 27 年 5 月 21 日 発 行

監 修 農林水産省農村振興局整備部設計課
発行者 公益社団法人 農業農村工学会
東京都港区新橋 5 丁目 34 番 4 号
電 話 03 (3436) 3418 (代表)
F A X 03 (3435) 8494
振 替 00160-8-47993

ISBN978-4-88980-154-5-C3061