

土地改良事業計画設計基準及び運用・解説

設 計

「パイプライン」(案)

基準

基準の運用

基準及び運用の解説

平成 21 年 2 月 26 日

# 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	運用の位置付け	1
2	パイプラインの定義	2-1	パイプラインの定義	3
		2-2	パイプラインの分類	7
3	設計の基本	3	設計の基本	9
4	関係法令の遵守	4-1	関係法令の遵守	11
		4-2	関連する計画との整合	13
5	設計の手順	5	設計の手順	15
6	調査	6-1	調査	17
		6-2	調査項目	17
		6-3	河川・湖沼状況調査	17
		6-4	地形調査及び測量	17
		6-5	地質・土質調査	17
		6-6	気象・水文調査	17
		6-7	立地条件調査	19
		6-8	環境調査	19
		6-9	管理関係調査	19
7	基本設計	7-1	基本設計の項目	21
		7-2	パイプラインシステムの設計	21
		7-3	水利用形態と水管理制御方式	23
		7-4	設計流量及び設計水圧	23
		7-5	路線選定及びパイプラインのシステム構成の選定	23
		7-6	設計流量に対する機能確保	25
		7-7	運用管理に対する機能確保	27
		7-8	パイプラインシステムの設計の総括	27
		7-9	管体及び継手等の選定	29
8	細部設計	8	細部設計	31
9	水理解析	9-1	定常的な水理現象の解析	33

	9-2	非定常的な水理現象の解析 .....	37
<b>10</b>	<b>管路の構造設計</b>		
	10-1	一般事項 .....	39
	10-2	基礎工法の選定 .....	41
	10-3	荷重 .....	41
	10-4	管体の横断方向の設計 .....	49
	10-5	管体の縦断方向の設計 .....	67
	10-6	耐震設計 .....	67
	10-7	配管設計 .....	69
	10-8	スラスト力の検討 .....	71
	10-9	横断工の設計 .....	71
	10-10	防食 .....	71
<b>11</b>	<b>附帯施設の設計</b>		
	11-1	附帯施設の種類 .....	73
	11-2	調整施設 .....	73
	11-3	調圧施設 .....	73
	11-4	ポンプ施設 .....	73
	11-5	分水施設 .....	75
	11-6	量水施設 .....	75
	11-7	通気施設 .....	75
	11-8	保護施設 .....	75
	11-9	管理施設 .....	77
<b>12</b>	<b>水管理制御施設の設計</b>		
	12	水管理制御施設の設計 .....	79
<b>13</b>	<b>管理</b>		
	13-1	水管理 .....	81
	13-2	施設管理 .....	83
	13-3	充水計画及び落水計画 .....	83



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>1 基準の位置付け</b></p> <p>この基準は、国営土地改良事業の実施に当たり、パイプラインの設計を行う際に、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><b>1 運用の位置付け</b></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「パイプライン」（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>パイプラインの設計は、基準に定められた基本的な事項を遵守し、<u>個々の設計及び施工の際には、その目的、位置、規模、自然的、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。</u></p>

## 基準及び運用の解説

**基準 1 及び運用 1** では、この基準及び運用の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おける工事の実施設計である。したがって、国営土地改良事業以外の事業における工事（補助事業等）や、工事の実施設計以外の行為（調査計画や全体実施設計等）については、この基準及び運用の適用を受けるものではないが、この場合においても、それぞれの事業主体やその行為を行う者が、独自の判断のもとで、この基準及び運用を準用することができる。

この基準及び運用では、パイプライン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、パイプライン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、施設予定管理者等の意向を踏まえた確かな判断により決定することがそれぞれの設計者に求められる。

### 【関連技術書等について】

上の解説で述べているように、この基準及び運用で定めない事項については、関連する技術書等を参照して、施設予定管理者等の意向を踏まえ適切に行っていく必要がある。本書の巻末には、パイプラインの設計の際に必要な各種の関連技術のうち、一般に入手できる他の技術書に書かれることの少ないものをいくつか取りまとめて掲載しているので参照されたい。

また、以降この欄において、それぞれの基準及び運用で規定する事項に関連する技術書や参考資料をできるだけ列挙するので、これらも併せて参照されたい。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>2 パイプラインの定義</b></p> <p>この基準でいうパイプラインとは、既製管を埋設して造成する圧力管路によって農業用水を送配水する水路組織であり、管路とその<u>附帯施設</u>から構成される。</p>	<p><b>2-1 パイプラインの定義</b></p> <p><b>基準 2</b> にいう圧力管路とは、口径 3,000mm 以下の既製管を埋設して造成する使用静水頭 100m 未満の管路をいい、農業用水とはかんがい用水として使用可能な真水をいう。</p> <p>この基準の範囲を超えた口径あるいは使用静水頭のパイプラインの設計に際しては、特に施設の安全性を確保するための検討を行わなくてはならない。</p> <p>また、<u>附帯施設</u>とは、調整施設、調圧施設、ポンプ施設、分水施設、量水施設、通気施設、保護施設、管理施設、その他の水利施設等をいう。</p>

## 基準及び運用の解説

**基準 2** では、この基準で取り扱うパイプラインの定義を示すことにより、この基準及び運用の適用が及ぶ範囲を明らかにしている。基準の対象は、設置目的が既製管を埋設して造成する送水系及び配水系の農業用水輸送用のパイプラインであり、既製管以外のもの、露出状態で設置されるもの、給水栓以降に設置されるもの及び農業用水以外の水利用目的で設置されるものについては別途の基準によって設計する必要があるので、この基準及び運用の適用外である。

**運用 2-1** では、この基準及び運用で取り扱うパイプラインの口径、使用静水頭の適用範囲を規定している。しかし地区の状況によりこの基準で規定する範囲を超えた条件でパイプラインを設計する場合がある。口径について、3,000mmを超える大口径管の使用が想定される場合、地域の実情を考慮の上、継手の機能、水理特性、管種や管厚、管体及び継手の耐震性等について慎重な検討を行うとともに、試験施工等を行い安全性を検証することが必要である。また、維持管理や複数管路による危険分散等を含めた総合的な判断が必要である。

また、使用静水頭 100m以上の高圧管となる場合は、管体の耐水圧強度、継手の水密性能及び耐水圧強度等管体の安全性を確認するとともに、空気弁や制水弁の高水圧下での耐水圧強度と性能と作動機能及び操作性能の確認、排泥工の安全性等の確認が特に重要である。さらに配水系パイプラインでは、給水栓、制水弁、空気弁等の弁類が多用されるが、一般的に市販されている標準規格品は使用静水頭が 100m未満に制約されるものが多く、経済性と安全性を考慮して配水系パイプラインの使用静水頭は 100m未満が望ましい。やむを得ずこれを超える高圧パイプラインの設計に際しては、以下の項目について特に留意する必要がある。

- ① 高圧管路では、漏水等の事故が生じた場合、周辺地域に多大な被害を及ぼす可能性があるため、耐久性、継手の水密性及び耐水圧強度等の高いものを選定する必要がある。
- ② 高圧管路における附帯施設の設備は、特殊なものとなるため、設計・維持管理条件等を踏まえた検討が必要である。特に減圧方法については、維持管理（費）や施設への影響に対する配慮が必要である。
- ③ 高圧管路では、曲管部やバルブ地点に大きなスラスト力が発生することから、現場条件を十分に把握した上で設計条件や解析条件等に留意する必要がある。
- ④ 水撃圧対策のための安全弁や管体破損時の被害拡大を防止する緊急遮断弁等、保護施設の設置を検討することが必要である。
- ⑤ 高圧管路から末端配水路や一筆給水等の直接分水は避けることが望ましい。
- ⑥ 圧力調整施設を設置する場合、キャビテーション対策等に留意する必要がある。



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）

### 基準及び運用の解説

また、本基準にいうかんがい用水は、真水を対象としている。したがって、末端ほ場での多目的かんがい（家畜糞尿、液肥及び汚液等の輸送）を目的とする施設にこの基準を準用する場合は、別途、摩耗、腐食、沈殿及び付着等に対する検討が必要である。また、パイプラインは管路（通水施設）とその附帯施設によって構成されるが、その附帯施設の種類を示し、設計に当たって検討対象とすべき範囲を明らかにしている。

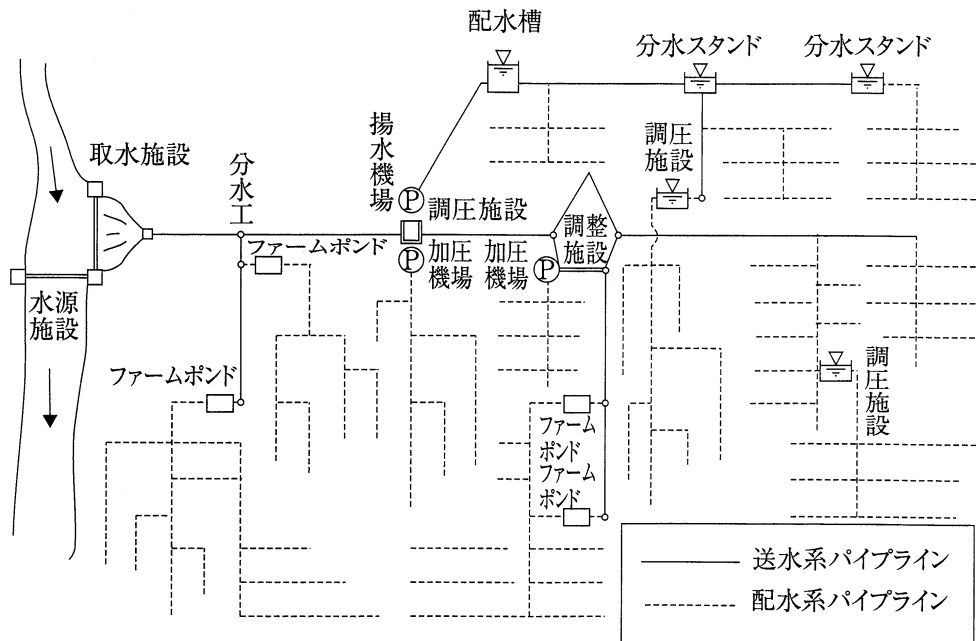


図 2-1-1 パイプラインの概念

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>2-2 パイプラインの分類</b></p> <p>パイプラインは、管路（通水施設）とその<u>附帯施設</u>の構成のあり方によって次のように分類され、この分類ごとに設計の考え方が異なるので、この点を認識しておかなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 機構上の分類（パイプライン形式） <ul style="list-style-type: none"> <li>a. オープンタイプ</li> <li>b. クローズドタイプ</li> <li>c. セミクローズドタイプ</li> </ul> </li> <li>② 水圧からの分類（水圧区分） <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 高圧パイプライン</li> <li>b. 低圧パイプライン</li> </ul> </li> <li>③ 配管上の分類（配管方式） <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 樹枝状配管</li> <li>b. 管網配管</li> </ul> </li> <li>④ 送配水上の分類（送配水方式） <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 自然圧式</li> <li>b. 配水槽式</li> <li>c. 圧力水槽式</li> <li>d. ポンプ直送式</li> </ul> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> } ポンプ圧送式 </div> </li> </ul>

### 基準及び運用の解説

**運用 2-2** では、パイプラインの分類について明らかにしている。この分類ごとに設計の考え方が異なるので、設計者はこのことをよく認識して設計を進める必要がある。

#### 【関連技術書等】

付録 技術書「2. パイプラインの区分・分類及び構成」

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>3 設計の基本</b></p> <p>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性と安全性を確保し、合理的な管理ができ、かつ、経済的な施設となるように行わなければならない。</p> <p>また、<u>設計は、周辺環境との調和に配慮しつつ行わなければならない。</u></p>	<p><b>3 設計の基本</b></p> <p><b>基準 3</b> にいうパイプラインに必要な機能性と安全性とは、パイプラインを構成する諸施設の機能が一つのシステムとして有機的に結合し、水利用計画に合致した合理的な水管理ができるとともに、施設に作用する内外圧荷重に対して安全かつ所要の耐久性を有することである。</p> <p>合理的な管理とは、水管理が容易であり用水の効率利用が図れること、施設の保守・管理が容易であり施設の維持管理費用が安いこと等である。</p> <p>また、<u>施設の設計に当たっては、パイプラインの建設と管理がともに経済的に行われ、かつ、環境との調和に配慮しつつ、総合的な検討を行わなければならない。</u></p>

## 基準及び運用の解説

**基準 3** 及び**運用 3** では、パイプライン設計の基本的な姿勢について明らかにしている。

パイプラインに限らず、公共事業で建設される土木構造物の設計の基本は、所定の機能と安全性を確保した上で、経済的な施設とすることである。**運用 3** では、パイプラインにおける機能と安全性の一般的な意味を示すとともに、設計に際しては、施工に関する条件と、どのような管理・制御システムで行うかを、建設後の管理状況も踏まえて十分把握し、施設の建設費用と建設された施設の運転や維持管理の経済性についても併せて総合的な検討を行う必要があることを明示している。

また、**基準 3** では、パイプラインの設計に当たって、機能性、安全性、経済性の追求のみでなく、パイプライン施設周辺の環境との調和にも配慮する必要があることを明らかにしている。

ここで、「環境との調和に配慮する」としている意味は、当該パイプラインの設置が、ミティゲーション 5 原則<sup>注)</sup>に基づき環境に対して著しいマイナスの影響を与えることのないようにすると同時に、条件が整えば環境の保全や景観整備に積極的に貢献することについても、検討を行う必要があるということである。これらの機能の確保は、設計を行う際に経済性や維持管理性等と相反する部分があるため、地域条件に応じた適切なものとなるように農家を含む地域住民、施設予定管理者及び有識者（以下「地域住民等」という）の意見等を踏まえ、地域の合意形成を図りつつ、総合的な検討を行う必要がある。

なお、本基準における「環境」は、生態系や景観等を含むものであり、他の設計基準と異なるものではない。

注) ミティゲーション(mitigation)とは、事業が環境に与える影響を回避や軽減などの処置により緩和する措置をいう。米国国家環境政策法(NEPA)に基づき環境諮問委員会が作成したNEPA施工規則においては、ミティゲーションとして、回避(avoidance)、最小化(minimization)、修正(rectifying)、軽減/除去(reduction/elimination)及び代償(compensation)が示されている。

### 【関連技術書等】

「国土改良事業地区における「環境との調和への配慮に関する計画」の作成について」

(平成 19 年 2 月 27 日 18 農振 第 1467 号 農村振興局企画部長、整備部長連盟通知)

「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」(H18. 3)

「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 1 -基本的な考え方・水路整備-」(H16. 12)

「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 2 -ため池整備 農道整備 移入種-」(H16. 12)

「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 3 -ほ場整備(水田・畑-)」(H16. 10)

「農業農村整備事業における景観配慮の手引き」(H19. 6)

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>4 関係法令の遵守</b></p> <p>設計に当たっては、関係する各種の法令を遵守するとともに、関連する他の計画と整合を図らなければならない。</p>	<p><b>4-1 関係法令の遵守</b></p> <p>パイプラインの路線又は工事の内容によっては、河川法、道路法等に関する規制を受けるので、関係機関と事前に協議し、関係法令の規定に基づいて設計を行わなければならない。</p>

基準及び運用の解説

基準 4 では、パイプラインを設計する際の関係法令の遵守や、関連する他の計画との調整の必要性について明らかにしている。

運用 4-1 では、関係機関との事前協議を行い、関係法令に基づいて設計を行わなければならないことを明らかにしている。パイプラインの建設に関係する主な法律には、次のようなものがある。

表 4-1-1 パイプラインの建設に関係する主な法律

分類	根拠法	主な規制事項	制定年度
河川関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川法</li> <li>水産資源保護法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川区域内の行為の制限</li> <li>保護水面の区域内の行為の制限</li> </ul>	昭和39年 昭和26年
道路関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路法</li> <li>道路交通法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路の占有行為の制限</li> <li>資材等の運搬に関する制限</li> </ul>	昭和27年 昭和35年
環境保全関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境基本法</li> <li>自然環境保全法</li> <li>自然公園法</li> <li>文化財保護法</li> <li>森林法</li> <li>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</li> <li>生物多様性基本法</li> <li>環境影響評価法</li> <li>建設工事に係る資材の再生資源化等に関する法律(建設リサイクル法)</li> <li>国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律(グリーン購入法)</li> <li>自然再生推進法</li> <li>景観法</li> <li>家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境保全施策のための規制</li> <li>自然環境保全区域内の行為の制限</li> <li>国立公園、国定公園、都道府県立公園内の行為の制限</li> <li>史跡、名勝、天然記念物、埋蔵文化財包蔵地内の行為の制限</li> <li>保安林指定区域内の行為の制限</li> <li>棲息地等保護区等に指定された区域での行為の制限</li> <li>生物多様性に及ぼす影響の低減</li> <li>環境の保全についての規制</li> <li>建設物の分別解体と廃材の再生資源化を義務付け</li> <li>環境負荷の少ない製品の調達の推進</li> <li>自然再生に関する施策の推進</li> <li>景観計画区域内における行為の規則</li> <li>家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進</li> </ul>	平成5年 昭和47年 昭和32年 昭和25年 昭和26年 平成4年 平成20年 平成9年 平成12年 平成12年 平成14年 平成16年 平成11年
公害防止関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>大気汚染防止法</li> <li>水質汚濁防止法</li> <li>振動規制法</li> <li>騒音規制法</li> <li>廃棄物の処理及び清掃に関する法律</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料の燃焼に伴い発生する有害物質の規制</li> <li>河川、湖沼、海等の公共用水域に排出される水に関する規制</li> <li>特定建設作業及び道路交通振動に関する規制</li> <li>特定建設作業及び自動車騒音に関する規制</li> <li>廃棄物の処理に関する規制</li> </ul>	昭和43年 昭和45年 昭和51年 昭和43年 昭和45年
災害防止関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>砂防法</li> <li>地すべり等防止法</li> <li>急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律</li> <li>水防法</li> <li>土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>砂防指定地内の行為の制限</li> <li>地すべり防止区域内の行為の制限</li> <li>急傾斜地の崩壊による災害防止指定区域内の行為の制限</li> <li>水防地域内の行為の制限</li> <li>著しい土砂災害が発生するおそれがある土地の区域において一定の開発行為の制限</li> </ul>	昭和30年 昭和33年 昭和44年 昭和24年 平成12年
危険防止関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>火薬類取締法</li> <li>消防法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火薬類の取扱いに関する規則</li> <li>防火地域内の行為の制限</li> </ul>	昭和25年 昭和23年
労働関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働基準法</li> <li>労働安全衛生法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働条件に関する制限</li> <li>労働災害の防止に関する制限</li> </ul>	昭和22年 昭和47年
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築基準法</li> <li>電気事業法</li> <li>国有財産法</li> <li>再生資源の利用の促進に関する法律</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築物に関する制限</li> <li>電気供給区域内の行為の制限</li> <li>国有財産の処分の制限</li> <li>再生資源の利用の促進</li> </ul>	昭和25年 昭和39年 昭和23年 平成3年



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>4-2 関連する計画との整合</b></p> <p>パイプラインの設計に当たっては、パイプラインの通過が予定される河川、道路等の施設整備計画、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。</p>

### 基準及び運用の解説

**運用 4-2** でいうパイプライン計画に関連する計画には、パイプラインが通過する河川、道路、その他施設のほか、土地利用計画、自然環境保全計画等も含まれる。設計に当たっては、これら計画の有無及びその内容を把握し、これに適切に対処しなければならない。

#### 【関連技術書等】

解説・河川管理施設等構造令（河川管理施設等構造令研究会編、日本河川協会）  
道路構造令の解説と運用（日本道路協会）

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>5 設計の手順</b></p> <p>設計は、現地の自然的、社会的諸条件をもとにして、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。</p>	<p><b>5 設計の手順</b></p> <p>パイプラインの設計は、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、相互に連携をとりながら合理的に進めなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 水利用計画、管理体制及び現地条件の把握（調査）</li> <li>② パイプラインシステムの設計（用水系統、設計流量・設計水圧、路線及びパイプラインの構成、設計流量・運用管理・維持管理に対する機能確保の検討、妥当性の判断、測量、確認）</li> <li>③ 施設設計（各施設の水理解析、構造設計、妥当性の判断、施工図面の作成、数量計算）</li> </ul> <p>また、各段階で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。</p>

### 基準及び運用の解説

**基準 5** 及び**運用 5** では、パイプライン設計の一般的な手順について規定している。

**運用 5** では、水利用計画、管理体制及び現地条件をもとにして、パイプラインシステム設計から順次施設設計へと進み、ある段階で設計上の条件を満足しない等の不都合が生じれば、その都度前の段階に検討結果をフィードバックしたり、後の段階で生じる可能性のある問題をあらかじめ予測しながら試行を繰り返す等、それぞれの段階の作業を相互に連携させながら進める必要があることを明らかにしている。

また、パイプラインシステムは、広範囲にわたる施設全体が密接な関連を持っているので、システム全体として均衡のとれた機能性、安全性及び経済性を確保する必要がある。したがって、各設計段階において採用し得る複数案が考えられる場合は、総合的な比較検討により最適案を選定しなければならないことを明らかにしている。

#### 【関連技術書等】

付録 技術書「3. パイプライン設計の標準的手順」

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>6 調査</b></p> <p>設計の基礎資料とするために必要となる現地の自然的、社会的諸条件に関する事項について、適切な調査を行い、これらを的確に把握しなければならない。</p>	<p><b>6-1 調査</b></p> <p>パイプラインの路線調査に当たっては、路線選定、設計、施工及び管理に必要な基礎資料を得るため、周到な計画のもとに適切な調査方法により順序正しく実施しなければならない。</p> <p><b>6-2 調査項目</b></p> <p>パイプラインの設計に当たっては、次に掲げる項目の調査を必ず行わなければならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 河川・湖沼状況調査</li> <li>(2) 地形調査及び測量</li> <li>(3) 地質・土質調査</li> <li>(4) 気象・水文調査</li> <li>(5) 立地条件調査</li> <li>(6) 環境調査</li> <li>(7) 管理関係調査</li> </ol> <p>なお、ここに掲げる項目以外の項目であっても、設計するパイプラインシステムの形態に応じて必要な項目があれば、これを適宜追加して調査しなければならない。</p> <p><b>6-3 河川・湖沼状況調査</b></p> <p>パイプラインの取水源になる河川及び湖沼について、利用可能水量、水位、流路等について年間の変動と管理上の制約等を調査し、水利用計画に支障が生じないよう配慮しなくてはならない。</p> <p><b>6-4 地形調査及び測量</b></p> <p>計画対象地域について地形図を作成し、計画路線について路線測量と用地測量を行う。</p> <p><b>6-5 地質・土質調査</b></p> <p>計画路線について資料収集を行い、踏査及び試験等により、地質構造、土質、地下水等を把握する。</p> <p><b>6-6 気象・水文調査</b></p> <p>計画対象地域の降水量、降雨日数等について資料収集及び観測等を行う。</p>

## 基準及び運用の解説

**基準 6** 及び**運用 6-1** では、パイプラインの設計に必要な調査について規定している。

特に**運用 6-1** では、調査計画、調査方法、調査順序の重要性を明らかにしている。パイプラインは開水路と異なり、動水勾配線よりも低い路線であれば複数の案を選定することができる。さらにパイプラインシステムを考えると、これも複数の案を設定できる場合が多い。したがって、パイプラインの路線調査は、パイプラインシステムの検討と一体的に行う必要がある部分が多い。設計者は、このことをよく認識して、調査計画、調査方法、調査順序を設定しなければならない。

**運用 6-2** では、パイプラインの設計を行う上で必須の調査項目について規定しているが、ここでは、あくまでも最低限必要な項目を掲げているのであって、現地の状況や設計しようとするパイプラインの態様などによっては、これ以外にも適宜必要な調査を行って把握しておかなければならない事項が存在する場合もある。その場合には、適切な調査項目を追加設定して、現地条件のきめ細かな設計への反映に努める必要がある。

ここでいう調査項目の追加設定としては、現況施設の機能診断に関する調査等が挙げられる。

**運用 6-3**～**運用 6-9** では、調査項目ごとにそれぞれ把握すべき内容を規定しているが、各調査の具体的な調査方法、手順、取りまとめ方法等については、関連する技術書等を参考にしながら設計者が適切に判断して決定しなければならない。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>6-7 立地条件調査</b>            計画対象地域の社会条件、建設に係る気象条件、工事に使用する用地取得及び関係する物件等の補償等に関する事項について資料の収集及び踏査等を行う。</p> <p><b>6-8 環境調査</b>  <u>パイプライン造成に伴う周辺住民の生活環境及び自然環境の保全対策について必要な環境調査（振動、騒音、生物、生態系、水質、景観調査等）を行うとともに、地域住民等の意向を把握する。</u></p> <p><b>6-9 管理関係調査</b>            パイプラインの水管理、施設管理等を検討するために必要な事項について資料収集及び聞き取り等を行う。</p>

基準及び運用の解説

【関連技術書等】

付録 技術書「4. 調査」

地盤調査法（地盤工学会）

土質試験の方法と解説（地盤工学会）



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>7 基本設計</b></p> <p>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。</p> <p>基本設計においては、パイプラインが備えるべき基本的な機能に関する条件を定め、これに基づいてパイプラインの基本的な諸元を決定する。</p>	<p><b>7-1 基本設計の項目</b></p> <p><b>基準 7</b> に規定する、パイプラインが備えるべき基本的な機能に関する条件とは、設計流量、取水位及び各地点における<u>所要水頭である</u>。また、基本設計において決定するパイプラインの基本的な諸元とは、<u>パイプラインの路線位置、パイプライン形式、パイプラインを構成する各附帯施設の配置、水利用計画に基づく流量、所要水頭、施設容量等</u>である。</p> <p>したがって、基本設計では、計画されたパイプラインシステムが対象地区の実情に合致しているか照査を含めて検討することが重要であり、これは<u>細部設計</u>に先立って必ず実施しなければならない。当然受益地の立地条件や標高等の地形的条件等により種々の比較路線等が考えられるが、それらを含めて経済性のみならず機能性及び安全性、操作性等を総合的に検討しなければならない。これらの目的から設計図は全体が見渡せる程度の縮尺のものを使用することが望ましい。</p> <p><b>7-2 パイプラインシステムの設計</b></p> <p>(1) 設計の目的</p> <p>パイプラインシステムの設計は、パイプラインを構成する施設の機能を確保しつつ、パイプラインシステム全体としての必要な機能と安全性並びに経済性を具備するよう検討することを目的とする。</p> <p><u>また、パイプラインシステムの構成は、水路各区間の各々の機能を十分に認識した上で、水理ユニットとして分割し、その相互の結合関係を明確にして、接続点には適切な接続施設、調整施設等を配置しながら行わなくてはならない。</u></p> <p>パイプラインシステムの設計で重要なことは、計画路線配置を変更した場合等、システムの機能条件が変わる場合には必ず見直しが必要であり、<u>また、詳細設計であっても路線等の重要な変更が生じた場合にはシステムの見直しを行わなければならない。</u></p>

## 基準及び運用の解説

基準 7 及び運用 7-1 では、パイプラインの基本設計について規定している。

基準 7 では、基本設計の位置づけとその内容について明らかにしている。すなわち、基本設計はその後に行う細部設計の基礎となるもので、当該パイプラインに求められる機能に関する条件と、これを満足するためのパイプラインシステム及び各施設の基本的な諸元を設定するものである。また、ここでいうパイプラインに求められる機能とは、運用 3 において定めているように、「パイプラインを構成する諸施設の機能が一つのシステムとして有機的に結合し、水利用計画に合致した合理的な水管理ができるとともに、施設に作用する内外圧荷重に対して安全かつ所要の耐久性を有すること」である。その具体的条件は、運用 7-1 に定める設計流量、取水水位及び各地点における所要水頭を満足させるとともに、設計流量以外の流量においても公平な水の配分と安全性を満足させることである。

さらに、運用 7-1 では、基本設計において決定すべきパイプラインの基本的な諸元を明らかにしており、それぞれの項目の具体的な内容については次節以降において個別に規定している。

運用 7-2 では、パイプラインシステムの設計の位置づけと要件を明らかにしている。

(1) ではパイプラインシステムの設計の目的を明らかにし、設計の過程では水理ユニットの分割と相互の結合関係を明確にすることの重要性を明らかにしている。水理ユニットとは、①水位（圧力）境界、②流量境界、③水位（圧力）流量境界の各点で囲まれた一連の施設群であり、直接水理的影響を及ぼすパイプラインシステムの基本構成単位であることを明示し、これらの境界点には、水源、調整施設、分水施設、調圧施設及びポンプ施設等の何らかの制御施設が設置されることを示唆している。

また、後段では、システム設計の必要性と具体的な検討時期に関して規定している。

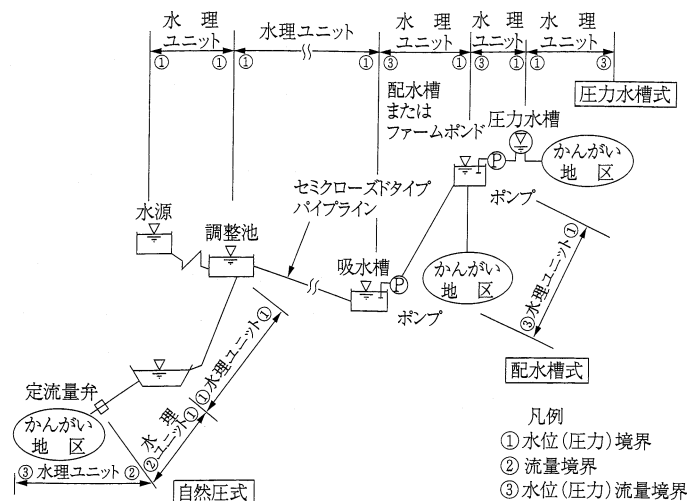


図 7-2-1 水理ユニット分割の概念図

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p>(2) <b>パイプラインシステムの検討項目</b>  パイプラインシステムの設計に当たっては、次の項目について検討を行わなければならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 水利用形態と水管理制御方式</li> <li>② 設計流量及び設計水圧</li> <li>③ 路線選定及びパイプラインのシステム構成</li> <li>④ 設計流量に対する機能確保</li> <li>⑤ 運用管理に対する機能確保</li> <li>⑥ 維持管理に対する機能確保</li> <li>⑦ パイプラインシステムの設計の総括</li> <li>⑧ 管体及び継手等の選定</li> </ol> <p><b>7-3 水利用形態と水管理制御方式</b>  水管理制御方式は、末端ほ場の水利用形態と設置する施設の管理体制並びに<u>経済性等</u>を相互に検討して選定するものとする。</p> <p><b>7-4 設計流量及び設計水圧</b>  パイプラインの設計に用いる設計流量は、用水計画から必要とされる期別・用水系統別の最大流量とする。  設計水圧は、静水頭に水撃圧を加えたものとする。</p> <p><b>7-5 路線選定及びパイプラインのシステム構成の選定</b>  パイプラインの路線は、受益地を含めた自然条件、施設条件、社会条件等を踏まえ、<u>全体として環境との調和に配慮したものとし、分水位置等も考慮して選定しなければならない。</u>  パイプラインの<u>システム構成</u>は、その選定された路線について、所要の必要水頭を確保しつつ落差を有効に利用し、送配水方式、パイプライン形式、配管方式及び水管理制御方式等を検討して選定するものとする。</p>

## 基準及び運用の解説

(2)では、パイプラインシステムの設計に当たって、検討すべき項目を明らかにしている。それぞれの項目の具体的な内容については、**運用 7-3**～**運用 7-9**において個別に規定している。

**運用 7-3** という水利用形態とは、末端ほ場の水需要の期別・時間別変動、渇水時等非常時の取水制限、農作業の集中時に発生する水需要の増大等である。

水管理制御方式の選定に当たっては、当該パイプラインにおいて予想される上記の水利用形態をもとに、用水供給における需要主導型・供給主導型の別を確定し、続いて水管理の水準及び監視制御機器の構成等を検討しなければならない。

**運用 7-4** は、設計流量及び設計水圧について規定している。このほか、設計流量より小さい流量のときの水理現象についても検討する必要があるが、これについては**運用 7-7**で規定している。

設計水圧の決定に際しては、次の事項に留意する必要がある。

- ① 農業用パイプラインでは、管体及び弁等附帯施設の安全性と経済性の観点から、システムに作用する使用静水頭は100m未満になるよう設計する場合が多い。
- ② 末端での有効水頭には、かんがいに必要な水頭に施工の状況及び水管理の状況等を考慮した余裕水頭を加算することが望ましい。

**運用 7-5** では、路線選定及びパイプラインのシステム構成の選定方法を明らかにしている。

パイプラインにあっては、路線管路標高を動水勾配線以下に適切な余裕を持って設定すれば開水路と異なり地形上の制約を受けないという利点があり、この条件下においては多様な路線選定が可能である。また、自然条件・社会条件等を踏まえ、環境との調和に配慮した検討を十分行い路線を選定することが肝要である。

パイプラインのシステム構成は、送配水方式、パイプライン形式、配管方式、水管理制御方式等を考慮して構成されるが、これら各方式の組み合わせについては多様な比較案が設定できる場合が多い。パイプラインのシステム構成は、これらの比較案を十分検討し最適案を選定しなければならない。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p>(1) 送配水方式の選定            路線及び分土工の位置が概定された後、地盤高及び水利用計画上必要な圧力水頭から、送水に必要な水頭差あるいは送水に利用できる水頭差を求め、自然圧式又はポンプ圧送式のいずれかを選定する。</p> <p>(2) パイプライン形式の選定            送配水に利用できる水頭差、水利用計画上必要な圧力水頭及び想定している水管理制御方式を考慮して、オープンタイプ、クローズドタイプ、セミクローズドタイプのいずれかを選定する。</p> <p>(3) 配管方式の選定            地形条件、水利用形態等から、樹枝状配管あるいは管網配管のいずれかを選定する。</p> <p>(4) 水管理制御の基本方式  <b>運用 7-3</b> により選定された供給主導制御と需要主導制御の区分、監視制御の基本方式等である。</p> <p><b>7-6 設計流量に対する機能確保</b>            パイプラインは、設計流量を確実に通水できる規模と必要な機能が確保されていなければならない。            確保すべき規模と機能は、次のとおりである。</p> <p>(1) 水理ユニット内の適切な水頭配分と通水断面の確保            水理ユニットの両端に与えられた設計流量と水頭をもとに、管材を選定し、<b>運用 9-1</b> に規定する許容流速と水理ユニット内平均流速を考慮して水理ユニット内各部の水頭配分を適切に行う。            配分された水頭をもとに、水理計算により管種別の規格管径を設定する。</p> <p>(2) 水理ユニット間の結合            水理ユニット間の結合は、原則として流量、水位を介して行うものとする。境界条件は、上下流の水理ユニットの実通水能力の調整に必要な条件を基本に決定する。</p> <p>(3) 設計流量通水時の機能の検討            前項(1)で求めた管種と管径について、与えられた境界条件に対して各水理ユニットごとに水理計算を行い、設計流量が確保できることを確認し、管種・管径を決定する。</p>

### 基準及び運用の解説

(1)～(4)においては、項目ごとにそれぞれ選定の条件と内容を規定しているが、各項目の具体的な検討内容と選定については、関連する技術書等を参考にして設計者が適切に判断して決定するものとする。

なお、(1)にある送配水方式には、**運用 2-2④**に示す区分がある。

**運用 7-6**では、施設の規模と必要な機能の確保について規定している。必要な施設の規模と機能は、設計流量時における水理ユニット内の合理的な水頭配分を前提とした通水断面の確保、水理ユニット間の合理的な結合、分水量の偏り防止、管路の負圧防止等によって達成される。

(1)～(3)では、確保すべき規模と機能を具体的に示している。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>7-7 運用管理に対する機能確保</b></p> <p>設計流量に対する機能確保によって決定された施設は、水管理、施設管理の運用に当たって生ずる諸条件に対しても必要な機能が確保されていなければならない。</p> <p>確保すべき機能は、次のとおりである。</p> <p>(1) 設計流量以外の流量に対する機能</p> <p>    最多頻度流量及び最小流量に対する運用管理の諸条件（ポンプ運転状態、バルブ開度等）を考慮して定常的な解析を行い、安定的な流況、流量の均衡等の機能を確保する。</p> <p>(2) 水理ユニット間の連携機能</p> <p>    水理ユニット間の連続性が得られることを確認し、<u>必要があれば緩衝に必要な施設とその容量を確保する。</u></p> <p>(3) 過渡現象の検討</p> <p>    過渡現象時に発生する最大圧力・最高水位に対する管体及び継手の安全性、スタンド等からの越水、最小圧力に対する水柱分離、管体等の座屈、空気の混入等について検討し、施設の安全性を確保する。</p> <p><b>7-8 <u>パイプラインシステム</u>の設計の総括</b></p> <p><u>パイプラインシステム</u>の設計の結果は、これを総括し、設計の一貫性と全体的な調和を図るため、総合的な検討によって点検がなされなければならない。</p> <p>(1) <u>パイプラインシステム</u>の設計</p> <p>    設計流量の流況から送配水停止に至るまで、あるいは送水停止から設計流量に至る過程で系内に不都合が生じないか、あるいは予定する体制で対応が可能か、どの地点のいかなる情報が必要か等、<u>時間を追って検討する。</u></p> <p>(2) 施設設計</p> <p>    前項の要件を満たしたパイプラインについて、設計流量を下回る水使用時及び初期充水時における流況とその変動について検討を行う。</p> <p>(3) 設計の総括</p> <p>    一般に年度によってパイプラインを分割して設計されることが多いが、この場合システム全体と矛盾を生じないように留意しなければならない。</p>

### 基準及び運用の解説

**運用 7-7** では、水管理・施設管理時の機能の確保について規定している。

農業用パイプラインは、大半の期間、設計流量を下回る流量で運用されるという特性がある。したがって、設計流量以外の流量に対してどのような特性を持ち、どの程度まで対応することができるかについて検討しておく必要がある。具体的には、設計流量以外の流量に対して、水理ユニット内の流況、水理ユニット間の連携機能及び水理ユニット内部の過渡現象等の検討を行うものである。

(1)～(3)では、確保すべき機能、施設容量及び安全性の具体的内容を示している。

**運用 7-8** では、検討してきたパイプラインシステムの設計内容を集約的に把握し、実際の操作、管理上の立場から検討を加え、必要に応じて修正を行い、パイプラインシステムの設計を完結させなければならないことを規定している。

(1)～(3)では、パイプラインシステムの設計の総括について、具体的な検討内容を挙げている。

これらの検討には、管路縦断図に管諸元、附帯施設の位置・諸元、設計流量時における水位・圧力水頭線、設計流量以外の流量時における水位・圧力水頭線、各制水弁区間ごとの管路内貯留量等を記入した資料が必要である。これらの資料をもとに、実際の操作、管理上の立場から机上シミュレーションにより検討を加え、パイプラインシステムとしての設計を完結させるものとする。



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p data-bbox="651 315 1015 344"><b>7-9 管体及び継手等の選定</b></p> <p data-bbox="668 360 932 389">(1) 使用管種の選定</p> <p data-bbox="679 405 1402 521">管種等は、水理条件、構造条件及び施工条件を満足し、その特性が十分に生かされるものを選定しなければならない。</p> <p data-bbox="668 887 1043 916">(2) 考慮すべき管種等の特性</p> <p data-bbox="679 931 1402 1003">既製管の特性を十分生かすためには、次の項目について十分検討しなければならない。</p> <ul data-bbox="708 1019 1222 1135" style="list-style-type: none"><li data-bbox="708 1019 1222 1048">① 荷重に対する安全性（強度、水密性）</li><li data-bbox="708 1064 1139 1093">② 粗度（水の流れに対する抵抗）</li><li data-bbox="708 1108 959 1137">③ 耐久性、耐食性</li></ul>

## 基準及び運用の解説

**運用 7-9** では、本基準で取り扱う既製管について管種等の選定要件を明らかにしている。

(1)においては、既製管は管種等によって水理・構造・施工上の特性が異なるので、現地条件及び使用条件からみて、その特性が十分に生かせるものを選定しなければならないことを明示している。

現在、農業用パイプラインで使用されている管種は下記の6種類であり、使用条件に合った管種を適正に選定しなくてはならない。選定に当たっては、完成後の維持管理の容易さを考慮して同一路線ではできるだけ同一種類の管種を選定することが望ましく、基本方策としては、基準管種を技術、経済性の観点から選定し、特に安全の点から強度を必要とするような地点については必要に見合った管種を選定する等の配慮が望ましい。

- |           |              |
|-----------|--------------|
| ①コンクリート管  | ④硬質ポリ塩化ビニル管  |
| ②ダクタイル鋳鉄管 | ⑤ポリエチレン管     |
| ③鋼管       | ⑥強化プラスチック複合管 |

(2)では、既製管の特性を生かすために検討すべき項目を挙げている。設計者は、これらの項目について、基準、運用及び関連する技術書を参照して検討し、的確な判断により管種等の選定を行うものとする。

## 【関連技術書等】

付録 技術書「5. 管体及び継手等の選定」

付録 技術書「6. パイプラインシステムの設計」

付録 技術書「14. 既製管の管体及び継手」

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>8 細部設計</b></p> <p>基本設計において定めたパイプラインの基本的な機能に関する条件及び諸元に基づき、パイプラインを構成する各施設について、それぞれ細部設計を行う。</p> <p>細部設計は、各施設それぞれが水理的、構造的諸条件を満足するとともに、パイプライン全体としての調和のとれたものになるよう<u>に</u>行わなければならない。</p>	<p><b>8 細部設計</b></p> <p>細部設計は、パイプラインを構成する次の施設について詳細に行うものとする。設計に当たっては、基本設計で作成された全体として調和のとれたシステムを構築できるように<u>に</u>配慮しなければならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 管路及び管路と一体になる構造物(管体、スラストブロック等)</li> <li>② 附帯施設(取水工、分土工、管理施設、安全施設等)</li> <li>③ 水管理制御施設(計測機器、監視機器、伝送機器等)</li> </ol> <p>設計は上記の各施設について、水理解析及び構造解析等<sup>等</sup>を適切に行って経済的かつ安全なものとしなくてはならない。</p>

### 基準及び運用の解説

**基準 8** は、細部設計についての規定であり、パイプラインを構成する各部の設計について順を追って必要な事項を規定している。

細部設計は、**基準 7** において決定された基本的諸元に基づき、その構造、寸法等の詳細な設計を進めるものであり、その際にはパイプライン全体としてのバランスに対する配慮が必要であることを明記している。

なお、細部設計を進めている段階で、基本設計で決定した諸元に影響を与えることが明らかになった場合には、基本設計にさかのぼって検討し直す必要がある。特に路線配置が大きく変更される場合、調整施設の標高及び位置等が大きく変わる場合、受益地の位置や面積が大きく変わるような場合は基本設計に立ち返り、システム設計から全体を見直す等の必要性もあるので注意を要する。

**運用 8** では、細部設計を行う具体的な検討単位を明らかにしている。以降の各節では、この順序にしたがって具体的な規定事項及び留意事項を定めている。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>9 水理解析</b></p> <p>管路の水理現象の検討は、定常的な水理現象と非定常的な水理現象について解析を行うものとする。</p>	<p><b>9-1 定常的な水理現象の解析</b></p> <p>送配水管路の定常的な水理現象の検討は、水利用計画に基づく流量を適正な流速で輸送するために必要な口径及び水頭を求めることを目的とし、管路の状況等を考慮して適切な水理公式によって行うものとする。</p> <p>(1) 適正な流速（許容設計流速）</p> <p>許容設計流速は、次の①によるほか、送配水方式別に②又は③によるものとする。</p> <p>① 許容最大流速及び許容最小流速</p> <p>a. 管内の許容最大流速は、コンクリートの場合 3m/s、それ以外（モルタルライニングを含む）の場合 5m/s とする。</p> <p>b. 許容最小流速は、0.3m/s とする。</p> <p>c. 放水工、余水吐等の一時的に流れる構造物の許容最大流速は、上記 a. の 1.5 倍以内とする。</p> <p>② 自然圧式管路の許容流速の平均値</p> <p>水理ユニット内の流速の平均値（管路縦断方向の加重平均値）は原則として 2.0m/s 以下とする。ただし、水撃圧の検討を行い、安全を確かめた場合は 2.5m/s まで使用してもよい。</p> <p>③ ポンプ圧送式管路の許容流速の平均値</p> <p>ポンプ圧送式管路の流速の平均値は、ポンプの設備費、管路の建設費及び電気料金等の維持管理費を考慮の上、最も経済的になる流速（管径）を選定しなければならない。この際、水理ユニット内の流速の平均値（管路縦断方向の加重平均値）は自然圧式管路と同様、原則として 2.0m/s 以下とする。ただし、水撃圧の検討を行い、安全を確かめた場合は 2.5m/s まで使用してもよい。</p>

## 基準及び運用の解説

**基準 9** では、検討すべき水理解析の内容について規定している。

**運用 9-1** は、定常的な水理現象の解析を行う目的、適正な流速の範囲及び適切な水理公式を使用すべきことを規定している。

一般に管径の決定は、**運用 7-4** の規定により計画最大流量を用いて算定されるが、期別流量の変化が予想される場合には、**運用 7-7** の規定により最大流量以外の流量についても水理解析を行う必要がある。

(1)では、適正な流速（許容設計流速）について規定している。

①では、管内面の摩耗を防止するための許容最大流速と、水中の浮遊土砂等が管内に沈殿することを避けるための許容最小流速を明らかにしている。また、常時使用しない放流工や余水吐等の一時的に水が流れる管路構造の施設については、許容最大流速の 1.5 倍まで使用してよいことを示している。

②では、自然圧式の管路について、傾斜地における流水の慣性力、曲線部でのスラスト力、バルブ操作等に伴う水撃圧等に対して安全性を確保するため、水理ユニット内の流速の平均値の限界値は 2.0m/s に規定している。ただし、経済性を高めるため、水撃圧等の影響を検証し安全を確認した上で、流速の平均値を 2.5m/s まで高めてもよいことを示唆している。

③では、ポンプ圧送式の管路について、ポンプ施設と管路のイニシャルコストとランニングコストの合計が最も経済的となる、いわゆる経済流速で最も経済的な管径（流速）を決定する必要があることを示唆している。許容される水理ユニット内流速の平均値は自然圧式管路の場合と同様に 2.0m/s を限度とするが、経済性を高めるため、水撃圧等の影響を検証し安全を確認した上で、流速の平均値は 2.5m/s まで高めて採用してもよいことを示唆している。口径と経済流速の範囲の目安は関連技術書に記載している。

なお、本基準では**運用 2-1** において真水を対象とする旨規定しているが、これを防除施肥を含めた多目的かんがいに準用する場合は、許容最小流速を 0.6m/s 以上とすることが望ましい。また、スラリー輸送等における許容流速については別途検討する必要がある。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p>(2) 水理計算</p> <p>① 摩擦損失水頭 摩擦損失水頭及び平均流速の算定は、ヘーゼン・ウィリアムス公式の適用を原則とする。<u>なお、条件に応じその他の公式を適用しても良い。</u></p> <p>② 各種損失水頭 定常的な水理解析に当たっては、設計条件に応じて次の各種損失水頭を考慮しなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. 流入による損失水頭</li><li>b. 流出による損失水頭</li><li>c. スクリーンによる損失水頭</li><li>d. 湾曲及び屈折による損失水頭</li><li>e. 断面変化（漸拡、漸縮）による損失水頭</li><li>f. 直角分流による損失水頭</li><li>g. 合流による損失水頭</li><li>h. バルブ及び各種スタンド等による損失水頭</li></ul>

基準及び運用の解説

(2)では、定常的な水理計算に用いる水理公式及び各種損失について規定している。実際の水理計算に当たっては、関連技術解説を参照しながら適正に行うものとする。

①では、平均流速の算定には原則としてヘーゼン・ウィリアムス公式を適用することを規定しているが、これはパイプラインの設計条件（管種、管径、設計流速）の範囲内では本公式が最も適合するものと考えられているためである。この公式は、実際の水道管に対する実験を基礎として作成されたものであり、その後の実測資料も多く、送配水管の水理計算に最も多く用いられている。

他方、経年変化した鋼管等一部の管種にはマンニング公式が適合するものもあるが、同一パイプライン組織において管種によって適用公式を異にすることはパイプライン全体の統一性が損なわれるため、特殊な場合を除きヘーゼン・ウィリアムス公式を用いるものとする。

摩擦損失水頭及び平均流速は次式により算出する。

$$h_f = 10.67 C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

$$V = 0.849 C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54}$$

ここに、 $h_f$  : 摩擦損失水頭 (m)

$C$  : 流速係数

$D$  : 管径 (m)

$Q$  : 設計流量 (m<sup>3</sup>/s)

$L$  : 管路長 (m)

$V$  : 平均流速 (m/s)

$R$  : 径深 (m)

$I$  : 動水勾配

また、ポンプ場内の配管等、比較的管路の短い場合にはダルシー・ワイズバッハ公式を使用するのが一般的である。

なお、開水路に接続した、いわゆるサイホンと呼ばれる管水路の水理計算は、前述の水路系全体の統一性を確保するという意味合いから開水路系に合わせてマンニング公式を使用するのが一般的である。また、サイホンはパイプラインと異なり、管路中に空気が混入することを許容しており、混入空気により損失水頭が大きくなるなどの現象がある。



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>9-2 非定常的な水理現象の解析</b></p> <p>送配水管路の非定常的な水理現象の検討に当たっては、管路及び各種の<u>附帯施設の構造設計における安全性の検討条件が得られるよう、また、送配水・分水機能が確保できるよう、施設及び機器の操作等に伴う過渡現象を把握しなければならない。</u></p> <p>(1) 水撃圧の計算</p> <p>水撃圧の予測は、<u>計算による方法を原則とする。ただし、給水栓を有する水田用配水系パイプラインで低圧（静水圧0.35MPa未満）の場合は、経験則による方法で水撃圧の推定を行ってもよい。</u></p> <p>(2) サージングの計算</p> <p>オープンタイプパイプラインのように管路の途中に水槽等自由水面を持つパイプラインではサージングの計算を行い、<u>水槽から用水が溢れることがないように、また、空気連行防止のためのシール高を確保するようにしなければならない。</u>計算は一般的には剛性モデルによる数値解析により検討する。</p>

## 基準及び運用の解説

**運用 9-2** では、施設の安全性と機能が確保できるよう、施設及び機器の操作に伴う過渡現象の把握が必要なことを規定している。具体的には、管路における水撃圧（ウォーターハンマ）、管路途中等に自由水面がある場合のサージング等の現象である。また、バルブ等の制御施設が、目的とした機能を果たせるかを確認するためにも非定常的な水理現象の解析は欠かせないことを規定している。

(1)では、水撃圧の計算方法について規定している。

計算による水撃圧の予測方法には以下があるが、理論解法は適用範囲が水槽～単一管路～バルブのような単純な系に限られており、多くの分岐を含むようなパイプラインシステムの水撃圧を予測する場合は数値解法によることが望ましい。数値解法による水撃圧の予測は、特性曲線法及び中心差分法のいずれも適用できる。また、給水栓を有する水田用配水系パイプラインで低圧（静水圧 0.35MPa未満）の場合は、経験則による方法で水撃圧の推定を行ってもよい。

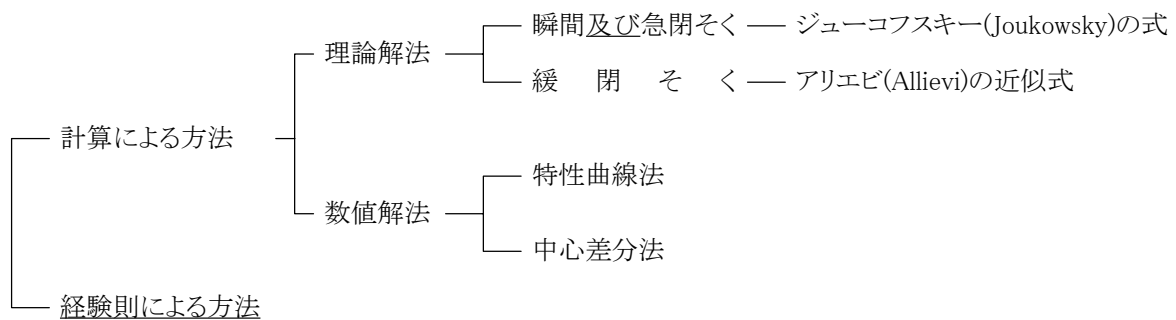


図 9-2-1 水撃圧の予測方法

(2)では、サージングの計算方法について、剛体理論に基づく計算方法によることを規定しているが、水撃圧の計算に用いる数値解法によることもできる。

### 【関連技術書等】

付録 技術書「7. 定常的な水理現象の解析」

付録 技術書「8. 非定常的な水理現象の解析」

土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」

(農林水産省農村振興局整備部設計課)

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>10 管路の構造設計</b></p> <p>管路については、基本設計で定めた条件下で、管体の横断方向及び縦断方向の耐圧強さ、移動、変形、水密性等について十分検討の上、適切に設計しなければならない。</p>	<p><b>10-1 一般事項</b></p> <p>(1) 埋設深</p> <p>埋設深は、管頂から埋戻し土（又は盛土）の表面までの深さとし、現場の条件に応じて次により選定する。</p> <p>① 道路下埋設</p> <p>道路下に埋設する場合は、道路管理者と協議の上決定するが、公道及び道路構造令に準拠する農道下では1.2m以上、道路構造令に準拠しない農道下では1.0m以上とするのが一般的である。</p> <p>② 軌道下埋設</p> <p>軌道下に埋設する場合は、軌道管理者と協議の上決定する。</p> <p>③ 河川下埋設</p> <p>河川下に埋設する場合は、河川管理者と協議して決定するが、河川構造令では河床（現況又は計画河床）から2.0m以上となっている。その他の場合については現場条件等から決定する。</p> <p>④ 耕地下埋設</p> <p>耕地下に埋設する場合の埋設深は、<u>耕土深+0.6m以上</u>を標準とする。耕土深は耕作状況、管の布設状況等を考慮して決定する。</p> <p>⑤ 山林下埋設</p> <p>山林下に埋設する場合の埋設深は、0.6m以上を標準とする。</p> <p>⑥ 寒冷地における埋設</p> <p>寒冷地における埋設深は、凍結深以上を標準とする。</p> <p>⑦ 浮上のおそれがある場合の埋設</p> <p>地下水位が高く管路が浮上するおそれがある場合は、管体空虚時に管路が浮上しない深さとする。なお、被圧地下水が予想される場合は、排水対策と併せて検討するものとする。</p> <p>(2) 荷重に対する安全性の確保</p> <p>荷重に対する安全性の確保については、管体にかかる荷重又は応力が許容荷重又は許容応力を上回らないようにするとともに、とう性管については更に設計たわみ率を上回らないようにしなければならない。</p>

## 基準及び運用の解説

基準 10 では、管路の構造設計について、検討の順序を追って設計の基本事項を規定している。

運用 10-1 では、管路の構造設計における一般事項を規定している。

(1) では、設計条件の重要な因子である埋設深について、その定義と一般的な標準値を明らかにしている。

④の耕地下埋設において、埋設深には耕土深を加算するとしているが、耕土深は対象地区で最も深い耕土深を必要とする作物で決定することが必要である。長芋等の主産地区では、耕土深が 1.0m を超す場合もある。なお、管径 300mm 以下のほ場内管路の埋設深は、検討により 0.3m 以上とすることができる。

⑥における凍結深の算定は、土地改良事業計画設計基準・設計「農道」を参照のこと。

⑦の浮上のおそれがある場合の埋設において、浮上防止に必要な土かぶりを確保する代わりに、ジオテキスタイルを用いて地盤と構造物の一体化を行い抵抗することで埋設深を低減する工法が開発されているが、適用に当たっては、土質定数等の設計条件や現場条件について十分検討の上、適切に設計しなければならない。

(2) では、荷重に対する安全性の条件を明らかにしている。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p>(3) 水密性からみた許容内水圧に対する検討  管路の水密性を確保するための許容内水圧は、内圧をかけた状態で漏水その他の支障がなく、この状態を保持することができるときの最大水圧とする。</p> <p>水密性の検討は、管体の水密性、たわみ量、継手の構造・曲げ角度、継手部の口径の公差、現場での施工条件等について行わなければならない。</p> <p><b>10-2 基礎工法の選定</b></p> <p>(1) 基礎工法の選定  管体の基礎工法は、管体の設計条件、基礎の土質、地下水の状態、管の種類・口径、施工方法及び経済性等を考慮して選定しなければならない。</p> <p>(2) 基礎及び埋戻し材料  管体の基礎及び埋戻し材料は、原則として砂・砂礫又は良質な地盤材料とする。</p> <p><b>10-3 荷重</b>  構造設計に当たっては、次に掲げる荷重を適切に定めるものとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 土圧</li> <li>② 活荷重</li> <li>③ 軌道荷重</li> <li>④ その他の上載荷重</li> <li>⑤ 管体の自重及び管内水重</li> <li>⑥ 基礎反力</li> <li>⑦ 内水圧</li> <li>⑧ その他の荷重</li> </ol>

### 基準及び運用の解説

(3)では、水密性からみた許容内水圧の定義を明らかにするとともに、水密性の検討に当たって考慮すべき事項を規定している。

**運用 10-2**では、基礎工法の選定に当たって考慮すべき事項と、基礎及び埋戻し材料について規定している。

(1)では、適切な管体の基礎工法を選定すべきことを規定している。外圧により管体に生ずる応力は、基礎の状態によって大きく異なり、同一鉛直荷重の場合、1点支持の状態でも最も大きな値を示し支持幅が広がるほど小さくなる。したがって、管体に生ずる応力を小さくするためには、鉛直荷重を基礎地盤に広く分布させることが必要である。

(2)では、基礎及び埋戻しの材料の質について規定している。これらの材料に砂礫を用いる場合は、礫が管体に直接触れて点支持状態にならないように配慮しなければならない。

**運用 10-3**では、構造設計に当たって考慮すべき荷重について規定している。管体に作用する荷重は、地形、地盤の状態、基礎の構造、横断施設の状態、パイプラインの水力条件や使用条件、使用する管の種類、口径、継手の構造及び施工方法等に応じて合理的に決定しなければならない。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）																																			
	<p>(1) 土 圧</p> <p>埋設管にかかる土圧は、管の布設状態及び管の種類によって異なるので、それぞれの条件に応じた公式を適用しなければならない。</p> <p>本基準で使用する土圧公式は、管の種類、埋設溝の種類及び埋設条件等により、以下に整理するとおりである。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 10-3-1</b> 土圧公式の適用区分</p> <table border="1" data-bbox="633 658 1398 1066"> <thead> <tr> <th>管種</th> <th>土圧の種類</th> <th>埋設溝の種類</th> <th>使用土圧計算公式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">不とう性管</td> <td rowspan="3">鉛直土圧</td> <td>溝形</td> <td>マーストン(溝形)公式</td> </tr> <tr> <td>突出形</td> <td>マーストン(突出形)公式</td> </tr> <tr> <td>矢板溝形</td> <td>垂直土圧公式</td> </tr> <tr> <td></td> <td>水平土圧</td> <td></td> <td>ランキン土圧公式</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">とう性管</td> <td rowspan="3">鉛直土圧</td> <td colspan="2"><math>H \leq 2.0\text{m}</math></td> <td>垂直土圧公式</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><math>H &gt; 2.0\text{m}</math></td> <td>溝形</td> <td>マーストン(溝形)公式</td> </tr> <tr> <td>突出形</td> <td>マーストン(突出形)公式</td> </tr> <tr> <td></td> <td>矢板溝形</td> <td>垂直土圧公式</td> </tr> <tr> <td></td> <td>水平土圧</td> <td></td> <td>スパングラータ土圧公式</td> </tr> </tbody> </table> <p>本表に記載する各土圧公式の詳細については、<u>付録 技術書</u>を参照のこと。</p>			管種	土圧の種類	埋設溝の種類	使用土圧計算公式	不とう性管	鉛直土圧	溝形	マーストン(溝形)公式	突出形	マーストン(突出形)公式	矢板溝形	垂直土圧公式		水平土圧		ランキン土圧公式	とう性管	鉛直土圧	$H \leq 2.0\text{m}$		垂直土圧公式	$H > 2.0\text{m}$	溝形	マーストン(溝形)公式	突出形	マーストン(突出形)公式		矢板溝形	垂直土圧公式		水平土圧		スパングラータ土圧公式
管種	土圧の種類	埋設溝の種類	使用土圧計算公式																																	
不とう性管	鉛直土圧	溝形	マーストン(溝形)公式																																	
		突出形	マーストン(突出形)公式																																	
		矢板溝形	垂直土圧公式																																	
	水平土圧		ランキン土圧公式																																	
とう性管	鉛直土圧	$H \leq 2.0\text{m}$		垂直土圧公式																																
		$H > 2.0\text{m}$	溝形	マーストン(溝形)公式																																
			突出形	マーストン(突出形)公式																																
		矢板溝形	垂直土圧公式																																	
	水平土圧		スパングラータ土圧公式																																	

## 基準及び運用の解説

(1)では、管の布設状態及び管の種類ごとに適用すべき土圧公式を規定している。なお、管の布設状態の定義は次のとおりである。

## ① 溝形

崩れない、あるいは乱れていない現地盤に溝を掘り、それに管体を布設する場合をいう。

## ② 突出形

管頂が現地盤上に突き出るような浅い基礎の上に布設され、盛土で覆われる場合をいう。

## ③ 矢板施工の場合

管体布設に当たり矢板を施工し、埋戻し後に引き抜くような場合には溝形と異なるので別の分類とする。

また、土圧公式に関する注意事項は、以下のとおりである。

## ① 不とう性管の土圧公式

マーストン公式による土圧計算では、管に作用する鉛直土圧は同一深さの場合、一般に溝形の方が小さく、突出形に近づくにつれて大きくなる。したがって、最も有利な埋設方法は溝形であるが、溝幅の大きい場合には突出形と考えた方が土圧は小さい値となる場合がある。

したがって、溝形の場合は、突出形として計算したときの土圧と比較して小さい方の値を採用するものとする。

矢板施工の場合には、矢板の引き抜き時に現地盤と埋戻し土の間に縁切れが生じ、大きい鉛直土圧が働くこととなる。したがって、この条件に合う垂直土圧公式を規定している。ただし、この場合も突出形の値を上限値とする。

## ② とう性管の土圧公式

管頂までの埋戻し深さが2.0mまでは、布設状態の分類に関わらず垂直土圧公式を用いる。

溝形の場合には、不とう性管と同様に突出形と比較して小さい値を採用する。

矢板施工の場合には、矢板を引き抜くと現地盤と埋戻し土との間に縁切れが生じることは不とう性管と同様であるが、とう性管の場合は管体のたわみが埋戻し土の沈下に影響することから、鉛直土圧としては管の外径幅についてのみ考慮する。



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p>(2) 活荷重</p> <p>活荷重としては、群集荷重又は自動車荷重のうちいずれか大なる方の値を考慮する。</p> <p>① 群集荷重</p> <p>管路に作用する群集荷重は、埋設場所の路面あるいは地表面の状況によって適切な値を使用しなくてはならない。</p> <p>② 自動車荷重による鉛直荷重</p> <p>自動車荷重は、輪荷重が接地幅 0.2m で自動車の進行方向にのみ 45° に分布するものとし、それと直角方向には自動車が制限なく載荷されることを考慮して、車両占有幅の範囲に分布するものとする。</p> <p>③ 活荷重による水平荷重</p> <p>活荷重による水平荷重は、土圧による水平土圧と同様の式により算定する。</p> <p>(3) 軌道荷重</p> <p>管路が軌道を横断する場合には、軌道管理者と協議の上、適切な荷重を考慮しなくてはならない。</p> <p>(4) その他の上載荷重</p> <p>① 上載荷重</p> <p>埋設管路に増加荷重が将来加わることが見込まれる場合及び降雪が見込まれる場合には、それらの荷重を適切に見込まなければならない。このように埋設管上に作用する荷重は、単位面積当たりの鉛直荷重に換算して計上するものとする。代表的なものとしては次の 2 荷重がある。</p> <p>a. 増加舗装荷重、宅地荷重</p> <p>b. 雪荷重</p> <p>上載荷重による水平荷重については、土圧と同様に取り扱うものとする。</p>

基準及び運用の解説

(2)では、活荷重について規定している。

ここで群集荷重と自動車荷重のいずれか大なる方を考慮するとあるのは、両者の荷重が同時に作用することがないとの解釈による。

①の群集荷重により管頂部に加わる鉛直荷重( $W_M$ )は次のとおりとする。

路面等で大型自動車が入る場合  $W_M = 5 \text{ kN/m}^2$

大型自動車の入らない耕作道  $W_M = 3 \text{ kN/m}^2$

公道の歩道  $W_M = 5 \text{ kN/m}^2$

②の自動車荷重による鉛直荷重( $W_w$ )は、以下により求めるものとする。

$$W_w = \frac{P \cdot \beta}{W} = \frac{P \cdot \beta}{0.2 + 2h}$$

$$P = \frac{2 \times \text{後輪荷}}{\text{車両占有幅}} \times (1 + i)$$

ここに、 $W_w$  : 輪荷重による鉛直荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )

$P$  : 進行直角方向単位長さ当たりの後輪荷重 ( $\text{kN/m}$ )

$\beta$  : 断面力の低減係数

$W$  : 後輪荷重の分布幅 (m)

$h$  : 土かぶり (m)

$i$  : 衝撃係数

(3)では、軌道荷重について規定しているが、軌道荷重については JR 在来線、JR 新幹線、民営鉄道及び第 3 セクター営業線等、営業社によって異なる荷重基準を適用することになるので協議によって適切な荷重を決定する必要があることを示唆している。

(4)では、その他の上載荷重について、上載荷重と施工時荷重を規定している。

①の上載荷重としては、交通量の多い道路下に管路を埋設した場合、舗装面修復のためのオーバーレイによる増加荷重や、市街化地域における家屋の建設による増加荷重及び雪荷重などが考えられ、これらについて適切な荷重を考慮しなければならないことを明示している。

雪荷重を考慮する必要がある地方においては、その地方の実情に応じて適当な値を定めるものとする。

設計に当たっては、群集荷重と雪荷重は同時に載荷しないものとし、両者の等分布荷重を比較して大きい方の値を採用する。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p>② 施工時荷重</p> <p>施工時荷重は、パイプライン布設後に道路工事やほ場整備等の工事で自動車荷重以外の施工機械の使用が想定される場合に考慮する。</p> <p>施工時荷重による水平荷重は、活荷重と同様に取扱うものとする。</p> <p>(5) 管体の自重及び管内水重</p> <p>管体の強度の検討に当たっては、管体の自重及び管内水重を考慮しなければならない。</p> <p>(6) 基礎反力</p> <p>管体の基礎に生ずる反力は、管体の設計支持角内の基礎面に等分布するものと仮定する。</p> <p>(7) 内水圧</p> <p>管体に作用する内水圧は、静水圧に水撃圧を加算した値とする。</p> <p>(8) その他の荷重</p> <p>上記以外のその他の荷重としては、地震力、流水による遠心力、温度変化による荷重及び管への変則荷重等があるが、一般には特別の場合のほかは断面計算には考慮しなくてよいものとする。</p>

基準及び運用の解説

②の施工時荷重において、パイプラインの工事でブルドーザにより埋戻し転圧をする場合、仮設として許容応力度の割増しや安全率の割増し等があるため、設計条件より危険にならないので、特に施工時荷重として考慮する必要はない。

施工機械による鉛直荷重は次式によって求めるものとする。

$$W_B = n \cdot q_B \left( 1 + i \left( \frac{b}{b + 2H \cdot \tan \theta} \right) \right)$$

ここに、 $W_B$  : 施工機械による鉛直荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )

$H$  : 埋戻し面から管頂までの深さ (m)

$i$  : 衝撃係数

$q_B$  : 施工機械の接地圧 ( $\text{kN/m}^2$ )

$b$  : 接地幅 (m)

$\theta$  : 荷重の土中への分散角度( $^\circ$ ) (一般の土質では  $45^\circ$  としてよい)

$n$  : 一つのキャタピラのみ作用する場合  $n=1$ 、両方のキャタピラが作用する場合  $n=2$  とする。

(5)では、管体の自重及び管内水重について規定している。不とう性管及び強化プラスチック複合管は、管体の自重要素を内圧及び破壊荷重の中に入れているので別途加算する必要はない。また、管体自重が示されていない場合には、管材の比重を用いて自重を算出するものとする。

(6)に規定する基礎反力は、基礎が固定支承でない限り必ずしも等分布とはならない。また、とう性管がたわむことによって反力分布も変化すると考えられるが、いずれの場合も近似的に設計支持角内の基礎面に均等分布するものと仮定する。設計支持角については、**運用 10-4(2)**で規定している。

(7)に規定する内水圧の中の静水圧は、パイプライン形式によって異なる。一般に、オープンタイプでは設計流量時の動水勾配線から求めた動水圧とし、セミクローズドタイプ及びクローズドタイプでは送配水停止時の静止水位から求めた静水圧とする。また、圧力水槽式の場合は、ポンプ停止時の圧力水槽内の最高給水圧力の水頭に換算した静止水位から求めた静水圧とする。

(8)に示すその他の荷重のうち、温度変化や流水による遠心力等の荷重は極めて小さく、通常管体の設計には考慮しない。また、地震により管体そのものに作用する力は、断層等の局部的に荷重が作用する以外は、管体が危険になるような荷重は作用しないので、これも管体の設計には考慮しないものとした。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>10-4 管体の横断方向の設計</b></p> <p>管体の横断方向の設計に当たっては、次に掲げる条件を満足させなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① 管体の内外に作用する荷重に対して適切な耐圧強さを有すること。</li><li>② とう性管の場合は、上記①の条件に加えて、外圧により発生するたわみ量が管路の機能及び安全性を損なわない範囲とすること。</li></ul> <p>(1) 横断方向に生ずる曲げモーメント</p> <p>管の横断面に生ずる最大曲げモーメントは、管種、荷重条件、基礎の支持条件により計算するものとする。</p>

基準及び運用の解説

運用 10-4 では、管体の横断方向の設計における基本要件を定めている。

①では、同時に作用する内外圧の複合作用に対して安全な設計とすべきことを明らかにしている。

②では、とう性管のたわみ量がある値以上になると、継手からの漏水、管内外の塗装等被覆へのき裂、あるいは通水断面の不足等が生ずるおそれがあるので、外圧により発生するたわみ量を許容範囲内に収めるように規定している。

(1)の管の横断方向に生ずる最大曲げモーメントは、表 10-4-1 (不とう性管) 及び表 10-4-2 (とう性管) に示す式により算出するものとする。

なお、式中の記号は次のとおりである。

$W$  : 管体の単位面積に働く鉛直荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )

$W = \text{鉛直土圧} + \text{活荷重} \text{又は} \text{軌道荷重} \text{又は} \text{その他の荷重}$

$w_0$  : 水の単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )

$W_d$  : 管長 1m 当たりの管体重量 ( $\text{kN/m}$ )

$P_1$  : 管頂部における水平荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )

$P_2$  : 管底部における水平荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )

( $P_1$ 、 $P_2$  は水平土圧のみ考慮する)

$R$  : 管厚中心半径 (m)

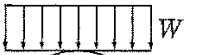




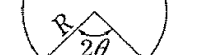

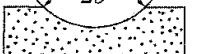

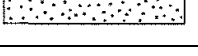






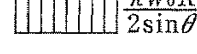

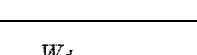
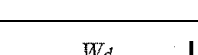






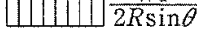
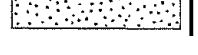
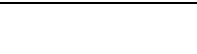
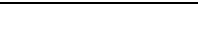






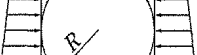


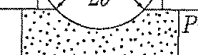
$P$  : 管体側面中央に作用する水平荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )

$P = \text{水平土圧} + \text{管体の自重及び管内水重}$   
 $\quad + \text{水平活荷重} \text{又は} \text{水平軌道荷重} \text{又は} \text{水平その他荷重}$

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）

## 基準及び運用の解説

表 10-4-1 不とう性管の横断面に生ずる最大曲げモーメント (単位:  $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )

対象荷重	設計支持角 ( $2\theta^\circ$ )	自由支承		固定支承	
		最大曲げモーメント	荷重作用状況	最大曲げモーメント	荷重作用状態
鉛直等分布荷重	30	$0.468WR^2$		—	
	60	$0.377WR^2$		—	
	90	$0.314WR^2$		$0.303WR^2$	
	120	$0.275WR^2$		$0.243WR^2$	
	180	$\ast 0.250WR^2$		$0.220WR^2$	
管内水重	30	$0.563w_0R^3$		—	
	60	$0.420w_0R^3$		—	
	90	$0.321w_0R^3$		$0.260w_0R^3$	
	120	$0.260w_0R^3$		$0.166w_0R^3$	
	180	$\ast 0.220w_0R^3$		$0.055w_0R^3$	
管体自重	30	$\ast 0.179W_dR$		—	
	60	$\ast 0.134W_dR$		—	
	90	$\ast 0.102W_dR$		$\ast 0.082W_dR$	
	120	$\ast 0.083W_dR$		$\ast 0.052W_dR$	
	180	$\ast 0.070W_dR$		$\ast 0.017W_dR$	
側面水平荷重	30	$-(0.104P_1 + 0.146P_2)R^2$		—	
	60	$-(0.104P_1 + 0.146P_2)R^2$		—	
	90	$-(0.104P_1 + 0.146P_2)R^2$		$-(0.116P_1 + 0.155P_2)R^2$	
	120	$-(0.104P_1 + 0.146P_2)R^2$		$-(0.096P_1 + 0.126P_2)R^2$	
	180	$-(0.104P_1 + 0.146P_2)R^2$		$-(0.047P_1 + 0.060P_2)R^2$	

注 1) 固定支承の場合の鉛直等分布荷重のモーメント式の係数は、建設省土木研究所の模型実験等の結果に基づき、日本下水道協会が提案している値である。(JSWAS A-1-1969 解説参照)

2)  $\ast$ 印は参考として掲載したものである。



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）

基準及び運用の解説

表 10-4-2 とう性管の横断面に生ずる最大曲げモーメント (単位: kN・m/m)

対象荷重	設計支持角 (2θ°)	自由支承		固定支承	
		最大曲げモーメント	荷重作用状況	最大曲げモーメント	荷重作用状態
鉛直等分布荷重	60	0.377WR <sup>2</sup>		—	
	90	0.314WR <sup>2</sup>		—	
	120	0.275WR <sup>2</sup>		—	
	180	※0.250WR <sup>2</sup>		0.220WR <sup>2</sup>	
管内水重	60	0.420w <sub>0</sub> R <sup>3</sup>		—	
	90	0.321w <sub>0</sub> R <sup>3</sup>		—	
	120	0.260w <sub>0</sub> R <sup>3</sup>		—	
	180	※0.220w <sub>0</sub> R <sup>3</sup>		0.055w <sub>0</sub> R <sup>3</sup>	
管体自重	60	※0.134W <sub>d</sub> R		—	
	90	※0.102W <sub>d</sub> R		—	
	120	※0.083W <sub>d</sub> R		—	
	180	※0.070W <sub>d</sub> R		※0.017W <sub>d</sub> R	
側面水平荷重	60	-0.166PR <sup>2</sup>		—	
	90	-0.166PR <sup>2</sup>		—	
	120	-0.166PR <sup>2</sup>		—	
	180	※-0.166PR <sup>2</sup>		-(0.047P <sub>1</sub> +0.060P <sub>2</sub> )R <sup>2</sup>	

注) ※印は参考として掲載したものである

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p>(2) 設計支持角</p> <p>① 締固めた土基礎（自由支承）の設計支持角 曲げモーメントの計算に用いる設計支持角は、管種、基礎材料の特質と施工支持角等を考慮して決定しなければならない。</p> <p>② コンクリート基礎の設計支持角 コンクリートの巻立て角をもって設計支持角とする。</p> <p>(3) 不とう性管の管種選定 不とう性管の管種は、許容内圧を算定し、水理解析より求められた設計水圧と比較検討を行った上でこれを選定する。</p>

基準及び運用の解説

(2)では、構造設計に用いる設計支持角は、基礎材料の種類によって適切な値を選定しなければならないことを規定している。

①の締固めた土基礎（自由支承）の設計支持角は、基礎材料の種類及び施工支持角によって決められることを明示している。基礎材料の種類、施工支持角と設計支持角の標準値との関係は、**表 10-4-3**に示すとおりである。

**表 10-4-3** 締固めた土基礎の設計支持角（°）

土質分類	本統一分類 (中分類)	管 種 施工支持角（°）	不とう性管		とう性管
			120 以上	180 以上	360
礫質土	G, GS, GF		90	120	120
砂質土	S, SG のうち小分類において SW, SW-G, SGW		90	120	120
	S, SG のうち小分類において SP, SP-G, SGP		90	90	90
	その他の S, SG, SF		60	60	90

注) φ300mm 以下の小口径管において基礎材料に ML, CL を使用する場合は、不とう性管 30°、とう性管 60°とする。ただし、この場合でも管底部より下の基礎材料は礫質土、砂質土を使用する。

(3)では、不とう性管の管種選定について規定している。ここで検討の対象にする管種は、遠心力鉄筋コンクリート管及びコア式プレストレストコンクリート管とする。

許容内圧は次式により算定する。

$$\left(\frac{P_H}{P_c/S}\right)^n + \left(\frac{H_p}{H_c/S}\right) = 1$$

ここに、

$P_c$  : 内圧が 0 のとき、破壊又はひびわれが発生する外圧線荷重 (kN/m)

$H_c$  : 外圧が 0 のとき、破壊又はひびわれが発生する内圧 (MPa)

$P_H$  : 内圧が  $H_p$  のとき、破壊又はひびわれが発生する(許容)外圧線荷重 (kN/m)

$H_p$  : 外圧が  $P_H$  のとき、破壊又はひびわれが発生する(許容)内圧 (MPa)

$S$  : 安全率 (1.5 以上とする)

$n$  : 管の種類や構造によって決まる係数 (1.5 とする)

外圧による線荷重  $P_H$  は、次式により求める。

$$P_H = \frac{\pi \cdot M}{R} = \frac{M}{0.318R}$$

ここに、

$P_H$  : 外圧による線荷重 (kN/m)

$M$  : 外圧によって延長 1m 当たりの管体に発生する最大曲げモーメント (kN・m/m)

$R$  : 管厚中心半径 (m)

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）												
	<p>(4) とう性管の管種選定</p> <p>とう性管の管種選定に当たっては、管材の許容応力度から定まる管厚と設計たわみ率から定まる管厚を求め、その両方を満足する管種を採用しなければならない。</p> <p>基礎材料の締固めの程度による許容たわみ率及び設計たわみ率は、下記によるものとする。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 10-4-4 設計たわみ率の標準</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">締固めの程度</th> <th style="text-align: center;">締固めⅠ</th> <th style="text-align: center;">締固めⅡ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">許容たわみ率 (%)</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">たわみ率のバラツキ (%)</td> <td style="text-align: center;">±2 (±1)</td> <td style="text-align: center;">±1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">設計たわみ率 (%)</td> <td style="text-align: center;">3 (4)</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1) 締固めの程度は次のとおりとする。  締固めⅠ…締固め度 90%平均（一定の仕様を定めて管理する締固め）  締固めⅡ…締固め度 95%平均（厳密な施工管理のもとで行う締固め）  管理精度…施工上のバラツキ具合は±5%以内とする。</p> <p>2) ( )内は基礎材料に礫質土を使用した場合の値を示す。</p> <p>1) 許容応力度から求める管厚計算式</p> <p>① ダクタイル鋳鉄管及び鋼管  応力計算上の必要最小管厚を求め、腐食代（口径 700mm 以下の管）及び管厚公差余裕を見込んで最終管厚を決定するものとする。</p> <p>② 硬質ポリ塩化ビニル管及びポリエチレン管  管厚は、応力計算上の必要最小管厚を求め、その直近上位の規格管厚をもって最終管厚とする。</p> <p>③ 強化プラスチック複合管  不とう性管と同様に、内外圧合成式を用いて設計水圧がその管の許容内圧以内となるよう管種を選定するものとする。</p>	締固めの程度	締固めⅠ	締固めⅡ	許容たわみ率 (%)	5	5	たわみ率のバラツキ (%)	±2 (±1)	±1	設計たわみ率 (%)	3 (4)	4
締固めの程度	締固めⅠ	締固めⅡ											
許容たわみ率 (%)	5	5											
たわみ率のバラツキ (%)	±2 (±1)	±1											
設計たわみ率 (%)	3 (4)	4											

基準及び運用の解説

(4)では、とう性管の管種選定について規定している。

とう性管は、管厚中心半径の数%までたわんでも実質的に損傷を起こさない特性を有しているが、水平たわみ量が異常に大きくなると継手部から漏水したり、管内外に施してある塗覆装等にき裂が入ったり、必要な通水断面が確保できなくなったりすることとなる。

これを防止するため、とう性管では許容たわみ率（管厚中心直径 $2R$ に対するたわみ量の率）を定め、この許容たわみ率以内に収めることとしている。

1)の許容応力度から求める管厚計算式のうち、①及び②は次式により求めるものとする。

$$t \geq \frac{0.5D \cdot H + \sqrt{(0.5D \cdot H)^2 + 24\alpha \cdot \sigma_a \cdot M}}{2\sigma_a}$$

ここに、 $t$  : 応力計算から求められる必要管厚 (mm)

$D$  : 管の内径 (mm)

$H$  : 設計水圧 (MPa) 、 $H = H_1 + H_2$

$H_1$  : 静水圧 (MPa)

$H_2$  : 水撃圧 (MPa)

$M$  : 外圧によって延長 1mm当たりの管体に発生する最大曲げモーメント  
(N・mm/mm)

$\alpha$  : 引張応力/曲げ応力

ダクタイル鋳鉄管、鋼管 : 0.7

硬質ポリ塩化ビニル管 : 0.55

ポリエチレン管 : 0.75

$\sigma_a$  : 許容引張応力度 (kN/mm<sup>2</sup>)

③の強化プラスチック複合管は、複合材料でできているため、単一材料について導かれた応力計算式から管厚を求めることができない。したがって、不とう性管と同様の検討によって管種の選定を行うものとする。なお、安全率 $S$ は2.0以上とし、管の種類や構造等によって決まる係数 $n=2.0$ とする。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p>2) たわみ率から求める管厚計算式</p> <p>① とう性管（強化プラスチック複合管を除く） とう性管のたわみ率から求める管厚は、スパングレーの修正式を用いて設計たわみ率以内に収まる最小管厚を求め、これに腐食代(口径 700mm 以下の管)、管厚公差等の余裕を見込んで最終管厚とする。</p> <p>② 強化プラスチック複合管 強化プラスチック複合管は複合材料でできているため、スパングレーの修正式の変形式により必要な <math>E \cdot I</math> を逆算し、求めた <math>E \cdot I</math> 値以上の管種を採用するものとする。</p>

## 基準及び運用の解説

2)のたわみ率から求める管厚計算式は、以下のとおりである。

①の管厚計算式

$$t \geq \sqrt[3]{12 \cdot I}$$

$$I = \frac{R^3}{E} \left\{ \frac{F_1(K \cdot W_V + K_0 \cdot w_0 \cdot R + K_P \cdot W_P) + F_2 \cdot K \cdot W_W}{\frac{\Delta X}{2R}} - 0.061e' \right\}$$

②の計算式

$$\frac{\Delta X}{2R} \times 100 (\%) = \frac{F_1(K \cdot W_V + K_0 \cdot w_0 \cdot R + K_P \cdot W_P) + F_2 \cdot K \cdot W_W}{\frac{E \cdot I}{R^3} + 0.061e'} \times 100 (\%)$$

ただし、

$$e' = e'_0 \cdot \alpha_a \cdot \alpha_b \cdot \alpha_w$$

$$\alpha_a = 1 + \frac{0.1 \times (B_c - B_s)}{100} \leq 1.2$$

$$\alpha_w = (P_r - 45) / 50$$

ここに、 $t$  : 管厚 (m)

$\Delta X$  : 水平たわみ量 (m) 、  $\Delta X = \Delta X_1 + \Delta X_2$

$\Delta X_1$  : 荷重 (活荷重を除く) によるたわみ量 (m)

$\Delta X_2$  : 活荷重によるたわみ量 (m)

$R$  : 管厚中心半径 (m)

$W_V$  : 土圧、上載荷重による鉛直荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )

$W_W$  : 活荷重による鉛直荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )

$w_0$  : 水の単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )

$\overline{W_P}$  : 管体の単位面積当たりの重量 ( $\text{kN/m}^2$ )

ただし、管体の自重が示されていない管にあつては、表 10-4-5の単位体積重量を用いて管体の単位面積当たりの重量を求めてよい。

$K, K_0, K_P$  : 基礎の支持角によって決まる係数 (表 10-4-6)

$F_1$  : 荷重 (活荷重を除く) による変形遅れ係数 (表 10-4-7)

$F_2$  : 活荷重による変形遅れ係数 (ここでは 1.0 とする)

$E$  : 管材のヤング係数 ( $\text{kN/m}^2$ )

$I$  : 管軸方向を軸とし、管延長 1m 当たりの管壁の断面二次モーメント ( $\text{m}^4/\text{m}$ )

$e'$  : 基礎材の反力係数 ( $\text{kN/m}^2$ )

$e'_0$  : 現地盤、施工方法、基礎材による基準反力係数 ( $\text{kN/m}^2$ ) (表 10-4-8)

$\alpha_a$  : 管心レベルの溝幅による補正係数

(ただし、現地盤が岩盤の場合は補正しなくてよい)

$B_c$  : 設計の管心レベルの溝幅 (m) (図 10-4-1)

$B_s$  : 標準溝幅 (m) (表 10-4-9)



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）

基準及び運用の解説

$\alpha_b$  : 基礎材の締固めによる補正係数 (表 10-4-10)

$\alpha_w$  : 地下水の影響による補正係数

$$\alpha_w = (P_r - 45) / 50$$

$P_r$  : 基礎材の締固め度  $\leq 95\%$

ただし、基礎材の反力係数は、現地盤の土質及び施工現地盤の土質試験を実施し、施工方法及び現場条件を考慮の上、適正に算定しなければならない。

なお、複数年にわたって口径 1,000mm以上の管路の設計施工が継続する場合は、たわみ量試験によって設計に用いる反力係数を決定することとするが、たわみ量計測値から逆算した  $e'$  値が、基準値 (表 10-4-8) の  $\pm 10\%$  の範囲内であれば、計測から求めた値を採用する。

なお、口径 300mm以下の管の場合、水平土圧が小さいため  $e'$  の大小が管種に与える影響は比較的少ない。この意味合いから、この場合の  $e'$  値は  $3,000\text{kN/m}^2$  を用いてよい。

設計に用いる諸定数は、以下のとおりとする。

表 10-4-5 管体の単位体積重量

管 種	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )
遠心力鉄筋コンクリート管	24.0
コア式プレストレストコンクリート管	24.5
ダクタイル鋳鉄管	70.0
鋼管	77.0
硬質塩化ビニル管	14.0
ポリエチレン管	9.4
強化プラスチック複合管	19.6

注) 管体の単位体積重量は各管の種類によっても異なる。

表 10-4-6  $K, K_o, K_p$  の標準値

基礎の設計 支持角	0°	30°	60°	90°	120°	180°
$K$	0.110	0.108	0.103	0.096	0.089	0.083
$K_o$	0.107	0.104	0.096	0.085	0.075	0.065
$K_p$	0.215	0.208	0.191	0.169	0.149	0.131

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）

## 基準及び運用の解説

表 10-4-7 変形遅れ係数  $F_l$  の標準値

現地盤土質	基礎材料	変形遅れ係数 $F_l$	
		砂質土	礫質土
礫質土		1.0	1.0
砂質土		1.1	1.0
粘性土		1.3	1.2
その他		1.5以上	1.5

- 注1) 現地盤の支持強さなどの土質条件、地下水の変動状況に応じて、 $\pm 0.2$ 程度の範囲を考慮する。
- 2) いかなる場合も  $F_l \geq 1.0$  とする。
- 3) 変形遅れ係数は埋設完了後3カ月以降の変形遅れを対象にする。  
なお、矢板引き抜きの変形への影響は引き抜き後1カ月程度で解消するので、現地盤の土質区分別に本表を標準とする。
- 4) 口径300mm以下の場合、 $F_l = 1.0$ を標準とする。

表 10-4-8 基準反力係数  $e'_0$  の値 ( $\text{kN/m}^2$ )

現地盤区分	施工方法 基礎材料	矢板施工		素掘り施工	
		砂質土	礫質土	砂質土	礫質土
礫質土		3500	5000	4500	6000
砂質土		3000	4000	4000	5500
粘性土		2500	3500	3000	4000
その他		1000	1500	1500	2000

- 注1) 管側部における現地盤区分が2層以上となる場合は、管心レベルに占める割合により判定する。
- 2) その他の地盤とは、高有機質土や  $N$  値が0程度の極めて軟弱な地盤をいう。
- 3) 岩盤は礫質土を参照する。
- 4) 簡易土留工法は素掘り施工と同等とする。
- 5) 鋼矢板の引き抜きをせず存置する場合は素掘り施工と同等とする。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）

## 基準及び運用の解説

表 10-4-9 標準溝幅  $B_s$  値 (管心レベルの幅)

呼び径 (mm)	$B_s$ 値 (m)	呼び径 (mm)	$B_s$ 値 (m)
100 以下	0.90	1,000	2.20
150	0.90	1,100	2.30
200	0.90	1,200	2.60
250	0.95	1,350	2.75
300	1.00	1,500	2.90
350	1.05	1,650	3.05
400	1.10	1,800	3.30
450	1.15	2,000	3.50
500	1.60	2,200	3.70
600	1.70	2,400	3.90
700	1.80	2,600	4.10
800	2.00	2,800	4.30
900	2.10	3,000	4.50

注1) 標準溝幅  $B_s$  は、 $\alpha_a = 1.0$  の場合の管心レベルの基準となる溝幅である。

2) 設計溝幅  $B_s$  は、管底部の標準掘削幅と土質条件等現場に必要な掘削勾配により求まる。

3) 複合配管における標準溝幅  $B_s$  は、それぞれの管径に応じた標準溝幅  $B_s$  の 1/2 をとり、管と管の間隔は付録 技術書「図-9.2.4 管と管との間隔  $b_3$ 」より決定する。

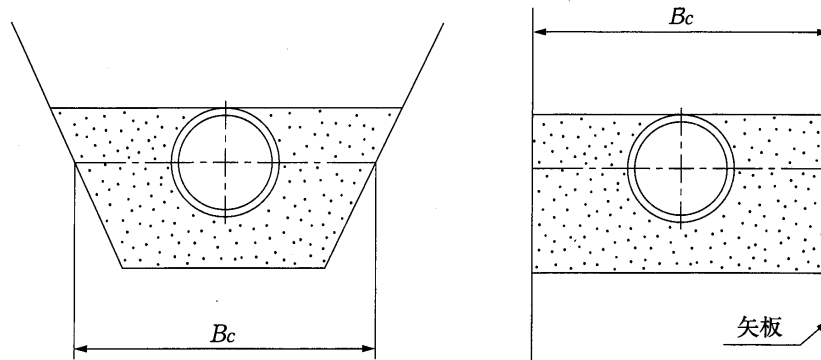


図 10-4-1 設計の管心レベルの溝幅

表 10-4-10 締固め度合いによる補正係数  $\alpha_b$ 

区分	締固め度Ⅰ	締固め度Ⅱ	備考
砂質土	1.0	1.2	
礫質土	1.0	1.1	

注) 締固め度は、「表 10-4-4 設計たわみ率の標準」の注1)を参照のこと。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>10-5 管体の縦断方向の設計</b></p> <p>管体の縦断方向に大きな曲げモーメント及び不平衡力が加わると予測される場合には、管体の曲げ強度及び管体の移動について検討し、安全性を確認しなければならない。</p> <p><b>10-6 耐震設計</b></p> <p>パイプラインの耐震設計に当たっては、その用途、規模、立地条件及び地盤の震害経験等を考慮し、社会的、経済的な重要度等を十分検討して、それに適合した手法で行うものとする。</p> <p>(1) <u>地震動</u>に対する検討</p> <p>地震動に対する検討は、必要箇所について地震動による被害を軽減するための対策工法を採用することを基本とする。</p> <p>(2) <u>地盤変状</u>に対する検討</p> <p><u>液状化等による地盤変状の可能性を判定し、必要箇所について対策工法を採用することを基本とする。</u></p>

## 基準及び運用の解説

**運用 10-5** では、管体の縦断方向の設計について明らかにしている。

一般に埋設管では、埋戻し土や盛土による荷重とその反力が管体の縦断方向のどの部分をとってもほぼ均衡し、したがって、この方向には曲げモーメントは加わらないか、又は非常に小さいとみなし得るので、縦断方向の強度は通常の場合は検討しない。

しかし、管体に支台を設置する場合や、カラー部分が支点となるおそれのある場合等では無視し得ない曲げモーメントが管体の縦断方向に作用することがある。このような場合には管体が荷重に対し安全に耐え得るか否かを確認、必要があればその部分の縦断方向の補強、管種の変更、継手の構造や位置及び施工法等を再検討する等の対策を講じなければならない。特に 200mm 以下の小口径管は、縦断方向の強度が低いので注意を要する。

**運用 10-6** では、耐震設計について規定している。

パイプラインの耐震設計を行うに当たっては、重要度区分を定め、耐震性能を設定し、それに応じた条件を満足するよう照査を行うとともに、地形・地質上のリスクを評価するものとする。耐震の検討においては、応答変位法や地盤の液状化判定等の確立された設計手法を用いて検討を行った後、設計手法は確立していないものの過去の被災事例等から有効と考えられる地震応答対策の検討を行うことを基本とする。

ここで、重要度区分は、耐震設計上の観点から評価される重要度であり、利水上の影響、被災時のリスク管理上の影響を考慮し、総合的に判断して決定するものである。

なお、地盤変状に対する検討は、現地盤及び埋戻し土の液状化に関する検討を含めて行うものとする。



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>10-7 配管設計</b></p> <p>管路の設計に当たっては、直管及び異形管に継手等を<u>組み合わせ</u>管路全体としての強度と水密性が保たれ、安全かつ経済的なものとしなければならない。</p> <p>(1) <u>異形管</u> 異形管は使用管種に適合したものを使用し、管種別に規定される規格品が使用可能な場合は、原則として規格品を用いるものとする。</p> <p>(2) <u>継手</u> 必要な位置に、各種継手の特性を十分に発揮できるように使用目的に応じた継手を適切に設置しなければならない。</p> <p>(3) <u>管路の曲管布設</u> 屈曲や分岐箇所においては、条件に適合する曲管又はT字管等の異形管を使用しなければならない。</p> <p>(4) <u>管種が異なる場合の接続</u> 管種の異なる管を接続する場合には、接続する管の外径、厚さ及び特性を考慮した特殊継手又は異形管を用いて行わなければならない。</p> <p>(5) <u>構造物と管体の接続</u> 弁室、水槽、スラストブロック等のコンクリート構造物と管体の接続は、不同沈下や管に抜け出し力が作用しても安全なように設計しなければならない。</p>

## 基準及び運用の解説

運用 10-7 では、直管、異形管、継手等を組み合わせる配管設計について、その要件を規定している。

(1)では、異形管には規格品を用いることを原則としているが、製品の作成に要する期間、価格等を検討して有利なものを選定するものとする。鋼管等の異形管を用いる場合は、原則としてJIS G 3443-2に定められた寸法及び製造方法のものを使用する。

(2)に規定する継手の設置及びその使用区分は、一般に次のとおりとする。

切土と盛土の境界及び附帯施設との接続には、不同沈下を吸収する目的で可とう継手を設置する。また、管の両端が固定された弁室等では、温度変化により管に生ずる応力の解放・吸収を行うための余裕や、機器の取り外し等を行うための余裕として伸縮継手等を用いる。

(3)では、管路の屈曲部などには適切な曲管を用いることとしている。やむを得ず可とう性継手を用い微調整を行う場合は、施工誤差、不同沈下及び耐震性に対する検討を十分にしなければいけない。

なお、可とう性継手を用いた管路の曲線布設は、近年、継手性能の向上が図られ、実証実験により特定の管種について安全性が確認されている。本工法を適用する場合には現場条件等を考慮し、許容曲げ角度や屈曲部の偏心量等の許容値を満足するよう、適切に設計を行うものとする。

また、特定の管種以外の管種については、可とう性継手を用いた管路の曲線布設は行わないものとするが、当該管種の特徴を踏まえ、特定の管種で行われた実証実験内容と同等の検証を行い、継手部の安全性が確認された場合には、現場条件や許容値等について十分に検討の上、曲げ配管工法を適用してもよい。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>10-8 スラスト力の検討</b></p> <p>パイプラインの屈曲部や制水弁等は、水流による遠心力や水圧の不均衡等によって発生するスラスト力に対して安全でなければならない。</p> <p><b>10-9 横断工の設計</b></p> <p>管路が既設工作物を横断する場合は、地形、地質等の現場の条件、安全性、施工性及び経済性等を十分考慮して、横断工の位置、構造、工法等を決定しなければならない。</p> <p>なお、横断工の設計は、既設工作物の管理者と十分協議の<u>上</u>行うものとする。</p> <p><b>10-10 防食</b></p> <p>管路を埋設する地盤において、管材の自然腐食又は電食の発生が予測される場合には、腐食防止又は電食防止の措置を講ずるものとする。</p>

## 基準及び運用の解説

**運用 10-8**に規定するスラスト力の検討に当たっては、対策の要否を判定し、必要があればスラストブロック、杭、矢板等を用いて管体の移動を防止するものとする。しかし、屈曲部の角度を数箇所分散して大きな曲線半径とする路線選定がなされたときは、構造物を省略することができる場合もある。

スラスト力の検討は、次の箇所について行うものとする。

- ① パイプラインの屈曲部
- ② パイプラインの分岐部
- ③ パイプラインの末端部
- ④ パイプラインにバルブが設置される箇所
- ⑤ 口径が変化する箇所
- ⑥ その他管体が移動するおそれのある箇所

**運用 10-9**では、横断工の設計について規定している。

横断工法には、開削工、推進工法、シールド工法、水管橋等があるが、本基準では前三者を記述の対象工種とする。

横断工の設計を行う場合の留意事項は、次のとおりである。

- ① パイプラインが道路を横断する場合には、管が圧壊や折損しないよう適切な設計を行うことが必要である。
- ② パイプラインが軌道を横断する場合は、軌道上の荷重やその振動が直接管に伝わらないように保護工を設けるのが一般的である。
- ③ パイプラインが河川を横断する場合は、横断地点の地形、地質、用地及び施工の難易、経済性等を比較検討して有利な工法を決定しなければならない。

**運用 10-10**では、防食について規定している。

遠心力鉄筋コンクリート管やコア式プレストレストコンクリート管等コンクリート製の管が強酸性の土や地下水に接すると、管は次第に侵食される。

一方、鋼管、ダクタイル鋳鉄管等鉄でできた管は、安定した状態（酸化鉄）に戻ろうとして腐食が生ずる。この腐食には自然腐食と電食があり、自然腐食にはマイクロセル腐食（一般土壌腐食、特殊土壌腐食）とマクロセル腐食（コンクリート／土壌、酸素濃淡（通気差）、異種金属）がある。

また、電食には電鉄の迷走電流と干渉（埋設配管に外部電源方式の電気防食を行ったとき、これに近接する他の埋設管に電氣的影響を及ぼし腐食するもの）がある。

これらの腐食の発生が予測される場合には、腐食防止措置の必要性を検討し、その結果に応じて防食の措置を講ずるものとする。

### 【関連技術書等】

付録 技術書「9. 管路の構造設計」

土地改良事業計画設計基準 設計 農道（農林水産省農村振興局整備部設計課）

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>11 附帯施設的设计</b></p> <p>附帯施設については、基本設計で定めた条件下で通水施設及び附帯施設相互の関連を考慮し、その特性に応じて安全で経済的なものとなるよう、適切に設計しなければならない。</p>	<p><b>11-1 附帯施設の種類</b></p> <p>パイプラインの附帯施設には、一般に次の施設がある。このほかに、当該パイプラインの態様などにより必要となる附帯施設がある場合には、これを適宜追加して設計するものとする。</p> <p>パイプラインの附帯施設には、パイプラインシステムとしての附帯施設(下記①、②)と管路の構造の一部として設けられる附帯施設(下記③～⑧)があり、<u>各々の目的</u>に応じて適切な設計を行わなくてはならない。</p> <p style="text-align: center;">①調整施設      ②調圧施設      ③ポンプ施設 ④分水施設      ⑤量水施設      ⑥通気施設 ⑦保護施設      ⑧管理施設</p> <p>なお、個々の施設の設計については、<b>運用 11-2～運用 11-9</b>に規定している。</p> <p><b>11-2 調整施設</b></p> <p>調整施設の設計においては、水利用計画、送配水計画、水管理方式等を考慮して、パイプラインの調整機能が図れるよう、調整施設の設置位置、規模、構造を検討しなければならない。</p> <p><b>11-3 調圧施設</b></p> <p>調圧施設の設計に当たっては、機構及び水理条件を考慮し、形式、構造を決定しなければならない。</p> <p>特に圧力調整施設の設計に当たっては、圧力調整とキャビテーションの<u>関係</u>についても検討を行い、適切な対策を施さなければならない。</p> <p><b>11-4 ポンプ施設</b></p> <p>ポンプ施設の設計に当たっては、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」に基づくほか、パイプラインシステム全体の機能を確保するよう、特に制御方法・制御施設の検討に留意しなければならない。</p>

## 基準及び運用の解説

**基準 11** では、附帯施設の設計方針について規定している。

**運用 11-1** では、一般的な附帯施設の種類を明らかにしている。以降の**運用 11-2**～**運用 11-9** では、附帯施設ごとに、その設計上の規定事項を明示している。本項にいう「このほかに当該パイプラインの態様等により必要となる附帯施設」の例としては、スタンド等に設けられた余水吐、放水工又は土砂吐から放水先の河川等に至るまでの放水路、管理用道路、パイプライン設置に伴って必要になった環境保全施設等がある。

**運用 11-2** では、調整施設の設計について明らかにしている。

調整施設には、取水量、通水量及び需要量の調整を図ることを目的とする調整池と、供給量と需要量の時間的な差を調整することを主目的とした畑地かんがいにおけるファームポンドがある。それぞれの目的に応じ、現場条件を考慮して適切な形式・構造を決定する必要がある。

**運用 11-3** では、調圧施設の設計について明らかにしている。

調圧施設は、用水の円滑な配分とパイプラインの安全を確保するため水圧を調整する施設であり、その機構により水位調節型と減圧型に分類される。水位調節型は、用水の円滑な分水を目的とし、調圧施設の上流及び下流側の分水量を確保するよう水圧を維持するものであり、減圧型は余剰圧力を減少させることにより、調圧施設より下流の圧力を適正に保持するものである。それぞれの目的に応じ、現場条件を考慮して適切な形式・構造を決定する必要がある。

ただし書きでは、特に圧力調整とキャビテーションの関係の検討について規定している。パイプラインは、大口径化、高圧化が進み、さらに水管理の精度を上げるため正確な圧力調整が要求されるようになってきている。このため、必要に応じて圧力調整施設（バルブやオリフィス等）の設置とそれによって生じるキャビテーションの検討を行わなければならない。

**運用 11-4** では、ポンプ施設の設計について明らかにしている。

水路系におけるポンプの制御方法には、圧力制御、流量制御、水位制御等があり、ポンプに着目した制御方法には、台数制御、回転数制御、バルブ開度制御及び圧力タンクによる制御等がある。パイプラインシステム全体を考えると、これら制御方法の選定と制御施設の設計は極めて重要である。設計者は、このことをよく認識して設計を行う必要がある。

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>11-5 分水施設</b>  分水施設は、分水・給水目的、設置位置、水理条件、分水・給水量等を考慮して、適切な機能、形式及び構造を有するものを選定しなければならない。</p> <p><b>11-6 量水施設</b>  量水施設は、設置する位置の水圧、使用目的によって適正な機能及び構造を有するものを選定しなければならない。</p> <p><b>11-7 通気施設</b>  通気施設は、使用目的によって適正な空気の排除・吸入機能及び構造を有するものを選定しなければならない。</p> <p><b>11-8 保護施設</b>  保護施設<small>の設計</small>に当たっては、操作管理上の配慮を行って十分安全性を確保できる位置、種類及び構造等としなければならない。</p>

## 基準及び運用の解説

**運用 11-5** では、分水施設の選定について明らかにしている。

分水施設は、分土工と給水栓に大別され、それぞれに多様な形式と構造がある。分土工は、必要な水頭及び適切な水量配分が得られ、施設費及び維持管理費の安価な構造としなければならない。

また、給水栓の選定に当たっては、関連する技術資料等によりその特性を把握するとともに、現場条件、水利用計画等を十分検討しなければならない。

**運用 11-6** では、量水施設の選定について明らかにしている。

量水施設は、対象地域における水の使用条件に応じた適正な配水操作を行うため、分土工及び管路内の適切な位置に適正な機能及び構造を有するものを設けるものとする。

流量計、水圧計及び水位計の測定精度、測定範囲、損失係数等は、同一機種でもメーカーによって仕様が異なる場合があるので十分に検討する必要がある。

**運用 11-7** では、通気施設の選定について明らかにしている。

管路内に空気が溜まると水の流れが不規則になったり、不都合な圧力変動が生じたりして通水能力が低下する。また、補修・点検等のため管内水を排除する際には、管の凸部に負圧が生じて管が破壊するおそれもある。通気施設の設計に当たっては、これら空気の排除又は吸入機能を満たすよう、設置位置、形式、構造を決定する必要がある。

**運用 11-8** では、保護施設の設計について明らかにしている。

保護施設は、非定常的な水理現象によって発生する圧力を緩衝する水撃圧緩衝装置（サージタンク、安全弁等）及び管内の水・泥を排除するための施設（余水吐、排泥施設等）である。水撃圧緩衝装置は、「**運用 9-2 非定常的な水理現象の解析**」により検討した結果に基づいて設計を行うものとする。

また、余水吐、排泥施設については、放流河川（水路）、位置、規模、構造等について十分検討の上、設計を行うものとする。



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>11-9 管理施設</b></p> <p>管理施設の設計は、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、構造を決定しなければならない。なお、一般的な管理施設には次のようなものがある。</p> <p>(1) 除塵施設</p> <p>    <u>附帯施設</u>（制水弁、電磁弁、スプリンクラー<sup>二</sup>、水位調節弁、空気弁、流量計等）及び小口径管路の機能を確保するため、必要な機能を持つ除塵施設を適切な<u>箇所</u>に設置するものとする。</p> <p>(2) 制水弁</p> <p>    制水弁は、事故の復旧補修、点検、洗浄排水（排泥）等の目的でパイプラインの流水を遮断する施設である。制水弁は、設計水圧に耐え、しかも操作が容易で耐久性のあるものを適切な<u>箇所</u>に配置するものとする。</p> <p>(3) 監査孔</p> <p>    監査孔は、管内の点検、清掃及び補修等のため必要な場所に設置するものとする。</p> <p>(4) 診断施設</p> <p>    パイプラインが正常に働いていることを確認したり、障害及び事故等があった時にパイプラインを診断するための診断施設が取付けられるようにしておかなければならない。診断施設は主として圧力診断になるため、空気弁工、排泥弁工、分土工、管理用制水弁工等を利用して圧力取出しコックを適切に配置するものとする。</p>

### 基準及び運用の解説

**運用 11-9** では、管理施設の設計について規定している。  
管理施設の設計に当たっては、関連技術書等を参照の上、現場条件を十分考慮して行う必要がある。

#### 【関連技術書等】

付録 技術書「10. 附帯施設の設計」

土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」

(農林水産省農村振興局整備部設計課)

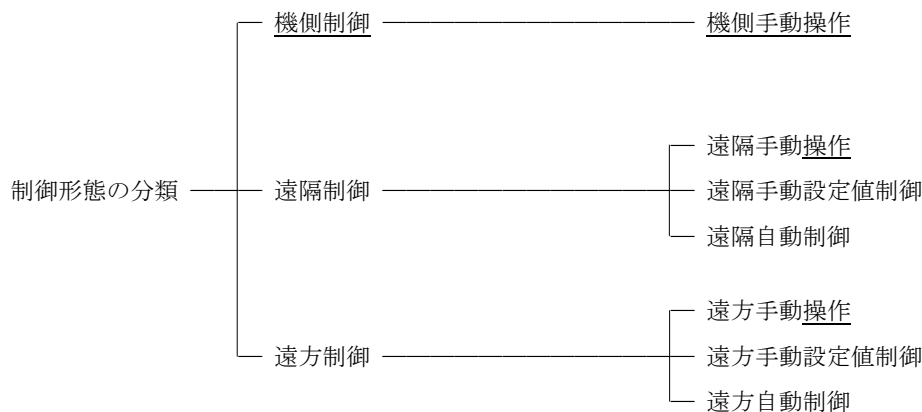
基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>12 水管理制御施設の設計</b></p> <p>水管理制御施設は、パイプライン施設の操作管理及び維持管理を適切に行えるように設計しなければならない。</p>	<p><b>12 水管理制御施設の設計</b></p> <p>(1) 監視制御方式の選定</p> <p>パイプラインの監視制御方式は、パイプラインの果たすべき機能を十分把握した上で、パイプラインシステム、パイプラインの水理特性、水管理制御の基本方式等を総合的に検討し、安全かつ経済的な計画を立て、その適正な運用が図られる設備設計をしなければならない。</p> <p>(2) 監視制御設備</p> <p>監視制御設備は、パイプラインの運転操作及び保守管理を適切かつ安全に行うため、パイプラインの規模、監視制御方式、立地条件等を検討の上、必要な監視制御設備及び維持管理設備等を設けるものとする。</p> <p>また、地震時や外的障害等による管路の事故に対しても、パイプラインの規模等に応じて適切な安全対策がとれるような監視制御施設を検討するものとする。</p>

## 基準及び運用の解説

**基準 12 及び運用 12** では、水管理制御施設の設計について規定している。

(1) では、監視制御方式の決定における検討事項を明らかにしている。パイプラインの監視制御方式は、パイプラインシステム、水管理制御の基本方式から決まるが、制御形態には **図 12-1** のような分類がある。

水管理制御施設の設計に当たっては、パイプラインの規模を勘案の上、監視制御の容易性、確実性及び経済性等の各面から検討し、適切な監視制御形態の組み合わせを選定するものとする。



**図 12-1** 制御形態の分類

(2) では、監視制御設備の設計について規定している。

監視制御設備の設計に当たっては、管理体制、管理対象施設、同施設に必要な機能等を検討し、集中監視制御の範囲、データ伝送方式、機器の仕様等を決定するものとする。

### 【関連技術書等】

付録 技術書「11. 水管理施設の設計」

「水管理制御方式技術指針(計画設計編)」(農林水産省農村振興局整備部設計課)

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
<p><b>13 管 理</b></p> <p>パイプラインの管理に当たっては、建設された施設が個々に、またシステムとしての機能を正常に維持し、水管理を安全かつ経済的に行うため、設計時において適切な水管理計画及び施設管理計画を<u>立て</u>、それらに基づき適正な運用を図らなければならない。</p>	<p><b>13-1 水管理</b></p> <p>水管理は、<u>システムとしてのパイプラインの流況特性と適切な水管理方式に基づいた</u>用水の効率的な運用が図られ、受益地の水需要に合ったものでなければならない。</p> <p>(1) <u>パイプラインシステムと水管理方式</u></p> <p>自由水面を有する水槽やバルブ類は、パイプラインの単なる<u>付帯施設</u>としてではなく、これらの施設の配置とその操作方式によってパイプラインシステムの流況特性に<u>影響を及ぼす</u>ことにまず留意しなければならない。</p> <p>(2) <u>水管理体制</u></p> <p>パイプラインシステムの設計に際して、最も重要な要素は諸施設、水管理方式、管理体制の整合性である。このうち特に管理体制のレベルが重要である。すなわち、管理団体の組織体制の裏づけなくして水管理方式の選択や実行は不可能であるから、管理組織について十分な意見交換を図っておかなくてはならない。</p> <p>(3) <u>水管理情報の収集と処理</u></p> <p>水管理のために収集される情報は、各種機器の操作状況情報、水理情報、水源での供給情報と受益地での需要情報に大別される。</p> <p>一般に、情報処理機器を配備した場合の水管理は、維持管理費の低減を目指した管理を行う必要から検討されたものであり、パイプラインシステムにおける水源での供給状況と水使用状況に対する予測あるいは過去の水管理記録及び情報の伝達機能の資料からスケジュール表を作成し、これらをもとに水管理システムの設計が行われなければならない。</p>

## 基準及び運用の解説

基準 13 では、パイプラインの管理について規定している。

運用 13-1 では、水管理について管理体制との整合及び、水管理情報の収集と処理の必要性を明らかにしている。

(1)の留意点は次のとおりである。

- ① 事故あるいは人為的に空虚にしておく以外は、パイプラインは満水され圧力がかかっている状態でなければならない。したがって、パイプラインシステムの水管理とは、いかなる送配水過程でも管路に空気を混入させないで、用水の需要と供給を整合させることが大切である。
- ② 管路内で出現する水理現象の伝播速度が開水路系の場合に比べ相当の差異があるため、その影響は短時間でかつ広範囲に及ぶ。そのため、設計しようとするパイプラインにおいて水管理方式のどれを採用すべきかを決定することが最も大切である。特に、大規模なパイプラインでは水利用状況によっていくつかの水理ユニットに分割されるため、各水理ユニット間で異なる水管理方式を採用する場合には、その接合部に十分な調整機能を有しているか否かを検討しなければならない。

(2)は、一般にこれまで実施された事業(地区)を見ると、管理体制は水源、幹線送水系、末端の配水ブロック等の管理ブロックごとに構築され、階層的に分割されているが、ブロックの分割は、単なる幹線あるいは支線水路等で区分せずに、十分な調整能力を有する水理ユニットで区分することが望ましい。そして、下位の管理ブロックから、上位の管理ブロックへ、あるいは逆に情報を伝達する機能について点検しておくことが大切である。

(3)の情報収集方式の検討手法は、一般に水管理施設というと、テレコン・テレメータ、電子計算機による自動化のための機器構成に注意が向けられがちであるが、これら施設を採用する前に管理項目が最小になるような諸施設配置と構造を考慮すべきである。パイプライン系は、開水路に比べて、ある操作に対する応答が早く、しかも全域に及ぶ特性を有しているから、過渡現象がどのように発生するか把握しておかねばならない。

## 【関連技術書等】

付録 技術書「11. 水管理施設の設計」

基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p><b>13-2 施設管理</b></p> <p>建設された施設は、その目的を損なうことがないように、また災害の防止のために十分な保守、点検、整備を行い、常に良好な状態に維持保全しなければならない。</p> <p>(1) 施設管理方針の基本事項</p> <p>施設の維持保全を行うための基本条項を定めておく。例えば、管理対象施設、管理体制、管理内容、管理方法等でそれらに関する規則、手続き等を含めたものである。</p> <p>(2) 施設管理計画</p> <p>管理計画は、年間、旬間、日管理計画の3段階から成るのが一般的であり、管理組織はこれらの計画をたて維持管理が適切となるように、時間の経過とともに適宜修正することが必要である。</p> <p>(3) 施設の管理運用</p> <p>送水系パイプラインは、配水地域へ送水する幹支線部を受け持つ重要なものであり、特に運用に当たっては作動状況を正確に把握し日常及び定期点検を行う。また、以後の管理運用に供するために施設及び機器の維持管理記録を保存する。</p> <p><b>13-3 充水計画及び落水計画</b></p> <p>管理上、特別な事情により充水又は落水を行う場合は、周辺への影響、各施設の挙動を考慮した計画を立て、十分安全性が確認される方法で実施されなければならない。</p> <p>また、管路の水密性と安全性を確認する目的で、通水試験及び試験的な送配水を行ってパイプラインの機能性等を確認しなければならない。</p> <p>(1) 充水計画</p> <p>充水に当たっては、空気弁の性能、位置等を確認の上、エアハンマによる破損事故等を引き起こさないよう十分時間をかけて排気を行い、充水区間、充水量、充水時間、監視員の配置及び連絡体制等は充水計画を立てて細心の注意のもとに実施しなければならない。</p>

### 基準及び運用の解説

運用 13-2 では、施設管理について規定している。

(1)では、施設の操作基準、施設の保守、補修の基準及び維持管理に要する費用を定めておく必要がある。

(2)は、年間管理計画、旬間管理計画及び日管理計画から成るが、各管理計画は、降雨や突発事故に対応できるように考慮されたものでなければならない。

(3)に当たっては、水管理施設の保守、水管理システムの点検と修復及び送配水施設の管理運用の点について留意しなければならない。また、土砂、ごみ等の排除は、排泥、除じん施設を有効に活用してパイプラインの通水障害をきたさないように適宜管理しなければならない。管路の事故としては管体、継手あるいは附帯する構造物等の破壊による事故と漏水事故に大別される。応急措置が講じられるのは漏水事故であり、破壊に対しては応急措置が困難な場合が多い。

運用 13-3 では、充水計画及び落水計画について規定している。

充水又は落水は管理上、例えば管内土砂の除去、施設の補修及び改修並びに事故、災害防止等に必要となる。充水は管内充水の時間を短縮するために設計流量で流下させることのないよう、空気弁等の性能を考慮して、徐々に行うことが重要である。落水は、放流先の河川、水路等への影響を十分把握しておかなければならない。

#### 【関連技術書等】

付録 技術書「13. 施工 3 通水試験」



基準（事務次官通知）	基準の運用（農村振興局長通知）
	<p>(2) 落水計画</p> <p>落水は、事故等の非常時にも対応可能なように、あらかじめ想定される落水計画を<u>立てておく</u>ことが必要である。この場合、バルブ等の安全施設及び管理施設の位置と水圧、操作順序と時間等の<u>設計条件</u>を十分考慮しておかなければならない。</p> <p>(3) 通水試験</p> <p>通水試験の方法は、次のとおりである。このうち、漏水試験は必ず実施しなければならない。</p> <div data-bbox="718 757 1321 958" style="text-align: center;"> <pre> graph LR     A[通水試験] --- B[漏水試験]     A --- C[水圧試験]     B --- D[継目試験]     B --- E[水張り試験] </pre> </div>

**図 13-3-1** 通水試験の方法

基準及び運用の解説