

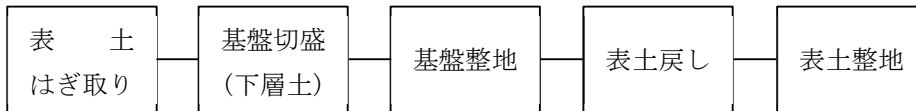
## 1 4.3 整地

### 2 4.3.1 一般事項

整地の手順は、表土はぎ取り、基盤切盛（下層土）、基盤整地、表土戻し、表土整地を基本とする。

#### 3 1 基本的な作業手順

4 整地の手順は、以下を基本とする。



8 ただし、表土及び下層土が混合しても差し支えない、あるいは混合が望ましい土地においては、表  
9 土扱いの必要がなく、また、山間部やその他特殊条件地区においては、このような一環した作業で施  
10 工できない場合もある。

11 このような地区での整地作業に当たっては、地区内の土壌及び地耐力調査結果、運搬路等の調査結  
12 果を次のような区分により、地区の平面図に工種別に細分（色分け）して記入・整理し、機械施工法  
13 の選定に利用する。

- 14 ① 標準機械のみで施工可能な箇所
- 15 ② 湿地用機械で施工可能な箇所
- 16 ③ 小型湿地用機械に限定される箇所
- 17 ④ 仮設排水路の施工後でないと湿地機械でも施工できない箇所

18 この色分けした図面に基づき、地区の状況及び土の特性に応じて機械の能力が最大限に発揮できる  
19 機種と台数を選定することが、工事費、工程及び品質確保に大きく影響する。

#### 20 2 整地の土工量

21 整地の土工量の算定に当たっては、現況地形の把握が重要である。また、傾斜地等で複雑な地形に  
22 においては、設計作業の効率化・迅速化のため3次元モデルによる検討が有効となる。

23

### 24 4.3.2 表土扱い

切盛工事においては、原則として表土扱いを行う。

#### 25 1 一般事項

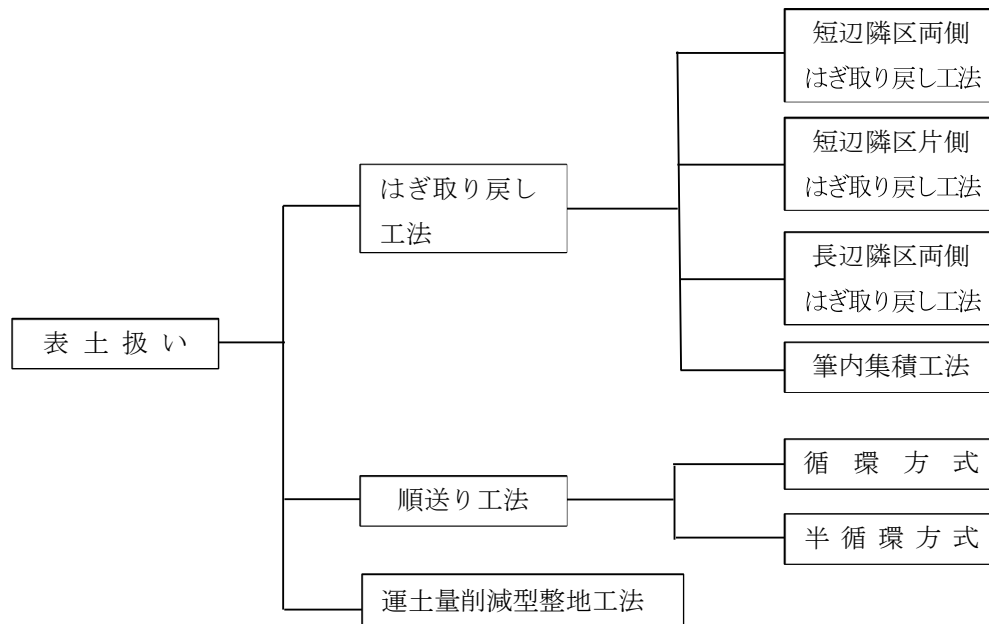
26 表土扱いは、一般に耕起の対象となる作土を確保するために行うものであるが、この費用は整地工  
27 事費の中で比較的大きい割合を占める。このため、表土扱いの要否は、表土の地力、厚さ、下層土の  
28 理化学性、傾斜、地形、換地等に対する担い手の意向や、表土扱いを省略することによる経済効果等  
29 を総合的に判断して決定されるべきである。ただし、病害虫等の混入により作物生育に支障のある土  
30 は、表土として使用してはならない。

#### 31 2 表土扱い

##### 32 (1) 表土扱いの厚さ

33 表土扱いをする場合の表土は、15cm を目標とする。ただし、下層に礫又は泥炭層がある場合や畑

- 1 利用により高収益性作物等の導入を行う場合には、これを 20cm としてもよい。
- 2 (2) 表土扱いを行わない場合
- 3 次の場合には、表土扱いを行わない。
- 4 ア 表土扱いが困難な場合
- 5 ① 排水の悪い軟弱地盤や湿田を施工する場合
- 6 ② 急傾斜地水田で施工する場合
- 7 上記の場合、土層改良及び土壌改良を実施する。
- 8 イ 表土扱いを必要としない場合
- 9 ① 下層土が表土とほぼ同質で、表土扱いを省略しても、整地後において有効土層厚が 30cm 以上
- 10 となり、肥培管理によって表土となし得る場合
- 11 ② 表土の肥沃度が低く、表土と下層土を混合することによりかえって地力増進になる場合
- 12 ③ 切土、盛土深が 5 cm 以内の平坦な地区の場合
- 13 3 施工方法
- 14 表土扱いには、次の図に示すとおりはぎ取り戻し工法、順送り工法、運土量削減型整地工法
- 15 (表土扱いを行う工法) があり、主に当該地区の地形条件によって工法を選定する。



16 図-4.3.1 表土扱い工法

17 (各工法の詳細は表-4.3.1を参照)

18 (1) はぎ取り戻し工法

19 はぎ取り戻し工法とは、はぎ取った表土を一時集積し、それをまた元の所に戻す工法であって、は

20 ぎ取った表土の一時集積場所の違いによって各種の工法があり、この工法の相異によって運土距離

21 計算方法が異なる。

22 (2) 順送り工法

23 順送り工法とは、計画田面標高差が 0.5m 未満の平坦な地区又はブロック (ほ区又は農区) の基盤

24 の切盛が一区画内で処理される場合に適した方法で、農道及び用排水路によって区切られたブロッ

25 ク (ほ区又は農区) 単位に行うこととなる。

26

表-4.3.1 表土扱い工法

	内 容	適 用 区 分
はぎ取り戻し工法 短辺隣区両側		<p>計画筆外の短辺隣区両側に表土を集積し、基盤整地後に表土を戻す工法である。 表土扱いを必要とする計画田面が、隣接工区と計画田面標高差が0.5m未滿で、点在しているほ区の場合に適用する。</p>
はぎ取り戻し工法 短辺隣区片側		<p>計画筆外の短辺隣区片側に表土を集積し、基盤整地後に表土を戻す工法である。 表土扱いを必要とする計画田が、田差0.5m以上で連続しているほ区の場合に適用する。</p>
はぎ取り戻し工法 長辺隣区両側		<p>計画筆外の長辺隣区両側に表土を集積し、基盤整地後に表土を戻す工法である。 隣接する耕区との計画田面標高差が、0.5m以上の場合に適用する。</p>
筆内集積工法		<p>計画筆内の整地標高に近い現況田に表土を集積し、基盤整地後に表土を戻す工法である。 隣接区画に関係なく、独立して施工できるので基盤整地の安定を待つ場合や工期に制限のある場合に適用する。 区画内の中央部又は隅部の田面標高と計画田面標高との差が±5cm程度の場合は、中央部又は隅部に集中的に集積する。</p>
順送方式		<p>基盤整地の完了した耕区に隣接耕区から表土をはぎ取り同時に送り込む工法である。 ① 表土扱いをする最初の耕区と最終の耕区が連続している。 ② 各耕区の扱い土量が均等である。 ③ 隣接工区との計画田面標高差が0.5m未滿である。 ④ 逆田修正を伴わない。</p>
半循環方式		<p>循環方式と同様に隣接耕区に表土を送り込むが、下段にのみ押土を行い、最終の耕区には最初の耕区(仮集積)から二次運土する工法である。 特に、上段の耕区と下段の耕区の計画田面標高差が大きい場合に有効である。 ① 表土扱いをする耕区がある程度以上連続している。 ② 各耕区の扱い土量が均等である。 ③ 搬入土の必要な耕区を含まない。 ④ 最初の耕区と最終耕区が連続していない場合。</p>

1 (3) 運土量削減型整地工法

2 大区画の整地工では、ほ場内での運土距離が長くなり、整地工事費が増加しているため、これに対  
3 する低コスト工法として、運土量削減型整地工法が確立された。運土量削減型整地工法は、ゴムクロ  
4 ーラトラクタけん引のレーザープラウを用いて土壌を反転し、ほ場の乾燥後レーザーレベラーまた  
5 はレーザーブルドーザで運土・整地を行うものである。ほ場の土壌構造を傷めない排水性に優れた  
6 低コストな整地工法として全国で導入事例がある。なお、工法の種類として、表土扱いを行う工法  
7 (最大田面標高差約 0.5m) と表土扱いを省略できる工法 (最大田面標高差約 0.2m) がある。施工方  
8 法については、5.3 各工種の施工【参考】コスト縮減に資する技術に示す。

9  
11 4.3.3 土層改良及び土壌改良

有効土層の確保のため、必要に応じて土層改良を行う。また、水稻の生育に及ぶ障害が大きければ、  
土壌改良が必要である。

12 1 有効土層の保持

13 有効土層とは、水稻根が容易に伸長し、そこから養分を吸収し得る土層であり、その厚さは 30cm  
14 を確保する必要がある。また、水田の畑利用に伴い当該地区の営農計画における主要作物種を対象に  
15 有効土層厚 30cm 以上を確保することを検討する。

16 有効土層では、土壌の硬さ、土性等の物理的性質が植物根の伸長に適していなければならない。そ  
17 れを阻害する土層には次のようなものがあり、これらが存在する場合は、適切な処理が必要となる。

- 18 ① 粗砂及び礫の含量が多い土層 (重量で 55%以上)  
19 ② 堅い土層 (山中式硬度計による緻密度が 24mm 以上)  
20 ③ 泥炭層又は黒泥層  
21 ④ リン酸の不足する土層 (リン酸吸収係数 2,000 以上)

22 2 土層改良

23 土層改良の種類及び工法については、地区の土層の状況、用土の必要賦存量の有無、機械の施工性  
24 等を総合的に判断の上、検討する。

表-4.3.2 土壌と土層改良の工法

土壌・地域	主たる不良要因	主たる生産阻害状況	土層改良の種類
浅耕土地帯	・作土厚、有効土層 深の不足	・根の伸長困難 ・保水力、保肥力不足	下層が良質土の場合：混層耕、心土破碎 下層が硬盤、石礫層、基岩等の場合：客土、 不良土層排除、床締め
礫質土	・作土厚、有効土層 深の不足 ・粒度組成の不良	・根の伸長困難 ・作業機械の損傷大 ・けん引抵抗大 ・保水力、保肥力不足	客土、除礫
砂質土	・粒度組成の不良	・保水力、保肥力不足	客土
粘質土	・粒度組成の不良	・透水性、通気性不良 ・地耐力不足 ・けん引抵抗大 ・養分固定力大	下層が良質土の場合：混層耕、心土破碎 下層が不良土の場合：客土、心土破碎
泥炭土	・構成成分の不良	・保水力過大 ・地耐力不足	客土、混層耕
粗粒火山 灰土	・粒度組成の不良	・根の伸長困難 ・透水性、通気性過大 ・養分不足	混層耕、客土

2

## 3 (1) 客土

4 客土は、浅耕土地帯での作土厚の増加、作土の理化学性の改良、水田の浸透抑制、泥炭地での地耐  
5 力増強等を目的として、土取場を設け、採土、搬入により行われるものである。また、客土は客入土  
6 の搬入方法により、搬入客土工法、ポンプ客土工法、流水客土工法に区分される。

## 7 (2) 混層耕

8 混層耕は、作土が、火山灰土、泥炭土、砂礫土等の理化学性が劣る土壌であって、心土に肥沃な沖  
9 積土や洪積土等の土層が存在する場合に、これらを同時に耕起、混和、反転等を行い作土厚の増加、  
10 作土の理化学性の改良等を図るものである。混層耕は施工方法により、混層耕工法、反転客土工法、  
11 改良反転客土工法、深耕工法、心土耕工法に区分される。

## 12 (3) 心土破碎

13 心土破碎は、下層に耕盤等の堅密な層が形成され、十分な透水性、通気性が得られない場合や作物  
14 根が伸長できない場合に、これを破碎して膨軟にするものである。また、火山灰地帯のコラ（九州南  
15 部地方に分布）、マサ（中国地方等に分布）等の火山性砂礫層が粘土粒子によって固結し、比較的薄  
16 い耕盤層を形成する場合に、透水性、通気性の改良及び作物根の伸長を可能にする耕盤破碎工法も  
17 心土破碎として扱う。

## 18 (4) 除礫

19 除礫は、石礫含層の多い土層において、保肥力、保水力の増大等、作物の生育環境改善と農業機械  
20 の作業性向上を目的として、作物生育、耕作の支障となる大きさの作土内の石礫を対象として、排除

1 又は細碎及び混合等を行うものである。

2 (5) 不良土層排除

3 不良土層排除は、ボラ層（九州南部地方に分布）や表層の軽石層等、物理性又は化学性の不良な土  
4 層が厚く分布する特殊な土層を成す火山灰地帯において、これらの不良土層を排除して作土厚や有  
5 効土層厚を増加させるものである。

6 ただし、ここでいう不良土層とは、物理性又は化学性あるいは両者が作物生育に大きな障害とな  
7 る土層で、取り除く以外に改良の手段のないものをいう。例えば、①火山灰地帯に存在するコラ層の  
8 ように、特殊な土層を形成し、作物根の下方への伸長を全く許さず、下方からの水分や養分の供給を  
9 許さない土層、②その土層が保水力及び保肥力を全く欠き、作物生産に障害となる土層をいう。

10 (6) 床締め

11 床締めは、水田浸透量が過大な漏水田に対して浸透抑制を行うことを目的とするもので、水稻栽  
12 培上、水温上昇、肥料流亡防止等の効果があり、さらに用水量の節減にも有効である。

13 また、ほ場整備工事による耕盤層の破壊又は漏水田における生育むらを防止するため、耕盤造成  
14 対策として心土破碎転圧工法を実施する場合もある。

15 以上の土層改良の種類及び特徴を整理すると、表-4.3.3 に示すとおりになるが、改良対策としては  
16 土層改良のほか、土壌改良、暗渠排水等も勘案しなければならない。

表-4.3.3 土層改良技術の特徴

工法	土層に生じる変化	土層改良の対象となり得るほ場の状態	特 徴
客土	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作土の理化学性変化</li> <li>・作土厚の増加</li> <li>・地耐力の増加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作土の土性が極端に砂質又は重粘質である。</li> <li>・泥炭地で鉍物質土壌に乏しい。</li> <li>・作土中に微量要素が不足している。</li> <li>・老朽化している。(水田) <sup>注)</sup></li> <li>・漏水が大きい。(水田)</li> <li>・地耐力が小さい。</li> <li>・浅耕土である。</li> <li>・作土が薄く、そのままでは汎用農地化ができない。</li> <li>・表土戻しの土量が不足している。</li> <li>・地盤が低く、かさ上げが必要である。</li> <li>・土壌流亡が生じ、作土厚が不足している。</li> <li>・作土に石礫が多く、それを取り除く適当な方法がない。</li> <li>・土の入替えを要する。(施設畑)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・様々な状態に対応し得る、応用範囲の広い技術である。</li> <li>・適当な客入土の得られる土取場を探す必要がある。</li> <li>・客入土が、有利な条件では場まで入れられない限り、コストはかなり高くなる。</li> <li>・運土に工夫を要する。</li> <li>・段階的施工又は追加施工を要することがある。</li> </ul>
混層耕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有効土層の理化学性変化</li> <li>・有効土層厚の増加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・成層性火山灰土の畑で、適当な深さの下層に表土より質の良い埋没土がある。</li> <li>・表土に比べて、下層土が比較的肥沃である。</li> <li>・心土が一般的に堅密である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特殊な成層の場所でのみ採用し得る技術である。</li> <li>・特殊なプラウが必要である。</li> <li>・施工後、直ちには効果を生じない場合もある。</li> </ul>
心土破碎	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土層内の堅密な部分の破碎と膨軟化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土層中に堅密な層があるため作土が薄い。</li> <li>・土層中に堅密な層があるため有効土層が浅い。</li> <li>・耕盤の形成が著しい。</li> <li>・土層の透水性、通気性が悪い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・透水性、通気性の改善に有効な技術である。</li> <li>・乾燥期に施工すると効果的である。</li> <li>・効果の持続性に若干問題がある。</li> <li>・有効水分量を増大させる。</li> </ul>
除礫	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作土内の石礫の減少又は粒化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・営農上支障となる石礫が土層の中にある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特殊な作業機械が必要である。</li> <li>・乾燥期に施工すれば、かなり目的を達することができるが、機械的施工のみで完全に除礫するのは難しい。</li> </ul>
不良土層排除	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不良土層の消失</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・深耕して、作土と混和しても、風化してない軽石層等が表層又は作土の下に厚く分布する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特殊な土層の農用地に限り施工するものである。</li> <li>・コストが高い。</li> <li>・排除土の処理に工夫を要する。</li> </ul>
床締め	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耕盤の形成</li> <li>・耕盤の強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開田後、浸透過多が予想される。(水田)</li> <li>・漏水田</li> <li>・浸透過多が予想される。(還元田)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工時期を選んで転圧すれば効果的である。</li> <li>・農用地の造成及びほ場整備の段階では、施工機械による転圧を繰り返して受け、土層が締固められることも多いので、計画に当たってはこの適用に留意する必要がある。</li> </ul>

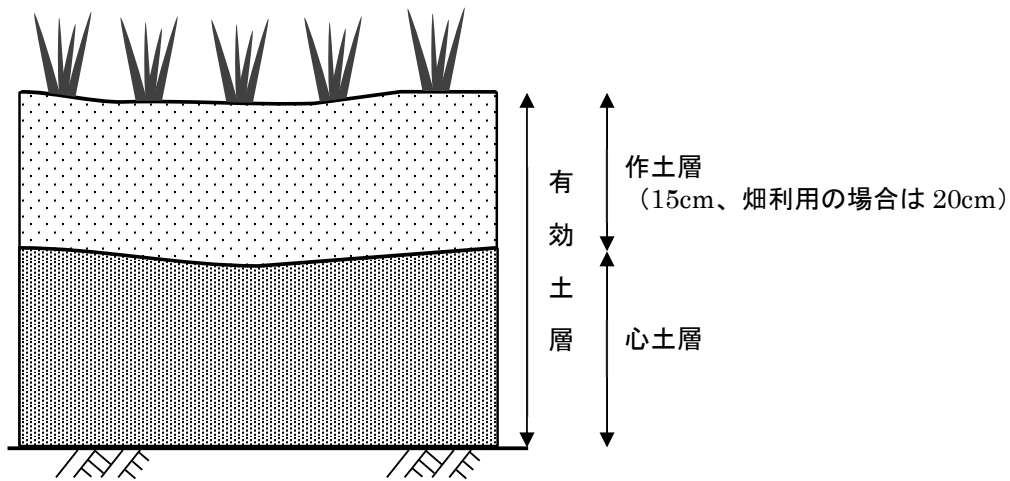
注) 鉄やマンガンその他有効塩類の溶脱が激しいため、生産力が低下している状態。

- 1 【参考】望ましい水田土壌の性質と改良のための工法  
 2 望ましい水田土壌の性質と改良のための工法を整理すると、表-4.3.4 及び図-4.3.2 に示すとおりで  
 3 ある。

4 表-4.3.4 (参考) 望ましい水田土壌の性質

項 目	理 想 値	許 容 値	改良のための工法
1. 作 土 深	15~20cm	10cm	客土 (深耕)
2. 有効土層深	50cm 以上	30cm	心土破碎
3. 透 水 性 降下浸透量 (日減水深)  最小透水土層の 透水係数	(弱グライ土) 10~20mm/日 15~25mm/日  $10^{-5}$ cm/s	10~35mm/日 10~40mm/日  $10^{-4}$ ~ $10^{-5}$ cm/s	許容値よりも 小さい場合：暗渠 大きい場合：床締め
4. 粒径組成 土 性  石礫 (径 3.5cm 以上)	L~CL (壤土~埴壤土)  ないこと	SL~LiC (砂壤土~軽埴土)  容積 10%以下	砂土：客土 強埴土：砂客土暗渠  除礫
5. 地耐力 コーンペネトロ メータ	390kN/m <sup>2</sup> 以上	200kN/m <sup>2</sup>	許容値よりも 小さい場 合 ： 床締め 暗渠

5



6

7

8

図-4.3.2 土壌断面図

3 土壤改良

土壤改良は、元来造成当初の土地生産力を確保するため、作土の理化学的性質を改善する措置として行われてきたものである。

土壤改良は酸性矯正及びリン酸の補給であり、これは作土に炭酸カルシウムとリン酸肥料が土壤改良資材として散布混合されるものである。また、表土の不足した農地では、土壤改良工事として有機質資材の投入も行われる。

(1) 酸性土壤の改良

作物の生育に適当な pH は一般に 6.0~6.5 と弱酸性である。pH の低い酸性の土壤に対しては、炭酸カルシウムの投入によって作付作物に適した pH に改良する必要がある。

炭酸カルシウムの投入量は、一般的に緩衝能曲線による方法で求められる。

【参考】緩衝能曲線図による炭酸カルシウムの投入量の算定法

作土より採取した試料について、緩衝能法 (H<sub>2</sub>O) により緩衝能を測定し、これを方眼紙に記入して緩衝能曲線図を作成する。CaCO<sub>3</sub>の必要量は、0mg、10mg、25mg、50mg、100mg、200mg の 6 区分とし、必要に応じて追加する。

図-4.3.3 の緩衝能曲線図に示すように、現況 pH5.5 の作土を pH6.5 に改良するために必要な炭酸カルシウム (市販) の投入量は、次のように求める。

緩衝能曲線図より、乾土 10g 当たりの CaCO<sub>3</sub> の必要量は 100mg-25mg=75mg となる。

$$1\text{ha 当たり炭酸カルシウムの投入量 (t/ha)} = L \times d \times (w \times 10^{-4}) \div 1.79 \div (p \times 10^{-2}) \times 10^2$$

$$= \frac{L \times d \times w}{1.79p} \dots\dots\dots (4.3.1)$$

ここに、L: 土壤改良深 (cm)

d: 試料が属する土壤の現地容積重 (土層別の現地容積重を各土層厚により加重平均した値) (g/cm<sup>3</sup>)

w: 改良目標 pH まで酸性矯正するために要する試料乾土 10g 当たりの CaCO<sub>3</sub>(mg)

p: 市販炭酸カルシウム中の CaCO<sub>3</sub> 含量 (標準 80%)

例えば、土壤改良深 15cm、d=1.1、w=75mg、p=80%とした場合、

$$1\text{ha 当たり炭酸カルシウムの投入量} = \frac{15 \times 1.1 \times 75}{1.79 \times 80} = 8.6\text{t / ha}$$

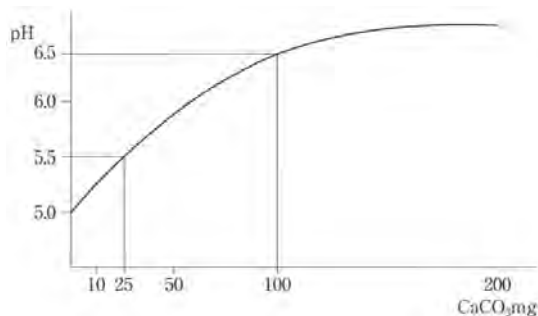


図-4.3.3 緩衝能曲線図

1 (2) リン酸吸収能の抑制

2 リン酸吸収係数が高い場合（700 以上）、営農の初期の段階で施肥されるリン酸肥料は、作物に供  
3 給される割合が少ないため、土壌のリン酸吸収能をあらかじめ抑制する目的でリン酸吸収係数の 1 %  
4 に相当するリン酸を工事中に投与する。

5 
$$1\text{ha 当たりリン酸肥料の投入量 (t/ha)} = L \times (p \times 10^{-5} \times 10^{-2}) \times d \div (r \times 10^{-2}) \times 10^2$$
  
6 
$$= \frac{L \times p \times d}{r} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (4.3.2)$$

7 ここに、 $L$ ：土壌改良深（cm）  
8  $p$ ：リン酸吸収係数（試料乾土 100g 当たりの  $P_2O_5$  の吸収量（mg））  
9  $d$ ：現地仮比重（ $g/cm^3$ ）  
10  $r$ ：リン酸肥料中の  $P_2O_5$  の含有率（標準 19%）

11 例えば、土壌改良深 15cm、 $p=1,500$ 、 $d=1.1$ 、 $r=19\%$ とした場合、

12 
$$1\text{ha 当たりリン酸肥料の投入量} = \frac{15 \times 1,500 \times 1.1}{19} \times 10^{-3} = 1.3\text{t / ha}$$

13

14 4.3.4 基盤切盛

現況地形と計画で定められた区画との関連を精査したのち、設計作業の省力化と精度向上を考慮して最も適した土量計算方式を選択し、切盛土量、施工面積等を決定する。

15 1 作業手順

16 計画標高等の算出の作業手順を図-4.3.4 に示す。

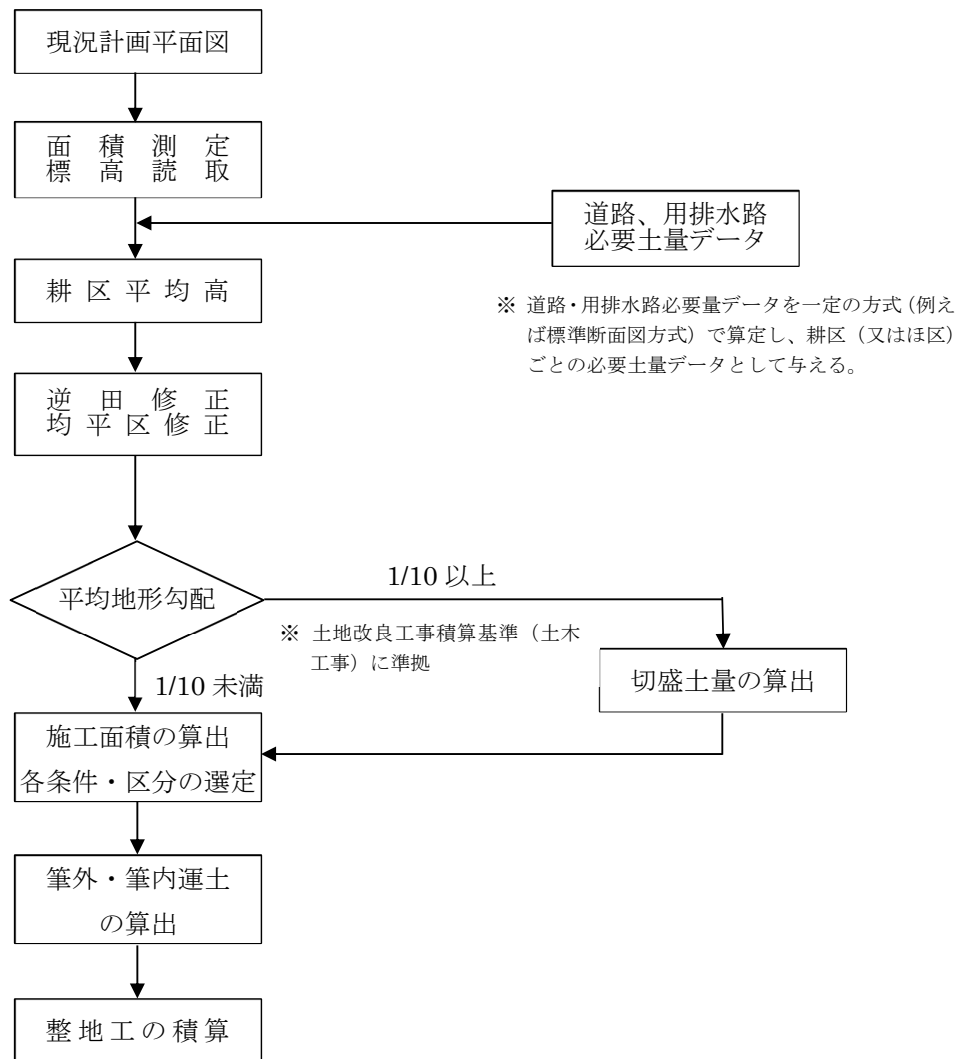


図-4.3.4 基盤切盛の設計手順

2 計画標高等の算定

基盤の計画標高等の算定は、道路及び用排水路の配置に沿って、基盤の切盛、運土計画を行うもので、一般に加重平均法を用いる。そのほか、格子分割法、メッシュ法等がある。

加重平均法は計画耕区内の現場地積から移動すべき土量に見合った計画標高を定め、計画標高に合わせて基盤を切盛するために計画区画に分けて1筆ごとに切盛、運土計画を立てるものである。

(1) 計画標高

現況は場1筆ごとの標高と面積から各筆の水準面上の土量を求め、集積して水準面上の総土量とし、道路・用排水路に必要な土量を差し引いた残りの土量を総面積で割って計画標高を求める（式(4.3.3)参照）。

1 
$$FH = \frac{\sum E_i \cdot A_i - B}{\sum A_i} \dots \dots \dots (4.3.3)$$

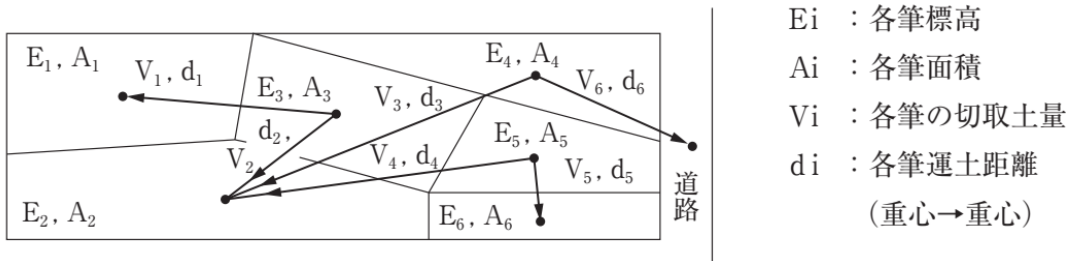
2 ここに、 $FH$  : 計画標高  
 3  $E_i$  : 各筆の整地前の標高  
 4  $A_i$  : 各筆の整地前の面積  
 5  $B$  : 道路・用排水路に必要な土量  
 6 ただし、残土は標高換算で 1 cm 未満は切り捨てる。

7 (2) 運土距離

8 運土距離 ( $\bar{D}$ ) は式 (4.3.4) によって求める。

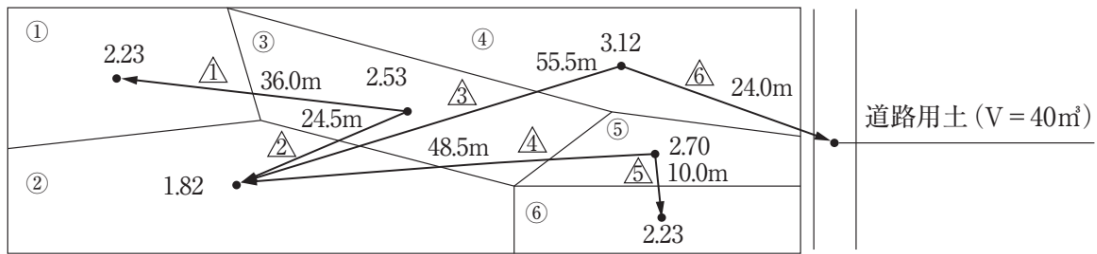
9 
$$\bar{D} = \frac{\sum V_i \cdot d_i}{\sum V_i} \dots \dots \dots (4.3.4)$$

10 ここに、 $V_i$  : 各筆の切取り土量  
 11  $d_i$  : 各筆の運土距離 (重心→重心)



14 図-4.3.5 運土ベクトル

15 【計算例】加重平均法による算定



17 図-4.3.6 計画耕区

1

表-4.3.5 計画標高、土量計算表

土 量 計 算 表									
〇〇区	農区〇〇		ほ区〇〇	耕区〇〇	耕区内道路・用排水路必要土量			40.0m <sup>3</sup>	
計画 標高	2.37m	面積	3000.0m <sup>2</sup>	切土量	579.5m <sup>3</sup>	盛土量	534.3m <sup>3</sup>	差引 土量	45.2m <sup>3</sup>
地番	地盤高 (m)	面積 (m <sup>2</sup> )	切高 (m)	盛高 (m)	切土量 (m <sup>3</sup> )	盛土量 (m <sup>3</sup> )	表土扱い	備考	
①	2.23	523.3	-	0.14	-	73.3		残土45.2m <sup>3</sup> ただし標高 換算1cm 未満は切り 捨てる	
②	1.82	760.2	-	0.55	-	418.1			
③	2.53	495.4	0.16	-	79.3	-			
④	3.12	472.1	0.75	-	354.1	-			
⑤	2.70	442.8	0.33	-	146.1	-			
⑥	2.23	306.2		0.14	-	42.9			
計		3000.0			579.5	534.3			

2

$$FH = \frac{2.23 \times 523.3 + 1.82 \times 760.2 + 2.53 \times 495.4 + 3.12 \times 472.1 + 2.70 \times 442.8 + 2.23 \times 306.2 - 40.0}{3,000}$$

$$= 2.37\text{m}$$

5

表-4.3.6 運土距離計算表

番号	V <sub>i</sub>	d <sub>i</sub>	V <sub>i</sub> · d <sub>i</sub>	経路	$\bar{D}$
△ <sub>1</sub>	73.3m <sup>3</sup>	36.0m	2,638.8	③→①	$\frac{26,612.6}{579.5} \approx 46.0$ なお、各筆からの筆内、外運土 については、土地改良工事積算 基準（土木工事）に準拠して計上 すること。
△ <sub>2</sub>	6.0	24.5	147.0	③→②	
△ <sub>3</sub>	314.1	55.5	17,432.6	④→②	
△ <sub>4</sub>	103.2	48.5	5,005.2	⑤→②	
△ <sub>5</sub>	42.9	10.0	429.0	⑤→⑥	
△ <sub>6</sub>	40.0	24.0	960.0	④→道路	
計	579.5		26,612.6		

6

1 **【参考】 格子分割法**

2 ア 計画標高

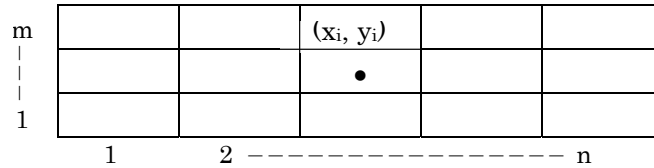
3 この方法は図-4.3.7に示すように計画耕区の短長辺をそれぞれ  $m$ 、 $n$  等分する格子を設定し、各  
 4 格子を代表する標高として、その格子内で最大面積を占める現況区画の筆標高をとり、この格子を  
 5 単位として切盛計算を行うものである（式(4.3.5) 参照）。

6 
$$FH = \frac{\sum H_{io}}{\text{有効格子数}} \dots\dots\dots (4.3.5)$$

7 ここに、 $FH$ ：計画標高

8  $H_{io}$ ：有効格子の整備前の代表標高

9 計画耕区の短辺・長辺をそれぞれ  $m \cdot n$  等分して区切る（比較的平坦地の場合は、 $m=3 \cdot n=5$   
 10 の枠に、傾斜地で現況区画の小さい場合は、適宜  $m \cdot n$  の分割数を増やし標高算定精度を高める）。



12 図-4.3.7 格子の分割方法

13 不整形ほ場に対する方策は図-4.3.8に示したように、計画耕区の格子内に半分以上の面積が含ま  
 14 れる格子を有効格子とし、計算を進める（式(4.3.6) 参照）。

15 
$$\left. \begin{aligned} FH &= \frac{\sum H_{io}}{\text{有効格子数}} \\ A' &= \frac{A}{\text{有効格子数}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4.3.6)$$

16 ここに、 $A'$ ：有効格子当たりの面積

17 ただし、等面積で分割した一個当たりの面積が、 $A'$ の面積とほぼ等しい値になるよう有効格子数  
 18 を調整する。

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15

(1) 整形田, 有効格子数15

	2	3		
	7	8	9	10
11	12	13	14	15

(2) 不整形田, 有効格子数11

1	2	3		
6	7	8		
11	12	13	14	
1	2	3	4	
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15

(3) 不整形田, 有効格子数24

1	2	3	4	5	1	2
6	7	8	9	10	6	7
11	12	13	14	15	11	12

(4) 不整形田, 有効格子数21

図-4.3.8 不整形ほ場の取扱い

イ 土量計画・運土距離

(ア) 移動土量

(切土量=盛土量:  $V$ ) は、計画耕区の面積を  $A$  とすると、式(4.3.7)で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} V_C &= \frac{A}{m \cdot n} \cdot \sum (hi_C - FH) \\ V_B &= \frac{A}{m \cdot n} \cdot \sum (FH - hi_B) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4.3.7)$$

- ここに、 $V_C$  : 切土量 (m<sup>3</sup>)
- $V_B$  : 盛土量 (m<sup>3</sup>)
- $hi_C$  : 切土格子の切高 (m)
- $hi_B$  : 盛土格子の盛高 (m)
- $A$  : 計画耕区面積 (m<sup>2</sup>)

1 (イ) 切盛ブロックの重心位置

2 切盛ブロックの重心位置は、式(4.3.8)で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} 3 \quad (x_C, y_C) &= \left( \frac{\sum(hi_C \cdot x_i)}{\sum hi_C}, \frac{\sum(hi_C \cdot y_i)}{\sum hi_C} \right) \\ 4 \quad (x_B, y_B) &= \left( \frac{\sum(hi_B \cdot x_i)}{\sum hi_B}, \frac{\sum(hi_B \cdot y_i)}{\sum hi_B} \right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4.3.8)$$

5 ここに、 $(x_C, y_C)$  : 切土ブロックの重心位置

6  $(x_B, y_B)$  : 盛土ブロックの重心位置

7  $(x_i, y_i)$  : 各任意格子の座標

8 (ウ) 運土距離

9 運土距離は切高、盛高を重さとする切盛ブロックの重心間距離として求められる (式(4.3.9)  
10 参照)。

$$11 \quad D = \sqrt{(x_C - x_B)^2 + (y_C - y_B)^2} \dots\dots\dots(4.3.9)$$

12 ここに、 $D$  : 運土距離

### 13 3 逆田修正

14 営農上からも排水路側の田面標高が高くなり逆勾配となること (逆田) は望ましくないため、図-  
15 4.3.9 の例により逆田修正を行う。

16 なお、こねまわしや過転圧を防ぐため、逆田修正時に動かした土を再び他の耕区へ流用する計画は  
17 避け、次のことを考慮して計画する。

- 18 ① 用排水路の管理上支障が生じない程度に田差を考慮して、最小限度の逆田修正にとどめる。
- 19 ② 運土距離は、計画区画の重心から重心までとし、隣接田からの流用を主体に移動量を最小にと  
20 どめる。

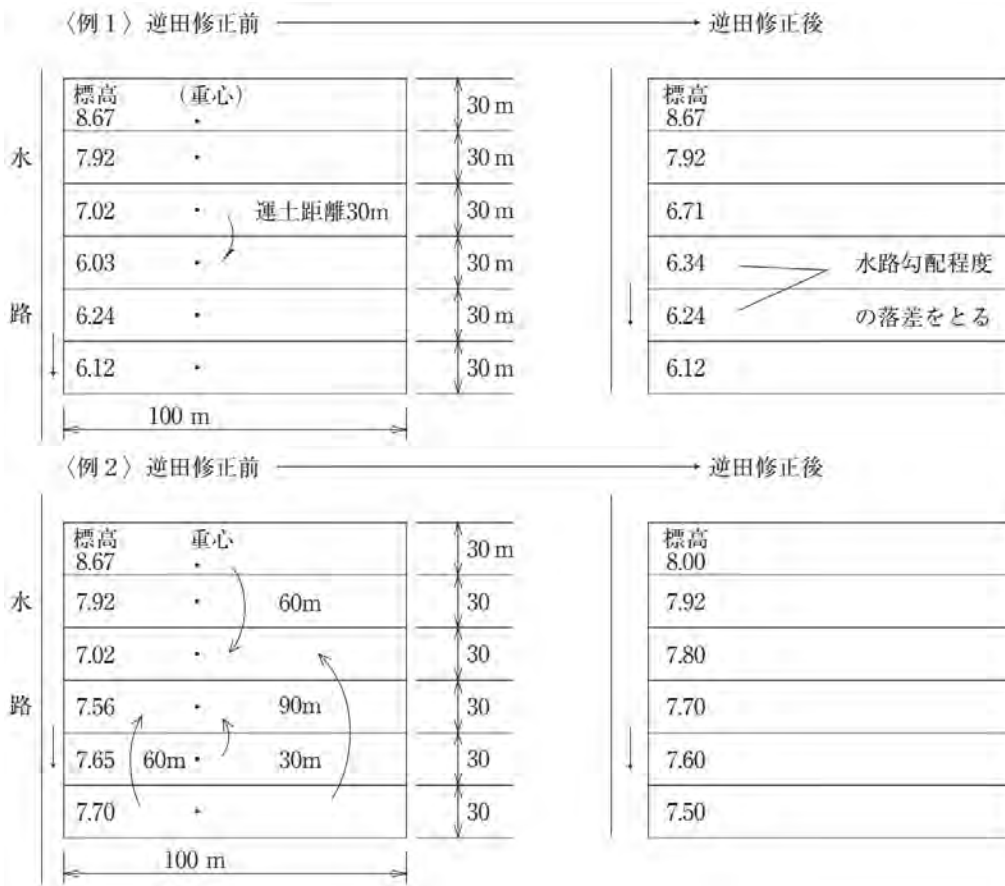


図-4.3.9 逆田修正の例

#### 4.3.5 均平整地

均平整地は、基盤切盛完了後に行う基盤整地と、表土戻し完了後に行う表土整地に区分される。

##### 1 基盤整地

基盤整地は、表土戻し作業に先立ち、基盤切盛作業によって生じた不陸状態を均平に仕上げる作業である。

基盤整地の良否は、田面乾燥や作土厚の均質化等に影響を与え、作物生育にむらを生じさせる要因となる。また、表土戻し後の手直し作業も困難であるので、表土整地以上に細心の注意を払う必要がある。

##### 2 表土整地

表土整地は、表土戻し作業完了後の表土の不陸を均平に仕上げる作業である。基盤整地と同じく均平の良否により、田面乾燥、作土厚、機械作業等に大きな影響を与えるので入念に施工する必要がある。また、仕上りの均平精度は、稲作栽培上の制約と施工上から±3.5cmを目標とする。

表土整地工として、乾土均平工法又は湛水均平工法が採用されることが多いが、工法選定に当たっては、施工区域の地形、土質等を考慮する必要がある。(表-4.3.7 参照)

表-4.3.7 表土整地工法の比較

項 目		乾土均平工法	湛水均平工法
心土の土質	礫、栗石混じり土の場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>表土に含まれている石礫の除去が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>漏水田の床締め効果が期待できるものの、心土の間隙を表土で補填することで表土の不足が生じることがあるため不適である。</li> <li>心土基盤を乱し、透水不良になる場合がある。</li> </ul>
	細砂及びシルトの場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>乾土均平により作土に適切な空隙を作り、作物の生育上好ましい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>湛水均平により、作土に適切な空隙がなくなり、作物の生育上好ましくない。</li> </ul>
	粘土及び泥炭土の場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工時期が天候に左右される。</li> <li>泥濘化を避けることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水中均平も可能。</li> <li>基盤が十分に造成されていないと泥濘化による深い泥田を作ることがある。</li> </ul>
施工期間		<ul style="list-style-type: none"> <li>制約されない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水源確保が必要。</li> <li>ため池等に水源を依存する地区では、田植期直前の実施は水不足を生じさせる場合があるので留意する。</li> </ul>
天候		<ul style="list-style-type: none"> <li>含水比によって均平精度が変動し、施工日数が多く必要となる場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水源があり粘質田であれば、降雨時でも施工可能である。</li> </ul>
稲作を考慮した場合		<ul style="list-style-type: none"> <li>保水性、透水性、通気性が確保される。</li> <li>土質が硬く耕起不可能な場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>還元状態になりやすく、アンモニア態窒素による根腐れを生じる原因となるため生育上好ましくない。</li> </ul>
工事費(均平時間を含む)		<ul style="list-style-type: none"> <li>機械損耗は小さい。</li> <li>表土戻しが十分にできている場合は作業能率が良い。</li> <li>石礫を除去しなくてはならない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機械損耗は大きい。</li> <li>表土に含まれる石礫除去作業を軽減できる。</li> <li>水廻しの作業員が必要となる。</li> <li>施工中畦畔の崩壊等が発生することがある。</li> </ul>

#### 1 4.3.6 畦畔

畦畔は、各耕区の境界線に設け、構造は土盛りを原則とする。畦畔法面は、防災及び維持管理を考慮した構造・形状とする。

##### 2 1 畦畔構造

3 畦畔の構造は、原則として土構造物とし、用土が不良の場合を除いて、付近の水田土壌を用いて築  
4 造する。コンクリート畦畔、合成樹脂等の畦畔は、機械作業の障害等となる場合が多いため、採用に  
5 当たっては十分に留意する必要がある。

6 維持管理労力の軽減のため、リモコン草刈機やロボット草刈機の導入を検討することを基本とする。  
7 リモコン草刈機等は様々な機種が存在するが、概ね車体幅が 60~120cm であるため少なくとも上幅  
8 を 60cm 以上の幅広畦畔にする必要がある(図-4.3.10 参照)。畦畔断面が台形の場合、草刈りをする  
9 面が3面あり、傾斜面の草刈りも困難である。そのため、断面を三角形にすることで草刈りをする面  
10 を2面に減らし、刈残しや横転のリスクを解消できる。三角畦畔でリモコン草刈機による除草を行っ  
11 たところ、刈払機に比べて約6割の省力化を図ることができた事例がある。また、図-4.3.11 のよう  
12 に草刈機のインプラメントを装着したトラクタが走行できる「幅広畦畔」とすることが有効であるが、  
13 その場合、つぶれ地が大きくなる、将来的に畦畔除去といった簡易な整備手法による区画拡大が困難  
14 になるといった課題が生じることから、導入に当たっては農業者等の意向を十分踏まえて計画する必  
15 要がある。

16 リモコン草刈機等やトラクタに対応した畦畔にしない場合には、上幅 30cm、高さ 30cm、法面勾配  
17 1:1.0 程度の台形を標準とするが、水稻栽培に必要な水深を確保した上で、田んぼダムの取組、草刈り  
18 等維持管理の省力化や地域の意向を考慮し、高さを 30cm よりも低くすることができる。また、寒冷  
19 地等では深水かんがいの必要性や凍上による崩壊を考慮し、上幅 50cm、高さ 40cm 程度(傾斜地に  
20 においては別途検討が必要)まで大きくすることができる。さらに、漏水防止及び防除・草刈り等の通  
21 路の確保又は傾斜地等の地形条件により、幅広にすることもある。特に大区画ほ場においては湛水時  
22 の波浪による畦畔の越水や侵食が大きくなることから、地域によっては標準よりも上幅や高さを大き  
23 くする必要がある。

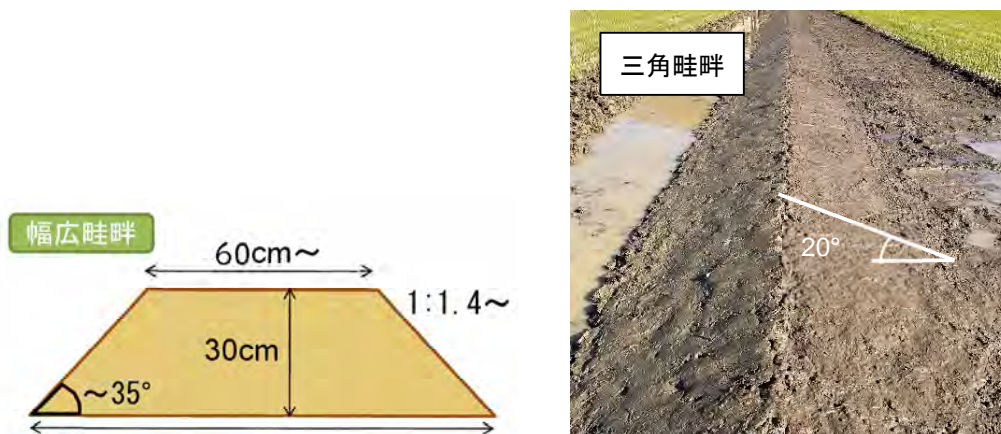


図-4.3.10 リモコン草刈機に対応した畦畔断面<sup>4)</sup>

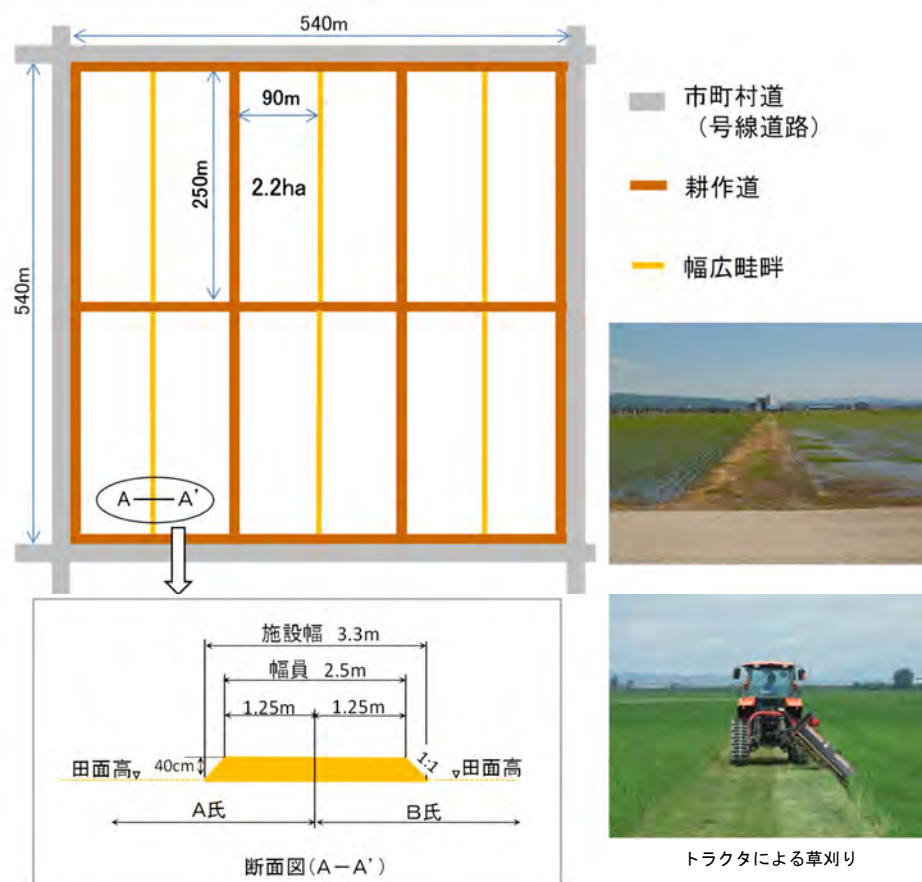


図-4.3.11 幅広畦畔の事例<sup>3)</sup>

## 2 畦畔法面

### (1) 構造・形状の検討

傾斜方向への区画の拡大を行った場合、畦畔法面も大きくなる。このため、畦畔法面の有する湛水維持、区画形成及び区画保全の機能を踏まえて、防災上（安全性、不透水性、法面安定性）及び維持管理上（除草等の作業の安全性と効率化）の観点から総合的に検討し、構造・形状を決定する必要がある。畦畔法面の形状、小段の取付位置等については、地区の土地利用計画を踏まえ、つぶれ地の程度を含め受益者や担い手との協議の上、検討することが必要となる。

#### ア 除草作業に適する小段の位置

除草作業時の足場確保や転落防止のため、法先小段及び法面中段の小段を設置する。小段上からの除草作業ができる範囲は、小段上側に対して1.0～1.5m、小段下側に対して0.5m程度、合計1.5～2.0mであることから、除草作業の実態を踏まえて小段を設置することが重要である（図-4.3.12参照）。また、法先小段は、区画間段差が0.5m以上のところで、法面中段の小段は、法面長2.0m以内の間隔を目安に設置を検討する。

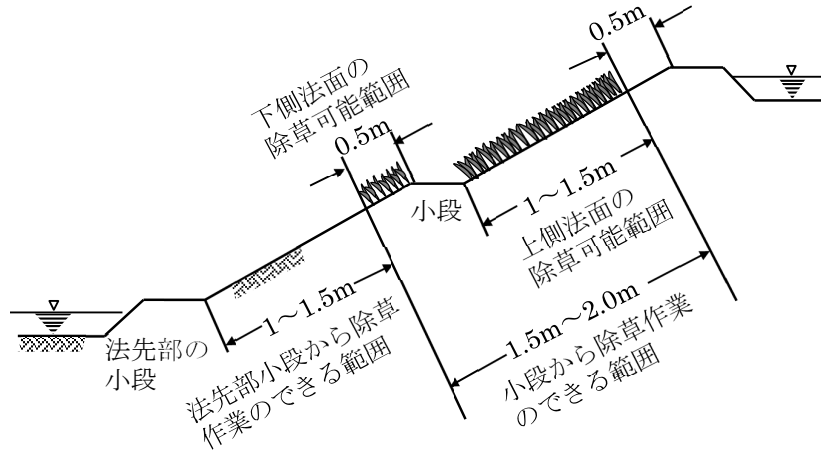


図-4.3.12 除草刈幅に対応した畦畔法面

(2) 具体的な構造・形状

安全性及び維持管理の検討を踏まえ、畦畔法面の構造と形状が決められる。具体的な構造及び形状は、図-4.3.13 及び表-4.3.8 のとおりである。

なお、草刈り作業時の転倒原因やリモコン草刈機等の障害とならないよう、水管理施設等を法面上に存置・設置しないよう可能な限り留意する。

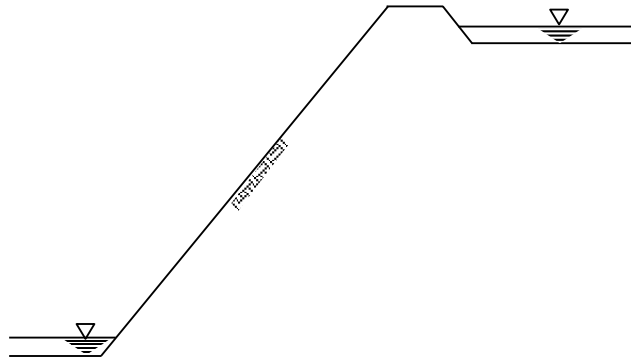


図-4.3.13 畦畔法面の形状例

1

表-4.3.8 畦畔法面の構造と形状（参考値）

区画間段差	外法の形状	外法勾配		内法勾配	畦畔 <sup>注)</sup> 内高	畦畔上幅
		リモコン草刈機等を導入する場合	リモコン草刈機の導入が困難な場合			
0.5m 未満	均一勾配型	リモコン草刈機 26° ~35° (1 : 2.0~1.4)	45° (1 : 1.0)	1 : 0.5 ~1.0	0.3m	0.3~ 0.6m
0.5~1.5m	均一勾配型 法先小段設置の検討	ロボット草刈機 20° ~30° (1 : 2.8~1.7)	40° ~45° (1 : 1.2~1.0)	1 : 1.0		0.6m
1.5~4.0m	均一勾配型 法先小段設置の検討 〔リモコン草刈機の使用が困難である場合は、法面中段の小段設置型を検討〕	〔使用する草刈機の最大傾斜角度より5° ~10°緩くする。〕	33° ~40° (1 : 1.5~1.2)			
4.0m 以上	画一的に設定せず、法面の安定と維持管理を考慮して決定する					

2 注) 寒冷地等で深水かんがいを行う場合は、これ以上にすることも検討する。

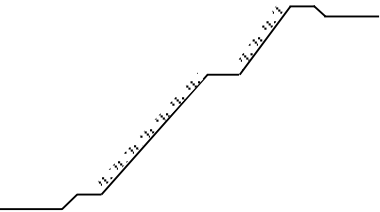
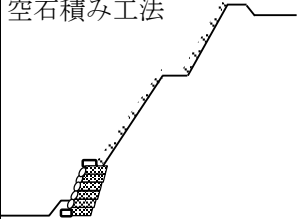
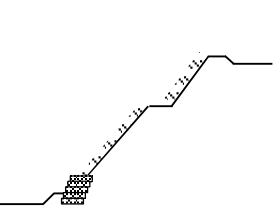
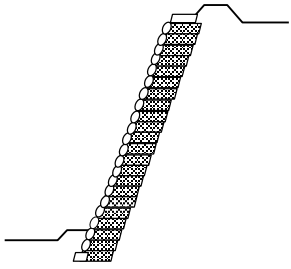
## 4 (3) 畦畔法面保護工

5 畦畔法面保護工を行う場合は、まず植生による保護工を検討する。その際、現場の土壌が植物の生  
6 育に不適であれば、客土の考慮や土羽土としての良質な土壌で被覆して、その上から植生工を施工  
7 することも考えられる。植生工だけでは法面の安定が確保できない場合には、植生工と構造物工と  
8 の併用を検討する。それでもなお不安定となる場合には、構造物工だけによる検討を行う必要があ  
9 る（表-4.3.9 参照）。

10 植生については、景観の改善・形成に配慮しつつ、法面管理の省力化に資する保護工を選択するこ  
11 とが有効である。地被植物（グラウンドカバー・プランツ）を畦畔に被覆することで、景観を損ねること  
12 なく雑草を抑制して除草作業を軽減した事例がある（写真-4.3.1 参照）。なお、植生の選定に当た  
13 っては、在来種の保護及び外来種による生態系の破壊に対して考慮することも必要である。

1

表-4.3.9 畦畔法面保護工の検討例

法面保護工の種類	形状		特徴
① 植生			<ul style="list-style-type: none"> <li>・土中深く根を張り、土壌の流出を防止する効果が期待できる。</li> <li>・雑草の繁殖が抑制される。</li> <li>・被覆性が強いいため、草刈り作業の軽減を図ることができる。</li> </ul>
② 植生+構造物	地被植物+アンカー式空石積み工法 	地被植物+ふとんかご 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植生構造物を組み合わせた工法。</li> <li>・構造物のみによる対策工より安価である。</li> </ul>
	③ 構造物 アンカー式空石積み工法 		

2



3

4

写真-4.3.1 地被植物（グラウンドカバー・プランツ）によって畦畔法面を被覆した事例<sup>3)</sup>

5

## 3 リモコン草刈機等に対応した畦畔

6

近年、写真-4.3.2 のような法面等に適用できるリモコン草刈機が普及しているが、機種によって対応可能な傾斜角度が異なる。一般的な機種最大の傾斜角度は  $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$  (1:1.4~1:1.0) 程度であるが、安全かつ効率的に作業を行うには最大傾斜角度から  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$  緩い傾斜で整備し、畦畔中段の法面の傾斜角度は最大でも  $35^{\circ}$  (1:1.4) とするのが望ましい。なお、リモコン草刈機を導入する場合、法面中段の小段の段差により転倒のおそれがあることや農道から法面へのアクセス性について

10

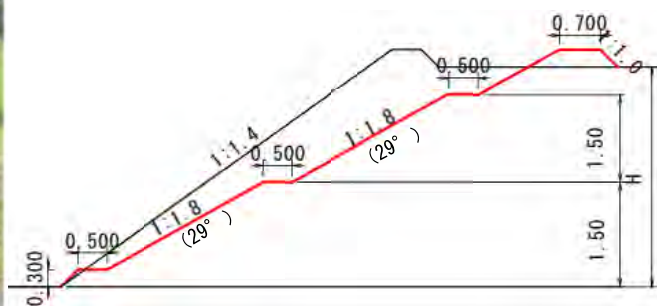
1 留意し、担い手の保有する機種や導入予定の機種能力、将来の維持管理方法を踏まえた上で法面  
2 勾配・形状を検討する必要がある。

3 一方、ロボット草刈機は、傾斜や起伏にも脆弱であることから、畦畔の草刈りには適さず、また、  
4 エリアワイヤー、充電ステーション、電源設備の設置を必要とすることから、これまでは主に樹園地  
5 での活用に留まっていた。しかしながら、最近では、GNSS 及び LTE を用いて位置情報を取得する  
6 モデルも開発されており、畦畔を緩勾配化し、法面長を導入する機種幅に応じたものにするこ  
7 ちなどにより、導入に向けた検討も可能となってきた。一般的な機種最大傾斜角度は $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$   
8 ( $1:2.8 \sim 1:1.7$ ) 程度であるが、最大傾斜角度から $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$  緩い勾配で整備するのが望ましい。今  
9 後のロボット草刈機の導入を見据え、緩勾配での畦畔や法面の整備も考慮する。



10  
11  
12  
13  
14  
15  
16 写真-4.3.2 リモコン草刈機<sup>3)</sup>

17 また、将来のリモコン草刈機等の導入を見据え、長大法面を緩勾配化した事例を図-4.3.14 に示  
18 す。なお、法面中段の小段は草刈機の転倒要因となることから極力設置しないことが望ましい。こ  
19 のため、法面長や将来の維持管理方法を考慮した上で法面中段の小段の設置を判断する必要があ  
20 る。



21  
22 単位：m

23 図-4.3.14 長大法面の緩勾配化の事例（法面中段の小段がある場合）<sup>3)</sup>

24 4 「田んぼダム」に取り組む水田の畦畔

25 田んぼダムに取り組む水田は、大雨の際に雨水を一時的に貯留し、時間をかけてゆっくりと下流に  
26 流すことで洪水被害を防止・軽減する役割を果たす。

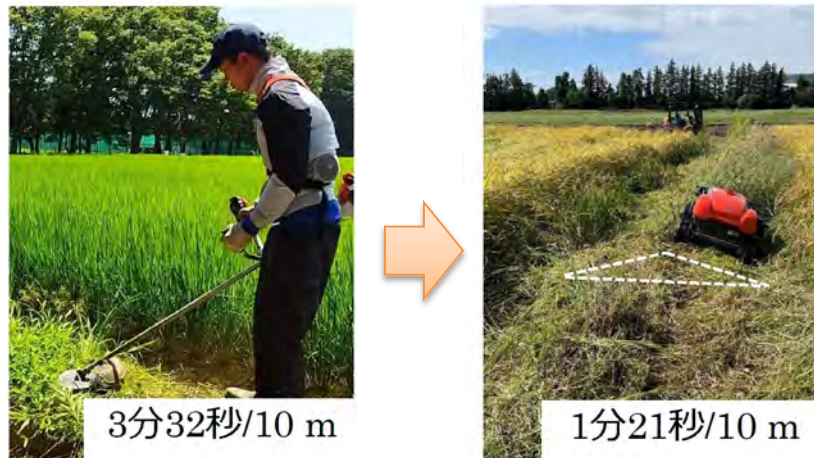
27 このため、落水口の構造と合わせて貯留効果が発揮される畦畔が必要となることから、地域におけ  
28 る許容湛水位等を踏まえた適切な畦畔高（一般的には 30cm 程度）とし、漏水・損傷しにくい堅固な  
29 ものにする必要がある。（4.7.4 附帯構造物 参照）

- 1 **【事例】** リモコン草刈機による除草が可能な三角畦畔
- 2 従来の畦畔は上幅が小さくリモコン草刈機の走行が困難となるため、三角畦畔が考案されている。
- 3 三角畦畔は断面形状を三角形とすることで、斜面長を長くした畦畔である。
- 4 斜面の傾斜角度を  $20^\circ$  (1:2.8) とし、リモコン草刈機による除草を行ったところ、刈払い機による
- 5 除草と比べて、所要時間が約6割削減された。
- 6 なお、三角畦畔は現行の畦塗機では対応できないため、年数が経過すると横浸透量が増加する危険
- 7 性がある。このため、砂質土や黒ボク土等の透水性の高い土壌の場合は、造成時に畦畔内部に遮水シー
- 8 トを埋設するなどの工夫が必要である。



9  
10

図-4.3.15 三角畦畔<sup>4)</sup>



11  
12  
13

図-4.3.16 三角畦畔における所要時間の削減<sup>4)</sup>

## 1 4.3.7 進入路

進入路は、農道から耕区に農業機械が自由に進入するために設置されるもので、農道と田面との間に段差がある場合、農道沿いに小用水路がある場合等に必要となる。進入路は安全確保を第一に考え、農業機械の転倒・転落を生じないような配置、形状及び構造でなければならない。特に、進入路の勾配は作業者に危険を与えない勾配としなければならない。

### 2 1 一般事項

3 ほ場整備計画時には、進入路ができるだけ不要となる区画配置計画とすることが重要である。

4 区画の拡大により農道と田面間に段差が生じないよう、区画配置、農道配置と勾配との関係を十分  
5 検討する必要であるとともに、進入路の安全には十分配慮しなければならない。

### 6 2 構造

7 進入路の構造は、実際のほ場条件や使用機械、利用者特性等に応じて検討する。

#### 8 (1) 縦断勾配、高低差

9 進入路の縦断勾配は、農業機械の登坂能力に加え、安全性を考慮し $12^{\circ}$ （1：4.7程度）以下とす  
10 ることが望ましく、地域によっては $7^{\circ}$ （1：8.0）以下を原則とする場合もある。また、自動走行農  
11 機を導入する場合には、登坂時の障害物感知センサーの死角や路面の状況変化等を考慮し、より緩  
12 勾配とすることが望ましい。なお、やむを得ず勾配が急になる場合は、コンクリート舗装とするなど  
13 配慮が必要となる。


14 また、進入路を設置する場合、十分安全な構造とするために進入路の高低差を1 m未満にするこ  
15 とが望ましい。




#### 16 (2) 幅員

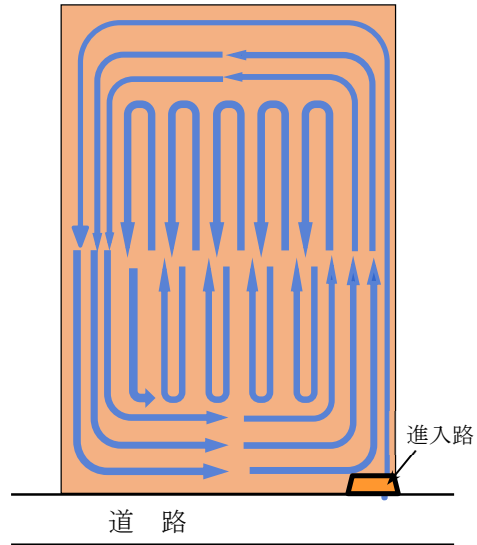
17 大型農業機械の利用を考慮し、4 m以上の幅員を有することが望ましい。特殊車両の農業機械や  
18 作業機の使用が想定される場合には、つぶれ地の発生等も考慮し、より大きい幅員を検討する。ま  
19 た、自動走行農機を導入する場合には、自動走行における測位誤差（地図データ、通信、制御による  
20 もの）を考慮し、余裕を持たせた幅員を設定するとよい。

#### 21 (3) 箇所数、配置

22 ① 大区画ほ場の場合、進入路は農作業の効率を考慮し1耕区当たり1～2か所を目安に設定する。

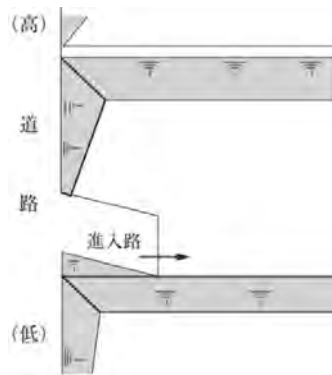
23 ② 一般的に、コンバインによる刈取作業は、ほ場の外側から反時計回り（左回り）に行う。この  
24 ため、進入路の設置位置は、コンバインがほ場に進入後効率的に作業ができるよう、ほ場に向  
25 かって短辺の右側が望ましい（）が、農道と田面間の高低差や担い手等の要望  
26 に配慮し検討することが必要となる。

27 ③ 進入路は、道路と直角方向に配置するのが一般的である（）。しかし、安全な勾  
28 配が採用できない場合、道路との段差に加えて下段区画の段差が大きい場合（耕作者の視野に  
29 入る段差が大きい場合）、進入路の突き出しによる農作業に支障がある場合等の対応として、区  
30 画短辺沿いに道路と平行して進入路を配置することもある（）。また、クランク  
31 形状の進入路で幅員が狭く、農業機械の走行に危険があったものについて、自動走行農機の走  
32 行シミュレーションを用いた設計により幅員を拡張したことで安全性を向上させた事例もあ  
33 る（）。



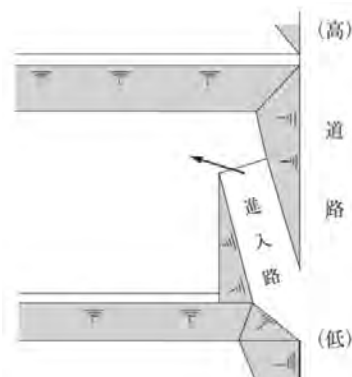
1  
2  
3

図-4.3.17 コンバインによる刈取作業の一般的な走行経路



4  
5  
6

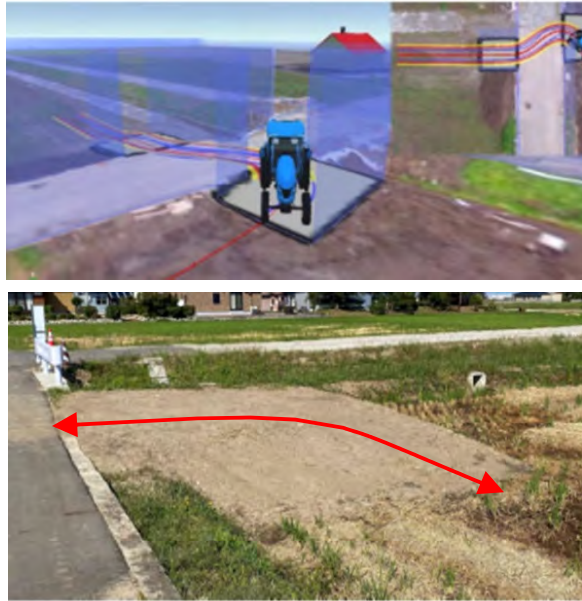
図-4.3.18 道路と直角に配置された進入路の例



7  
8  
9

図-4.3.19 道路と平行に配置された進入路の例

1



2

3

図-4.3.20 クランク型の進入路事例（上図は走行シミュレーション）<sup>3)</sup>

4

(4) その他

5

① 進入路は、侵食や営農作業による影響を受けやすいため、わだち掘れ等の変形に対して必要な強度が維持されるような構造とする。

6

7

② 大型農業機械を導入する場合には、進入路の出入口（道路接続部）において、視認性の確保、スロープでの停止の回避及び方向転換時（農業機械をスロープに対して正対させる場合を含む）の安全性向上のため、水平部分や隅切りの設置を検討する（図-4.3.21 参照）。

8

9

③ 大型農業機械及び自動走行農機の円滑な走行のため、走行経路周辺の給水栓等の配置に留意するとともに、必要に応じて電柱等の既設構造物の移設又は撤去を行うことが望ましい。また、路肩の雑草繁茂は自動走行農機の走行に支障を与える可能性があることから、走行経路周辺の雑草を抑制する対策を講ずるなど、維持管理にも留意が必要である。

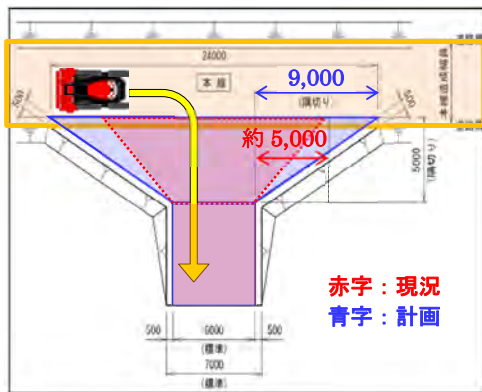
10

11

12

13

14



15

16

図-4.3.21 進入路の隅切り部分を拡幅した事例<sup>7)</sup>

17

- 1 3 農業機械が必要とする進入路の構造  
 2 トラクタ及びコンバインの走行時に必要とされる進入路の構造を以下に示す。

3 表-4.3.10 トラクタが必要とする進入路の構造

進入路を必要とする段差	進入路の構造
30cm 程度	田面からの高さが 30cm 以上で 区画との間に水路がある場合には幅 4 m 以上

4  
5

表-4.3.11 コンバインが必要とする進入路の構造

種別	進入路を必要とする段差	進入路の構造	周辺障害物の有無
I	20cm 以上	幅員は走行部の全幅以上で あり、形状は進入しながら 刈取りが可能なものである こと	機体の外側より 0.5m 以内に 走行の支障になるものがない こと
II	25cm 以上		
III	25cm 以上		
IV	40cm 以上		

- 6 I : 自脱型で刃幅 0.8~1.2m 未満 7.4kW 以上  
 7 II : " 1.2m 以上 11.0kW 以上  
 8 III : 普通型で刃幅 2.5~3.5m 未満 36.8kW 以上  
 9 IV : " 3.5m 以上 58.8kW 以上

10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19

20  
21

22 引用・参考文献

- 23 1) 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 4 月）  
 24 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・計画「土層改良」（昭和 59 年 1 月）  
 25 3) 農林水産省農村振興局：自動走行農機等に対応した農地整備の手引き（令和 5 年 3 月）  
 26 4) 農業・食品産業技術総合研究機構農：深水管理による省力的な有機水稲栽培を実現する農地整備&栽培管理マニュアル（令和  
 27 7 年 3 月）  
 28 5) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「農道」（令和 6 年 3 月）  
 29 6) 農林水産省農村振興局：「田んぼダム」の手引き（令和 8 年 3 月）  
 30 7) 農林水産省農村振興局：農業生産基盤整備等を通じた農作業事故のない安全な農村の実現に向けて全国の取組事例（令和 4 年  
 31 4 月）

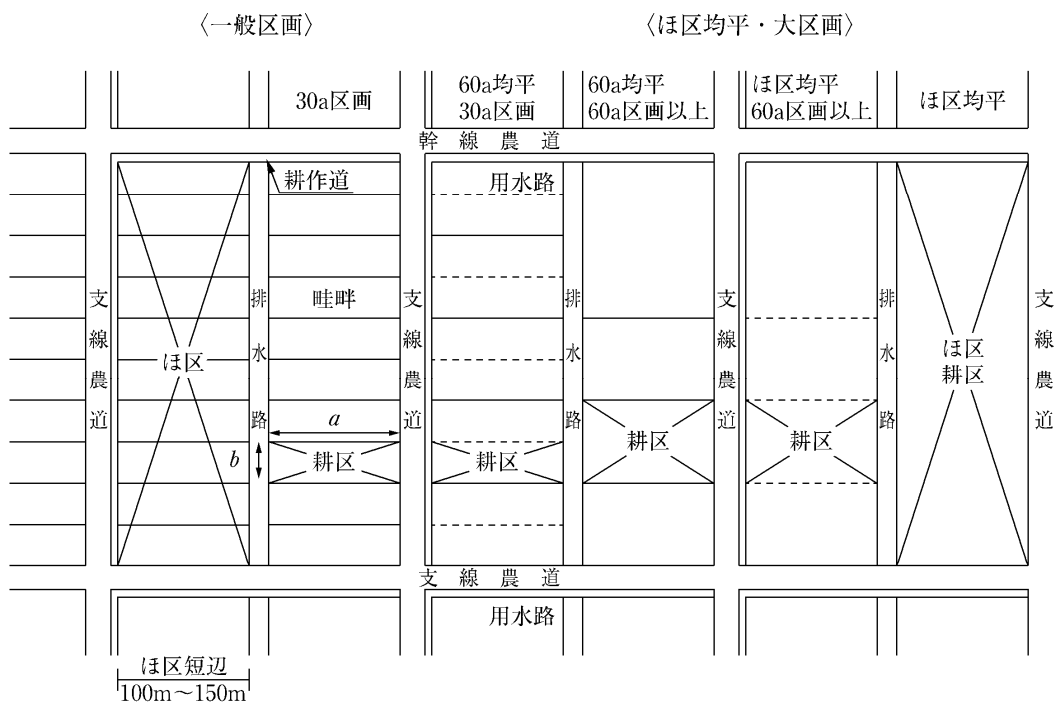
1 4.4 ほ場内農道

ほ場整備事業で取り扱うほ場内農道は、ほ場への通作、営農資材の搬入、ほ場からの農産物の搬出等の農業生産活動に利用されるものであり、その標準の種類、配置及び構造は本節に示すとおりである。詳細は、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「農道」基準書・技術書（以下「設計基準「農道」」という。）に準拠する。

2 4.4.1 ほ場内農道の種類

ほ場内農道は、幹線農道、支線農道、耕作道に区分される。

3 ほ場内農道の配置例を以下に示す。



$a$  : 耕区长辺  $b$  : 耕区短辺

図-4.4.1 ほ場内農道の配置イメージ図

6 1 幹線農道

7 幹線農道は、集落とほ場区域、ほ場区域相互間、一般道路とほ場区域、ほ場区域と生産・加工・流通施設等をそれぞれ結ぶ主要な農道であり、農業機械等の安全な走行を確保するよう検討しなければならない。

10 (1) 配置

11 幹線農道の配置計画に当たっては、地区及びその周辺地域の自然条件、ほ場、集落、貯蔵・加工流通施設、既設道路等の相互関連と集落整備との関係を検討する。また、既設道路配置とほ場整備計画との関連を検討し、できるだけ既設の道路を整備・改修して幹線農道として利用することが望ましい。

1 (2) 幅員

2 ほ場内農道の幅員は、農道の種類及び性格に応じて地域特性、経済性等を考慮し、計画交通量、  
3 計画交通機種、歩行者及び自転車の交通等を検討の上、弾力的に決定する。

4 車道幅員の決定方法には、計画交通量による方法、計画交通機種による方法等があるが、ほ場整  
5 備での設計では、一般的に計画交通機種によって所要幅員を求める。計画交通量による幅員決定方  
6 法については、設計基準「農道」を参照する。

7 近年は農業機械及び運搬車両の大型化や自動走行農機の導入により、農道での走行性が求められ  
8 ている。加えて、農道では路外逸脱による事故が多く、更なる安全性も求められており、農道での  
9 走行性や安全性を考慮した検討を行うことが重要である。

10 なお、参考として、農林水産省では「農作業死傷事故の発生状況」を毎月公表している。

11 (農作業死傷事故の発生状況：

12 [https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s\\_kikaika/anzen/jikojoho.html](https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_kikaika/anzen/jikojoho.html))

13 【参考】計画交通機種による幅員決定方法

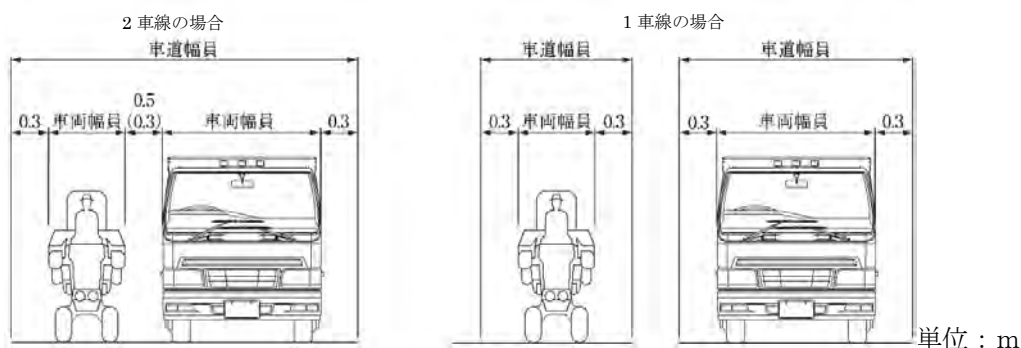
14 ほ場整備計画では、一般的に計画交通機種によって所要幅員を求める。

15 車道部の幅員は、車道幅員と路肩幅員に分けられる。車道幅員に両側の路肩幅員を加えたものを全  
16 幅員（全幅）といい、車道幅員は有効幅員ともいう。

17 車道幅員は、当該農道の計画交通機種の車両幅員に、2車線の場合はすれ違い間隔（0.5m）及び車  
18 両の外側の余裕（0.6m、両側におのおの 0.3m）を、1車線の場合は車両の外側の余裕（0.6m、両側  
19 におのおの 0.3m）を加えた幅員とする。なお、計画交通量 500 台／日未満の2車線の農道の場合は、  
20 すれ違い間隔を 0.3m に減ずることができる。また、一般に直線部における車道幅員の標準値は、0.5m  
21 単位に丸めた幅員で決定される。

22 計画交通機種により車道幅員を決定する場合の略図を図-4.4.2 に示す。計画交通機種により車道幅  
23 員を決定する場合の車両幅員は、表-4.4.1 を参考とする。インプレメントを装着して走行する場合、  
24 車両幅員はインプレメントを装着した状態での最大幅のことを指す。

25 特に大区画水田においては、大型農業機械に応じた車道幅員が求められるため、将来の計画等を踏  
26 まえて十分検討の上、幅員を決定する必要がある。また、近年は大型の自動走行農機の開発が進めら  
27 れており、将来導入が想定される地域においては、表-4.4.1 によらず導入機種の幅員も考慮して決定  
28 することが望ましい。なお、詳細は、「自動走行農機等に対応した農地整備の手引き（農林水産省農村  
29 振興局）」等関連する技術書を参照する。路肩幅員、歩道等の幅員については、設計基準「農道」を参  
30 照する。



31 図-4.4.2 計画交通機種による車道幅員の決定方法

1

表-4.4.1 代表的な農業機械等の幅員と高さ

名 称	車両幅員 (m)	高さ (m)	名 称	車両幅員 (m)	高さ (m)
トラクタ (36.8kW(50Ps)級)	1.8	2.6	ボトムプラウ	2.7	1.7
〃 (50kW(68Ps)級)	2.6	2.7	ディスクプラウ	2.1	1.2
〃 (80kW(109Ps)級)	2.6	3.1	チゼルプラウ	3.6	1.7
〃 (160kW(215Ps)級)	2.6	3.2	ライムソフ (700ℓ 級) (マウント)	3.5	
自脱型コンバイン (3、4条)	1.7	2.0	ロールベアラ	1.7	2.4
〃 (5条)	2.0	2.7	ファームワゴン (自走式、牽引式)	2.0	2.5
〃 (6条)	2.3	2.7	スピードスプレーヤ (400ℓ)	0.9~1.1	2.0
〃 (7条)	2.4	2.7	〃 (500~1000ℓ)	1.5	2.0
普通コンバイン (58.8kW(80Ps)級)	2.3	2.0	コーンハーベスタ (自走式、牽引式)	2.4	3.7
〃 (88.3kW(120Ps)級)	3.8	2.9	フォレージハーベスタ (刃幅 1.5m 未満)	2.6	3.4
田植機 (4条)	1.6	1.5	〃 (刃幅 1.5m 以上)	3.3	5.6
〃 (5条)	1.9	1.5	ポテトハーベスタ (牽引式)	3.0	3.0
〃 (6条)	2.2	1.6	〃 (自走式)	2.5	3.0
〃 (8条)	2.2	1.7	乗用管理機	2.2	2.5
〃 (10条)	3.4	2.6	汎用いも類収穫機	2.2	2.8
トレーラー (牽引式)	1.9	1.3	風筒式防除機 (歩行型)	1.0	
シードドリル (マウント)	3.0		果樹用管理ビークル	0.9	
鎮圧ローラー (牽引式)	2.0~3.0		小型クローラ運搬機	0.6	1.0
マニユアスプレッダー (自走式、牽引式)	1.6~3.3	2.8	高速耕うんロータリ及び高速代かき機	2.6~4.1	1.5
ディスクハロー (マウント)	2.3		高精度水稲湛水直播機	2.0~2.6	1.6
軽自動車 (軽トラック)	1.5	2.0	高精度水田用除草機	2.0~2.6	1.7
乗用車	1.7	2.0	山間地域対応自脱コンバイン	1.3	1.3
大型トラック (58.8kN 以上)	2.5	3.8	野菜全自動移植機	1.7	1.9
小型トラック (19.6kN)	1.7	2.8	キャベツ収穫機	1.5	1.8
自転車	1.0		ごぼう収穫機	2.2	2.3
			だいこん収穫機	2.2	1.9
			ねぎ収穫機	1.4	1.5
			簡易草地更新機	2.5	1.3
			細断型ロールベアラ	0.8	1.0

2

※農業機械等の幅員が2.5mを超える機種により車道の幅員を決定する場合は、車両制限令により幅2.5mを超える車両が規制を受けることとなるため、一般交通の用に供する(道路交通法の適用を受ける)農道においては、幅員決定の根拠として使用しないものとする。

3

4

5

1 (3) 形状及び構造

2 ア 縦断勾配

3 幹線農道の縦断勾配は8%以下とし、地形状況等の特別な理由によりやむを得ない場合12%以下  
4 とする。荷重の大きい農業機械においては、登坂よりもむしろ降坂の場合に安全上勾配を緩くする  
5 ことが必要となり、地形、ほ場の区画、形状等を勘案してできるだけ緩勾配にすることが望ましい。  
6 ただし8%以上の縦断勾配に対しては100mを限度とする制限長を設け、これに接続して勾配2.5%  
7 以内、長さ30m以上の区間を設ける必要がある。

8 イ 横断勾配

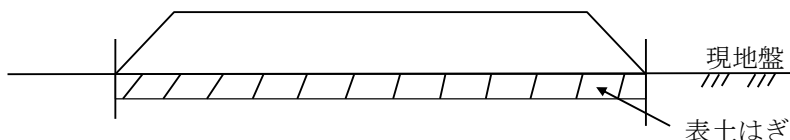
9 幹線農道の横断勾配は、交通機種、走行速度、気象、線形、縦断勾配、路面の種類等を考慮して  
10 検討すべきであるが、一般的には、アスファルト又はコンクリート舗装道の車道部は1.5%、土砂  
11 系舗装道は3.0~6.0%、歩道等は2.0%を標準とする。また、横断形状は、原則として車道について  
12 は車道中央を頂点として両端に向かって下り勾配とし、歩道等については農道の中心に向かって直  
13 線の下り勾配とする。ただし、側溝等の位置に留意する。

14 ウ 路床

15 (ア) 基本事項

16 路床用土は、一般的に幹線道路では地区外からの搬入土を用いることが多いが、基盤造成時に  
17 地区内から良質な粗粒土が得られる場合は、それを流用することも検討するものとし、土質や施  
18 工事例等の資料を参考にして、路床土としての適否や路床改良法の経済性を比較検討して決定す  
19 る。

20 盛土に先立ち、道路敷の表土を以下の図のようにはぎ取り、耕区へ流用する。これは道路の質  
21 を高めるだけでなく、不足がちになる表土を確保するためにも必要である。



26 図-4.4.3 表土はぎ取り断面

27 (イ) 路床用土の基準

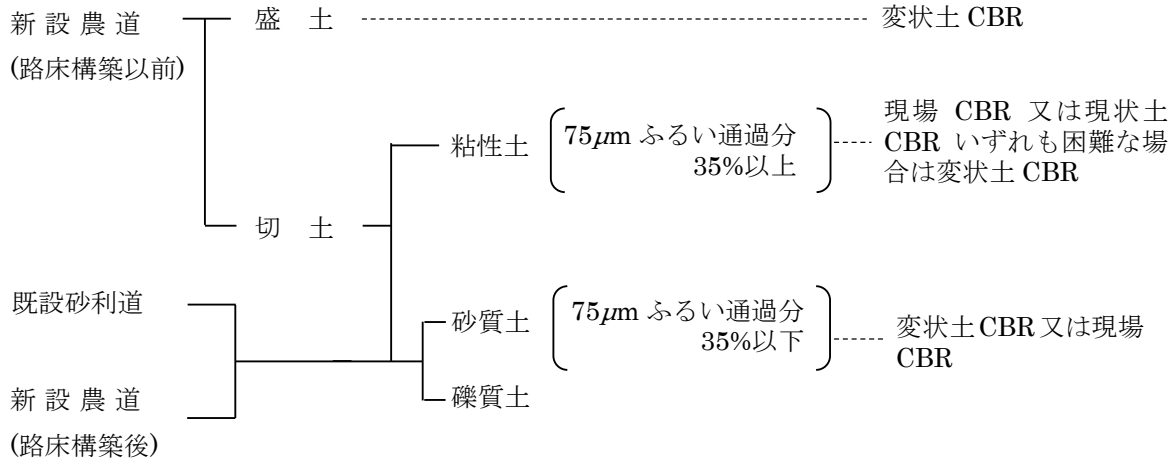
28 路床は舗装の下層面から深さ約1mの土の部分を行い、舗装及び路面上の交通荷重を支持する  
29 ために必要な支持力を有しなければならない。

30 路床材料としては、75μmふるい通過分が35%以下、設計CBRが3以上の土が望ましく、有  
31 機質土やベントナイト等吸水・圧縮性が大きく、せん断強さの低い土は使用してはならない。在  
32 来路床土のCBRが3未満の場合は、良質土による盛土工法、置換工法、安定処理工法、サンド  
33 イッチ工法等により処理する。

1 **【参考】設計 CBR 試験の方法と適用**

2 CBR 試験は、原則として1か所当たり2個ずつ行い、平均値をその地点の CBR とし同一舗装厚区  
3 間の設計 CBR を計算する。

4 CBR 試験は、新設農道で路床構築以前に舗装設計する場合や既設砂利道を舗装する場合及び新設農  
5 道で路床構築後に舗装設計する場合等により、以下の図のとおり実施する。



6  
7 **図-4.4.4 設計 CBR 試験の適用<sup>3)</sup>**

8 **エ 舗装**

9 農道の舗装工種は、アスファルト舗装、コンクリート舗装、土砂系舗装等に分けられる。いずれ  
10 の構造とするかは、長期的なライフサイクルコストの比較やメリット・デメリットを総合的に勘案  
11 し、決定することを基本とする。

12 舗装厚さの設計については、**設計基準「農道」**を参照する。

13 **表-4.4.2 舗装の一般的特徴**

舗装工種	構成	特徴	
		優位性	劣位性
アスファルト 舗装	アスファルト舗装とは、骨材を瀝青材料で結合して造った表層を持つ舗装をいい、一般に表層、基層及び路盤からなる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>たわみ性が大きく、変形に対して比較的順応しやすい。</li> <li>施工時間の短縮、安価な単価、施工直後の供用等維持修繕が容易である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐熱性や耐摩耗性が低く、寿命が短い。</li> <li>施工及び材料運搬時の温度管理に慎重を要する。</li> </ul>
コンクリート 舗装	コンクリート版を表層とする舗装をいい、一般に表層及び路盤から構成される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐久性、耐摩耗性、耐熱性が高い。</li> <li>表面が白色系なので夜間等での視認性が良い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配筋や養生を要し、施工に時間と費用を要する。</li> <li>剛性が高いため騒音と振動が発生する。</li> </ul>
土砂系舗装	路床の上に砂利、碎石等で層（路盤）を造り、その表面を路面として用いるものをいう。	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通量の少ない支線道路、耕作道で実施されている例が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐久性が低い。</li> </ul>

14

オ 交差

農道の交差部には、計画交通量等を勘案の上、必要に応じて隅切りを設ける。隅切りの一辺の長さは、農道の幅員、交通機種、交通量、交差角、用地等を考慮して決定する。なお、隅切りを設けると耕区が長方形とならないので、必要最小限にとどめることが望ましい。

交差角が直角に近いときの隅切りの一辺の長さは、以下に示す値を標準とするが、大型農業機械や自動走行農機等、対象となる農業機械に応じて個別に検討する。また、交差角が直角でない場合、その他特別の場合にあつては、周囲の状況等を勘案して曲線とすることも考慮する。

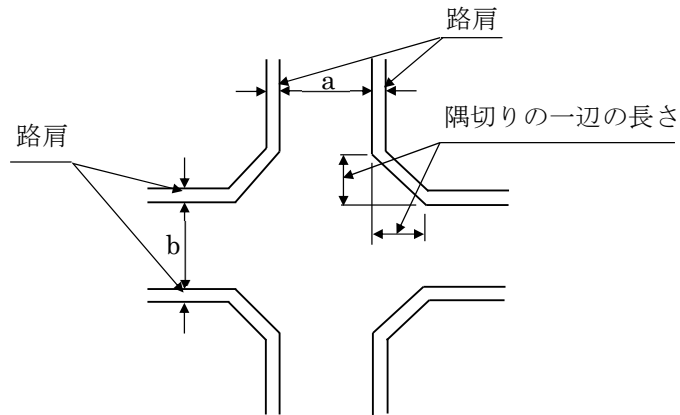


図-4.4.5 隅切り図 (1)

表-4.4.3 隅切りの一辺の長さ

交差する農道の車道幅員 (m)		a		
		3	4	5
b	3	2.0	1.5	1.0
	4	1.5	1.0	0.5
	5	1.0	0.5	—

近年の農業機械の大型化に伴い上記の隅切り長では小さいと判断される場合、対象となる農業機械に合わせた隅切り長を個別に検討することとする。表-4.4.4 に、「草地開発整備事業計画設計基準」の例を示す。

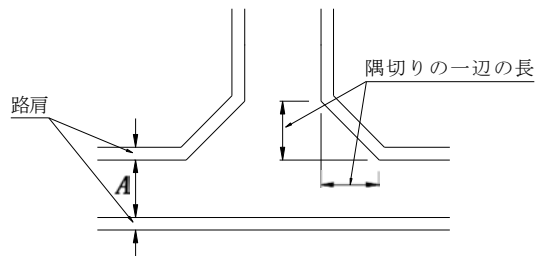


図-4.4.6 隅切り図 (2)<sup>5)</sup>

表-4.4.4 隅切りの一辺の長さ (例)<sup>5)</sup>

広い道路の車道幅員A (m)	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0
隅切り長さ (m)	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5

## 2 支線農道及び耕作道

支線農道は、幹線農道から分岐し、ほ区又は耕区に連絡する農道であり、農業機械等の安全な走行性に加え、営農の利便性を考慮し計画しなければならない。

支線農道には通作道（縦支線農道）と連絡道（横支線農道）がある。通作道とは各耕区の短辺に接し幹線農道と各耕区を結ぶ農道をいい、連絡道とは通作道を横に結ぶ連絡用の農道をいう。

耕作道は、耕区の境界部又は耕区内に設けられるものをいう。支線農道と同様に、農業機械等の安全な走行性に加え、営農の利便性を考慮し計画しなければならない。

### (1) 配置

作付品種、ほ場の区画形状、用排水路の配置、農業機械の使用状況、戸当たり経営耕地面積等を考慮し、支線農道、耕作道を配置する。

通作道は、一般に耕区の短辺に沿っているため、その間隔は耕区の長辺により決まり、連絡道はほ区の大きさで定まる。長辺方向道路の場合は、300m～600m 程度の間隔となる。

#### ○ 一般的な場合

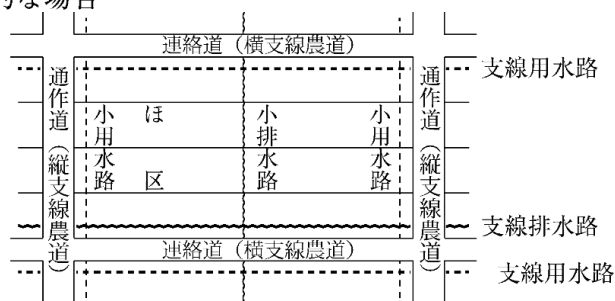


図-4.4.7 通作道と連絡道の配置イメージ図

### (2) 幅員

支線農道及び耕作道の幅員については、前述の幹線農道の考え方に準じるものとし、コンバイン等の走行を考慮して3～5m 程度を標準とするが、農業機械の導入計画等を踏まえて、2車線相当も含めた拡幅を十分検討の上、決定する必要がある。また、自動走行農機を導入する場合には、自動走行における測位誤差を考慮し、余裕を持たせた幅員を設定するとよい。

農道上での農業機械の旋回（農道ターン方式）を計画する場合には、農業機械の旋回幅を考慮して幅員を決めるが、つぶれ地率が増加する点にも留意する。

### (3) 形状及び構造

支線農道及び耕作道の横断勾配、路床、交差については、前述の幹線農道の考え方に準じる。

支線農道の縦断勾配は、農道から耕区への出入りが容易になるよう区画の配置、段差等に応じた勾配とする。この場合、各耕区への進入路の構造と併せて検討することが重要である。

耕作道の縦断勾配は、車両の登坂能力、制動能力、路面の維持、営農形態、車両走行の安全性等を考慮の上、決定する。なお、導入する農業機械（インプラメントを含む）の登坂能力を確認しておくことよい。

路面高は、田面より30cm 以上を目安とするが、土質状況、農業機械の進入、法面管理、大雨時の溢水等の条件に配慮し、道路機能の保持及び水稻栽培に必要な湛水深の確保の面から支障がなければ、これよりも低くすることができる。

舗装は、土砂系舗装を基本とするが、砂塵・飛散砂利による農地・農業用施設への被害防止、農

1 産物輸送時の荷傷み防止及び土砂流亡・わだち掘れの補修等維持管理の省力化等の観点から、アス  
 2 フルト舗装等の必要性も検討する。特に、自動走行農機の走行を想定する場合には、路面  
 3 の凹凸等による走行支障を除去し、走行安定性を確保するため、アスファルト舗装等が望ましい。

4 **【参考】自動走行農機の走行に適した舗装工法について**

5 自動走行農機は同一の軌道を走行することから、土砂系舗装では交差点や進入路付近でわだち掘れ  
 6 が発生し転倒のリスクが高まる。また、路面や路肩に雑草が繁茂することにより、道路境界が不明瞭  
 7 になり自動走行に支障を来す場合がある。

8 この対策として、アスファルト舗装やわだち掘れを軽減するジオセンチックスによる舗装工法等  
 9 が有効と考えられる。



10

11

図-4.4.8 ジオセル（ジオセンチックスの一つ）による舗装の例<sup>4)</sup>

12 **【事例】農区内支線農道の配置及び耕作道の拡幅**

13 農区内に支線農道を配置することで、公道を走行せずにほ場間移動することが可能となり、一般車  
 14 両との接触事故防止に寄与する。また、公道を走行しないことにより、農作業に伴う道路上の泥汚れ  
 15 の清掃作業を省略できることも利点である。

16 耕作道についても、大型農業機械の幅員に対応させることで、農作業効率を向上させるとともに、  
 17 転倒及び転落防止を図ることができる。



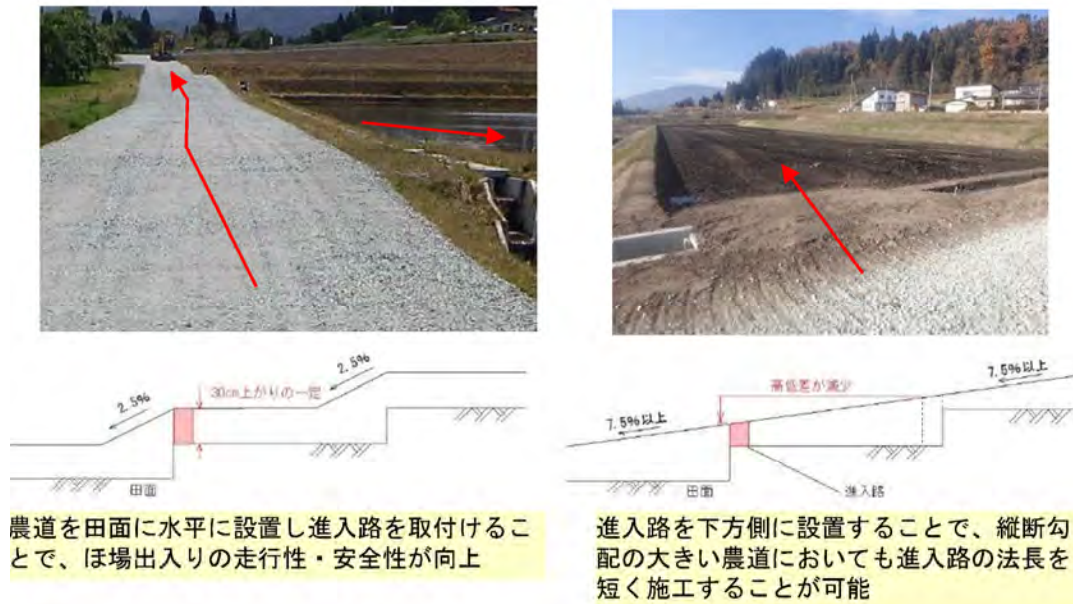
18

19

図-4.4.9 農業機械の接触事故防止を考慮した支線農道の整備事例<sup>6)</sup>

1 **【事例】農道の路面高、進入路の位置**

2 進入路取付位置の農道とほ場田面との高低差を小さくするため、農道の縦断線形を田面と合わせて  
3 水平に計画し、ほ場の段差に応じて縦断勾配を与える線形とすることにより適切な位置に進入路を取り  
4 付けた。また、本対策が取れない場合、一部のほ場では反時計回りの農作業が出来ないようにな  
5 るが、ほ場への出入りを容易にするため農道と田面との高低差の小さい下方側に進入路を取り付ける  
6 設計とした。



7  
8 **図-4.4.10 農道の路面高、進入路の位置の事例<sup>4)</sup>**

9 **3 農道ターン方式の機能を有する農道（ターン農道）**

10 農道ターン方式は、ほ場からの登坂部（スロープ）を設けることにより、農業機械が路面又は登坂  
11 部での旋回を可能とするものである。農道ターン方式の導入は、農作業の効率化、農業機械による枕  
12 地の練り返しによる排水不良の防止、農業機械の農道とほ場間の安全な進入・退出、大型農業機械を  
13 含む車両のすれ違い等に有効である。

14 **(1) 幅員**

15 幅員は、将来導入が想定される農業機械が旋回可能なものとし、作業効率の低下とつぶれ地の大き  
16 きさを十分に把握した上で適切に計画する。

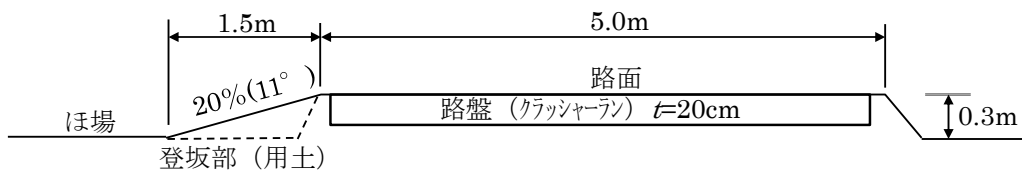
17 **(2) 路面高**

18 路面高は、道路機能の保持の面からは高い方が良いが、つぶれ地を軽減する上では低い方が有利  
19 であり、路面高 15cm とした事例もある。ただし、良質の盛土材料が得られ、舗装等により路面が  
20 傷むおそれがないなどの条件を十分に確認するとともに、湛水深の確保や大雨時の溢水等にも配慮  
21 する必要がある。

22 **(3) 登坂部（スロープ）**

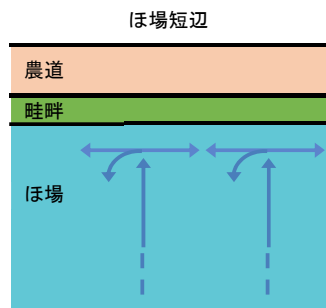
23 ① 登坂部は機械が走行又は旋回する部分であるので、荷重に対する支持力及び安定性について特  
24 くに検討を要する。飽和状態でこね返されても、ある程度安定している土質でなければならず、  
25 法先付近でも所定の厚さを確保する必要がある。

- 1 ② 登坂部の勾配は、路面高さが 30cm 程度であれば、20% (11°) 程度で十分であるが (図-4.4.11  
 2 参照)、これ以上の勾配とすると農作業に支障等が生じる。例えば、ブームスプレーヤーで薬  
 3 剤散布をする場合、稲が 50~60 cm、路面高さが 30 cm、ブーム長が 5~6 m 程度であるとす  
 4 れば、勾配を 20% (11°) 以上の急勾配にするとブームが稲に当たり農作業に支障を来すこ  
 5 ととなる。
- 6 ③ 登坂部の勾配が急である場合、自動走行農機が登坂中に障害物センサーの誤認識により異常停  
 7 止を起こすなど、機械の安定性の低下をまねくおそれがあるため、自動走行農機を導入する場  
 8 合には、つぶれ地や作業効率、導入機械を勘案した上で、より緩勾配とすることが望ましい。
- 9 (4) その他
- 10 ① 農道ターン方式の導入に当たり、用排水路の暗渠化・管水路化が必要となる場合がある。
- 11 ② 自動走行農機を導入する場合には、走行ルート周辺に電柱等の障害物がないこと、舗装面はで  
 12 きる限り凹凸がないことが望ましい。
- 13 ③ 耕区短辺に登坂部を設置することで、つぶれ地の発生は最小化できるが、将来区画を拡大する  
 14 場合には、区画内の農業機械の走行経路が従前の耕区の長辺方向から短辺方向に変わることが  
 15 ある。この場合、区画拡大以前に設置したターン農道は有効利用できないこともあるため、将  
 16 来の営農形態や経営規模等について関係者の意向を十分に踏まえ計画する必要がある。



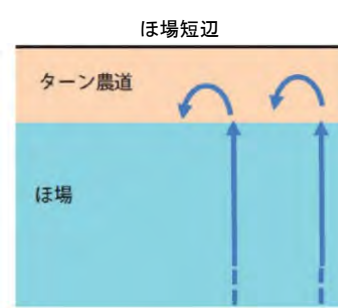
17 図-4.4.11 農道ターン方式を導入した場合の道路横断面の例  
 18  
 19

(農道ターン方式導入前)



旋回時間：56秒／1ターン

(農道ターン方式導入後)



旋回時間：18秒／1ターン

旋回作業の効率化

図-4.4.12 農道ターン方式を導入した場合の旋回作業の効率化の例<sup>4)</sup>

【事例】 ターン農道部分の給水栓設置

ターン農道部分の給水栓や落水柵が農業機械の走行の支障とならないように、地表に突出しない形状、位置としている。これにより、自動走行農機が走行する際に、障害物検知センサーの誤認識を回避することも可能と考えられる。



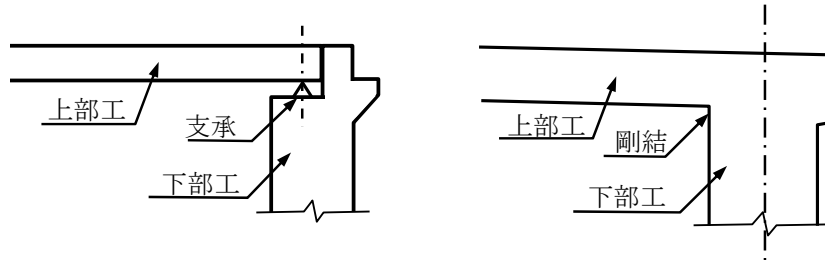
写真-4.4.1 埋設した給水栓<sup>7)</sup>

### 3 4.4.2 橋梁

橋梁の設計に当たっては、架橋予定地付近の地形、地質、河川、排水路、周辺の構造物、それらに基づく重要度等を十分把握し、自然環境への影響に配慮しつつ、適切な架橋位置、線形及び構造を決定しなければならない。

4 本項は、ほ場内の用排水路等に架設する農道橋のうち、以下の事項全てに該当する小規模農道橋の  
5 設計に適用する。なお、小規模農道橋以外については、「道路橋示方書・同解説（公益社団法人 日本  
6 道路協会）」等に準拠することとする。

- 7 ① 道路構造令に準拠しないほ場内農道のうち、支線農道・耕作道においてほ場内の用排水路等に  
8 架かる農道橋で、万一地震による被害を被ったとしても、地域社会や上下流域域に大きな影響  
9 を及ぼすおそれがなく、速やかな撤去又は復旧が可能なもの
- 10 ② 単径間、単純支間長 24m 以下及び橋台高 6 m 程度以下のもの
- 11 ③ 設計自動車荷重 196kN 以下、1 車線及び車道幅員 5.5m 未満のもので、想定荷重を超える車両  
12 の通行規制標識や進入防止ブロック等を設置するもの
- 13 ④ 農道橋は上部工と下部工が支承又は剛結により接続する施設であり（図-4.4.13 参照）、橋台  
14 等に床版のみを載せて渡せるようにしている施設については小規模農道橋として扱わない。



15 図-4.4.13 上部工と下部工との接続の概要図（左：支承による接続、右：剛結による接続）  
16

#### 17 1 一般事項

##### 18 (1) 位置の選定

19 農道橋の位置は、前後の路線との調和がとれ、河川等の被横断物への支障が少なく、かつ、安全  
20 で経済的に架橋できる地点を選定する。

##### 21 (2) 平面線形

22 平面線形は、直線で河川等を直角に横断する直橋とすることが望ましい。斜橋となる場合でもで  
23 きるだけ直角に近い角度となるよう設定し、曲線橋は特別の場合を除いて用いない。

##### 24 (3) 縦断線形

25 縦断線形は、架橋地点の条件から定まる橋面高に合わせるとともに、縦断線形の連続性を考慮し、  
26 その前後の縦断勾配と調和のとれた計画とする。

##### 27 (4) 幅員構成

28 橋梁の幅員構成は、車道及び必要に応じて設けられる歩道、自転車道等の要素からなる。これら  
29 の幅員は、前後の道路幅員と同一とすることを原則とするが、農道の特殊性から、農業機械の通行、  
30 農作業等の利用に支障のないような計画としなければならない。また、橋梁と農道の交差部におけ  
31 る隅切りについては、4.4.1 ほ場内農道の種類に準じて設定する。

2 構造

(1) 上部工

上部工の形式は、支間長に応じ、さらに現場立地条件により経済性、構造特性、施工性、維持管理等を検討し、環境との調和や美観を考慮して選定する。設計に当たっては、設計自動車荷重等を上部工に作用させ、部材が安全性を満足するように決定しなければならない。

一般に、小規模農道橋の上部工の形式は、①鉄筋コンクリート床版橋、②単純H型鋼桁橋、③プレテンション方式PC単純橋が採用されるが、橋長、支間長、下部工等の条件、地形、周囲の環境等を考慮し総合的に選定する。この場合、将来水道管等を橋梁に添架する計画の有無についても、十分調整しておく必要がある。

(2) 下部工

下部工の形式は、上部工の形式、荷重、地形、河川状況、基礎地盤、施工条件等を考慮し、河川管理等に支障がなく、かつ安全で経済的な形式を選定する。下部工の設計に当たっては、上部工からの荷重及び下部工自体に作用する荷重を安全に地盤に伝えるとともに、上部工から与えられた設計条件を満足しなければならない。

小規模農道橋の下部工（橋台）は、上部工を支えるとともに取付け道路の土留めの役割を果たすので、背面からの土圧を躯体が安全に支える形式を選定する必要がある。また、背面盛土を保護するための壁（翼、そで）と併せて設けることが多いので、その取付けも十分検討しなければならない。

表-4.4.5 は、小規模農道橋に用いられる形式別による橋台高の一般的事例であり、施工性、経済性を考慮した比較検討を行った上で選定を行うのがよい。

表-4.4.5 形式別橋台高

形 式	橋 台 高 (m)		
	5	10	15
重 力 式	3	5	
逆 T 式	5		15

【参考】プレキャストコンクリート製品の河川及び水路横断工への活用

近年、プレキャストコンクリート製品（ボックスカルバート、門形カルバート等）を河川横断工及び水路横断工に活用した事例が増えている。プレキャストコンクリート製品の活用により、次のような利点がある。

- ① 工場製品であるため品質が安定していること。
- ② 施工が容易となり、工期の大幅な短縮が可能となるため、コスト縮減が期待できること。
- ③ 橋梁として扱われないことから、設計や河川協議が比較的容易であること。



写真-4.4.2 水路横断工として門形カルバートを用いた事例

### 1 4.4.3 附帯構造物

道路附帯構造物の設計に当たっては、当該農道の規模、重要度、環境条件等を考慮し、安全かつ経済的なものとしなければならない。

#### 2 1 耕区間等移動通路

3 営農の効率化を図るためには、農業機械が道路を横断することなくほ区間移動を効率化する必要が  
4 ある。土地に制約があり走行通路の用地を確保できない場合は、農業機械が畦畔や水路等を横断し、  
5 隣接する耕区等へ容易に移動することを可能とする、耕区間等移動通路を設置することが有効である。



6

7 図-4.4.14 耕区間等移動通路のイメージ<sup>4)</sup>

#### 8 2 安全施設及び交通管理施設

9 農道には、車両、歩行者等の安全かつ円滑な交通を図るため、必要に応じて交通安全施設及び交通  
10 管理施設を設ける。

11 交通安全施設には、防護柵、視線誘導標、道路反射鏡等があり、交通管理施設には、道路標識、区  
12 画線、交通信号機等がある。

13 接触事故防止の観点から、これらの施設の配置の検討に当たっては、近年の農業機械及び運搬車両  
14 の大型化や自動走行農機の導入にも配慮することが望ましい。

表-4.4.6 安全施設の設置条件




種類	設置場所と位置	構造
防護柵	次頁参照。	農道の防護柵は路肩に設置する場合が多いので、一般的にはガードレール又はガードケーブルを使用する。
視線誘導標	農道の曲線部（半径 500m 以下）、幅員、縦断勾配の急変箇所、縦断勾配の急な区間（3% 以上）、濃霧、豪雪地帯等で運転者の視線を誘導する必要のある区間に設置する。 設置位置は車道左側の路側を原則とし、最大設置間隔は 40m とする。反射体の設置高さは路面上 50cm 以上 100cm 以下の範囲で道路の区間ごとに定める。側方位置は、防護柵等の位置又は路肩外端とする。	反射体の直径は、交通の状況、沿道の状況等を勘案して定める。現在、主に直径 70mm、80mm、100mm の反射体がいわれているが、速度の速い区間、交通量の多い区間では反射光量を大きくし、視線誘導効果を高めるため、直径 100mm の反射体を用いることが望ましい。
道路標識	道路標識は、道路構造を保全し交通の安全と円滑を図るために設けるものである。 設置場所は、標識の視認性が妨げられないこと、交通障害とならないこと、道路管理上支障のないことなどに留意して決定する。	「道路標準、区画線及び道路標示に関する命令」（昭和 35 年総理府・建設省第 3 号）（以下「道路標識令」という。）による。
道路反射鏡	道路反射鏡は、他の車両、歩行者、障害物等を確認し、危険を防止する目的で設けるものである。その設置場所は、視距が不十分な場所、信号のない見通しの悪い交差点・踏切等で、事故が発生するおそれのある場所とする。	形式の選定に当たっては、次の点を考慮して決定する。 ・映像の視認性。 ・視界（鏡面数、鏡面形状、鏡面の大きさ、支柱等の色彩）。
区画線	区画線は車道の境界を明示し、車両及び歩行者の安全かつ円滑な通行を図る目的で設ける。	道路標識令による。

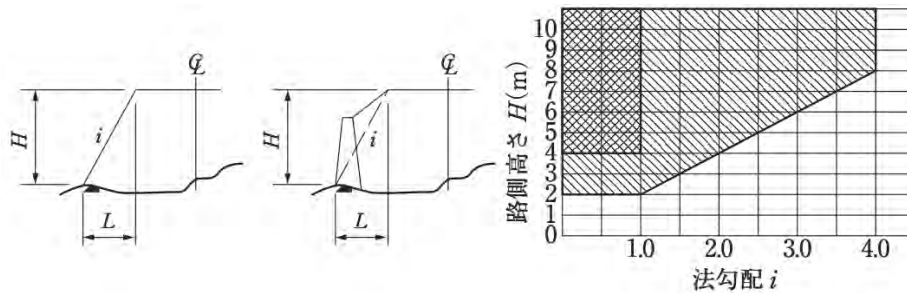
1 【参考】防護柵の設置区間

2 以下のいずれかに該当する区間又は箇所（以下「区間」という。）においては、農道及び交通の状況  
3 に応じて、原則として車両用防護柵を設置するものとする。

4 (1) 主として車両の路外への逸脱による乗員の人的被害の防止を目的として路側に車両用防護柵を  
5 設置する区間

- 6 ① 盛土、崖、擁壁、橋梁、高架等の区間で路外の危険度が高く必要と認められる区間
- 7 ② 海、湖、川、沼池、水路等に近接する区間で必要と認められる区間
- 8 ③ 橋梁、高架、トンネル等への進入部、車道に近接する構造物等に関連し特に必要と認められる  
9 区間

10 路側高さ<sup>注)</sup> 4 m 以上、かつ法勾配<sup>注)</sup> 1.0 以下の区間（図-4.4.15 の  の範囲内にある区間）  
11 については、路外の危険度が特に高い区間として車両用防護柵を設置する。また、 の範囲内  
12 は  の範囲の区間ほどではないものの、車両が路外に逸脱した場合に乗員に被害を及ぼすおそ  
13 れがあると考えられる区間の目安を示したものであり、路外の危険度が高い区間と考えられる。



14 注) 路側高さ $H$ ：在来地盤から路面までの垂直高さをいう。

15 法勾配  $i$ ：自然のままの地山の法面の勾配、盛土部における法面の勾配及び構造物との関連によって想定した法面の勾  
16 配を含み、垂直高さ1に対する水平長さ  $L$  の割合をいう ( $i = L / H$ )。

17 図-4.4.15 路外の危険度が高い区間<sup>8)</sup>

19 (2) 主として車両の路外等への逸脱による第三者への人的被害（以下「二次被害」という。）の防止  
20 を目的として車両用防護柵を設置する区間

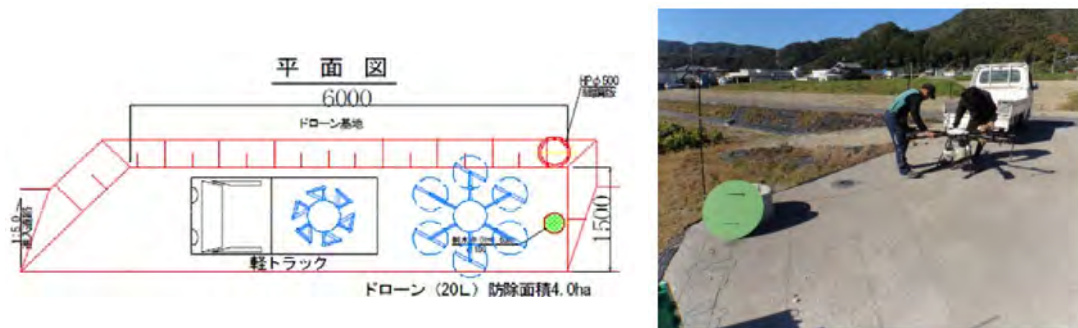
- 21 ① 主として車両の路外への逸脱による二次被害の防止を目的として路側に車両用防護柵を設置  
22 する区間
- 23 ② 分離帯を有する道路において、車両の対向車線への逸脱による二次被害の防止を目的として分  
24 離帯に車両用防護柵を設置する区間
- 25 ③ 主として車両の歩道、自転車道、自転車歩行者道（以下「歩道等」という。）への逸脱による  
26 二次被害の防止を目的として、歩道等と車道との境界に車両用防護柵を設置する区間

27 (3) その他の理由で必要な区間

- 28 ① 事故が多発する農道又は多発するおそれのある農道で、防護柵の設置によりその効果があると  
29 認められる区間
- 30 ② 幅員、線形等農道及び交通の状況に応じて必要と認められる区間
- 31 ③ 気象条件により特に必要と認められる区間

2 ドローンの飛行への対応

- ① 防除等にドローンの使用を想定する場合には、飛行に影響すると考えられる防護柵等の構造物の配置に留意する。また、作物の生育状況にもよるが、ドローンの飛行高度は2m程度と比較的低空であることから、構造物の高さにも留意する。これらを踏まえ、環境や景観への影響にも配慮しつつ、必要に応じて電柱等の既設構造物の移設又は撤去、樹木の伐採等を検討する。
- ② 機体のバッテリー交換、薬剤等の補填及び離着陸・緊急降下等における安全確保のため、飛行距離100mに1か所程度、農道脇等に作業スペースを設けるとよい(図-4.4.16参照)。作業スペースの規模・位置については、大型農業機械のすれ違いのための待避所や作業時の駐車場等としての利用も含め、検討を行うことが望ましい。



※スペースの高さは道路と水平になるよう設置。ドローンの離着陸や運搬用車両の駐車スペースとして活用している。

図-4.4.16 ドローンの作業スペースを造成した事例<sup>4)</sup>

引用・参考文献

- 1) 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4月）
- 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「農道」（令和6年3月）
- 3) (公社)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧（平成31年3月）
- 4) 農林水産省農村振興局：自動走行農機等に対応した農地整備の手引き（令和5年3月）
- 5) 農林水産省畜産局：草地開発整備事業計画設計基準（令和3年6月）
- 6) 農林水産省農村振興局：農業生産基盤整備等を通じた農作業事故のない安全な農村の実現に向けて全国の実例事例（令和4年4月）
- 7) 北海道開発局札幌開発建設部(2024)：岩見沢大願地区における大区画水田の設計・施工方法の統一化に向けた検討、北海道開発技術研究発表会論文
- 8) (公社)日本道路協会：防護柵の設置基準・同解説 ポラードの設置便覧（令和3年3月）

## 1 4.5 水路設計

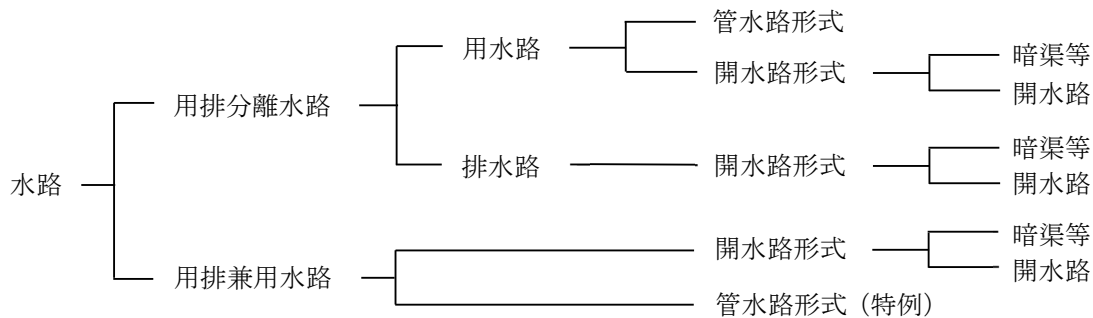
### 2 4.5.1 水路区分とその特徴

水路は、原則として用水路と排水路と完全に分離し、農作業の安全性や維持管理労力の低減等の観点から、暗渠・管水路を基本とする。ただし、地形・土壌条件、用排水操作を含む水利条件、環境配慮の必要性、建設費・維持管理費を含む経済性等を踏まえ総合的に判断し、水路形式を決定する。

#### 3 1 水路区分

4 一般に、ほ場整備の水路はその機能によって図-4.5.1のように区分される。原則として用水路と排水路は分離し、用排水路の構造は暗渠・管水路を基本とする。ただし、地形・土壌条件、用排水操作を含む水利条件、環境配慮の必要性、建設費・維持管理費を含む経済性等を踏まえ総合的に判断し、管水路、開水路（暗渠を含む）のいずれとするかを決定する。

5 水路形式は、自由水面を持たず内水圧を受ける管水路形式（パイプライン）と自由水面を持つ開水路形式（暗渠を含む）に分けられる。（土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」基準書・技術書（以下「設計基準「水路工」」という。） 参照）



11 図-4.5.1 水路区分図（設計基準「水路工」参照）

#### 12 2 水路形式の選定

13 水路形式の選定に当たり、考慮すべき事項は次のとおりである。

- ① 工事費
- ② 取水条件
- ③ 維持管理条件
- ④ 節水の必要性
- ⑤ 水管理の省力化の必要性
- ⑥ 防災機能の確保
- ⑦ 排水量
- ⑧ 用水の多目的利用の必要性
- ⑨ 水路中の水温上昇の必要性
- ⑩ 環境配慮の必要性

### 14 4.5.2 用排水路の暗渠化・管水路化

15 営農作業上の障害を除去できること、水路の除草や浚渫の維持管理労力が軽減できることなどから、地区内の用排水路を暗渠及び管水路形式で整備することが有効である。ただし、排水路の場合は、地区外からの排水流入の有無、維持管理方法、環境配慮の必要性等に十分留意する必要がある。

#### 16 1 用排水路の暗渠化による効果

17 暗渠化することで、次のような効果が期待できる。

- 18 ① 水路の除草や浚渫の労力・費用の節減
- 19 ② 営農作業上の障害物の除去及び機械作業時の安全性向上

- 1 ③ 水路上部の有効利用（つぶれ地率の減少、農道の拡幅、農道ターン方式の導入等）  
2 ④ 道路抜き工法により、区画の長辺方向への統合・拡大が可能
- 3 2 用水路の管水路化による効果  
4 暗渠化の効果に加えて、管水路化においては次のような効果が期待できる。
- 5 ① 供給主導型から需要主導型への転換による、用水利用の自由度向上  
6 ② 用水量の節減  
7 ③ 汚水流入防止や有害鳥獣の侵入防止（開水路はハクビシン、タヌキ等の侵入経路になり得るため）  
8  
9 ④ 以下の場合における工事費の削減（開水路との比較）
- 10 ・平坦地で水路勾配が小さく、開水路の断面が著しく大きくなる場合  
11 ・平坦地で水路勾配を確保するために水路が田面よりはるかに高くなり、ほ場への導水が不便となる場合  
12  
13 ・土地の起伏が不規則で、開水路の配置が複雑になる場合  
14 ・急傾斜地のため、開水路にすると多数の落差工等を必要とし、工事費が嵩む場合
- 15 3 課題・留意事項  
16 (1) 暗渠  
17 暗渠化に当たり、次のような課題、留意事項が挙げられる。
- 18 ① 管路内に土砂が堆積しないような流速を確保できる構造にするものとし、刈草等のごみが水路  
19 に詰まらないよう、田面からの落水口にスクリーンを設置するなど、管路内の閉塞防止対策を  
20 検討する。堆積状況を定期的に点検し、必要に応じてフラッシングする。
- 21 ② 現地盤及び埋戻し土の液状化の影響を検討する必要がある。
- 22 ③ 構造物との接続及び地形や土質の変化点で管路の損傷を生じやすいため、経済性を勘案し、地  
23 域の実情に応じた最も適切な対策を検討する（伸縮可とう継手等）。
- 24 ④ 管路の点検等の維持管理労力及び破損時等における補修費用の負担について、十分な検討が必要  
25 となる。
- 26 ⑤ 地下水位が高いことが想定される場合等には、必要に応じ管路の浮上に対する検討を行う。
- 27 ⑥ 予想を上回る豪雨の場合、呑口部で溢水する懸念があるため、その場合の周囲への影響を十分に  
28 考慮して構造を検討する。また、開水路の場合、暗渠排水管の高さとの関係等から敷高が決  
29 まり、田面の高さ次第では計画排水量を超える排水を流下させることも可能であるが、暗渠に  
30 はこのような余裕がないことから、地区外からの排水流入がある場合やごみの流入が懸念され  
31 る場合は開水路化も検討する。
- 32 ⑦ 開水路に比べ、工事費が高額となる場合がある。また、開水路の方が、表面水や湧水の処理能  
33 力や生態系保全等の効果は大きいことにも留意する。
- 34 ⑧ 埋設勾配を確保できない地区及び土砂等の流入が多い地区においては、点検及び土砂等の撤去  
35 のため、管径の変化点や勾配が緩くなる方向（特に緩くなると想定されるのは大規模再編整備  
36 による大区画化を行う区画の長辺方向）の一定区間毎に監査柵（管理孔）を設置することが望  
37 ましい。

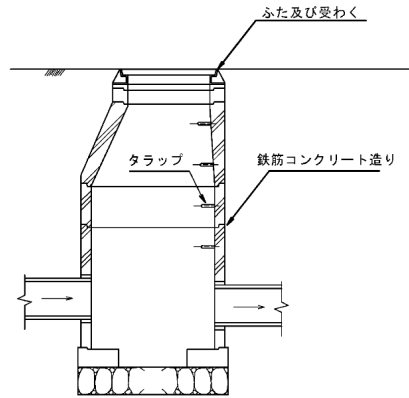


図-4.5.2 監視井の例

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13

## (2) 管水路

管水路化に当たっては、暗渠化の課題、留意事項に加え、次のような課題、留意事項が挙げられる。

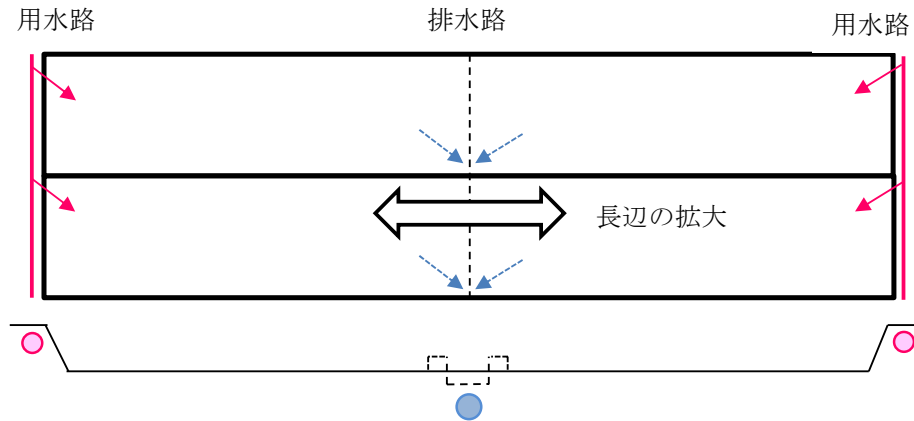
- ① 地形条件を踏まえ、必要な水頭、想定する水管理方式、維持管理費を考慮した最適なパイプライン形式を選定することが重要である。
- ② 担い手に対し、水管理方式の変更についての説明や計画的な水管理方法の提示等が必要である。
- ③ 各ほ場の高低差が小さい平坦地においては、自然圧送ができず、ポンプ圧送となる可能性があるほか、高低差の大きい傾斜地においては、給水地点の標高差が顕著になり、均等な配水を実現するための圧力管理が重要となる。
- ④ 山林、宅地、地区外からの排水を受ける場合は、ごみ処理対応等の管理が煩雑になるため、管水路形式を採用する場合は十分な検討が必要となる。

1 【事例】再整備による長辺長の延伸（排水路の暗渠化）

2 図-4.5.3 では、標準区画の小排水路の位置に排水用の暗渠管を敷設し、区画の拡大に当たっては、  
3 その直上の畦畔と旧排水樹と水閘を撤去し、耕区長辺長を 200m に延伸している。なお、耕区長辺長  
4 のセンターに排水管を敷設することで、排水距離は 100m にとどまっている。

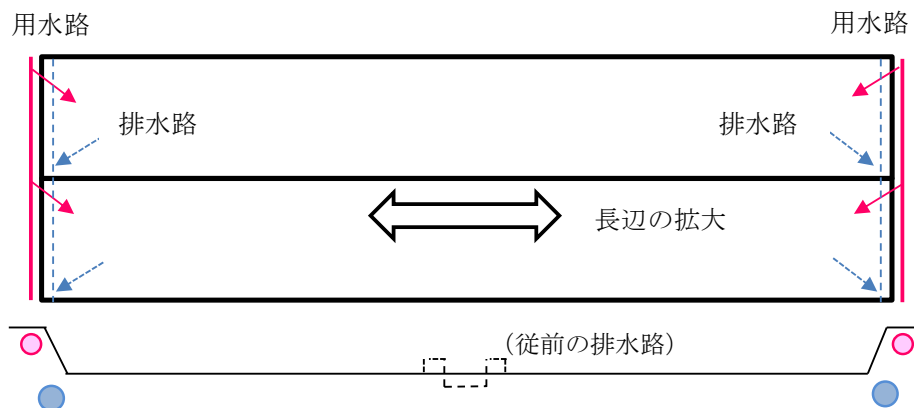
5 図-4.5.4 の小排水路の両側設置では、両側排水方式を採用しており、暗渠化した小排水管を小用水  
6 管と並行して農道脇に配置し、2本の農道の間中部に排水路はなく、耕区長辺（ほ区短辺）は 200m で  
7 あるが、両側排水方式であるため排水距離は 100m を保っている。

8



9 図-4.5.3 用排水路の暗渠化の例(排水路を従前位置に敷設)

10



11

12

12 図-4.5.4 用排水路の暗渠化の例(排水路を耕区両側に移設し敷設)

13

14

15

16

17 参考文献

- 18 1) 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 4 月）  
19 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」（平成 26 年 3 月）  
20 3) 農林水産省農村振興局：自動走行農機等に対応した農地整備の手引き（令和 5 年 3 月）

## 1 4.6 用水路

### 2 4.6.1 計画用水量

用水量は、ほ場整備の実施や田畑輪換等に伴って変化が生じる。このため、現況の用水実態を把握した上で、事業後の営農計画やほ場の用水量変化を総合的に判断して計画用水量を決めなければならない。なお、ほ場整備事業で取り扱う計画用水量の検討に当たっては、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「農業用水（水田）」基準書・技術書に準拠する。

#### 3 1 蒸発散浸透量（減水深）の決定

##### 4 (1) 一般事項

5 蒸発散浸透量は、蒸発散量と浸透量のそれぞれを別途に測定してそれらの和として算出するほか、  
6 直接測定によることもでき、一般に蒸発散量と浸透量に分離する必要はない。また、期別蒸発散浸透  
7 量は、計画地区のほ場の土壌条件及び水理条件によって異なるので、これらの条件を左右する土地  
8 利用形態、ほ場条件及び栽培様式を勘案した合理的な量とする。

9 現況におけるほ場条件が計画におけるほ場条件と同一である場合は、栽培様式の変化のみを考慮  
10 し、ほ場条件が現況から大きく変わる場合には、計画におけるほ場条件に合った蒸発散浸透量を推  
11 定することが一般的である。ほ場条件としては機械化を前提とするだけでなく、水田の高度利用（水  
12 田時にあっては、かんがい期における適正浸透の維持と非かんがい期における迅速な排水性、畑転  
13 換時において適正水分の維持管理）が更に志向されてくるものと考えれば、透水性が高まり浸透量  
14 は増加する傾向となる。

##### 15 (2) 地形区分

16 蒸発散浸透量を決定する水理条件・土壌条件は、地形別にもそれぞれの特徴を有しており、地形ご  
17 とに一定の傾向を示す。主な地形区分ごとに地下水位と土壌条件との関連で浸透量の傾向を整理す  
18 ると表-4.6.1 のようになる。

1

表-4.6.1 地形区分と浸透量の傾向

地形区分	地下水位	土壌条件	浸透量
扇状地	扇頂・扇中央部低い	下層に砂礫層が多い、堆積状態によって異なる	沖積平坦地に比べ浸透量が大となる。
	扇端部高い	〃	沖積平坦地とほぼ同じ。用排分離され透水係数の大なるものほど大となる。
台地	低い	火山灰土	一般に沖積平坦地と比べ大となる。
		洪積粘質土	全体的に小さい。土層改良後、適正浸透量に近くなる。
		洪積砂礫層	全体的に大きく漏水防止工法が必要。
谷底平野	全体的に高い	堆積様式によって異なる	全体的に小さい。
	山麓、台地に接する部分は被圧になりやすい	〃	排水改良によって浸透量を増加させることが望ましい場合が多い。
山間傾斜地 火山山麓	低い	火山灰土	平坦地に比べ大きい。ほ場整備等によって減少させることができる。
一般傾斜地	地形条件によって異なる	粘土質	平坦地と同じで地下水位が高く粘質な土壤ほど小さい。
		礫質土壤	地下水位が低く礫質なものほど大となる。逆に地下水位の高い場合には湧水が生じ浸透量が小さくなる。
沖積平坦地	高い	堆積様式によって異なる	湿田で粘質なものほど小さい。乾田化した水田で大となる。
	低い		
低湿地	高い	堆積様式によって異なる	湿田で粘質なものほど小さい。排水改良後の乾田化で大きくなる。

## 2 (3) 土壌タイプ別蒸発散浸透量

3 近傍整備完了地区を参考にして蒸発散浸透量を求める場合は、土壌条件及び地下水位の状況につ  
4 いて十分検討する必要がある。参考として水田土壌タイプ別の標準減水深を表-4.6.2～表-4.6.4に  
5 示す。

1

表-4.6.2 (参考)水田土壤タイプ別標準減水深 (1/2)

減 水 深 mm/d	湿 田												半 湿 田													
	強 粘 土 型			粘 土 型			壤 土 型			砂 土 型			強粘土型	粘土型	壤土型	砂土型										
	12.3	11.4	8.7	10.7	11.0	11.2	14.3	10.7	11.9	11.9	11.2	14.2	16.7	11.0	13.1	15.1	-	-	15.0	18.4	13.2	14.8	14.0	17.1	18.4	
50	10.9			12.0			14.0			16.7			14.0	14.0	17.1	18.4										
40																										
30																										
20																										
10																										
土 壤 土 型	1	2	10	20	30	31	3	11	21	32	33	4	12	22	34	35	5	13	36	37	40	41	42	43	44	
全層泥炭型	泥炭土壌	泥炭土壌	泥炭質土壌	黒泥土壌	強グライ土壌	強グライ土壌	泥炭土壌	泥炭質土壌	黒泥土壌	強グライ土壌	強グライ土壌	泥炭土壌	泥炭質土壌	黒泥土壌	強グライ土壌	強グライ土壌	泥炭土壌	泥炭質土壌	強グライ土壌	強グライ土壌	グライ土壌	グライ土壌	グライ土壌	グライ土壌		
強粘土斑鉄型	強粘土型	強粘土型	強粘土型	強粘土型	強粘土型	強粘土型	粘土型	粘土型	粘土型	粘土型	粘土型	壤土型	壤土型	壤土型	壤土型	壤土型	砂丘砂土型	砂丘砂土型	砂上還元型	砂礫土湧水型	強粘土構造型	強粘土マンガン型	粘土型	壤土型	砂土型	
備 考	φ: 丸は各土壤類型毎のデータの平均値 縦線はデータの中 (16) を示す。-: タイプ毎の平均値を示す。																									

2

3

表-4.6.3 (参考)水田土壤タイプ別標準減水深 (2/2)

減 水 深 mm/d	乾 田																									
	強 粘 土 型			粘 土 型			壤 土 型			砂 土 型			黒 色 土 壤		礫 層		礫 質 土 壤									
	16.7	16.7	19.5	16.7	18.7	19.0	18.7	20.3	21.2	22.8	21.8	25.4	24.4	25.1	27.4	26.0	20.3	20.8	27.8	29.5	31.5	31.3	32.1	34.6	37.2	38.1
50	17.6			18.3			22.3			25.7			20.6		28.7		31.4		33.4		37.7					
40																										
30																										
20																										
10																										
土 壤 土 型	60	80	81	50	51	61	82	52	53	62	63	83	54	64	65	84	70	72	71	73	93	95	91	90	92	94
強粘土構造型	灰色土壌	黄色土壌	黄色土壌	灰色土壌	灰色土壌	灰色土壌	黄色土壌	灰色土壌	灰色土壌	灰色土壌	灰色土壌	黄色土壌	灰色土壌	灰色土壌	灰色土壌	黄色土壌	黒色土壌	黒色土壌	黒色土壌	黒色土壌	礫質土壌	礫質土壌	礫層土壌	礫層土壌	礫質土壌	礫質土壌
強粘土マンガン型	強粘土構造型	強粘土構造型	強粘土構造型	粘土構造型	粘土マンガン型	粘土マンガン型	粘土質構造型	壤土型	壤土マンガン型	壤土型	壤土マンガン型	壤土マンガン型	砂土型	砂土型	砂土マンガン型	砂土型	粘土火山腐植型	粘土型	壤土火山腐植型	壤土腐植型	壤土マンガン型	壤土マンガン型	粘土型	班鉄盤層型	砂土河床型	砂土頭層型
備 考																										

4

5

1

表-4.6.4 (参考) 乾田化による土壤タイプと減水深の移行

土壤統名		現況減水深	減水深の移行	計画減水深	基本土壤型 (施肥改善土壤型)
泥炭土壤	粘質型	⊖			A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub>
	壤質型	△			A <sub>4</sub>
泥炭質土壤	粘質型	●			B <sub>10</sub> B <sub>11</sub>
	壤質型	△			B <sub>12</sub>
	砂質型	□			B <sub>13</sub>
黒泥土壤	粘質型	●			C <sub>20</sub> C <sub>21</sub>
	壤質型	△			C <sub>22</sub>
強グライ土壤	粘質型	●			D <sub>30</sub> D <sub>31</sub> D <sub>32</sub> D <sub>33</sub>
	壤質型	△			D <sub>34</sub> D <sub>35</sub>
	砂質型	□			D <sub>36</sub> D <sub>37</sub>
グライ土壤	粘質型	◎			E <sub>40</sub> E <sub>41</sub> E <sub>42</sub>
	壤質型	△			E <sub>43</sub>
	砂質型	□			E <sub>44</sub>
非グライ土壤	粘質型	○			F <sub>50</sub> F <sub>51</sub> G <sub>60</sub> G <sub>61</sub> I <sub>80</sub>
	壤質型	△			I <sub>81</sub> I <sub>82</sub>
黒色土壤	粘質型	×			F <sub>52</sub> F <sub>53</sub> G <sub>62</sub> G <sub>63</sub> I <sub>83</sub>
	壤質型	◇			F <sub>54</sub> G <sub>64</sub> G <sub>65</sub> I <sub>84</sub>
	砂質型	■			H <sub>70</sub> H <sub>72</sub>
礫層(質)土壤	粘質型	●			H <sub>71</sub> H <sub>73</sub>
	壤質型	▲			J <sub>91</sub>
	砂質型	■			J <sub>90</sub> K <sub>93</sub> K <sub>95</sub>
					J <sub>92</sub> K <sub>94</sub>

2

2 代かき用水量の決定

3

4 各地区における既往の代かき実態から、代かき用水量はおおむね表-4.6.5 に示すような範囲になっ  
5 ており、次のような特徴を有する。

- 6 ① 輪換田や水稻・麦体系で耕作される水田に見られるように、耕起深が大きく、耕盤層以下の透  
7 水係数が大きい水田ほど代かき用水量は大きくなる。  
8 ② 代かき時に地下水位を比較的早く高め得る地帯や湛水部分から代かきするような場合には、用  
9 水量を小さくすることが可能である。

10

表-4.6.5 水田の立地条件と代かき用水量

水田の立地条件	代かき用水量 (mm)	土壤の透水係数		
		10 <sup>-6</sup> cm/s 以下	10 <sup>-5</sup> ~10 <sup>-4</sup> cm/s	10 <sup>-3</sup> cm/s 以上
湿田状態	80~120	80~100mm	100~120mm	120mm
乾田状態	120~180		120~150mm	150~180mm
漏水田	150~250			150mm 以上

11 代かき用水量は、土層置換容気量と用水取水時の浸透量の大きさの差異によって異なるので、現地  
12 調査結果によるのが一般的であるが、近隣類似地区の観測値を参考に決定する場合もある。

13 なお、乾田直播栽培においては、代かきを行わないので代かき用水を必要としないが、それに代わ  
14 る初期かん水が必要となる。初期かん水量は、実測値又は類似地区における調査の値等を参考として、  
15 土壤条件と地下水位条件を勘案して決定する。

3 還元田の用水量

畑利用から再度水田利用へ転換したほ場、すなわち還元田では、水田の用水量を左右する主な要因である土壌条件、水理条件及び水利条件が、水田として継続利用されるほ場に比べ著しく変化し、これにより用水量が増大するものと考えられる。

還元田の用水量の増加について定量的な把握は困難であるため、各地区における調査又は類似地における調査例を参照するとともに、次の諸点を考慮して決定する。

- ① 汎用化により、土壌条件及び水利条件が用水量の増加の方向へ変化している場合が多い。
- ② 用水量の増加の程度は、土壌条件及び水利条件の組合せにより異なる。
- ③ 代かき、畔塗り、中干し、湛水深の調節、きめ細かな水閘管理等により、用水量の増加を抑えることができる。
- ④ 還元田についても、ピーク用水量は後述の表-4.6.6 に従い比較検討して決定する。

4.6.2 用水量の算定

水田では、作物生育のためだけでなく、代かき作業、薬剤散布等の農作業・栽培管理のためにも用水が必要である。したがって、計画用水量はこうした期別変化に留意して決定する。

1 ピーク用水量

ピーク用水量は、用水路断面の算定等末端用水施設の規模を決定する上で重要である。一般に、代かき用水量がピークとなることが多いが、表-4.6.6 のような場合には比較検討する必要がある。なお、兼業化の進んだ地域では、休日・祭日等の特定日に農作業が集中することにも留意しなければならない。

表-4.6.6 ピーク用水量算定において比較検討する項目

項 目	備 考
代かき用水時	整備された乾田では 120～180mm 程度の場合が多い。大区画では、田面の不陸を考慮し、10～20mm を加算することが望ましい。流量が小さく、かん水時間が長いと水量は増加する。
乾 田 直 播 初期かん水時	代かき用水量に比べ、20～40%少ない。ただし、直播後の初期かん水時に用水量が増大し、地区としてのピークが高まる場合がある。
湛 水 直 播 芽 干 し 時	生育初期の芽干し後の再かん水時に一斉に取水すると、地区としてのピークが高まる場合がある。
防 除 ・ 施 肥 作 業 後	一旦落水して除草剤等を散布する作業では、再かん水時にピークが高まる。液肥も一旦落水した後に流入施用するので、ピークが高まる場合がある。
中 干 し 後	中干し後の再湛水時に多量の水を要し、その後の用水量の増加もありピークが高まる。

2 用水量の算定

(1) 粗用水量

粗用水量は用水路等の施設容量を決定する際に用いられ、式(4.6.1)により求める。

$$q_a = \frac{q_b}{1-P} \dots\dots\dots (4.6.1)$$

ここに、 $q_a$ ：粗用水量

$q_b$ ：純用水量

$P$ ：施設管理用水量の割合

施設管理用水量の割合  $P$ は、クローズドタイプのパイプラインで 10%、これ以外の開水路、トンネル等で 15%、土水路やブロック、石積み水路等で明らかに水路損失が大きいと思われる場合は実情に合わせて計上する。

(2) 代かき用水量

ア 代かき日数

代かき日数は、最大計画用水量を決定する際に重要な事項であり、長くするほど施設容量は小さく有利となるが、ある程度の期間を超えると水稻生育に支障を来すという制限がある。したがって、代かき日数は地域の営農形態を踏まえ、水稻の作付体系・好適作期、代かき作業機の能力を勘案して効率よく行い得る日数とすることが基本となる。

また、代かき日数の規定要因は、計画地区全体では水稻の作付体系と好適作期により、ほ区単位では経営体系にある機械の作業能力によることが多い。水稻の移植時期は、水稻の生理的要因と管理上から決まり、田植期がこれら好適期に適合するように代かきを実施するためには同一作期においては、最大でもほぼ 7～10 日間となる。一方、作業機が大型化するほど 1 日の作業面積は増大するが、代かき日数の計画に当たっては、将来の営農を考慮して水田区画の大きさに対応した大型トラクタの作業能力(表-4.6.8を目安に示す。)から決めることが合理的となる場合もある。

イ 代かき用水量

代かき期間中の必要水量は、代かき期間の取り方と代かき方式によって大きく異なるが、最大必要水量と総取水量との相互関連を示す代表的な例として、毎日同じ面積ずつ代かきを行うなど面積方式の場合は、式(4.6.2)、式(4.6.3)のようになる。

$$q_i = \left\{ \frac{q \cdot A}{n} + \frac{d \cdot A}{n} (i - 1) \right\} \cdot 10 \dots\dots\dots (4.6.2)$$

$$q_{max} = \frac{10 \cdot A}{n} \{q + (n - 1) \cdot d\} \dots\dots\dots (4.6.3)$$

ここに、

$q_i$ ：代かき開始後  $i$  日目の必要水量 (m<sup>3</sup>/d)       $n$ ：計画代かき日数 (日)

$d$ ：代かき後の普通期ほ場単位用水量 (mm/d)       $i$ ：代かき開始からの日数 (日)

$q$ ：代かき用水量 (mm)       $A$ ：全計画面積 (ha)

$q_{max}$ ：代かき期間中の最大必要水量 (m<sup>3</sup>/d)

1 (3) 普通期用水量

2 
$$Q = A \times q' \times \frac{1}{1-P} \dots\dots\dots (4.6.4)$$

3 ここに、  $Q$  : 普通期最大必要水量 (m<sup>3</sup>/d)       $A$  : 全計画面積 (ha)  
 4             $q'$  : 普通期最大蒸発散浸透量 (mm/d)    $P$  : 施設管理用水量の割合

6 (4) 末端用水施設の規模決定に用いる用水量

7 末端用水施設の規模は、代かきの日当たり作業能力に応じたものとする。等面積方式の場合、全計  
 8 画面積 (かんがい支配面積) に対する代かき作業機の持込み台数及び必要水量は、表-4.6.7 のよう  
 9 になる。なお、参考として大型トラクタを含む日当たり代かき作業能力 (表-4.6.8 参照) を目安とし  
 10 て示しているが、当該地区の水利権、現況利用可能量、用水慣行及び地域の営農形態に適合した作業  
 11 能力等を勘案した上で代かき作業能力を決定することが必要である。

12 表-4.6.7 代かき作業機持込み台数及び必要水量の算出 (等面積方式の場合)

全 計 画 面 積 (かんがい支配面積)	代かき作業機 持込み台数	代かき期間中の最大必要水量	代かき日数
$A \leq AM$	1	$Q = \frac{A \cdot q}{(1-P)}$	1 日以下
$AM < A \leq N \cdot AM$	1	$Q = \frac{AM \cdot q + (A - AM)d}{(1-P)}$	1 日超
$N \cdot AM < A \leq 2N \cdot AM$	2	$Q = \frac{2AM \cdot q + (A - 2AM)d}{(1-P)}$	
⋮	⋮	⋮	
$(n-1)N \cdot AM < A \leq n \cdot N \cdot AM$	n	$Q = \frac{n \cdot AM \cdot q + (A - n \cdot AM)d}{(1-P)}$	

13 ここに、  $Q$  : 代かき期間中の最大必要水量 (m<sup>3</sup>/d)       $q$  : 代かき用水量 (mm/d)  
 14             $d$  : 代かき後の普通期ほ場単位用水量 (mm/d)    $A$  : 全計画面積 (ha)  
 15             $AM$  : 代かき作業機日当たり能力 (ha/d)             $N$  : 計画代かき日数 (日)  
 16             $n$  : 代かき作業機持込み台数                             $P$  : 施設管理用水量の割合

17 表-4.6.8 (参考)日当たり代かき作業能力 (目安)

使 用 機 械	型 式	日当たり作業量
30~60ps トラクタ	水田ハロー 3.6m 幅	6.72ha
70~145ps    "	" 4.97m    "	8.4 ha
80~145ps    "	" 6.51m    "	16.24 ha

18 ※日当たり作業量=作業能率 (ha/h) × 8 (h) × 0.7 (実作業率) ほ場間の移動時間は考慮していない

1 4.6.3 パイプラインの設計

ほ場整備事業で取り扱うパイプラインの検討に当たっては、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」基準書・技術書（以下「設計基準「パイプライン」」という。）に準拠する。

2 1 基本事項

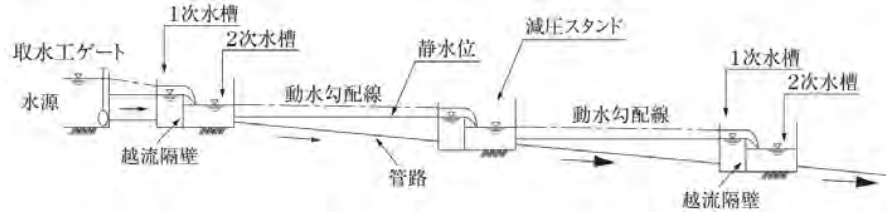
3 (1) パイプラインの分類

4 パイプラインには、次のような分類がある。

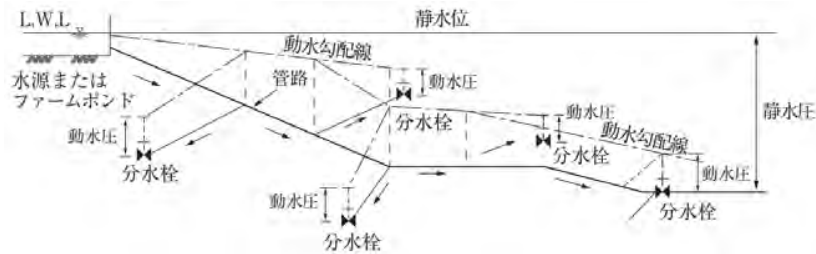
5 ア 機構上の分類（パイプライン形式）

6 パイプラインの機構上、オープンタイプとクローズドタイプに大別され、さらにクローズドタイプはクローズドタイプ（完全クローズドタイプ）とセミクローズドタイプに分類される（図-4.6.1  
7 及び表-4.6.9 参照）。

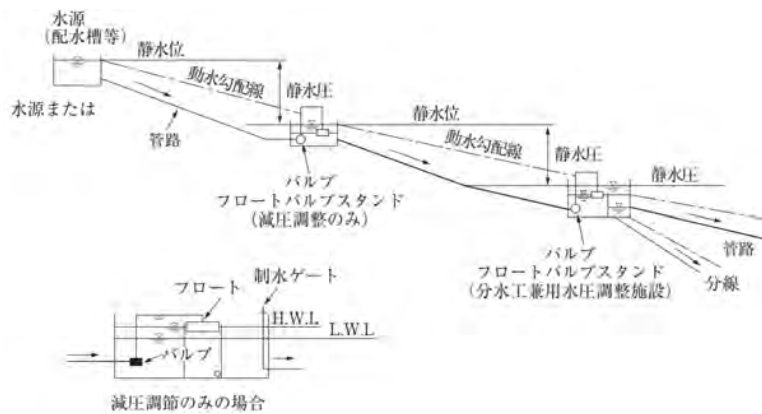
9 送配水に利用できる水頭差、水利用計画上必要な圧力水頭及び想定している水管理制御方式を考慮して、いずれかの方式を選定する。



(a) オープンタイプの例



(b) クローズドタイプの例



(c) セミクローズドタイプの例

図-4.6.1 パイプラインの機構上の分類

1

表-4.6.9 パイプライン形式の特徴

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
<ul style="list-style-type: none"> <li>・パイプラインに沿った要所に自由水面を持つスタンドを配置した形式。</li> <li>・本形式は、水田かんがい用水路に多く用いられる。</li> <li>・開水路に準じた水路形式であり、余水は全て放流されるため、節水の必要がある地区では調整池等を設けて無効放流を防ぐ必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上流から末端まで閉管路で流水が連続し、末端の給水栓を開くことにより所要の水量及び水压を得る形式。</li> <li>・特に、給水圧力を必要とする用水路に最適である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フロート弁類を連続的に用いることにより構成される形式。</li> <li>・下流側のバルブを開閉しない限り水の流動は生じないため、オープンタイプのような無効放流はない。</li> <li>・水田かんがい用水路として、オープンタイプに代わって利用されることが多い。</li> <li>・クローズドタイプでは管路にかかる静水压が大きくなり過ぎる場合に、静水压を切る目的で用いられることが多い。</li> </ul>

2 イ 水圧からの分類（水圧区分）

3 配水系パイプラインは、水圧によって表-4.6.10のように区分される。

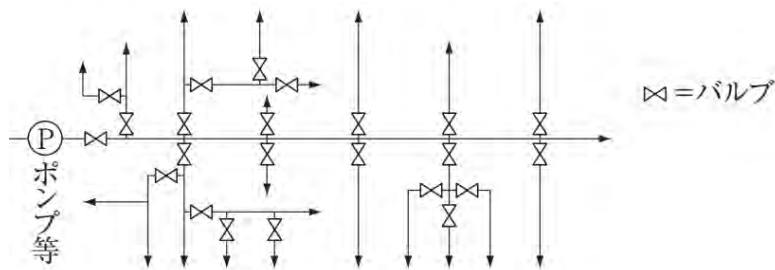
4 水田かんがいにおいては、主に低圧パイプラインを対象とするが、畑地の混在等により高圧で送  
5 配水する方式を採用する場合は、水田かんがいに対する減圧対策が必要である。

6 表-4.6.10 水圧区分（配水系パイプライン）

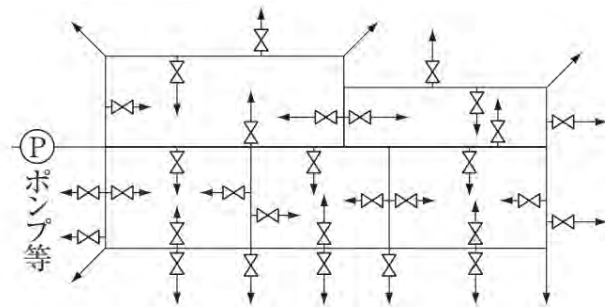
高圧パイプライン	低圧パイプライン
末端給水栓で、おおむね 0.15MPa 以上の水压を必要とする、主として畑地かんがいに用いるものを高圧パイプラインとする。	末端給水栓の必要水压が小さい、（おおむね 0.15MPa 未満）主として水田かんがいに用いるものを低圧パイプラインとする。

7

- 1 ウ 配管上の分類（配管方式）  
 2 パイプラインの配管方式には、樹枝状配管と管網配管がある（図-4.6.2 及び表-4.6.11 参照）。  
 3 地形条件、水利用形態等から、いずれかの方式を選定する。



4 (a) 樹枝状配管方式の例



6 (b) 管網配管方式の例

7 図-4.6.2 パイプラインの配管方式の分類（例）

8 表-4.6.11 配管方式の概要

方式区分	配管方式の概要
樹枝状配管	流路が幹線、支線及び派線と順次分岐し、水は上流から下流に向かって一定方向に流れる方式
管網配管	分岐点が網目状に連結していて、使用給水栓の位置、制御バルブの開閉等の関係により、管内の水は正逆いずれの方向にも流れ得る方式

- 10 エ 送配水上の分類（送配水方式）  
 11 パイプラインの送配水方式は、自然圧式（自然流下式）とポンプ圧送式に大別され、さらにポンプ圧送式は配水槽式、圧力水槽式、ポンプ直送式に分類される（表-4.6.12 及び図-4.6.3 参照）。  
 12 路線及び分水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、いずれかの方式を選定する。

表-4.6.12 送配水方式の概要

送配水方式		送配水方式の概要
自然圧式		地形上の自然落差を利用して送配水する方法
ポンプ圧送式	配水槽式	送水あるいは配水のために必要な水頭が得られる場所に配水槽を設け、それにいったんポンプ等で揚水したのち、自然圧式で送配水する方法
	圧力水槽式	ポンプ直送の場合で、特に水撃圧防止、自動運転及び頻繁な断続運転を回避する目的で、ポンプの吐出し口近くに圧力水槽を設ける方法
	ポンプ直送式	所定の落差が地形上得られない場合や、所定の水圧が必要な場合、直接ポンプによって圧送する方法

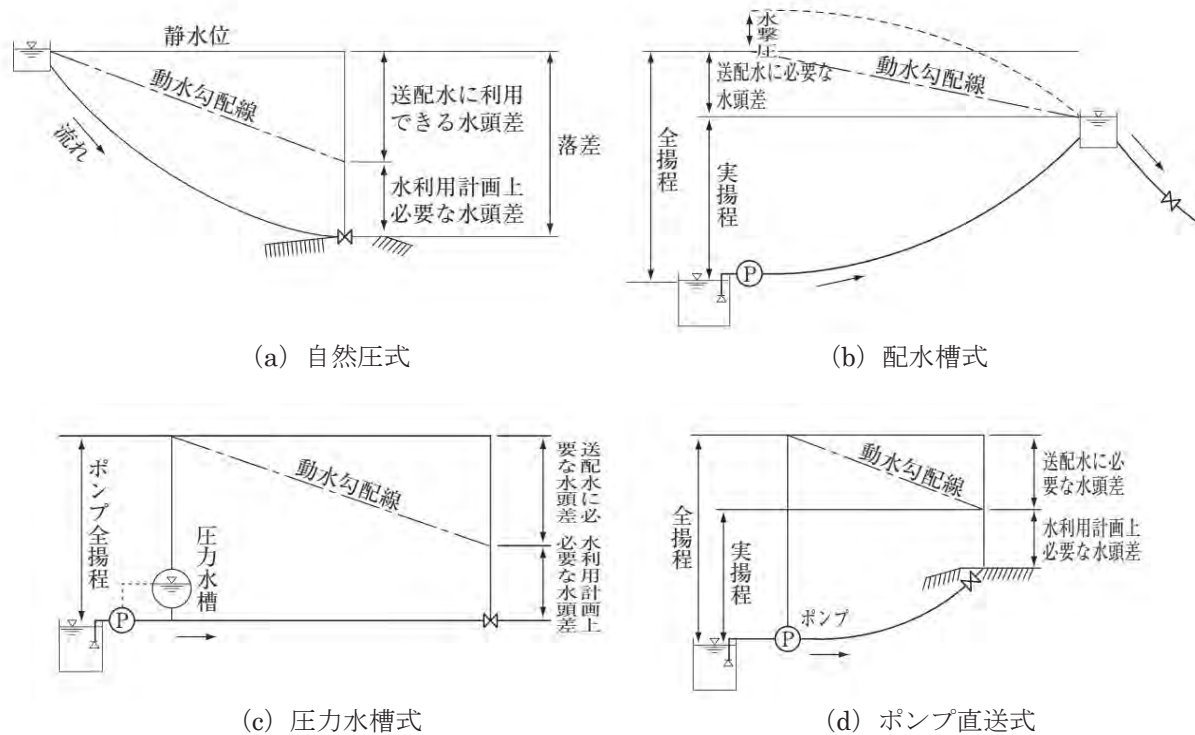


図-4.6.3 パイプラインの送配水方式の分類

(2) 路線選定

パイプラインの路線は、環境との調和に配慮しつつ、受益地を含めた自然条件、施設条件、施工性、経済性、社会条件、整備後の水管理及び維持管理等を考慮して選定しなければならない。また、ほ場整備地区内の路線は、将来の維持管理を考慮して農道肩下付近に埋設することが多い。

(3) 管種選定

管種は、水理条件、構造条件、施工条件、経済比較により決定するが、製品の市場性や維持管理の面からも検討する。ほ場整備においては、一般的に硬質ポリ塩化ビニル管が多く用いられるが、この場合においても機能性・経済性を検討して決定するものとする。

(4) 設計上の留意事項

ア 機構上の分類と配管

オープンタイプ及びセミクローズドタイプのパイプラインは樹枝状とし、管網配管とはしない。

## 1 イ 地区の形状との関係

2 計画地区が幅広い場合は、管網配管の特徴を活かした組織ができる。しかし、細長い地区では樹  
3 枝状配管とする方が経済的にも有利な場合が多い。

## 4 ウ 地形

5 平坦地又は一定方向の緩傾斜地の場合は、管網配管とすることによってその効果が得られるが、  
6 土地の起伏が激しく、また、地区内の高低差が大きい場合には、自由に管路を連結することができ  
7 ないので、樹枝状配管とするか、部分的な管網配管とするのがよい。

## 8 エ 地区の広さ

9 広域の場合、主要幹線を基幹管網として計画し、末端を管網あるいは樹枝状配管とする方法もあ  
10 るが、経済性及び水管理の両面から十分比較検討することが必要である。

11 中小地区の場合は、施設費の点からみると樹枝状配管の場合の方が一般に有利となる。しかし、  
12 水利用の面からみた場合、特に施設園芸地帯等では工事費は多少高くなっても管網配管とする方が  
13 需要変動への対応性があるので有利である。

## 14 オ ポンプ圧送の場合の支配面積

15 受変電設備は一般に電圧が低いほど設備費が安価であり、設置面積が小さく、保守も容易である  
16 ため、1機場の支配面積は、低圧受電（50kw 未満）の範囲内とすることが望ましい。また、圧力  
17 制御バルブの操作等の配水管理を考慮し、一般的には 100ha 以下程度を目安とする。

## 18 カ ポンプ圧送の場合の管径の検討

19 口径を小さくすれば管関係費を削減できるが、通水抵抗の増加により、動水勾配が急となってポ  
20 ンプ揚程が高くなるため、ポンプ設備費と運転費が増加する。逆に口径を大きくとればポンプ関係  
21 費を削減できるが、管関係費が増加する。したがって、ポンプ圧送式管路の流速は、管関係費とポ  
22 ンプ関係費の和が与えられた流量に対して最小となるように経済比較を行って決定することが望  
23 ましい。

## 24 2 設計条件

25 パイプラインの水理設計は、対象とするパイプライン組織が水利用計画のいかなる条件のもとでも  
26 計画最大流量までの用水量を安全確実に通水し得るように、パイプラインの通水断面、附帯施設の規  
27 模及び制御方式を検討し、パイプライン組織がその機能を十分に果たせるように検討することを目的  
28 とする。

### 29 (1) 用水量の決定

30 計画用水量の算定は、4.6.2 用水量の算定によるものとする。ポンプ利用の場合、ポンプの運転時  
31 間はピーク用水量の期間が特に長時間に及ばない限り、原則として 24 時間運転とする。

### 32 (2) 設計に用いる流量

33 通常、パイプライン施設の規模（口径、水槽類）は設計流量をもとに決定されるが、断面、構造等  
34 を決定する際には、それ以外の流量についても必要に応じ検討を行う（表-4.6.13 参照）。パイプ  
35 インシステムの設計においては、設計流量よりも小さな流量時の挙動に留意する必要がある。

表-4.6.13 設計に用いる流量

Case	対象流量	検討項目	留意事項
1	計画最大流量	パイプライン口径の決定、敷設縦断の決定（動水勾配線の検討）、最大及び最小流速の検討、水撃圧の検討、機器類の仕様検討（バルブ制御機能、キャビテーションの検討を含む）	対象流量を定める場合、水管理体制を明確にし、実際に行われるであろう水管理をも想定して検討しなければならない。
2	最多頻度流量	動水勾配線の検討、機器類の仕様検討（バルブ制御機能、キャビテーションの検討を含む）	オープンタイプパイプラインの場合、管路の敷設縦断によっては通水量により管内の水は自由水面を持った流れになることがあるので、当該箇所には適切な対策を講じる必要がある。また、クローズド若しくはセミクローズドタイプパイプラインの場合、バルブの制御機能やキャビテーションに対する安全性を検討する必要がある。対象流量は最多頻度流量を目安とするが、流量変化が定かでない場合には計画最大流量の50%程度を用いる。
3	最小流量	動水勾配線の検討、機器類の仕様検討（バルブ制御機能、キャビテーションの検討を含む）	オープンタイプパイプラインにおいて、非かんがい期に通水が計画されている場合（例えば、維持用水、凍結防止用水等）については、Case-2と同様の理由で検討を行う。対象流量が定かでない場合は、計画最大流量の20%程度を用いる。

## 2 3 水理設計

3 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  
4 管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  
5 とする。

## 6 (1) 水理計算

## 7 ア 管径の決定

8 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（式  
9 (4.6.5) 参照）。

$$10 \quad V = 0.849 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \dots \dots \dots (4.6.5)$$

11 式(4.6.5)をもとに、円形管について次の各式が誘導される（式(4.6.6)～式(4.6.9) 参照）。

$$12 \quad V = 0.355 \cdot C \cdot D^{0.63} \cdot I^{0.54} \dots \dots \dots (4.6.6)$$

1  $Q = 0.279 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot I^{0.54} \dots\dots\dots (4.6.7)$

2  $D = 1.626 \cdot C^{-0.38} \cdot Q^{0.38} \cdot I^{-0.21} \dots\dots\dots (4.6.8)$

3  $I = h_f/L = 10.67 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \dots\dots\dots (4.6.9)$

4 ここに、 $V$  :平均流速 (m/s)

5  $C$  : 流速係数 (設計基準「パイプライン」参照)

6  $R$  : 径深 (m) (管が満流の場合  $D/4$ )

7  $I$  : 動水勾配

8  $D$  : 管内径 (m)

9  $Q$  : 流量 (m<sup>3</sup>/s)

10  $h_f$  : 摩擦損失水頭 (m)

11  $L$  : 管路長 (m)

12 イ 各種損失水頭

13 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。詳細については、設計基準「パイプライン」を参照する。

- 14 ① 流入による損失水頭
- 15 ② 流出による損失水頭
- 16 ③ 湾曲及び屈折による損失水頭
- 17 ④ 断面変化 (漸拡、漸縮) による損失水頭
- 18 ⑤ 直角分流による損失水頭
- 19 ⑥ 合流による損失水頭
- 20 ⑦ バルブによる損失水頭
- 21 ⑧ 量水器による損失水頭
- 22 ⑨ スクリーンによる損失水頭

23 (2) 設計流速

24 ア 許容最大流速及び許容最小流速

25 管内の平均流速の許容最大限度は、管内面が摩耗されないような値としなければならない。一般

26 には、管内面の状態、継手の水密性等によって異なり、コンクリートの場合は 3m/s、それ以外の場

27 合 (鋼管又はダクタイル鋳鉄管を含む) は 5m/s とする。

28 また、水中の浮遊土砂等が管内に沈殿することを避けるため、管内流速の最小限度は設計流量時

29 で 0.3m/s 以上とする。

30 イ 自然圧式管路の許容平均流速

31 自然圧式の場合、水理ユニット内の流速の平均値の限界は 2.0m/s 以内が望ましい。ここでいう

32 流速の平均値とは、縦断方向の加重平均値 (流速のバラツキは平均値の 10% 以下が望ましい) を指

33 す。しかし、動水勾配が大きくとれる場合には、経済性の観点から、水撃圧等の影響を検証し安全

34 を確認した上で、平均流速の限界値を 2.5m/s まで高めてもよい。

35 ウ ポンプ圧送式管路の許容平均流速

36 ポンプ圧送式の場合、管関係費とポンプ関係費の和が与えられた流量に対して最小となるように

37 経済比較を行って決定することが望ましく、この際の水理ユニット内の平均流速の目安として、表

38 -4.6.14 がある。

39

1

表-4.6.14 ポンプ圧送式の平均流速

口 径 (mm)	平均流速 (m/s)
75 ~ 150	0.7 ~ 1.0
200 ~ 400	0.9 ~ 1.6
450 ~ 800	1.2 ~ 1.8
900 ~ 1,500	1.3 ~ 2.0
1,600 ~ 3,000	1.4 ~ 2.5

2

## (3) 設計上の留意事項

3

## ア 末端余裕水頭

4

5

6

7

管径決定における水理計算において、水理計算の精度、施工の状況、水管理の状況等に対する余裕として、送水系パイプラインの末端接続水槽の計画水位（又は分水位）は、かんがいに必要な末端水位（又は分水位）にそれまでの区間の全損失水頭の10%又は地区状況に応じた適切な値を加算することが望ましい。

8

## イ 水田パイプラインの特性

9

10

11

① システムの設計に当たっては、パイプラインが支配する地区の水理的最遠点で代かきが行われる場合だけでなく、普通期についても、使用する圧力制御バルブの有効制限域におけるパイプラインの圧力管理の可否について検討しておく必要がある。

12

13

14

15

② 給水量は、給水栓地点のわずかな圧力水頭差によって大きく影響を受ける。このため水田の配水ブロックの大きさは、流量・圧力調整の観点から、関係者間で協議できる又は巡視人等による給水栓操作が可能な範囲とし（例えば100haの場合、4～5ブロックに分割）、各ブロック入口に圧力又は流量制御バルブを設けることが重要である。

16

17

18

19

20

③ 取水量と実使用量が相違した際、個別の給水栓の開閉による微細な変化を取水量に反映させようとするれば、パイプライン途中の減圧水槽のバルブ等の操作方法を考慮する必要が生じ、場合によってはかんがい不良が発生する。これらを回避するためには、ファームpondや調整池の設置が有効であり、水源の河川、ダム等の状況に規制されない送配水操作がある程度可能となる。

21

22

23

24

25

④ 図-4.6.4のように管網又は樹枝状にする場合でも、幹線管路系と支線管路系を分離する。また、幹線系から支線系への分岐点である分水工は、必ず圧力又は流量制御の可能な施設とする。さらに、水源の流量配分を調整するための切替えバルブを要所に設置することにより、扱いやすく、故障時等の原因究明に寄与する水田パイプラインの水理設計が可能になる。

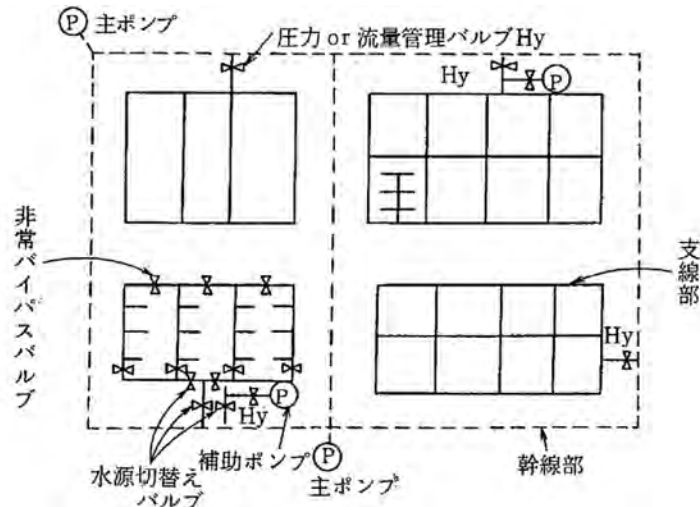


図-4.6.4 幹支線間のパイプラインと管理施設類の概要

ウ 管網配管の水理計算

送配水組織を管網に組んだ場合、樹枝状配管のように末端分流水量の積上げで定量的に計画流量を定めて口径を決定することはできない。一般に、管網配管における水理計算では、口径を仮定して流量計算を行い、管内流速の制限、分水圧力の制限等の条件を考慮し、その制約条件のなかで得られる最も小さな口径を決定する。したがって、管網配管の水理計算は1回の計算で口径が定まることは少なく、数回の試算が必要であり、特に分水点の分水量や分水位置が変動する場合には更に多くの試算を繰返して使用口径を決定することになる。

管網水理計算の詳細な手順及び留意点については、設計基準「パイプライン」を参照する。

4 構造設計

管路の構造設計では、地形条件、土質条件、水理条件、施工条件等を考慮して管種と埋設深を想定した後、荷重を決定し、続いて管体の横断方向及び縦断方向の構造計算を行う。検討内容は、耐圧強さ、移動、変形、水密性等とする。

(1) 埋設深

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。

ア 道路下埋設

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。なお、公道又は市町村道等に認定され道路構造令に準拠している農道下において、管径が300mm以下の鋼管、ダクタイル鋳鉄管、水道用ゴム輪形硬質ポリ塩化ビニル管(JWWAK 129)及び管径が200mm以下の水道用ポリエチレン二層管(JPS-04、JIS K 6762)については、0.6m以上としてよい旨が通知されている。詳細については、「建設省道政発第32号の2、建設省道国発第5号の2」を参照する。

イ 軌道下埋設

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。

- 1 ウ 河川下埋設
- 2 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
- 3 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。
- 4 エ 耕地下埋設
- 5 耕地下に埋設する場合の埋設深は、作土深+0.6m 以上を標準とする。作土深は耕作状況、管の敷
- 6 設状況等を考慮して決定する。
- 7 オ 山林下埋設
- 8 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。
- 9 カ 寒冷地における埋設
- 10 寒冷地における埋設深は、凍結深以上を標準とする。凍結深の算定については、設計基準「農道」
- 11 を参照する。
- 12 キ 浮上のおそれがある場合の埋設
- 13 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。
- 14 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。

(2) 基礎工法

- 15 ア 基礎及び埋戻し材料
- 16 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
- 17 び経済性等を考慮して選定しなければならない。管体の基礎及び埋戻し材料は、原則的として砂礫・
- 18 砂又は良質な地盤材料を用いるものとする。
- 19 管体の基礎及び埋戻し材料に関する留意事項は、次のとおりである。
- 20 ① 管体の基礎材料には、管体及び継手に悪影響を及ぼすものを使用してはならない。
- 21 ② 管体の基礎及び埋戻し材料は液状化の影響を踏まえて検討する必要がある。液状化の詳細な検
- 22 討方法については設計基準「パイプライン」を参照する。

イ 基床厚

(ア) 岩盤の場合

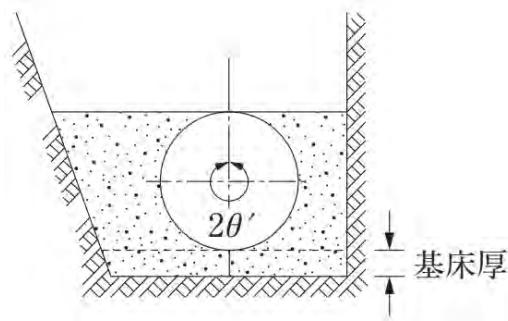
- 26 管体の敷設地盤が岩盤等堅固な場合、砂礫、砂又は良質な地盤材料で厚さ 300mm 以上置換し
- 27 十分締固めた基床を設ける（図-4.6.5 参照）。なお、口径が 300mm 以下の小口径管では該当口
- 28 径の呼び径に相当する基床厚とし、最小基床厚は 100mm 以上確保するものとする。



図-4.6.5 岩盤の場合の基礎工

1 (イ) 普通地盤の場合

2 直接管体を敷設すると不同沈下が起こる可能性がある地盤の場合は、砂礫、砂又は良質な地  
 3 盤材料で十分締固めた基床を設け、その上に管体を敷設する (図-4.6.6 及び表-4.6.15 参照)。



4 図-4.6.6 普通地盤の場合の基礎工

5 表-4.6.15 普通地盤の基床厚

6

口 径 (mm)	基床厚 (mm)
200 以下	100 以上
250 ~ 450	150 以上
500 ~ 900	200 以上
1,000~2,000 未満	300 以上
2,000 以上	0.2D <sub>c</sub> 以上

7 D<sub>c</sub>: 管外径 (mm)

8 (ウ) 軟弱地盤の場合

9 パイプラインにおける軟弱地盤は表-4.6.16 を目安とし、砂礫、砂又は良質な地盤材料で十分  
 10 締固めた基床を設け、その上に管体を敷設する。また、軟弱層が深い場合の基礎工法は、図-4.6.7  
 11 によるものとする。

12 軟弱地盤の基床厚としては、均等支持に必要な基床厚が確保できれば支障はないが、普通地盤  
 13 における基床厚以上とし、施工性を考慮した表-4.6.17 を目安とする。

14 表-4.6.16 軟弱地盤の目安

15

土 質	軟 弱 地 盤 の 目 安
粘 性 土	N <sup>注)</sup> ≤ 2 ~ 5、又は自然含水比 70%以上
砂 質 土	N <sup>注)</sup> ≤ 5 ~ 10、又は液状化の可能性のある土層

16 注) N: 標準貫入試験の N 値

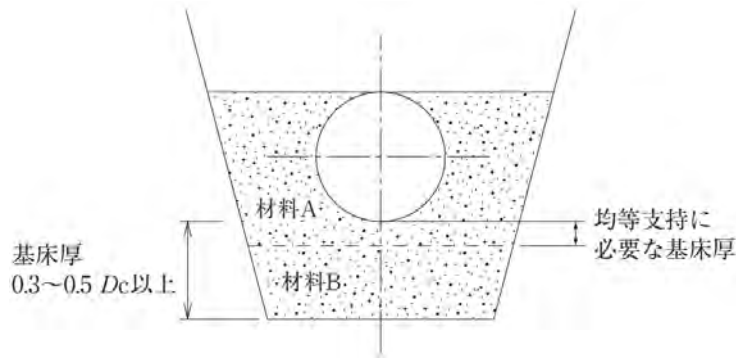


図-4.6.7 軟弱地盤の場合の基礎工例

表-4.6.17 軟弱地盤の基底厚 (目安)

口 径 (mm)	基底厚 (mm)
200 以下	150 以上
250~450	200 以上
500~900	300 以上
1,000~2,000 未満	500 以上
2,000 以上	0.3Dc 以上

Dc: 管外径 (mm)

ウ 設計支持角

土基礎の設計支持角は、管種、基礎材料の特質と施工支持角等を考慮して決定するものとし、表-4.6.18の値を標準とする。

また、コンクリート基礎の設計支持角は、コンクリートの巻立て角をもって設計支持角とする。

表-4.6.18 締固めた土基礎の設計支持角 (°)

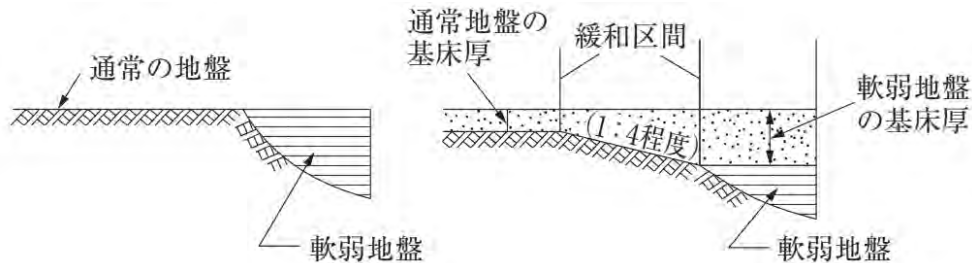
土質分類	管種 日本統一分類 <sup>注1)</sup> (中分類) 施工支持角 (°)	不とう性管		とう性管
		120 以上	180 以上	360
礫質土・碎石	{G}、{GS}、{GF}	90	120	120
砂質土	{S}、{SG} のうち小分類において {SW}、{SW-G}、{SGW}	90	120	120
	{S}、{SG} のうち小分類において {SP}、{SP-G}、{SGP}	90	90	90
	その他の {S}、{SG} のうち小分類にお いて {S-F}、{S-FG}、{SG-F}、{SF}	60	60	90
固化処理土	—	—	—	180

注 1) 設計支持角は、管体が基礎上に敷設された状態において確実に均等な反力分布が期待できる範囲とし、基礎材として適当と判

- 1 定された材料について、土質試験による分類に応じこの表の値を使用する。
- 2 2) とう性管の基礎材は管底部の反力とともに管側部の反力にも有効に働かなくてはならない。スパングララーによれば、その反力
- 3 は管底から管頂までの埋戻し材(基礎材)の施工状態に支配されるとしている。
- 4 この意味から、従来は基礎部、埋め戻し部と区分していたものを管底から管頂まで同一の基礎材で埋め戻すものとする(施工
- 5 支持角は  $360^\circ$  となる)。なお、固化処理土の施工支持角は  $180^\circ$  としてもよいが、管頂までの基礎材料は礫質土又は砂質土を
- 6 使用する。
- 7 3)  $\phi 300\text{mm}$  以下の小口径管において基礎材料に ML、CL を使用する場合の設計支持角は、不とう性管  $30^\circ$ 、とう性管  $60^\circ$  と
- 8 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又は砂質土を使用する。
- 9 4) 日本統一土質分類法の分類記号は、{ } が中分類、( ) が小分類を示す。
- 10 細粒分 5%未満の粗粒土の細分類は、 $W$ が粒径幅の広い均等係数  $U_c \geq 10$ 、 $P$ が分級された  $U_c < 10$  を示す。
- 11 5) 不とう性管の基礎材料に固化処理土を使用する場合の施工例が少ないため、採用する場合は専門技術者に相談するなどの検討
- 12 が必要である。

13 エ その他

- 14 ① 不とう性管が大きな荷重を受ける場合や敷設傾斜角度が大きい場合には、一般にコンクリート
- 15 基礎が用いられる。しかし、とう性管の場合には基礎境界の管体の部分に応力が集中するので、
- 16 コンクリート基礎等はできるだけ避けることが望ましい。
- 17 ② 基礎地盤の急激な変化は、不同沈下の原因になり管体の折損・破損事故につながるため、急激
- 18 な基床の変化を避けるために図-4.6.8のように緩和区間を設けることが必要である。



19 図-4.6.8 基礎地盤が急変する場合の基礎の一例

- 21 ③ スタンド(分水、調圧、通気等)、スラストブロック、制水弁、マンホール、監査柵等との接続
- 22 部には、短管を用い特殊継手等とともに、砂、砂利等で基礎を構築する。

23 5 附帯施設

24 (1) 給水栓

25 給水栓は、パイプラインの最末端で受益地に散水又は給水するための施設で、その種類と特徴及

26 び選定に当たっての留意すべき事項は次のとおりである。

27 ア 給水栓の種類と特徴

28 農業用の給水栓として一般に使用される給水栓の種類と特徴は、表-4.6.19のとおりである。

29 水管理の省力化を図るため、例えば、大規模経営体が多数の農地を管理する場合等においては、

30 1区画に1か所以上の多機能型自動給水栓を設置することは効果的である。また、情報通信環境整

31 備が難しい場合等により多機能型自動給水栓の導入が難しい場合は、自動給水栓の導入が効果的で

32 ある。

1

表-4.6.19 給水栓の種類と特徴

種類	水田	畑		材質		口径 (mm)	耐圧 (Mpa)	保護工	特徴
		低圧	高圧	金属	プラスチック				
多機能型自動給水栓	○				○	メーカー仕様による	同左	水位設定及び保護のための枠を設ける	センサーを活用し、スマートフォン等により水位等の遠隔監視、遠隔操作が可能となる。また、深水管理や高温対策等に対応した高度な水管理が可能となる (図-4.6.9 参照)
自動給水栓	○				○	50~75	0.74	水位設定及び保護のための枠を設ける	水位センサーやタイマー機能等により給水・止水を行い水位制御を行う (図-4.6.10 参照)
傘形弁	○	○		○	○	50~100	0.40~0.98	口径の5~6倍の保護槽	主に水田用で流量(開度)特性良好、現地解体組立て可能(図-4.6.11 参照)
アングル弁	○	○	○	○	○	25~100	1.96	-	取出し角度45~90°、水平360°回転構造あり (図-4.6.12 参照)
ゲートバルブ	○	○	○	○	○	40~300	0.49~0.98	-	(図-4.6.13 参照)
電磁弁		○	○	○	○	20~150	0.69~2.94	保護ボックス内は乾燥保持	遠隔操作に用いる。近年損失水頭、水撃圧、除塵等に改良が見られる (図-4.6.14 参照)

2

※上表の耐圧に係る記載は、一般的な例を参考として示したものである。



図-4.6.9 多機能型自動給水栓の例<sup>7)</sup>

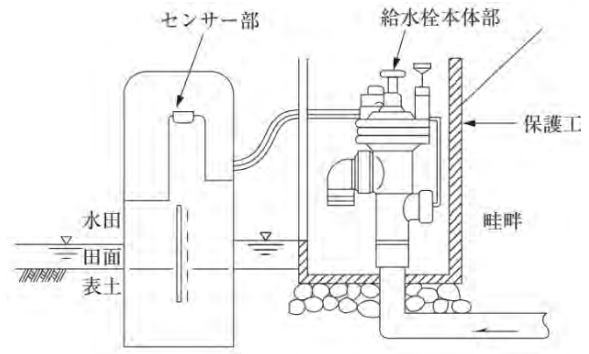


図-4.6.10 自動給水栓の例<sup>8)</sup>

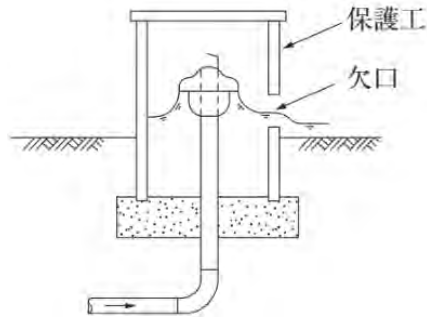


図-4.6.11 傘形弁型式の給水栓（下向き）の例

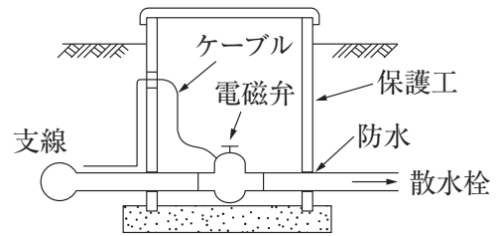


図-4.6.12 アングル弁型給水栓の例

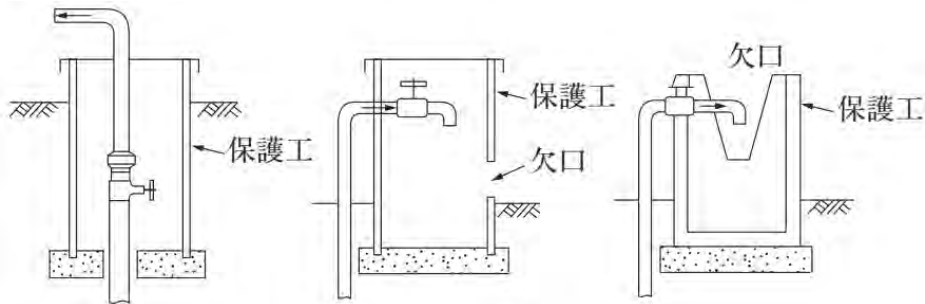


図-4.6.13 ゲートバルブ型給水栓の例

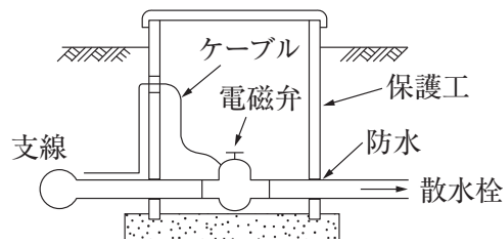


図-4.6.14 電磁弁給水栓の例

1  
2  
3  
4

5  
6  
7

8  
9  
10

11  
12  
13

1 イ 選定に当たっての留意事項

- 2 ① 給水点で最低動水頭のときでも、計画最大給水量を給水できる能力があること。  
3 ② 管理誤差等に対処するため、給水点において十分水頭があること。特に、低圧パイプラインの  
4 給水栓では水頭の余裕が必要である。  
5 ③ 操作がしやすく、施設費が安価で、耐久性があること。  
6 ④ ごみが詰まりにくく、詰まったごみの処理が容易であること。  
7 ⑤ 水撃圧が小さいこと。  
8 ⑥ 給水栓の設置個数は、実際の給水能力を反映した算定により決定する。  
9 ⑦ 農業機械の走行を妨げないよう、給水栓の構造や設置場所に留意する。  
10 ⑧ 営農計画や地域の土地利用及び用水形態を十分踏まえ、効率的かつ省力的な水管理を必要とする  
11 場合は、多機能型自動給水栓や自動給水栓を採用することが望ましい。  
12 ⑨ 多機能型自動給水栓（自動給水栓）を導入する場合は、代かき等の最大用水量を取水するのに  
13 必要な箇所数とする基本的な考え方に基づき1耕区に複数の給水口を設置する場合は、多機能  
14 型自動給水栓（自動給水栓）の数を通常の用水管理に必要な最低限の箇所数（例えば、必要と  
15 なる用水量を半日でかん水できる数）に絞り込み、1耕区において多機能型自動給水栓（自動  
16 給水栓）と手動給水栓を組み合わせて設置することが望ましい。  
17 ⑩ 耕区辺長が長くなると風浪の影響が大きくなり、自動給水栓の誤作動が生じる場合がある。  
18 ⑪ 多機能型自動給水栓を導入する場合は、実用性、耐久性、費用対効果等の実証や機器の改良が  
19 行われているところであり、これらの状況を勘案し、導入の是非を判断することが望ましい。  
20 ⑫ 多機能型自動給水栓を導入する場合は、盗難防止対策、冬場の機器の保守管理（保管方法）等  
21 をどうするか、将来的な維持・更新費用の負担をどうするかなど費用負担を含めた維持管理方  
22 法を決定する必要がある。特に、バッテリーや電子部品は定期的な更新が必要になること、機  
23 器によっては1台ごとに通信費用がかかることから、農業者の意向を十分踏まえつつ、慎重に  
24 検討する必要がある。

25 (2) 制水弁

26 制水弁は、事故の復旧補修、点検、新設管との連絡管、洗浄排水（排泥）等の目的でパイプライン  
27 の流水を遮断するもので、設計水圧に耐える強固な構造を有し、かつ操作が容易で耐久性のあるも  
28 のを選定する必要がある。また、制水弁の開閉方向には、右開きと左開きがあるため、地区内で混乱  
29 が生じないように留意する必要がある。

30 なお、その他の附帯施設を含む詳細な設計については、設計基準「パイプライン」を参照する。  
31

32 4.6.4 開水路の設計

ほ場整備事業で取り扱う開水路の検討に当たっては、設計基準「水路工」に準拠する。

33 1 水理設計

34 水理設計は、要求される水理機能を満足するために必要な断面規模や安定した流況が得られること  
35 を目的として、許容流速、粗度係数等を適切に選択して行う。

1 (1) 水理計算

2 ア 流量計算

3 水路の断面寸法は、原則として設計流量について平均流速公式を用いて求める (式(4.6.10) 参  
4 照)。なお、開水路系の等流流速の計算は、原則として Manning 公式を用いる (式(4.6.11) 参照)。

5  $Q = A \cdot V$  ..... (4.6.10)

6  $V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$  ..... (4.6.11)

7 ここに、  $Q$  : 流量 (m<sup>3</sup>/s)       $A$  : 通水断面積 (m<sup>2</sup>)       $V$  : 平均流速 (m/s)

8  $R$  : 径深=A/P (m)       $P$  : 潤辺 (m)       $I$  : 水路勾配

9  $n$  : 粗度係数

10 イ 粗度係数

11 水路設計に用いる粗度係数は、設計基準「水路工」を参照する。

12 (2) 許容流速

13 水路の流速は、土砂の堆積が起こらず、かつ水中植物が繁茂しない最小許容流速と、水路内面を構  
14 成する材料の流水に対する耐久性が確保され水理的に不安定な流況が発生しない最大許容流速の範  
15 囲内とすることを標準とする。

16 流量と流速の条件を満足する水路勾配を選定するものとし、地形状況により適当な勾配が得られ  
17 ない場合は、落差工や急流工を設けて調整する。

18 ア 最小許容流速

19 最小許容流速を制約する要素は不明確で、適切な値を確定することは必ずしも容易ではない。一  
20 般的に、シルト及びそれよりも大きい粒径の土砂が少ない場合、各粒径に応じて 0.45~0.90m/s の  
21 平均流速があれば、浮遊土砂の堆積を起こさず、また 0.70m/s 以上の平均流速があれば著しく流れ  
22 を妨げるような植物の生育も防止できるとされている。(表-4.6.20 参照)

23 表-4.6.20 最小許容流速

水路の状況	最小許容流速
浮遊土砂の堆積が懸念される水路	0.45~0.90m/s
水中植物の繁茂が懸念される水路	0.70m/s

24 イ 最大許容流速

25 最大許容流速は、水路を形成する材料によって著しく相違し、不明確なので、経験や他の例から  
26 判断せざるを得ないが、水路及び水路構造物内面の材質及び部材厚によって、ほぼ表-4.6.21 のよ  
27 うな値が制限値とされている。詳細については、設計基準「水路工」を参照する。

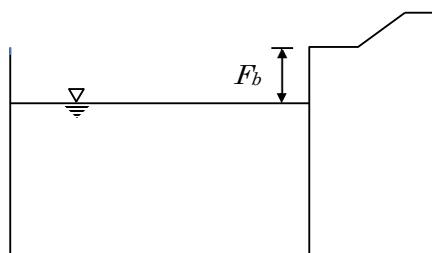
1

表-4.6.21 最大許容流速

種 別	流速(m/s)	種 別	流速(m/s)
砂質土	0.45	厚いコンクリート(18cm程度)	3.00
砂質ローム	0.60	薄いコンクリート(10cm程度)	1.50
ローム	0.70	アスファルト	1.00
粘質ローム	0.90	ブロック空積(控30cm以下)	1.50
粘土	1.00	ブロック空積(控30cm以上)	2.00
砂混り粘土	1.20	ブロック練積	2.50
軟岩	2.00	プレキャストコンクリートパイプ	3.00
中硬岩	2.50	鋼管	5.00
硬岩	3.00	プレキャストコンクリート水路(柵渠を除く)	3.00

## 2 (3) 余裕高

3 用水路の余裕高は、図-4.6.15に示す高さである。



4

5

図-4.6.15 用水路の余裕高

6 水理上の安全性を確保するため、設計流量に対応する設計水面上に余裕高を見込んで通水断面を  
 7 決定しなければならない。余裕高は原則として、水路粗度係数の変動に対する余裕、流速水頭が静水  
 8 頭に変換される可能性に対する余裕及び水面動揺に対する余裕を加えて決定する。

9 標準的な水路余裕高の算定方法は、水路の目的、水路の形式及び断面形状別に、次のとおりとす  
 10 る。なお、プレキャストコンクリート水路(鉄筋コンクリートベンチフリューム等)の余裕高につい  
 11 ては、設計基準「水路工」を参照する。

12 ア 無ライニング水路並びにライニング水路

13 
$$F_b = 0.05d + \beta \cdot h_v + h_w \dots\dots\dots(4.6.12)$$

14 ここに、 $F_b$  : 余裕高 (m)15  $d$  : 設計流量に対する水深 (m)16  $h_v$  : 流速水頭 (m)17  $\beta$  : 流速水頭の静水頭への変換係数で0.5~1.0をとる。18  $h_w$  : 水面動揺に対する余裕 (m)

1 イ 擁壁型水路(フルーム、擁壁水路、箱形暗渠、既製品水路等)

2 擁壁型水路の余裕高は、原則として式(4. 6. 13)による。

3 
$$F_b = 0.07d + \beta \cdot h_v + h_w \dots\dots\dots (4.6.13)$$

4 ウ トンネル及び暗渠

5 円形又は馬てい形のトンネル及び暗渠(箱形暗渠の場合は擁壁型水路に準じる)の余裕高は、原則  
6 として、次の(a)、(b)のいずれか大きいほうにより断面の大きさを決める。

7 なお、排水路の場合は、地域の特性や上下流の水路との関連により余裕高を大きくするなどの  
8 対応が求められることもある。

9 (ア) 設計流量に対して

10 
$$d_1/D_1 = 0.80 \sim 0.83$$

11  $d_1$  : 設計流量に対する水深 (m)

12  $D_1$  : 高さ (m)

13 ただし、 $(D_1 - d_1) \geq 0.30$  (m)

14 なお、 $D \leq 0.60\text{m}$  の場合  $F_b = D/2$  (m) とする。

15 (イ) 用水路で洪水を流入させる場合

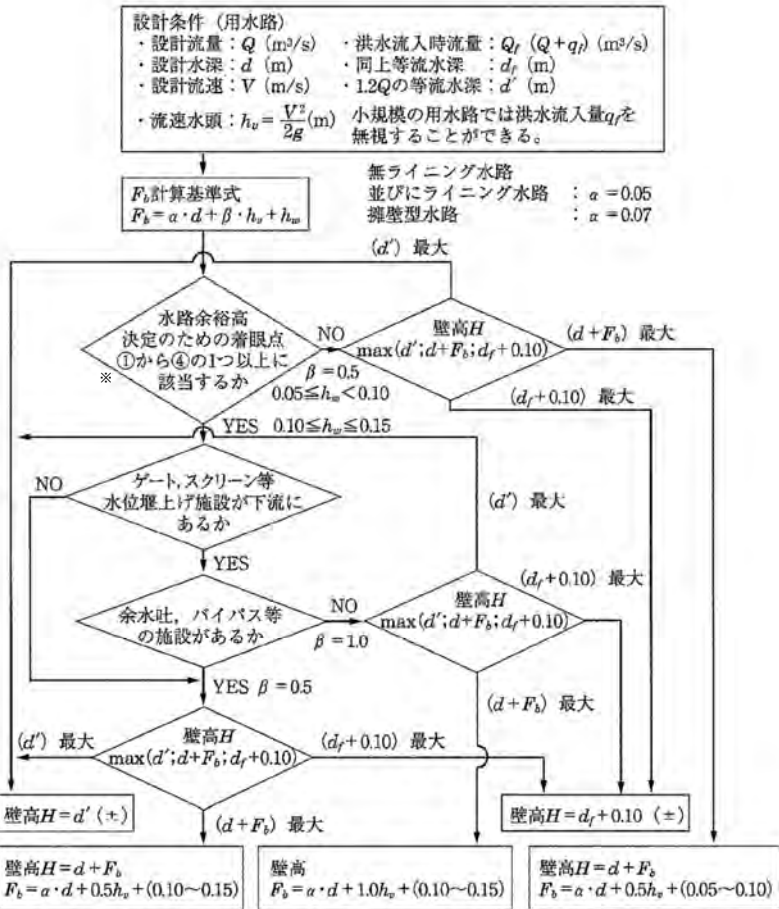
16 
$$d_2/D_2 = 0.90 \sim 0.93$$

17  $d_2$  : 洪水を加味した流量に対する水深 (m)

18  $D_2$  : 高さ (m)

19 (4) 水路の目的別余裕高と水路壁高の算定

20 用水路の開水路形式の余裕高及び水路壁高の算定については、図-4. 6. 16 に示すフローチャートに  
21 基づいて行う。



注) 水路余裕高決定のための着眼点②, ③の場合で、水理的検討により必要と判断される場合、上式以外により壁高算定を行ってもよい。

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24

※水路余裕高決定のための着眼点

① 規模、重要度、立地条件

余裕高の決定に当たっては、水路の規模、重要度を考慮しなければならない。広い地域に関する重要な幹線水路とこれ以外の幹・支線、分線又は派線水路を同等に扱うことは不都合であり、同様に人家に近い盛土水路と山間部の水路では余裕高にいくらかの差を設けることができる。

② 工種

水路は通水施設の工種、断面形により不測の事態に対する適応性が異なる。内圧サイホン、トンネル、円形又は馬蹄形暗渠等は、一定の限界を超えると水頭の増加や通水能力増加の関係が変化する。したがって、余裕高の決定に当たっては、水路の工種、配置及び水理特性についても考慮すべきであり、これらの工種の直上流の開水路では余水吐等の検討とともに余裕高の決定は慎重に行う必要がある。

③ 構造物の配置と水路の湾曲

水路中の構造物（落差工、急流工、ゲート、スクリーン等）及び水路の急な湾曲は、堰上げ背水や波動の原因となる。このため、余裕高の付与に当たっては、これらとの関係も考慮し、水路によっては標準値以上の余裕高が必要となる場合もある。

④ 管理

水源流量の変化の可能性、分土工、余水吐の構造と管理状況によっては、予定以上の流量が水路を流下する場合がある。このような、特に水路の場合、取入口付近の余裕高の付与に当たっては、これらの要素を考慮しなければならない。

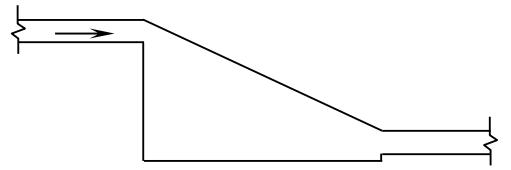
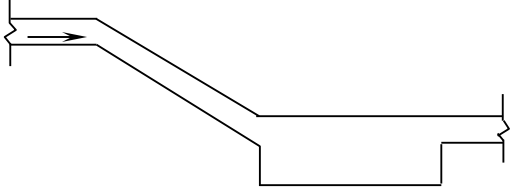
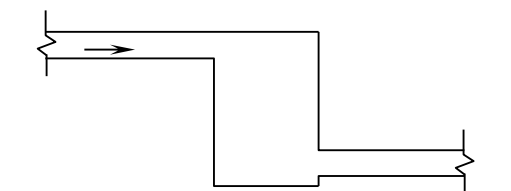
⑤ 洪水の流入

用水路において、やむなくある流域の洪水流を取込む場合や水路敷内に降下流入する雨水については、その水量を考慮して余裕高を決定しなければならない。この場合、護岸頂まで10cm程度の余裕が残されることが望ましい。また、水路内面に水草が繁茂し大幅に粗度を増大させている事例も報告されている。このような水草は通常の維持管理作業により撤去されるが、困難な場合もありやむを得ないと判断されるときは適切な粗度係数の推定を行い、余裕高を増加させるなどの対策をとるものとする。

図-4.6.16 用水路（開水路）の余裕高算定と壁高決定のフローチャート

- 1 2 構造設計
- 2 (1) 一般事項
- 3 ① 幹支線水路の断面は、原則として分水地点ごとに決定する。小用水路の断面変化は原則とし
- 4 て考慮せず、一路線一断面とする。
- 5 ② 用水路（開水路）は、原則としてプレキャストコンクリート製品で施工するものとし、維持管
- 6 理上最小断面を上幅 250mm 程度とする。
- 7 ③ 小用水路の断面は、ピーク用水時点を検討の上、最大通水量により決定する。
- 8 ④ 用水路底高が田面より高すぎると農業機械のほ場内進入に支障を来すのみでなく、各耕区の水
- 9 口に洗掘防止施設が別途必要となる。また、底高が低すぎると耕区への取水が困難になる。よ
- 10 っつて、底高は田面に比して－5～＋10cm の範囲とすることが望ましい。
- 11 ⑤ 溝畔の形状は、維持管理上の利便性にも配慮し決定する。
- 12 (2) 構造設計
- 13 構造設計については、設計基準「水路工」に準拠する。
- 14 3 附帯構造物
- 15 (1) 分水工
- 16 末端用水路には小規模な分水工を設置するものとし、その構造は、プレキャストコンクリート製
- 17 品の柵に簡易ゲート又は角落しを付け流量調節が可能なものとする。
- 18 (2) 屈曲部
- 19 用水路の急な曲部（45° 以上）には、プレキャストコンクリート製品の柵等を設け、流水の飛散防
- 20 止を行い停滞なく流下できる構造とする。また、一般的には落差を 5～10cm 程度設けるものとする。
- 21 (3) 落差工
- 22 落差工の設置に当たっては、地形的に落差のある地点等付近の地形と調和した場所に選定する。
- 23 また、流水に対して好ましくない波を発生させないため、上下流にわたって水路の線形が直線的で
- 24 ある区間を選定することが望ましい。
- 25 落差工設置部分の溝畔は、落水の飛散による侵食を防止するため張ブロック等で保護する必要が
- 26 ある。
- 27 一般的に使用されている落差工形式を表-4.6.22 に示す。

表-4.6.22 一般的な落差工形式

	形 状	留 意 事 項
階段式 落差工		<ul style="list-style-type: none"> <li>・流量が大きく、落差が小さい(1.0m 以下) 場合に使用する。</li> <li>・プレハブ式構造のプレキャストコンクリート製品もある。</li> </ul>
シュート 式落差工		<ul style="list-style-type: none"> <li>・小～中程度の流量で、落差が大きい(1.0m 以上) 場合に使用する。</li> <li>・プレキャストコンクリート製品の組合せにより構成され、落差に応じて静水部の延長を調整する。</li> </ul>
円筒(柵式) 落差工		<ul style="list-style-type: none"> <li>・流量が小さく、中程度の落差(2.0m 以内) の場合に使用する。</li> <li>・落差部は、ヒューム管又はプレキャストコンクリート製品の落差柵の組合せによって落差を調整する方式のものがある。</li> </ul>

## 2 (4) 水口(取水工)

3 水口は、各耕区の小用水路に沿う辺に1か所以上、間隔 50m 以内に設けることが望ましいが、工  
 4 事費の削減、維持管理労力・水管理労力の軽減のため、かん水に支障を来さない範囲で複数の水口を  
 5 集約化することが有効である。設置箇所が1か所の場合は辺の上流側に設けるものとする用排水長  
 6 が 100~150m 程度を超えるほ場については、用水操作の難易を考慮し水口を耕区の両側に設置する  
 7 ことも検討する。

8 水口の断面は、開水路の場合には取水量に応じて幅を最大 50cm 以内とし、それ以上の幅を要す  
 9 る場合には2か所以上に分ける。敷高は、小用水路の底高に左右されるが、流入時の洗掘防止等から  
 10 田面から 0~10cm の範囲にあることが望ましい。

11 構造は開閉操作に便利なものとし、越流水深等により流量計測が簡易に行える構造とする。急勾  
 12 配用水路からの取水については、安定的な取水が可能な水口構造とする必要がある。

13 なお、農業機械の走行を妨げないよう、水口の構造や設置場所に留意する。

14 一般的に使用されている水口の型式を表-4.6.23 に示す。

表-4.6.23 一般的な水口の型式

	型 式	留 意 事 項
給 水 栓		平坦地水田地帯（勾配が緩く、比較的用水路断面が大きく水深が確保できる場合）で使用される。支線用水路等より、直接分水しなければならない。
分 水 工		最も一般的に使用されている型式である。 傾斜地では、水路勾配が急になると取水が困難になる場合がある。また、堰上げにより流水が飛散し周辺を侵食するおそれがある。
急 流 分 水 工		上記の分水工を傾斜地水田用に改良したものである。

## 2 【参考】急勾配（射流）水路からの取水について

3 用水路に急勾配水路を採用した場合、急流（斜流）からの安定的取水が問題となる。急勾配取水工  
4 法の詳細については、計画基準「ほ場整備（水田）」を参照する。なお、適用に当たっては地形条件等  
5 の現場状況を十分検討する必要がある。

## 6 (5) 安全施設

7 水路の安全施設には、水路内への侵入、転落を防止する施設、誤って転落した場合極力安全を確保  
8 し速やかに排出できる施設、その他警告する施設等に区分し、状況を的確に判断し適切な計画とし  
9 なければならない。

10 水路及びその周辺に設置する安全施設としては次のものがある。その設置に当たっては、使用目  
11 的に合致した形式及び構造とする。また、設置場所については十分検討を行い決定する。

- 12 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、ガードレール等
- 13 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、  
14 通行止門扉、警戒標識、立札等
- 15 ③ 水路内の昇降用のステップ、梯子、階段等
- 16 ④ 転落者救出用の安全ロープ、浮輪、安全棒等
- 17 ⑤ 照明施設、換気施設、防音施設等

13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54

---

引用・参考文献

- 1) 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 4 月）
- 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・計画「農業用水（水田）」（平成 22 年 7 月）
- 3) (公社)農業農村工学会：改訂 6 版 農業農村工学標準用語事典（令和元年 8 月）
- 4) 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）
- 5) 石井敦（2018）：真の低コスト稲作のための農地の利用集積・圃場整備と土地改良法の改正、土地と農業 48、p.26-42
- 6) 農林水産省農村振興局：電気設備計画設計技術指針（高低圧編）（令和元年 9 月）
- 7) 若杉晃介、鈴木翔（2017）：ICT を用いて省力・最適化を実現する圃場水管理システムの開発、農業土木学会誌 85、p.11-14
- 8) (公社)土地改良測量設計技術協会：農業農村整備事業品質確保・向上対策事業新技術等普及マニュアル（案）（平成 12 年 3 月）
- 9) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」（平成 26 年 3 月）