

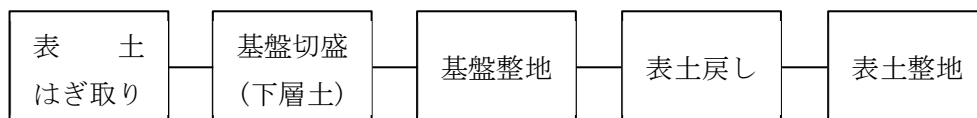
1 4.3 整地

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に発揮できる機
19 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。

1 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。

2 1 一般事項

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を総合的に判断して決定されるべきである。ただし、病虫害等の混入により作物生育に支障のある土は、表土として使用してはならない。

8 2 表土扱い

9 (1) 表土扱いの厚さ

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。

12 (2) 表土扱いを行わない場合

次の場合には、表土扱いを行わない。

14 ア 表土扱いが困難な場合

① 排水の悪い軟弱地盤や湿田を施工する場合

② 急傾斜地水田で施工する場合

上記の場合、土層改良及び土壌改良を実施する。

18 イ 表土扱いを必要としない場合

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 以上となり、肥培管理によって表土となし得る場合

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

③ 切土、盛土深が 5cm 以内の平坦な地区の場合

23 3 施工方法

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（表土扱いを行う工法）があり、主に当該区域の地形条件によって工法を選定する。

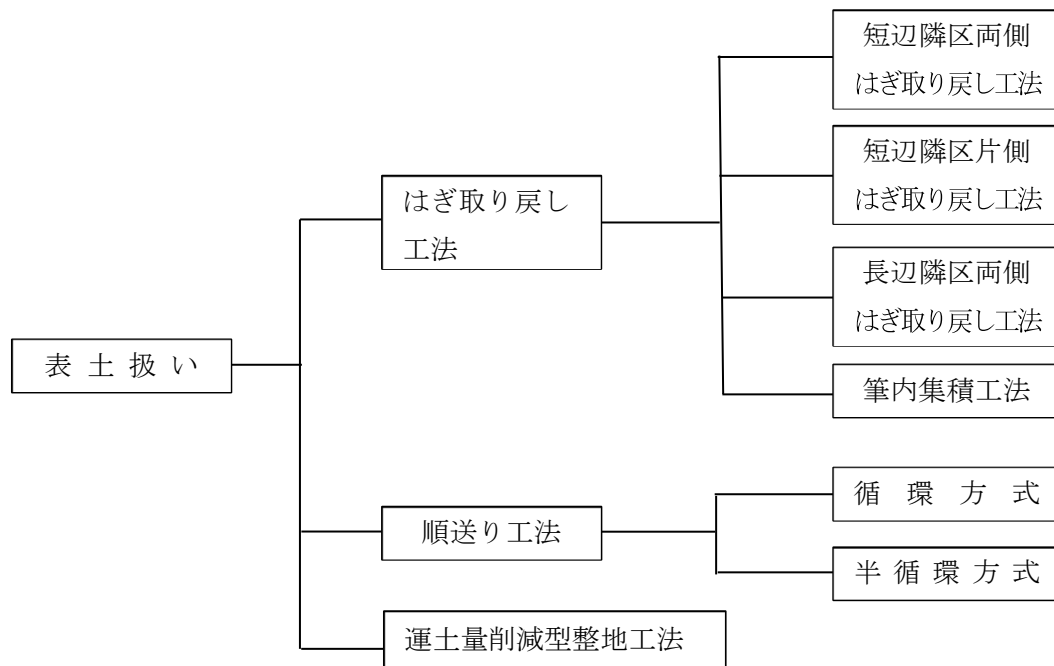


図-4.3.1 表土扱い工法

(各工法の詳細は表 4.3.1 を参照)

(1) はぎ取り戻し工法

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計算方法が異なる。

(2) 順送り工法

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ク（ほ区又は農区）単位に行うこととなる。

(3) 運土量削減型整地工法

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、ゴムロ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（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。

表-4.3.1 表土扱い工法

		内 容	適 用 区 分
は ぎ 取 り 戻 し 工 法	はぎ取り戻し工法 短辺隣区両側		計画筆外の短辺隣区両側に表土を集積し、基盤整地後撒き戻す工法である。 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 未満で、点在しているほ区の場合に適用する。
	はぎ取り戻し工法 短辺隣区片側		計画筆外の短辺隣区片側に表土を集積し、基盤整地後撒き戻す工法である。 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。
	はぎ取り戻し工法 長辺隣区両側		計画筆外の長辺隣区両側に表土を集積し、基盤整地後撒き戻す工法である。 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。
	筆内集積工法		計画筆内の整地標高に近い現況田に表土を集積し、基盤整地後撒き戻す工法である。 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。
	順送方式		基盤造成の完了した区画（下段）に隣接区画（上段）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 未満である。 ④ 逆田修正を伴わない。
工 法	半循環方式		下段の耕区に押土する場合には計画田面標高差は考える必要なく、最終の耕区に最初の耕区（仮集積）から二次運土する方法である。 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。

1 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。

2 1 有効土層の保持

3 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
4 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
5 有効土層厚 30cm 以上を確保することを検討する。

6 有効土層は、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。それ
7 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。

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

12 2 土層改良

13 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
14 等を総合的に判断の上、検討する。

15
16 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 ・養肥分不足	混層耕、客土

1 (1) 客土

2 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
3 耐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
4 入土の搬入方法により、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。

5 (2) 混層耕

6 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
7 沖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
8 加、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
9 工法、改良反転客土工法、深耕工法、心土耕工法に区分される。

10 (3) 心土破碎

11 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
12 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
13 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
14 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
15 心土破碎として扱う。

16 (4) 除礫

17 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
18 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
19 又は細砕及び混合等を行うものである。

20 (5) 不良土層排除

21 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
22 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
23 効土層厚を増加させるものである。

24 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
25 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
26 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
27 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。

28 (6) 床締め

29 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
30 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。

31 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
32 対策として心土破碎転圧工法を実施する場合もある。

33
34 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
35 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	・作土の理化学性変化 ・作土厚の増加 ・地耐力の増加	・作土の土性が極端に砂質又は重粘質である。 ・泥炭地で鉍物質土壌に乏しい。 ・作土中に微量元素が不足している。 ・老朽化している。(水田) ※ ・漏水が大きい。(水田) ・地耐力が小さい。 ・浅耕土である。 ・作土が薄く、そのままでは汎用農地化ができない。 ・表土戻しの土量が不足している。 ・地盤が低く、かさ上げが必要である。 ・土壌流亡が生じ、作土厚が不足している。 ・作土に石礫が多く、それを取り除く適当な方法がない。 ・土の入替えを要する。(施設畑)	・様々な状態に対応し得る、応用範囲の広い技術である。 ・適当な客入土の得られる土取場を探す必要がある。 ・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。 ・運土に工夫を要する。 ・段階的施工又は追加施工を要することがある。
混 層 耕	・有効土層の理化学性変化 ・有効土層厚の増加	・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。 ・表土に比べて、下層土が比較的肥沃である。 ・心土が全般的に堅密である。	・特殊な成層の場所でのみ採用し得る技術である。 ・特殊なプラウが必要である。 ・施工後、直ちには効果を生じない場合もある。
心 土 破 砕	・土層内の堅密な部分の破碎と膨軟化	・土層中に堅密な層があるため作土が薄い。 ・土層中に堅密な層があるため有効土層が浅い。 ・耕盤の形成が著しい。 ・土層の透水性、通気性が悪い。	・透水性、通気性の改善に有効な技術である。 ・乾燥期に施工すると効果的である。 ・効果の持続性に若干問題がある。 ・有効水分量を増大させる。
除 礫	・作土内の石礫の減少又は粒化	・営農上支障となる石礫が土層の中にある。	・特殊な作業機械が必要である。 ・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。
不 良 土 層 排 除	・不良土層の消失	・深耕して、作土と混和しても、風化してない軽石層などが表層又は作土の下に厚く分布する。	・特殊な土層の農用地に限り施工するものである。 ・コストが高い。 ・排除土の処理に工夫を要する。
床 締 め	・耕盤の形成 ・耕盤の強化	・開田後、浸透過多が予想される。(水田) ・漏水田 ・浸透過多が予想される。(還元田)	・施工時期を選んで転圧すれば効果的である。 ・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。

2 ※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
5 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 ² 以上	200kN/m ²	許容値よりも 小さい場合 ： 床締め 暗渠

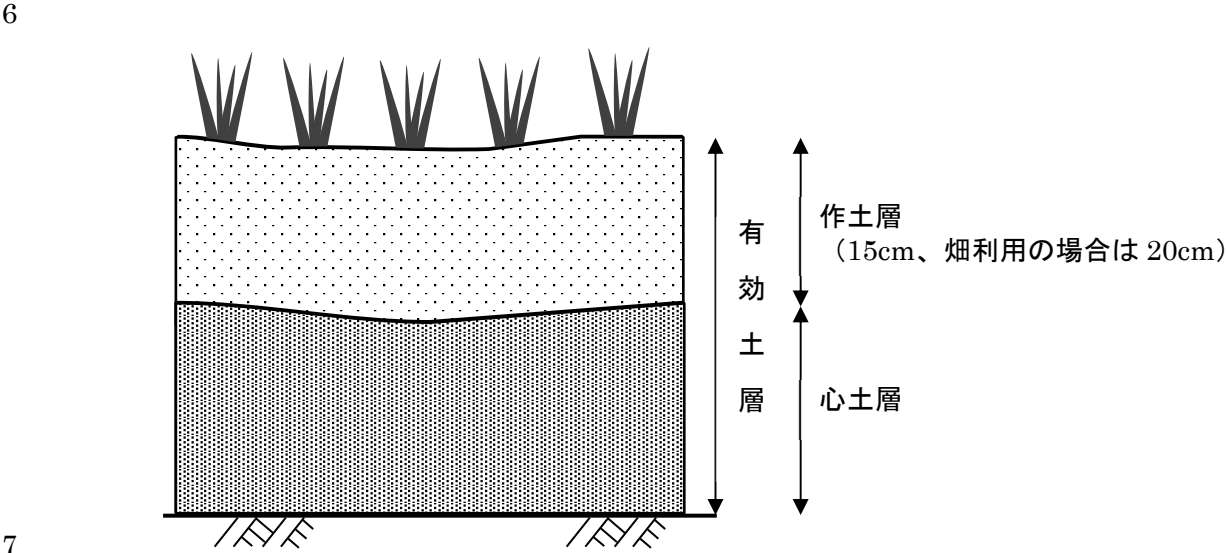


図-4.3.2 土壌断面図

3 土壌改良

土壌改良は、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。

土壌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壌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、土壌改良工事として有機質資材の投入も行われる。

(1) 酸性土壌の改良

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 の低い酸性の土壌に対しては、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 (H₂O) 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。CaCO₃ 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 CaCO₃ の必要量は 100mg-25mg=75mg となる。

$$\begin{aligned} 1ha \text{ 当たり炭酸カルシウムの投入量 (t/ha)} &= L \times d \times (w \times 10^{-4}) \div 1.79 \div (p \times 10^{-2}) \times 10^2 \\ &= \frac{L \times d \times w}{1.79p} \dots \dots (4.3.1) \end{aligned}$$

L : 土壌改良深 (cm)

d : 試料が属する土壌の現地容積重 (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/cm³)

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 CaCO₃ (mg)

p : 市販炭酸カルシウム中の CaCO₃ 含量 (標準 80%)

例えば、土壌改良深 15cm、 $d=1.1$ 、 $w=75\text{mg}$ 、 $p=80\%$ とした場合、

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

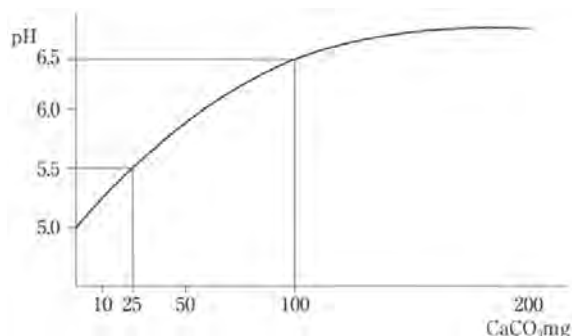


図-4.3.3 緩衝能曲線図

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 $1ha$ 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
$$= \frac{L \times p \times d}{r} \times 10^{-3} \dots (4.3.2)$$

7 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%)

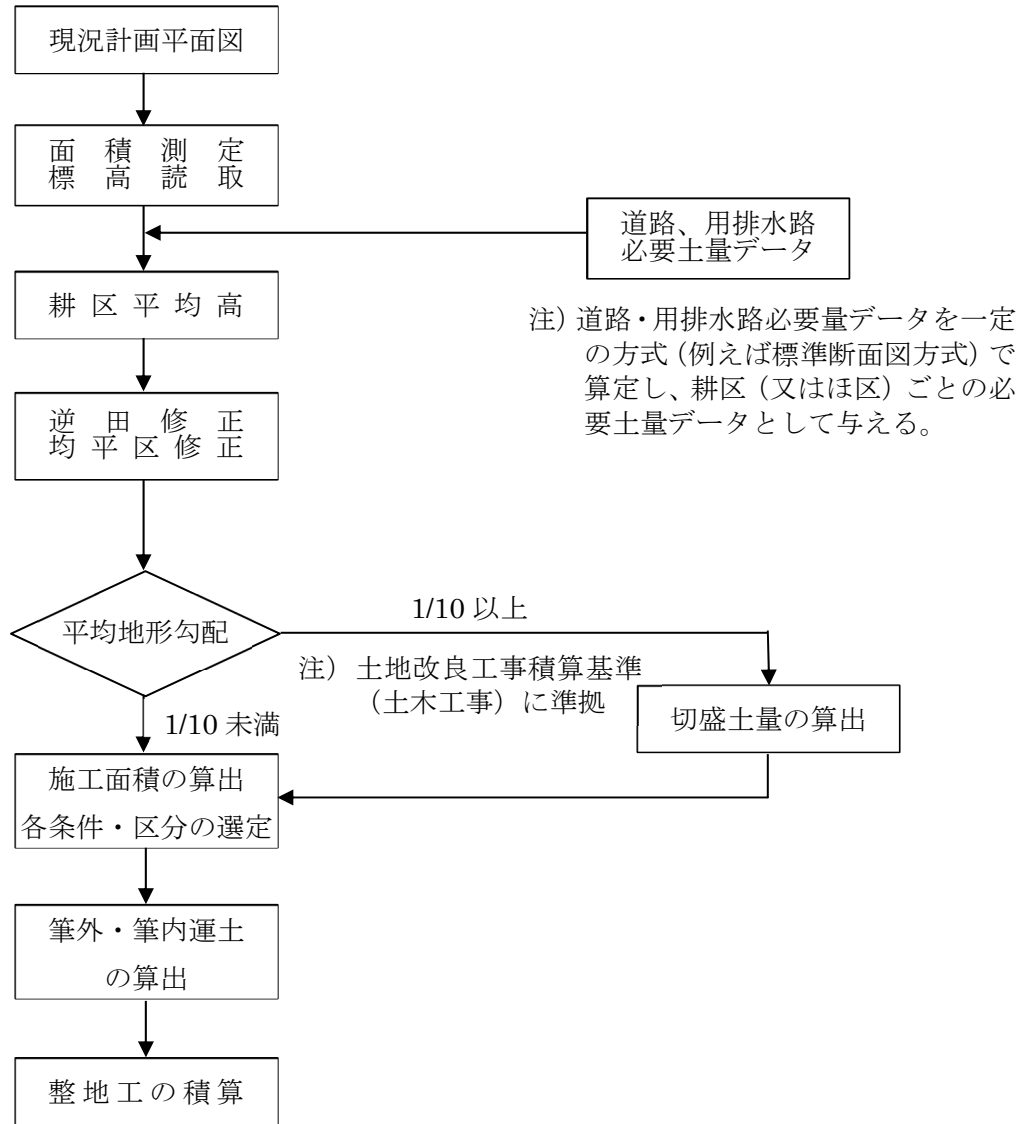
11 例えば、土壌改良深 15cm、 $p=1,500$ 、 $d=1.1$ 、 $r=19\%$ とした場合、

12 $1ha$ 当たりリン酸肥料の投入量 $= \frac{15 \times 1,500 \times 1.1}{19} \times 10^{-3} = 1.3t / ha$
13

1 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。

- 2 1 作業手順
- 3 計画標高等の算出の作業手順を図-4.3.4 に示す。



4

5 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)）。

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

ここに、 FH ：計画標高

E_i ：各筆の整地前の標高

A_i ：各筆の整地前の面積

B ：道路・用排水路に必要な土量

ただし、残土は標高換算で1cm未満は切り捨てる。

(2) 運土距離

運土距離（ $\bar{D}$ ）は式(4.3.4)によって求める。

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

ここに、 V_i ：各筆の切取り土量

d_i ：各筆の運土距離（重心→重心）

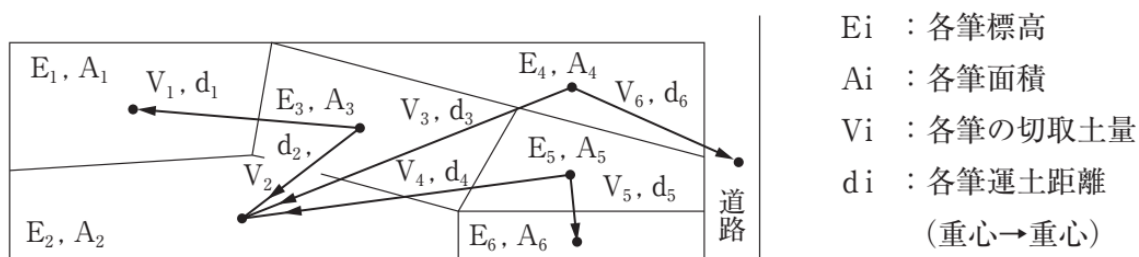


図-4.3.5 運土ベクトル

1 【計算例】加重平均法による算定

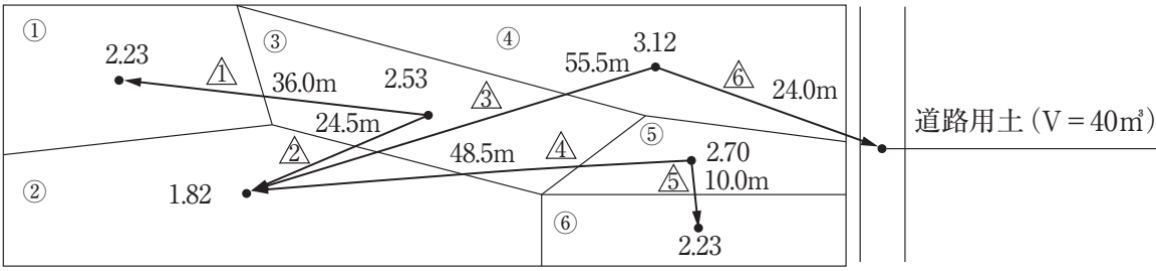


図-4.3.6 計画耕区

表-4.3.5 計画標高、土量計画表

土 量 計 算 表									
1 区 1	農区 3		ほ区 A	耕区 2	耕区内道路・用排水路必要土量			40.0m³	
計画 標高	2.37m	面積	3000.0m²	切土量	579.5m³	盛土量	534.3m³	差引 土量	45.2m³
地番	地盤 高(m)	面積 (m²)	切高(m)	盛高 (m)	切土量 (m³)	盛土量(m³)	表土扱い	備考	
①	2.23	523.3	-	0.14	-	73.3		残土 45.2m³ 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			

6
7

8
$$FH = \frac{2.23 \times 523.3 + 1.82 \times 760.2 + 2.53 \times 495.4 + 3.12 \times 472.1 + 2.70 \times 442.8 + 2.23 \times 306.2 - 40.0}{3,000}$$

9
$$= 2.37m$$

1 表-4. 3. 6 運土距離計算表

番号	Vi	di	Vi・di	経 路	$\overline{D}$
△ ₁	73.3m ³	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。
△ ₂	6.0	24.5	147.0	3→2	
△ ₃	314.1	55.5	17,432.6	4→2	
△ ₄	103.2	48.5	5,005.2	5→2	
△ ₅	42.9	10.0	429.0	5→6	
△ ₆	40.0	24.0	960.0	4→道路	
計	579.5		26,612.6		

2

3 【参考】 格子分割法

4 ア 計画標高

5 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

6 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

7 単位として切盛計算を行うものである（式(4. 3. 5)）。

8
$$FH = \frac{\sum Hio}{\text{有効格子数}} \dots\dots\dots (4.3.5)$$

9 ここに、FH：計算標高

10 Hio：有効格子の整備前の代表標高

11 計算耕地の短辺・長辺をそれぞれ m・n 等分して区切る（比較的平坦地の場合は、m=3・n=5 の

12 枠に、傾斜地で現況区画の小さい場合は、適宜 m・n の分割数を増やし標高算定精度を高める）。

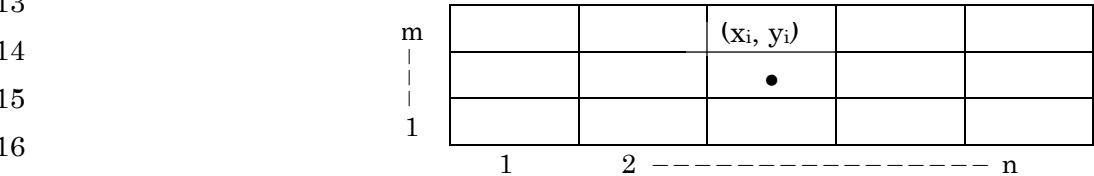


図-4. 3. 7 格子の分割方法

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れる格子を有効格子とし、計算を進める（式(4.3.6)）。

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

ここに、 A' ：有効格子当たりの面積

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

(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 (m³)

V_B ：盛土量 (m³)

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 (m²)

(イ) 切盛ブロックの重心位置

切盛ブロックの重心位置は、式(4.3.8)で与えられる。

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

ここに、 (x_C, y_C) ：切土ブロックの重心位置

(x_B, y_B) ：盛土ブロックの重心位置

(x_i, y_i) ：各任意格子の座標

(ウ) 運土距離

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))。

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

ここに、 D ：運土距離

3 逆田修正

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-4.3.9**の例により逆田修正を行う。

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避け、次のことを考慮して計画する。

- 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。
- 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どめる。

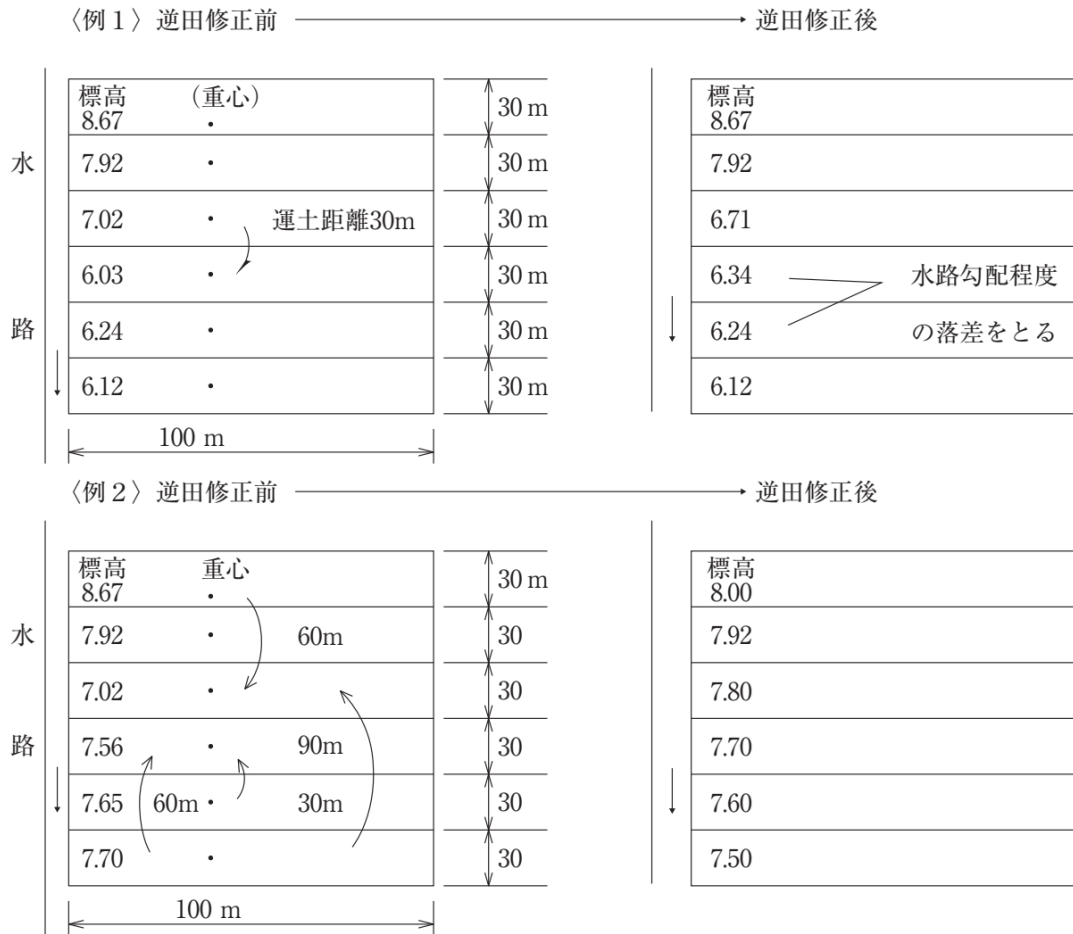


図-4.3.9 逆田修正の例

1 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。

2 1 基盤整地

3 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
4 である。

5 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
6 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
7 ある。

8 2 表土整地

9 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
10 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
11 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。

12 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
13 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)

14

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	・表土に含まれている石礫の除去が必要。	・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。 ・心土基盤を乱し、透水不良になる場合がある。
	細砂及びシルトの場合	・乾土均平により作土に適当な空隙を作り、作物の生育上好ましい。	・湛水均平により、作土に適当な空隙がなくなり、作物の生育上好ましくない。
	粘土及び泥炭土の場合	・施工時期が天候に左右される。 ・泥濘化を避けることができる。	・水中均平も可能。 ・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。
施工期間		・制約されない。	・水源確保が必要。 ・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。
天候		・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。	・水源があり粘質田であれば、降雨時でも施工可能である。
稲作を考慮した場合		・保水性、透水性、通気性が確保される。 ・土質が硬く耕起不可能な場合がある。	・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。
工事費 (均平時間を含む)		・機械損耗は小さい。 ・表土戻しが十分にできている場合は作業能率が良い。 ・石礫を除去しなくてはならない。	・機械損耗は大きい。 ・表土に含まれる石礫除去作業を軽減できる。 ・水廻しの作業員が必要となる。 ・施工中畦畔の崩壊等が発生することがある。

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。

1 畦畔構造

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、採用に当たっては十分に留意する必要がある。

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。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 のように草刈機のインプル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、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家等の意向を十分踏まえて計画する必要がある。

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 1:1 程度の台形を標準とするが、水稻栽培に必要な水深の確保の面から支障がなければ、流域治水の取組に係る地域の意向を踏まえ、高さを 30cm よりも低くすることができる。また、寒冷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の波浪による畦畔の越水や浸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。

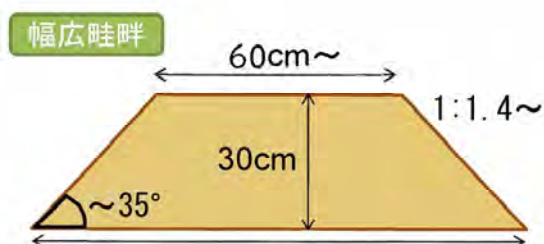


図-4.3.10 リモコン草刈機に対応した畦畔断面

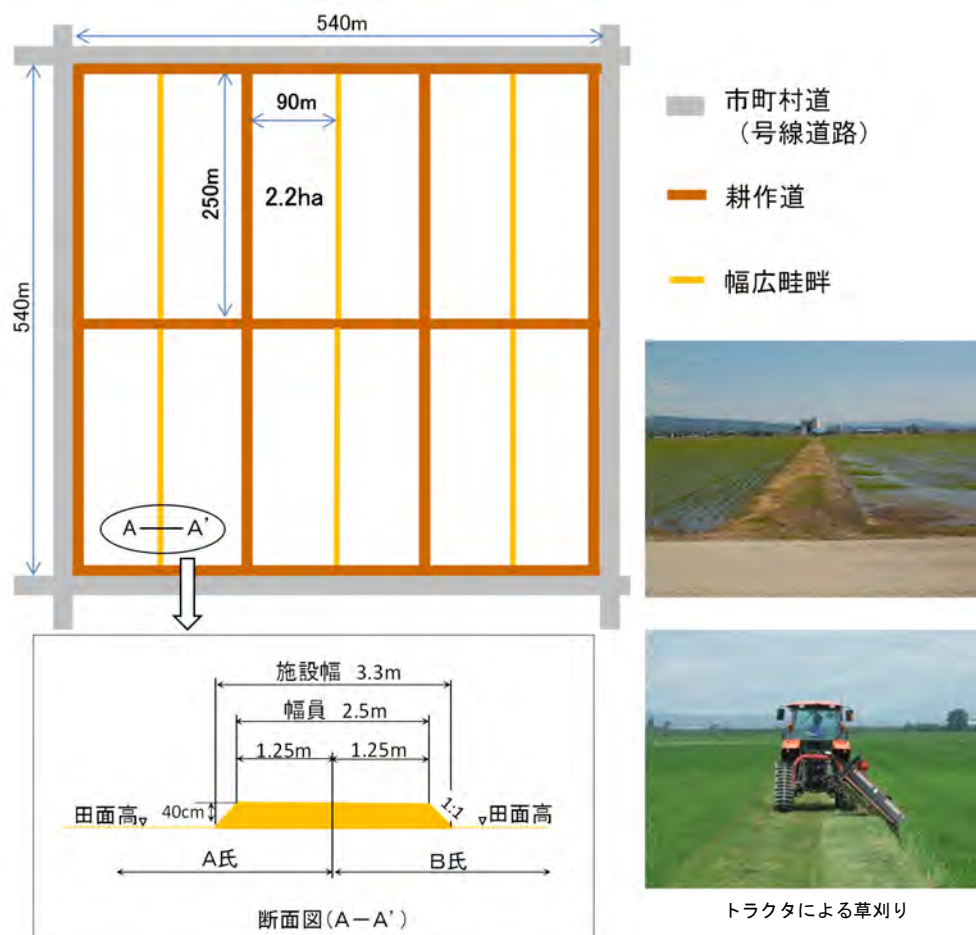


図-4. 3. 11 幅広畦畔の事例

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。

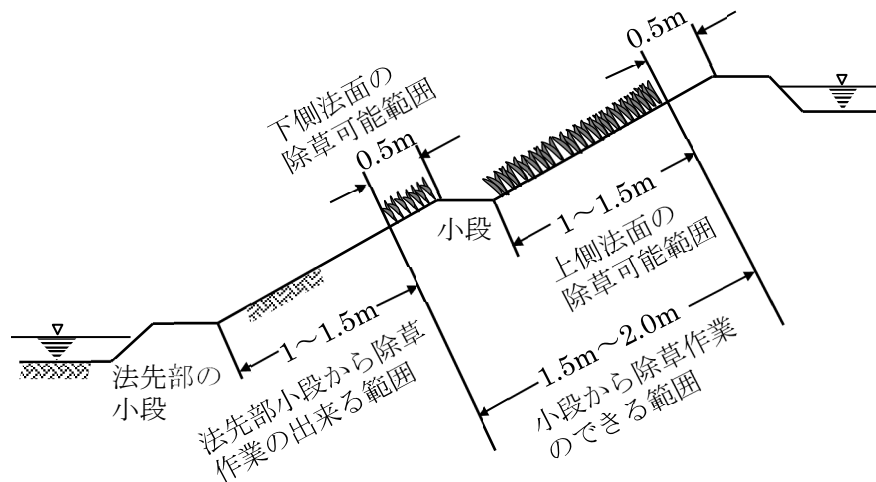


図-4.3.12 除草刈幅に対応した畦畔法面

(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。

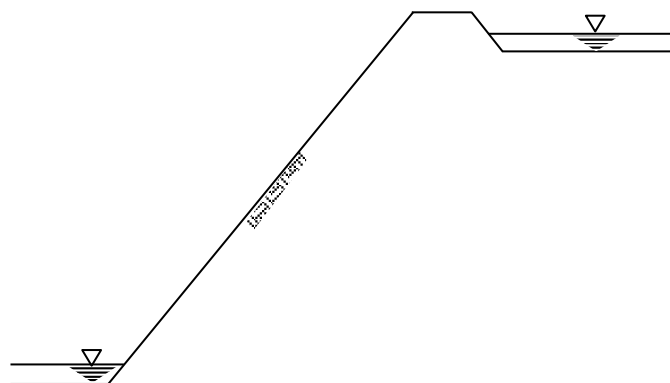


図-4.3.13 畦畔法面の形状例

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°	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	(1：2.0～1.4) ロボット草刈機	40° ～45° (1：1.2～1.0)	1：1.0		
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〕	20° ～30° (1：2.8～1.7) 〔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)			0.6m
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					

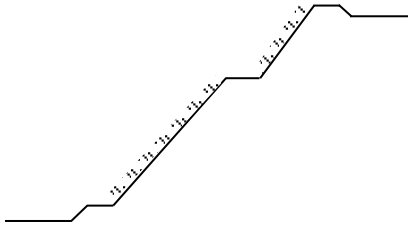
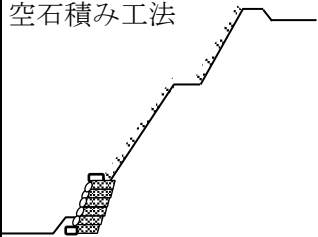
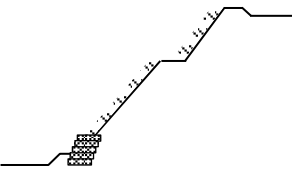
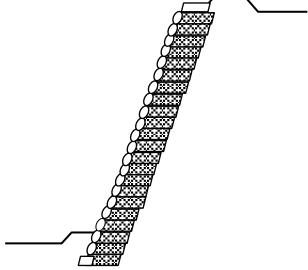
※寒冷地等で深水かんがいを行う場合は、これ以上にすることも検討する。

(3) 畦畔法面保護工

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すことも考えられる。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る（表-4.3.9 参照）。

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とが有効である。地被植物（グランドカバー・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			・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。 ・雑草の繁殖が抑制される。 ・被覆性が強いため、草刈り作業の軽減を図ることができる。
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 	・植生構造物を組み合わせた工法。 ・構造物のみによる対策工より安価である。
③ 構造物	アンカー式空石積み工法 		・最大で 1 : 0.3 まで法面を立てることが可能であり、法面工によるつぶれ地を減らすことができる。 ・従来の石積み工法に比べて施工が容易である。 ・農村景観としての評価が高い。



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

4

5

3 リモコン草刈機等に対応した畦畔

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。一般的な機種の最大傾斜角度は $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ($1:1.4 \sim 1:1.0$) 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、畦畔法面の傾斜角は最大でも 35° ($1:1.4$) 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留意し、担い手の保有する機種や導入予定の機種の能力、将来の維持管理方法を踏まえた上で法面勾配・形状を検討する必要がある。

一方、ロボット草刈機についてはエリアワイヤーと充電ステーション、電源設備を設置する必要があり傾斜や起伏にも脆弱で、充電ステーションとの通信も確保する必要があることから、これまでは樹園地を中心に活用されてきたところであり畦畔の草刈りには適さなかったが、位置情報の取得等に GNSS 及び LTE を活用するモデルも開発されている。ロボット草刈り機の導入には、リモコン草刈機と比較し傾斜を緩やかにし、導入機種幅に応じた法面長とする必要がある。一般的な機種の最大傾斜角度は $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ($1:2.8 \sim 1:1.7$) 程度であるが、最大傾斜角度から $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 緩い傾斜で整備するのが望ましい。今後のロボット草刈機の導入を見据え、緩傾斜での畦畔や法面の整備も考慮する。

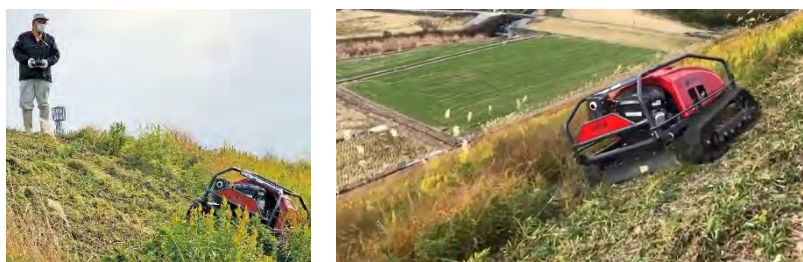
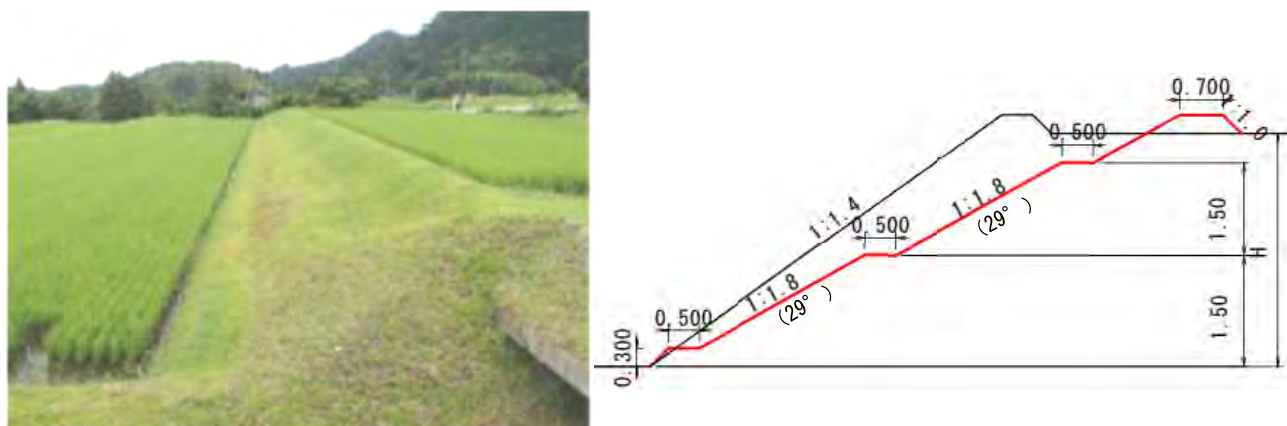


写真-4.3.2 リモコン草刈機

また、将来のリモコン草刈機の導入を見据え、長大法面を緩勾配化した事例を図-4.3.14 に示す。なお、法面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小段の設置を判断する必要がある。



単位：m

図-4.3.14 長大法面の緩勾配化の事例（法面小段がある場合）

4 「田んぼダム」に取り組む水田の畦畔

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流すことで洪水被害を防止・軽減する役割を果たす。

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ものにする必要がある。（4.7.4 附帯構造物参照）

【事例】リモコン草刈機による除草が可能な三角畦畔

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。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。

斜面の傾斜角は 20° （1:2.8）または 30° （1:1.7）とし、リモコン草刈機による除草を行ったところ、刈払い機による除草と比べて、所要時間が約 6 割削減された。

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性がある。このため、砂質土や黒ボク土など、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トを埋設するなどの工夫が必要である。



図-4.3.15 三角畦畔



図-4.3.16 三角畦畔における所要時間の削減

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、実際のは場条件や使用機械、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° （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° （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 1m 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、4m 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作
18 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。また、
19 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、制御によるもの）
20 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（図-4.3.17 参照）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（図-4.3.18 参照）。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（図-4.3.19 参照）。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幅したことで安全性を向上させた事例もある
33 （図-4.3.20 参照）。

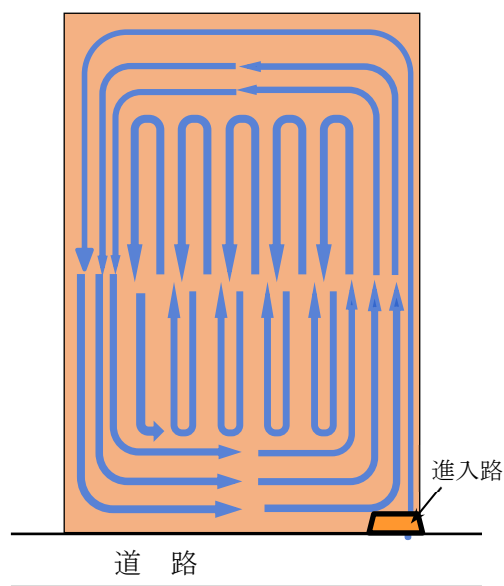


図-4.3.17 コンバインによる刈取作業の一般的な走行経路

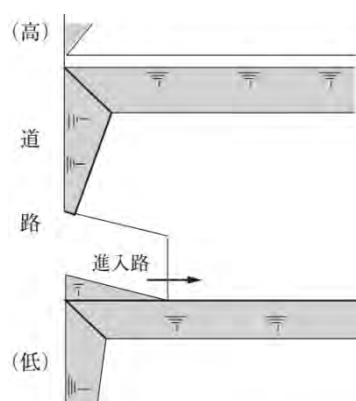


図-4.3.18 道路と直角に配置された進入路の例

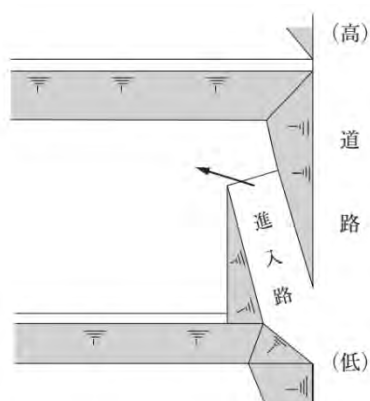


図-4.3.19 道路と平行に配置された進入路の例

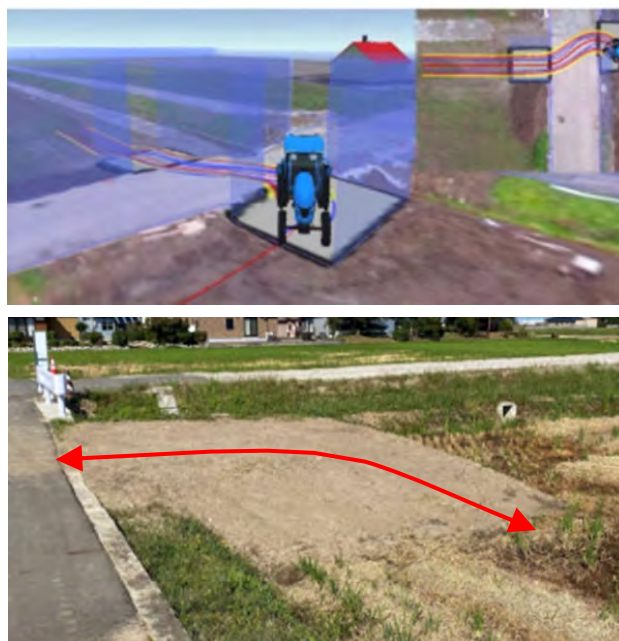


図-4.3.20 クランク型の進入路事例（上図は走行シミュレーション）

(4) その他

- 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。
- 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）。
- 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。

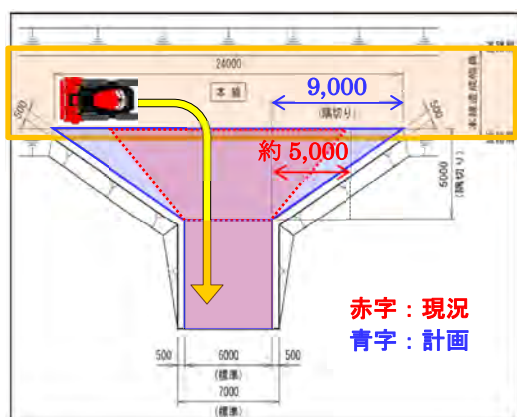


図-4.3.21 進入路の隅切り部分を拡幅した事例

3 農業機械が必要とする進入路の構造

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。

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 4m 以上

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		

I：自脱型で刃幅 0.8～1.2m 未満 7.4kW 以上

II：" 1.2m 以上 11.0kW 以上

III：普通型で刃幅 2.5～3.5m 未満 36.8kW 以上

IV：" 3.5m 以上 58.8kW 以上

参考文献

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）

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）

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）

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）

農林水産省農村振興局：「田んぼダム」の手引き（令和 4 年 4 月）

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稻栽培を実現する農地整備&栽培管理マニュアル（令和 7 年 3 月）

