

畦畔草刈り作業軽労化のための土壌モルタル管理道の営農的施工

山本晃一*・米谷 正*・松本 功*・宮本 誠*・置塩康之*・佐藤 喬*

要 約

草刈り作業が過重な理由の一つである不自然な姿勢を解消するため、法尻に管理作業道を設けることが考えられる。そこで、土壌モルタルを被覆した作業道の営農的施工を試み、効果を実証した。

- 1 土壌モルタル被覆管理道を、2段階に分けて施工した。管理道100mを施工するのに要した時間は第1段階でのべ3.37h、第2段階は2.67hであった。
- 2 造成する管理道100mあたり必要資材は、セメント1,088kg、土壌凝固剤54.4kgであり、資材費は各々25,080円、67,500円であった。
- 3 土壌モルタルのひびはセメント配合割合が多いほど、また土壌凝固剤が多いほどいずれも減少した。
- 4 田面の土壌が完全に乾燥している場合、造成する管理道1mあたりに要する散水量は、セメントを土壌の12%用いた場合およそ30L、6%とした場合およそ25Lが適量である。

また、施工後の管理道を利用し、管理道に接する法面下部での草刈り作業を実施して、管理道設置による労働軽減効果について検討した。

- 1 草刈り作業前後の心拍数を調査したところ、心拍数増加率が慣行作業に比べ低下し、労働強度は軽減されたと判断した。
- 2 草刈り作業一行程の作業時間を比較したところ、管理道を使わない場合は法面25mあたり7.7minであったのに対し、使用した場合は6.2minと短縮された。

Simple Method of Constructing Footpaths Covered with Soil Mortar and Evaluation of the Labor Reduction

Koichi YAMAMOTO, Tadashi YONETANI, Isao MATSUMOTO, Makoto MIYAMOTO, Yasuyuki OKISHIO and Takashi SATO

Summary

A method of constructing a footpath on the bottom of a slope, in view of securing space for operators to weed the slope, is discussed. The footpath was covered by soil mortar, and was constructed simply by a levee-coating machine.

- (1) The method of construction contains two stages of operation. The first operation, constructing the core of the 100m long footpath, took about 3.37h, and the second, covering the core with soil mortar, took 2.67h.
- (2) 1,088kg of cement and 54.4kg of soil coagulator were necessary for constructing a 100 m long footpath, and the costs were 25,080 yen and 67,500 yen, respectively.
- (3) The more cement and soil coagulator was used, the less number of cracks in the mortar occurred.
- (4) The water necessary per meter of the footpath, with dry paddy soil used as base material, was 30L and 25L, if the content of cement was 12% and 6%, respectively.

The labor reduction for weeding work was evaluated:

- (1) The rate of increase in heartbeat was less than when the footpath was not used.
- (2) Working time for weeding the slopes was compared. It took 6.2min for a 25 m long slope if the operator stood on the footpath, versus 7.7min without a footpath.

キーワード：土壌モルタル・管理道・畦畔・法面・草刈り

緒 言

水稲作における作業の機械化が進展する中、畦畔管理の作業時間は依然として長く、10aあたり平均総作業時

間42.35hの内、畦畔草刈り等を含めた管理作業が8.52hと全体の20%を占め、稲作の作業別労働時間でもっとも大きい³⁾。また、全国の農業機械士を対象にした調査では、有効回答354人の内198人が負担の大きい作業にあげており⁶⁾、現代稲作に残る最大の重労働の一つと考えられよう。しかしながら、コストや作業の簡易性などが

2000年8月30日受理

* 中央農業技術センター

ら、刈払機による草刈りは少なくとも当面の間主要な方法の一つであり続けると考えられる。

畦畔草刈り作業が重労働である理由の一つとして、足場の悪い斜面に足を踏ん張りながらの姿勢を強いられることが挙げられ、作業安全の面からも問題がある。このため、田面の標高差で3.6mを越える場合は畦畔に1mの小段を設けることなどの指針が設定されている¹⁾。しかしこれが実際にはない例も多く、草刈り作業を経験してみても足場を要望する例が少なくない。

そこで、営農レベルでの施工可能な方法として、中国農試による畦畔の土壌モルタル被覆工法^{4) 5)}を応用し、田面表層土を成型した芯に、畦塗り機で土壌モルタルを被覆し管理道とする工法を試み、その適応性について検討した。また、資材コスト面からは資材の使用量を低減できることが望ましいことから、資材の配合割合と強度との関係について調査した。さらに、実際の草刈り作業に管理道を用いた場合の労働軽減効果について調査した。

材料及び方法

1 管理道設置工法の検討

(1) 管理道設置作業の検討

東条町松沢集落内のは場2カ所の畦畔法面に土壌モルタルで被覆した管理道を設置し、管理道の設置にかかる作業時間や資材費など、施工法の適応性について調査した。供試した法面の条件は、法面幅3.1m、法面傾斜35°、長さ50mであった。

施工は、図1に示すように二回に分けて行った。第1段階は、1999年12月21日に施工した。ロータリを用いて十分に砕土した後、偏芯ドラム式のK社製畦塗り機を利用して、田面表層土を法尻側に寄せあげ、作業道の芯となる部分を造成した。土壌水分は平均19%と、比較的乾燥した条件であった。第2段階は、2000年3月15日に施工した。ほ場表土は水分含量が25から45%と高い状態であった。資材はほ場の田面、作業道芯部分より40cmの範囲内に所要量(土量に対しセメント12%、土壌凝固剤0.6%)を均一に散布し、表層10cmをロータリで十分攪拌した後、動力噴霧機を利用して水分調節しながら、第1段

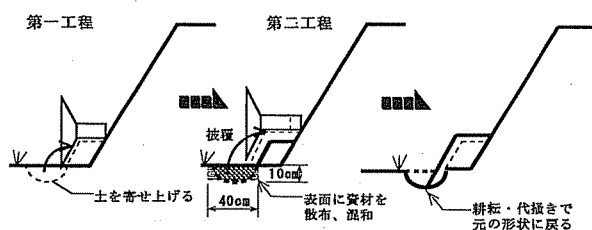


図1 モルタル管理道の施工法

階で造成した芯部分に畦塗り機で被覆した。各工程とも施工と同時に、作業別の所要時間を測定した。

また、土壌モルタルが固化した後、管理道の上面幅、高さ、側面の傾斜角、及び土壌モルタルの被覆厚さについて調査した。

(2) 土壌モルタルの材料配合割合の検討

中央農業技術センター内ほ場畦畔において、資材配合割合を変えた土壌モルタルを畦塗り機を用いて被覆し、その強度を1㎡あたりのひび発生数から比較した。工法は東条町松沢での管理道施工第2段階と同様とした。なお、資材の配合割合は表1の通りとした。

(3) 資材配合割合別の好適散水量の検討

畦塗り機作業に先立つ散水において、その散水量の決定に資するため、資材配合割合別に好適な散水量を検討した。土は、管理道設置を行った東条町松沢のは場田面のものを用いた。これを乾燥機で50°C、48h乾燥させた後砕土した。これにそれぞれ資材を混ぜておき、水を加えて畦塗り機での塗り上げに適した固さ(手で強く握って壊れない)になるよう水を加えていき、その加水量を調査した。資材の配合割合は表1に準じ、資材無使用区、セメント半量・凝固剤無使用区、セメント半量・凝固剤標準区、セメント標準・凝固剤無使用区、標準区とした。

2 管理道利用による労働軽減効果の調査

管理道設置工法検討で施工した管理道を、実際の草刈り作業に使用した場合の労働軽減効果について検討した。

法面の優占草種はチガヤで草高はおよそ80cmであり、その間を白クローバ及びセイタカアワダチソウが埋めた状態であった。作業者は30代の男性で、刈払い機による草刈り作業の経験が豊富である。同程度の雑草繁茂状態の2カ所を選定し、管理道を利用した草刈り作業および管理道を利用せず法面に足を踏ん張った状態での草刈り作業を行い、それぞれの労働強度を心拍数から比較した。作業距離はそれぞれ25m、刈幅2.1mとした。なお、両作業間には休憩時間を1h以上設けた。

心拍数は、3sごとにサンプリングを行い、各作業の

表1 土壌モルタル資材の配合割合

試験区	混合割合(対土比)	
	セメント(%)	土壌凝固剤(%)
資材無使用	0	0
セメント半量・凝固剤無使用	6	0
セメント半量・凝固剤半量	6	0.15
セメント半量・凝固剤標準	6	0.3
セメント標準・凝固剤無使用	12	0
セメント標準・凝固剤半量	12	0.3
標準	12	0.6

最後の20サンプルの平均により比較を行った。

作業能率は、管理道の影響が考えられる法面下部の作業一行程(25m)の作業時間を計測し、これを比較した。

結 果

1 管理道設置工法の検討

(1) 管理道設置作業の検討

施工に要した作業別所要時間を表2に示した。

第1段階に要した時間は、造成する管理道100mあたりおよそ3.4h、第2段階に要した時間はおよそ2.7hであった。いずれの段階でも、畦塗り機作業においては、トラクタと作業機の位置関係から管理道始点より1.6m、終点より1.4mについて成型できず、手作業で補う必要があった。第1段階の施工においては、田面掃除および手作業での成型に人手と時間を要した。田面掃除は主に稲の刈り株と石礫の除去にかかったものである。手作業による成型にかかった時間は、この工程の場合ほとんどが機械成型不能な両端部のものである。第2段階においては、手作業での成型および養生作業に多くの人数・時間が費やされた。これは、ほ場水分が高かったことから、作業速度や姿勢制御が困難で成型不全や散水過不足が生

表2 土壌モルタル管理道施工工程及び作業所要時間

	作業内容	使用機械	作業時間 (min/100m)	人数
第1段階	法面下部除草	刈払機	20	1人
	法尻付近稲株除去	(人力)	90	1人
	砕土	ロータリ	6	1人
	管理道芯部分成型	畦塗り機	26	2人
	両端部の仕上げ	(人力)	60	1人
作業時間合計			3h22min	
第2段階	資材搬入・散布	—	62	2人
	砕土・攪拌	ロータリ	8	1人
	散水	動力噴霧器	13	2人
	管理道成型	畦塗り機	22	2人
	両端部の仕上げ 及びマルチ	—	55	2人
	作業時間合計			2h40min

注：作業時間は、1999年度施工実績を基に、作業可能な最少人数で施工した場合について試算
夏季では急激な乾燥を、冬期では凍結をそれぞれ抑制するため、マルチで被覆するのがよい

表3 土壌モルタル管理道の形状 (cm,°)

	管理道上面幅	管理道高さ	側面傾斜角	上面被覆厚	側面被覆厚
平均	30.1	27.4	30.0	8.0	13.6
標準偏差	6.75	1.57	2.62	5.70	2.88

じ、手直しを行う部分ができたためである。

造成する畦畔100mあたり必要資材は、セメント1,088kg、土壌凝固剤54.4kgであり、資材費は各々25,080円、67,500円であった。

また、管理道の上面幅、高さ、側面の傾斜角、及び土壌モルタルの被覆厚さは表3の通りであった。

(2) 土壌モルタルの材料配合割合の検討

1㎡あたりのひび発生数をそれぞれ表4に示した。ひび発生数について、田面の土壌をそのまま畦塗り機で被覆した場合(資材無使用区)は、全面が無数のひびで覆われた状態となったのに対し、資材を混和しモルタルとして被覆した場合は、いずれもひびの発生を抑制した。

(3) 資材配合割合別の好適散水量の検討

田面土壌が、完全に乾燥した状態から畦塗り機作業に適した固さになるに要した水分量を検討したところ、造成する管理道1m当たり加水すべき量は表5の通りであり、セメント添加量が多いほど増加する傾向にあった。

2 管理道利用による労働軽減効果の調査

安静時と管理道を使つての作業時、および管理道を使用しない作業時の心拍数を表6に示した。心拍数の増加率は、管理道利用の場合34.8%と、利用しない場合の43.6%に比べ低く押さえられた。

作業能率は、管理道を利用しない場合が7.7minであったのに対し、管理道を利用した場合6.2minと、1分以上短縮された(表7)。

表4 土壌モルタルの資材配合割合とひび発生数

区 名	ひび発生数(本/㎡)
資材無使用	—
セメント半量・凝固剤無使用	10
セメント半量・凝固剤半量	8
セメント半量・凝固剤標準	6
セメント標準・凝固剤無使用	0
セメント標準・凝固剤半量	0
標準	0

調査日：2000年7月19日(施工より10週)

表5 土壌モルタルの資材配合割合と好適散水量

	好適散水量 (L/m)
資材無使用	20.0
セメント半量・凝固剤無使用	24.0
セメント半量・凝固剤標準	26.4
セメント標準・凝固剤無使用	29.6
標準	29.6

表6 管理道使用の有無による心拍数の変化

	心拍数 (拍/min)	心拍数増加率 (%)
安静時	74.2	—
慣行	106.6	43.6
管理道使用	100.0	34.8

表7 管理道使用の有無による作業時間の変化

	作業時間 (min)
慣行	7.7
管理道使用	6.2

注) 草刈り一行程 (210cm×25m) あたり時間

考 察

1 管理道設置工法の検討

第1段階、第2段階共に、機械成型不能な部分が施工両端にあり、手作業での成型が必要であった。機械成型不能部は、同一の機械を用いる場合においては施工の規模に関わらず一定であり、畦畔が長大であるほどその割合は減少し、より有利であると考えられる。

第2段階において、資材混和を行った幅40cm深さ10cmの範囲は、畦塗り機の土上げ用爪の標準耕深における到達範囲から決定されたものである。使用する資材の量は、この範囲における土量より算出したものであり、被覆工程とは独立であるため、畦塗り機のオプションなどにより管理道高さや上面幅などを変えた場合も資材量に変化はない。しかしながら、機械の動揺などによりこの資材混和の範囲から畦塗り機の爪が大きくなりすぎた場合は、土量に対し資材の配合割合が小さくなるので注意が必要といえる。第2段階の場合、ほ場の水分含量が高かったことから、トラクタのタイヤが田面にめり込み、機械の動揺が大きくなった。表3において、管理道上面の厚さ・幅にばらつきが大きいのはこの影響である。これは作業時間を増大させるとともに、強度ムラをもたらした可能性があり、追跡が必要である。以上から、施工地域の気象を考慮し、土壌の乾燥が期待できる時期を選んで施工計画を立てることが必要と考えられる。

今回の施工法の場合、資材費は造成する管理道100mあたり約92,000円であり、やや割高感がある。そこで、資材配合割合を減じた場合の強度についてひび発生数からみたところ、その強度はまずセメントの配合割合に規定されることがわかる。また、セメントの配合割合を標準量とした場合、土壌凝固剤の量はほとんど影響しないといえる。よって、今回の結果からは、セメントを標準量用いれば、土壌凝固剤を減らし資材費を低減できる可能性が指摘できる。しかし、冬季に凍結した場合の耐久

性など、資材配合割合による長期的な耐久性の差異については今しばらく検討を続ける必要がある。

畦畔の土壌モルタル被覆において、ミキサーで混合して手作業で被覆する工法の場合、3cm厚の被覆で十分な強度が得られるとの報告がある⁵⁾。この場合は畦畔の漏水や雑草発生の抑制が主目的であり、管理道としての利用を目的とする場合と同列に論じることはできないが、被覆厚を薄くし、土量を少なくすることによる資材費低減の可能性が見いだせる。しかし、畦塗り機利用の場合土量の調節はガイドカバーによって土を逃がすことにより行うので、結局資材を散布・混和する範囲は変わらず、使用されないモルタルが残るだけであり、資材低減につなげるには爪の形状などの検討が必要である。

今回の方法での施工に当たっては、人手が必要であること、畦塗り機を必要とし、また動噴などによる散水を同時に行う必要があること、あるいは資材費がやや高いことなどから、個人での施工にはやや適応性に欠ける面は否定できない。また、畦畔の法面管理はその畦畔の上の田の所有者が所轄であるのに対し、管理道造成によって田面の面積が減少するのは法面の下の田であることも問題である。よって、この技術は、集落営農組織などの集団で作付け・経営について一元的に管理しているほ場群に対しての適応性が高いと考えられる。

2 管理道利用による労働軽減効果の調査

心拍数から見た場合、いずれの場合も心拍数は安静時より増加したが、管理道を利用した場合の方が増加率が小さかった。また、労働時間も管理道を使用した場合の方が短くなった。心拍数増加は負荷とほぼ直線関係にあるとされる²⁾ことを考え合わせると、管理道の利用は、労働強度の軽減に効果があったといえてよいと思われる。

引用文献

- (1) 有田博之・木村和弘 (1997) : 持続的農業のための水田区画整理 (農林統計協会) 151-157
- (2) 三浦豊彦ら (1994) : 現代労働衛生ハンドブック (労働科学研究所出版部) 1126-1127
- (3) 農林水産省統計情報部 (2000) : 平成10年産 米及び麦類の生産費 98
- (4) 岡崎紘一郎 (1996) : 土壌モルタル被覆であぜ管理 : 機械化農業 56-59
- (5) 岡崎紘一郎 (1997) : 水田あぜ管理省力化のための土壌モルタル被覆 : 農業技術 52(9), 12-14
- (6) 生物系特定産業技術研究推進機構 (1993) : ハンドリング作業 (運搬作業・力仕事) に関する調査 調査結果概要 18-20