

畦畔漏水防止に関する研究

神橋喜代嗣・南 敬二

Studies on Preventing Water from Leaking Out of Level

Kiyoshi KANBASHI and Keiji MINAMI

緒 言

用水不足地帯または漏水過多地帯の漏水防止対策として、代掻の反復実施と畦塗りを丁寧に行う方法が一般に行なわれて来た。漏水の実態については富士岡義一氏の詳細な報告によれば、水田の垂直滲透は割合に少く畦畔から横に滲透する畦畔漏水量が大きく、通常垂直滲透に対して畦畔漏水が3～7倍にも達するといわれている。特に隣接水田或は用水路との落差の大きい場合に著しく増大するので、畦畔漏水防止は水田の保水力を高める上に極めて重要な問題である。

畦畔漏水防止対策としてコンクリート畦畔や、畦畔の中心に“はがね”を入れる方法等が講ぜられて来たが、労力或は経済的な理由でその普及性が乏しい。最近ではベントナイトを“はがね”の代用として用いる試みも行われているが、割合に費用が高く耐久性にも疑問があるのであまり行なわれていない。

よってここに近年建築用資材として製作されている、塩化ビニル板、スレートなどを用いて、最も漏水防止効果のある資材と埋込方法を見出すと共に、埋込機の実用性を検討する目的で本試験を実施した。

実験材料と方法

本研究報告は1959年より63年までの5ケ年間当場に於て実施した各種実験を要約したもので、大別すれば次の二つに分ける事ができる。

第1実験* 漏水防止資材の種類と埋込方法について行った実験で、其の内容は第1表～第3表の通りである。

第2実験 動力耕耘機装着用のビニル板埋込機がクボタ鉄工株式会社で試作されたので、此の性能を下記要領で実験した。

*第1実験は、農機学会関西支部第26回及第28回例会においてその一部を発表した。

1 供試畦畔の状態及び供試資材

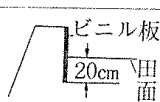
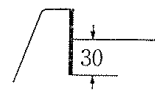
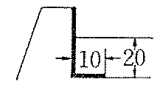
畦畔の状態	直線	直線	曲線 (内曲り)	曲線 (外曲り)
供試ビニル板の 大きさ(厚さ× 巾)(cm)	0.02×33	0.03×33	0.03×33	0.03×33
畦畔の高さ(cm)	23.7	21.3	19.8	19.6
鋤床層までの深 さ(cm)	16.7	17.8	15.1	15.1
曲率半径(m)			3.44	15.57
弦の長さ(m)			1.86	3.2

2 供試機

(1) ビニル板埋込機の構造 埋込機の各部の形状大きさは第1図から第3図の通りである。

(2) 動力耕耘機と耕耘刀の装着法 K式ロータリ型

第1表 ビニル板の埋込方法に関する試験区の構成

項目 区名	資材の種類	大きさ (厚さ×巾) cm	埋込方法
20cm垂直埋込	ビニル板	0.1×40	
30cm垂直埋込	同上	0.1×50	
20cm L字型埋込	同上	0.1×50	
畦塗	—	—	慣行

註 土壌型 善通寺統、灰褐色土壌、壤土、Mn型
母材 非固結火成岩
堆積様式 水積
地形 平坦
鋤床までの深さ 16.8cm
隣接水田との差 5.7cm
畦畔の高さ 20.0cm
畦畔の巾 上面 65.0cm
底面 87.0cm

第2表 ビニール板の厚さ別、並にベントナイト併用に関する試験区の構成

区名	項目	資材の種類	大きさ (使用量)	埋込方法
0.05cm板 20cm埋込	埋込	ビニール板	0.05×40 cm	
		同上	0.02×40	
0.05cm板 ベントナイト併用	埋込	ビニール板 ベントナイト	0.05×40 (15kg/m ²)	
		同上	0.02×40 (〃)	
畦塗、ベントナイト併用	畦塗	ベントナイト	(〃)	
畦塗	畦塗	—	—	慣行

註 土壤型、母材、堆積様式、地形は第1表と同じ。
 鋤床までの深さ 18.7cm
 隣接水田との差 11.5cm
 畦畔の高さ 27.7cm
 畦畔の中 上面 47.0cm
 底面 56.0cm

第3表 漏水防止資材の種類別比較に関する試験区の構成

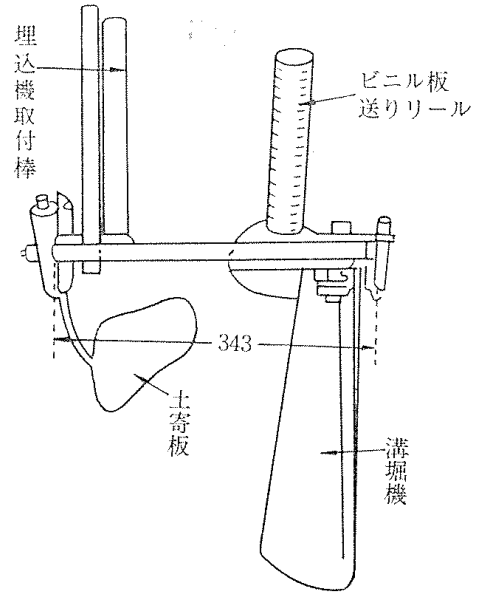
区名	項目	資材の種類	大きさ、形状	埋込の深さ	埋込方法
スレート	埋込	スレート	0.55×45×69, 小波	26.9 cm	
ポリエチレン板	埋込	ポリエチレン板	0.03×33	25.8	
ビニール板	埋込	ビニール板	0.03×33	24.5	同上
ビニールテープ	埋込	ビニールテープ	0.01×25	25.0	同上
畦塗	畦塗	—	—	—	慣行

註 土壤型、母材、堆積様式、地形は第1表と同じ。
 鋤床までの深さ 13.6cm
 隣接水田との差 4.2cm
 畦畔の高さ 19.8cm
 畦畔の中 上面 62.0cm
 底面 82.0cm

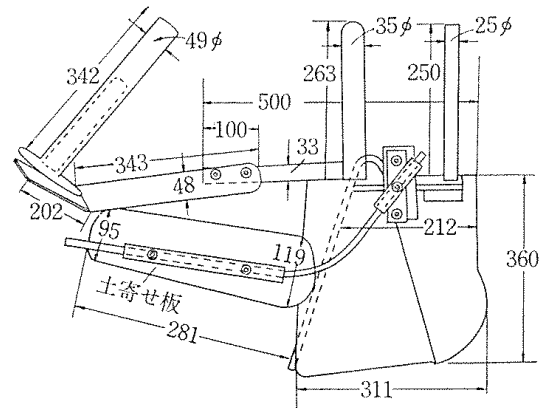
耕耘機で塔載原動機 6~8 PS.

耕耘機の装着は進行方向に向かって左端より内側に向けて3本、中央チェーンケースの両側に各々外向きに3本宛、計9本装着して使用した。

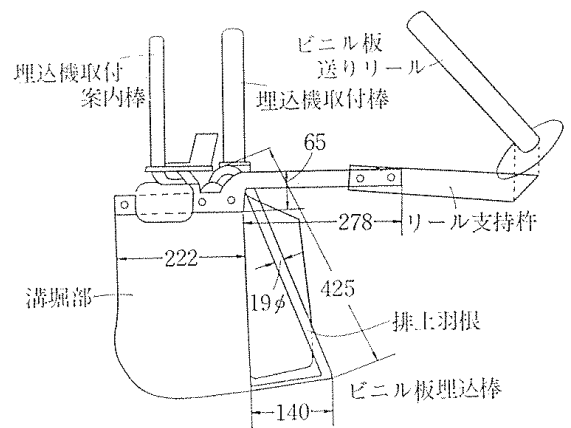
3 埋込要領



第1図 ビニール板埋込機の正面図



第2図 ビニール板埋込機の側面図(右側)



第3図 ビニール板埋込機の側面図(左側)

ビニール板の埋込みは次の3行程で行った。

(1) 溝堀り作業 ビニール板埋込機を耕耘部に装着して、前年に畦塗した部分と畦畔の一部を耕耘機で

削り取り、埋込機の溝掘部で溝掘をしてビニル板の埋込みを容易にする作業で、通常1回でよいが畦畔が高い場合、または1回目の溝掘りの浅い場合には2回行う。

- (2) 埋込作業 ビニル板を埋込機で溝に埋込む作業である。
- (3) 土寄せ作業 埋込機を取外し畦立用の培土機を用いて土寄せを行い、ビニル板を埋没させる作業である。

実験結果並に考察

第1実験

各種漏水防止資材を用いてその種類別の効果や埋込方法等について試験を実施したが、其の結果は次の通りである。

畦畔よりの漏水量を減水深（垂直滲透を除く）で調査した処第4表～第6表の通りで、いずれの試験も田植後20～30日位までは比較的漏水量多く、その後は少くなっている。また畦塗区の漏水量は全般的に少くて、埋込区との差が小さかった。これは隣接水田との落差が小さい為と思われる。

ビニル板の埋込深さでは30cm垂直埋込区は20cm垂直埋込区や20cm L字型埋込区などに比して漏水量は多い。20cm垂直埋込みとL字型埋込みには大差はなかった。ビニル板の厚さ別では薄い板の方が漏水量が少い傾向を示した。ベントナイトを併用すると更に大きな漏水防止効果が認められた。漏水防止資材の種類別の漏水量はスレート区のみ量が多くて、他の区には大差がなかった。尚此の試験は前二者の試験に比して漏水量が多くなっているのは、埋込み深さをスレート区に準じて埋込んだ為、深く埋込み過ぎた結果によるものと思われる。

以上の如く鋤床層を破って深く埋込むときは漏水量を多くするので、鋤床下5cm位が適当である、L字型に埋込を行ってみたがその効果は認められない。薄手の資材は土との密着が良好になる関係上漏水量は一般に少い傾向を示している。ベントナイトを併用すればその効果は更に良好となっている。厚手の資材を使用する場合には充分土と密着する様よく踏み固めることが必要である。特にスレートの場合は継目や下端に空洞ができて漏水過多を起す原因となるので、埋込時に充分注意を要する。

各種漏水防止資材の埋込みにより漏水防止のできることは勿論であるが、“モグラ”による不時の漏水は完全に防止することができた。“モグラ”は障害物に当たるとその下をくぐることなく、障害物と平行に穴を開けて進む習性がある様に見受けられた、本試験では鋤床下5cm

第4表 減水深調査 (i) ビニル板の埋込方法に関する試験

田植後 の日数	区名	20cm 垂直埋込	30cm 垂直埋込	20cm L字 型埋込	畦塗
1~10		8.2	9.7	8.5	8.2
21~30		7.0	8.5	7.0	7.7
31~40		5.4	4.8	5.0	5.0
41~50		4.4	4.4	4.0	4.3
51~60		4.6	5.2	4.8	4.6
61~70		3.8	3.9	3.5	3.9
71~80		4.1	4.4	4.1	3.8
平均		5.5	5.9	5.4	5.5

註 単位は mm/day で 1959~61 年の平均値である。

第5表 減水深調査 (ii) ビニル板の厚さ別並にベントナイト併用に関する試験

田植後 の日数	区名	0.05cm 板20cm 埋込	0.02cm 板20cm 埋込	0.05cm 板ベント ナイト併用	0.02cm 板ベント ナイト併用	ベント ナイト 併用畦 塗	畦塗
11~20		9.1	8.8	8.6	8.4	8.3	8.2
21~30		6.2	6.2	6.2	6.1	6.3	6.3
31~40		6.0	6.0	6.0	5.5	5.4	5.8
41~50		3.9	4.1	4.3	3.8	3.6	3.9
51~60		4.7	4.4	5.1	4.5	4.2	4.5
61~70		4.3	3.8	4.7	4.0	4.2	4.3
71~80		5.0	3.8	4.5	3.8	4.1	4.1
平均		5.5	5.1	5.3	4.7	5.0	5.1

註 単位は mm/day で 1960~61年の平均値である。

位に埋込んだ畦畔に、1度も“モグラ”に其の下を通られた事はなかったので、“モグラ”による被害は漏水防止資材で防止できるものと考えられる。しかし埋込みである漏水防止資材の外側には多数の通り穴があげられて、畦畔が軟かくなるので田植前に踏み固める必要がある。またサンドイッチ式（第2表に示したような埋込方法）に埋込んだ場合、資材の上縁と畦畔の上面との間隔が余り広過ぎるときは、“モグラ”はこの部分を通して資材の内側に入る事があるので、この間隔は5cm以内にすることが肝要である。

各種漏水防止資材を畦畔に埋込んだ年は、畦畔ぎわの水稲は生育旺盛で収量も多いが、年を経るに従い生育が

第6表 減水深調査 (iii) 漏水防止資材の種類別比較に関する試験

田植後の 日数	区名	スレート	ポリエチ レン板	ビニル 板	ビニル テープ	畦塗
11~20		12.4	10.6	10.8	10.3	10.6
21~30		11.7	8.4	8.5	8.3	8.2
31~40		12.3	9.6	10.6	9.2	8.8
41~50		9.4	8.1	8.3	8.9	6.9
51~60		11.1	8.7	8.6	8.1	8.8
61~70		10.2	6.5	6.8	6.8	5.8
71~80		10.2	6.1	6.2	5.7	4.3
81~90		12.5	7.0	7.1	6.5	6.7
平均		10.8	7.7	7.9	7.6	6.8

註 単位は mm/day 1961~62年の平均値である。

悪く収量も低くなる傾向を示した。これは埋込んだ資材を破損ない様に、畦畔ぎわの耕起を充分に行なわなかった結果と思われるので、この部分の深耕に努めると共

に、畦畔ぎわ2~3列の水稻に肥料を幾分多い目に施用するようにすることが肝要である。

本試験に数種の資材を使用した。従来一般に行なわれているコンクリート畦畔に比較して、ビニル板並にポリエチレン板は特に運搬や埋込等も非常に簡単な上、0.03cm板などをサンドイッチ式に埋込んでおけば耐久性も大きく経済的である。ただ0.02cm以下の薄い板を埋込むときは、禾本科雑草等の根が貫通することがあるので、0.03cm以上の厚さのものを使用することが必要である。

第2実験

1 作業能率は第7表の如く人力埋込みでは、8時間~15時間を要するが、機械埋込みでは1時間以内で全作業が完了するので非常に能率的である。人力、畜力併用の畦塗りと比較しても半分以下の所要時間となっている。厚さ別では0.02cm板の方が若干多く要しているが、これは埋込み途中に於てビニル板が切れた為である。従って機械埋込みには0.03cm板を使用するのが安全である。また埋込時の温度が0℃附近になると一般に切れ易くなるので、厳寒時には埋込みを行なわない様にする事が望ましい。

第7表 ビニル板埋込機の作業能率

項目 ビニル板 の大きさ	調査項目	溝掘作業 (第1回)	溝掘作業 (第2回)	埋込作業	土寄せ 作業	計
	0.02cm×33cm板	所要時間 (分.秒)	10.44	11.18	18.30	15.18
原動機 rpm (無)		2220	2220	2220	2210	
同上 (負)		2148	2063	1894	2116	
進行速度 (m/sec)		0.31	0.29	0.18	0.22	
溝の深さ (cm)		19.0	32.1	39.4		
0.03×33板	所要時間 (分.秒)	10.42		12.58	12.28	36.08
	原動機 rpm (無)	2200		2230	2230	
	同上 (負)	2162		1813	2113	
	進行速度 (m/sec)	0.31		0.26	0.27	
	溝の深さ (cm)	21.0		35.7		
0.02×33板	所要時間 (時.分)	(人力) 4.37		(人力) 3.45		8.22
0.02×40板	所要時間 (時.分)	(人力) 6.4		(人力) 9.44		15.48
畦塗	所要時間 (時.分)	あぜこね (牛耕) 0.24	土寄せ (人力) 0.38	土あげ (人力) 0.31	あぜぬり (人力) 0.41	2.14

註 (1) 所要時間は100m当りである。

(2) 機械埋込みは2名で行ったが、作業時間は1名換算である。

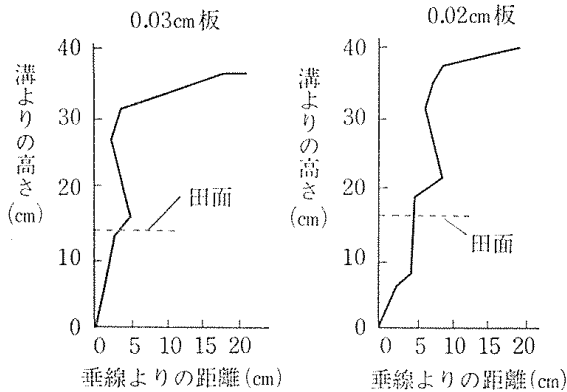
(3) 溝の深さは畦畔の上面からの垂直距離である。

(4) 0.02×33cm板の人力埋込み深さは13cm, 0.02×40cm板の人力埋込み深さは20cmである。

2 埋込機使用の難易については直線畦畔の場合は1名で充分使用可能であるが、曲り畦畔では1名の補助作業員が必要である。また畦畔ぎわが濡って水の溜っている様な場合には作業が困難であった。

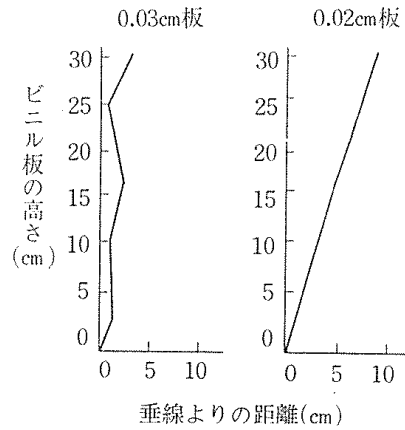
3 作業精度

直線畦畔における側壁の状態は第4図の如く、0.02cm板の埋込の場合は溝掘り作業を2回行ったので側壁が2段となったが、0.03cm板では1回行ったので段はつかない



第4図 側壁の状態

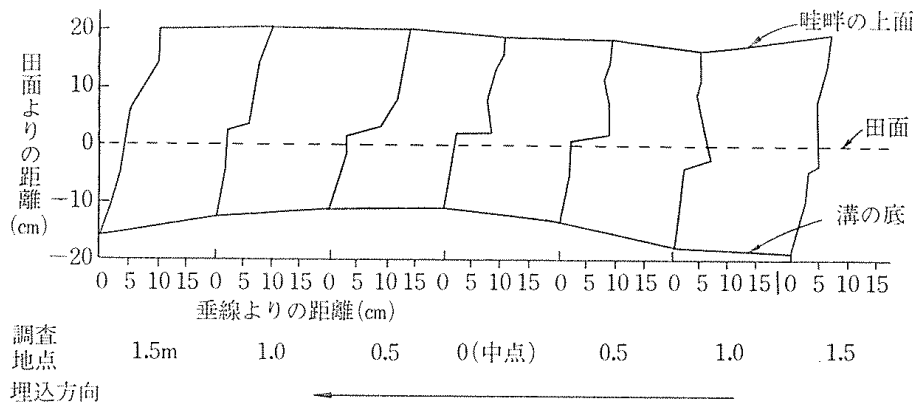
かった。ビニル板の埋込状態は第5図の如く、0.02cm板で畦畔上面に於て8.6cm(約15度)、0.03cm板で2.7cm(約5度)外側に傾斜していた。此の傾斜は5cm(約9度)程度が適当と思われるので、前者は大きく後者は小さ過ぎた。ビニル板の傾斜断面は0.02cm板では殆んど直線的であったが、0.03cm板ではS字形に曲って殆んど垂直的であった。これは0.02cm板の場合2回溝掘り作業を行ったため、溝が深く(32.1cm)なりすぎた。これにビニル板を埋込む時に耕耘機が畦畔側に大きく傾き、その結果ビニル板の傾斜も大きくなって、側壁とビニル板の間に飛散土が入らなかったため断面が直線的になったものと思われる。此れに反し0.03cm板の方は溝が浅く(21.0cm)、埋込作業時に耕耘機が水平に近い状態になったので、ビ



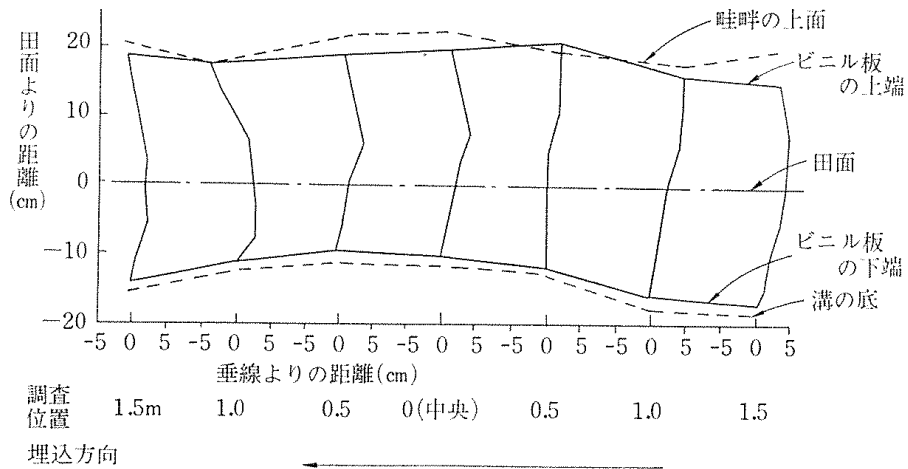
第5図 ビニル板の埋込状態

ニル板は垂直的に埋込まれると共に、飛散土がビニル板と側壁の間に入りS字形に曲ったものと思われる。溝の深さは0.02cm板の場合、田面下15.7cm、0.03cm板の場合14.4cmで、ビニル板の埋込深さは前者で、13.6cm、後者で13.0cmと約1~2cm程度溝より浅くなっている。鋤床層の深さが約17cmであるので、鋤床層までの深さに埋込むことが必要である。

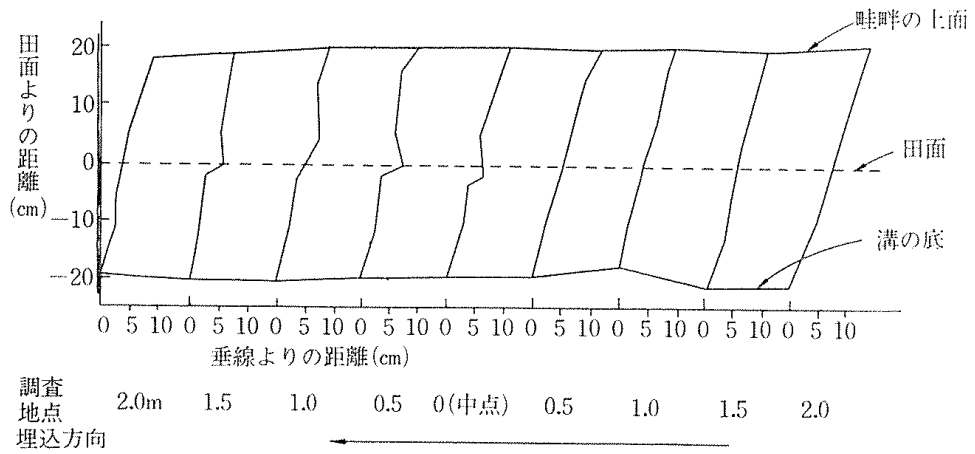
曲率半径3.44mで中点の前後約1mが此の曲率半径の円周上にあり、その前後が直線状になっている内曲り畦畔に0.03cm×33cmのビニル板を埋込んだ処、側壁の状態は第6図の如く、中点に近づくに従い傾斜は大きくなり、その傾向は中点を過ぎて(右側)1.5mの処まで続いている。また中点の前後1.0m位は大きな段が付き溝も浅くなっている。此のような状態にビニル板を埋込むと、第7図の如く中点から前後0.5m位はビニル板の上縁が畦畔上に浮き上がった。これは小さい曲率半径の部分に沿って、耕耘機を急にまげようとした結果、埋込機の部分が浮き上りを生じたためと思われる。またビニル板の傾斜状態は中点に近づくに従い垂直的となり更にくの字形に曲っている。此の傾向は中点を過ぎても若干残り、1mを



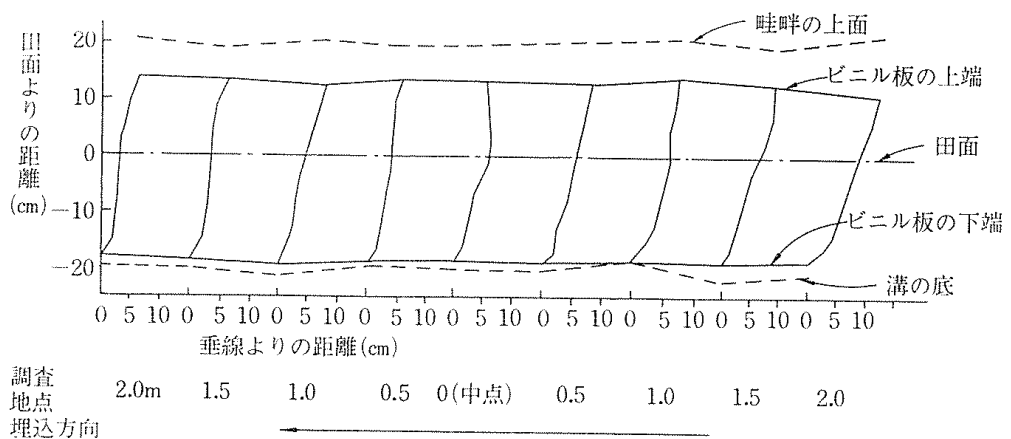
第6図 側壁の状態



第 7 図



第8図 側壁傾斜の状態



第9図 ビニル板の埋込状態

過ぎるとビニル板の上部は逆に圃場内に倒れている。これは中点附近の側壁に大きな段があったことと、埋込時の飛散土が側壁とビニル板の間に入った為と思われる。
 また曲率半径15.57mで中点より前後1.6mがこの曲率半径の円周上にあつて、その前後が直線状になっている

外曲り畦畔に、前記同様0.03×33cmのビニル板を埋込んだ処、側壁傾斜の状態は第8図の如く、中点前2m項は20°程度傾斜していて最も大きく、中点に近づくに従い角度は小さくなって、中点を過ぎると約13°程度となった。

側壁の断面については中点までは概ね直線的であるが、中点を過ぎ1.5m位の間に大きな段が生じた。これは外曲り畦畔のため耕耘機が畦畔より離れないようできるだけ畦畔ぎわを前進させた為、中点より手前の側壁の傾斜が大きくなったものと思われる。

このような側壁状態にビニル板を埋込んだ場合第9図の如く、中点附近で若干S字形になっている程度で、割合に直線的に側壁とよく似た傾斜で埋込まれている。これは外曲り畦畔のため埋込み時に耕耘土が圃場内の方に飛散して側壁とビニル板の間に入らなかった結果と思われる。

摘 要

1 畦畔に漏水防止資材を埋込んだ場合の漏水量は資材の種類よりも厚さによる影響の方が大きい。これは薄手の板は土とよく密着するが、厚手資材はこの密着が悪い上に空洞等が生じ易いので、漏水量を多くするものと思われる。

2 畦畔に漏水防止資材を埋込めば、“モグラ”による不時漏水の防止ができるので、朝夕の田の見廻りも不要となる。

3 埋込みの深さは鋤床下5cm程度が適当である。深過ぎるときは鋤床層を大きく破碎するため、漏水量が多くなる傾向を示した。

サンドイッチ式に埋込む場合のビニル板の上縁は畦畔上面より5cm程度下に埋込み、1mm板の如く畦畔の内側に露出させて埋込む場合は畦畔上面と同程度とし、いずれも畦畔側に約9度程度(上縁で約5cm位)傾斜しているのが適当と思われる。

4 ビニル板埋込機による埋込み作業は非常に能率的である。本機も使用法を習熟すれば充分実用に適するものと思われる。

5 ビニル板埋込機の内曲り畦畔の適応範囲の限界は曲

率半径で3.4m程度が最低と思われる。また内曲り畦畔では、中点附近で耕耘機の浮き上りを生じると共に、ビニル板と畦畔の間に飛散土が入り易い。

6 外曲り畦畔の埋込みは、耕耘機が畦畔より離れ易いので注意を必要とするが、ビニル板と畦畔の間に飛散土の入るような事は少い。

7 埋込機に使用するビニル板の厚さは0.03~0.05cmが適当で、厳寒時の埋込はビニル板が切れ易いので、この時期に実施しない方がよいと思われる。

参 考 文 献

- 1) 赤井正志・笠井辰郎 1964. 乾田直漏水防止に関する試験. 山梨農試年報: 9
- 2) 青森農試年報 1962, 93~94
- 3) 青森農試年報 1963, 124~127
- 4) 富士岡義一 1957. 畦畔浸透について(I). 農土研 25 (1): 1~5
- 5) 富士岡義一 1958. 畦畔浸透について(II). 農土研 26 (1): 1~3
- 6) 渡辺成美・長谷川勉他 1964. 水稲冷害に関する試験. 岩手農試研報 7: 34~38
- 7) 南敬二・神橋喜代嗣 1962. 水田畦畔の漏水防止に関する研究 第1報 第2報. 農機学会関西支報 16: 61~70
- 8) 南敬二・神橋喜代嗣 1963. 水田畦畔の漏水防止に関する研究 第3報 農機学会関西支報 18: 25~27
- 9) 宮城農試年報 1962, 38~40
- 10) 宮城農試年報 1963, 39~40
- 11) 静岡農試三方原田畑輪換試験地 1966. 田畑輪換栽培に関する実証的研究. 静岡農試特別報告 No. 8: 107~122
- 12) 富山農試年報 1963, 51~52
- 13) 内山昭三 1964. 砂丘地ビニル耕地に関する研究. 新潟農試研報 14: 73~82
- 14) 山崎不二夫 1958. 水田のアゼに関する研究(I). 農土研 26 (6): 305~311

Summary

Application for the ridge in a paddy field of the materials for preventing water leakage is effective not only for the prevention of water leakage, but also for the saving of labour in ridge formation, the prevention of water leakage by moles, and the reinforcement of ridges. And the materials are generally durable, vinyl and polyethylene boards being more economic and more easily applicable than concrete or slate.

However as the growth of rice by the side of ridges becomes worse from the second year after the application of the materials, it is necessary to plough deeper and to increase fertilizers.

It is desirable to bury the materials 5 cm below the plough sole inclining them about 9° towards the outside, and trying not to make their upper edges appear above the ridges.