

傾斜地の機械による開墾法

吉田 保治, 小畑 晃男

Farm Construction of Slopping Ground by Machine

Yasuji YOSHIDA and Teruo OBATA

はじめに

農業機械の工学的進歩は、在来の畜力、人力農耕に比較して土地生産性の向上、労働力の減少等技術的にも経済的にもすぐれた諸種の利益をもたらし、今後益々農業機械が普及するものと考えられる。

然し一段と進歩した機械化農業技術を導入し、且つ機械の能力を最大限に利用するためには、農地が合理的に設計され、造成された形状のものである必要がある。

和歌山県は、平野部の少ない山岳地帯であるため、果樹園の大部分は、山岳部に構築された階段畑が傾斜畑である。しかも畑に通ずる道路等が合理的に配置されていず又畑の幅が狭いか急傾斜であるため、在来の果樹園では、余程その立地条件に恵まれていない限り、一般的に多くの悪条件を伴うため、現状ではすぐれた機械化農業技術を導入出来ない。

近畿大学農学部湯浅農場では、本年1月から約4カ月間に亘り、和歌山県橋本市市協にて約12haの山林地に果樹園の造成を、機械によって実施した。

この農地造成工事は、湯浅農場所有のBD-11, TD-9 Bulldozer D4 Backhoeを使用し、出来る限り合理化された農地とするため測量、設計、施工を一貫して実施した。筆者はこの工事から得られた二、三の事項即ち(1)造成地の立地条件(2)急傾斜地の階段工構築法(3)小丘陵地に対する農地造成法につき検討を加え報告する。

1. 造成土地の立地条件

所在地 和歌山県橋本市市協

土性 洪積層

土質 砂壤土

植生 した、ささ、松

面積 約12ha

造成地は、橋本市の北西部に当り、紀の川北岸で南面

し、和泉山脈の山麓になる。

機械開墾を施工する場合、造成地の立地条件中(1)傾斜度の緩急(2)地形の屈曲(3)岩の有無(4)土質(5)地下水位の高低(6)機械導入の難易(7)件通上の便、不便。

等が機械の施工能力に影響する主な条件である。橋本市市協地区の場合に於ける以上の条件について検討すると第1表の通りである。

第1表

No.	項目	内 容
1	傾斜度	不良 平均して30°, 35°以上の箇所もある所々山崩れをしていた。
2	地形	不良 屈曲多し。
3	岩	良 栗石程度の玉石と砂利
4	土質	良 重粘土層の存在した場所は不良
5	地下水	良 数ヶ所に湧水があった所は不良
6	搬入路	良
7	交通	良

第1表の如く、傾斜度及び地形ではその条件が不良で、殊に急傾斜な上に屈曲(小屈曲)が多いため、インカーブになっている箇所では土量が少くなり施工が困難であった。その他の項目でも、栗石、玉砂利がかなり混在しているため、機械各部の損耗が大であった。又重粘土層の存在は、湧水を伴い機械のスリップ、めりこみ等の原因となり施工能力が低下して不良な条件であった。植生はいずれも下草であり、松も直径10cm程度のものであったから抜根等は何等の障害とはならなかった。機械の搬入は、国道24号線に近く、造成地内も容易に通出来た。従って以上の結果から第2表に示す如き場所が良好な造成地であるものと考えられる。

即ち(1)傾斜度が平均して20~26度以下である事(2)アウトカーブの大きな屈曲状をしている事即ちゆるやかなスロープをなす地形が良好である。次に土壌の

第 2 表

No.	項目	内 容	内 容
1	傾斜度	良 平均 20~23°	稍良 平均 25°
2	地 形	良 アウトカーブの大屈曲	〃 ゆるやかなインカーブである事
3	岩	良 無	〃 玉砂利, 浮石
4	土 質	良 砂 壤 土	〃 粘質土でない事
5	地下水	良 低い良く排水する所	〃 低 い
6	搬入路	良 造成地迄道路ある	〃 造成地の附近迄道路ある
7	交 通	良 便	〃 便
8	植 生	良 下草のみの場所	〃 直径 10cm~15cm の立木

物理的性質では、排水の良い砂質土が良く、粘質土は不良である。且つ所在地付近に道路（幅員 3.5m 以上）がある事が必要で、これ等の条件が備えられておれば良好な造成地と言える。

2. 急傾斜地の階段工構築法

和歌山県の如く山岳地帯の多い所では、必然的に階段工の造成となり、且つこれらの場合急傾斜地に構築する事を余儀なくされる。橋本市市協地区の造成工事の場合も例外ではなかった。一般に機械に依って階段工を構築する場合は、法面土坡では斜面勾配が21°でせいぜい26°前後とされている。尚 Bulldozer で階段工を構築するには、傾斜地の頂上部に、Bulldozer の前後進可能地点を作り、この地点を拠点として、山地の等高線に従って、傾斜面を切り取り、土を下方に盛土して、階段工を構築して行く工法が普通行われている工法であるが、傾斜面が急になれば、それに比例して法面積、土量が増加する。これ等の関係を示せば第3表の如くなる。

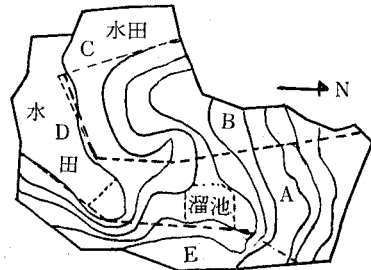
第 3 表

傾斜度	耕地幅	階 段	工 幅 切	土 量
5°	3m	0.2m	3.2m	24.9m ³
10	3	0.5	3.5	62.4
15	3	0.8	3.8	99.9
20	3	1.0	4.0	124.9
25	3	1.4	4.4	174.8
30	3	1.8	4.8	224.7
35	3	2.2	5.2	274.7
40	3	2.4	5.4	299.7

階段工幅=耕地幅=法幅
法面勾配 45°, 切土量は 10a (耕地) 当り

然も機械操縦技術上にも無理を伴い事故を惹起する原因ともなり兼ねない。今回実施した農地工事中井上氏所有の土地は、傾斜地としては最悪の条件で、従来の手開

懇では、精々 20a 前後の耕地しか出来ないと考えられる様な場所であった。即ち第1図に示す様な状況である。

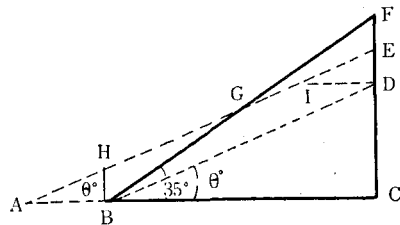


第 1 図

この土地は南面し、傾斜面の下部には水田がある。A地区は40度を越す傾面で、特に山崩れのした部分が幅約 8m 程あった。B地区は少々西面し頂上部では30°以上で、中程から以下は27°程度の傾斜面で、アウトカーブとなっている。C地区は水田(乾田)、D地区は水田(湿田)、E地区は35°前後の急傾面で西面し、略々中央部に溜池があった。この他湧水のある地点が数カ所見受けられ、地層から重粘土が存在するものと考えられた。

本地区区的设计, 施工に当り次の様な点を基礎として設計し施工した。即ち急傾斜面に階段工を構築する場合は、第3表に示した如く、土量が増加し、反対に耕地面積が減少する。前述した如く傾斜度は21°~26°の範囲内のものが、土坡の場合相当であるとされている。この様な事項から、筆項から、筆者等は次の様な設計を基本にして施工した。即ち第2図から傾斜度 a° のものを、傾斜度を希望する θ とするために斜面上部で切下げなければならない高さは次式により求められる。

$$ED = FC - CD = FC - BC \tan \theta$$



第 2 図

従って、急傾斜地の場合、頂上部を切り下げて下部に盛土して、適当な斜面を造成しつつ、階段工を構築して行く工法である。上式から、一般に階段工構築に適している25°を標準にして、これ以上の傾斜度の場合のFDを計算すれば、第4表の通りとなる。尚 $BC=50m$ $\theta=25^\circ$ として計算した。

第4表から、切断距離距離にもよるが、距離の短い場合は、切り取り土量はその切断面積から計算して、33°位いから以下になれば切り下げて傾斜度を25°とした方が、

第 4 表

傾斜度	BC	FD	FF	切断面
38°	50m	15.75 m	7.83m	210m ²
35	//	11.685	5.84	110
33	//	9.16	4.58	69
30	//	5.56	2.78	34
28	//	3.27	1.63	15.5
25	//	0	0	0

造成後の畑地管理及び山地の利用度からみて有利であると考えられる。即ち第3表から傾斜度は30°では、階段工幅は4.8mであるが、25°では4.4mで、その差40cmとなるから、11段で1段余計に耕地をとる事が出来る。この様な工法をとる場合と自然勾配のまま施工する場合とを比較すれば第5表の通りである。

第 5 表

傾斜度	階段中	法高	階段工中	切断面積	階段数	切土量	
35	自然	3 m	2.2m	5.2m	0.825m ²	9段	274 m ³
	修正	3	1.4	4.4	0.525	14	2815
30	自然	3	1.8	4.8	0.675	10	225
	修正	3	1.4	4.4	0.525	12	1116.6
25	自然	3	1.4	4.4	0.525	11	175

切土量は耕地10a造成時のものを示す。

例えば自然勾配30°の場合についてみれば、耕地10aを造成するに、225 m³切土すれば良いが、25°に修正して施工すると、切土は1116.6 m³に達し、その差は891.6 m³でかなりその差は大きい。然し造成後の農地の管理費の差額や土地利用率の向上等からでは、長期間に亘る計算をしてみれば、急傾斜をそのままに利用するよりは有利である。

他方機械施工面からでは、急傾斜地をそのまま施工する場合は、機械運転上多くの困難を伴い機械の計算能力70%位に能力が低下するに、緩傾斜地では略々100%の能力を発揮せしめる事が出来るから、施工費では、土量の差が示す程には差額を生じないものと考えられる。以上の如き事項から、筆者等は、井上氏所有の土地ではA地区の頂上部で約7m切下げて、下方溜池の方向に盛土し、又B地区のアウトカーブ部の土も同地点に押土して、傾斜度をA、B地区共に26~27%として、ここに法肩を略々直線として、耕地幅平均4m、法勾配80~85%のものか造成した。又D地区の沼田に対しては、B地区下方部の土を切って盛土(約1.5m)した。E地区は自然傾斜面のままとし、一部に耕地幅5~6mの階段工を構築し他はそのまま放置した。この施工結果及び使用機械の能力を示せば第6、7、8表の通りである。尚農道は幅員3.5mのものを造成した。第6表は井上氏の農地

第 6 表

項 目	面 積	同 比 率
山林面積	172.91 a	100 %
施工面積	106.01	61.3
耕地面積	82.59	47.76
道路面積	23.42	13.54

第 7 表

Q	排土板容量	2.5 m ³
D	運搬距離	6.5 m
f	土量換算係数	0.8
F	作業効率	0.7
V ₁	前進速度	30m/min
V ₂	後進速度	45m/min
t	ギャ入換時間	0.4
cm	サイクルタイム	0.761
V	1時間当たり土工量	55.2 m ³

第 8 表

項 目	機 種	
	BD-11	TD-9
稼動時間	156 hr	6 hr
燃料消費量	2348 l	49 l
オイル等消費量	114.8 l	3.6 l
グリス消費量	31.2 kg	1.2 kg
ウエス消費量	9.1 //	0.4 //

造成工事結果を示し、第7表はBD-11の時間当たり排土量等の能力表で、第8表は工事に要した時間数等を示した。

第6表から、手開墾の場合の約4倍の耕地が造成されたが、今後30°以上の急傾斜地に対しては、以上の結果から、機械施工で開墾する場合には、傾斜度を少なくとも27°に修正して後階段工を造成する事が望ましく、この様な工法を取入れる事によって、10a当りの増施工費が加しても、(1)耕地面積が増加する事(2)法高が低くなる事(3)造成後の肥培管理が容易となる事等の諸点に利益をもたらし、在来の急傾斜地農業からかなり近代化された緩傾斜地農業に移行出来るであろう。又機械化農業をも或る程度取入れられるものと考えられる。尚この農地に対しては、造成後D-4 Backhoeによる植穴掘削を実施し、本年5月すでに柑橘が植え付けられており、土坡面はラブリグラスを植えた草法面である。

3. 小丘地に対する農地造成法

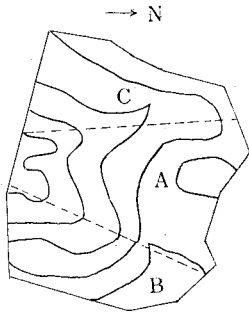
階段工構築法の項の項でも記述して来た如く、山岳地帯の多い和歌山県では、傾斜地をそのまま利用して、階段工を構築するのが普通行われている開墾法である。然

し合理的な農耕作業を行うには、はじめに述べた如く出来るだけ平坦で広い面積の農地である事が望ましく、今後の農地造成に当っては、この様な農地を出来るだけ造成する様考慮すべきであろう。

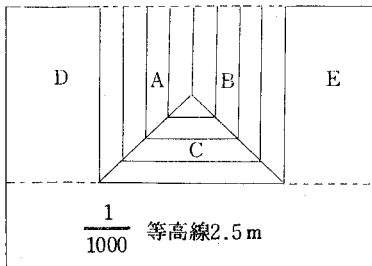
和歌山県内に於ても、この様な考慮を払えばかなり広い平坦な農地を造成出来得ると考えられる場所が見受けられるが、既に果樹園等になっている場所の殆んどは階段畑となっている。筆者等が今回設計、施工した橋本市市協の農地造成地で、藤田氏所有の地区内で段階工を構築せずかなり広い平坦な農地を造成したが、この工法は在来の階段工構築に比し、その経費を多く要するが造成後の肥培管理その他に多くの利益をもたらすものと考えられたので検討を加え報告する。

ここに記す工法は、既に近畿大学農学部湯浅農場に於て柑橘園を造成するためにかなり大規模に行われた方法である。

藤田氏所有地は、土性その他は造成地の立地条件の項で記述したのと同様の条件であるが、その地形は南方向に二つの長い丘陵があり、その間に短い小丘陵がはさまった地形となっている。この地形の一部を示せば、第3図の通りで、A地区が小丘陵地、B、C地区が大丘陵地となっている。A地区の小丘陵地の南北の距離は約100m、東西の距離は広い所で75m、狭い所で5m程度であり、B丘陵は長さ215m、C丘陵は1901mである。B、C丘陵間の谷部の広さは約35mでA、B間及びA、C間の谷部の広さは、夫々



第3図



第4図

20m内外であり、又夫々の深さは5~15mである。

この様な小丘陵が大丘陵地の間に存在する場合に在来の開墾法によって階段畑を造成すると、今回筆者等が行った造成法とを、耕地面積等について比較して見ると次の例に示す通りとなる。

例えば第4図の様な地形で傾斜度が25°で、ここに階段畑の幅3mのものを造成すると第9表に示す様になる。即ち階段畑の幅3mで延長310m、耕地面積884m²の階段畑が造成される。尚谷部をも畑地化したとすると1600m²を加えて、2484m²の耕地面積を造成する事が出来る。

第9表

地区別	階段幅	法高	階段工幅	段数	階段工延長	耕地面積	切断面	切土量
A	3m	1.4m	4.4m	4	116m	334m ²	0.525m ²	60.9m ³
B	3	1.4	4.4	4	116	334	0.525	60.9
C	3	1.4	4.4	4	78	216	0.525	40.95
					310	884		162.25

第10表

畑の幅	法高	耕地面積	切土量
40m	2.03m	3200m ²	3520m ³

他方筆者等が計画し、施工した工法でこの地形のものを施工するとすれば第10表に示す様な農地とする事が出来る。A、B、C地区の土をD、E両地区に運土して、盛土しこれ等の地区を合して、一地区とする農地に造成する。この工法で施工した場合の結果は第10表に示す通りである。

第9、第10表を比較して見れば、第11表の様になる。

第11表

工法別	耕地面積	土地利用率	段数	切土量	m ² 当り切土量	丘陵地利用率
階段法	2484m ²	77%	4	162.75m ³	0.1841m ³	55%
平畑法	3200	100	1	3529	1.10	100

以上の結果から、小丘陵地は切土してその周囲の低い地点に盛土して、一面の農地を造成した方がすぐれている。即ち全体の土地利用率は77%と100%であるが、丘陵地の利用率では、55%と100%でその利用率は約2倍となる。又造成面積の差は716m²である。然し切土量では約21倍の差があり、著しく切土量が相異なる。従って機械開墾費に於ても平畑法の方が、階段工法に比較して多額の費用を要する事となる。当場所のBD-11 Bulldozerの場合、その時間当り排土量を工法別に計算すれば、段階工造成では、50m³/hr、平畑造成では97.8m³/hrとなるから、その所要時間は、夫々2.2hr及び36時間で約11.2倍を平畑工法の場合要する事となる。施工経費に於ては以上の如く、かなり著しい差額を生ずるが、土地利用率の面から考察すれば、利用率を向上せしめ得るし、造成後畑の肥培管理面に於てもかなりの差が生じ

るものであらうと考えられる。従って前述した如く長期間に亘る場合は逆に単位面積当りの利益は増大する。藤田氏の所有地に対しては、従って以上の様な事項から平畑とする工法をとった。即ちA区の北方向中央部に於て約6.5mを切下げB.C両地区に盛土した。土量が南方向に行くに従って減少するために段階に畑の幅は最低9mとして造成した。この施工に要したBD-11 Bulldozerの時間数等は、第12表の通りで、これに要した時間数等は第13表の通りである。

第12表

項目	面積	同比率
山林面積	284.10 a	100 %
施工面積	203.49	71.63
耕地面積	172.56	60.74
道路面積	30.93	10.89

尚藤田氏所有地の全体的な配置から考察して、この地区は丁度全造成地の中央部に存在する関係から、造成後果樹園の肥培管理の中心となる場所であり又丘陵地が南方向に突出しているから、丘陵地の西方向の側面の日照時間等も短くなる点もあり、平畑工法をとり入れた事は一応の成功であった。殊にこの工法をとり入れる際切り下げ高以内に岩が存在していないかどうかがこの工法の採否の岐路となるが、藤田氏の場合この様な事はなかった。以上の結果から、小丘陵地に対して農地を造成する場合は、造成後の畑の生産力向上、土地利用率の向上を

第13表

この表は藤田氏所有の全部の造成地の結果である。

項目	機種	
	BD-11	TD-9
稼動時間	200 l	101 l
燃料消費量	3000 l	808 l
オイル	160 l	60.6 l
グリス	40 kg	20.2 kg
ウエス	11.6 kg	10.6 kg

本表は藤田孝氏所有の全部の造成地に要したものである。

もたらず平畑工法を土性、土、質岩の有無等の立地条件の可能な限り採用して、合理的な農地を造成する事が有利である。

本報告に当り、諸種の御助言、御協力を賜った本学世耕総長、佐藤庄太郎博士、和歌山県農林部宇田祐技師、橋本市吉田佐一郎氏、大阪ふそうK.K.横山氏並びに湯浅農場小田、岡崎、尾羽瀬、小川の諸君に記して謝意を表します。

参考文献

1. 坂本寿夫: 果樹園階畑の構造設計, 農業及園業 4~667 (36)
2. 斎藤義治: 建設機械施工法, 朝倉書店
3. 高橋俊行: 機械開墾と機械営農, 農業及園業, 1~273 (273) (35)
4. 中村総一郎: 急傾斜地帯の開拓方法, 農業及園業 3~493 (36)