

日本坡地開發與機械施工

行政院農業發展委員會

涂 本 玉

日本全國可能開發之土地面積，據日本農林水產省 1977 年調查，共有二百八十二萬餘公頃，其中坡度 8 度以下之土地面積佔 21%，8 度至 15 度面積佔 39%，15 度以上面積佔 40%，由此可見日本可能開發之土地絕大部分是屬於坡地與陡坡地。

坡度對於機械作業是一種限制因素，坡地地形也影響機械作業。日本坡地開發的規劃，最主要的是要造成有利於達成農作生產一貫機械作業的農地形態，如廣大的區塊，平緩的坡度，安全的土地利用，合理的農作栽培制度。

1. 坡地開發方式

日本坡地開發方式依坡地現有地形與墾殖方法之不同可分為四種：

(1) 山成工（原地墾殖）

此為對現有坡度在 15 度以下之山林地，就原有地形開墾，造成山坡農地的一種方式。此種方式之農地造成率高，土之挖填移動少，施工費用低，土地安全性良好。為適應機械作業，坡面應適度整修。

(2) 改良山成工（整坡墾殖）

此為對現有地形複雜與坡度較陡之坡地，進行

平面圖

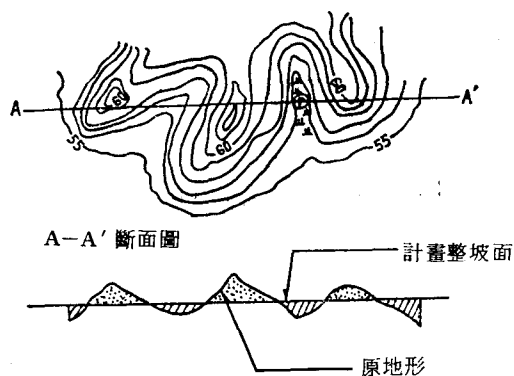


圖 1 整坡墾殖計畫

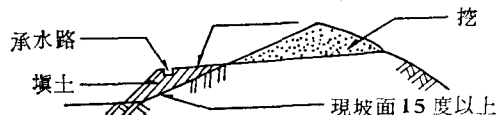
挖土與填土之整坡作業，造成整體一致的平緩坡地。此種坡地造成之土地利用率高，且可從事高度的農業機械化經營。

(1) 緩坡造成式

a 例：



b 例：造成 15 度以下坡度



(2) 坡面整修式

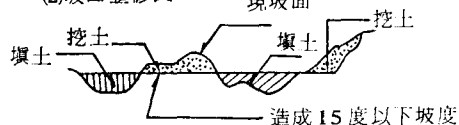


圖 2 整坡墾殖方式

此種坡地造成方式依整坡之程度又可分為二種：

a. 坡面整修型：用於坡度 12 度以下之大面積緩坡地。將起伏坡面之突出部分推除，順坡移土填平低窪部分，造成整齊一致的坡面。

b. 緩坡造成型：為應合坡地農業機械化經營之需要，將 10 度至 15 度之坡地造成 6 度以下之緩坡地，或將 15 度以上之陡坡地造成 12 度至 8 度之整齊坡地。此種造成緩坡地之方式是從山頂部分之坡面將土切挖推填到低陷之谷地，造成一個適當的緩坡面，因此需要大挖大填，施工費用甚高。最大的問題還是表土管理與大雨後的土壤沖刷與崩塌，這與施工方法有關，需要改進的地方很多。

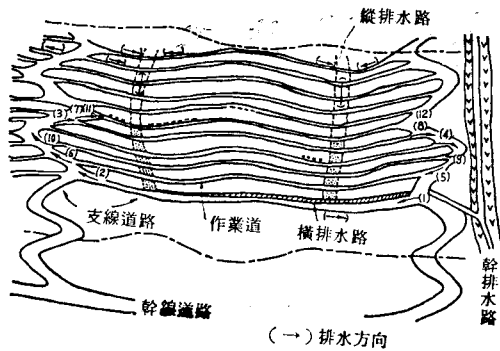


圖 3 坡面墾殖各項設施模式圖

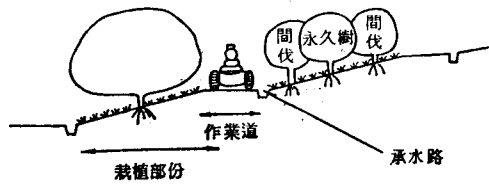


圖 4 坡面墾殖橫斷面圖

(3) 斜面工 (坡面墾殖)

此為對現有坡度在 10 度至 25 度間之坡地，不必大挖大填去整坡，而就原坡面加以墾殖利用。其墾殖方法是在坡面上循等高線方向每隔一適當距離設置一作業道，以利機械作業，主要適用於坡地果園之開闢，果樹即種於作業道兩側之坡面上。在作業道之間再設連絡道，以建立整個坡面之作業系統，此種方式以利用作業道為其特色，挖填土方少，水土保持效果良好。

(4) 塔段工 (塔段墾殖)

此為較陡坡地構築平台塔段的一種墾殖方法。主要適用於果樹種植，即開闢塔段果園，在台面上種植果樹。此種方式之挖填土方數量較整坡墾殖方式為少，但造成面積因塔段斜面用以種草，故對果樹種植面積比率很低。且在陡坡地上造成之台面甚狹，有碍果樹栽培管理之機械化。

平台塔段造成有兩種方法，一為挖填併行法，即以挖起之土方填到斜坡外側，而造成一個平台塔段。二為全挖法，即在計畫之平台斷面上全面挖土，將挖起之土方全部翻移到下一個計畫平台斷面上，逐次向上挖翻，而後將每一斷面填土整平，使之成為一個平台塔段。前者土方數量少，一般均採用

此法。後者土方數量多，成本較高，但平台基盤穩定，耕作土層厚，利於果樹生長。

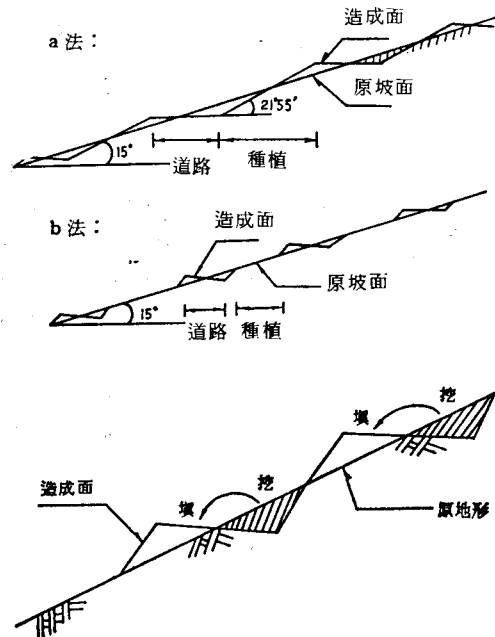
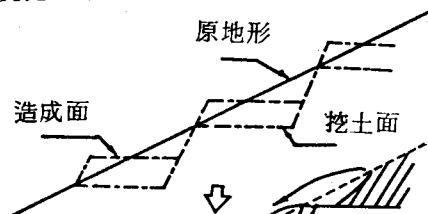
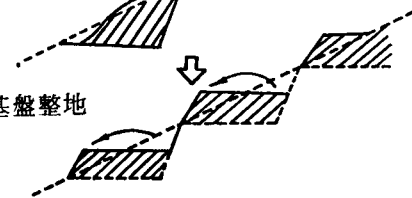


圖 5 塔段墾殖施工法

a. 現況—計畫



b. 挖土



c. 基盤整地



圖 6 塔段墾殖全挖式施工法

2. 坡地開發之機械施工

日本坡地開發均利用重機械施工，事先訂定施工計畫，針對地形，土質，障碍物，土地利用形態，以及施工作業類別，選用適當機械，採行合理的

施工方法，按預定進度施工。

(1)施工作業類別與適用機械

施工作業類別	適用機械
障礙物處理（包括推除樹木，挖掘樹根，推除石塊，清除地面雜物等）。	推土機，重齒耙，破土耙，挖土機等。
運土（包括挖、填土方，表土處理等）	推土機，挖土機，鏟裝機等。
整地（包括犁翻、耙碎、鎮壓等）。	重齒耙，破土耙，迴轉犁，碟耙，滾壓器等。
土層改良（包括客土，底土破碎，深耕等）。	推土機，挖土機，破土耙，心土犁等。

效就一般坡地開墾之施工作業類別與適用機械簡述如下表：

(2)施工作業要點

- a. 開關機械進入工地之臨時道路。
- b. 一般由山坡頂上方向下方作業，以發揮機械作業效率。
- c. 填方時要先清除草皮，樹枝，樹根等植物體，以免混入土中造成隔離面，因暴風雨而引起沖刷，崩塌或地滑。
- d. 推除之樹木，樹根如全面散布甚多時，應每隔適當之距離即堆集成一線，以利墾殖施工。
- e. 選定乾季施工，以免雨天無法施工及暴風雨所引起之沖刷與崩塌等災害。

(3)施工機械作業能量計算方法

坡地開發之機械施工一般多是作運土作業。效就推土機坡地運土作業能量之計算方法說明於下：

- a. 先找出推土機之基準作業量 (Q') (m³/hr)

推土機之基準作業量隨機型大小，運距而定。如 7 公噸左右之中型推土機，運距 20 公尺之作業量約為 66m³ hr。其他作業量有表可查。

- b. 找出土量換算係數 (f)

各種土質（如砂土，壤土，粘土，石礫等）在其原土狀態下之土方換算挖鬆土方或壓實土方之係數，有表可查。

- c. 再找出作業效率係數 (E)

推土機作業效率受坡度，土質，作業時間損失，作業難易程度等因素所影響。

作業效率 (E) = 坡度係數 (E₁) × 土質係數 (E₂) × 時間係數 (E₃) × 作業係數 (E₄)

各項係數均有表可查。

- d. 而後再計算推土機之作業能量 (Q) (m³/hr)

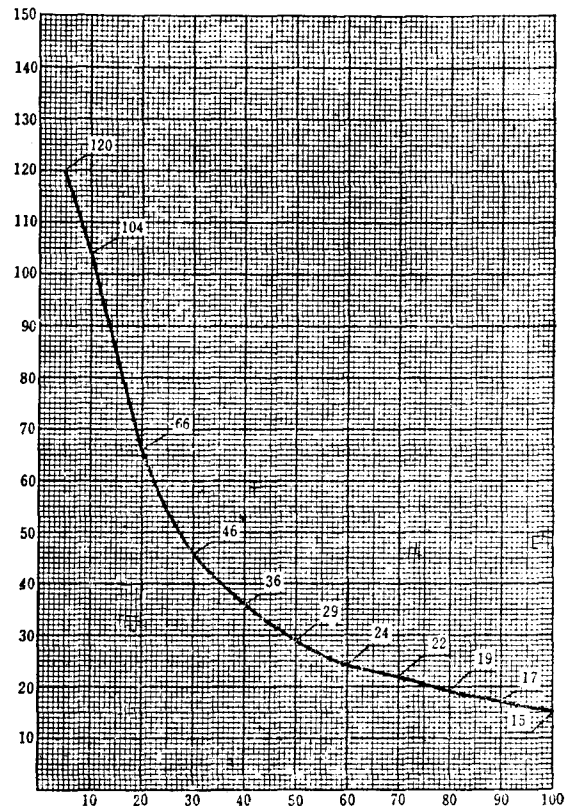
$$Q = Q' \times f \times E_1 \times E_2 \times E_3 \times E_4$$

推土機作運土以外之其他作業及其他主要機械做各項主要作業之作業能量均如上述例子各有其計算方法。

參考資料

1. 前田芳郎：機械施工（農業土木學會選書1），1979年
2. 佐野文彥：圃場整備の機械化施工，1982年
3. 農林水產省構造改善局：土地改良事業設計基準—ほ場整備（畑），1978年9月
4. 農林水產省構造改善局：土地改良事業計畫基準—農地開發（開畑），1977年1月
5. 農地開發機 公團：步掘基準（改訂3版），農地の造成改良に関する機械施工，1971年3月
6. 農業機械化研究所：傾斜地用農業機械・設施に関する現況と問題，1979年3月

附圖一 7 ton 級推土機基準作業量



附表一 坡度係數 (E₁) 表

坡度 (%)	水平	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
上限	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82	0.80
下限	1.00	1.50	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50

坡度 (%)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20以上
上限	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66	0.64	0.62	0.60	0.60
下限	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.64	1.66	1.68	1.70	1.70

附表二 土質係數 (E₂) 表

土質別	砂	砂質壤土	粘土質壤土 粘 土	石 礫 土	軟 硬 卵 石
土質係數	1.10	1.00	0.95	0.85	0.75

附表三 時間係數 (E₃) 表

工種	改良山成工	階 段 工	水田圃場整備	一般建設工事
時間係數 E ₃	0.90~0.85	0.85~0.80	0.85~0.75	0.90

附表四 作業係數 (E₄) 表

作內 業容	作 業 條 件	土 質 狀 態	砂 土			普 通 土			粘 土			重 粘 土 · 岩		
			普通	濕潤	水中	普通	濕潤	水中	普通	濕潤	水中	普通	濕潤	水中
簡 易	良 普 稍 不	好 通 良	1.30	1.19	1.12	1.20	1.09	1.02	1.09	1.00	0.94	1.02	0.94	0.88
			1.19	1.09	1.02	1.09	1.00	0.94	1.00	0.91	0.86	0.94	0.86	0.81
			1.09	1.00	0.94	1.00	0.91	0.86	0.91	0.84	0.79	0.86	0.79	0.74
普 通	不 良 普 稍 不	良 好 通 良	1.02	0.94	0.88	0.94	0.86	0.81	0.86	0.79	0.74	0.81	0.74	0.70
			1.19	1.09	1.02	1.09	1.00	0.94	1.00	0.91	0.86	0.94	0.86	0.81
			1.09	1.00	0.94	1.00	0.92	0.86	0.92	0.84	0.79	0.86	0.79	0.74
稍 複 雜	不 良 普 稍 不	良 好 通 良	1.00	0.91	0.86	0.92	0.84	0.79	0.84	0.77	0.72	0.79	0.72	0.68
			0.94	0.86	0.81	0.86	0.79	0.74	0.79	0.72	0.68	0.74	0.68	0.64
			1.09	1.00	0.94	1.00	0.91	0.86	0.91	0.84	0.79	0.86	0.79	0.74
複 雜	不 良 普 稍 不	良 好 通 良	1.00	0.91	0.86	0.92	0.84	0.79	0.84	0.77	0.72	0.79	0.72	0.68
			0.91	0.84	0.79	0.84	0.77	0.72	0.77	0.70	0.66	0.72	0.66	0.62
			0.86	0.79	0.74	0.79	0.72	0.68	0.72	0.66	0.62	0.68	0.62	0.58
詳	不 良 普 稍 不	良 好 通 良	1.02	0.94	0.88	0.94	0.86	0.81	0.86	0.79	0.74	0.81	0.74	0.70
			0.94	0.86	0.81	0.86	0.79	0.74	0.79	0.72	0.68	0.74	0.68	0.64
			0.86	0.79	0.74	0.79	0.72	0.68	0.72	0.66	0.62	0.68	0.62	0.58
			0.81	0.74	0.70	0.74	0.68	0.64	0.68	0.62	0.58	0.64	0.58	0.55