

野山 機械化開墾 工法에 關한 研究(II)

—開墾工事に 있어서 人力作業의 特性分析—

Research on Mechanized Upland Reclamation Works(II)

—Analysis of the working Characteristics of Man-power Minimum.—

劉 漢 烈* · 鄭 夏 禹* · 朴 承 禹*
Han Yeol Ryu, Ha Woo Chung, Seung Woo Park

Summary

In order primarily to establish the working stages in the reclamation works and to analyze the working characteristics of man-power, the investigations for construction works were conducted on Echeon Largescale Reclamation Project Area.

The results are summarized as follows;

1. The working chart on reclamation by man-power is Fig.IV-1.
2. The ratio of actual working time to total varied with the total times, being 1.0 for less than 4 hours but about 0.9-0.83 for more than 5 hours.
3. Felling operations can be classified into three stages as truck-cutting, branch-cutting, and binding-up, of which results are in Table IV-2. The larger the diameter of stands, the more times for both the cutting operations are, but the moving time is constant to be about 15 sec.
4. Stumping and clearing works have the results prepared in Table IV-3. Between the stumping time and the diameter of stands d , there show highly significant positive correlations, expressed as $t = 2.212d - 4.792$. The more the ratio of small diameters to total, the more hastily the total hourly working results of each person are increased.
5. Working results for constructing drainage facilities and ridges are in Table IV-5. The labours for placing patches of grass are required more than twice or three times as much as those are showed in the established standards, and such the different results imply more investigation to be necessary.
6. Table IV-6 shows the results for plowing and arrowing, that are less amount than the standards. Therefore, more investigation should be prepared.

I. 緒 論

第I報에서는 機械化 拔根方法인 레이크 도저의 作業方法과 그 잇발間隔에 따른 作業能率에 關하여

*서울大學校 農科大學 農工學科

報告하였다¹⁾. 여기서는 從來부터 施行되어온 人力에 依한 開墾工事の 各作業을 體系化하고, 小規模 工事中에서 부터 大團地工事に 이르기까지 施工計劃 및 管理에 必要한 人力作業의 特性과 主要 工種別 作業量을 調査分析하며, 또한 機械施工의 經濟的 最小面積을 算定하므로써 機械化 施工의 基準提供과

新開墾地の 工事計劃에 必要한 資料를 提供함을 그 目的으로 하였다.

持此 此種의 事實의 重要性에 비추어 各作業量에 대한 工期 및 工事費 등의 評價를 위한 不充分한 資料의 補充을 위하여, 本 研究의 基礎資料를 제공하여 주신 農地擴大開發技術團 企劃設計室長님의 配應에 筆者들은 깊은 感謝를 表하고저 한다. 또한 本 報역시 產學協同財團의 厚意에 依한 結果임을 添言한다.

II. 文獻 概要

開墾工事は 工法이나 作業方法 등에 따라 作業順序가 다르나 일반적으로 伐木·燒土·拔根·耕起·碎土 등으로 區分되며 其他 農地保全을 위한 附帶施設 및 排水路·道路組織 등의 工事로 나뉜다⁹⁾.

1969년 韓¹⁰⁾ 등은 6°, 10°, 15°의 傾斜地의 開墾方法別 所要人員을 調査한 結果 10a當 拔根 및 伐草에 3~4인, 耕起 및 深土耕에 3~9인이 必要하다고 하였다. 農林部(1971)는 建設工事 標準품셈資料에서 樹莖別로 拔根作業 所要人數를 立木度別로 區分 發表하였으며, 其他 開墾工種別 土工, 表土치우기, 휴반쌓기 및 耕起·碎土 등의 資料를 提示하여 開墾工事的 計劃設計資料로서 오늘날까지 利用되고 있다. 그러나, 其他의 報告¹¹⁾들은 인력풀에 關하여는 極히 部分的이고 機械作業과의 對比를 위하여 調査·評價하는 데 그쳤다.

土木工事に 있어서 機械化 施工은 勞動力과 時間의 節約을 위한 것으로, 곧 機械施工의 利點은 일반적으로 經濟的 效果, 工事의 品質向上, 規模의 擴大, 工事管理의 合理化 등을 들 수 있다¹²⁾. 우리나라에서의 建設機械의 施工은 8·15 광복이래부터 비롯되었으며, 經濟開發 第1次 5個年計劃事業부터 新工法의 導入과 더불어 新裝備의 導入으로 急遽적으로 發達되어 오늘에 이르고 있는 것이다¹³⁾.

개간공사의 機械化 施工은 土工作業인 階段田의 설치나 其他의 各種 附帶設備의 工事에서 利用되어 왔으며¹⁴⁾, 각각의 工種別로 作業方法의 選擇과 作業成果에 對한 여러 報告가 있었다¹⁵⁾. 大團地 開發에 機械化施工이 비롯된 것은 1973年 전북 고창 지구에서 主要 土工 및 耕起·碎土作業 등에 重機 및 트랙터가 利用되었으며, 1974年 테이크도저를 導入 拔根作業에 投入되므로써 主要 工種의 機械化가 進行되어 온 것이다¹⁶⁾.

機械施工에 있어서 工事의 經濟性을 評價하는 데

基本的 要素는 工事單價이며, 여기서 原價의 構成 要素로는 材料費·勞賃·機械經費·管理費 등으로 細分할 수 있다¹⁷⁾. 慮(1969)는 工事原價C와 施工量Q로 부터 工事原價Cu는 $Cu = \frac{C}{Q}$ 가 되므로 施工量Q의 x% 變化에 따라서 工事單價의 可能率은
$$\frac{\frac{C}{Q(1+\frac{x}{100})} - \frac{C}{Q}}{\frac{C}{Q}} = -\frac{x}{100+x}$$
 로써 表示된다고 하였으며, 따라서 施工量의 變化가 工事原價에 미치는 영향이 其他 工事原價要素의 變化에 比하여 相當히 크다고 지적하였다¹⁸⁾.

III. 材料 및 方法

1. 調査期間: 1974.1.15~1975.1.30.

2. 調査地域의 位置: 京鐵道 利川郡 農地擴大開發 示範地區

3. 調査項目: 開墾工事의 各工種別로 作業內容에 따라 項目을 區分·設定하였으며, 그림 IV-1과 같았다.

4. 調査方法: 工種에 따라서 各 出役人夫別로 作業量 調査가 樹木個別調査로 區分 實施하였다.

가. 作業量 調査: 作業條件으로 傾斜度·土性·作業深度 등을 調査하였으며, 作業時間은 出役時間·作業時間·休息時間 등을 測定하였으며, 作業量은 面積·數量·時間 등을 各人夫別로 實測·整理하였다.

나. 樹木個別 調査: 作業對象物의 直徑別로 作業時間·移動時間을 스톱워치를 使用 秒단위까지 測定하였다.

한편, 出役人夫는 作業場에 고용되는 現地의 勞働者를 기준하였으며, 小道具를 利用 作業을 實施하였다.

IV. 結果 및 考察

1. 開墾工事의 作業體系

開墾工事의 人力作業의 順序 및 作業內容은 그림 IV-1과 같이 要約할 수 있었다. 그림 IV-1과 같이 伐木·拔根作業과 排水路·道路組織 및 畦畔쌓기, 表土處理, 階段式 및 半階段式 테라스 설치, 또한 耕起 및 碎土 등 매우 多樣한 工種으로 構成되고 있다.

한편, 機械力의 代處가 實現되지 못하거나 不急한 作業은 伐木으로서 이는 對象物의 財貨의 價値에 의한 個人作業의 形態를 갖고 있을 뿐만 아니라

法的인 許可 및 統制 등의 時間的 規制 등이 主要原因으로 따라서 工期의 計劃 및 管理에 留意해야 할 課題라고 思料되었다.

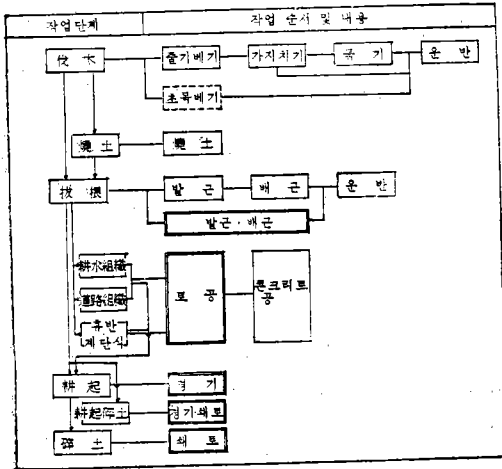


Fig. IV-1. Working stages and items on reclamation works (Note: □ indicates the available works for mechanization.)

2. 人力作業의 特性 및 作業成績

Table IV-1 Rate of working times to total according to the total times.

出役時間(hr)	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	비고
作業時間/出役時間	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.84	0.83	0.85	0.85	

이 變化하였다. 그림 IV-2는 樹徑과 作業時間과의 關係를 보여주는바, 高度의 正相關關係를 보였으며 直徑-時間간은 直線的인 關係로 表示할 수 있었다. 即 樹徑 $d=5\text{cm}$ 의 경우 34.4초 내외, $d=15\text{cm}$ 의 경우 127.6초 정도가 소비된 것을 볼 수 있었다. 각 作業이 끝난 後 다른 나무로 移動하는 데 所要되는 時間 即 移動時間은 樹徑別 實作業時間의 12~40% 程度의 범위를 보이나, 約 14.2초내외로 대략 일정한 값이었다.

그림 IV-2는 또한 가지치기의 作業時間의 樹徑別 變化를 보여주는바, 直徑의 增加에 따라 作業時間이 直線的인 增加를 보였다. 여기서 직경 5cm의 樹木의 가지치기 所要時間은 30.9초내외, 15cm의 경우는 76.1초내외의 정도였으며 移動時間은 15.4초로서 作業時間의 42~79% 상당량에 이르렀다.

한편, 가지를 묶어운반하는 경우는 直徑과 뚜렷한 關係가 없었으며 平均 159.2초 내외였다.

(1) 出役時間과 實作業時間

表 IV-1은 開墾作業의 動員人夫들의 出役時間에 다른 實作業時間의 比의 變化를 보여준다. 即, 出役時間이 4時間以下인 경우는 作業中 移動時間을 제외한 休息時間은 없었음을 보여주며, 休息時間은 作業時間의 經過에 따라 增加하고 있음을 보여준다.

(2) 伐木作業

伐木作業은 그림 IV-1와 같이 절기베기·가지치기·목기·운반 등의 段階로 細分할 수 있었으며, 各 作業別 時間當 作業量은 表 IV-2와 같았다. 表 IV-2와 같이 절기베기는 時間當 60분내외로서 1日 42~517 본정도의 作業이 可能하며, 가지치기의 경우는 355~525본 정도의 作業이 可能하였다. 한편 가지를 묶어운반하는 거리 $l=25\text{m}$ 를 基準하였다.

Table IV-2. Working results per an hour for the felling operations.

工種	單位	數量	標準偏差	備考
절기베기	본/시간	60.6	4.69	樹徑 15cm 未滿
가지치기	"	55.04	10.63	"
가지묶어 운반	"	20.30	3.48	$l=25\text{m}$

立木의 절기베기작업은 樹徑에 따라 그 作業時間

(3) 拔根作業

人力拔根 및 排根作業의 時間當 作業量은 表 IV-3과 같았다. 곧 拔根作業은 時間當 3.7本 內外로서 日平均 26.9~32.3본의 作業이 可能하였다. 農林部 (1971)의 건설공사표준품셈에 의하면 根株의 直徑을 10cm 單位로 區分 각각 10a當 所要人員을 立木本數를 算定한 結果 直徑 10cm 以下의 경우 日平均 21~48본의 作業이 可能하다고 하였으며, 10~20cm의 경우 1日 11~16본으로 하였다. 따라서 本 調査의 結果는 품셈기준에 類似함을 알 수 있었다.

Table IV-3. Working results per an hour for stumping and clearing works.

工種	單位	數量	標準偏差	備考
拔根	本/시간	3.70	0.338	根徑 20cm 未滿
排根	"	62.90	12.816	"

또 根株의 直徑의 變化에 따른 拔根所要時間은

Table IV-4. Construction works standard for stumping works.

區分	樹種(cm)					備	考
	根徑	10以下	10~20	20~30	30~40		
10a當 立木數	燃料 用材	251.◎	115.2	63.0	40.8	27.8	
	林 材	188.3	86.2	47.4	30.6	21.0	
10a當 所要人員	針 葉 雜 木 樹	3.88	5.36	7.35	9.27	10.42	
	針 葉 雜 木 樹	11.94	9.67	13.28	15.85	16.90	
	針 葉 雜 木 樹	7.74	9.37	12.67	14.43	15.05	
1人當 日平均 拔根本數	針 葉 雜 木 樹	48.5	16.1	6.5	3.3	2.0	
	針 葉 雜 木 樹	21.0	11.9	4.7	2.6	1.6	
	針 葉 雜 木 樹	32.4	12.3	5.0	2.8	1.9	

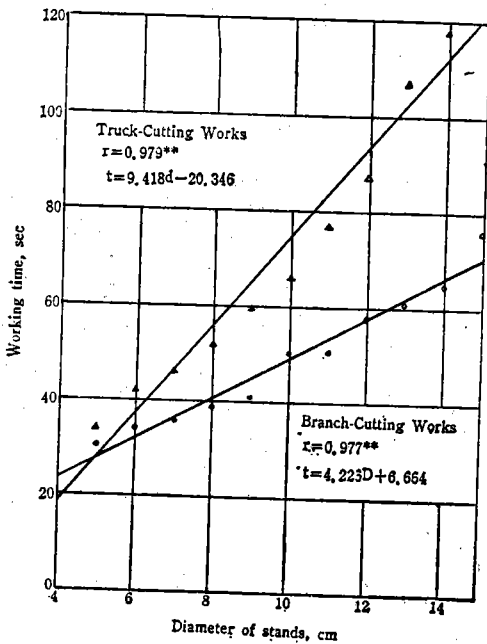


Fig IV-2. The working times of felling operations with respect to the variation of diameters of stands.

그림 IV-3의 結果에서 살펴볼 수 있듯이 그들간에 高度의 正相關關係를 나타냈으며, 直徑 dcm에 따른 作業時間 t(分)은 $t=2.12d-4.792$ 로서 表示할 수 있었다. 그림 IV-3과 같이 直徑의 1cm 增加에 따른 作業時間의 直線的 增加量이 2分以上의 큰 값을 보이는 機械拔根作業의 경우 8초내외의 적은 값을 고려할 때 勞動力의 機械力 代替가 必要함을 알 수 있었다.

一般的인 경우 根株의 直徑이 一定함은 期待할 수

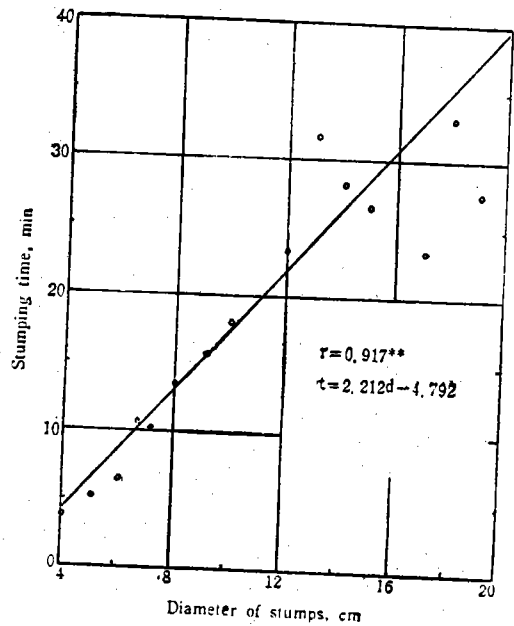


Fig IV-3. Relation between the diameters of stumps and stumping time.

없으며, 個個人의 作業量에 依한 時間當 作業成績의 算出은 以上の 直徑-作業時間의 變化로부터 一律的인 評價가 어려울을 생각할 수 있다. 따라서, 小根徑인 10cm未滿의 拔根本數의 全體作業量에 대한 比와 時間當 作業量과의 關係를 究明한 結果 그림 IV-4를 얻었다. 그림 IV-4와 같이 小根徑의 比가 增大됨에 따라 作業量의 增加는 曲線的인 增加率을 보여줌을 알 수 있었다. 따라서 作業結果의 評價를 위해서는 根株의 直徑分佈를 살펴야 하며, 工事의 調查·設計時 正確한 立木度 調査의 必要性이

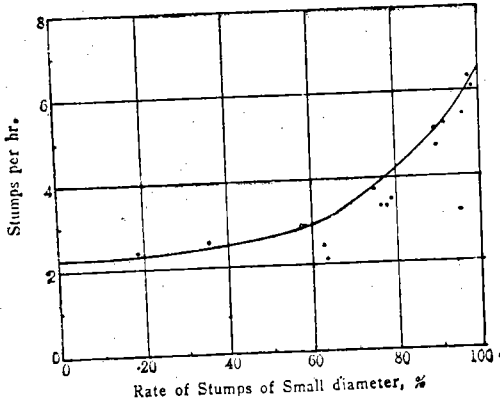


Fig IV-4. Variation of stumped roots per an hour with respect to the rate of small diameter stumps.

매우 높음을 알 수 있었다.

또한,筆者 등의 調査(1975)⁷⁾에 依하면 레이크 도자의 경우 時間當 100~170本の 拔根이 可能하였을 때 人力作業의 27~46배의 높은 效率을 보였으며, 機械力 代替의 妥當性이 매우 높다고 思料되었다.

(4) 排水組織 및 畦畔築造作業

開墾工事に 있어서 農地保全을 위한 主要工種 즉 道路·排水組織과 土工 등의 人力作業의 結果는 表 IV-5와 같다. 表 IV-5와 같이 대부분의 작업에 있어서 標準偏差는 相當히 적은 값으로 反覆作業間 거의 類似值을 보여줌을 알 수 있었다. 表 IV-5에서의 各工種의 設計斷面은 開墾設計指針(1974)⁴⁾에 依한 것이었다.

Table IV-5. Working results per an hour^r for drainage facilities and ridge construction works.

工 種	單 位	數 量	標準偏差	備 考
휴 반 쌓 기	m/hr	8.3	0.3740	
표 토 수 집	m ² /hr	7.67	3.3284	
표 토 환 원	"	7.30	1.1401	
승수구 축조	m/hr	1.01	0.0090	
배수구 축조	"	2.52	0.0187	
줄 페 뜨 기	m ² /hr	34.09	9.9563	
줄 페 운 반	"	14.55	1.9283	l=25m
줄 페 불 입	"	9.35	0.4947	
평 페 뜨 기	"	16.69	3.0280	
평 페 운 반	"	5.90	0.4452	l=25m
평 페 불 입	"	5.18	1.1598	휴 반

때뜨기 1m² 당 줄페 0.03인, 평페 0.06으로 본결과 는 0.06인, 0.06인으로 一致하였으나, 페불입의 경 우에는 줄페 0.06인, 평페 0.06인으로서, 실제 작 업량은 줄페 0.11인, 평페 0.19인의 약 1/2~1/3에 不遇한 값으로 보다 엄밀한 調査를 通하여 資料의 補完 또는 修正이 必要하다고 思料되었다.

(5) 耕起·碎土作業

表 IV-6은 人力에 依한 耕起 및 碎土 作業의 結果 를 보여준다. 表 IV-6으로 부터 10a當 所要人員을 算出하여 보면 耕起作業 5.88인, 碎土作業 3.18인으로 標準품셈자료 (1971)⁹⁾에 약간 未達되는 값이었다.

Table IV-6. Working results per an hour for plowing and harrowing

工 種	單 位	數 量	標準偏差	備 考
耕 起	m ² /hr	21.1	1.4470	깊이 15cm 基準
碎 土	"	39.0	7.6631	"

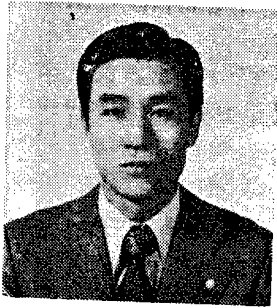
V. 結 論

以上の 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 開墾工事의 作業體系는 그림 IV-1과 같다.
2. 出役時間에 따른 實作業時間의 比는 作業時間 이 길어짐에 따라 감소하였으며, 出役時間 4時間未滿의 경우는 1.0, 그 以上の 경우는 0.9~0.83의 範圍를 보였다.
3. 伐木作業은 줄기베기·가지치기·뚝기·운반등 으로 區分되며 各各의 時間當 作業量은 表 IV-2와 같았다. 베기 및 치기 작업의 소요시간은 直徑의 增加에 따라 增加하였고, 作業間 移動時間은 約 15초 내외였다.
4. 拔根 및 根根作業은 表 IV-3과 같은 結果를 보 였다. 人力拔根作業의 所要時間 t(分)와 直徑 d(cm) 와는 高度의 正相關關係가 있었으며 $t = 2.212d - 4.792$ 의 式으로 表示할 수 있었고, 時間當 作業量은 小直徑拔根比의 增加에 따라 급격한 증가를 보였다.
5. 排水組織 및 畦畔築造作業成績은 表 IV-5과 같 았다. 페불입의 경우 標準품셈의 2~3배의 품이 要 求되고 있어 보다 엄밀한 調査가 要求되었다.
6. 耕起 및 碎土作業의 結果는 表 IV-6과 같았으 며, 역시 표준품셈표에 미달하는 값으로서 調査가 要求되었다.

參 考 文 獻

1. 建設工學社, "建設工事 設計施工實務要領, 第1集 示方書" 서울, 1972, p.12~18.
2. 慮熙潤, "建設機械化 施工과 設計上의 諸問題點" 大韓土木學會誌, Vol 17, No. 1, 1969, p. 54~69.
3. 農林部, "건설공사 표준품셈", 서울, 1971, p. 469~477.
4. 農林部, "農地改良事業計劃設計基準(開墾編)" 서울, 1973.
5. 土崎哲男, "機械拔根의 試驗(I)", 農業土木學會 論文集, Vol 24, 東京, June, 1968, p. 1~9.
6. ———, 同上, 農業土木學會論文集, Vol 24. 東京, June 1968, p. 10~13
7. 劉漢烈外 2人, "野山機械化 開墾工法에 關한 研究- 레이크 도저의 適正 이빨間隔의 選擇과 拔排 根作業能率試驗(第一報)", 韓國農工學會誌, Vol. 17, No. 3, Sep, 1975, p. 231~242.
8. 尹祐貞, "土木施工學", 技工社, 서울, 1974, p. 86~88.
9. 李丙君, "建設機械施工法概論, 초역", 大韓土木學會誌, Vol. 2, No. 1, 1954, p. 63~69.
10. 韓成金外 3人, "階段式開墾에서 傾斜度 適正下 限界試驗, 農事試驗研究報告書, 農村振興廳, Vol 12-6. 1969, p. 1.
11. 黃垠, "불도우지에 의한 開墾工法の 改善과 熟地化에 關한 研究", 韓國農工學會誌, Vol 17, No. 1, June, 1975. p 1~15.



文 翰 英



工 學 博 士

當學會 正會員인 文翰英會員은 오랜 研究生活 끝에 日本에서 博士學位를 받은데 對하여 全會員과 더불어 祝賀드리는 바입니다. 앞으로 이 分野에 보다 더 깊은 研究가 있을 것을 附卓드립니다.

勤務處：漢陽大學校 工科大學 土木工學科
 生 年 月 日 1940年 7月 17日生
 最 終 學 校：漢陽大學校 工科大學 土木工學科 卒業
 學 位 受 與：東京 工業大學

工 學 博 士

學 位 論 文：Pre-Packed Concrete의 高強度化에 關한 研究