

動力耕耘機 主要部品の 壽命推定에 關한 研究

A Study on Life Estimation of Some Major Parts of Power Tiller

李 大 源* · 金 景 旭* · 琴 東 赫**

Lee, Dae Weon · Kim, Kyeong Uk · Kum, Dong Hyeug

Summary

Frequent breakdowns of power tiller, particularly in the peak labor constraints, have been a cause of decreasing machine productivity and its efficient utilization. To keep power tiller always ready to work, it may be necessary to identify the failure characteristics of some major parts of power tiller, and to have those parts replaced accordingly before they show the symptom of malfunction. This study was conducted to identify the failure characteristics of some major parts of power tiller and to estimate their lives (MTBF) using a Weibull distribution function. The result showed that about half of breakdowns currently being occurred may be reduced through timely replacement of those part having wearout failure characteristics.

1. 緒 論

1960年代 初期부터 普及되기 始作한 動力耕耘機는 現在 그 普及臺數가 約 39萬餘臺에 이르고 있으며 우리나라 農業機械化의 主機種으로 利用되어 왔다. 動力耕耘機의 利用增大와 더불어 무엇보다도 重要한 것은 動力耕耘機가 必要한 適期에 最大로 活用되어 農民의 일손을 덜어 줄으로서 機械의 利用實績을 最大로 높이는데 있다고 할 것이다. 利用實績을 높이기 위해서는 機械의 性能 向上도 重要하지만 故障으로 作業이 中斷되는 期間이 적어야 할 것이다. 機械의 故障은 部品の 壽命과 故障特性에 따라 달라질 것이므로 部品の 壽命이 豫測되고 故障特性이 究明될 때, 使用者는 故障이 發生하기 前에 部品の 交換 및 點檢을 통하여 故障으로 機械 利用이 不可能한 時間을 줄일 수 있을 것이다. 또

한 代理店이나 修理店에서는 農繁期에 어떤 部品이 얼마나 必要한가를 미리 알아 部品供給을 圓滑히 할으로써 故障修理 期間을 最大로 줄일수 있을 것이며 生産者는 部品の 生産量을 計劃할 수 있고 동시에 材質의 向上을 기함으로써 部品の 壽命을 높일 수 있을 것이다. 現在까지 動力耕耘機의 故障에 關한 研究는 故障實態만을 調查 分析한 程度이며 主要部品の 故障特性 및 壽命 推定에 關한 研究는 거의 全無한 實情이다. 本 研究에서는 動力耕耘機의 故障實態를 調查分析하고 이를 바탕으로 主要部品에 대한 故障特性을 究明하여 그 壽命을 推定하고자 한다.

2. 文獻概要

動力耕耘機의 故障實態에 關하여 調查分析한 研究를 살펴보면, 朴⁵⁾等 (1978)은 動力耕耘機의 農作業

*서울大學校 農科大學

**成均館大學校 農科大學

事故에 關한 調査研究에서 動力耕耘機의 事故中에는 安全事故(엔진 始動, 機械調整, 벨트着脫等의 準備 作業)가 50% 以上이며, 突發事故는 約 18% 이라고 하였고, 洪⁹⁾等 (1980)은 動力耕耘機 利用實態 調査 分析에서 動力耕耘機의 事故 中에는 安全事故가 47.4%, 突發事故가 26.3% 이라고 報告하였다. 洪과 李²⁾(1981)는 動力耕耘機의 故障原因에 있어서는 機械의 老朽에 依한 故障이 57.2%, 整備不良과 過 負荷로 因한 故障이 37.4%를 차지하고 있음을 밝혔다.

動力耕耘機에 있어서 重要部品の 壽命推定 및 이들 部品에 대한 故障原因의 究明에 關한 研究는 지금까지 거의 全無한 實情이었다.

本 研究의 壽命推定에서 利用된 Weibull 分布에 의한 故障分析의 研究를 살펴보면, Weibull 分布는 1939년에 스웨덴 物理學者 Weibull이 材料의 破壞 強度에 關한 研究 報告書에서 처음으로 使用하였고, 1950년에 하나의 確率分布로서 認定되었다¹⁾. 그후 Weibull 分布를 利用하여 壽命의 特性을 究明할 수 있다는 報告書를 Kao(1955)와 Tate(1959)가 發表 하였다²⁾. 漸次로 Weibull 分布는 航空機, 電子裝 備 等 여러 分野에서 利用되기 始作하였으며 農業 機械分野에서도 最近 이를 活用하는 연구가 시도 되었다. 琴³⁾ (1975) 등은 미스트기 部品の 故障實 態調査에 依한 信賴性的 豫測에서 미스트기 重要部 品에 대하여 Kao, J.H.K 形式의 確率紙를 利用한 壽命豫測 및 故障特性을 分析하였으며, 藤本德實⁴⁾ (1970)은 Weibull 確率紙를 利用하여 바인더의 5個 部品에 대한 壽命豫測 및 故障特性을 分析하였다. 또한 日本農業機械化 研究所의 農業機械 耐久性에 關한 研究 報告書⁵⁾와 Ramesh Kumar 등이 發表한 콤바인의 信賴性에 關한 研究 報告書⁶⁾에서는 콤바 인의 重要部品에 대하여 壽命豫測 및 故障特性을 分析하였으며, John. C. Simon⁷⁾ (1980) 등은 Weibull 分布의 3 Parameter를 求하기 위하여 最 偶(maximum likelihood) 推定法을 使用하였다.

3. 調査 및 分析

가. 調査方法

動力耕耘機를 利用하는 農家를 直接 訪問하여 豫 備調査 및 本調査를 實施하였다. 먼저 2個郡을 選 定하여 利用實績, 部品交換實績 및 部品 改善要求 事項을 調査할 수 있는 調査表를 만들었다. 이 調

査表를 利用하여 1982年 7月20日 부터 30日까지 濟 州道를 除外한 全國 8個道에서 各各 5個郡을 任意 로 選定하여 總 40個郡을 對象으로 本調査를 實施 하였다. 調査臺數는 石油耕耘機 45臺 디젤耕耘機 45臺 總 90臺를 調査하였다.

나. 分析方法

動力耕耘機의 作業別 利用實績, 部位別 故障頻度 및 年平均故障回數는 總調査 90臺를 對象으로 分析 하였지만, 故障分析 및 壽命推定에서는 購入한지 오래되어 正確하게 部品交換 回數가 記錄되지 않은 境遇, 聽取者가 應答한 內容이 不實한 境遇, 等を 除外한 60臺를 對象으로 分析하였다. 石油耕耘機와 디젤耕耘機로 分離하여 分析한 것은 利用實績의 平均使用年數와 部位別 故障頻度이었다. 利用實績의 平均使用年數는 作業時間 및 作業面積으로 나타 내었고, 作業別利用實績은 機能別 및 作業時間別 로 표시하였다. 故障頻度는 部位別로 나타내었고 이를 또한 機能別로 묶어서 나타내었다. 部品別 故障特性 및 壽命의 分析은 Weibull 分布를 導入하여 使用時間 및 使用面積를 部品の 壽命單位로 하여 分析을 實施하였다.

4. 壽命推定 理論 및 適用方法

가. 壽命推定 理論

壽命을 推定하기 위하여 Weibull 分布가 導入되 었는데 Weibull 分布의 確率密度函數(PDF)는 다음 과 같다.

$$f(t) = \beta \left(\frac{t-r}{\alpha} \right)^{\beta-1} \text{EXP} \left[- \left(\frac{t-r}{\alpha} \right)^{\beta} \right] \quad (1)$$

위의 函數를 積分하면 累積分函數(CDF)가 된다.

$$F(t) = 1 - \text{EXP} \left[- \left(\frac{t-r}{\alpha} \right)^{\beta} \right] \quad (2)$$

여기서

α = 尺度の 母數(Scale parameter)

b = 形의 母數(Shape parameter or Weibull slope)

r = 位置의 母數(Location parameter or low bound of life)

$r=0$ 로 놓고 (2)式의 兩邊에 自然對數를 두번 계속 취하여 整理하면

$$\ln \ln \frac{1}{1-F(t)} = \beta \ln t - \ln \alpha \quad (3)$$

가 된다.

$\ln \ln \frac{1}{1-F(t)} = Y, \ln t = X$ 라 두면 $Y = AX + B$ 와 같은 형이 된다. Weibull 分布를 이와 같은 형으로 確率紙에 나타낸 것이 Weibull 確率紙이다. Weibull 確率紙의 種數는 여러가지가 있으나 代表的인 것으로는 Kao, J.H.K의 形式, TEAM(Technical and Engineering Aids for Management) 形式, Plait, A 形式, OASD(Office of the Assistant Secretary of Defense) 形式, ASTM(American Society for Testing and Materials) 形式 등이 있다.

位置의 母數(r)과 形의 母數(β)의 性質은 Weibull 分布에 있어서 重要的 意味를 지니고 있다. 位置의 母數(r)는 磨耗故障이 發生할때만 나타나는 것으로 製品中에서 어떠한 것도 故障이 發生하지 않는다고 생각되는 一定한 期間을 나타낸다. Fig. 1은 形의 母數(β)의 特性을 故障 密度函數와 故障率의 關係로 나타낸 것이다. 初期故障은 처음에는 故障率이 높으나 時間이 갈수록 故障率이 떨어지며 結合不良, 납땜不良 等 製作過程에서의 缺陷이 主要原因이 되어 故障이 發生하게 되는 것이다. 이러한 故障의 特性을 가진 部品들은 使用에 앞서 aging을 行하여 初期故障率을 높은 部品를 除去하고 良好品만을 뽑아서 쓰는 것이 바람직하다. 이 安定化的

過程을 디버깅(Debugging) 또는 번인(Burn-in) 등으로 부른다. 偶發故障은 外部로 부터 負荷 또는 偶發的인 충격하중이 設計된 部品の 強度를 超過할 때에 發生하는 故障이다. 磨耗故障을 일으키는 部品는 주로 磨耗, 老化疲勞 등에 의해 壽命을 다한 部品들이거나 變動이 큰 荷重에 대하여 安全率이 높은 部品이다. 이 故障은 어떤 時點에서 集中的으로 發生하며 이 境遇 故障이 일어나기 直前에 部品를 交換하면 故障을 事前에 防止할 수 있는 特徵이 있다.

平均壽命(MTBF : Mean time between failures)은 臨率密度函數를 使用하여 $MTBF = \int_0^{\infty} tf(t)dt$ 의 關係로 부터 求할 수 있다. Weibull 分布에서 $r=0$ 로 놓고 MTBF를 求하면 $MTBF = \lambda^{-1/\beta} \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right)$ 이며, 여기서 $\lambda = \ln 2 / (T_{50\%})^\beta$ 이고 $\Gamma(n) = \int_0^{\infty} e^{-x} x^{n-1} dx$ 로 定義되는 Gamma 函數이다.

나. 壽命推定의 適用方法

壽命을 推定하기 위하여 Weibull 確率紙를 使用할 수도 있으나 좀더 正確한 計算과 位置의 母數(r)를 求하기 위하여 คอมพิวเตอร์를 利用하였다. 形의 母數(β) 값을 求하기 위해서는 最小自乘法를 利用하였고 磨耗故障(本 研究에서는 $\beta=1.3$ 以上으로 봄)인 境遇에 位置의 母數(r)는 試行錯誤法을 利用하여 구하였다. 累積分布函數 $F(t)$ 의 값은 데이터 數가 적은 境遇에는 中央順位의 近似值 $F(t) = \frac{r-0.3}{n+0.4}$ 을 利用하고 데이터 數가 많은 境遇에는 $F(t) = \frac{r}{n+1}$ 을 利用하여 구할 수 있으나 本 研究에서는 前者를 擇하여 壽命을 推定하였다.

5. 結果 및 考察

가. 利用實績

Table 1은 動力耕耘機의 年平均 作業面積 및 年平均 作業時間을 石油엔진을 搭載한 耕耘機와 디젤엔진을 搭載한 耕耘機로 나누어 比較 分析한 結果이다. 調査된 石油耕耘機의 平均 使用年數는 5.2年, 디젤耕耘機는 3.1年으로 調査된 動力耕耘機의 全體의인 平均 使用年數는 4.2年으로 나타났다. 年平均 作業時間은 石油耕耘機가 616.6時間, 디젤

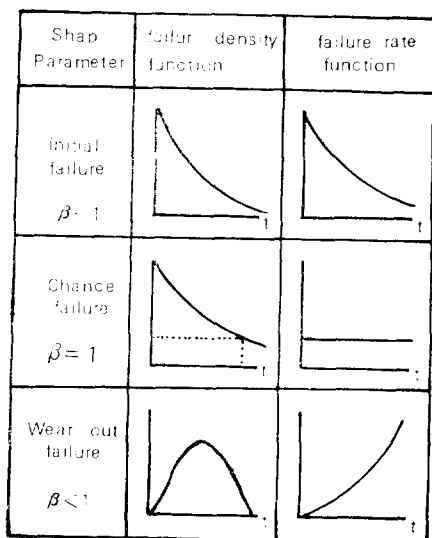


Fig. 1. Failure density and failure rate functions at various values of shape parameter β .

젤耕耘機가 432.4時間으로 나타났고 年平均 作業面積은 石油耕耘機가 11.2ha, 디젤耕耘機가 9.2ha로 나타났다.

Table 1. Work record of surveyed power tillers

	average age(year)	average annual work in hectare(ha)	average annual work in hour (hr)
kerosene engine power tiller	5.2	11.2	616.6
diesel engine power tiller	3.1	9.2	432.4

動力耕耘機의 作業別 利用實積을 보면 Fig.2에서 보는 바와 같이 運搬作業時間이 總作業時間의 折半以上인 277.2時間으로 50.6%를 차지하였고, 脫穀揚水·噴霧作業의 合이 116.7時間인 21.3%, 쟁기作業이 87.3 時間인 15.9% 그리고 로우터리 作業이 66.6 時間인 12.2%로 나타났다.

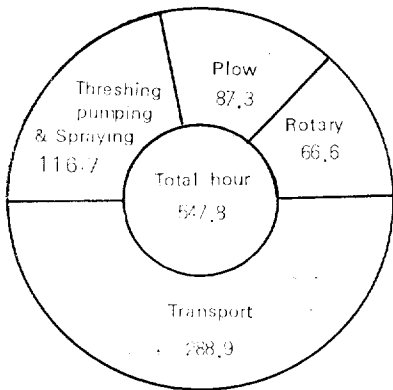


Fig. 2. Kinds of work performed by power tillers.

Fig. 3은 動力耕耘機의 年間 總作業時間에 다른 耕耘機 所有農家の 分布를 나타낸 것이다. Fig. 3에서 보는바와 같이 年間 200時間에서 400時間까지 耕耘機를 利用하는 農家가 全體 農家の 3분1을 차지하고 있었다.

나. 部位別 故障頻度

Fig. 4는 石油엔진을 搭載한 耕耘機의 部位別 故障回數를 總故障回數에 對한 百分率로써 나타낸 것

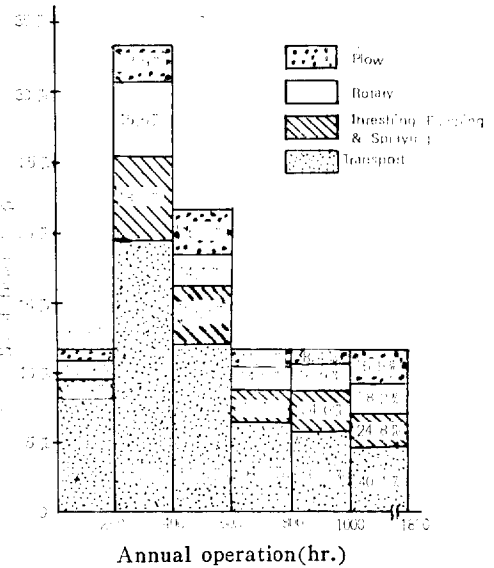


Fig. 3. Farmers annual use of power tiller.

이다. 年平均 臺當 故障回數는 14.1회로 나타났으며, 이를 部位別로 보면 電氣點火系統이 約 50%를 차지함으로써 故障이 가장 頻繁한 것으로 나타났다 다음은 실린더系統, 로우터리, 本體 및 쟁기의 順으로 故障이 發生하였다. 한편 이를 機能에 따라 엔진, 本體 및 作業機로 나누어 보면 엔진部가 總故障數의 約 67%를 차지하고 있으며 다음이 作業機部로서 約 24% 程度이었다.

Fig. 5는 디젤 엔진을 搭載한 耕耘機의 部位別 故障回數를 總故障回數에 對한 百分率로써 나타낸

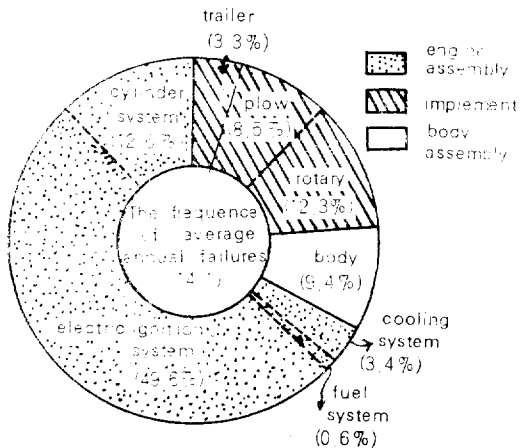


Fig. 4. Failure distribution of kerosene engine

것으로 年平均 臺當 故障回數는 10.3회로 나타났다. 이를 部位別로 보면 로우터리 및 실린더系統이 各 各 28.9% 및 23.9%로 故障發生 回數가 頻繁한 것으로 나타났고, 다음이 쟁기, 本體, 트레일러의 順으로 나타났다. 한편 이를 機能에 따라 엔진, 本體 및 作業機로 나누어 考察하여 보면, 作業機部에서 가장 많은 故障이 發生하여 總故障回數의 56%를 차지하고 있으며 엔진部와 本體部가 各 各 31%와 13%이었다. 塔載엔진別로 故障回數를 比較하여 보면 總故障回數는 石油耕機가 디젤耕機보다 많은 것으로 나타났다.

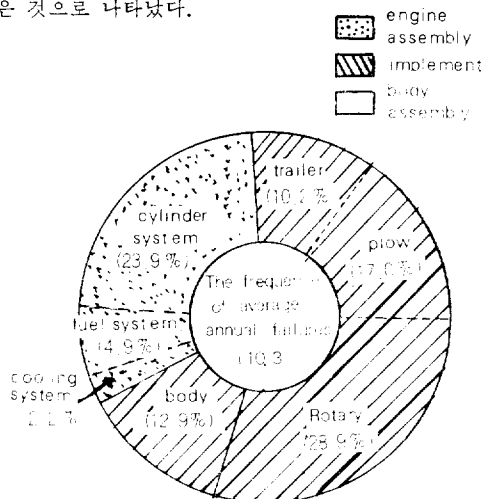


Fig. 5. Failure distribution of diesel engine.

다. 部品別 故障特性 및 壽命

故障特性 및 壽命推定은 動力耕機의 主要部품을 部位別로 나누어 實施하였으며, 推定한 部品는 石油엔진에서 14部品, 디젤엔진에서 10部品, 本體에서 5部品, 트레일러에서 3部品 쟁기에서 3部品 그리고 로우터리에서 6部品으로 總 41個 部品이었다. 이들 중 石油엔진, 디젤엔진, 本體 및 트레일러의 部品들은 時間(hr)을 單位로 壽命을 推定하였고, 쟁기와 로우터리는 面積(ha)을 單位로 推定하였다.

Weibull 分布의 位置 母數(r)를 求한 結果 石油엔진의 피스톤링이 $r=0.9$ 時間으로 가장 길었고 그외에 몇몇 部品에서 0.2 時間과 0.1 時間으로 나타났다. 動力耕機의 主要部品에서는 位置의 母數(r)를 0으로 看做해도 좋을 것으로 思料되었다.

Table 2는 石油엔진의 主要部品에 대한 故障特性 및 平均壽命을 나타낸 것이다. 壽命의 推定에 使用

된 時間은 動力耕機의 總利用時間 즉 運搬, 脫穀揚水, 噴霧, 쟁기 및 로우터리 作業時間을 모두 합한 것이다. 燃料탱크, 콘덴서, 라디에터, 피스톤링 및 피스톤핀은 β 값이 1.3보다 크게 나타나 磨耗故障이라 할 수 있으며, 이들은 磨耗 疲勞 등의 原因에 의해서 故障이 發生하는 것으로 이러한 部品の 壽命을 더욱 增大시키기 위해서는 部品の 材質向上이 要望된다. 플러그, 마그네트 및 燃料濾過器는 β 가 1보다 작기 때문에 初期故障으로 볼 수 있으며 이들은 結合不良, 납땜不良 등의 問題點을 갖고 있기 때문에 徹底한 初期點檢이 要望된다. 그의 部品는 偶發故障이라고 할 수 있다.

年平均 故障回數가 가장 많은 플러그는 平均壽命이 가장 짧은 387時間으로 나타났으며 마그네트가 3,900 時間으로 가장 길게 나타났다. 그의 部品는 1,000 時間에서 2,500 時間까지의 壽命을 維持하는 것으로 나타났다.

Table 2. Characteristics of failure and MTR BF of kerosene engine of power-tiller

Name of part	Number of average annual failure	Shape parameter (β)	MTBF (hr)
fuel tank	0.06	3.33	2,476.6
condensor	0.21	2.65	1,064.5
radiator	0.07	2.02	2,480.6
piston ring	0.33	1.40	1,711.6
piston pin	0.30	1.34	1,838.4
gasket	0.24	1.26	2,090.2
piston	0.33	1.22	1,865.8
cylinder liner	0.36	1.18	1,938.4
fan velt	0.35	1.15	2,033.1
ignition coil	0.11	1.10	1,521.3
pointer	0.35	1.03	1,450.7
air cleaner	0.14	0.90	2,298.8
plug	5.97	0.74	386.7
magancto	0.31	0.56	3,900.9

Table 3은 디젤엔진의 主要部品에 대한 故障特性 및 平均壽命을 나타낸 것이다. 펜벨트는 β 가 1.06이므로 偶發故障이라 생각된다. 이部品는 使用時에 部品の 強度가 弱화됨으로서 故障이 發生하는 것으로 지나친 負荷를 피하고 材質을 向上시켜야 할 것이다. 그밖의 部品는 β 가 1.3를 超過하는 磨耗故障으로 壽命을 完了하는 部品으로 볼 수 있다.

며 部品の 壽命을 더욱 增大시키기 위해서는 設計 및 部品の 材質에 대한 檢討가 要望된다. 平均壽命을 살펴보면 燃料濾過器가 744時間으로 디젤엔진 중에서 가장 짧게 나타났고 燃料탱크가 1,626時間으로 가장 길게 나타났다. 그밖의 部品은 800時間에서 1,200時間으로 나타나 石油엔진보다 壽命이 짧은 것으로 推定되었다.

Table 3. Characteristics of failure and MTBF of Diesel engine of power tiller

Name of part	Number of average annual failure	Shape parameter (β)	MTBF (hr)
nozzle	0.06	1.92	1,125.5
air cleaner	0.27	1.75	743.9
cylinder liner	0.50	1.59	876.6
piston	0.51	1.59	845.6
piston ring	0.52	1.59	845.6
piston pin	0.33	1.59	845.6
injection pump	0.11	1.53	1,087.7
gasket	0.44	1.49	881.2
fuel tank	0.07	1.37	1,625.5
fan velt	0.17	1.06	1,124.8

Table 4는 本體의 主要部品에 대한 故障特性 및 平均壽命을 나타낸 것이다. 브레이크, 차축, 클러치관은 磨耗故障으로 나타나 材質 向上이 要望되며 주벨트와 사이드클러치는 偶發故障으로 使用中에 갑작스러운 負荷를 주지 않도록 注意를 要한다. 壽命은 車軸이 1,807時間으로 가장 길게 나타났으며 다른 部品の 平均壽命은 1,300時間에서 1,630時間까지 分布하고 있는 것으로 나타났다.

Table 4. Characteristics of failure and MTBF of body of power tiller

Name of part	Number of average annual failure	Shape parameter (β)	MTBF (hr)
break	0.13	1.75	1,615.1
axle	0.11	1.66	1,806.6
clutch disk	0.18	1.33	1,299.9
main velt	0.30	1.29	1,399.5
side clutch	0.39	1.24	1,629.8

Table 5는 트레일러의 主要部品에 대한 故障特性 및 平均壽命을 運搬作業時間으로 推定한 것이다.

트레일러車軸은 磨耗故障으로 나타났으며 連結핀 트레일러브레이크는 偶發故障으로 나타났다. 이는 運搬時에 갑작스러운 멈춤이나 鋪裝되지 않은 不均一한 農路에서 돌 등의 障害物에 의한 衝擊荷重이 主要原因으로 思料된다. 平均壽命은 트레일러차축, 連結핀, 트레일러브레이크가 各各 699時間, 756時間, 1,378時間으로 나타났다.

Table 5. Characteristics of failure and MTBF of trailer of power tiller

Name of part	Number of average annual failure	Shape parameter (β)	MTBF (hr)
trailer axle	0.08	1.52	699.0
hitch pin	0.25	1.04	756.4
trailer break	0.06	1.02	1,377.9

Table 6은 쟁기의 主要部品에 대한 故障特性 및 平均壽命을 쟁기作業面積으로 推定한 것이다. 쟁기의 主要部品은 모두 偶發故障으로 나타나 作業中에 돌부리나 나무뿌리 등 障害物에 의해서 故障이 일어나는 경우와 단단한 圃場에서 억지로 쟁기作業을 實施함으로써 材質의 強度보다 더 큰 荷重을 받게 되어 故障이 일어나는 경우, 部品 管理를 疎忽히 하므로서 故障이 일어나는 경우 등이 많은 것으로 思料된다. 따라서 作業 및 管理上의 細心한 注意와 強度改善이 要望된다. 平均壽命은 年平均 故障回數가 가장 큰 모습이 6.1ha로 나타났고 자유뿔, 스키드는 各各 7.1ha, 12.8ha로 나타났다.

Table 6. Characteristics of failure and MTBF of plow of power tiller

Name of part	Number of average annual failure	Shape parameter (β)	MTBF (ha)
mould board	0.23	1.16	7.06
skid	0.18	1.14	12.67
share	0.75	1.09	6.10

Table 7은 로우터리의 主要部品에 대한 故障特性 및 平均壽命을 로우터리作業 面積으로 推定한 것이다. 미륵과 로우터리날은 初期故障으로 作業을 하기 전에 이 部品에 대한 徹底한 點檢이 要望된다. 미륵부싱 체인은 偶發 故障으로 나타났고 미륵포크와 連結軸은 磨耗故障으로 나타나 使用前에 壽命의 完了 여부를 再檢討하여 使用中에 故障이 發生하지

않도록 해야한다. 平均壽命은 미륵부싱이 가장 작아 6.1ha로 나타났고 체인과 連結軸이 各各 33.0ha, 29.6ha로 높게 나타났다. 그밖의 部品은 平均壽命이 9ha에서 14ha 程度이었다.

Table 7. Characteristics of failure and MTBF of rotary of power tiller

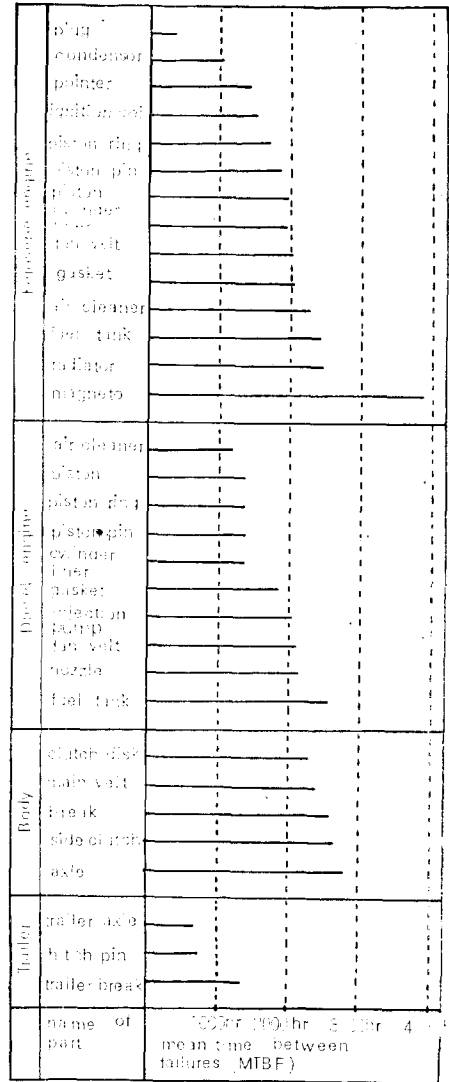
Name of part	Number of average annual failure	Shape parametre (β)	MTBF (ha)
rear wheel pork	0.26	1.38	9.14
connecting pin	0.09	1.35	29.60
chain	0.07	1.08	32.96
rear wheel bushing	0.65	1.07	6.11
rear wheel	0.57	0.97	10.94
rotary knife	0.66	0.91	13.39

Fig. 6은 部位別 部品の 平均壽命을 크기 順으로 나타낸 것이다. 石油엔진, 디젤엔진 本體 및 트레일러는 時間(hr)으로 나타낸 것이고 쟁기와 로우터리는 面積(ha)으로 나타낸 것이다. 時間으로 나타낸 32部品の 平均壽命을 살펴보면 [1,000時間 以下의 平均壽命을 가진 部品數가 9個, 1,000時間에서 2,000時間까지의 平均壽命을 가진 部品數가 17個, 2,000 時間에서 3,000 時間까지의 平均壽命을 가진 部品數가 5個, 3,000時間 以上の 平均壽命을 가진 部品數는 1個 뿐이다. 面積으로 나타낸 9部品の 平均壽命을 살펴보면 10ha 以下の 平均壽命을 가진 部品數가 4個, 10ha에서 20ha까지의 平均壽命을 가진 部品數가 4個, 30ha 以上の 平均壽命을 가진 部品數는 1個뿐이었다.

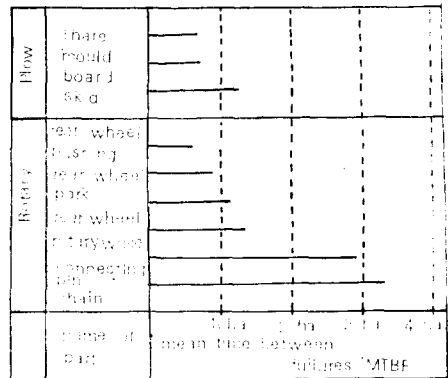
6. 結 論

本 研究은 動力耕耘機의 故障實態를 調査分析하여 그 結果를 바탕으로 主要部品에 대한 故障特性의 究明 및 平均壽命의 推定을 위하여 實施되었다. 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 石油動力耕耘機의 年間 平均 利用時間은 616.6 時間으로 디젤動力耕耘機의 432.4 時間보다 180 餘時間이 많았다. 또한 作業別 利用實績은 運搬作業, 쟁기作業, 로우터리作業 그리고 脫穀·揚水·噴霧作業이 各各 50.6%, 15.9%, 12.2% 및 21.3%로 나타났.
2. 石油動力耕耘機는 年平均 14.1회의 故障이 發



a. MTBF in hr



b. MTBF in ha

Fig. 6. MTBF of major parts of power tiller

生하였으며 總故障의 約 50%가 電氣點火系統에서 發生하였고 디젤動力耕耘機는 年間 10.3回의 故障이 發生하였으며, 로우터系統과 실린더系統이 각각 總故障의 28.9%, 23.9%이었다.

3. 動力耕耘機의 主要部品에 대한 故障特性 및 平均數壽命을 推定하기 위하여 Weibull 分布을 導入하였다. 故障特性은 製作過程에서 일어나는 加工不良 組立不良 等에 起因된 初期故障이 11.9%이었고 部品の 材質 不良으로 發生하는 偶發故障이 38.1% 故障이 일어나기 前에 部品을 交換하여 作業中에 故障을 막을 수 있는 磨耗故障이 50%이었다.

4. 動力耕耘機의 主要部品 가운데서 壽命이 가장 짧은 部品은 石油엔진 플라그로 그 壽命은 387時間이었고 그 다음은 壽命이 744 時間인 熱料濾過器이었다. 壽命이 3,000時間 以上으로 나타난 部品은 石油엔진의 마그네트로 壽命은 3,900時間이었다. 그 밖의 部品은 壽命이 850時間부터 2,500時間까지 分布하였다. 로우터리 체인과 連結軸의 壽命은 各 各 33ha과 30ha 나타나 壽命이 가장 길게 나타났고 이밖의 部品은 6ha에서 13ha까지 利用할 수 있는 것으로 나타났다.

參 考 文 獻

1. 朴宗洙. 1982. 信賴度 工學 및 整備理論. 塔出版社, pp.174~203.
2. 洪鍾浩, 李采植. 1981. 動力耕耘機 利用實態 調査分析(Ⅱ)-故障 및 修理에 關하여. 韓農機誌 6(1), pp.28~38.
3. 洪鍾浩 外 5人. 1980. 動力耕耘機 利用實態 調査分析-農作業 事故에 關하여. 韓農機誌 5(2), pp.58~66.
4. Simon, J.C., F.E. Woeste. 1980. A system-

- independent numerical method to obtain maximum likelihood estimates of the three parameter Weibull Distribution. Transaction of the ASAE, pp.955~963.
5. 朴虎錫外 3人. 1978. 動力耕耘機의 農作業事故에 關한 調査研究. 韓農機誌 3(2), pp.126~132.
6. 日本農業機械化 研究所. 1978. 農業機械裝置의 耐久性에 關する 研究. pp.30~55.
7. Kumar, R., J.R. Goss, H.E. Studer. A study of Combine harvester reliability. Transaction of the ASAE, pp.30~34.
8. 琴東赫 外1人. 1975. 미스트機部品の 故障實態 調査에 의한 信賴性的 豫則. 韓農工誌 17(1), pp.76~85.
9. 藤木德實 外2人. 1970. バインダ部品故障의 Weibull 分布への適用について. 佐賀大農學彙報 29, pp.1~8.
10. 眞壁肇. 1966. フィブル確率紙의 使い方 信賴性のための統計的解析. 日本規格協, pp.1~79.
11. Buckland, W.R. Statistical assessment of the life characteristic a bibliographic guide. Charles Griffin & Company Limited London, pp. 61~75.
12. Dixon, J.R. Design engineering inventiveness, analysis and decision making. McGraw-Hill Company, pp.314~320.
13. Sidall, J.N. Analytical decision-making in engineering design. Prentice-Hall, Inc, England Cliffs, New Jersey, pp.280~303.
14. Kivenson, G. Durability and reliability in engineering design. Hayden Book Company, Inc., New york, pp.82~103.