

# 動力耕耘機 機關의 效率的 利用에 관한 研究<sup>+</sup>

## A Study on Efficient Utilization of Power-Tiller Engines

柳 寬 熙\* · 朴 金 柱\*\*

Ryu, Kwan Hee      Park, Keum Joo

### SUMMARY

The engines mounted on power-tillers are used as a power source in various kinds of works such as plowing, harrowing, transporting, spraying, water pumping and threshing, etc. But the engines have not been used effectively from a standpoint of fuel consumption because of lack of proper power transmission system and lack of understanding of fuel consumption characteristics of the engines.

Therefore, this study was attempted to establish proper power transmission system between the power-tiller engines and various implements.

In order to accomplish the above objective, firstly, power requirement and pulley sizes for various implements, which are driven by the power-tiller engines, were investigated to find out whether the power transmission system is proper.

Secondly, partload variable engine-speed test was conducted for 3 different sizes of diesel engines to measure to specific fuel consumption.

Thirdly, the present power transmission systems were analyzed in terms of specific fuel consumption, and proper power transmission systems were suggested for various implements.

The results of this study are summarized as follows:

1. Power requirement for each fixed-type implement of power-tiller varied from 1.5 ps to 11 ps according to its type and operating conditions, but generally in the range of 2.5 ps to 7 ps.
2. Each power tiller and implement were equipped with only one size of pulley with few exceptions. With the present power transmission systems, the engines can't be utilized effectively in terms of fuel economy. The pulley size of engine or implement should be diversified to provide the optimum engine speed for different implements.
3. For a diesel engine with the rated power output of 6 ps, the optimum engine speed to minimize specific fuel consumption was 2200 rpm for the power requirement in the range of 6 ps or more, 1700 rpm in the range of 4 to 6 ps, and 1200 rpm in the range of 4 ps or less.
4. For a diesel engine with the rated power output of 8 ps, the optimum engine speed was 2200 rpm for the power requirement in the range of 7 ps or more, 1700 rpm in the range of 4.8 to 7 ps, and 1200 rpm in the range of 4.8 ps or less.
5. For a diesel engine with the rated power output of 10 ps, the optimum engine speed was 2200 rpm for the power requirement in the range of 8.4 ps or more, 1700 rpm in the range of 5.4 ps to 8.4 ps, and 1200 rpm in the range of 5.4 ps or less.

---

<sup>+</sup> 本 研究는 1983年度 韓國科學財團의 研究費 支援으로 遂行된 것임.

\* 서울대학교 農科大學 農工學科

\*\* 安城農業專門大學 農業機械科

6. Provided the existing implements are driven by 8 ps diesel engines, the optimum size of engine pulley should be larger than 120mm for the works of requiring less than 4 ps and 90-110mm for the works requiring 4.5-6.5 ps in order to minimize fuel consumption.

### 1. 緒論

動力耕耘機의 機關은 耕耘機의 고유한 作業인 耕耘碎土, 運搬 등의 走行作業이외에도 防除, 揚水, 脫穀 등의 많은 定置作業에 原動機로서 이용되고 있다. 더구나 최근에는 動力耕耘機의 原動機 利用度를 높이기 위하여 播種機는 물론 移秧機나 刈取機도 動力耕耘機 부착용으로 개발되고 있다.

그러나, 動力耕耘機의 機關은 연료소비의 측면에서 볼 때 이제까지 효율적으로 이용되어 오지는 않았다. 이는 원동기와 작업기를 연결하는 적절한 동력전달시스템이 미비하고 사용자의 연료소비에 대한 인식이 부족한데서 비롯된 것으로 생각된다.

따라서 本 研究의 目的은 動力耕耘機 機關의 효율적 利用体系의 확립에 필요한 기초자료를 提示하는데 있으며, 具體的인 目的은 다음과 같다.

첫째, 動力耕耘機의 機關을 原動機로 사용한 각종 作業機의 所要馬力과 動力傳達시스템을 調査, 分析하고,

둘째, 디젤 機關의 負荷別, 回轉速度別로 연료 소비율을 測定, 分析하고,

셋째, 主要 作業機에 대하여 機關을 效率의 으로 運轉할 수 있는 動力傳達方法(폴리의 크기)을 比較, 分析한다.

### 2. 材料 및 方法

#### 가. 材料

本 試驗에 사용된 機關은 국내에 가장 많이 普及된 D社의 6馬力, 8馬力, 10馬力 디젤 機關으로서

각각의 사양은 Table 1과 같다.

#### 나. 試驗條件

機關의 性能試驗은 1983년 10월 10일부터 11월 12일까지의 기간중에 13일동안 農業機械化 研究所 動力測定室에서 수행되었다. 試驗期間 동안의 날씨는 快晴하였으며 溫度는 7~15℃, 相對湿度는 54~86%의 범위에 있었다.

#### 다. 試驗方法

機關의 토오크 및 回轉速度의 測定은 農業機械化 研究所의 電氣動力計를 利用하였다. 機關의 燃料消費率은 燃料管을 500cc 뷰렛 안의 연료가 100cc 소비되는데 소요된 시간을 측정하여 算出하였다.

機關의 性能試驗은 3種의 機關에 대하여 각각 負荷別로 7개의 水準(최대, 11/10, 4/4, 3/4, 2/4, 1/4, 0), 機關의 回轉速度別로 3개의 水準(2200 rpm, 1700 rpm, 1200 rpm)으로 各 機關당 21개 條件에 대하여 2回 反復試驗하였다.

各種 作業機의 所要馬力 및 動力傳達媒体의 規格은 製作会社에서 提示한 仕様과 研究文獻에 근거를 두었다.

### 3. 結果 및 考察

#### 가. 作業機의 種類 및 所要馬力

原動機와 作業機 사이의 動力傳達方法에는 (1) PTO軸(耕耘駆動軸)의 動力을 利用하는 方法, (3) 평벨트를 利用하는 方法, (4) V벨트를 利用하는 方法 등이 있다.

Table 1. Specifications of the diesel engines tested

Item	Model	ND 60	ND 80	ND 130
Type	Water cooled 4 cycle diesel engine			
Combustion chamber	Pre-heating combustion type			
Compression ratio		23	21	21
Bore and stroke (mm×mm)		80×95	92×95	95×95
Continuous rated output (ps / rpm)		6 / 2200	8 / 2200	10 / 2200
Weight (kg)		102	125	130
Outer diameter of V pulley		94	110	110

일반적으로 로우터리 耕松作業은 (1)의 方法을, 쟁기耕松, 運搬, 播種 등의 作業은 (2)의 方法을, 脫穀作業은 (3)의 方法을, 揚水 및 噴霧作業은 (4)의 方法을 이용하고 있다.

作業機는 이러한 傳達方法에 의하여 作業에 適切한 回轉速度와 動力을 얻는다. 그러므로 動力傳達시스템은 作業機의 適正回轉速度와 所要馬力을 고려하여 決定되어야 한다.

그러나 作業機의 所要馬力은 作業機의 種類에 따라서 다르며 또한 같은 作業機라 할지라도 作業의 條件에 따라서 달라진다. 즉 耕松, 碎土作業은 토양의 종류, 耕深, 作業速度 등에 따라, 噴霧 및 揚水業은 排出量, 排出壓力 등에 따라, 脫穀作業은 작물의 종류, 完熟度, 供給量 등에 따라 所要馬力이 변화한다.

따라서 作業에 따라서는 機關의 定格出力을 모두 필요로 하는 作業이 있는 반면에 出力의 일부분만으로도 충분히 作業이 가능한 경우도 있다. 어떤 작업이 機關의 定格出力의 일부분으로만 가능할 경우에는 機關의 回轉速度를 낮추어 機關이 定格負荷(최대 토오크의 80% 정도)에서 운전될 수 있도록 함으로써 機關의 壽命을 延長하고 燃料소비를 最少로 줄일 수 있다. 作業機의 所要馬力은 作業條件에 따라 순간 순간 변화할 뿐만 아니라 動力傳達폴리의 선택에도 한계가 있기 때문에 機關을 항상 定格負荷狀態로 運轉할 수는 없다. 그러나 動力傳達폴리의 規格을 多樣化한다면 作業에 따라 機關을 定格負荷狀態에 가깝게 運轉할 수 있다.

Table 2는 각종 動力耕松機用 機關의 定格出力

과 動力傳達폴리의 規格을 나타낸 것이다. 定格出力이 6, 8, 10馬力인 3種類의 각 機關에 부속된 動力傳達폴리의 크기는 規格品으로서는 모두 한 種類밖에 없다.

Table 3은 V 벨트 및 평벨트에 의하여 動力이 傳達되는 각종 作業機를 型式別로 所要馬力, 適正回轉速度 및 폴리의 規格을 調査하여 나타낸 것이다. 作業機의 所要馬力은 1.5馬力에서 11馬力까지 그 크기가 다양하였으나 대부분 2.5~7馬力 범위에 있다. 動力傳達폴리의 規格은 機關의 경우와 마찬가지로 한가지 種類밖에 없었다. 따라서 각 機關과 作業機를 規格品만의 폴리에 의하여 연결했을 때, 作業機에 따라서는 機關이 定格負荷態로 運轉될 수 없음을 알 수 있다.

이것에 대해서는 機關의 性能試驗結果를 이용하여 다시 고찰하고자 한다.

#### 나. 燃料消費率

機關의 燃料소비율은 일반적으로 單位時間, 單位制動出力當 소비된 燃料을 重量으로 나타낸다. 本試驗에서는 機關의 回轉速度를 세가지로 구분하여 각각의 回轉速度에 대하여 負荷를 變化시켜 가면서 燃料소비율을 측정하였다. 각 機關에 대한 各 回轉速度別, 負荷別 燃料소비율은 Fig 1, 2, 3과 같다.

6馬力 機關의 燃料소비율은 Fig 1에서 보는바와 같이 대체로 定格負荷(4/4부하)에서 가장 낮게 나타났고 負荷率(load factor)이 낮을수록 크게 증가하는 것으로 나타났다. 또한 最低 燃料소비율은 1700rpm의 定格負荷에서 나타났다. 燃料소비율

Table 2 . Specifications of the power-tiller engines and the pulley sizes provided by manufacturer

Model	Continuous rated output (ps / rpm)	Diameter of V pulley (mm)	Diameter of flat pulley (mm)
ND-60	6 / 2200	94	100
-80	8 / 2200	110	100
-130	10 / 2200	110	100
KD-85	6 / 2200	84	100
-120	8 / 2200	80	100
-140	10 / 2200	80	100
DC-120	8 / 2200	100	100
-140	8 / 220	100	100
A-11D	8 / 2200	100	100
-14D	10 / 2200	100	100

Table 3 . Specifications of agricultural implements which can be driven by powertiller engines.

Implemnts	Model	Power Requirement (ps)	Optimum speed of revolution (rpm)	Outer diameter of pulley (mm)	Type of pulley
Power sprayer	ID- 40A	3.0	700	254	V pulley
	- 60A	3.0	700	254	
	- 70A	4.7	720	254	
	HS- 40 A	2.5~3.5	800	210	
	- 60A	3.2~4.2	700	240	
	- 70A	3.5~4.5	700	240	
	- 110A	8 ~ 11	700	260	
	HP- 40A	2.5	700	220	
	- 60A	3.0	700	220	
	- 70A	3.5	750	220	
	JPS- 10A	0.32	1000	150	
	- 40A	3.05	750	250	
	- 50A	3.59	750	250	
- 60A	4.24	800	250		
- 60A	5.16	800	250		
Water pump	PCP- 50A	1.8	2300	95	V pulley
	- 65	3.0	2000	100	
	- 80	4.5	1800	120	
	- 100	5.7	1750	120	
	- 125	6.5	1400	150	
	JH- 50	2.5	2300	76	
	- 65	3.0	2100	89	
	- 100	5.5	1700	100	
Auto-feed thresher	BST- 1200	4 ~ 6	550~650	225	Flat pulley
	HR- 808	2.9	550~650	275	
	- 70	4.5	550~650	275	
	- 80	4 ~ 7	550~650	255	

을 最少로 유지하기 위한 所要馬力別 適正 回轉速度는 6馬力 이상의 경우에는 2200 rpm, 4~6馬力の 범위에서는 1700 rpm, 4馬力 이하에서는 1200 rpm 인 것으로 나타났다.

8馬力 機關의 경우도 6馬力の 경우와 마찬가지로 Fig 2에서와 보는바와 같이 대체로 定格負荷일 때 燃料소비율이 가장 낮았으며, 최저 燃料소비율은 1700rpm의 定格負荷에서 나타났다. 所要馬力別 適正 回轉速度는 7馬力 이상의 경우에는 2200 rpm, 4.8~7馬力の 경우에는 1700rpm, 4.8馬力

이하에서는 1200rpm인 것으로 나타났다.

10馬力 機關의 경우도 Fig 3에서 보는바와 같이 燃料소비율은 대체로 定格負荷에서 가장 낮았으며 最低 燃料消費率은 1700rpm의 定格負荷에서 나타났다.

所要馬力別 適正 回轉速度는 8.4馬力 이상의 경우에는 2200 rpm, 5.4~8.4馬力の 범위에서는 1700 rpm, 5.4馬力 이하에서는 1200 rpm인 것으로 나타났다.

機關別 定格出力에서의 燃料소비율은 8馬力, 10

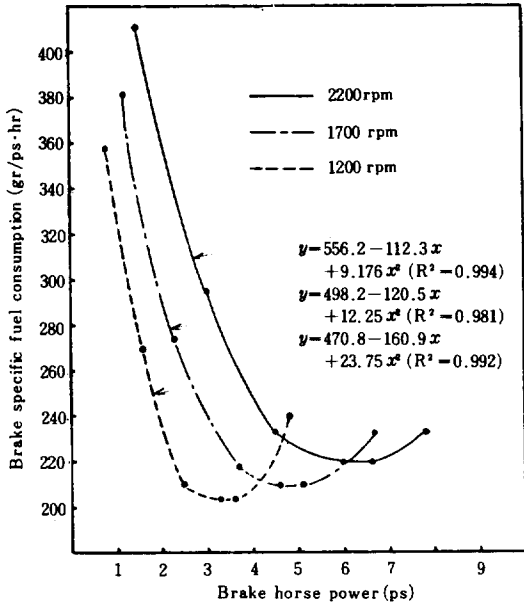


Fig. 1 Specific fuel consumption at partial load for a 6 ps diesel engine

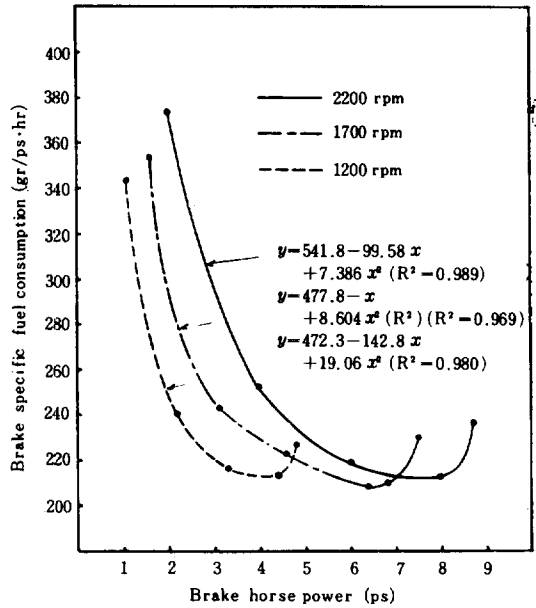


Fig. 2 Specific fuel consumption at partial load for a 8 ps diesel engine

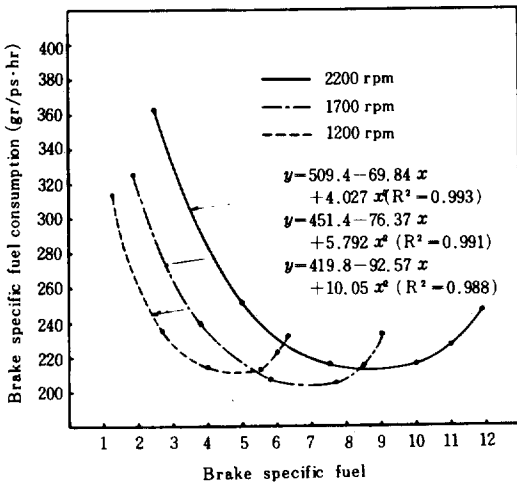


Fig. 3. Specific fuel consumption at partial load for a 10 ps diesel engine

馬力, 6馬力の 순서로 작은 것으로 나타났으나 상호간에 큰 차이는 없었다.

다. 適正 動力伝達시스템의 決定

原動機와 作業機사이의 動力伝達시스템은 주어진 作業을 원활하게 수행할 수 있으면서도 原動機의 연료소비가 낮도록 그 크기가 결정되어야 한다. 앞의 試驗結果로부터 연료소비는 定格負荷의 부근에

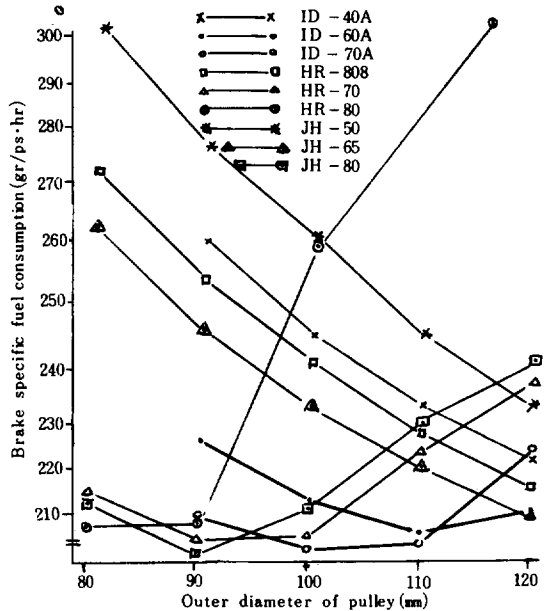


Fig. 4. Specific fuel consumption of a 8 ps diesel engine versus the size of engine pulley for various implements.

서 대체적으로 낮았다.

여기에서는 하나의 例로 8ps 動力耕耘機用 디젤 機關을 가지고 각종 噴霧, 揚水, 脫穀作業을 할 때, 機關의 물리를 어떠한 크기로 하는 것이 연료

의 소비량이 적어지는지를 비교, 분석하였다. Table 4 및 Fig 4는 作業機側 풀리는 기존의 크기를 그대로 두고 機關풀리의 크기를 80mm에서 120mm 까지 10mm씩 5단계로 변화시켜 運轉할 때 機關의 所要 回轉速度와 그때의 燃料소비율을 추정하여 나타낸 것이다.

각각의 動力傳達시스템에 대한 機關의 所要 回轉速度에서의 燃料소비율은 3개 回轉速度에 대한 實測結果로부터 補間法에 의하여 추정하였다. 또한 作業機의 所要馬力은 각 作業機의 仕様書에 나타난 값에 20%의 餘裕馬力을 加算한 값이다.

Table 4 및 Fig 4에서 보는 바와 같이 所要馬力이 4馬力 이하의 작업기에서는 機關풀리의 크기를

크게 할수록 燃料소비율이 감소하였으며, 4.5~6馬力의 作業機에서는 90~110mm의 크기에서 낮은 값을 나타냈다. 또한 機關풀리의 크기가 80~90mm일 때 作業機에 따라서는 機關의 速度를 定格速度 2200rpm 이상으로 하지 않으면 안되는 경우도 있다. 8馬力 디젤 機關의 기관풀리는 Table 2에 나타난 바와 같이 80~110mm의 범위에 있으므로 모두 4.5馬力 이상의 所要馬力에 적당하도록 제작되어 있다. 또한 풀리의 크기는 기관출력에 따라 변화가 거의 없으며 大馬力 기관의 풀리가 오히려 작은 경우도 있었다. 따라서 대마력 동력장군기를 이용하여 소모마력이 적은 작업을 수행할 때 동력이용율은 더욱 떨어질 것이다.

Table 4. Variation of specific fuel consumption of a 8 ps diesel engine for various sizes of engine pulley

Work	Model of implement	Required horsepower (ps)	Operation speed of implement (rpm)	Outer diameter of implement pulley (mm)	Outer diameter of engine pulley (mm)									
					80		90		100		110		120	
					RES*	bsfc	RES*	bsfc	RES*	bsfc	RES*	bsfc	RES*	bsfc
					(rpm)	(gr/ps.hr)	(rpm)	(gr/ps.hr)	(rpm)	(gr/ps.hr)	(rpm)	(gr/ps.hr)	(rpm)	(gr/ps.hr)
Spraying	ID-40A	3.6	720	254	2220**	—	1976	261.0	1778	245.1	1616	233.2	1482	224.2
	-60A	4.8	720	254	2286**	—	2032	225.5	1829	215.3	1663	210.0	1524	214.8
	-70A	5.6	720	254	2286**	—	2032	210.8	1829	205.7	1663	207.7	1525	227.3
	JPS-70A	6.2	800	250	2500**	—	2222**	—	2000	207.0	1818	205.7	1667	212.4
Threshing	HR-808	3.5	600	275	2062	273.2	1833	254.3	1650	239.5	1500	228.4	1375	219.1
	-70	5.4	600	275	2062	214.9	1833	207.4	1650	208.4	1500	224.6	1375	238.1
	-80	6.6	600	255	1913	208.5	1700	210.1	1530	261.1	1391	302.8	1275	337.6
Water pumping	JH-50	3.0	2200	76	2090	299.3	1858	277.8	1672	260.5	1520	246.0	1393	233.8
	-65	3.6	1800	89	2003	263.2	1780	245.3	1602	232.3	1456	222.4	1335	214.3
	-80	5.4	1800	89	2003	213.0	1780	205.6	1602	213.6	1456	229.3	1335	242.3
	-100	6.6	1800	100	2250**	—	2000	207.8	1800	209.3	1636	229.3	1500	270.0

Note \* RES : Required engine speed \*\* : Engine isn't operated for these speeds generally.

#### 4 結 論

우리나라에 보급되고 있는 動力耕轉機의 디젤 機關은 馬力別로 6, 8, 10馬力의 3種類가 있으며 이들을 이용한 作業은 耕轉, 運搬作業등 基本作業 외에 噴霧, 揚水, 脫穀, 播種作業 등이 있다.

분무, 양수, 탈곡작업의 所要馬力은 대부분 2.5~7馬力의 범위에 있으며 이는 動力耕轉機 機關의 定格出力보다 비교적 적은 값이었다.

현재 보급되고 있는 動力耕轉機 機關 풀리크기는 機關出力에 따라 거의 변화가 없었으며 각 機種에 대하여서는 한 종류 밖에 없다. 따라서 작업기의 所要馬力에

맞추어 기관을 定格負荷에서 운전할 수 없는 경우가 생긴다. 특히 所要馬力이 적은 作業에 대출력에의 機關을 이용할 때 그 정도는 더욱 문제가 된다. 燃料소비량을 줄이기 위해서는 가능한 한 定格負荷 부근에서 作業이 수행되어야 한다. 그러기 위해서는 機關과 作業機의 動力傳達時 變速比를 좀더 다양화 해야 하는데 이를 위해서 機關풀리규격과 作業機풀리 규격중 어느 쪽을 변화시키는 것이 유리한지는 앞으로 연구 검토되어야 한다.

出力別로 6, 8, 10馬力의 3種類 디젤 機關에 대하여 回轉速度別(3종류), 負荷別(7종류)로 연

료소비율을 測定, 比較하여 연료소비율이 최소가 되기 위한 소요마력별 適正 回轉速度 등을 구하였다. 이 중 8馬力 機關에 대한 試驗結果를 이용하여 연료 소비율이 최소가 될 수 있는 기관폴리의 규격을 각 작업기별로 구하였다.

얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

가. 6馬力 디젤機關의 경우에 연료소비율을 최소로 유지하기 위한 所要馬力別 適正 回轉速度는 6馬力 이상으로 운전할 때에는 2200 rpm, 4~6馬力으로 운전할 때에는 1700 rpm, 4馬力이하로 운전할 때에는 1200 rpm으로 나타났다.

나. 8馬力 디젤기관 適正 回轉速度는 7馬力 이상으로 운전할 때에는 2200 rpm, 4.8~7馬力으로 운전할 때에는 1700 rpm, 4.8馬力이하로 운전할 때에는 1200 rpm으로 나타났다.

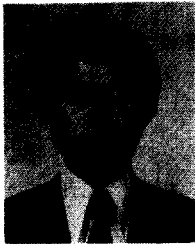
다. 10馬力 디젤機關의 適正 回轉速度는 8.4馬力 이상으로 운전할 때에는 2200rpm, 5.4~8.4馬力

으로 운전할 때에는 1700 rpm, 5.4馬力이하로 운전할 때에는 1200 rpm으로 나타났다.

라. 8馬力 디젤機關과 기존의 動力耕耘機用 各種作業機를 연결하여 작업할 경우에 機關폴리의 適正 크기는 所要 馬力이 4.5馬力이하의 作業機는 120mm 이상, 4.5~6馬力 作業機는 110~90mm로 나타났다.

### 参 考 文 獻

1. 劉壽男·柳寬熙, 1981. 바인더 베타단의 크기가 자동脫穀機의 脫穀性能 및 負荷特性에 미치는 影響. 韓國農業機械学会誌. Vol. 6. No 1. 60~72
2. Edward F. Obert. 1973. Internal combustion engine and air pollution
3. 大久保秀雄·田中 孝. 1953. 農業用ディーゼル機關의 燃料消費率에 關する 試驗. 日本農機誌 15(2), 41~43.



### 學 位 取 得

姓 名 : 延 光 錫  
 年 年 月 日 : 1946年 4月 6日  
 勤 務 處 : 忠北大學校 農科大學 農業機械學科  
 取 得 學 位 名 : 農學博士  
 學 位 授 與 大 學 : 忠北大學校  
 學 位 取 得 年 月 日 : 1983年 8月 5日  
 學 位 論 文 : 水化鹽類의 相變化를 利用한  
 熱貯藏에 關한 研究