

에너지 절감형 트랙터 로타리날 개발 (V)

- 중부지방에서의 로타리 경운작업 실태조사 및 경운부하 측정실험 -

Development of energy saving rotary blade for tractor(V)

- research on the actual condition of rotary tilling & rotary power requirement in the central area -

오종진*	김기대*	이현동*	김찬수**	김성환*	나건영*
	정희원	정희원	정희원		
J. J. Oh	K. D. Kim	H. D. Lee	C. S. Kim	S. H. Kim	G. Y. Na

1. 서 론

우리나라 농용트랙터 농가 보급률은 2000년 현재 13.9%로 약 19만대 정도이며 연간 약 2만대 정도의 농용트랙터가 보급되고 있다. 농작업 중 동력이 가장 크게 소요되는 경운작업은 1차 경기작업과 2차 썰토작업으로 크게 나눌 수 있는데, 근래에는 이것을 동시 작업화하여 작업시간과 에너지 및 경비를 절감할 수 있는 로타리 경운작업만 실시하는 경향으로 발전하고 있다.

국립농산물품질관리원 농업통계정보에 따르면 2000년도 트랙터 로타리에 의한 경운·정지작업의 비율은 72.6%이며, 2001년도에는 74.9%로 경운·정지작업에서 트랙터 로타리 작업이 차지하는 비율이 매우 크고, 또 해마다 증가하는 추세이다.

로타리를 이용한 경운작업은 경운과 썰토의 정도가 높아 그 이용이 증대되고 있으나 소요 동력이 큰 것이 문제점으로 되고 있다. 외국의 경우 소요동력의 감소를 위하여 외국에서는 로타리 경운장치에 대한 연구가 꾸준히 계속되고 있으나, 우리나라에서는 이에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이다.

본 연구는 우리나라 토양이나 작업형태에 알맞은 에너지 절감형 트랙터 로타리날을 개발하기 위한 전단계 연구로서 중부지방의 농가 및 농업인을 대상으로 트랙터 로타리 경운작업의 실태를 조사하고, 개별 농가의 포장을 대상으로 트랙터 로타리 경운작업시의 소요동력을 측정하여 앞으로 개발할 에너지 절감형 트랙터 로타리날 개발 연구의 기초자료로 사용하고자 연구를 수행하였으며, 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

- 1) 중부지방의 농가를 대상으로 농작업중 경운·정지 작업유형 및 연간 작업실태를 농가방문 설문조사를 통해 분석하였고
- 2) 그에 따른 중부지방의 개별 농가를 대상으로 트랙터 로타리 경운작업시 소요동력을 측정한다.

* 충남대학교 생명과학대학 농업기계공학과

** (주) 엔에스티

2. 재료 및 방법

가. 중부지방 트랙터 로타리 경운작업 실태조사

본 연구에서 설문조사는 충남 아산시 일대의 44농가를 대상으로 농작업 중 경운·정지 작업유형 및 연간 작업실태를 농가방문 설문을 통하여 조사하였고 대상지역의 기본통계는 표 1에 나타낸 것과 같다.

Table 1 The basic statistics of sample

population (persons)	185,847 (farmer : 40,743, farm : 12,606)			
farm area(ha)	19,775 (a rice paddy : 13,400, a dry field : 6,375)			
possession farm machine (EA)	2-wheel tractor	4-wheel tractor	combine	rice planting machine
	8,659	2,548	1,096	4,100
total : 16,403				

나. 중부지방 개별 농가 포장 트랙터 로타리 경운작업 소요동력 측정

① 공시재료

시험에 사용된 트랙터는 LG사에서 제작된 정격출력 65마력의 트랙터이며, 트랙터에 부착된 로타리는 LG사에서 제작된 55마력의 트랙터에 적용 가능한 기어전동방식 로타리로 로타리날을 부착시키기 위한 9개의 플랜지가 달려있다. 하나의 플랜지에는 6개의 로타리날을 부착할 수 있도록 되어있으며 양측의 플랜지에는 각각 3개의 로타리날이 부착되어있고 가운데 있는 7개의 플랜지에는 6개의 로타리날이 부착되어있었다. 근접한 플랜지간에 부착된 로타리날은 15° 간격을 이루고 있다. 플랜지에 부착한 로타리날은 LG사에서 제작된 C형 로타리날이었다.

시험에 사용된 포장은 충남 천안시 청당동 일원 농가의 S₁, S₂, S₃, S₄ 4개소의 포장으로, S₁, S₂, S₃은 논이고 S₄은 밭이다. 시험포장의 상태와 평균 함수율은 아래 표에 나타낸 것과 같다.

Table 2 Field condition and average humidity

Soil	a rice paddy			a dry field
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
condition	No tilling	Plow tilling	Rotary tilling	No tilling
Hum. %(d.b.)	37.73	60.00	22.84	21.63

② 실험장치

본 연구에서는 현재 우리나라에 가장 많이 보급되어 있는 중형트랙터에 부착되는 로타리를 대상으로 하였다. 경운작업시 로타리의 소요동력을 측정하기 위해서 “에너지 절감형 트랙터 로타리날 개발(IV)”에서 개발된 로타리 소요동력 측정장치를 이용하였으며, 토크변환기 및 근접센서에서 나오는 신호를 저장하기 위해 데이터 레코더를 사용하였다. 그림 1은 자료 수집 및 분석 장치의 구성을 나타낸 것이다.

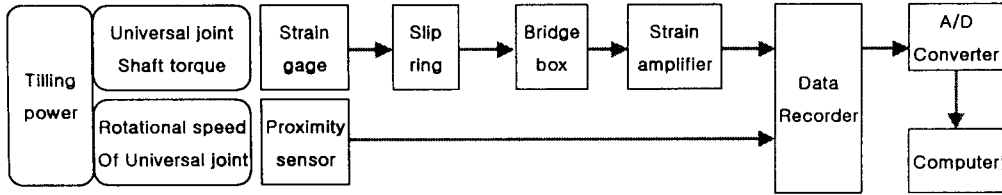


Fig. 1 Block diagram of the data acquisition and analysis system

③ 실험방법

본 연구에서는 트랙터에 로타리를 장착하고 4개 포장을 경운하면서 소요동력 측정장치에서 나오는 신호들을 데이터 레코더에 저장하였다. 트랙터의 PTO 회전수는 540rpm으로 고정시켰으며, 로타리 경운축의 회전수는 PTO 회전수가 540rpm일 때 174rpm으로 회전하게끔 조정하였다. 주행속도는 저속 3단(0.92m/s)으로 유지하였고, 경심은 0.12m로 유지하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 중부지방 트랙터 로타리 경운작업 실태조사 결과

현지 설문조사에서는 29개 마을 이장 및 농업인 44농가를 대상으로 하였다.

① 경운·정지작업의 기계구분

경운·정지작업의 기계구분결과 쟁기작업 중 경운기 작업이 2%의 비율을 차지하였고, 트랙터 의한 작업이 98%의 높은 비율을 차지하였다. 로타리 작업에서 경운기 작업이 1.5%를 차지하였고, 트랙터 로타리 작업이 98.5%의 높은 비율을 나타내었다(표 3).

② 트랙터 보유현황

농가별 트랙터 보유현황은 40마력 미만인 18.2%, 40마력~50마력 미만인 18.2%, 50마력~60마력이 40.9%, 60마력 이상이 22.7%를 차지함으로써 트랙터의 보급추세가 중대형 기종 위주인 것으로 나타났다(표 4).

③ 트랙터 경운·정지작업 유형

트랙터 경운·정지작업에서 1유형(추경→1차쇄토→2차쇄토)이 38.6%, 2유형(추경→1차쇄토)이 6.8%, 3유형(춘경→1차쇄토→2차쇄토)이 40.9%, 4유형(춘경→1차쇄토)이 9.1%, 5유형(1차쇄토→2차쇄토)이 4.5%, 6유형(1차쇄토)이 0%로서 1차쇄토 후 2차쇄토를 하는 유형이 79%의 높은 비중을 차지하였다(표 5).

④ 트랙터 연간 로타리 작업면적

설문조사 결과 트랙터 연간 로타리 작업면적은 17ha 미만인 36.4%, 17ha~33ha가 31.8%, 33ha~66ha가 27.3%, 66ha 이상이 4.5%를 차지하였다(표 6).

Table 3 The actual conditions of tillage

classification	plow tilling		rotary tilling		explanatory
	farm no.(house)	rate (%)	farm no.(house)	rate(%)	
2-W tractor	35	2	27	1.5	
4-W tractor	1,705	98	1,715	98.5	29 villages
total	1,742	100	1,742	100	

Table 4 The present conditions of tractor possess

classification	farm no.(house)	rate (%)
under 40 hp	8	18.2
40 hp~50 hp	8	18.2
50 hp~60 hp	18	40.9
above 60 hp	10	22.7
total	44	100

Table 5 The patterns of tilling and ground leveling of tractor

classification	farm no. (house)	rate (%)
1case : autumn tilling→1 crush soil→2 crush soil	17	38.6
2case : autumn tilling→1 crush soil	3	6.8
3case : spring tilling→1 crush soil→2 crush soil	18	40.9
4case : spring tilling→1 crush soil	4	9.1
5case : 1 crush soil→2 crush soil	2	4.5
6case : 1 crush soil	0	0.0
total	44	100

Table 6 The areas of tilling area by tractor in a year

classification	farm no. (house)	rate (%)
under 17ha	16	36.4
17ha~33ha	14	31.8
33ha~66ha	12	27.3
over 66ha	2	4.5
total	44	100

Table 7 The areas of exchange of tractor rotary blade

classification	farm no. (house)	rate (%)
under 17ha	12	27.9
17ha~33ha	11	25.6
33ha~66ha	5	11.6
over 66ha	15	34.9
total	43	100

Table 8 The periods of exchange of tractor rotary blades

classification	farm no. (house)	rate (%)
under 1 year	5	11.6
1 ~ 2 years	14	32.6
2 ~ 3 years	8	18.6
over 3 years	16	37.2
total	13	100

Table 9 The result of measuring power requirement

Sample No.	S ₁ (a rice paddy)			S ₂ (a rice paddy)		
	TORQUE (kg · m)	RPM	PS	TORQUE (kg · m)	RPM	PS
1	28.749	617.3	24.781	36.086	610.5	30.758
2	19.337	616.7	16.652	51.251	637.0	45.585
3	36.659	615.3	31.494	47.502	650.9	43.171
4	21.689	618.0	18.714	38.091	635.2	33.784
5	26.861	615.3	23.076	54.042	651.1	49.127
6	33.185	618.2	28.643	21.479	656.6	19.690
7	17.513	618.0	15.110	41.842	651.5	38.064
Max.	36.659	618.2	31.494	54.042	656.6	49.127
Min.	17.513	615.3	15.110	21.479	610.5	19.690
S.D.	7.164	1.235	6.153	11.033	15.971	10.072
Average	26.285	617.0	22.639	41.470	641.8	37.168

Sample No.	S ₃ (a rice paddy)			S ₄ (a dry field)		
	TORQUE (kg · m)	RPM	PS	TORQUE (kg · m)	RPM	PS
1	41.194	615.7	35.413	38.322	604.8	32.363
2	40.556	632.0	35.790	53.577	611.9	45.772
3	40.937	621.5	35.522	46.957	648.4	42.509
4	42.907	621.3	37.220	61.774	640.4	55.236
5	43.715	620.2	37.857	55.109	653.3	50.272
6	42.493	629.9	37.372	48.723	656.6	44.667
7	44.230	629.2	38.860	57.657	639.1	51.447
Max.	44.230	632.0	38.860	61.774	656.6	55.236
Min.	40.556	615.7	35.413	38.322	604.8	32.363
S.D.	1.429	6.099	1.317	7.772	20.245	7.452
Average	42.290	624.3	36.862	51.731	636.3	46.038

⑤ 트랙터 로타리날 교환 부담면적과 교환주기

트랙터 로타리날 교환 부담면적(작업면적/1회교환)은 17ha 작업후 교환 비율이 27.9%, 17ha~33ha 작업후 교환 비율이 25.6%, 33ha~66ha 작업후 교환 비율이 11.6%, 66ha 작업후 교환 비율이 34.9%로서, 33ha 작업후 교환하는 농가가 46.6%를 차지하였다(표 7).

트랙터 로타리날 교환주기(년/1회교환)는 1년 미만이 11.6%, 1년~2년이 32.6%, 2년~3년이 18.6%, 3년 이상이 37.2%로서 2년/1회교환 이상인 농가가 절반이상을 차지하고 있었다(표 8).

나. 중부지방 개별 농가 포장 소요동력 측정결과

소요동력 측정시 데이터는 데이터 레코더에 저장하였는데 저장된 신호는 일정한 시간간격으로 약 3.5초에 해당하는 구간 7곳(약 23m)에 해당하는 데이터를 A/D변환을 시켰으며, 이를 분석에 이용하였다. [표 9]에 4개소의 포장을 경운할 때 측정된 소요동력 결과를 나타내었다.

4개소의 포장 경운 소요동력 측정결과는 [Table 9]에서 보는바와 같이 논 S₁, S₂, S₃에서는 각각 22.639PS(평균), 37.168PS(평균), 36.862PS(평균)이었고, 밭 S₄에서는 46.038PS(평균)이었다. 결과를 보면 함수율이 제일 낮고 미경운 상태인 밭 S₄를 경운할 때 소요동력이 제일 크게 나타났고, 그 다음은 1차 쟁기작업과 로타리작업을 거친 논 S₂, S₃에서 크게 나타났고, 그 다음은 미경운 상태인 논 S₁의 순서였다.

4. 결 론

본 연구에서는 중부지방에서의 로타리 경운작업 실태를 조사하기 위하여 충남 아산시 일대의 29개 마을 이장 및 농업인 44농가를 대상으로 현지 설문조사를 실시하였으며, 중부지방의 트랙터 로타리 경운작업시의 소요동력을 측정하기 위하여 개별 농가의 포장을 경운작업하면서 소요동력을 측정하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 29개 마을 이장 및 농업인 44농가를 대상으로 경운정지작업의 기계구분 결과 트랙터에 의한 경운·정지작업이 98%로 나타났다.
- 2) 농가별 트랙터 보유 현황은 50마력이상 트랙터 보유가 절반이상을 차지하여 트랙터의 보급추세가 중대형 기종위주로 나타났다.
- 3) 트랙터 경운·정지 유형 중 로타리 작업은 1차쇄토후 2차쇄토후를 하는 유형이 79%를 차지하고 있으며 그중 1차쇄토시 포장조건이 건답인 경우는 14%로 대개의 경우 습답에서 쇄토작업을 하는 것으로 나타났다.
- 4) 트랙터 정지작업 부담면적은 농림사업시행지침서에 의한 고가농기계 구입시 사업성검토 기준부담면적 15.1~34.9 ha을 충족(63.6%)하고 있으며, 국립농산물품질관리원 농업기계 정보에 나타난 연간 작업총면적 13.2 ha보다 높아 기계이용률이 높은 것으로 나타났다.
- 5) 트랙터 로타리날 교환 부담면적(작업면적/1회교환)은 33 ha이상 작업시 교환하는 농가가 46%를 차지하고 있으며 교환주기는 2년/1회교환 이상인 농가가 절반이상(55%)을 차지하고 있다.
- 6) 중부지방 개별 농가 포장 트랙터 로타리 경운작업시 소요동력 측정결과는 미경운 상태의 논과 밭에서 평균 22.639 (PS)와 46.038 (PS), 1차쟁기작업을 거친 상태의 논에서는 평균 37.168 (PS), 1차 로타리작업을 거친 상태의 논에서는 평균 36.862 (PS)로 미경운 상태의 밭에서 소요동력이 가장 크게 나타났다.

5. 참고문헌

1. 노상순, 신봉석. 1979. 우리나라 동력경운기의 이용실태 조사분석 및 내구연한조사. 공업연구9 : 91-99
2. 이용복 외 4인. 2000. 농업기계 이용실태조사연구-1. 주요기종의 작업실태에 관한 연구. 한국농업기계학회 동계학술대회 논문집5(1) : 141-148
3. 국립농산물품질관리원. 2001. 농업통계정보
4. 김성래, 김기대. 1988. 기계이양답의 쇄토 정지용 로우터리 날의 개발. 과학재단 연구보고서