

삼각벨트 클러치의 성능 향상에 관한 연구†

Performance Improvement of Triangular-type V-belt Clutch

신 범 수*	김 상 현*	박 희 찬**
정회원	정회원	
B. S. Shin	S. H. Kim	H. C. Park

ABSTRACT

This study was conducted to provide a direction for improving the performance of triangular-type belt clutch. The power transmission characteristics and the wear of belt were investigated for two types of pulley set theoretically and experimentally.

The results of research were summarized as follows: 1) Based on the theoretical analysis for the life time of belt, the wear of belt could be reduced by increasing the sizes of driving V-pulley and tension pulley, and by decreasing the tension on V-belt. 2) The pulley set #2 could transmit more power than the pulley set #1 could at the same slip rate. While the slip rate was 2.36% on the pulley set #2 at the maximum power transmission, the slip rate on the pulley set #1 was increased up to 12.2% at the same condition. 3) From the 16 hours' fatigue test, the wear of belt used in the pulley set #1 was observed severer than that in the pulley set #2. Also, it was found that the tensile strength of belt used in the pulley set #2 was greater than that of belt used in the pulley set #1.

주요용어(Key Words): 삼각벨트 클러치(Triangular-type belt clutch), 벨트 수명(Life time of belt), 벨트 마모(Wear of belt), 마모지수(Wear index)

1. 서 론

좁은 공간에서도 용이하게 작업할 수 있는 스킵드-스티어 로더는 산업 현장에서 뿐만 아니라 근래에 들어 농장 또는 목장 등에서 부산물 및 유기질 비료의 운반, 처리, 축사 내부나 방목장의 분뇨 처리 등, 특히 좁은 공간에서 트랙터 부착용 프론트 로더의 작업이 불가능한 경우에 많이 사용되고 있는 농용 로더로 그 작업량이 증대되고 있다. 현재 우리나라의 농용 로더는 차량 총중량을 1톤 미만으로 규정하고 있으며 약 1000여대의 내수시장 규모를 갖고 있고 다양한 동력전달 방식을 채택하고 있다.

김 등(1996)의 연구 결과, 기존의 유압구동 방식을 사용하는 스킵드-스티어 로더와 유사한 성능을 갖고 또한 유지 보수가 용이하며 차체가격이 저렴한 삼각벨트 클러치 및 기계식 변속기 방식의 스킵드-스티어 로더를 개발한 바 있다. 삼각벨트 클러치는 기존의 두 개의 풀리에 의한 벨트 클러치를 개선한 것으로 세 개의 풀리를 삼각형으로 배치하고 별도의 아이들러를 이용하여 동력 전달 측의 벨트 클러치를 작동케하여 동력을 전달할 수 있도록 되어 있다. 특히, 스킵드-스티어 로더에는 좌·우측 차륜에 각각 정·역전 방향으로 독립적으로 동력 전달이 이루어져야 하므로 네 조의 삼각벨트 클러치가 설치되어

† 본 연구는 산학협동재단 '96 학술연구비 지원에 의해 수행되었음.

* 강원대학교 농업생명과학대학 농업공학부

** 정일공업주식회사

있는데, 이것을 두 개의 레버를 이용하여 필요한 조합으로 조작할 수 있도록 되어있다. 스키드-스티어 로더 운전시 최소한 두 조 이상의 벨트 클러치는 작동하지 않게 되고 이때 미 작동상태인 벨트 클러치에 걸려 있는 벨트는 구동륜에 의해 따라 돌려는 특성이 나타나게 된다. 이러한 현상을 최소화하기 위해서는 벨트의 접촉각을 줄여야 하며 따라서 가능한 범위내에서 최소 직경의 폴리조합을 채택해야 한다. 그러나, 소형 V-폴리를 사용할 경우 벨트는 피로에 의한 파괴로 인해 수명이 현저히 떨어지는 결과를 초래한다(김 등, 1996). 또한 삼각벨트 클러치를 작동하기 위해서는 V-벨트에 장력을 가하게 되는데 이 때 큰 장력은 상대적으로 작은 장력에 비해 벨트의 마모를 증대시켜 벨트의 수명을 단축시키는 문제점이 있다. 따라서, 본 연구의 목적은 삼각벨트 클러치의 성능 향상을 위해 삼각벨트 클러치가 사용된 스키드-스티어 로더에 적용가능한 폴리조합을 선정하여 벨트의 동력전달 성능 및 벨트의 수명 향상 방안을 제시하는데 있다.

구체적으로는 삼각벨트 클러치에 사용된 V-폴리의 크기 및 작동 조건 등에 따라 전달 동력 및 벨트의 마모 정도 등을 규명하기 위하여 컷제, 이론적인 분석을 하고 실험치와 비교하였으며, 둘째, 기존의 삼각벨트 클러치와 새롭게 설계된 삼각벨트 클러치를 비교 분석함으로써 삼각벨트 클러치의 적정 설계 조건 및 작동 조건을 찾는 데 있었다.

2. 이론적 고찰

김 등(1996)의 계산 방법에 따라 삼각벨트 클러치의 폴리조합을 변경하고 외부의 텐션폴리에 가하는 하중을 변화시킬 때 전달동력에 따라 삼각벨트 클러치의 V-벨트 이론수명을 구하였다. 본 이론 분석은 표 1과 같이 삼각벨트 클러치의 구동폴리가 상이한 두 종류의 폴리조합을 대상으로 하였으며, 외부 텐션폴리에 가하는 하중은 운전자가 삼각벨트 클러치를 작동시킬 때 정상적으로 작동레버에 가해주는 힘인 0.179kN(김 등, 1996)과 최대의 힘을 가했을 때인 0.589kN 두 수준으로 설정하였고, 힘을 가하는 외부 텐션폴리의 직경은 40, 60, 80mm 의 세 수준이었으며, 전달동력은 1.035kW와 2.950kW 두 수준이었다.

Table 1 Size of pulleys in each pulley set

	Pulley set # 1	Pulley set # 2
Driving pulley	101.6mm (4 in)	127mm (5 in)
Driven pulley	152.4mm (6 in)	152.4mm (6 in)
Idle pulley	88.9mm (3.5 in)	127mm (5 in)

Table 2 Life time(hour) of belt according to pulley sets, diameter of tension pulley and power transmission

	Dia. of tension pulley (mm)	Power (kW)	Life time (hr)	
			Load of tension pulley (kN)	
			0.179	0.589
Pulley set # 1	40 ¹⁾	1.035 ³⁾	4.5	0.47
		2.950 ⁴⁾	4.2	0.42
	60	1.035	161.5	6.5
		2.950	44.8	2.3
		2.950	54.9	2.9
80	1.035	484.1	13.9	
	2.950	54.9	2.9	
Pulley set # 2	40	1.035	3.57	0.38
		2.950	3.6	0.37
	60 ²⁾	1.035	172.2	7.4
		2.950	137.8	5.4
	80	1.035	1,822.4	33.4
		2.950	500.6	12.2

¹⁾ Tension pulley used for the conventional belt clutch.

²⁾ Tension pulley used for new belt clutch.

³⁾ Power transmission at the normal operating condition.

⁴⁾ Power transmission at the maximum overloaded condition.

각 수준에 따라 벨트 수명을 계산한 결과는 표 2와 같다.

이론적인 계산결과 삼각벨트 클러치의 각 요인들 간에 뚜렷한 수명의 차이를 보였다. 표 2와 같이 주어진 범위에서 삼각벨트 클러치의 수명을 증대시키기 위해서는 구동폴리가 큰 폴리조합 #2로 구성하고 텐션폴리의 직경은 크게 하고 적은 하중으로 텐션폴리를 조작하는 방법이 바람직한 것으로 판단된다. 그러나 구동폴리와 텐션폴리의 직경이 커질 경

우 벨트의 구동폴리 접촉각이 커져서 무부하시 벨트가 V-폴리와 함께 회전하여 동력의 단절이 어려운 문제점이 발생될 수 있다.

각 폴리조합에서 텐션폴리의 크기가 증대되면 벨트의 수명이 증가하는 경향을 보였으나, 특히 큰 구동폴리를 사용한 폴리조합 #2는 폴리조합 #1에 비하여 전달동력 증가에 따른 수명 감소율이 작아지는 경향을 보여 부하동력의 변화에 적응도가 높은 것으로 판단된다.

3. 실험 장치 및 방법

가. 실험장치의 구성

삼각벨트 클러치의 벨트 피로시험 실험장치는 그림 1에 보는 바와 같이, 세 개의 V-폴리를 장착할 수 있는 지지판과 동력전달 개폐를 위해 벨트에 장력을 주는 텐션폴리, 텐션폴리를 작동시키는 링크 및 작동레버로 구성되어 있다. 운전자가 작동레버를 누르고 있는 상태에서만 클러치가 작동되므로, 인장 스프링을 이용하여 작동 레버를 당기게 함으로써 운전자가 작동레버를 조작하는 것과 같은 효과를 갖게 하였다. 사용된 V-폴리들은 모두 알루미늄으로 가공 제작하여 폴리와 벨트의 마찰열을 최소화하였다. 삼각벨트 클러치는 3상 유도전동기(Shinmyung, 3.7 kW, 1,700rpm)로 구동되며, 전기동력계(Powder Dynamometer, 2PB15, vibro-meter)를 사용하여 외부로부터의 부하를 가할 수 있도록 하였다.

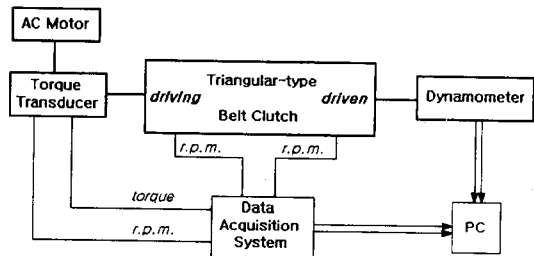
유도전동기와 삼각벨트 클러치의 구동축 사이에 마그네틱 픽업이 내장된 토크변환기(TMNR- 50KM, Minebea Co., Ltd., Japan)를 설치하여 전동기로부터 삼각벨트 클러치로 입력되는 동력을 측정하였으며, 삼각벨트 클러치로부터 출력되는 동력, 즉 부하 동력은 전기동력계에서 구할 수 있었다.

전기 동력계는 정격 24kW로 최대 600Nm의 부하 토크를 가할 수 있으며, 전용 제어기와 개인용 컴퓨터에서 작동 제어 및 토크와 회전수를 측정할 수 있도록 전용 A/D 카드를 갖고 있다.

슬립율은 구동축 및 피동축에 로타리엔코더를 설치하여 자료수집장치의 카운터/타이머 기능을 사용하여 측정하였다.



[a] Overall view



[b] Blockdiagram

Fig. 1 Experimental apparatus.

나. 실험 재료

공시재료는 일반 산업용 V-벨트로서 인장강도는 6.4kN이며, 폴리의 크기 및 삼각 배치 형태에 따라 폴리조합 #1에는 B형 45번 벨트를 폴리조합 #2에는 B형 50번 벨트를 사용하였다.

다. 실험 방법

삼각벨트 클러치의 폴리조합에서 구동폴리와 텐션폴리의 크기 및 텐션폴리에 가해지는 힘 등의 설계 및 작동 조건이 삼각벨트 클러치의 동력전달 성능 및 벨트의 마모에 미치는 영향을 규명하기 위하여 기존의 상용화된 농용 스킵드-스티어 로더에 채택된 폴리조합 #1과 이론적인 계산을 통하여 성능을 향상시킬 수 있을 것으로 판단되는 새로운 폴리조합 #2에 대하여 다음과 같이 비교 실험하였다.

실험에서 텐션폴리에 가해지는 힘은, 그림 2에서 보는 바와 같이, 스킵드-스티어 로더를 운전하는

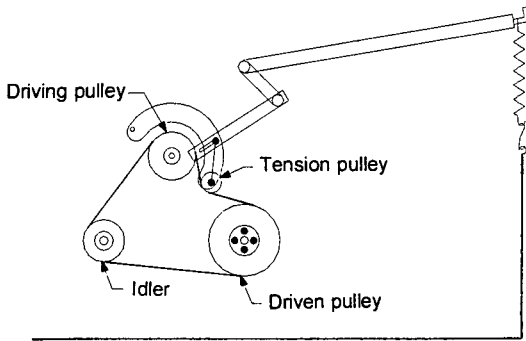


Fig. 2 Triangular-type belt clutch and its operating mechanism.

운전자가 작동레버에 가한 힘이 4절 링크를 통하여 전달되므로 실험을 위하여 기구학적으로 계산한 힘을 인장 스프링($k = 0.10132 \text{ N/mm}$)의 늘어난 길이를 조절해 줌으로써 실험하는 동안 이완측 장력이 스프링의 힘에 의해 일정하게 유지되도록 하였다.

(1) 동력전달 성능

각각의 폴리조합에서 삼각벨트 클러치가 전달하는 동력을 측정하였다. 동력계의 부하를 조절하여 삼각벨트 클러치의 피동축에 걸리는 부하동력을 변화시키며, 부하동력에 따른 삼각벨트 클러치에서의 무부하 소요동력과 슬립율 등을 측정하였다. 동력계에 의한 부하동력은 제동토크와 회전속도를 일정하게 유지함으로써 제어가 가능하였으며, 무부하 상태에서부터 제동토크를 증가시킴으로써 부하동력을 증가시키며 전동기에 의한 입력측 동력을 측정하였다. 삼각벨트 클러치에 의한 무부하 소요동력은 전동기에 의한 입력 동력과 동력계에 의해 부가되는 부하 동력의 차로써 구하였다.

(2) 벨트의 수명

본 실험에서는 삼각벨트 클러치의 수명에 영향을 주는 작동조건들이 벨트의 마모정도와 인장강도에 미치는 영향을 측정하였다.

벨트의 마모정도를 정량적인 지수로 표시하기 위하여 육안으로 판별 가능한 벨트 손상부위에서 단위 길이 당 벨트 내측 균열 갯수로서 마모지수를 나타

내었다. 벨트를 뒤집어 원형으로 만든 후, 코드부까지 파단된 것은 완파로 중간부위까지 파단된 것은 반파로 간주하였으며, 반파 2개를 완파 1개로 간주하여 25.4mm 당 파손부위의 갯수로서 마모지수를 나타내었다.

벨트의 인장강도는 한국공업규격(KS-M 6535)의 시험기준에 따라 벨트 한 개의 시료에서 원형 그대로 길이 250mm 이상의 시험편을 3개 취하여 만능재료시험기(Model 200, Tinius Olsen, U.S.A.)에서 측정하였다. 인장속도는 매분 50mm로 하고, 물림 부분에서 절단된 경우의 측정치는 제외하고 나머지 측정치들의 평균으로 인장강도를 나타내었다.

벨트 마모 시험시 동력계에 의해 가하는 부하 동력은 슬립율을 고려하여 무부하 및 1kW의 두 수준으로 설정하였다.

4. 결과 및 고찰

삼각벨트 클러치의 성능 향상을 위해 동력전달 성능 및 전동벨트의 마모정도를 측정한 결과는 다음과 같다.

가. 동력전달 성능

본 실험에서 입력 동력원으로 사용한 전동기의 특성 곡선은 그림 3과 같이 부하가 중대되어 전동기 속도가 감소하여도 전동기의 출력 토크가 증가하므로 1,550rpm 이상의 속도 범위에서는 실험중 부하의 증가에 따라 동력원인 전동기의 동력이 저하되지 않았다.

삼각벨트 클러치의 동력전달 성능을 측정하기 위하여 동력계를 이용하여 그림 2의 피동 폴리에 부하를 가한 후 슬립율과 입력동력 및 손실동력을 측정한 결과는 표 3과 같다. 삼각벨트 클러치의 작동시 벨트의 미끌림을 방지하기 위해 충분한 강도의 텐션 폴리의 가압력이 필요하나 표 3과 같이 1kW 이하의 적은 부하를 전달할 때에는 텐션폴리의 가압력을 증가시킬 경우 삼각벨트 클러치의 구동 및 피동 폴리 간의 슬립율이 커지는 현상이 발생되었다. 특히 전동동력이 작은 무부하 전동의 경우 텐션폴리의 가압

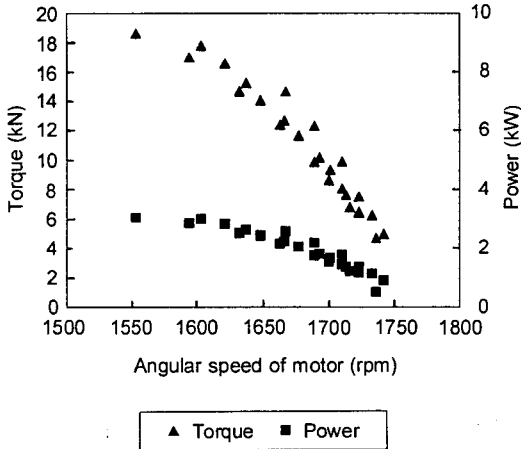


Fig. 3 Characteristic curve of AC motor used in the experiment.

력이 3.3배 증대할 경우 슬립율이 3.2에서 6.5배 정도 커지는 특성이 있어 부하에 따른 가압력의 변동이 필요한 것으로 판단된다. 또한 삼각벨트 클러치의 슬립율은 전달 동력이 증가함에 따라 증대하는 일반적인 특성을 보였으나 삼각벨트 클러치를 구성하는 폴리조합에 따라 증가율에 있어서 차이를 보였다. 표 3에서 텐션폴리의 가압력이 0.179kN인 경우, 폴리조합 #2의 슬립율은 무부하시 0.1%에서 최대부하(2.44kW) 일 경우 1.93%로 증대되었으나 폴리조합 #1의 경우에는 무부하시 0.06%에서 최대부하(2.3kW) 일 때 12.2%로 크게 증가하는 경향을 보여 폴리조합 #2의 슬립율은 실험된 최대 부하범위에서 폴리조합 #1의 슬립율의 16% 정도로 낮아진 결과를 보였다. 이와 같은 슬립율의 차이가 표 2의 폴리조합간의 이론 수명을 비교한 결과에서 2.95kW를 전달할 때 폴리조합 #2의 경우가 폴리조합 #1의 경우보다 수명이 33배나 늘어나게 한 것으로 판단된다.

한편 폴리조합 #2의 최대 전동시의 슬립율인 2.4%를 기준으로 하여 삼각벨트 클러치가 구동할 수 있는 부하동력을 폴리조합 간 비교한 결과, 텐션폴리의 가압력이 0.589kN에서 폴리조합 #1은 1.45kW인 반면 폴리조합 #2는 2.68kW였다. 따라서 슬립율을 일정하게 유지하며 작동할 때 구동폴리의 외경이 101.6mm에서 127.0mm로 25% 증대된 경우 전동동력은 85% 이상 증대된 것으로 나타났다.

표 3에서 보는 바와 같이, 삼각벨트 클러치에 의

Table 3 Characteristics of power transmission of belt clutch

(a) pulley set #1

Force on belt (kN)	Input power (kW)	Output power (kW)	Power loss (kW)	Slip (%)
0.179	0.90*	0.19*	0.71*	0.06*
	1.13	0.60	0.53	0.85
	1.35	0.90	0.45	1.08
	1.77	1.48	0.29	2.21
	2.17	2.0	0.17	4.19
	2.55	2.3	0.25	12.2
0.589	—	—	—	—
	0.85*	0.17*	0.68*	0.39*
	1.16	0.59	0.57	0.92
	1.36	0.89	0.48	1.34
	1.80	1.45	0.34	2.46
	2.21	1.99	0.22	3.09
2.61	2.47	0.14	4.09	
2.79	2.69	0.11	4.65	

(b) pulley set #2

Force on belt (kN)	Input power (kW)	Output power (kW)	Power loss (kW)	Slip (%)
0.179	1.16*	0.17*	0.99*	0.10*
	1.44	0.58	0.86	0.37
	1.65	0.88	0.77	0.57
	2.04	1.45	0.59	1.02
	2.42	1.98	0.44	1.50
	2.81	2.44	0.38	1.93
0.589	—	—	—	—
	1.21*	0.16*	1.05*	0.32*
	1.53	0.58	0.95	0.61
	1.74	0.87	0.87	0.80
	2.15	1.43	0.72	1.20
	2.50	1.94	0.56	1.59
2.84	2.39	0.45	2.03	
3.03	2.68	0.36	2.36	

(* indicates no load, and — indicates power transmission failure at maximum load).

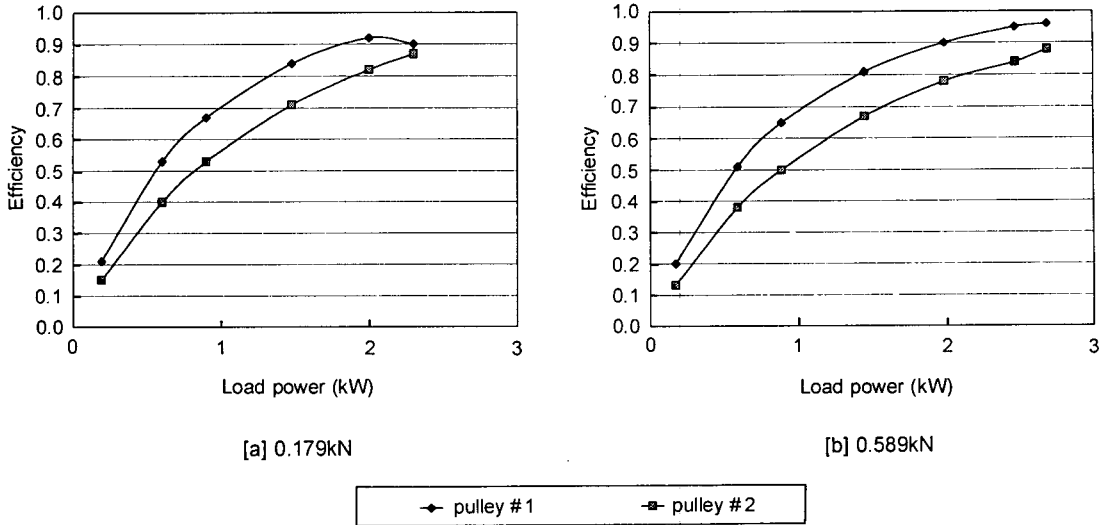


Fig. 4 Comparison of power transmission efficiency between two pulley sets at two belt tension.

해 전달된 최대동력은 2.3kW에서 2.7kW의 범위로 실험에 사용된 벨트의 설계 표(DONGIL V-BELT DESIGN MANUAL, 직경 115mm, 회전속도 1,160 rpm)에 따른 동력인 1.6kW 보다 큰 동력을 전달하였다. 이러한 현상은 삼각벨트 클러치의 텐션풀리의 가압력이 항상 일정하게 유지되어서 이완측 장력의 증대없이 긴장측 장력을 증대시켜 설계동력보다 큰 동력을 전달할 수 있는 특성에서 온 결과로 판단된다(김, 1996). 벨트의 최대 전달동력이 커짐에 따라 벨트의 슬립율은 증가되어 가압력 0.179kN에서 폴리조합 #1의 경우 12.2%이었으나, 폴리조합 #2의 경우 최대 약 2.0% 내외의 슬립이 발생하며 장력비는 최대 2.9로서 일반적인 허용 장력비인 5.0 (Kepner et al. 1978) 보다 적은 범위에서 동력을 전달하여 V 벨트의 전동시 벨트의 수명을 크게 단축하지 않는 것으로 판단된다.

한편, 삼각벨트 클러치의 전동효율(η %)은

$$\eta = \frac{T_o \cdot S_o}{T_i \cdot S_i} \times 100$$

여기서, T_i : 입력 토크(kN m)

T_o : 출력 토크(kN m)

S_i : 구동풀리의 회전속도(rpm)

S_o : 피동풀리의 회전속도(rpm)

으로 나타낼 수 있으며 폴리조합 및 텐션풀리의 가압력에 따른 효율을 그림 4에 표시하였다. 일반적으로 벨트 전동시 출력 토크가 증대되면 벨트와 V-풀리간의 슬립율도 증대되는 특성이 있다 (Firbank, 1970). 따라서, 출력 토크가 커짐에 따라 삼각벨트 클러치의 슬립이 증대되어 피동풀리의 회전속도가 감소하나 슬립에 따른 출력 토크의 증가율이 상대적으로 커져서 전체적으로는 전동효율이 증대되는 특성을 보여 부하의 증가에 따라 손실동력이 줄어들게 된다. 삼각벨트 클러치의 전동효율은 슬립율이 높은 폴리조합 #1의 경우가 슬립율이 낮은 폴리조합 #2 보다 높은 것으로 나타났으나, 벨트의 슬립이 큰 경우 장시간 작업시 열이 발생되어 누적됨으로써 벨트의 마모가 과다하게 진행되는 현상이 발생되었다. 따라서, 폴리조합 #2의 경우 폴리조합 #1에 비해, 전동효율은 3.4~8% 포인트 정도 낮았으나 슬립율도 2.4% 이하로 낮아 벨트의 수명을 일정시간 유지하며 동력을 전달할 수 있는 폴리조합의 구성 방향이 제시된 것으로 판단된다.

나. 벨트의 수명

벨트의 수명은 반복하중을 가하여 피로파괴를 일으키는 동안의 시간을 측정하여 구할 수 있다. 벨트

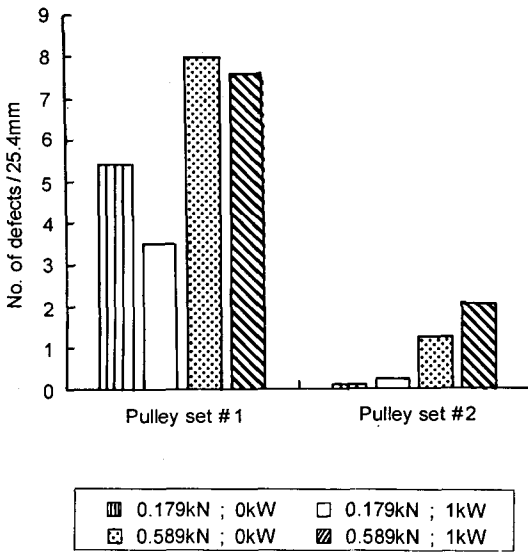


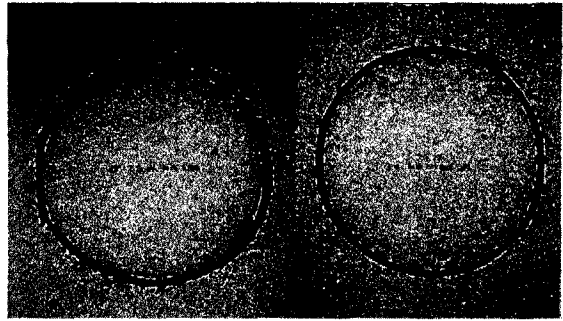
Fig. 5 Measure of defects on with/without load and forces exerted on V-belt.

의 반복하중에 따른 피로파괴의 단계는 먼저 삼각벨트 클러치의 구조적인 특성에 의해 벨트의 절단이 일어나기 전에 벨트의 고무부분에 균열이 발생되고, 작동시간이 경과함에 따라 벨트의 고무가 파괴되어 분리된다. 따라서 벨트의 피로 파괴의 정도는 벨트 균열의 발생정도를 정량화한 마모 지수로 비교하였다.

(1) 벨트의 마모지수

실험결과 벨트의 고무부분이 파괴되어 분리되기 전에 벨트의 고무 부분에 발생된 균열은 작동 시간에 따라 증가하여 벨트의 단위 길이 당 균열의 수인 마모지수도 증대된다. 그림 5와 같이, 벨트의 마모지수는 풀리 조합과 텐션풀리의 가압력에 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 풀리 조합 #2의 마모지수는 풀리 조합 #1의 마모지수의 2.8%~26.6% 정도로 낮아 풀리조합 #2의 경우가 상대적으로 벨트의 수명을 증대시킬 수 있음을 알 수 있다. 그림 6은 삼각벨트 클러치를 풀리조합 #1과 풀리조합 #2로 16시간 연속 작동한 후 벨트가 균열에 의해 파손된 모양을 나타낸 것으로 풀리조합 #1의 마모가 큰 것을 볼 수 있다.

부하시 각 풀리 조합에서 텐션풀리의 가압력이 증



[a] [b]

Fig. 6 Typical defects on V-belt used for : [a] pulley set #1 and [b] pulley set #2 (exerting force = 0.179kN, load = 1kW, operating time = 16hr).

대 될 때 마모지수도 따라서 증대되며, 특히 텐션풀리의 가압력이 0.179kN인 경우 풀리조합 #1에서 풀리조합 #2로 변경시키면 마모지수가 35.3배 줄고 같은 조건하에서 이론적인 벨트 수명은(표 2) 32.8배 늘어나 마모지수와 이론적인 수명의 계산 결과가 잘 일치하였다. 그러나 텐션풀리의 가압력이 큰 0.589 kN인 경우는 풀리조합 #1에서 풀리조합 #2로 변경시키면 마모지수가 3.7배 정도 줄었으나 이론적인 벨트 수명이 12.8배 증대하는 결과를 보여 경향은 일치하나 오차가 컸다. 따라서 스프링 장착 텐션풀리의 벨트 가압력은 삼각벨트 클러치가 작동 가능한 범위에서 낮을수록 바람직하며 풀리조합의 변경에 따라 구동풀리를 크게 하면 벨트의 마모지수가 감소되어 수명이 증대될 수 있는 것으로 판단된다.

(2) 인장강도의 변화

그림 7은 벨트에 가해진 텐션풀리의 하중과 부하동력을 변화하여 피로 강도를 시험한 후 벨트의 인장강도를 측정된 결과로서 벨트 피로 파괴의 정도를 알 수 있다. 부하동력 및 텐션풀리의 가압력에 따른 인장강도는 차이를 보이지 않았으나, 풀리조합 간에는 차이를 보여 풀리조합 #1의 경우 평균 4.9kN이고 풀리조합 #2의 경우 평균 5.8 kN이었으며, 미사용 공시 벨트의 평균 인장강도인 6.4kN에 비해 인장강도가 각각 23% 및 9% 감소하였다. 따라서 풀리조합

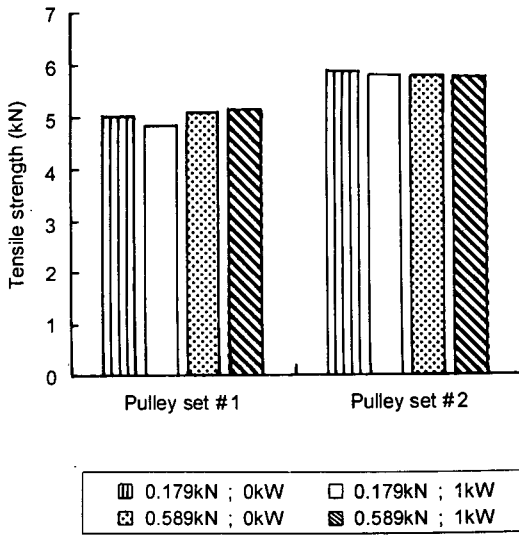


Fig. 7 Tensile strength of V-belts after fatigue test.

#2의 경우가 폴리조합 #1에 비해 작동 후 벨트의 인장강도 감소율이 2.5배 정도 작아 폴리조합의 변경에 따라 벨트의 수명이 크게 증대된 것으로 판단된다.

5. 요약 및 결론

삼각벨트 클러치의 성능 향상을 위해 스킵드 스티어 로더에 적용된 삼각벨트 클러치의 폴리조합을 선정하여 벨트의 동력 전달 성능 및 벨트의 수명 향상 방안을 이론 분석 및 실험에 의해 구명하였다.

1) 이론분석 결과, 삼각벨트 클러치의 구동폴리

및 텐션폴리의 크기를 증가시키고 가압력을 최소화 하면 벨트 수명을 연장할 수 있는 것으로 나타났다.

2) 삼각벨트 클러치가 구동할 수 있는 부하동력은 일정한 슬립율에서 폴리조합 #2의 경우가 폴리조합 #1의 경우보다 크며 구동폴리의 직경을 25% 증대시킬 경우 전동동력을 85% 이상 증가시킬 수 있다. 폴리조합 #2에서의 슬립율은 실험 최대 부하에서 약 2.36%였으나 폴리조합 #1의 경우에는 12.2%로 증대되어 벨트의 수명이 단축되었다.

3) 벨트의 피로파괴 시험 결과 벨트의 마모 정도를 정량화한 마모지수는 폴리조합 #2의 경우 폴리조합 #1에 비해 2.8~26.6% 정도로 낮았으며, 텐션폴리의 가압력이 0.179kN일 때 마모지수의 감소율과 벨트 수명의 증가율은 비례하였다. 벨트의 인장강도의 감소율도 폴리조합 #2의 경우가 2.5배 정도 낮았다.

참 고 문 헌

1. 김상현, 신범수, 김창식. 1996. 벨트클러치 전동방식의 농업용 소형 스킵드 스티어 로더. 한국농업기계학회지 21(2):134-145.
2. 한국공업규격. 1977. V 고무벨트(KS-M 6535).
3. DONGIL V-BELT DESIGN MANUAL. Dongil Rubber Belt Co., Ltd.
4. Firbank, T. C. 1970. Nechanics of the Belt Drive. Int. J. mech. Sci. V12. pp. 1053-1063.
5. Kepner, R. A., R. Bainer and E. L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery-3rd ed. AVI Publishing Co., pp. 54-58.