

플랜지 플렉시블 우레탄키 커플링 개발

조영태*, 이기용⁺, 이충호⁺⁺
(논문접수일 2010. 7. 15, 심사완료일 2010. 9. 28)

Development of Flange Flexible Urethane-key Coupling

Young-tae Cho*, Ki-yong Lee⁺, Choong-ho Lee⁺⁺

Abstract

The study was aimed at developing a power transmission coupling that is possible to transfer power without any trouble even if the two rotating shafts are making minute misalignment. The coupling that has been developed is Flange Flexible Urethane-key Coupling that connects two shafts by flanges with Urethane-key. A model coupling for use in transmitting power of 10hp was made and undergone performance evaluation and tests. Property and usefulness was proved through the test. The performance evaluation has demonstrated a property of 11.25Kgf·m of allowable torque and 28.25hp of power at 1,800rpm, which was found to be superior compared to the performance of similar couplings. Based on the performance test, study was made also for improving the shape of the Urethane-key and was successful to make the flange in smaller outside diameter. Further application test at site has proved that the product is easy to install and maintain, and has property of absorbing minute misalignment between two shafts and vibration caused there from.

Key Words : Power transmission(동력전달), Flexible coupling(플렉시블 커플링), Urethane-key(우레탄 키), Alignment(정렬), Flange(플랜지)

1. 서론

동력전달용 커플링은 산업기기 및 시설, 의료기계 등의 동력전달장치로 사용되고 있는 중요한 동력전달 요소부품으로

서 그의 성능이 매우 중요하다할 수 있다. 커플링은 서로 가까이 일직선상에 위치한 두 회전축인 구동 모터(동력원)와 장치와의 중간에 설치되어 동력을 전달함과 동시에 동력원 및 장치를 보호하는 역할을 하는 연결 장치이다. 동력원과

* 전주대학교 생산디자인공학과

+ 교신저자, 한국생산기술연구원 호남권기술실용화본부 (kylee@kitech.re.kr)
주소: 500-480 광주광역시 북구 오룡동 1110-972

++ 전주대학교 생산디자인공학과

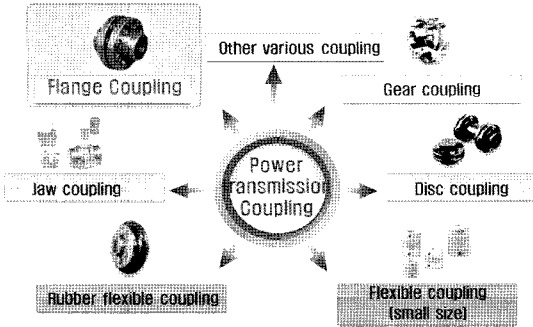


Fig. 1 Power transmission coupling of existing

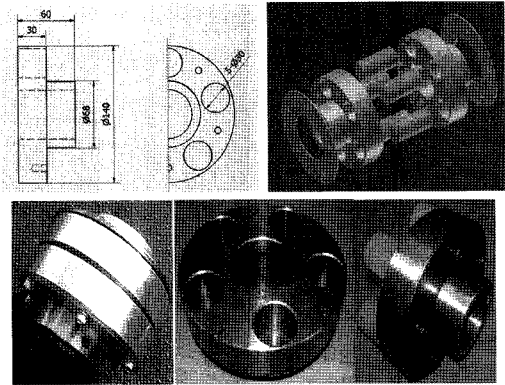


Fig. 2 Developed flange flexible urethane-key coupling

장치는 일직선상에 위치하여, 회전축의 동력전달 중심선이 기하학적으로 완벽하게 일치하는 축 정렬(Alignment)이 필요하지만, 특히 고속 및 고부하로 회전하고 있는 장치의 축 정렬을 정밀하게 지속적으로 유지하는 것은 매우 어렵다. 따라서 미세하게 어긋난 축 정렬을 흡수하면서도 동력을 원활하게 전달하고, 장치를 보호 하고자, Fig. 1과 같은 다양한 형태의 커플링들이 개발되어 있지만 이러한 문제를 완벽하게 해결할 수가 없으며, 연구개발도 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 사용 개소에 따라 적절한 커플링을 선정하여 설치하고 있다.

두 회전체의 축 정렬이 어긋나게 되면 진동, 소음, 회전체 베어링의 손상 또는 파손으로, 연결 장치의 고장 또는 파손으로 이어지게 되며, 경우에 따라서 심각한 경제적인 손실이 발생하는 등의 다양한 문제가 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결할 수 있고, 다양한 장치들에 사용이 가능한 단순구조의 고성능 플렉시블 커플링의 개발이 요구된다.^(1~3)

본 연구에서 개발하고자 하는 커플링은, 플랜지타입(Flange type)의 플렉시블 커플링으로서 우레탄 키(Urethane-key)에 의해 두 플랜지를 연결하는 플랜지 플렉시블 우레탄 키 커플링(Flange Flexible Urethane-key Coupling)이다. 개발된 커플링은 장착 및 분해조립이 용이하고, 저렴한 가격으로 초소형에서 대형에 이르는 동력전달이 가능하고, 미소하게 어긋난 얼라이먼트를 흡수하면서 원활한 동력전달이 가능한 특징을 갖고 있으며, 상용화가 가능한 고성능의 제품으로 개발되었으며, 시제작 된 커플링의 동력전달 구동시험을 통한 제품의 성능을 평가하고, 소형화를 위한 개선점을 파악하고자 한다.

2. 플렉시블 플랜지 우레탄키 커플링

본 연구에서 개발된 플렉시블 우레탄키 커플링은 초소형

Table 1 Material properties of urethane

Properties	Values
Hardness (Shore A)	88 ~ 92
300% Modulus	139 ~ 142
Tensile strength (kg/cm ²)	300 ~ 330
Tear strength (kg/cm)	95 ~ 105
Elongation (%)	460 ~ 480
Rebound resilience (%)	34 ~ 35

으로부터 대용량에 이르기까지 적용이 가능하도록 개발되었다. 커플링의 동력전달 성능시험은 10hp용을 제작하여 사용하였으며, 시 제작된 커플링은 시판중인 플랜지 타입의 커플링의 규격과 10hp 모터의 축을 고려하여 설계 및 제작하였다. 제작 규격을 보면, 플랜지 외경 및 두께는 140mm 및 30mm이고, 축 허브의 외경 및 두께와 축경은 68mm 및 30mm, 50mm로 가공되었고, 우레탄 키홀은 $\varnothing 30$ mm로 5개의 관통 홀을 갖는 플랜지 타입으로 Fig. 2와 같이 제작되었다. 키 제작에 사용된 우레탄봉은 Table 1과 같은 기계적 특성을 가지고 있다. 우레탄 키는 환봉 형태로 규격은 $\varnothing 30 \times 60$ (mm)로 제작되었으며 플랜지의 키 홀에 끼워지게 된다.

위와 같은 최종 제품을 개발되기까지 많은 시행착오를 거치며 개선하고, 상용화가 가능도록 하기 위하여 다음과 같은 조건들을 고려하여 시제작품을 최종 설계·제작하였다.

1) 개발자 추구사항

- 동력전달이 용이하고, 미소한 얼라이먼트와 무관할 것
- 개발에 따른 가공이 용이성

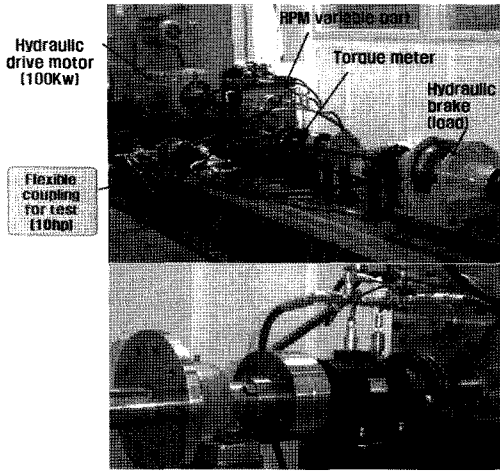


Fig. 3 Experimental setup for power transmission testing

- 구조가 간단하여 설치 및 유지보수가 용이할 것
- 규격화 및 상용화가 쉬울 것
- 광범위의 분야에 적용이 가능한 특성을 갖출 것

2) 소비자의 요구

- 저렴한 가격
- 수명이 길고, 설치 및 유지 보수에 따른 경제적 부담의 최소화
- 동력전달이 원활하고, 진동 및 소음흡수가 우수할 것

3. 동력전달 시험장치 및 방법

시험평가를 위하여 Fig. 3과 같이 동력원, 변속기, 토크측정기 및 유압브레이크로 구성된 장치로 개발된 커플링의 동력전달 시험을 실시하였다.

본 장치는 구동력은 135hp(100Kw)로 구동부의 회전을 변속기에 의해 가감하고, 하중을 변화시키면서 커플링의 동력전달 시험을 실시할 수 있으나, 본 장치측 정렬이 고정되어 있어 변경 할 수 없는 상태이므로 축 정렬에 대해서는 고려하지 않았다. 동력전달 시험과정에서 시제작 플렉시블 우레탄키 커플링의 동력전달이 가능한 최대 회전수, 전달 토크 및 전달 동력을 측정하였다. 여기서 커플링의 성능을 결정하는 가장 중요한 요소는 전달 토크이다. 따라서 동력전달 과정에서 부가하중 및 원동기의 회전수를 500~4,000rpm사이로 변화시키며 성능평가를 실시하였다.

Table 2 Results of power transmission test

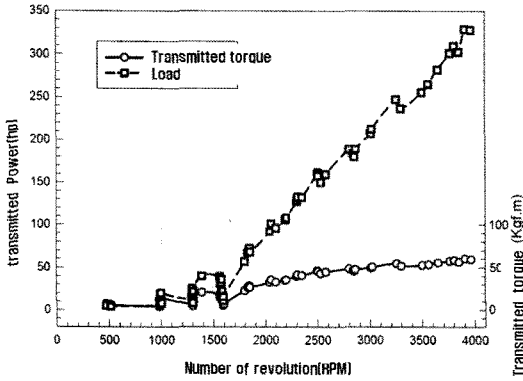
Test Item	Flexible Urethane-key Coupling	Note
Transmitted torque (kgf·m)	22.5	Power transmission test at 1800rpm
Transmitted power (hp)	56.5	
Transmitted torque (kgf·m)	60.3	Power transmission test at 4000rpm
Transmitted power (hp)	328.9	

4. 실험 결과 및 고찰

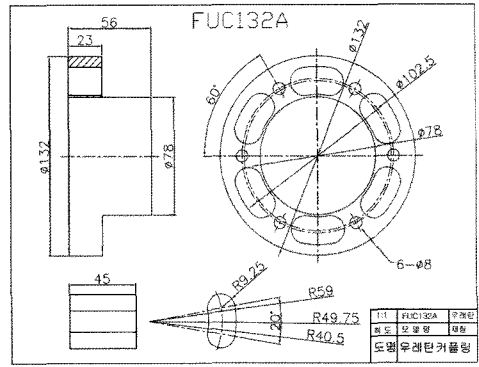
Fig. 3의 동력전달장치를 이용하여 장치의 회전수 및 부하 압력을 최소 470rpm, 47.0bar와 최대 3,965rpm, 320.2bar 사이의 다양한 조건 하에서 시험을 실시하여 Fig. 4(a)와 같은 결과를 얻었다. 최고 회전수 3,965rpm에서 과부하 시험 결과, 최고 전달토크는 60.3Kgf·m이고, 최대 328.9hp 동력 전달이 가능하였다. 일반적으로 커플링의 전달 토크는 회전수가 1,500rpm에서 2,000rpm사이에서 결정 되고, 커플링의 전달토크는 정격토크 또는 최대토크(정격토크의 200%)로 표현한다. 최근 들어 동력원으로 고토크, 고정밀도, 고응답성이 가능한 서보모터의 사용이 증가하여 동력전달부로서의 커플링의 전달능력을 판단함으로써 허용토크라는 표현을 사용하게 되었다. 본 연구에서 개발한 커플링 성능테스트 결과를 Table 2에 정리하였다.

Fig. 4(b)에서 알 수 있듯이 1,800rpm에서의 최대 전달토크 및 동력은 약 22.5Kgf·m 및 65.5hp를 보였다. 따라서 개발된 10hp용 플렉시블 우레탄키커플링은 1,800rpm에서 허용 토크 및 동력은 11.25Kgf·m 및 28.25hp로 설정할 수 있다. 이는 A사 유사 규격제품인 플랜지커플링의 허용 토크 및 동력, 5Kgf·m 및 27.9hp에 비해 우수한 성능을 보임을 알 수 있었다.

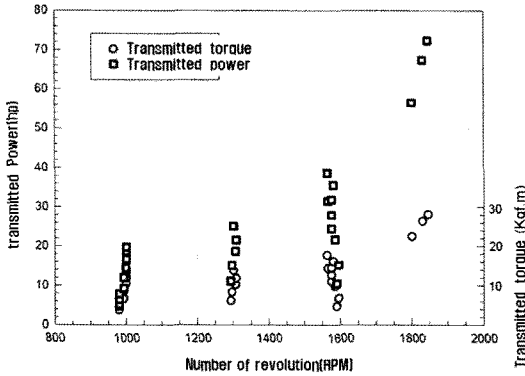
본 연구의 또 다른 목적은 설치 및 유지보수가 용이하도록 개발 제품 구조의 단순화와 소형화에 있다. 따라서 앞에서 기술한 것처럼 개발된 플렉시블 우레탄키 커플링은 기존에 판매되고 있는 유사한 플랜지커플링의 규격과 비교할 때 우수한 성능을 발휘하고 있어, 소형 및 경량화가 가능할 것으로 판단되어 우레탄키의 형상에 관하여 추가적으로 개발을



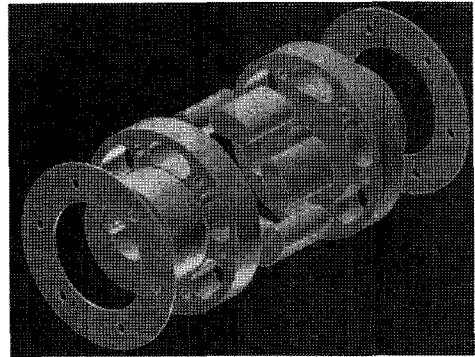
(a) Test result in RPM (500~4,000rpm)



(a) Design of urethane-key



(b) Result within RPM of common use motor



(b) 3D modeling of urethane-key

Fig. 4 Performance evaluation experiment result about transmission power and torque of 10hp coupling

Fig. 5 Coupling developed by improvement of Urethane-key

진행하였다. 그 결과 최종적으로 우레탄키의 단면 형상을 타원의 장홀 형태로 개선하게 되었다. 이는 환봉형태의 키의 직경을 줄임으로서 플랜지 외경을 줄일 수 있는 요인이 되었다. 이로 인해 유사한 제품에 비해서 개발된 커플링의 소형화가 가능하였다.

아래 Fig. 5에 Fig. 2제품의 우레탄키를 개선한 제품의 설계도면과 3차원 모델링을 나타내었다. 개선된 제품은 2009년 8월경에 공공기관의 설비에 Fig. 6과 같이 장착되어 사용중이며, 필드 테스트를 겸하고 있다. 기존 커플링 사용 시는 얼라이언먼트와 진동 등의 문제로 2~3주마다 장치의 베어링 또는 커플링을 교체하였으나, 본 연구에서 개발한 제품으로 교체 후에는 현재까지 아무런 유지보수 없이 사용되고 있다. 이러한 결과를 바탕으로 현재 상용화를 위한 규격화가 진행중이다. 개발된 커플링은 저렴한 제작비에 구조의 단순화를

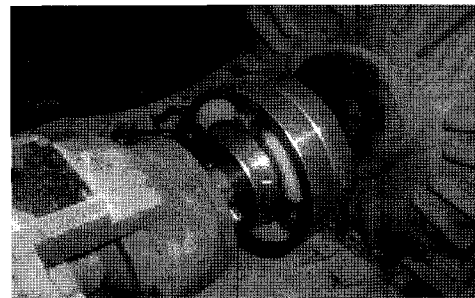


Fig. 6 Field test of improved coupling

지향하여 커플링의 파손 시 커플링 전체를 분해하지 않고도 유지 보수가 용이하고, 동력 전달시 두 축의 정렬이 일치하지 않더라도 원활하게 동력 전달이 가능하고, 진동 및 충격, 과부하에 따른 연결된 장치 및 베어링과 커플링을 보호하고,

소형에서 대형에 이르기 까지 적용할 수 있는 동력전달커플링으로 사용할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 플랜지 플렉시블 우레탄키 커플링을 설계·개발하여 성능평가를 실시하고 기존의 유사한 플랜지 커플링 제품의 동일 규격과 비교하였다. 그 결과를 바탕으로 개선 연구를 통해서 단순구조의 고성능 플랜지 플렉시블 우레탄키 커플링의 설계·개발을 완료하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 시험 평가에 사용된 환봉형 우레탄키 커플링을 제작하여 동일규격의 기존제품과 성능평가를 비교한 결과 허용 토크가 200%정도 높게 나타났다.
- (2) 또한 시험 평가를 바탕으로 소형화를 위해 우레탄키의 형상을 환봉에서 장홀형으로 개선하였다. 플랜지 외경을 6%정도 줄여 설계·시제작하여 실증 테스트를 실시하고 있으며, 성능 평가 후 개선한다면 보다 더 소형 및 경량화가 가능할 것이다.

- (3) 우레탄키의 형상을 개선하여 현장에 적용되고 있으며, 동시에 실증 테스트 결과에서 알 수 있듯이 원동기 및 장치의 두 축 정렬이 어긋나도 동력전달이 원활하고, 진동 및 충격을 흡수함을 확인 하였다.
- (4) 개발된 제품은 구조가 간단하여, 설치 및 유지보수가 용이하다.

참고 문헌

- (1) Miki Fulley Metal Coupling Product Team, 2003, "Basis technology of high Performance coupling," *Monthly Mechanical Engineering*, Vol. 30, No. 12, pp. 136~142.
- (2) Miki Fulley Metal Coupling Product Team, 2004, "Basis technology of high Performance coupling," *Monthly Mechanical Engineering*, Vol. 31, No. 1, pp. 128~132.
- (3) Miki Fulley Metal Coupling Product Team, (2004), "Basis technology of high Performance coupling," *Monthly Mechanical Engineering*, Vol. 31, No. 3, pp. 132~137.