

# 원형 마찰 감쇠기 특성의 실험식 개발

## Development of Experimental Evaluation of Circular Friction Damper Device

이상권†·신용우\*

Sangkwon-Lee, Yong-woo Shin

### 1. 서 론

최근 국내외 지진 발생이 증가하면서 구조물의 피해와 인명피해 등 막대한 물적, 인적 피해가 발생해 심각한 문제로 대두되고 있다. 따라서 여러 분야에서 바람과 지진 및 외부충격 등의 동적 하중에 대한 구조물의 지진진동 저감을 위한 여러 종류의 마찰 감쇠기(Friction Damper Devices) 개발에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. FDD는 간단한 구조와 적은 비용으로 외부에서 전달되는 에너지를 소산 시킬 수 있는 장점이 있다 [1-2]. 본 연구에서는 기존에 개발되었던 마찰 감쇠기와 비교하여 좀 더 설치가 용이하고 안정적이며 감쇠기 마찰패드의 마찰 계수(Friction coefficient)와 감쇠기 내부 구조 중의 쐐기 각(Wedge angle)을 교체하여 용량 조절이 간단한 실용적인 원형 마찰 감쇠기를 설계 및 제작하고 그 구조에 따른 원형 마찰 감쇠기의 이론적인 수식과 실험적인 수식을 유도하여 실험을 통해 개발한 감쇠기 수식의 타당성과 그에 적합한 실험 계수 값을 얻는다.

### 2.1 원형 마찰 감쇠기 수식 개발

본 연구에서의 원형 마찰 감쇠기는 중앙 수직 레버와 두 개의 실린더 레버 그리고 실린더와 내부 설치된 마찰패드로 구성되었다. 원형 마찰 감쇠기는 구조물의 보에 힌지(hinge)로 연결되어 연결 되어 패드에서 발생한 모멘트를 구조물에 수평 마찰력으로 전달된다. 마찰패드는 수직레버와 실린더 레버 사이에 발생하는 회전으로 인해 전체 에너지를 흡수하게 된다. 원형 마찰 감쇠기의 이론적인 수식과 실험적인 수식을 유도하여 실험적인 수식과 실험을 통하여 그 결과를 비교한 후 이론적인 수식의 타당성을 확인하고, 실험계수

값을 찾는다.

원형 마찰 감쇠기의 마찰 모멘트 산정에 관한 이론적인 수식은 식(1)과 같다.

$$M_f = \mu \times P / \sin\theta \times r \tag{1}$$

$\mu$ : 마찰계수

$r$ : 볼트 중심에서 마찰면까지의 거리

$\theta$ : 쐐기(Wedge)의 각도

원형 마찰 감쇠기의 마찰 모멘트 산정에 관한 실험적인 수식은 식(3)과 같다.

$$F = F_L \cos\theta, \theta = \tan^{-1}(x/h_a) \tag{2}$$

-전체 시스템에 작용하는 모멘트

$$M_f = F \times h_a = [F_L / \cos(\tan^{-1}(x/h_a))] \times h_a \tag{3}$$

위의 두 수식(1),(3)과 같이 유도할 수 있으며, 두 수식을 비교하여 이론적인 수식과 실험식을 통한 실제 실험결과와의 유사 정도를 판단하기 위해 주요설계 변수를 마찰패드의 마찰계수와 쐐기 각 이라 가정하고, 설계변수를 고려한 실험 샘플을 제작하여 각 변수들의 변화가 실험결과에 어떠한 영향을 미치는지 실험결과와의 추이를 통해 실험 계수 값을 정하고, 이론적인 수식을 정립할 수 있다.

### 2.2 원형 마찰 감쇠기 제작

주요 설계 변수로 가정한 마찰계수 3가지와 쐐기 각 2종류로 표.1과 같이 실험 샘플을 제작하였다.

	쐐기 각( $\theta$ )	마찰 계수( $\mu$ )
1st Type	20°	0.4, 0.45, 0.5
2nd Type	30°	0.4, 0.45, 0.5

표 1. 원형 마찰 감쇠기 제작 조건

† 교신저자; 인하대학교 기계공학과  
E-mail : sangkwon@inha.ac.kr  
Tel : (032)860-7305, Fax : (032) 868-1716

\* 인하대학교 기계공학과

표 1.과 같은 제작 조건으로 제작 한 원형 마찰 감쇠기는 그림 1.과 같다.

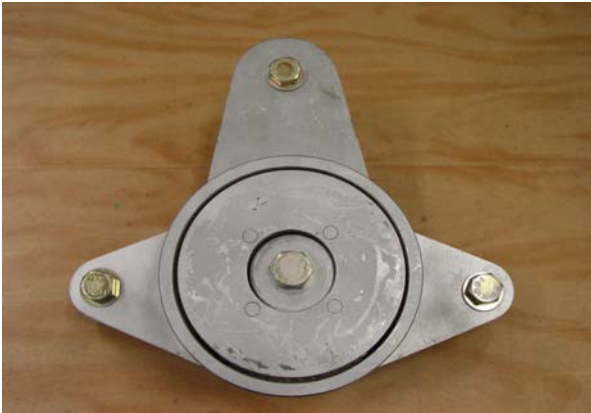


그림 1. 원형 마찰 감쇠기

### 3. 실험

실험장비는 Instron사의 8801 Series-Fatigue Testing System을 사용하여, 가진 주파수(Hz)와 가진 변위(mm)를 변경시켜 다양한 조건에서 실험을 하였다. 각 조건 별 설계용량은 식(1)을 이용해 다음의 표 2.와 같다.

	작용하중 (N)	마찰계수 ( $\mu$ )	설계용량 (kN*mm)
1st Type	24400	0.4	2091.71
		0.45	2353.17
		0.5	2614.64
2nd Type	24400	0.4	1430.81
		0.45	1609.66
		0.5	1788.52

표 2. 원형 마찰 감쇠기 설계 용량

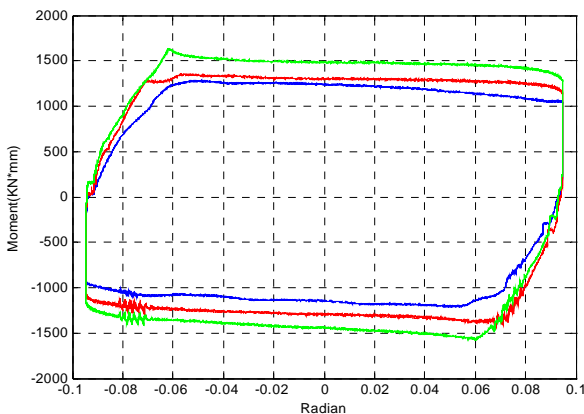


그림 2. 1st Type 0.3Hz-14mm 실험결과

그림 2.의 실험결과는 1st Type에서 마찰계수의 변화에 따른 실험 결과이다. 실험결과인 모멘트-변위 각 곡선에서 알 수 있듯이 설계용량과 유사하며 마찰계수의 변화에 따라 설계용량과 실험결과가 유사하게 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서 위에서 개발한 이론적인 수식(1)은 타당하며, 실험을 토대로 한 실험 계수 값을 대입하면 좀 더 정확한 결과를 얻을 수 있다.

$$M_f = X \times [\mu \times P / \sin\theta \times r] \quad (4)$$

실험결과를 통해 실험 계수 값 X는 0.9인 것을 확인할 수 있었다.

$$M_f = 0.9 \times [\mu \times P / \sin\theta \times r] \quad (5)$$

따라서 식(5)와 같이 원형 마찰 감쇠기의 이론식을 개발할 수 있다.

### 4. 결론

이 연구에서는 원형 마찰 감쇠기를 설계하고, 그에 따른 이론적인 수식을 유도하여 실험결과를 바탕으로 수식의 타당성과 실험 계수 값을 결정하였다. 최종 실험결과 값인 모멘트-변위 각 곡선을 통해서 이론적인 수식을 사용해 구한 용량과 거의 일치하는 것을 알 수 있으며, 마찰계수( $\mu$ )와 췌기 각( $\theta$ )의 변화에 따른 실험결과 역시 개발한 수식과 일치하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구의 목적인 원형 마찰 감쇠기의 이론적인 수식이 타당한 것을 알 수 있다.

### 후 기

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2009-0084728).