

# 납면진반침의 온도의존성에 대한 실험적 연구

## Experimental Study on the Temperature Dependency of Lead Rubber Bearing

심 기 철\* · 박 정 우\* · 장 광 석\* · 김 기 만\* · 이 완 하 \*

Ki-chul Sim, Jung-woo Park, Gwang-seok Jang, Ki-man Kim and Wan-ha Lee

시험체 제원 및 설계특성은(20℃,  $\gamma=100\%$ ) 아래의 Table 1과 같다.

### 1. 서 론

지진격리장치는 경제성 및 효율성이 비교적 양호하기 때문에 토목 및 건축구조물 등의 지진 피해를 최소화하기 위해 국내·외에서 널리 적용되고 있다. 지진격리받침 중에서 널리 사용되고 있는 납면진반침은 지진시에 고무받침의 유연성으로 구조물의 감쇠 능력을 향상시켜 지진격리 받침에 발생하는 과도한 변위를 억제하고 지진력을 감소시켜 안전성을 확보한다. 하지만 받침의 주된 구성 요소인 고무는 저온에서 딱딱하고 고온에서는 유연하게 되는 특성으로 사용 환경과 온도에 따라서 성능이 상이할 수 있으므로 구조물의 장소에 따라 연간 기온변화에 대하여 받침의 특성이 어떻게 변화하고 구조물의 안전성에 영향을 미치는지 검증하기 위하여 본 연구에서 실험을 통하여 납면진반침의 온도의존성을 평가 하였다.

**Table 1** 시험체 제원 및 설계특성

항 목	표 기	값
외경	$D_r$	800mm
내경	$D_p$	180mm
1차형상계수	-	33.3
2차형상계수	-	5.1
등가강성	$K_h$	2.578 kN/mm
2차강성	$K_d$	1.278 kN/mm
절편하중	$Q_d$	202.9 kN
등가감쇠정수	$H_{eq}$	0.294

### (2)시험조건

-10℃, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 40℃에 대하여 실시하였으며, 항온챔버에 시험체를 목표온도에 도달할 때까지 존치하여 목표 설정온도에 도달한 것을 확인한 후 특성시험을 수행하였다.

고무 층 두께의  $\pm 100\%$ 의 수평변위에 대하여 수평특성을 평가하였으며, 기준온도인 20℃에서의 시험결과와 비교하여 온도 의존성을 평가하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 시험개요

##### (1)시험체 제원 및 설계특성

온도의존성을 위한 시험체는 지름 800 mm에 시험체를 제작하였으며, 시험체의 목표 설정온도 도달 여부를 확인하기 위하여 제작시에 내부 고무층 중앙부와 외부표면에 삽입된 온도센서와 써모커플의 연결을 통하여 실측값을 모니터링 할 수 있도록 하였다.



**Figure 1** 온도계측



**Figure 2** 실험 전경

시험장비는 30,000kN 납면진반침 시험기가 사용되었으며, 항온계측 장비는 HBM사의 MGC-plus를 사용하였다. 온도를 계측을 위하여 별도의 데이터 로거가 사용되었으며, 써모커플은 T-type을 사용하여 실시간으로 온도를 기록하였다.

† 교신저자; 정회원, 유니슨이테크(주) 기술연구소

E-mail : kcsim@uet.co.kr

Tel : (041)620-3434, Fax : (041)552-7416

\* 유니슨이테크(주) 기술연구소

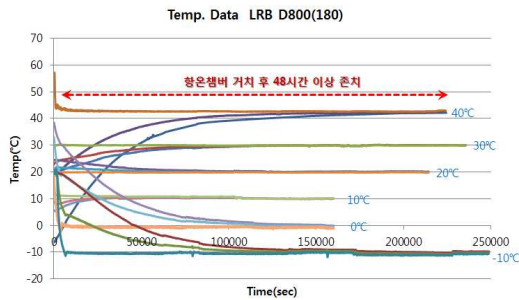
**Table 2** 납면진반침의 온도의존성 시험 결과

구분	특성값	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
시험결과	$K_h$ (kN/mm)	2.92	2.74	2.60	2.55	2.38	2.30
	$K_d$ (kN/mm)	1.45	1.33	1.32	1.32	1.30	1.30
	$Q_d$ (kN)	228.76	218.75	199.46	191.04	167.72	154.79
	$h_{eq}$	0.294	0.298	0.289	0.283	0.269	0.259
성능평가	$K_h/K_h(20^\circ\text{C})$	1.15	1.08	1.02	-	0.93	0.90
	$K_d/K_d(20^\circ\text{C})$	1.10	1.01	0.99	-	0.95	0.95
	$Q_d/Q_d(20^\circ\text{C})$	1.20	1.15	1.04	-	0.88	0.81
	$h_{eq}/h_{eq}(20^\circ\text{C})$	1.04	1.05	1.02	-	0.95	0.91

**2.2 시험결과**

(1) 온도계측 결과

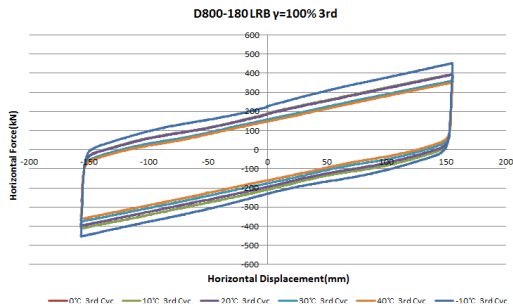
각 시험조건별 온도계측은 검토 대상 온도조건에 대하여 면진장치 내부와 외피 및 챔버의 온도를 실시간으로 계측하여 목표온도에 도달한 후 수평특성 시험 수행하였다. Figure 3은 면진장치 내·외부 온도 계측값을 나타낸 그래프이다.



**Figure 3** 면진장치 내·외부 온도계측

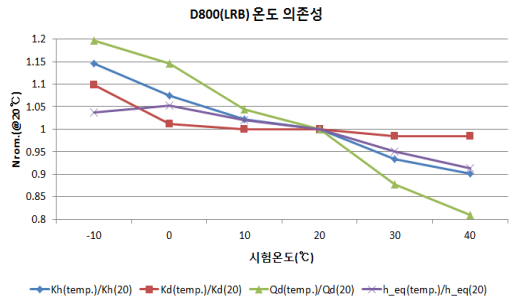
(2) 수평특성시험 결과

시험체가 온도조건에 충분하게 도달한 후 수평변위  $\gamma = 100\%$ 의 특성 시험을 실시하여 각각의 3번째 사이클의 값을 비교하였다. Figure 4는 온도별 수평특성에 대한 이력그래프를 나타낸 그래프이다.



**Figure 4** 온도별 수평특성에 대한 이력그래프

실험 결과 절편하중( $Q_d$ )의 값이 가장 큰 변화를 보였고 등가강성( $K_h$ )은 선형적인 기울기를 나타내고 있다. 2차강성( $K_d$ )는  $-10^\circ\text{C}$ 에서 가시적인 변화가 나타났으나 온도 상승에 따라서 미소한 변화를 보였음을 알 수 있다. Figure 5는 온도에 따른 특성값을 기준온도( $20^\circ\text{C}$ )의 계측값에 대한 비율로 나타낸 그래프이다.



**Figure 5** 온도에 따른 특성값 변화

**3. 결론**

본 연구에서는 구조물의 장소에 따라 연간 기온 변화에 대하여 받침의 특성이 어떻게 변화하고 구조물의 안전성에 영향을 미치는지 검증하기 위하여 실험을 통하여 납면진반침의 온도의존성을 평가 하였다. 실험 결과 각각의 온도에서 실험값은 기준 온도( $20^\circ\text{C}$ )의 실험값에 대해  $-10^\circ\text{C}$ 에서 가시적인 변화가 나타났으나 온도 상승에 따라서 미소한 변화를 보여 안정적 변화 범위 이내로 의존성이 크지 않은 것으로 판단된다.