

# Leaf Spring 착륙장치 낙하시험

김태욱\*, 이동건\*  
\*한국항공우주연구원  
e-mail: tukim@kari.re.kr

## Drop Test of a Leaf Spring Landing Gear

Tae Uk Kim\*, Donggeon Lee\*  
\*Korea Aerospace Research Institute

### 요약

본 논문에서는 Leaf spring 방식 착륙장치의 낙하시험에 대해 기술한다. 낙하시험은 착륙 시의 에너지 흡수 능력과 하중 배수를 평가하기 위해 수행하며, 항공 관련 규정 등에 그 내용이 명시되어 있다. 낙하시험에 필요한 설비, 측정 데이터 및 시험 절차를 제시하고, 시험결과를 이용한 에너지 흡수량 및 하중배수 계산에 대해 설명한다.

$W_e$  : 낙하시험에 적용하는 유효중량 (kg)

$W$  : 착륙장치에 작용하는 정적 반력 (kg)

$h$  : 자유낙하 높이 (mm)

$L$  : 양력비

$d$  : 착륙장치의 수직 이동 변위 (mm)

가 된다. 양력비의 경우 Limit Drop 과 Reserve Energy Drop 에서 각각 0.67과 1.0을 적용한다. 또한, 시험결과로부터 Limit Inertia Load Factor ( $n$ )는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$n = n_j \frac{W_e}{W} + L \quad (2)$$

여기서,  $n_j$ 는 낙하시험에서 얻은 하중배수이다.

### 1. 서론

Leaf spring 방식의 착륙장치는 구조가 단순하고 유지보수가 용이하여, 경량 항공기 및 무인기에 널리 적용되고 있다. 착륙 시 충격은 대부분 Leaf spring의 변형에 의해 흡수되므로, 설계에는 강성 및 강도 요구조건을 동시에 고려해야 한다. 이러한 충격흡수 성능은 낙하시험을 통해 입증하여야 하며, 이 논문에서는 낙하시험의 절차 및 방법, 측정 데이터 및 분석에 대해 기술하고자 한다.

### 2. 낙하요구조건

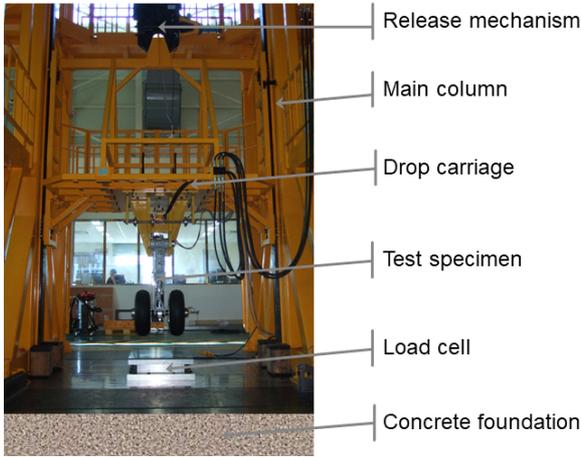
낙하시험은 통상 자유낙하 방식을 적용하며, 이 때 항공기에 작용하는 양력을 고려하여야 한다. 이를 위해 적절한 에너지 흡수 장치를 이용하거나 낙하중량의 계산에 양력 효과를 고려하는 방법이 있다. 후자를 유효중량법이라 하며 다음 식에 의해 낙하중량(유효중량)을 결정하게 된다.

$$W_e = W \frac{h + (1-L)d}{h + d} \quad (1)$$

여기서,

### 3. 낙하시험장치

착륙장치 낙하시험 장치의 일반적인 구성은 그림 1과 같다. Drop carriage에 Dead weight를 탑재하여 원하는 낙하중량을 맞추고, Triggering 신호에 따라 Release mechanism이 해제되어 시험체를 포함한 중량이 낙하하게 된다. 지면에는 3방향의 힘을 측정할 수 있는 Load cell을 장착하여 착륙 시의 지면 반력을 기록한다. 그 외에도 낙하중량의 수직 이동 변위와 타이어 변형, 유공압 방식의 경우 완충장치 압력을 측정하는 센서 등을 장착하게 된다.



[그림 1] 낙하시험설비 개요



[그림 2] 낙하시험을 위한 셋업

그림 2는 실제 시험을 위한 테스트 셋업을 보여준다. 착륙장치는 Drop carriage와 실제 기체 장착 개념과 동일하게 체결하여야 한다. Leaf spring 착륙장치의 경우, Mass travel과 지면 반력만을 측정하게 된다. 착륙속도는 Mass travel 변위 데이터를 이용하여 계산하고, 식 (3)의 에너지 흡수 요구조건을 충족하지 못 할 경우 낙하중량을 증가시키며 시험을 반복 수행한다.

$$\frac{1}{2} m_d V^2 + m_d g d \geq \frac{1}{2} m V^2 + (1 - L) m g d \quad (3)$$

#### 4. 낙하시험결과

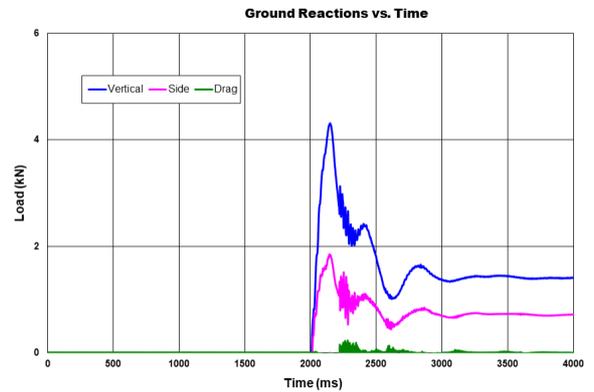
그림 3은 낙하시험에서 측정된 지면 반력 그래프이다. 이때 최대 수직하중을  $R$ 이라 하면 하중배수는 식 (4)와 같다.

$$n_j = \frac{R}{W_e} \quad (4)$$

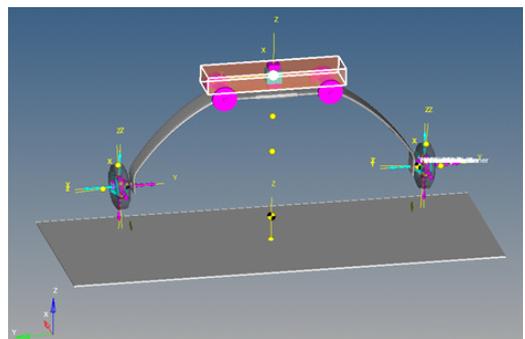
식 (2)에 대입하면, Inertia load factor는 아래와 같다.

$$n = \frac{R}{W} + L \quad (5)$$

한편, 시험횟수를 줄이고 다양한 착륙조건에 대한 성능 예측을 위해 해석적 방법을 병행할 수 있다. 그림 4는 다물체 동역학 기법에 기반한 착륙장치 모델링을 나타내며 이에 대한 연구가 진행 중이다.



[그림 3] 낙하시험을 위한 셋업



[그림 4] Drop simulation modeling

#### 5. 결론

Leaf spring 착륙장치의 완충성능 입증을 위한 낙하시험 절차 및 시험결과 처리에 대해 기술하였다. 또, 시험결과와의 Correlation 및 성능예측을 위한 해석적 방법을 제시하였다.