

- ① 운행할 열차를 고려하여 공진소멸 시간을 활용하면 공진을 회피하여 동적 안정성을 최대화할 수 있음
- ② 단순교에 비하여 연속교의 동적거동이 안정적임
- ③ 시간과 운행 열차의 관계를 고려한 공진발생강도의 사전 계산이 아래 식에 의해 산출됨

$$Z = \left[ \frac{2nL_b/L_c}{(2nL_b/L_c)^2 - 1} \right]^2 \times \left[ 1 + \cos\left(2\pi n \frac{L_b}{L_c}\right) \right] \quad (1)$$

여기서,  $Z$  : 공진발생강도 ( $0.0 \leq Z \leq 1.5$ )

$L_b$  : 교량의 길이 (m)

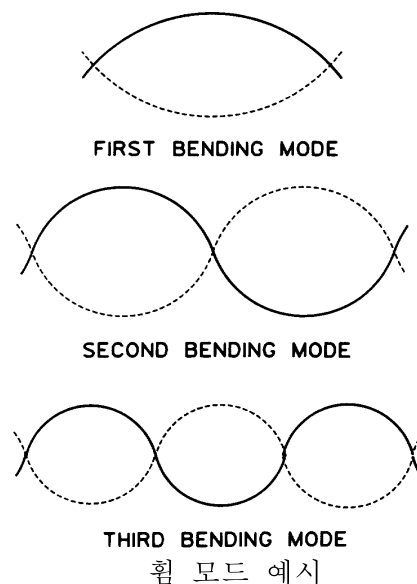
$L_c$  : 열차의 객차 중심간 간격 (m) (= 객차부의 대차 중심간 간격)

$n$  : 모드차수 ( $n=1,2,3, \dots$ )

공진발생강도는 0.0 ~ 1.5로 발생하며, 크기가 클수록 공진 발생 시 동적응답이 정적응답 대비 과다해짐. 문헌 및 사례 조사 결과 공진발생강도의 값이 0.1 이하의 값이 발생할 경우 공진이 발생하더라도 동적증폭 효과를 최소화 할 수 있음

## 1. n (mode number, 모드차수)

외부로부터 동적인 하중, 즉 외란을 받아 진동하고 있는 물체의 모양은 물체 고유의 진동 형태들의 조합이다. 여기서 물체 고유의 진동 형태를 전문용어로 고유모드 (natural mode) 혹은 모드 형상이라고 부른다. 물체 고유의 진동 형태란 그 물체가 지니고 있는 고유한 특성으로서, 질점이 아닌 유한한 체적을 가지는 물체는 무한 개의 고유모드를 가지고 있다. 그리고 이러한 모드 형상은 고유모드 해석(modal analysis)을 통하여 구해지며, 물체가 실제로 진동하게 될 경우 고유한 진동수로 진동하게 된다. 일반적으로 양단 지지된 물체의 휨에 대한 모드별 형상은 그림과 같다. 각 모드는 질량 참여율에 따라 진동형태를 달리하며 교량과 같은 단순 휨변형이 발생하는 물체는 1차 모드가 지배적이다. 또한 각 모드의 고유진동수 해당하는 가진주파수로 외부하중이 반복 작용할 경우 공진이 발생한다.



## 2. Z(공진발생강도) 활용방법

공진발생강도는 교량의 설계 계획 단계에서 복잡한 동적해석 없이 단순 계산만으로 동적응답에 가장 유리한 적함 경간을 선택하는데 사용한다. 선행 연구를 통해  $Z=0.1$  이하의 경우 공진이 발생해도 동적응답을 최소화할 수 있음을 확인한 바 있다. 다만,  $Z=0.1$  이상이어도 설계절차의 후반부에서 수행되는 동적검토와 설계 보완을 통해 동적 설계기준을 만족하도록 수정할 수 있기 때문에 공진발생강도의 상한값을 기준에서 정하는 것은 적절하지 않다.

→ 공진발생강도는 설계자가 설계 초기단계에서 동적응답에서 유리한 경간길이를 선택 또는 결정하는 보조식으로 활용