

태핑시험과 웨이블릿 변환을 이용한 복합적층판의 층간분리 검출

Delamination detection in composite laminates using tapping test and wavelet transform

김성준† · 황인희*

Sung Joon Kim, In Hee Hwang

Key Words : Tapping test(태핑시험), Delamination(층간분리), Wavelet transform(웨이블릿 변환)

ABSTRACT

The tapping test has simplicity of procedure for detection of the damage in aircraft structure. However, the result of tapping test depends on the subjective experience of inspector. In this paper, more objective tapping test has proposed. The impact force histories and tapping sounds are used as reference data to evaluate the delamination. The WT(wavelet transform) is used to decompose the test data. From the results, we could know that high frequency components of force and sound are reduced due to delamination in composite laminate. On these results, the tapping force and sound caused by tapping could be used for the reference data to evaluate the delamination in composite structure.

1. 서 론

구조물에 충격을 가했을 경우 발생하는 타격음은 구조물 표면의 진동에 의한 것으로 설명할 수 있다. 구조물에 내부손상이 발생하면, 손상이 발생한 부위의 강성이 감소되는 등의 변화가 발생하고 이로 인해 손상이 있는 구조물은 손상이 없는 구조물과 다른 반응을 보인다[1,2]. 그러므로 타격 시 생기는 충격하중이력과 음향을 분석을 통하여 구조물의 손상 여부를 평가할 수 있다. 복합재료 주구조물 내부 구조물의 손상은 사람의 눈으로 탐지하기가 불가능하므로 비파괴 검사법을 이용하여 탐지한다. 한편, 숙련된 검사자 들은 동전이나 타격망치 등을 이용하여 구조물을 두드렸을 때의 구조물의 내부손상을 파악한다. 타격 테스트를 이용해서 구조물을 검사할 때 손상의 유무를 알려주는 지표로서 많이 사용하고 있는 것은 타격체와 구조물간의 접촉력의 시간이력과

타격 시에 발생하는 타격음 등이다. 본 연구에서는 태핑시험을 통하여 구한 충격하중과 충격음을 이용하여 복합적층판의 층간분리를 검출하려한다. 즉 손상의 유무에 따른 충격하중과 충격음의 차이를 분석하고 이를 이용하여 손상을 식별하려한다.

2. 태핑 시험

2.1 실험치구 및 시편의 형상

태핑시험을 수행하는 경우 일반적으로 동전이나, 작은 해머(hammer)를 사용한다. 본 연구에서는 Fig. 1과 같은 충격체를 제작하여 실험을 수행하였다. Fig. 2는 실험치구와 시스템 개략도이다. 실험은 Fig. 1의 충격체가 15°각도에서 회전한 후 적층판과 충돌하도록 하였다. Table 1은 태핑시험을 수행한 적층판의 크기와 적층패턴 및 층간분리 크기이다. 층간분리는 적층판의 중앙에 테프론 필름을 이용하여 모사하였다. 두께 방향의 층간분리 위치는 가운데이다.

† 교신저자; 정회원, 한국항공우주연구원

E-mail : yaelin@kari.re.kr

Tel : +82-42-860-2301, Fax : +82-42-860-2604

* 한국항공우주연구원

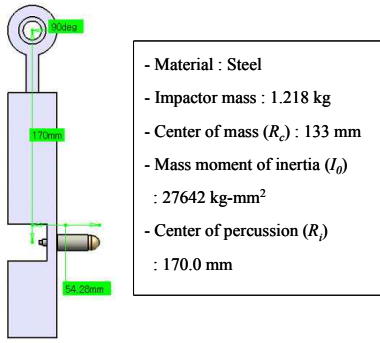


Fig. 1 Configuration of impactor

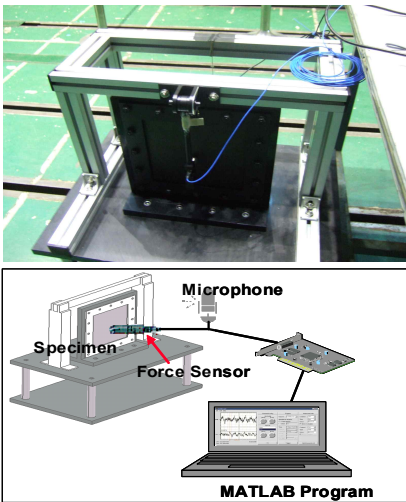


Fig. 2 Test fixture and system layout

Table 1 Layup of composite specimen and size

시편의 종류	Size (mm ²)	Lay up	Delamination Size (mm ²)
A30	225x225	[45/0/-45/90] _{2s}	30x30
A50	225x225	[45/0/-45/90] _{2s}	50x50
A0	225x225	[45/0/-45/90] _{2s}	-
B30	225x225	[45/0/-45/90] _{3s}	30x30
B50	225x225	[45/0/-45/90] _{3s}	50x50
B0	225x225	[45/0/-45/90] _{3s}	-

2.2 실험결과 분석

태핑시험에서 구한 충격하중이력 및 타격음을 웨이블릿 변환을 수행하였다. 웨이블릿 변환은 2차 다우비치(daubechies, 'db2') 웨이블릿을 가지고

matlab의 이산 웨이블릿함수(Discrete Wavelet Transform, DWT)를 적용하여 레벨6까지 계산하였다. 또한 웨이블릿변환의 결과인 시간-스케일(scale) 영역을 시간-주파수 영역으로 나타내기 위하여 Matlab 함수를 이용하여 유사주파수(pseudo frequency)를 표시하였다. 이러한 센서 신호 크기의 변화를 정량적으로 분석하기 위하여 각 유사주파수에 해당되는 충격하중과 타격음을 제공하여 적분한 값을 시간 평균하여 아래의 식으로 정의하였다. 즉 등가의 수치를 이용하여 손상유무를 비교하였다. 여기서 F_{eq} 는 충격하중이력의 등가 수치이고 P_{eq} 는 타격음의 등가 수치이다.

$$F_{eq} = \frac{\sqrt{\int_{t_1}^{t_2} f(t)^2 dt}}{t_2 - t_1}, P_{eq} = \frac{\sqrt{\int_{t_1}^{t_2} p(t)^2 dt}}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

3. 결 론

태핑실험결과를 통해 얻은 충격하중이력과 타격음에 대한 웨이블릿 변환을 통하여 구한 주파수별 등가 수치를 이용하여 손상의 유무를 평가하였다. 신호분석 결과 층간분리가 있는 경우 고주파수 성분이 감소함을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 기초기술연구회 "Virtual Test 기반 항공기 내추락 설계/해석 기술개발" 사업 수행결과물의 일부이며, 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) Cawley P, Adams R. D., 1998, The mechanics of the coin-tap method of non-destructive testing, Journal of Sound and Vibration, Vol. 122, pp. 299-316
- 2) Sung Joon Kim, In Hee Hwang, Chang Ho Hong, 2012, Impact force and acoustic analysis on composite plates with in-plane loading, Transactions of the korean society for noise and vibration engineering, Vol. 23, No. 6, pp. 177-186