

Lab-view를 이용한 적층 블레이드의 정적 밸런싱

김기성¹, 공재현¹, 천세영², 허관도[#]

Static Balancing of Laminated Rotor Blade by Lab-view

K. S. Kim, J. H. Kong, S. Y. Chun, K. D. Hur

Abstract

Asymmetrical and unbalanced features such as rotor blade of helicopter, actuator of hard-disk in personal computer are usually manufactured with composite materials. In this case, mass distributions and center of gravity of the parts are important because of their static balancing. Therefore in the manufacturing processes, it is needed to check out the exact data of weight and gravity center. In this study, it has been studied experimentally the balancing of laminated rotor blade by using multiple-point weighing method and lab-view system.

Key Words : Lab-view, Laminated rotor blade(적층 블레이드), Static balancing(정적 밸런싱), center of gravity(무게 중심)

1. 서론

헬리콥터 블레이드는 피로수명과 손상 허용 특성이 뛰어나고 활공능력 및 탑재중량의 증가를 위하여 복합재료를 이용한 복잡한 형상의 블레이드 제작이 이루어지고 있다.[1] 복합재료를 적층하고 공력 향상을 위해 복잡한 형상으로 제작된 블레이드는 무게와 무게 중심의 오차가 많이 발생하고 있어 블레이드의 제작 방법의 연구와 더불어 무게와 무게중심 보정방법에 대한 연구의 필요성이 요구되고 있다.[2] 블레이드의 무게중심 오차가 발생시에는 고속회전에 따른 주기적인 하중으로 인하여 블레이드에 극심한 반복응력을 유발시켜 기체의 성능저하를 일으키게 된다.

무게 중심 측정 방법에는 동적인 무게 중심 측정 방법과 정적인 무게 중심 측정 방법이 있으며, 동적인 방법에 비해 정적인 방법은 피검체의 무게 중심에 작용하는 중력의 힘에 의존하는 방법으로 정확성이 높으며 측정 방법이 용이하다.[3]

본 연구에서는 복잡한 형상을 가지는 적층된 블레이드의 균일한 품질을 확보하기 위하여, 제품의 무게 중심을 측정하는데 다점 중량 측정법(Multiple-point Weighing Method)[4]을 이용하였으며, 측정 방법과 관계식에 대하여 Lab-view를 이용하여 자료획득 및 측정결과를 그래픽으로 나타내었다.

2. 측정 방법

2.1 측정원리

MWM 측정 방법은 피검체를 3개 또는 그 이상의 로드셀로 지지하고, 무게 중심은 각 지점에서 측정된 힘의 차이를 이용하여 계산하는 방법이다. 무게 중심과 무게 두 가지 모두 측정이 가능하며 측정 물체에

1. 동의대학교 기계공학과 대학원

2. 한국 폴리텍 제 7대학

교신저자: 동의대학교 기계공학과, E-mail : kdhur@deu.ac.kr

대한 감도가 우수하고 무거운 물체의 무게 중심측정이 가능한 장점이 있다.

MWM 측정 이론 중 3점을 이용한 계산 방법으로 모멘트 평형 식을 이용하였으며, Fig. 1에 나타내었다. 먼저 정밀 하중 센서를 사용하여 A,B 그리고 C의 무게를 측정하였으며, 블레이드의 총 무게는 식(1)과 같다.

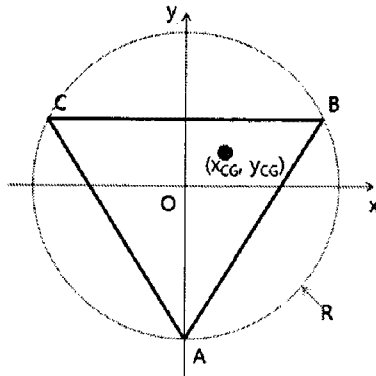


Fig. 1 Measurement principle of 3-point weighing method

$$W = A + B + C \quad (1)$$

Fig. 1 에서 x 축과 y 축에 대한 모멘트는 각 각 식(2)와 (3)으로 나타내었으며, 식(4)와 (5)에 의해 블레이드의 무게 중심을 계산 할 수 있다.

$$M_x = AR - (B + C)R/2 \quad (2)$$

$$M_y = (B - C)R\sqrt{3}/2 \quad (3)$$

$$x_{CG} = M_y / (A + B + C) \quad (4)$$

$$y_{CG} = M_x / (A + B + C) \quad (5)$$

2.2 Lab-view 를 통한 프로그램 구성

로드셀을 통해 출력되는 신호를 Lab-view 를 이용하여 앞서 설명한 측정 방법 및 측정 관련 식을 연동하였다. 출력되는 신호는 Lab-view 를 통하여 적층 블레이드의 무게 및 무게 중심 위치를 측정하였으며, fig. 2 에 나타내었다. Lab-view 를 통해 구성된 도식(diagram)은 측정 장치의 0 점 조절 후 회전 각도에 따라 측정 센서로부터 획득한 신호를 통하여 전압 측정, 무게 계산, 각도 별 무게 중심 계산, 원 사상(circle fitting), 좌표보정, 등을 통하여 적층 블레이드의 무게와 무게 중심 좌표 측정값이 산출된다

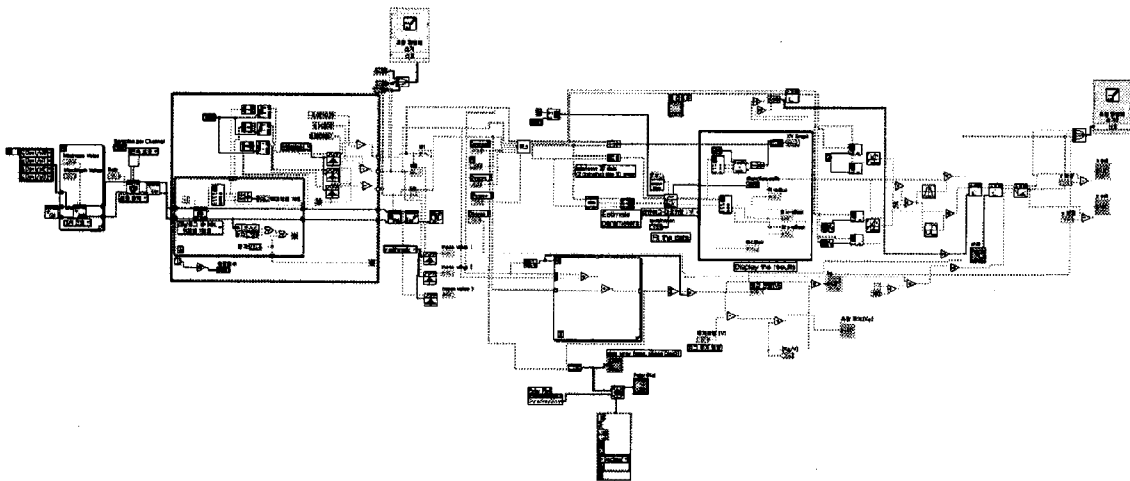


Fig. 2 Lab-view diagram of measurement for static balancing

3. 측정 결과

Fig. 3의 (a)는 로드셀에서 출력되는 신호로 세 개의 로드셀에 의해 W1, W2, W3의 신호가 출력되고, 적층 블레이드를 회전하면서 총 13회 측정한 data는 (b)에 나타내어지며, 측정 무게의 평균 값과 측정 센서의 좌표보정을 이용하여 (c)와 같이 측정결과 얻는다. Fig. 3의 (d)는 측정된 무게중심 자료를 circle fitting하여 x_{CG} , y_{CG} 의 좌표를 구한 것이다. 무게 중심의 위치를 나타내기 위하여 측정 시스템의 좌표와 적층된 블레이드의 좌표를 일치시키기 위한 좌표 이동이 이루어졌으며, 정밀한 무게 중심 위치를 측정하기 위하여 최소자승법을 이용하였다. 측정된 data의 오차범위를 위하여 표본 평균값과 표본 분산의 통계적 추정치를 이용하였으며, 길이방향으로 $\pm 0.02455\text{mm}(95\%)$, 폭 방향으로 $\pm 0.012592\text{mm}(95\%)$ 나타났다.

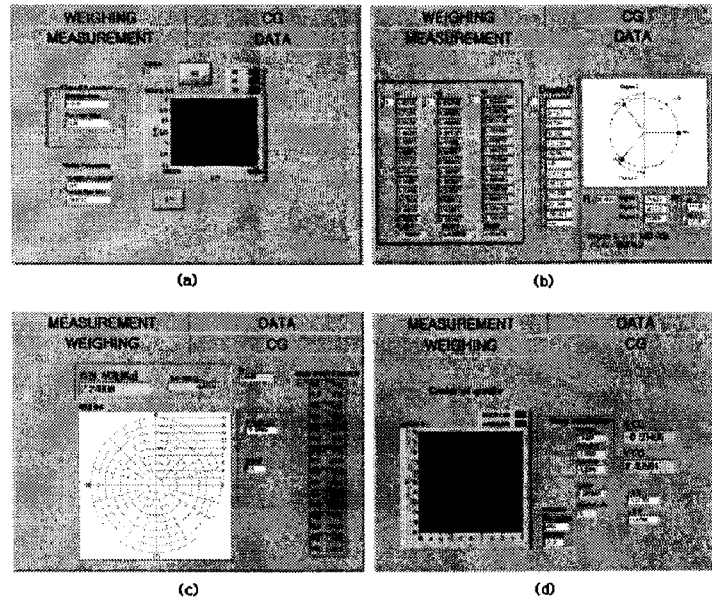


Fig. 3 Diagram of measurement for static balancing

4. 결론

본 연구는 복잡한 형상을 가지며 복합재료로 적층되어 제작되는 블레이드를 MWM방법과 Lab-view를 이용하여 무게와 무게 중심을 측정하였다.

- (1) 회전 측정으로 각도에 따라 13회의 측정 data와 circle fitting에 의해 측정 정밀도를 높였다.
- (2) 적층된 블레이드의 실제 무게 2.248kg과 lab-view에 의해 측정된 값 2.24808kg을 비교하였을 때 0.00008kg의 오차가 발생하였다.
- (3) 무게 중심 위치의 오차범위가 길이방향과 폭 방향 각각 $\pm 0.02455\text{mm}(95\%)$, $\pm 0.012592\text{mm}(95\%)$ 로 나타났다.

후 기

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구경과임.

참 고 문 헌

- [1] J. W. Sim, Y. J. Kee, S. B. Kim, S. H. Kim, E. H. Ko, K. H. Chi, S. K. Kim, C. H. Chung, 2005, A study of the development of the composite rotor blade for unmanned helicopter, KSPE, 추계학술대회논문집, pp. 1385~1389.
- [2] Raym and W. Prouty, 1990, Helicopter performance, stability and control.

- [3] Sun pyo Lee, 2006, Error-compensating techniques in 3-point weighing method to measure unbalance properties, Journal of the Korean society for precision engineering, Vol. 23, No. 11, pp.44~49.
- [4] Boynton, R. aand Wiener, K., 1998, Mass properties measurement handbook, SAWE paper No.2444, 57th annual conference of the society of allied weight engineer.