

Strain Gage와 A/D 변환기를 이용한 하중, 변형률 측정장치 제작

박태근(군산대 대학원), 양민복(군산대 대학원), 백태현*(군산대 기계공학부)

Design and Assembling of Load and Strain Measuring Equipment using Strain Gage and A/D Converter

T. G. Park (Grad. School, KNU), M. B. Yang(Grad. School, KNU) and T. H. Baek*(School of Mech., KNU)

ABSTRACT

The conventional strain measuring device is costly and complicated - it is not simple to understand its structure. Hence, strain gage and the A/D converter are assembled to come up with a load and a strain measuring device. The device was tested for measuring the strain in a loaded specimen and the experimental results were compared to those obtained by a commercial strain indicator.

Key Words : A/D converter (A/D 변환기), Wheatstone bridge(휘트스톤 브리지), Gage factor (게이지 값), Amplitude (증폭), Micro voltage(미소전압), 7-segment display (7조합 숫자표시기)

1. 서론

표면변형률을 측정하는 일반적인 방법은 측정할 부위에 스트레인 게이지를 부착시켜 계측하는 방법이다. 스트레인 게이지의 원리는 가는 동선의 전기적 저항이 변형에 따라 변하는 값을 측정하는 것이다. 공학에서 이러한 변형률을 측정하는 장치로는 스트레인 인디케이터(strain indicator)가 있다. 그러나 이 장치는 고가이며, 구조도 복잡하여 처음 접하는 사람들이 그 원리를 쉽게 이해하는 데에는 어려움이 있다.

이러한 이유로 스트레인 게이지와 A/D변환기(A/D converter)를 이용하여 스트레인을 측정할 수 있는 장치를 제작하고, 그 장치를 이용하여 변형률을 측정하였다. 측정 결과를 스트레인 인디케이터와 비교·검토하여 그 유효성을 확인하였다.

2. 이론적 배경

스트레인 게이지(strain gage)¹는 저항특성을 가지며, 금속에 부착시켜 그 금속에 외력이 가해지면 금속에 변형이 발생하고 발생한 변형에 대응하여 저항의 변화가 나타나는 특성이 있다. 변형률과 저항의 변화량 관계는 아래의 식 (1)과 같다.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta R}{R} G_f \quad (1)$$

위의 식(1)에서 R 은 평형상태일 경우 strain gage의 저항, ΔR 은 변형에 의한 저항의 변화량, G_f 는 gage factor이다.

2.1 Wheatstone Bridge를 이용한 변형률 변환

재료에 인가된 하중에 의해 변형이 발생하고 변형률이 저항 변화율에 비례하므로 아래의 Fig. 1과 같이 Bridge의 한 변에 strain gage를 사용한 Wheatstone bridge²를 구성하고 A-C 양단에 전원전압 E 를 인가하면 B-D 양단에서는 아래의 식과 같이 strain gage의 저항 변화량에 비례한 직류전압이 나타난다.

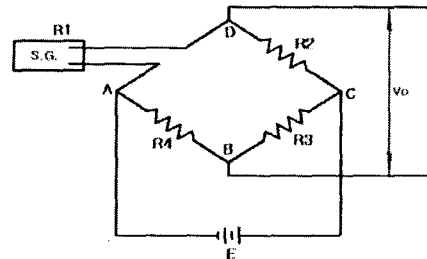


Fig. 1 Composition of Wheatstone bridge.

회로에서 R_1 은 strain gage의 저항값, R_2, R_3, R_4 는 고정 정밀저항이다. Wheatstone bridge의 출력전압 V_0 와 변형률 ϵ 은 다음과 같다.

$$V_o = \frac{E}{4} G_f \epsilon \quad (2)$$

2.2 A/D 변환기를 이용한 변형률 숫자표시회로

Wheatstone bridge의 아날로그 출력전압을 전압계로 측정하여 변형률을 환산할 수 있으나 아래 Fig. 2의 블록 다이어그램과 같이 변형률과 전압의 비례상수만큼 전압을 증폭하고 증폭된 전압을 A/D 변환기로 변환한 다음 7조합 디지털 숫자표시기(7 segment display)를 이용한 전자회로를 구성하면 변형률을 간단히 측정할 수 있다.

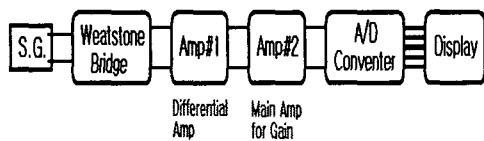


Fig.2 Block diagram of load and strain measuring equipment.

3. 실험

3.1 시험편 재질 및 형상

제작한 장치와 스트레인 Strain Indicator의 결과를 비교하기 위해 Fig. 3과 같은 시험편을 사용하였다. 시험편의 재질은 알루미늄이고, 두께는 3.175mm이다.

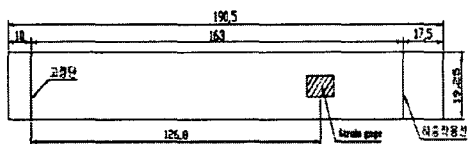


Fig. 3 Profile of specimen and location of strain gage.

3.2 실험 및 결과

실험은 Fig. 4와 같은 장치에 시험편을 고정시키고 여러 하중에 따른 변형률을 Strain Indicator와 하중변형률 측정 장치에서 각각 측정하였다.

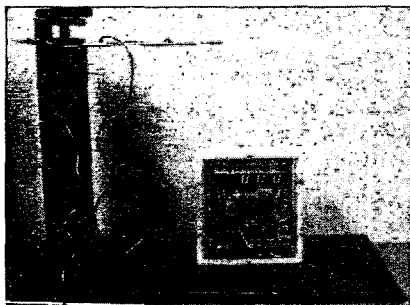


Fig. 4 Load-strain measuring instrument and loading system.

측정 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 두 결과를 비교해보면 실험오차 이내로 비슷한 측정값을 얻을 수 있었다.

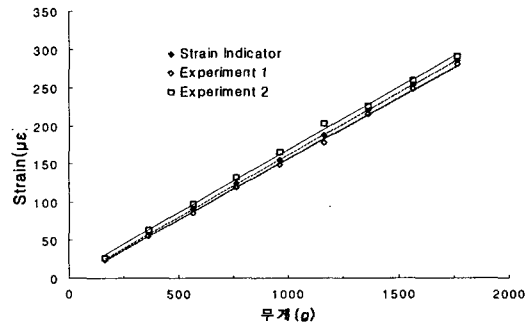


Fig. 5 Comparison of results obtained by strain indicator and load-strain measuring instrument.

같은 방법으로 시험편에 가한 추의 무게와 하중변형률 측정장치에 나타난 추의 무게를 비교하면 Fig. 6과 같다.

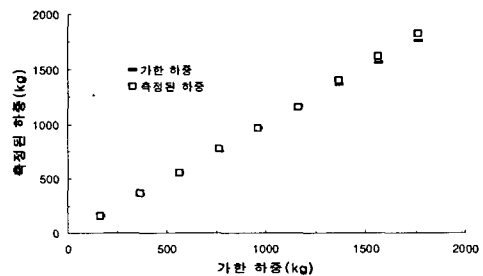


Fig. 6 Comparison between the actual load and instrument displaying load.

4. 결론

본 연구에서는 시험편에 가해진 하중과 그 하중에 의해 나타나는 변형률을 스트레인 인디케이터와 하중변형률 측정장치로 측정하여 그 결과를 비교하였다. 스케일(scale)을 조정하여 변형률과 하중을 측정한 결과, 상용 Strain Indicator로 측정할 결과만큼 정확한 값을 얻진 못하였지만, 그 오차는 ±8% 이내로 거의 비슷한 값을 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. Dally, J. W. and Riley, W. E., Experimental Stress Analysis, 3rd ed., McGraw-Hill, 1991.
2. Wheatstone Bridge Nonlinearity, Tech Note TN-507, Measurements Group, Inc., Raleigh, 1982.