

진동 방지기를 갖는 화강암 광탁자의 설계 및 제작

○ 송재원, 유상대

경북대학교 전자공학과

Design and Construction of a Granite Optical Table with a Vibration Isolator

Jee-Won Song, Sang-Dae Yu

Dept. of Electronics, Kyungpook National University

Abstract

A granite optical table with a vibration isolator system is designed and constructed. The table top is made with granite and the vibration isolation system is constructed using a pneumatic isolator. The performance of the table is evaluated by the vibration measurement.

1. 서론

광탁자(optical table)는 광학실험실의 필수 장치이다. interferometry, holography 등과 같은 정밀 실험에서는 진동 방지(vibration isolator)를 갖는 것이 필요하다. 이러한 table은 몇 회사[1]-[3]에서 이미 공급하고 있으나 모두 외국 제품이고 고가이다. 그러므로 본 연구에서는 국내에서 쉽게 구할수 있는 재료를 이용하여 table top 으로는 화강암을 사용하고 진동방지 장치로는 pneumatic isolator를 사용하여 광탁자를 설계 제작하였다. 제작된 탁자에 대해서 table top의 진동을 측정하여 탁자의 성능을 평가하였다.

2. 화강암 table top

Table top의 재료로 화강암을 택하였다. 그 이유는 화강암은 극히 안정된 특성을 가지고 있기 때문에 첨단 기술의 재료로 적합하다. 즉 자연적인 재질이기에 때문에 내부 stress가 없어서 변형이 없고 매우 단단하며 내마모성이 크고 부도체이며 비자성체이며 열 팽창계수가 매우 작기 때문이다. Table top의 모양은 평면형이고 크기는 250X100X10cm 로 하였으며 석재 공장의 화강암 cutting, polishing 능력, 운반 및 설치를 고려하여 정하였다. 설계 실험에 이용되는 면인 뒷면만 연마하였으며 이 면의 평평도는 정확히 측정해 보지는 않았으나 기용면으로 반사시켜 보았을 때 영상의 왜곡이 심하지 않은 것으로 보아 양호한 편이었다. 제작된 table top의 무게는 약 700kg 으로 매우 무거운데 이 큰 중량이 다음에 이야기하는 진동 방지기의 기능을 도와준다. 그림 1에서 광탁자 설계 도면을 보여주고 있는데 그림 1 (a)는 전체를 (b)는 다리 부분을 보여 주고 있다. 탁자 높이는 실험할 때를 고려하여 85cm로 하였다. 실험 공간은 table top의 뒷면적인 250X100cm이다.

3. Vibration Isolation System

광탁자의 중요한 기능으로 진동 방지를 들 수 있다. 정밀 측정에서는 진동이 문제가 되므로 이 기능을 가진 table을 사용해야 한다. 이 진동 방지를 위한 방법은 여러 가지가 있으나 저주파수 진동까지 효과적으로 잡아주는 방법으로 압축 공기를 이용한 pneumatic isolation을 들 수 있으며 그래서 이 방법을 택하였다. 중요한 부품인 rubber diaphragm은 국내에서 쉽게 조달할 수 있었다[4]. 앞에서 소개한 그림 1 (b)가 isolator가 붙은 table 다리의 설계 도면인데 2가지 기능 즉 vibration isolation 및 table top 지지 기능을 가지고 있다. 이 그림에서 보면 크게 2개의 공간으로 나누어져 있는데 하나는 J rubber diaphragm과 접제 B, C 판으로 이루어지는 공간, 또 하나는 접제 tube인 F와 C, D 판으로 이루어지는 원통형 공간이다. 이 두 공간은 C 판의 가운데 부분에 있는 작은 구멍(지름 2mm)으로 연결되어 있다. 압축 공기를 공기 압구인 튜브 통하여 아래 원통형 공간에 넣으면 C 판의 구멍을 통하여 첫 공간에 까지 압축 공기가 찬다. 그러면 B-n-A 로 된 구조물이 위로 올라 가서 화강암 table top을 지지 하게된다. table top 이나 바닥으로부터 진동이 오면 아래 위 두 공간의 압력 차에 의해서 C 판의 작은 구멍을 통하여 공기의 흐름이 생기는데 이 작은 구멍을 통하여 공기가 저항을 느낀다. 이 공기 저항으로 진동이 감쇄된다. 그리고 A판과 B판을 연결하는 목(neck) n은 아래에 물러오는 진동을 막아주는 choke구실을 한다. 구조물 E는 압축 공기가 빠질 때 table top을 잡아 못 내려 가게 막아주는 지지물(stopper)이고 rubber ring 1은 아래 받판으로 진동을 일부 막아주고 지지다리를 안정되게 고정 시키는 역할을 한다. 6는 그림 1 (a)에 나타나 있는 다리사이를 연결하는 가로 막대기를 고정 시켜주는 구조물이다. 이와 같이 제작된 광탁자의 실험 사진을 그림 2에 보여 주고 있다.

4. 진동 측정

제작된 탁자의 성능을 평가하기 위하여 table top 뒷면의 진동을 측정하였다. 측정 장치로는 piezoelectric transducer와 storage oscilloscope를 사용하였다. piezoelectric

transducer에 43g 무게의 쇠틈막을 부가하고 피측정부분에 배치한다. 즉 transducer를 사이에 두고 피측정면과 쇠틈막이 아래 위에서 싸고 있는 모양이다. transducer 아래 위면이 상대적으로 운동을 하면 이 transducer가 압신(expansion and compression)을 받아 전기적인 신호를 낸다. 피측정 부분인 어렛 면이 진동하면 위에 있는 쇠틈막이 무게 때문에 똑같이 움직이지 않으므로 진동에 비례하여 전기적인 신호가 transducer 출력에 나온다. 이 신호를 storage oscilloscope로 측정 기록 한다. 이와 같은 방법으로 측정하여 얻은 oscillogram이 그림 3이다. 가로축은 시간을 나타내는데 2초/칸이고 세로축은 임의의 전압값이다. 그림의 (a)는 마루바닥에 암치로 충격을 주었을 때 마루바닥 진동과 탁자 뒷면 진동을 위그림 아랫그림으로 각각 나타내고 있다. 그림에서 보면 마루바닥에는 진동이 크게 있으나 뒷면은 진동이 거의 없다. 즉 vibration isolator의 구실을 제대로 하고 있는 것을 알 수 있다. 그림의 (b)는 탁자 뒷면에 충격을 주었을 때의 진동을 보여주고 있다. 위 그림은 암 치의 충격을 나타내는데 암치의 뒷부분에 piezoelectric transducer를 달아서 측정한다. 아래 그림은 이 충격에 의해서 나타나는 탁자 뒷면의 진동을 나타낸다. 그림에서 보듯이 damping이 잘 일어나며 damping time constant가 약 3초 정도 됨을 알 수 있다. 그림에서는 보기 힘들지만 시간축을 확대하여 진동을 관측해 보니 탁자의 공진 주파수가 200Hz 정도이었다. 이 공진 주파수로부터 compliance 값이 매우 작은 값을 가질 것으로 생각되며 만족스러운 값이 예상된다. 이와 같은 진동 측정 결과로부터 탁자의 vibration isolator system이 제 기능을 잘 하는 것으로 알 수 있다.

5. 결론

진동 방지기를 갖는 환갑암 광탁자를 설계 제작하고 제작된 탁자의 진동 방지에 대한 성능 평가를 piezoelectric transducer를 이용한 진동 측정으로 실험하였다. 그 결과 우수한 성능을 나타내는 것을 볼 수 있었다. 앞으로 압축 공기 등의 조절 및 0번의 구멍 크기 조절 등으로 탁자 성능의 최적화가 이루어져야 할 것이다. 본 논문의 탁자는 광학 뿐만 아니라 진동 분리가 심각한 VLSI제작, 미생물학, 현대 광학, 정밀 측정 등에 이용할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] NRC Catalog, 1984.
- [2] Micro-controlle Catalog, 1986.
- [3] Mellie-Griet, Optics Guide 3, 1986.
- [4] 공보 타이어 Air Bellow Catalog, 1986.

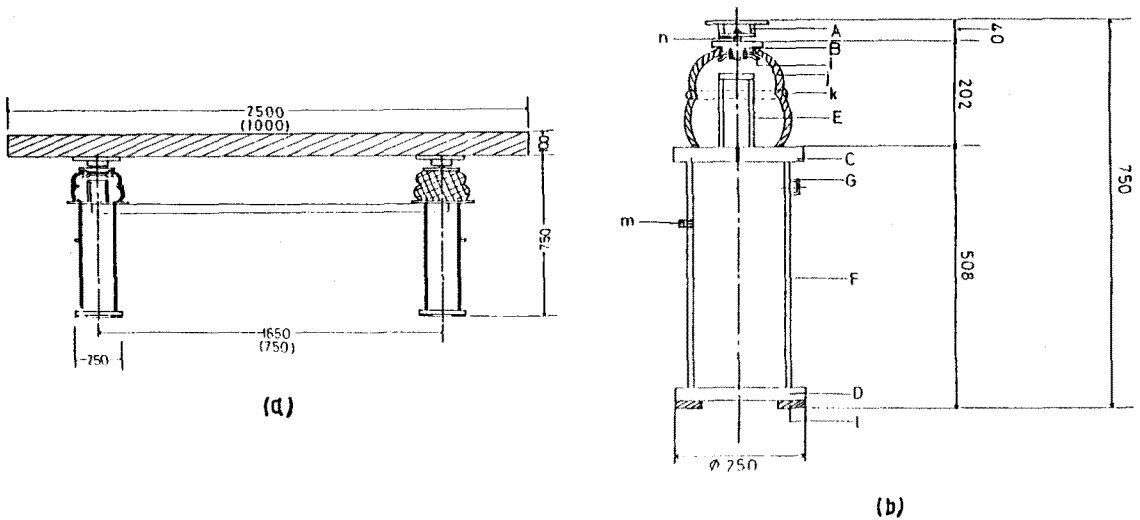


그림 1. 광탁자 설계 도면 (a)전체 (b)다리 부분

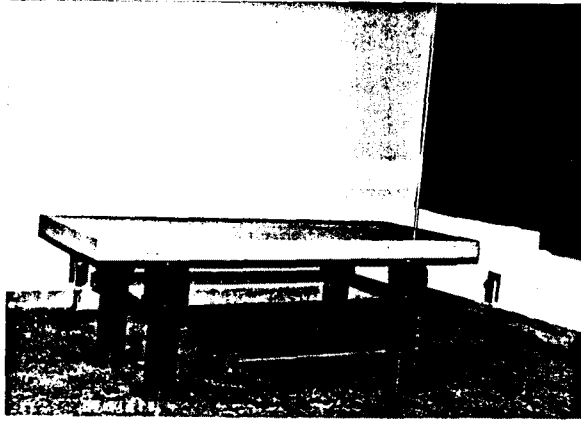


그림 2. 제작된 광택자 사진

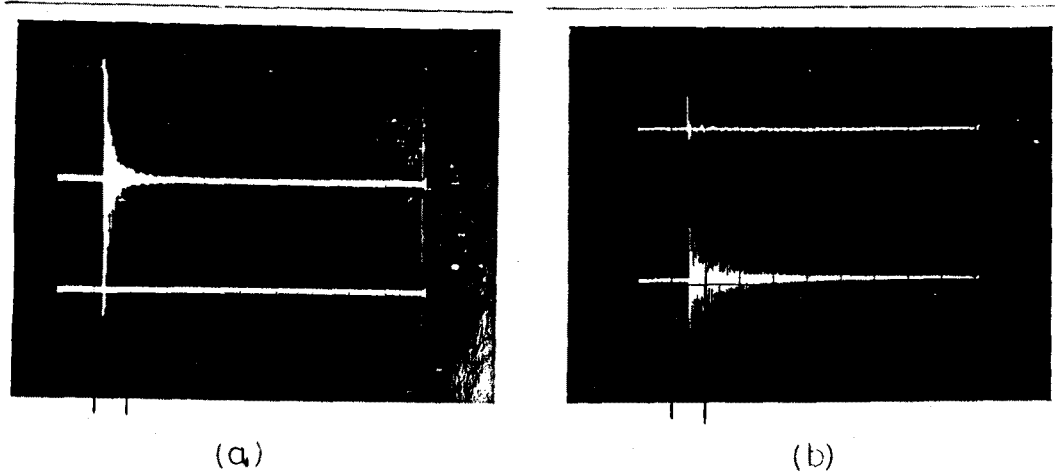


그림 3. 진동 측정 자료. 압전 소자로 진동을 시간에 대해서 측정 했음.

- 세로축 : 임의 scale, 가로축 : 2 μ /div
 (a) 망치로 바닥을 쳤을 때의 진동. 위그림 : 바닥 진동.
 아래 그림 : 탁자 표면 진동.
 (b) 망치로 탁자 표면을 쳤을 때의 진동. 위그림 : 망치 충격
 아래 그림 : 탁자 표면 진동