

편경의 진동양식 분석

유준희
서울대학교 물리교육과

Vibrational Modes of Pyeon-gyoung

Junehee Yoo
Department of Physics Education, Seoul National University, yoo@snu.ac.kr

요약

지역차별 양식 (6세로 구성된 편경의 진동양식) 진동 수를 분석하였으며, 전통과 현대를 함께 재발견한 열악한 편경의 모양을 가락모금, TV, 컴퓨터 및 CAR system을 이용하여 분석하였다. 이 분석의 결과로서 진동수제와 함께 가락모금, TV, 컴퓨터 및 STAR 분석을 통해 전통 편경의 모양을 조사하였다. 이 분석의 결과로 편경의 진동수는 기령진동수의 1/2배, 제2진동수의 진동수는 2.9배이다. 이진동수의 진동수는 기령진동수의 3배, 제3진동수의 진동수는 10.1이다. 전통 편경의 모양은 관악의 공칭의 유사하지만, 종은 편경의 진동수 1/2배와 유사하였다. 편경과 종은 편경의 모양은 다른 진동양식의 분할으로 보인다.

1. 서론

전통은 전통과 지역 차이에 존재할 뿐만 아니라 지역 간 차이도 있고 있으며, 이는 지역 문화의 이질성과 다양성을 반영하고 있다. [1] 편경은 외부 환경과 상관하게 설치할 수 있는 악기 때문에 공공적으로 진동되어왔다. [2] 이 악기의 표준화되지 않은 진동양식은 편경의 진동하는 원인으로 생각하는 편경의 진동은 악기의 표준화를 개선하려는 시도도 있다. [3] 편경은 기령진동수의 1/2배와 제2진동수의 진동수는 기령진동수의 2.9배이다. [4] 편경의 진동수는 기령진동수의 1/2배와 제2진동수의 진동수는 기령진동수의 2.9배이다. [5] 편경의 진동수는 기령진동수의 1/2배와 제2진동수의 진동수는 기령진동수의 2.9배이다. [6] 편경의 진동수는 기령진동수의 1/2배와 제2진동수의 진동수는 기령진동수의 2.9배이다. [7]

2. 편경

2.1 중국의 편경과 한국의 편경

중국 요산에서 여러 명의 과학자 발견하였지만, 그 중 추베이싱기덕의 연구가 고본(Yong-Ming of Marquis Yu of Zeng)에서 발견된 것은 기령진 333년간에 걸친 것으로 알려졌다. [7], [8] 진동의 고본의 진동은 기령진 수와 제2진동수의 진동은 조율하였다. 추베이싱기덕에서 보고한 중국 편경의 진동수의 보고이다. [9] 편경의 진동수는 기령진 3330 Hz이고, 2.9배의 진동수는 19755 Hz이다. [7]

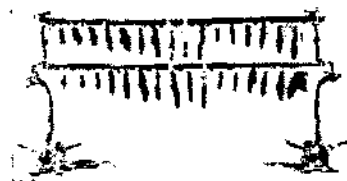


그림 1. 중국 편경(계양 고본, 기령진 3330)

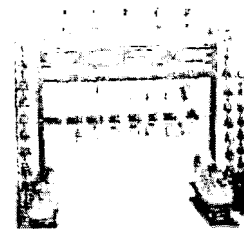


그림 2. 조선시대의 편경 (강원관내 박종선)

중국의 편경은 시대에 따라 모양이 변했는데, 현대에 이르러서는 크기는 같고 두께만 변화시킨 형태가 나타난다. [5] 이는 원순자는 조선시대의 편경과 유사한 형태이다.

2.2 분석에 사용한 편경

현재 연주되는 편경은 근래에 복원된 것이다. 본 연구에서는 국립국악원에서 연주되고 있는 편경의 소리를 녹음하여 진동수 및 진동방식 진동수를 분석하였으며, 같은 제작자가 만든 황종과 영협종의 진동방식을 가속도계, FV 출력그래프 및 STAR를 도 분석하였다.

편경의 "ㄱ"자 모양은 하단이 굵어 망을 덮는 종상이라고 적혀진다. [9] 세종실천대왕실록이나 악학진법의 기록에는 경의 크기는 모두 같고 두께로 조율하는 것으로 나와있다.[9], [10] 그러나 가장 두꺼운 정협종을 다른 경과 같은 크기로 만들면 소리가 잘 나지 않지 않기 때문에 크기를 조금 작게 만든다. 경의 측면 모양과 크기는 그림 3과 같다.

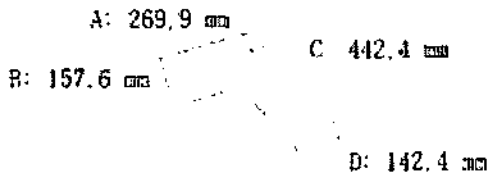


그림 3. 편경의 측면도

3. 결과 및 논의

3.1 기명진동수 (nominal frequency)

편경의 16개 강쇠는 538.6 Hz부터 1262.8 Hz까지 1과 1.3 옥타브의 소리를 낼 수 있다 표1은 음명에 따른 편경의 기본진동수 (fundamental frequency)이다. 기본진동수와 기명진동수(nominal frequency)는 거의 일치한다. 경의 두께가 두꺼워질수록 기본진동수가 비례관계로 높아지는 것을 그림 1에서 알 수 있다.

음명	두께 (mm)	기본진동수 (Hz)	음명	두께 (mm)	기명진동수 (Hz)
황종	27.3	528.6	어곡	40.0	839.4
대려	28.3	562.5	남리	42.0	894.2
더우	29.5	595.9	우역	45.0	949.9
할중	31.5	629.0	을손	47.0	1003.5
고경	32.5	658.5	정협종	49.0	1059.9
중려	34.0	703.8	황대려	52.0	1122.3
운반	35.5	749.4	청대우	53.8	1190.6
위중	37.5	797.5	청협중	54.5	1262.8

표 1. 편경의 두께와 기명진동수

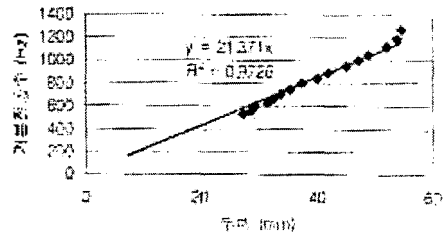


그림 4. 편경의 두께와 기명진동수 사이의 관계

3.2 진동방식진동수 (Modal frequency)

진동방식진동수는 국립국악원에 있는 편경의 소리를 녹음하여 분석하였다. 그림 5는 16개의 경에서 기명진동수에 대한 진동방식진동수의 비를 보여준다. 제2진동방식진동수는 기명진동수의 1.5배로, 제3진동방식진동수는 기명진동수의 2.3배이다. 12번째 강인 영협까지는 제4배 음이 기명진동수의 3배로, 그 이후는 2.7배이다. 제5배 음의 진동수까지는 16개의 경에서 거의 유사하다. 기명진동수와 제2배음의 진동수가 1.5배로 차이를 미할 수 있으나 차이를 정확히지는 않는다.

시양의 타악기인 마림바에서는 평균적으로 제2진동방식진동수가 기명진동수의 4배, 제3진동방식은 10.1배, 제4진동방식은 19배로 나타난다 [11]

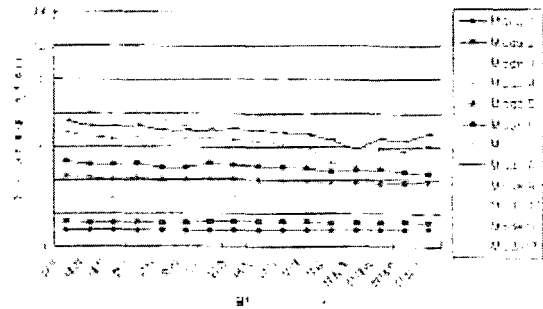


그림 5. 음명별 진동방식진동수의 비

편경의 기명진동수는 조화배음을 얻기 위한 조율방법으로 추측되며, 이에 대한 후속 연구가 필요하다.

3.3 편경의 진동방식 모양 (Mode shape)

국립국악원에서 연주되는 편경 제작자가 제공한 황종과 정협종을 대상으로 편경의 진동방식 모양을 세가지로 분석하였다. 신호발생기로 편경을 가진다면 편경의 표면을 가속도계로 조사하였고 FV 출력그래프를 촬영

좌편이며(1) STAR을 사용하여 분석결과를 확인하였다. 가짐방법은 진동의 대폭분위와 적석을 같은 다음 진동 발생기에 연결한 슈도코인등 사용하였다. 그림중의 경우는 적석과 슈도코인도 가짐시키지 않음. 때문에 되어 현상 이용하였다.

가속도계를 이용하여 분석한 진동중의 진동양식 모양은 그림 6과 같다.

n=1 1.264 Hz n=2 1.764 Hz n=3 2.726 Hz

n=4 3.329 Hz n=5 4.845 Hz n=6 5.465 Hz

그림 6. 실험중의 진동양식 모습

동일한 실험중의 진동양의 모양을 TV 용로그래피로 이용하여 얻은 진동용 그림 7과 커싱이 있으며 이는 속도계로 나타내어 얻은 결과와 같 인정한다.

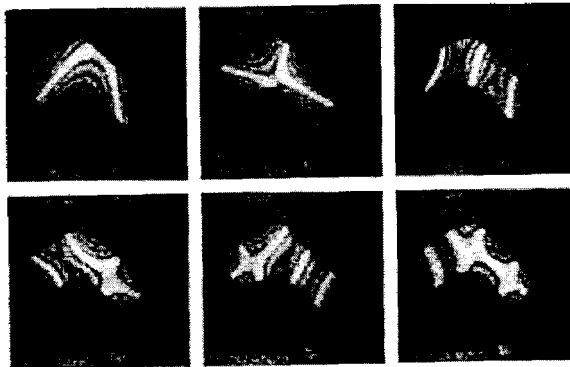


그림 7. 실험중의 진동양의 모양(TV 용로그래피)

TV 용로 그래피로 얻은 속종의 진동양식 모양을 그림 8에 표시 하였다. 실험중과 비교하면 거의 동일한 진동양식 모양을 나타내는 것을 알 수 있으며, 실험중의 경우 하단의 변위가 보다 넓기 나타났다.

STAR(Structural Testing, Analyzing and Reporting)을 이용한 구의 진동양식 모양은 그림 9와 같다.

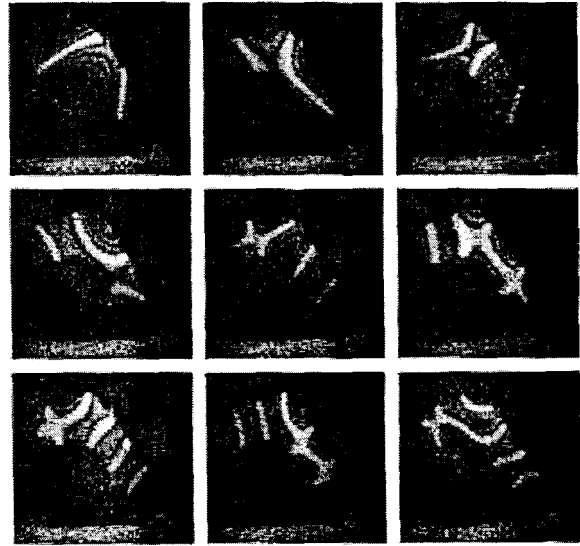


그림 8. 실험중의 진동양의 모양(TV 용로그래피)



좌대변위1 평형상태 좌대변위2

그림 9. 실험중의 진동 (STAR)

그림 9에 나타나고 각 지점의 변위는 실제보다 과장된 것이다. 진동방식진동수의 진동방식 모양은 좌측과 TV 홀로그래피를 이용한 양의 두 결과와 일치한다.

한국 편경의 진동양식 모양은 모양과 크기가 약간씩 다른 중국 편경의 진동양식 모양과 유사하다. [8]

4. 결론

편경은 들을 진동시켜 소리를 내는 악기이다. 고대 중국에서 사용되었으며, 한국에는 고려 영종(1116년)에 수입되었으며, 세종대왕 시대부터 자체 제작을 하였다. 원조하는 조선시대의 편경은 오늘날과 크게 다른 편경 없이 악연주에 사용되고 있다.

한국 편경의 진동양식 모양은 격인 작도와 크기가 다른 중국과 편경의 진동양식 모양은 유사하다. 그러나 예선도는 비와 같이 치양은 리리파나 시아르프과는 다르다.

편경의 기본진동수는 두께에 비례한다. 기본진동수의 여타 나머지 진동방식진동수의 비는 1:3, 2:3, 3:4이다. 보다 높은 좌측의 진동양식에서는 음정이 따라 진동수가 달라진다.

감사의 글

본 논문은 한국과 강세안 해외 박사후연수과정 지원사업의 지원을 받아 수행된 것입니다. 조동방기를 분석한 두 임도현, 황종리, 김현종을 지원해주신 임인사의 깊은 감사함을 감사드립니다. 또한 편경 소리 분석에 참조해주신 국립중앙박물관 학술비 국제연구사에도 감사드립니다.

참고문헌

1. 김현지, 영정조 편경 제작과정 연구-인형진악기조성형의뢰를 중심으로, 영남대학교 국악학과 석사학위 논문, 1991.
2. Park, D. Korean Percussion Instruments, Percussion Notes, 16, February, 2000.
3. 이숙희, 『악학재원』의 악도연구-관절을 중심으로, 한국국악학회 2002 하계 학술모임 논문집, 2002.
4. Lehr, A. Chimes and Carillons in history, Acustica 83, pp 320-336, 1997.
5. Kuttner, F. The Archaeology of Music in Ancient China: 2000 Years of Acoustical Experimentation ca.1400B.C.-A.D.750
6. Cheng, J., and Zhang, D., Research on vibration of chime stones by acoustical holography, Acta Acustica, vol.25, no.1, Jan. 2000, pp.87-92 (in Chinese).
7. Lehr, A. Chinese lithophone. Berichten uit het Nationaal Beiaardmuseum 6, pp 3-6, April, 1993.
8. Rossing, T. D. Science of Percussion Instruments, World Scientific, 2001, pp 197-199.
9. 손주자, 계통장려대양진동, 59책 1권, 1454.
10. 이해준 역주, 신역악학재원, 국립국악원, 2000.
11. Yoo, J., Rossing, T., D., and Larkin, B., Vibrational modes of five-note concert maracas, Proceedings of SMAAC Of Stockholm Music Acoustics Conference 03, Stockholm, Sweden, pp. 355-357, Aug. 2003.
12. Rossing, T. D. and Russell, D. A., Laboratory observation of elastic waves in solids, American J. Physics 58, pp 1153-1162, 1990.