

# 성덕대왕 신종의 앵글은 소리 재현에 관한 연구

최성영\*, 함명규\*\*, 배명진\*\*

서울강서기능대학 전자과\*, 숭실대학교 정보통신공학과\*\*

## On a Study Baby-Boiling Sound Reconstruction of the Divine Bell of King Söngdök

SeongYoung Choi\*, MyungKyu Ham\*\*, MyungJin Bae\*\*

Dept. of Electronics, Kangseo Polytechnic College\*  
E-mail : choisy@kopo.or.kr

Dept. of Telecommunication, Soongsil University\*\*  
E-mail : mjbae@saint.soongsil.ac.kr

### 요약문

에밀레종은 771년도에 성덕대왕의 공적을 기리기 위해 34년간 주조(높이 3.663m, 최대지름 2.227m, 무게 18,900kg)하여 만든 세계적인 문화유산이다. 외형도 미려하지만 종소리는 천, 지, 인을 뒤흔드는 신비감을 갖추고 있다. 에밀레 종소리는 끊어질 듯 이어지는 소리, 앵글은 소리, 심금을 울리는 소리 등의 특징을 갖는데 끊어질 듯 이어지는 소리는 맥놀이 현상으로 나타난다. 지금까지 맥놀이 현상의 규명에 대한 많은 연구가 있었다. 하지만, 에밀레종이 갖는 앵글은 소리에 대한 분석을 통해 앵글은 소리의 재현을 하기는 이번이 처음이다. 여기에는 우리 선조들이 750년경에 과학적 근거를 토대로 하여 응용이 가능하였음을 알 수 있다. 결론적으로 우리는 1228년 전에 완성한 우리민족의 지혜와 숨결이 스며있는 에밀레 종소리의 세 가지를 규명하고 재현함으로써 문화민족의 자부심으로 새로운 세대를 개척해 나아갈 수 있는 원동력을 얻고자 한다.

### 1. 연구개발 배경

한국 종은 오므라진 주둥이와 두툼한 입술을 가

지고 있어서 타종을 하면 안에서 회돌아 치는 현상이 발생한다. 이것은 공기를 밖으로 새나오지 않고 머물게 하여 여운을 보다 길게 유지하는 신비한 구조를 가지고 있기 때문이다. 이러한 한국 종들 중에서도 대표적인 것으로 성덕대왕신종(일명 에밀레종)이 있다.

에밀레 종소리는 복합적인 소리성분들로 이루어져 우리의 심금을 울리는 소리와 앵글은 소리가 끊어질 듯 이어지면서 맥놀이 현상을 계속 유지하게 된다. 3초마다 반복되는 맥놀이 주기는 인간이 가장 편안한 상태에서의 호흡하는 간격과도 일치하는 종소리의 신비감이 스며져 있다. 따라서 에밀레 종소리는 첫 타종 시에 나타나는 강렬한 소리에 정신을 집중하고, 이어지는 3초 주기의 반복된 맥놀이를 호흡을 가다듬게 되는 우리 민족의 숨결을 느낄 수 있는 고유의 문화유산이다. 소리뿐만 아니라 에밀레 종의 외형이 미려하고 신비스러운 자태를 포함하고 있기 때문에 이 종을 그대로 재현하고자 하는 노력이 오랫동안 시도되어져 왔다. 그러나 종의 외형은 어느 정도 모방할 수 있지만, 에밀레 종소리는 재현할 수 없었다. 특히 에밀레 종소리가 가지는 앵글은 소리에 대한 비교 분석을 통해 앵글은 소리를 다시 복원하고 재현하는 것에 대하여서는 전혀 규명되지 못하고 있었다.

## 2. 에밀레 종소리에 대한 기존 연구결과

### 2-1. 에밀레 종소리의 특성

에밀레 종은 성덕대왕의 공적을 기리기 위해 34년동안 제작한 것으로 771년에 완성한 세계적인 문화유산 중에 하나이다. 외형도 미려하고 웅장하지만 그 종소리도 웅장하면서 섬세하다. 에밀레 종소리는 범종이 갖출 수 있는 3가지의 특성을 모두 갖추고 있다. 종소리는 끊어질 듯 이어지는 맥놀이 현상이 나타나고, 아이가 엄마를 찾는 듯한 애끊는 소리가 들리며, 우리민족의 얼이 스며있는 심금을 울리는 소리가 어우러져 들린다.

### 2-2. 에밀레 종소리에 대한 연구사례

지금까지 에밀레 종의 제조비법이나 종소리의 신비를 밝히려고 많은 노력이 오랫동안 시도되어져 왔으나, 아직까지는 그 실체를 명확히 밝히지 못하고 있을 뿐만 아니라, 학자나 전문가들 중에서는 그 종소리를 재현하기 위해 그 모양과 성분을 분석하는 연구를 계속하고 있다. 일부는 종의 구조를 분석하여 맥놀이 현상을 컴퓨터를 통해 재현하기도 하고, 채집되는 종소리의 특성을 파악하기도 하였다. 그렇지만, 우리민족의 고유한 숨결이 스며있는 에밀레 종소리의 복합적인 소리 성분에 대한 현상에 대한 원인 분석은 아직 명확히 해석되지 않았다[1-6].

## 3. 에밀레 종소리의 재현 연구

먼저 경주박물관에서 판매하고 있는 종소리의 성분분석을 수행하였다. 경주박물관의 종소리에서는 시간이 진행함에 따라 종소리의 진폭이 단순하게 감소되고 있음을 알 수 있었다. 또한 유흥준의 문화답사기의 자료, KBS의 자료, 과학원의 자료, 김벌레씨의 자료, 사이버성전의 자료 등을 통해 이전의 에밀레 종소리와 지금의 종소리를 비교 분석하였다. 경주박물관에서 93년도에 녹음한 종소리할 성분분석기로 살펴보았을 때, 소리의 바탕은 분명히 에밀레 종소리였으나, 끊어질 듯 이어지는 맥놀이 현상이 두드러지게 나타나지 않고 있었다. 에밀레 종의 외형은 깨어질까 봐 93년부터 타종하지 않고 관리를 잘 하고 있는데, 그 소리는 에밀레 종소리라고 믿어지지 않을 정도로 병들어 있었다. 이전의 종소리는 정말 우리의

심금을 울리는 우렁차고 신비스러운 소리였으나 최근의 종소리는 그렇지 못하였다.

## 4. 에밀레 종소리의 복합적인 소리성분

한국에는 한국적인 소리가 있다. 우리나라의 대표적인 고유의 종소리인 에밀레 종소리에서 한국의 정서를 발견할 수 있다. 이 에밀레 종소리에는 세가지 소리의 특성이 들어있다. 사람의 심금을 울리는 소리, 어린애가 엄마를 찾으며 우는 것 같은 애끊는 소리, 그리고 끊어질 듯 이어지고 끊어질 듯 이어지는 소리가 에밀레 종소리에 들어있다.

국립경주박물관은 세계적인 문화유산인 에밀레 종을 보관 및 전시하고 있는 곳이며, 박물관 입구의 우측에는 우리를 제일 먼저 반겨주는 에밀레 종이 전시되어져 있다. 그곳에 가면 오전 10시에서 오후 4시까지 2시간 단위로 에밀레 종소리를 녹음테이프로 들려준다.

그림 4-1의 파형은 경주박물관에서 판매중인 에밀레 종소리의 녹음 파형이며 10여초의 시간이 진행함에 따라 종소리의 진폭이 단순하게 감소되고 있다. 이 종소리에는 애끊는 소리나 끊어질 듯 이어지는 소리가 잘 들리지 않으나 에밀레 종소리의 바탕인 심금을 울리는 소리는 뚜렷이 나타나고 있다.

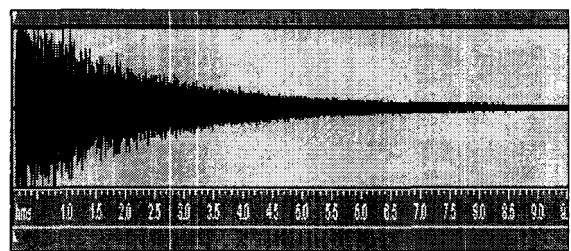


그림 4-1. 경주박물관에서 판매중인 에밀레 종소리의 파형

에밀레 종소리의 주파수성분은 64Hz, 168Hz, 360Hz, 477Hz 등으로 구성되어 있는데, 64Hz의 성분은 공기 중에서보다는 땅을 통해서 전파되고, 또 사람의 귀보다는 피부에서 진동으로 잘 흡수된다. 종에서부터 수십 미터 떨어진 곳에서는 168, 360, 477Hz의 주파수성분이 주로 들리게 되는데, 이 주파수성분은 심금을 울리는 소리의 바탕음이 된다. 그림 4-2

는 에밀레 종소리에 대한 주파수 스펙트럼을 나타낸 것으로 에밀레 종소리의 주파수 분포도를 보여준다 [7-9].

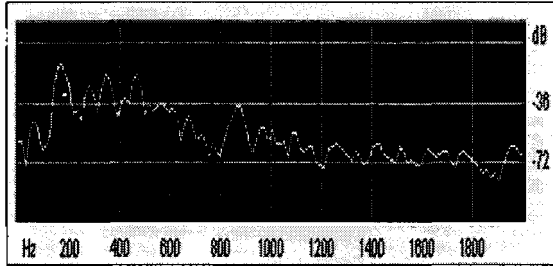


그림 4-2. 에밀레 종소리의 주파수 스펙트럼

을 볼 수 있다.

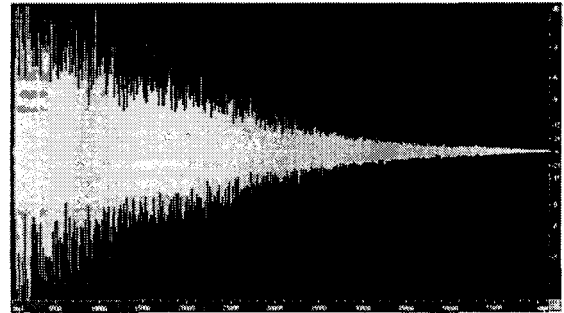


그림 5-2. 재현된 에밀레 종소리

## 5. 실험 및 결과

종소리의 분석을 위해 IBM-PC/pentium(800MHz)에 음성 입·출력용 16bit AD/DA 변환기를 인터페이스하여 사용하였다. 실험을 위해 여러 가지의 에밀레종소리를 비교 분석하였다. 그림 5-1은 그 중에서 애끊는 소리가 뚜렷이 나타남 에밀레 종소리의 파형이다.

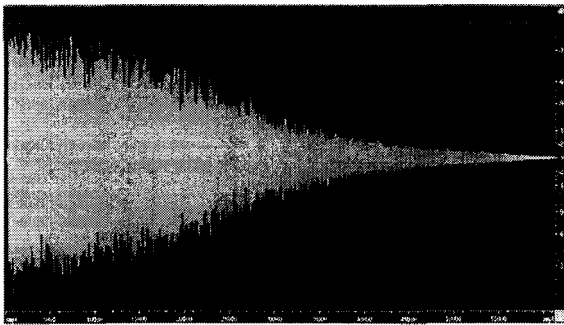


그림 5-1. 애끊는 소리가 뚜렷한 에밀레 종소리

에밀레 종소리는 4~5초 동안에 파형 진폭의 두드러진 변화가 생기고, 7~12Hz 정도의 주파수 변화가 생기는데 이것은 사람이 지각 할 수가 없는 주파수 성분이다. 그러나 이 변동으로 진폭 변조가 발생하여 들을 수 있다. 어린아이의 울음소리 또한 168Hz 근방에서 진폭이 시간에 따라 변하는 것을 알 수 있었다[10].

아래의 그림 5-2는 이러한 에밀레 종소리를 통하여 애끊는 소리를 다시 재현하여 나타낸 파형으로 파형의 진폭이 두드러지게 변하는 것

에밀레 종소리는 4~5초 동안에 파형 진폭의 두드러진 변화가 생기고, 7~12Hz 정도의 주파수 변화가 생긴다. 이것을 이용하여 초기의 부분에 파형 진폭의 변화를 주어 에밀레 종소리의 특징인 애끊는 소리를 재현하였다. 이로써 기존에 보존되어진 에밀레 종소리가 애끊는 소리를 제대로 재현하지 못하고 있는 단점을 보완하여 새로이 재현되었다.

## 6. 결론

에밀레 종소리는 끊어질 듯 이어지는 소리, 애끊는 소리, 심금을 울리는 소리 등의 특징을 갖는다. 본 논문에서는 애끊는 소리에 대한 비교 분석을 통해 재현하였다.

소리는 그 소리가 담겨있는 공간을 상징한다. 아프리카에는 아프리카적인 소리가 미국에는 미국적인 소리가 있다. 한국에는 한국적인 소리가 있다. 대표적인 고유의 종소리인 에밀레 종소리에서 한국의 정서를 발견했다. 이 에밀레 종소리에는 새가지 소리의 특성이 들어있다. 사람의 심금을 울리는 소리, 어린애가 엄마를 찾으며 우는 것 같은 애끊는 소리, 그리고 끊어질 듯 이어지고 끊어질 듯 이어지는 소리가 에밀레 종소리에 들어있다.

에밀레 종소리의 바탕을 이루는 진동주파수는 66, 166, 360, 477Hz 등으로 애끊는 소리의 근원은 168Hz의 성분과 7~12Hz으로 발생한다. 이 성분은 또한 시간에 따라 진폭의 변화를 가지며 변화한다. 이러한 에밀레 종소리의 특성을 통해 애끊는 소리의

재현을 하였다.

지금까지 우리는 에밀레 종소리에서 느낄 수 있는 “애끓는 소리”를 종소리와 고유진동수로 나타내어 그 원인을 규명하였다. 이로써 우리 민족이 1300여년 전에 이미 아리한 소리를 만들어 낼 수 있었다는 문화민족으로서의 자부심을 재삼 확인한 것이다.

## 7. 참고 문헌

- [1] Y.-H. Yum, J. M. Lee, and S. H. Kim, “A study on the vibration and sound of bells with slight asymmetry” Proceedings 4th International Modal Analysis Conference, L. A., U. S. A, pp.75-80, 1986.
- [2] 남천우, “유물의 재발견”, 한국서울, 정음사, p.273, 1987.
- [3] 국립경주박물관, “성덕대왕신종 종합논문집”, 1999.
- [4] 김양한, 김시문, “원통형 음향 홀로그래피를 이용한 성덕대왕 신종의 방사음장 특성 분석”, 한국음향학회지, 16권 4호, 1997.
- [5] 김양한, 박연규, 김영기, “성덕대왕 신종의 3차원 진동신호 측정 및 분석 결과”, 한국음향학회지, 16권 6호, 1997.
- [6] 김양한, “음향진동측정을 통한 성덕대왕 신종의 소리특성 탐구”, 한국음향학회지, 16권 8호, 1997.
- [7] 함명규, 장금영, 박원, 배명진, “도플러 효과에 의한 성덕대왕 신종의 맥놀이 현상 규명”, 음향학회 정기총회 및 학술 논문발표대회, 1999년 11월.
- [8] 함명규, 이양진, 배명진, “성덕대왕신종의 음향분석에 관한 연구”, 한국통신학회, 하계종합학술발표회 논문집, 2000년 7월.
- [9] 함명규, 배명진, “성덕대왕신종의 심금을 울리는 소리분석에 관한 연구”, 한국음향학회, 2000년도 한국음향학회 하계학술대회 논문집, 2000년 7월.
- [10] 최성영, 함명규, 배명진, “성덕대왕 신종의 애끓는 소리 분석에 관한 연구”, 한국음향학회, 2001년도 한국음향학회 하계학술대회 논문집, 2001년 7월.
- [11] 최성영, 함명규, 배명진, “현존하는 국내종에서 애끓는 소리 규명에 관한 연구”, 제14회 신호처리 합동 학술대회 논문집, 2001년도, 2001년 9월.