

Violin 음질의 객관적인 평가

성 공 모
 서울대학교 공과대학 전자공학과

Objective Appraisal of Violin Tone Quality

K. M. Sung

Dept. of Electronics Eng., Seoul National University

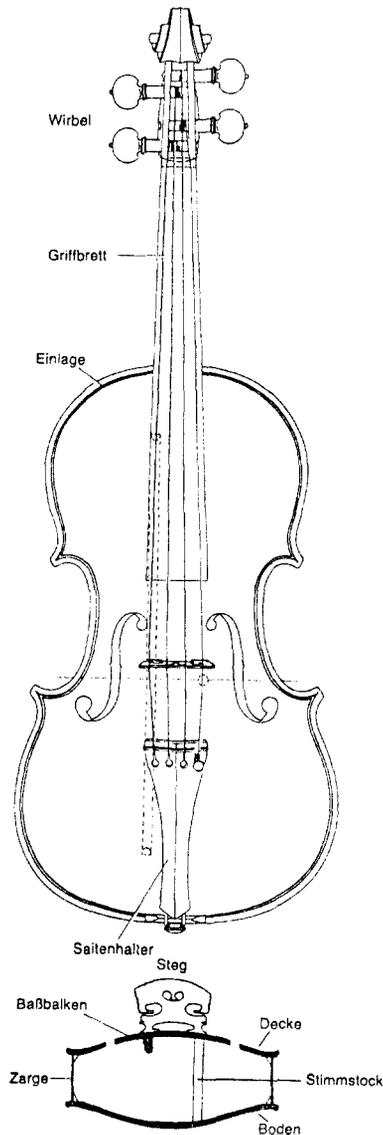
I. 서 론

Violin은 활(Bow)로써 현(String)을 마찰시켜 일
 으킨 진동을 복잡한 구조를 갖는 몸체를 통해 증폭시켜
 소리로 방출하는 현악기로서 그 구조와 명칭은 그림-1과
 같다. Violin의 기원은 확실하지 않으나 16세기 전반
 부에 이미 오늘날 형태의 Violin이 Italia에 있었으며
 [1], 17-18세기에 북부 Italia의 Cremona를 중심
 으로는 지역에서 좋은 악기들이 많이 제작되어 Amati,
 Stradivari, Guarneri Family등에서 만들어진 것
 들은 물론 그 밖에 수 많은 악기들이 오늘날 까지도 연주
 가들로 부터 절대적인 애호를 받고 있음은 누구나 아는
 사실이다.

그 당시의 Violin제작 기술은 아마도 스승으로 부터
 제자에게 전수 되었겠으나 오늘날에는 그 "비법"이 전해
 내려오지 않고 있다. 이미 잃어버린 이 "비법"을 되찾기
 위해 19세기 구라파의 여러 곳에서 Stradivari나
 Guarneri의 악기를 모방하여 좋은 악기를 제작하기 위한
 노력끝에 폴란서의 Lupot나 Vuillaume같은 사람은 어느
 정도 성공을 거두었다고 오늘날 평가되고 있다.

근래에 이르러는 음향학이 독립된 학문으로서 발달하게
 됨에 따라 단순한 모방을 통한 옛 악기의 재현보다는

Violin을 학문적으로 연구하게 되었으며 특히 1930-
 1960년 사이의 Meinel, Meyer, Saunders, Hutch-
 ins등의 업적은 Violin의 학문적인 연구에 시초가
 되었다.



(그림-1) Violin의 구조와 각 부분의 명칭

오늘날은 Violin의 Sound Production Mechanism의 거의 모든 요소가 학문적으로 세세히 알려져 있으나 [2], Violin의 음질(Tone Quality)을 객관적으로 평가할 수 있는 확실한 방법이 아직 확립되어 있지 않음 뿐더러 그 결과를 이용하여 Violin제작자에게 어떤 구체적인 제작상의 지시를 줄 수 없는 것이 사실이다.

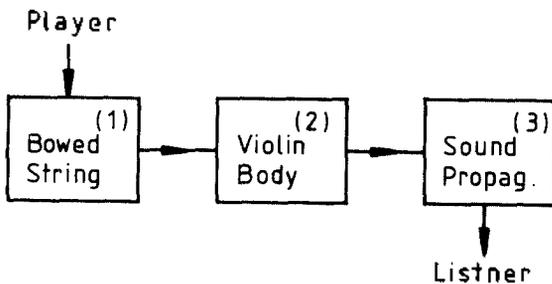
본 논문에서는 Violin의 음향학적인 특성과 Violin 음질의 객관적인 평가방법에 대해 논하고자 하며 아울러 이에 대한 문제점을 제기하려고 한다.

II. 기계-음향 변환기로서의 Violin

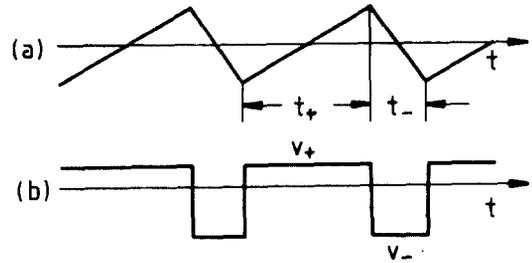
기계-음향 변환기로서의 Violin은 음향학에서 변환기 이론에 흔히 쓰이는 Electro-Acoustic Analogy를 써서 표시될 수 있으며 [3], Schelleng에 의해 전기적인 등가회로로 표시된 바 있다. [4].

그러나 여기서는 Violin을 등가회로를 써서 해석하지 않고 소리의 발생에서 부터 전달까지의 전 과정을 그림-2와 같이 몇개의 Block으로 구성된 System으로 간주하기로 한다.

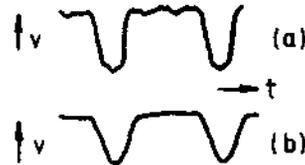
그림-2에서 Block-(1)은 연주자에 의해 활로 현을 마찰시킴으로써 현을 진동시키는 과정으로서 이때 현은 정지마찰과 운동마찰의 상호작용으로 그림-3(a)와 같이 Sawtooth Wave와 같은 운동을 하며 현의 운동속도는 그림-3(b)와 같다. 이때 주기는 현의 고유진동수에 의해서 결정되므로 음높이는 현을 튕겼을 때와 꼭 같으나 파형에서 알 수 있는 바와 같이 많은 Harmonics를 포함하고 있다. 그러나 정확한 현의 진동은 Cremer가 실험적으로 밝힌 바와 같이 [5] 활의 압력에 따라 조금씩 다르며(그림-4 참조), 그 이외의 요소들로 영향을 줄 수



(그림-2) Violin as a System



(그림-3) 현의 운동 (a)변위 (b)속도



(그림-4) 관측된 현의 속도 (a)활의 압력 클때 (b)활의 압력 작을때 (Cremer [5])

있다. 따라서 Block-(1)은 연주자에 의해 많이 좌우될 수 있다고 하겠다.

Block-(2)는 현의 진동이 Bridge(Steg)를 거쳐 Violin 몸체에 전달되어 그 복잡한 구조와 재질(Material)로 인한 수 많은 공진주파수 때문에 어떤 주파수에서는 강력한, 또다른 어떤 주파수에서는 특별히 약한 진동을 일으키게 되며 진동하는 부분과 그 양상또한 주파수에 따라 달라지게 된다. 다시 말하면 Block-(2)는 일종의 복잡한 Acoustic Filter라고 생각할 수 있으며 따라서 악기 고유의 음색은 여기서 결정된다.

Block-(3)은 Violin의 진동이 주위에 있는 공기를 통해 소리로 방출되어 청중에게 전달되는 과정으로서 여기서는 악기 고유의 특성보다는 연주장소의 실내 음향학적인 요소가 더 영향을 줄 수 있다.

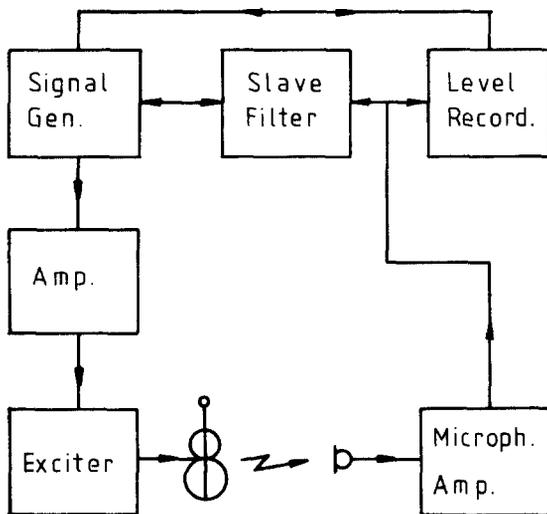
Violin 음질의 객관적인 평가를 위해 여러 악기를 차례로 커튼 뒤에서 연주하게 하고 여러명의 심사위원들이 듣고 평가한 점수를 종합하는 방법도 생각할 수 있고, 실제로 이런 방법이 시도 되기도 하였으나 이미 설명한바와 같이 악기 고유의 질을 평가하기에는 너무 많은 다른 요소들이 영향을 주게 되므로 바람직 하지 못하다. 따라서 Violin고유의 질을 평가하기 위해서는 Block-(2)의

Acoustic Filter에 해당하는 부분의 특성만을 평가하는 것이 좋으며 그 특성은 Transfer Function에 의해 대표될 수 있으므로 본 논문에서는 Transfer Function을 통해 Violin을 평가하기로 한다.

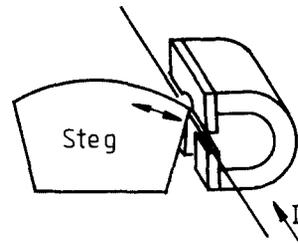
III. 실험방법 및 결과

Violin의 Transfer Function은 그림-5와 같은 장치를 통해서 실험적으로 얻게 된다. 이때 악기는 연주자에 의해 연주될 때와 비슷한 조건으로 목(Hals) 부분이 지지되고 턱받침(Kinnhalter)부분이 고정되며 Excitation은 그림-6과 같은 일종의 Electrodynamic Transducer에 의해 Steg을 좌사표 방향으로 진동시킨다. 이때 전류 I를 주파수에 따라 일정하게 하여 줌으로써 Steg에 작용하는 힘도 주파수에 무관하게 일정하게 해 주어야 후에 정량적인 비교가 가능하다.

Violin몸체에 의해 발생된 소리는 보통 연주될 때 청중의 위치에 해당하는 방향에서 3m의 거리에서 측정용 Microphone에 의해 수신되며 이 Signal은 Level Recorder에 의해 주파수에 따른 음압으로 기록된다. 측정되는 장소의 실내 음향학적인 요소를 배제하기 위하여 무향실에서 측정이 이루어져야 하며 그렇지 않을 때는 Room Resonance에 의해 큰 영향을 받게 된다.



(그림-5) Transfer Function을 얻기위한 실험장치



(그림-6) Electrodynamic Exciter

이와같은 방법으로 얻어진 Transfer Function의 예가 그림-7에 나타나 있다. 두 경우 모두 수없이 많은 Resonance Peak들에 의해 아주 복잡한 형태를 이루고 있음을 알 수 있다. 이런 복잡하고 굴곡이 심한 Transfer Function에도 불구하고 좋은 악기들이 실제 연주될때 모든 Tone이 잘 들리는 이유는 그림-3과 4를 통해 설명한 바와 같이 실제 연주시에는 Fundamental Frequency뿐만 아니고 Harmonics들도 발생되어 충분한 Intensity를 얻을 뿐만 아니라 매 Tone마다 Harmonics의 성분이 달라져서 변화있고 아름다운 음색을 나타나게 되는 이유가 바로 이런 복잡한 Transfer Function에 있다.

그림-7(a)경우 모든 Tone에 대해 Harmonics들이 적당히 포함되어 Fundamental을 보충하고 있는 반면에 그림-7(b)의 경우는 예를 들어 Tone "a"에 대해서는 Fundamental($f_1=220$ Hz), 2nd Harmonic($f_2=440$ Hz), 3rd Harmonic($f_3=660$ Hz), 4th Harmonic($f_4=880$ Hz)의 성분이 모두 작아서 실제로 연주될 때에도 Tone "a"는 다른 음에 비해 매우 빈약한 느낌을 주게 된다. 모든 음역에 걸쳐 균형있는 Volume감을 주기 위해서는 이런 빈약한 위치가 Transfer Function에서 없어야 한다.

또한 그림-7에서 (b)의 경우 보다는 (a)의 경우가 음압 Level이 대체적으로 높는데 이것 또한 (a)의 장점 이라 하겠다.

음색에 관한 문제는 주관성이 많이 개입되기 때문에 객관적으로 평가하기는 대단히 곤란하나 1500Hz 근처에서 큰 Resonance Peak가 있는 Violin은 Nasal Sound와 같은 아름답지 않은 음색을 갖는다는 것이 알려져 있고

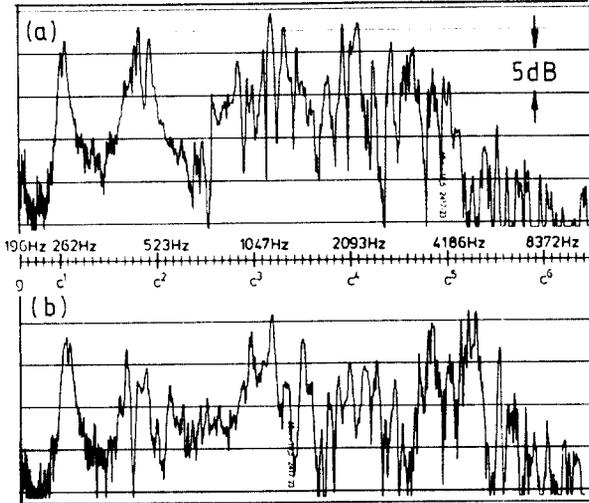
IV. 결 론

이상의 연구에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- 1) Violin음질의 객관적인 평가를 위해서는 악기 고유의 Transfer Function을 이용하는 것이 가장 적합하다.
- 2) Transfer Function을 얻기 위해서는 주파수에 무관하게 일정한 힘으로 Steg을 진동시켜주기 위해 특별한 Exciter를 써야 한다.
- 3) 측정은 무향실에서 이루어져야 한다.
- 4) Transfer Function을 해석함에 있어 음색등 주관성을 많이 띤 문제는 객관적으로 평가하기 어려우나 모든 Tone의 균형적인 Volume, Nasal Sound의 유무, 절대적인 음압 Level의 고저 등으로 어떤 악기의 치명적인 단점을 지적할 수 있다.
- 5) 복잡한 구조의 Transfer Function과 그 악기에 대한 전문가들의 주관적인 평가가 비교되어서 그 사이의 뚜렷한 상관관계가 앞으로 많이 발견되어야 Violin의 음질평가가 높은 단계에서 이루어 질 수 있다.

참고문헌

- [1] Moeckel, O.: Die Kunst des Geigenbaues, Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 1977
- [2] Cremer, L.: Physik der Geige, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1981
- [3] Olson, H.F.: Dynamical Analogies, Van Nostrand, Princeton 1958
- [4] Schelleng, J.C.: The Violin as a Circuit, J. Acoust. Soc. Amer. 35(1963) 326-338
- [5] Cremer, L.: Der Einfluss des "Bogendrucks" auf die selbsterregten Schwingungen der gestrichenen Saite, Acustica 30(1974) 119-136
- [6] Meinel, H.: Regarding the Sound Quality of Violins and a Scientific Basis for Violin Construction, J. Acoust. Soc. Amer. 29(1957) 817-722



(그림-7) Transfer Function의 예

(a) 좋은 악기 (b) 좋지 않은 악기

Stradivari와 같은 좋은 악기에서는 대부분 1500Hz 근처에서 Minimum을 나타낸다는 것이 사실이다[6]. 그림-7에서 (a)의 경우 1500Hz 근처에서 Minimum은 아니지만 근처의 Peak들에 비해 두드러지게 크지 않은 반면에 (b)의 경우 1500Hz 근처에서 뚜렷한 Peak가 있으며 주관적인 평가에서도 Nasal Sound의 음색이 지적 되었다.

여러 악기들의 Transfer Function과 전문가들의 의견을 들은 결과 좋은 악기는 대부분 2KHz-4KHz 주파수 범위에서 여러개의 강한 Resonance Peak들이 있었는데, 이것은 Violin음역의 Fundamental 범위 (196Hz-2637Hz)에 바로 연결되는 주파수 범위로서 충분한 Harmonics들을 제공해 줌으로써 Violin의 음색을 찬탄하게 해 주기 때문이라고 해석할 수 있다. 한편 4KHz 이상에서는 좋은 악기의 경우 그림-7(a)와 같이 Transfer Function이 급속히 감소하는 반면 좋지 않은 악기에서는 (b)의 경우와 같이 여전히 어느정도 큰 성분을 갖고 있었다.

Transfer Function과 전문가들의 주관적인 평가를 비교하면 여러가지 상관관계를 발견할 수 있으나 이것들을 객관적인 평가에 적용하는 데는 큰 어려움이 있다.