

## 명주실 현의 꼬임수에 따른 특성

김영대\* · 최태진<sup>1</sup> · 우순옥 · 이지영<sup>2</sup>  
농업과학기술원 농업생물부, <sup>1</sup>소릿고을, <sup>2</sup>용인대학교 예술대학

## Mechanical Properties of Silk Gayageum Strings on the Twisting Conditions

Young Dae Kim\*, Tea Jin Choi<sup>1</sup>, Soon Ok Woo and Ji-Yong Yi<sup>2</sup>

Department of Agricultural Biology, NIAST, Suwon, 441-100, Korea

<sup>1</sup>Sorit goeul, Yongin 449-904, Korea

<sup>2</sup>College of Art, Yong In University, Yongin 449-714, Korea

### ABSTRACT

The strings of Gayageum and Geomungo are usually made of raw silk. It needs good vibration as well as good durability to endure during play the Gayageum and Geomungo. This study was carried out to discuss some effects of twisting number of first and final twisting on the mechanical properties of silk Gayageum strings. Tenacity of strings were largely decreased proportionally with the increase of number of twisting of strings but elongation of strings were in the opposition direction. However, it was needed to hard twisting string for the good vibration. The proper S direction twisting velocity of moving twister during final twisting (Z direction) until three thread become one thread, was 40% of basic twister.

**Key words** : raw silk, Gayageum string, traditional music, Twisting

### 서 론

국악기에서 현악기의 줄의 재료는 대부분 명주실을 재료로 이용하여 왔으며, 오직 洋琴만이 금속성의 줄을 사용할 뿐 양금을 제외하고는 牙箏, 奚琴, 거문고, 가야금, 大箏, 琴, 瑟, 琵琶, 箏篋를 비롯해서 모두 누에고치에서 뽑은 명주실을 사용한다고 한다(張 1969). 가야금은 전통 국악기 중의 하나로서 6세기 초반보다 훨씬 이전에 한반도의 동남부지역에 존재하였던 모종의 현악기(‘고’)에서 유래된 것으로 보이며(金 1997) 이와 같이 유구한 역사를 지닌 가야금은 오랫동안의 경험을 토대로 장인에 의하여 전수 받은 데로 제조되고 조금씩 발전되어 왔을 것으로 생각되어지나 아직까지 통일된 가야금 줄의 제조방법이 보이지 않고 있다. 이와 같은 원인은 현을 만드는 생사의 종류가 다양하고 현의 굵기가 다른 12줄로 되어 있으며 가야금 몸통의 재질과 여러 가지 제조공정을 거쳐서 생산하는 동안의 제조방법에 따라서 음색과 내구성에 차이가 있을 것으로 생각되므로 각 현에 알맞은 굵기와 꼬임수를 정확히 산정하는 것은 어려움이 있었을 것으로 생각된다. 그러나 국악의 발전과 가야금의 보급을 확대하기

위해서는 가야금의 몸통부분 뿐만 아니라 줄도 규격을 표준화하는 것이 필요하다고 생각되며 이러한 연구의 일환으로 우선 가야금 줄의 규격화를 위하여 본 연구를 수행하게 되었다.

본 연구와 관련된 기존의 연구로는 中島 등(1988)은 각종 현의 음향 특색에 관한 시험결과 나일론으로 만든 현은 절단강력이 크고, 테트론으로 만든 현은 신장도가 낮아 장시간 연주에도 일정한 음을 유지할 수가 있으며 생사로 만든 현은 일정 음계를 얻기 위한 현의 장력이 크고 배음이 풍부하여 현의 음색이 가장 우수하다고 하였다. 小篠(1994)는 3가닥 현이 4가닥 현보다 물리적으로 우수하고 안정한 꼬임이지만 음색에 관해서 일본인의 호감은 4가닥 현이 우수하며 좌연과 우연의 차이는 없다고 하였다. 橋本(1989)는 일본의 생사로 현을 만드는 과정을 사진과 함께 소개하였는데 울금으로 염색하는 과정과 생사의 세리신이 도망가지 않도록 하기 위하여 쌀로 만든 떡으로 풀을 만들고 이 풀에 생사를 침지 처리하여 현을 제조하는 과정은 우리나라에서는 사용하지 않고 있으며 제조공정도 우리나라의 공정과 다소 차이가 있었다.

\*Corresponding author. E-mail: kimyd@rda.go.kr

### 재료 및 방법

공시 연사기는 자체 제작하였는데 회전속도 조절, 좌우 회전, 회전수 측정 장치를 부착하였다. 공시재료로는 생사 60종을 2합하여 현 제조용 원사로 사용하였다. 직물의 경우 처음에 실시하는 꼬임을 하연(下撚)이라 하고 하연사를 합하여 꼬임을 주는 것을 상연(上撚)이라 하는데 가야금 줄의 제조는 각각 15합, 21합, 27합, 33합하여 하연을 하고 하연한 것을 다시 3합하여 상연을 하여 현을 제조하였다. 명주실 현의 물성측정은 26°C 55%에서 인장시험기 (materials testing machine Z005, Zwick)를 이용하여 시료 길이 150 mm로 하고 강력, 신도와 탄성율의 측정은 인장 속도 150 mm/min에서 측정하였고 절단까지의 탄성반복회수와 탄성 신장률은 하중을 평균 강력의 60%로(시험 2는 70%) 하고 인장속도 300 mm/min에서 측정하였다. 음의 지속시간은 초기부분 0dB을 기준으로 하고 진동의 레벨이 -20dB까지 떨어지는 시간을 기준으로 하여 측정하였다.

#### 시험 1. 명주실 현의 꼬임수 시험

사용한 원사의 상연과 하연의 꼬임 조건은 표 1과 같다.

#### 시험 2. 명주실 현의 하연정도

사용한 원사의 상연과 하연의 꼬임 조건은 표 2와 같다.

#### 시험 3. 명주실의 상연중 하연정도

상연(Z연)시 기준 연사기의 속도는 2000회/분이었으므로 이동 연사기의 속도(S연)를 0회/분, 800회/분(기준연사기의 40%), 1700회/분(기준연사기의 85%)으로 하여 완전히 3가닥을 합친 후 이동 연사기도 함께 Z연을 하여 현을 제조하였다. 이때 현의 제조는 미리 합사한 3가닥의 실을 처음 길이를 10 m으로 하여 하연과 상연을 하여 현을 제조하였고 강력 측정은 이 현을 40 cm씩 나누어 순서적으로 측정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 명주실 현의 제조 시험

명주실현의 제조법을 구명하고자 상연과 하연의 꼬임수를 표 1과 같이하여 명주실 현을 제조하고 물성을 분석한 결과, 현의 강력은 그림 1과 같으며 꼬임수가 적어질수록 강력은 증가되었으며 상연 과 하연 모두 강력에 영향이 컸

Table 1. Twisting condition of silk strings (times/m)

	15 ply		21 ply		27 ply		33 ply	
	first	final	first	final	first	final	first	final
SS	360	335	324	301	288	268	252	234
SM	360	301	324	271	288	241	252	211
SW	360	268	324	241	288	214	252	188
MS	300	279	270	251	240	223	210	195
MM	300	251	270	226	240	201	210	176
MW	300	223	270	201	240	179	210	156
WS	240	223	216	201	192	179	168	156
WM	240	201	216	181	192	161	168	140
WW	240	179	216	161	192	143	168	125
W30W	210	156	189	141	168	125	147	109
W40W	180	134	162	121	144	107	126	94
40WM	180	301	162	271	144	241	126	211
50WM	150	301	135	271	120	241	105	211
40WS	180	326	162	294	144	261	126	229

Table 2. First twisting condition of strungs (times/m)

Number of ply	control		10% increase		10% decrease	
	first twisting	final twisting	first twisting	final twisting	first twisting	final twisting
15 ply	278	264	306	264	250	264
21 ply	308	292	339	292	277	292
27 ply	351	333	386	333	316	333
33 ply	420	399	462	399	378	399

명주실 현의 꼬임수에 따른 특성

으며 33합의 경우 꼬임수가 많을 때 2.18 g/d 이었으나 꼬임수를 감소하여 w40w의 경우는 4.35 g/d로서 2배의 차이를 보이였다. 직물제조에서 연사는 일반적으로 직물의 외관과 질감을 좋게 하고 실의 강력을 향상시키기 위하여 실시하지만 SS와 같이 강연을 하면 비틀림을 지나치게 받게 되어 강력이 감소하는 것으로 생각된다.

현의 신도는 그림 2와 같으며 강도와 정반대의 결과를 나타내었다. 예를 들면 33합의 경우 W40W는 25.31%이었으나 SS는 47.84%로서 상당히 증가되었다. 이와 같은 원인은 강연한 현은 하중을 받게 되면 원사가 가늘어지면서

꼬임부분의 간극이 밀착되어 신도가 증가되는 것으로 생각된다.

그림 3은 하중을 강력 평균의 60%로 하여 절단할 때까지의 반복회수를 나타내었다. 탄성 반복회수는 강력과 같은 경향이였으나 그 차이가 강력보다 훨씬 컸다. 즉 SS의 경우 10~40회 이였으나 W40W의 경우 506~1650회 로서 꼬임수에 따라서 절단회수는 크게 좌우됨을 알았으며 이 특성은 현의 내구성을 가장 적절히 반영하는 것이라고 생각된다.

그림 4는 하중을 강력 평균의 60%로 하여 절단할 때의 신장비율을 나타내었다. 탄성신장 비율은 신도와 비슷한

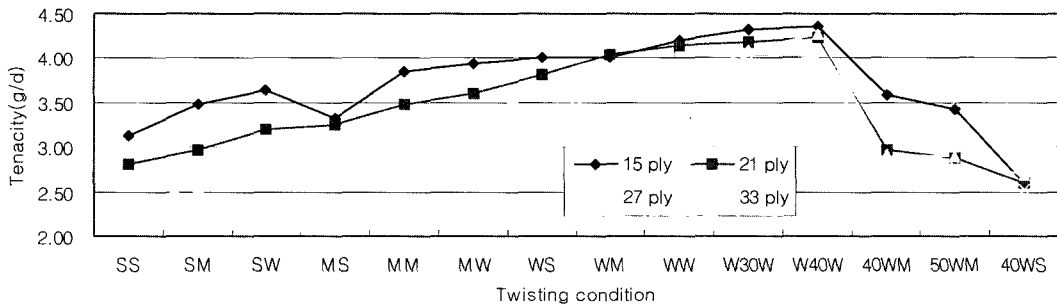


Fig. 1. Tenacity of silk strings on the twisting condition (Twisting conditions are the same as Table 1).

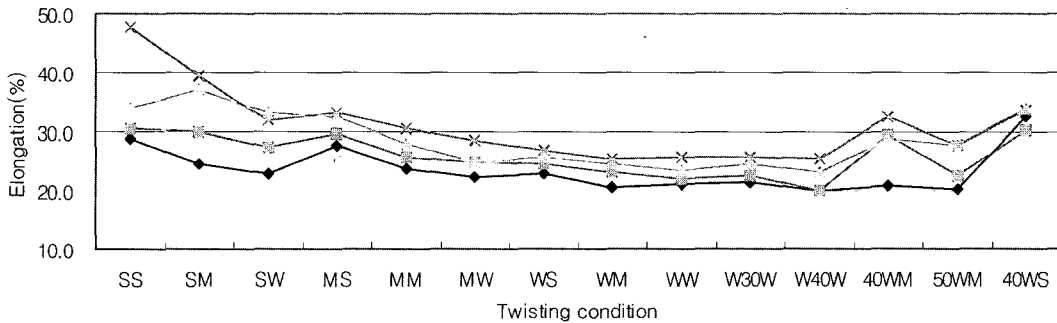


Fig. 2. Elongation of silk strings on the twisting condition (Twisting conditions are the same as Table 1 and the symbols are the same as Fig. 1).

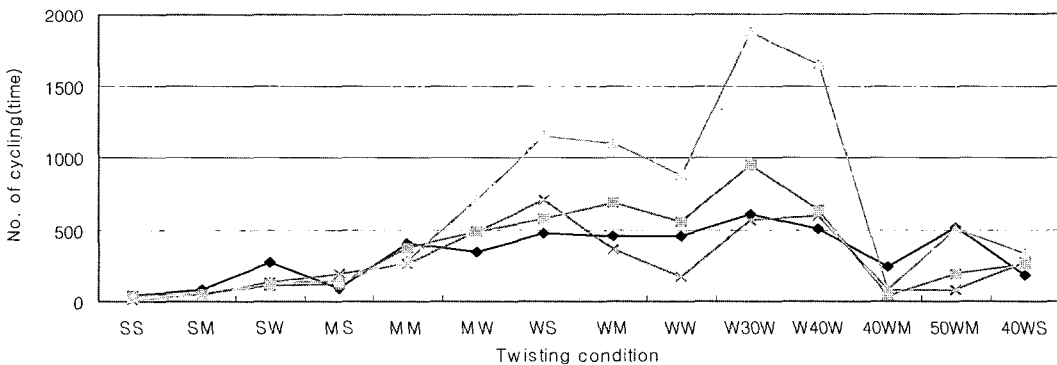


Fig. 3. Number of Extension cycling to break of silk strings on the twisting condition (Twisting conditions are the same as Table 1 and the symbols are the same as Fig 1).

경향이었으며 4현의 평균을 비교해보면 W40W의 20.8%에 비하여 SS는 54%로서 2.6배의 차이를 보였다.

그림 5는 탄성률을 나타낸 것인데 현의 탄성률은 강력과 비슷한 경향으로 꼬임수가 많을 때는 탄성률이 적었다가 꼬임수가 적어지면 탄성률은 증가하였다. 즉 강력이 클 때 탄성률도 크다는 사실을 알았다.

그림 6은 음의 지속시간을 나타낸 것으로 꼬임수에 따른 지속시간은 신도와 비슷한 경향으로 꼬임수가 많을 때 음의 지속시간이 길다가 꼬임수가 줄어들면 짧아지는 경

향이었으나 그 차이는 미미하였다.

종합적으로 보면 현의 내구성을 향상시키기 위해서는 꼬임수가 적은 것이 좋으나 관능시험 결과 농현을 위해서는 어느 정도 이상의 꼬임수가 요구됨으로 음질과 내구성 향상을 동시에 충족시킬 수 있는 각각의 현에 알맞은 적정 꼬임수 기준 설정이 필요하다고 생각된다.

## 시험 2. 명주실 현의 하연정도

명주실의 하연 정도가 물성에 미치는 영향을 조사하기

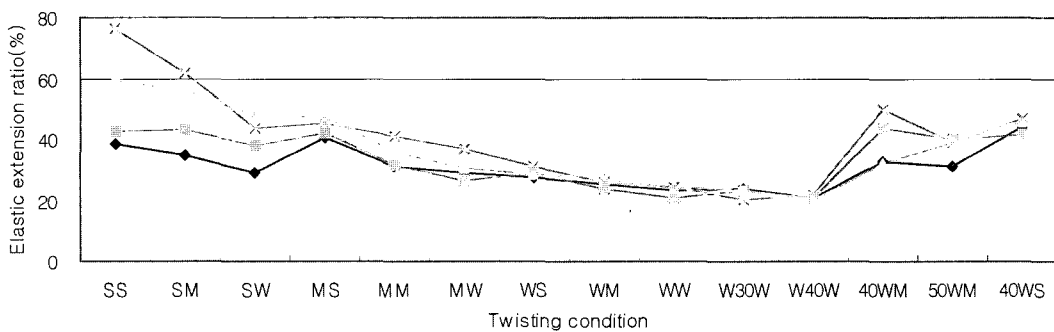


Fig. 4. Elastic extension ratio of silk strings on the twisting condition (Twisting conditions are the same as Table 1 and the symbols are the same as Fig. 1).

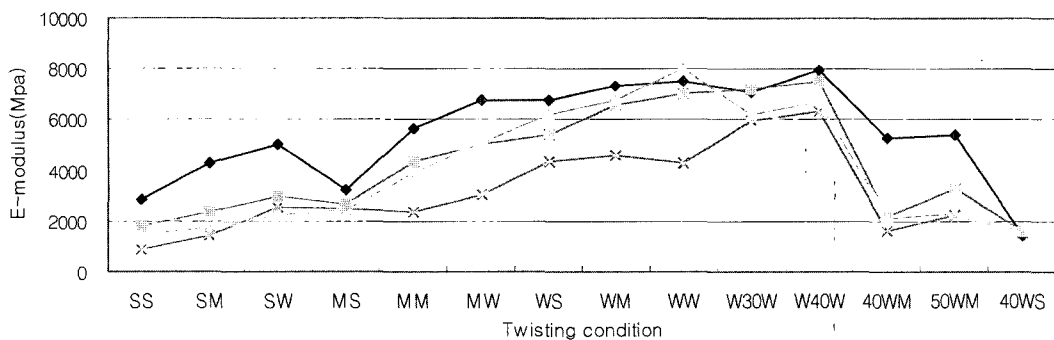


Fig. 5. Elastic modulus of silk strings on the twisting condition (Twisting conditions are the same as Table 1 and the symbols are the same as Fig. 1).

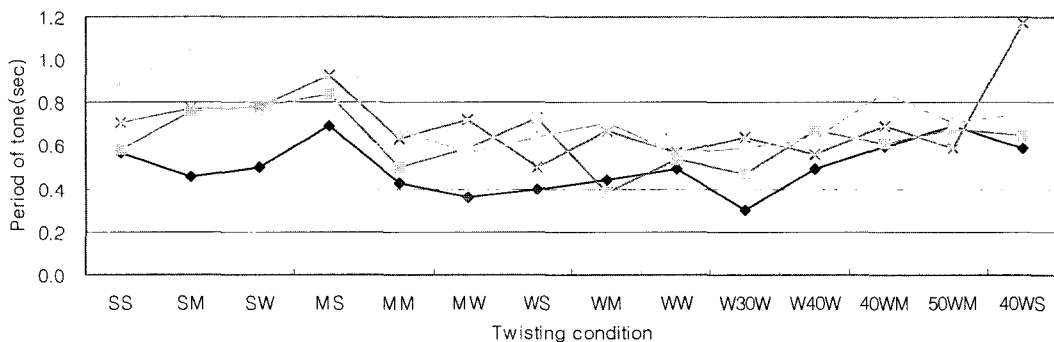


Fig. 6. Period of tone of silk strings on the twisting condition (Twisting conditions are the same as Table 1 and the symbols are the same as Fig. 1).

명주실 현의 꼬임수에 따른 특성

위하여 상연의 꼬임수를 고정하고 하연의 꼬임수를 기준 현에 비하여 10% 증대한 것과 10% 감소하여 꼬임수를 주어 명주실 현을 만들었다.

그림 7에서 현의 강력을 보면 합사수에 상관없이 그 차이는 크지 않지만 하연의 꼬임수를 10% 증가한 현, 기준 현, 10% 감소한 현의 순으로 강력이 증가되었다.

하연의 꼬임수를 달리한 현의 신도는 그림 8에서 보는 바와 같이 강력과 반대로 그 차이는 크지 않지만 하연의

꼬임수를 10% 증가한 현, 기준 현, 10% 감소한 현의 순으로 신도가 감소되었다.

그림 9는 현의 탄성률을 나타낸 것으로 하연의 꼬임수와 탄성률은 강력과 비슷한 경향을 나타내었다. 즉 하연의 꼬임수가 많아질수록 탄성률은 감소하는 경향이였다.

이상의 결과를 종합하면 하연은 상연에 가리어 외관상 잘 나타나지 않지만 하연의 꼬임수의 다소가 현의 물성에 많은 영향을 끼치는 것으로 생각된다. 직물의 경우 상연의

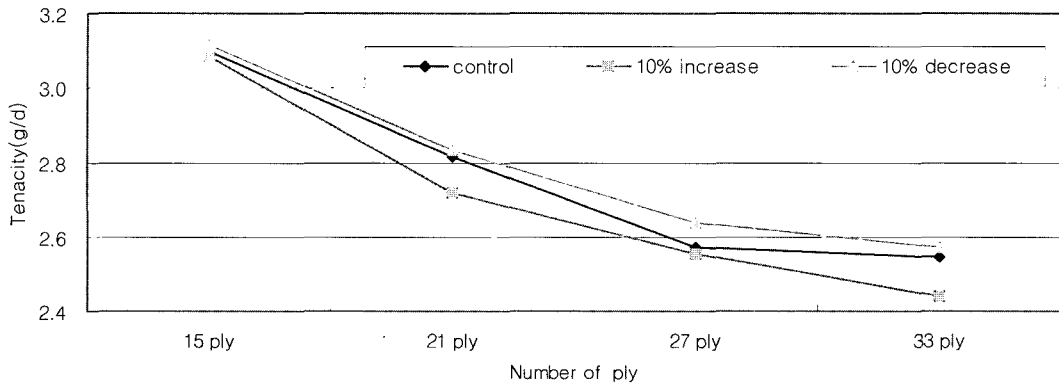


Fig. 7. Tenacity of silk strings on the first twisting condition.

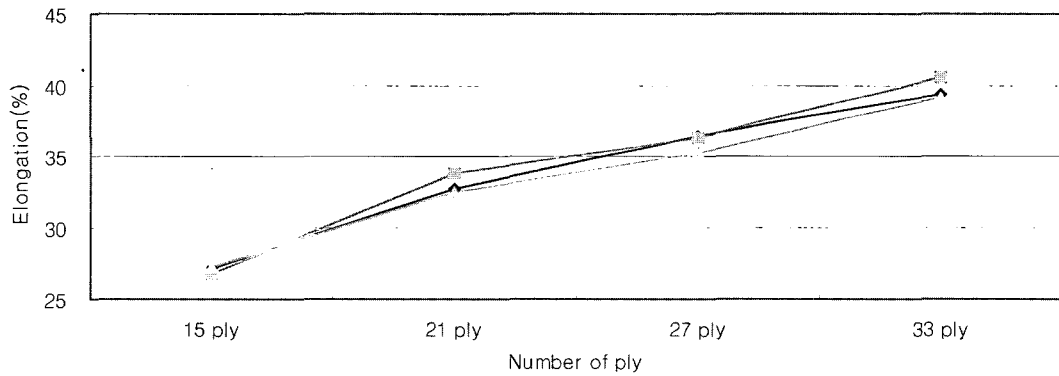


Fig. 8. Elongation of silk strings on the first twisting condition (The symbols are the same as Fig. 7).

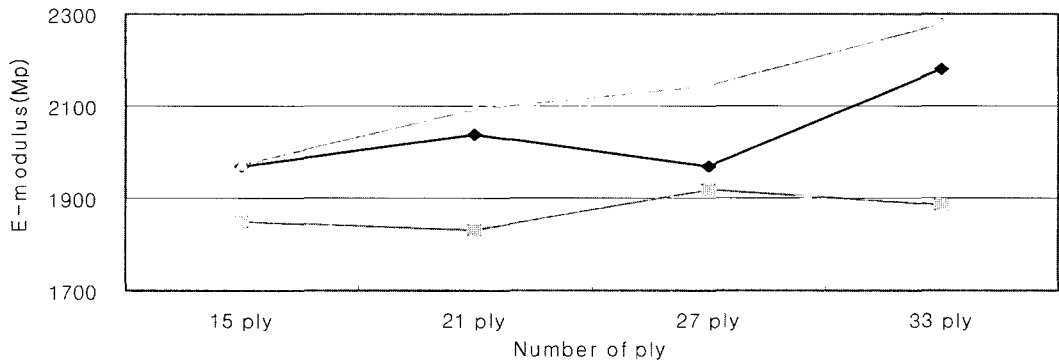


Fig. 9. Elastic modulus of silk strings on the first twisting condition (The symbols are the same as Fig. 7).

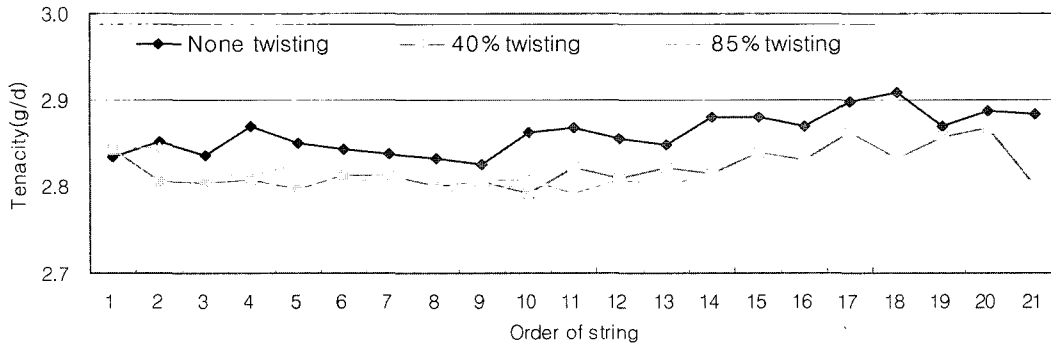


Fig. 10. Tenacity of silk strings on the first twisting velocity based on final twisting during final twisting.

꼬임수는 하연의 꼬임수보다 적은 것이 일반적이며 상연과 하연의 꼬임수의 차이를 말하는 연차(撚差)는 絹이나 인견사의 경우 대체로 60~80 T/m이 적당하다고 하였고, 상연과 하연의 꼬임방향은 일반적으로 상반되며 그 이유는 상연을 주게 되면 하연사는 풀리게 되며 꼬임이 풀리게 되면 실의 체적이 늘어나고 길이도 길어지게 되므로 서로 반대방향으로 가연하지 않으면 안 된다고 하였다(南 1985).

### 시험 3. 명주실의 상연중 하연정도

하연은 S연 상연은 Z연으로 하는 것이 일반적이다. 현의 상연의 꼬임을 줄때 양쪽 연사기에서 동시에 꼬임을 주는 것이 아니고 상연의 꼬임이 균일하도록 하기 위하여 하연을 한 3가닥의 실을 기준연사기에서 합친 후 이동연사기 쪽으로 합치면서 꼬임을 주고 이동연사기 까지 합쳐지면 양쪽 연사기로 꼬임을 주게 된다. 이때 하연한 꼬임이 상연의 꼬임을 줄때 풀리게 되므로 이동하면서 합쳐지는 동안 이동연사기는 S연의 꼬임을 주고 있다. 본 시험은 이때 얼마만큼의 S연을 하여야 하는가를 구명하기 위한 시험이다.

현에 대한 하연의 꼬임수는 정확히 계산하기가 어려운 점이 있다. 즉 하연의 꼬임수를 알기 위해서는 상연의 꼬임을 풀고 하연의 꼬임수를 검연기로 측정할 수가 있으나 현은 너무 딱딱하여 꼬임수를 측정하기가 용이하지 않다. 이와 같은 이유로 꼬임수와 밀접한 상관성을 가지고 있는 강력을 측정하여 간접적으로 하연의 꼬임을 추측하고자 하였다.

그림 10에서 보는바와 같이 상연중에 하연의 꼬임수를 주지 않을 때는 현의 강력이 순차적으로 커지고 하연의 꼬임수를 상연 꼬임속도의 85%를 줄 경우에는 현의 강력이 순차적으로 감소하였다. 그러나 하연의 꼬임수를 상연속도의 40% 줄 경우에는 현의 처음이나 마지막의 강력이 일정하게 유지하게 됨을 알 수 있었다.

## 적 요

1. 명주실현의 제조법을 구명하고자 상연과 하연의 꼬임수를 달리하여 시험한 결과 강력은 꼬임수가 적을수록 증가하였고 하연보다도 상연의 꼬임수의 영향이 컸다. 신도는 강도와 정반대의 결과를 나타내었다. 평균 하중에 대하여 60%에 대한 탄성반복회수는 강력과 같은 경향이었고 그 차이가 뚜렷하였고 탄성 신장률은 신도와 비슷한 경향이였다. 탄성률은 강도와 같이 꼬임수가 증가할수록 저하되었다. 관능평가 결과 꼬임수가 적으면 농현이 부족하여 어느 정도 이상의 꼬임이 필요하였다.

2. 명주실의 하연 정도가 물성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 상연의 꼬임수를 고정하고 하연의 꼬임수를 달리한 결과 꼬임수가 많아질수록 현의 강력은 감소하였고 신도는 증가하였다. 현의 탄성률은 강력과 비슷한 경향을 나타내었다.

3. 상연중에 하연의 꼬임수를 주지 않을 때는 현의 강력이 순차적으로 커지고 하연의 꼬임수를 상연 꼬임속도의 85%를 줄 경우에는 현의 강력이 순차적으로 감소하였다. 그러나 하연의 꼬임수를 상연속도의 40% 줄 경우에는 현의 처음이나 마지막의 강력이 일정하게 유지하게 됨을 알 수 있었다.

## 인용문헌

橋本太雄(1989) 邦樂器絲制作(選定保存技術の記録), 富士出版, pp. 85~147.  
 金英云(1997) 伽倻琴의 由來와 構造. 국악원 논문집 9: 3~24.  
 小篠洋之(1994) 傳統樂器と纖維- 箏, 琵琶, 三絃의 絲. 纖維と工業 50(12): 22~24.  
 張師勛(1969) 韓國樂器大觀, 韓國音樂學會, pp. 57.  
 南重熙(1985) 絹織物學, 東曠書林, pp. 49~51.  
 中島勝, 長瀬英俊, 大島貴裕, 熨斗秀夫, 内山生(1988) 纖維絃の音響特性に関する研究. 京都工藝纖維大學學術報告, 12: 129~151.