

# 알파인 스키판의 진동 및 감쇠 특성 ( Vibration and Damping Characteristics of Alpine Ski )

조기대\*, 한재흥\*, 이 인\*, 임종휘\*\*

\*한국과학기술원, \*\*광주전남지방중소기업청,

## 1. 서론

스키판은 추운 지방의 설상이나 얼음 위를 용이하게 다닐 수 있는 교통수단 중의 하나이며, 근대에는 스포츠로 발전하여 1914년에는 올림픽 경기 종목으로 채택되었다. 그 스키 종목은 노르딕 경기, 알파인 경기, 점프 등이 있는데 노르딕이나 점프는 일반 스키인들이 할 수 없는 특수한 기술을 요하는데 비해 알파인용 스키는 일반 스키로서 스키 인구의 저변확대와 더불어 많은 관심을 갖게 되었다. 1992년에 A 업체가 프랑스로부터 제조설비 및 기술을 도입하여 국내 최초로 생산을 개시하였으며 1994년에는 B 업체가 생산을 시작하여 현재 국내에서 2개 업체가 생산을 하고 있다 [1]. 국내 스키 인구는 소득 증가로 늘어나고 있으나 국내 생산품은 선진국으로부터 제조설비, 원부자재, 금형등 모든 것을 수입하여 설계 기술이 축적되지 않는 실정이다. 반면, 선진국들은 금형 설계와 디자인 개발로 자주 모델이 바뀌어 개발되고 있으며 내부 구조 설계도 다양하고 진동 흡수 기능을 향상 시키기 위해 스키판의 양 끝에 고무볼 또는 스키판위에 능동 감쇠층(Active Damping Layer)를 부착하기도 한다.

본 연구에서는 국내 생산 스키판의 품질 수준을 조사하고 향후 스키판의 내부구조 설계의 기초 자료가 될 수 있도록 알파인 스키판으로 국내 2개 업체 및 선진국 제품으로 스페인에서 제조한 제품의 진동

및 감쇠 특성을 실험적으로 구하고자 한다.

## 2. 스키의 특성 및 실험 방법

스키판은 일반적으로 세부분으로 나누어지며 앞부분은 톱(Top), 중간부분은 센터(Center), 뒷부분은 테일(Tail)이라고 한다[2]. 톱부분은 눈속에 파묻히는 것을 방지하기 위해 삼처럼 휘어져 있고, 중간부분은 쉽게 회전할 수 있도록 오목하게 폭이 좁아지고 톱과 테일쪽으로 향할 수록 두께가 얇아진다. 이러한 두께의 변화와 캠버(Bottom Camber)라고 하는 스키 전체의 휘어진 형태가 스키를 타고 있는 사람의 체중을 스키 전체에 분산시키며 고르지 않는 눈 표면을 매끄럽게 미끄러지도록 하는 기능을 한다. 너무 단단한 스키는 휘어짐이 작고 잘 미끄러지지 않으며 너무 부드러우면 불안정하다. 일반적으로 톱이 조금 유연하고 테일이 약간 단단한 스키가 조작하기 쉽다. 따라서 용도에 따른 형상 및 여러 정적/동적 특성을 고려할 수 있는 설계 기술이 필요하다. 특히, 스키판의 중간부분은 눈위에서 강한 하중을 받고 부츠 조립체(Shoe Assembly)의 강성은 스키판보다 높기 때문에 스키판의 전반부와 후반부의 동적 특성을 결정하는 것이 중요하다.

따라서 스키판의 전/후반부 진동 및 감쇠 특성을 확인하기 위한 본 연구를 위해 알파인 스키판으로 국내 2개 업체에서 각각 1종 2조 와 선진국 제품으로 스페인산

1종 1조를 사용하여 스키판의 전/후반부 동적 특성을 실험적으로 구하였다. 국내 생산품은 보강재가 글라스 화이버에 폴리우레탄을 발포한 Injection Form 형태이고 스페인산은 그라파이트 화이버에 박스 형태로 내부 구조를 이루고 있다. 각 스키의 형상자료는 표.1과 같다.

기본적인 실험 방법은 참고문헌[3, 4]을 참조하였으며 실험 장치는 Fig. 1와 같이 구성하였다. 길이에 따라 두께가 변화는 스키의 클램핑 조건을 구현하기 위해 3개의 고정자(Clamper)를 사용하여 160 mm 간격으로 고정하였다. 스키 전/후반부의 길이 변화에 따른 동적 특성을 확인하기 위해 Fig.2와 같이 공칭길이(Nominal Length ; Ln)의 절반 위치를 중심으로 앞뒤로 각각 150, 300 mm 길이를 가감한 위치에서 오른쪽 끝단 고정자를 고정하여 진동 시험을 수행하였다. 스키의 가진은 가격망치(Impact hammer, PCB 086 B01)를 이용하였고 비접촉식으로 압전식 가속도계에서 처럼 부가적 질량을 보정해줄 필요가 없는 레이저 센서(Laser Sensor, Keyence, LC-2320)를 이용하여 변위를 측정하였다. FFT 분석기(FFT Analyzer, HP 3567A)에 입력된 가진력과 응답변위는 신호 처리되어 주파수 응답함수로 변환된다. 이때 가진력은 힘 검출기(Force Transducer)의 잔류 진동 신호를 포함하고 있으므로 윈도우잉(Windowing)을 이용하여 제거되고 주파수 응답함수는 3번의 산술 평균을 실시하여 구하였다. 각 모드에서 고유 진동수와 감쇠비를 정확히 예측하기 위해 SMS사의 STAR MODAL 소프트웨어를 이용하여 주파수 응답함수를 다항식 커브 피팅하여 고유 진동수와 감쇠값을 얻었다.

### 3. 시험 결과 및 분석

Fig. 3- 5에는 국내 제품(A, B Company)

과 스페인 제품(C Company)에 대해 스키 전반부 길이 변화에 따른 첫번째 3개 굽힘 모드까지의 고유 진동수 및 감쇠비를 한 클램핑 위치에서 3번의 실험결과를 평균하여 나타내었다. 첫번째 모드에서는 모든 스키들이 공칭길이의 절반위치일때 감쇠비가 가장 크고 앞뒤 위치에서 감소하는 경향을 보인다. 표시된 모든 모드들이 공칭길이의 절반위치에서 감쇠비는  $A > B > C$ 의 크기를 가진다. 이 결과는 국산품이 스페인산보다 감쇠 효과가 큰 것을 의미한다. 그런데 굽힘에 대한 파괴하중값이 각각 323.2 kgf, 323.8 kgf, 365.0 kgf 으로 스페인 제품이 크다. 이는 보강재 형태가 국산과 다르기 때문에 나타난 현상이다. 따라서 향후 스키의 내부 구조 설계시 정적 강도와 동적 특성을 적절히 고려할 수 있도록 설계해야 함을 알 수 있다. 고유 진동수에 대해 표 현된 감쇠비에서 국산 A의 값이 왼쪽으로 이동되어 있음을 알 수 있는데 이는 국산 A의 공칭길이가 다른 것보다 약 10% 정도 크기 때문에 나타난 현상으로 판단된다.

Fig. 6 - Fig. 8에는 스키 후반부 길이 변화에 따른 첫번째 3개 굽힘 모드까지의 진동수 및 감쇠비를 나타내었다. 실험 결과는 스키 전반부 길이 변화의 경우와 유사한 결과를 보여주고 있다.

### 4. 결론

알파인 스키 3종 (국산 2종, 스페인 산 1종)의 전/후반부 동적 특성을 실험적으로 구하였다. 해마다 스키 인구가 30% 이상씩 늘고 있으며 향후 3 - 4년간 계속 증가세를 이룰 것으로 예상되고 국외 수출이 증가하는데 비해 국내 스키 산업은 초보적인 모방 단계에 머물고 있어 생산된 제품에 대한 성능 검토조차 미흡한 실정이다. 따라서 단기간내 모델이 바뀌는 패션 제품인 스키의 기술축적을 위해서는 내부구조

설계에 대한 검토 및 진동 흡수 기능에 대한 고려가 필요한데 본 연구의 결과가 향후 설계시 기초 설계 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

### 참고 문헌

1. 중소기업청, '96 기술 수요조사 보고서

(스키판)

2. ISO 5901, Alpine sis - Terms, Definitions and Measuring condition

3. ISO 6267, Alpine skis - Measurement of bending vibrations

4. 한국공업규격 5743 - 알파인 스키 시험 방법

표.1 시험에 사용된 각 스키의 형상 자료.

		국산 A	국산 B	스페인산 C
공칭 길이* [mm]		1969	1796	1780
중량 [g]		1827	1402	1338
너비 × 두께	톱 접설점 [mm]	73.95 × 6.47	71.24 × 6.16	73.55 × 6.18
	허 리 [mm]	68.39 × 20.76	64.91 × 19.29	64.35 × 15.31
	테일 접설점 [mm]	83.89 × 6.38	82.84 × 5.01	83.59 × 6.56

\* 스키의 곡면부까지 포함하여 톱에서 테일끝까지의 총 길이

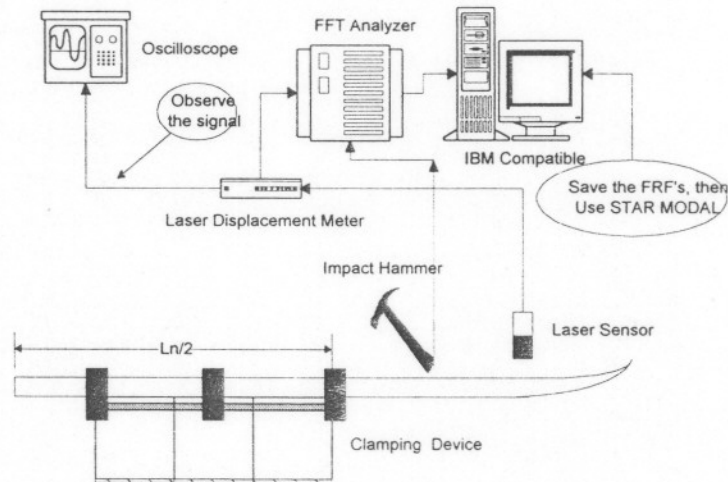


Fig. 1 Schematic diagram for the flexural vibration test of ski.

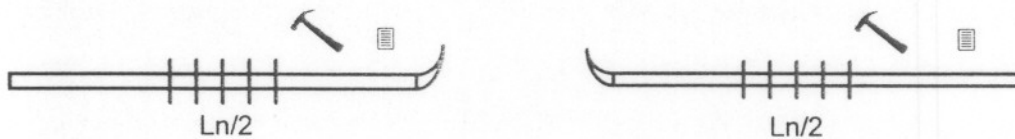


Fig. 2 Clamping Positions for the front and rear parts of ski.

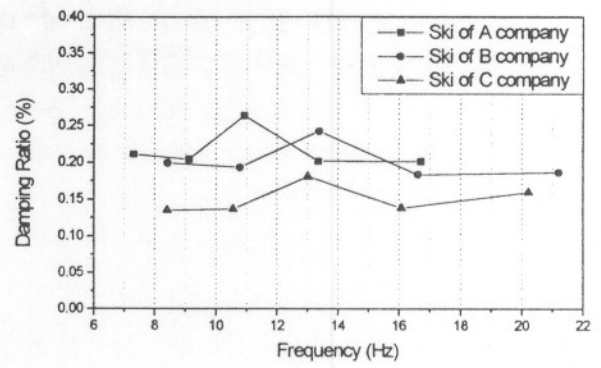
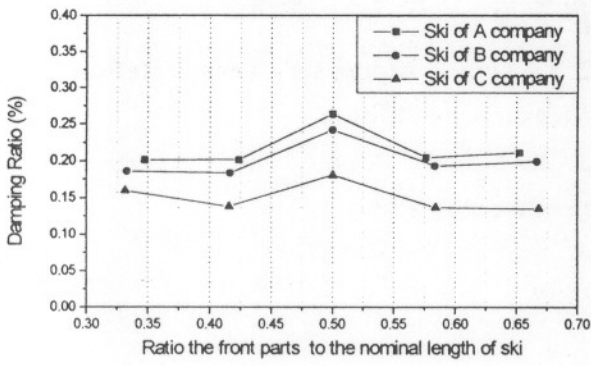


Fig. 3 Damping Ratio for the first mode at the front part of ski.

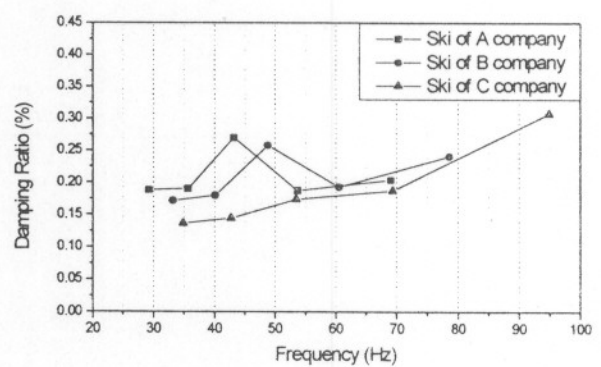
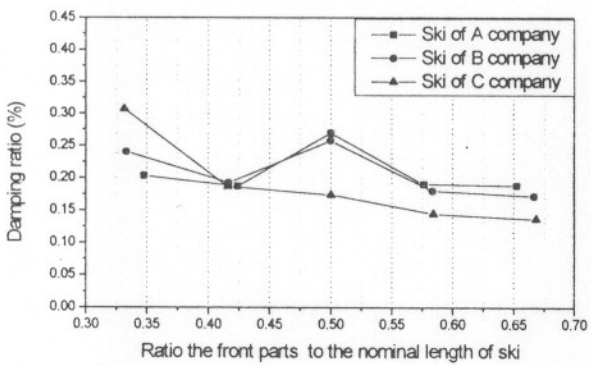


Fig. 4 Damping Ratio for the second mode at the front part of ski.

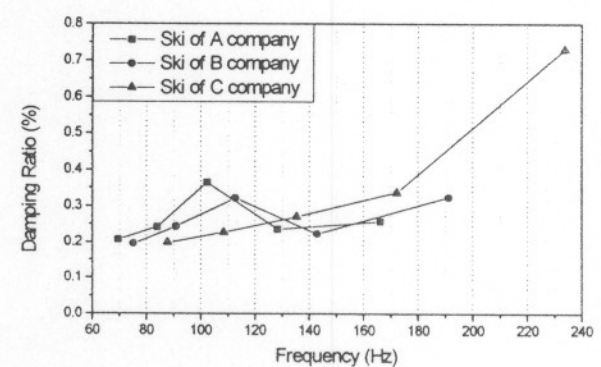
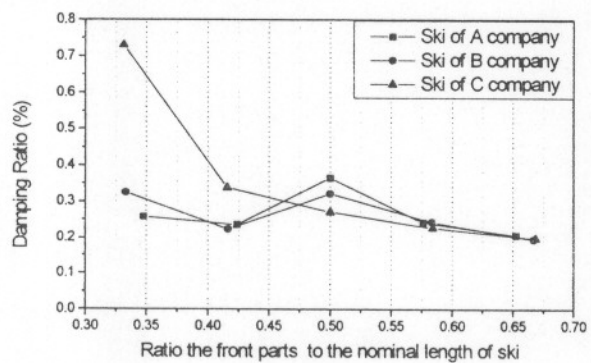


Fig. 5 Damping Ratio for the third mode at the front part of ski.

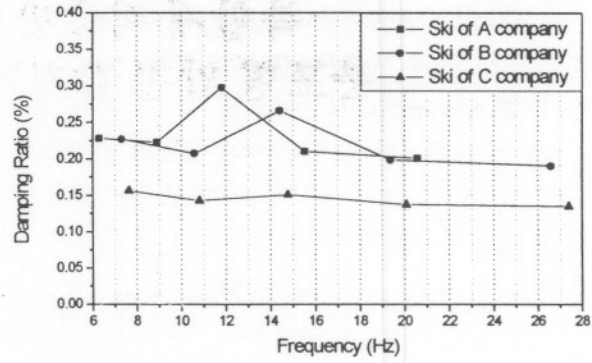
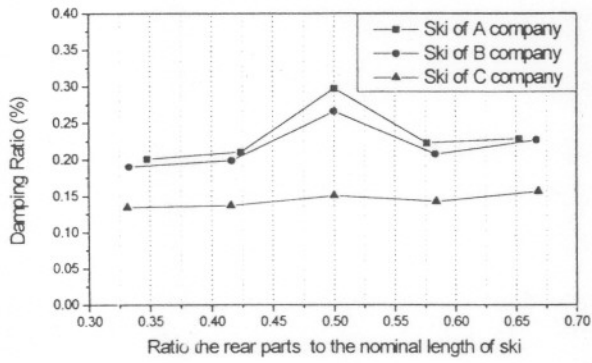


Fig. 6 Damping Ratio for the first mode at the rear part of ski.

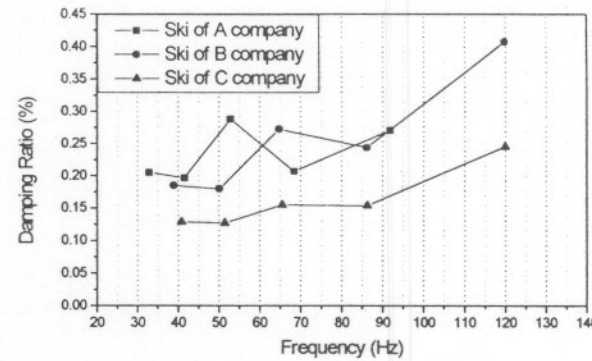
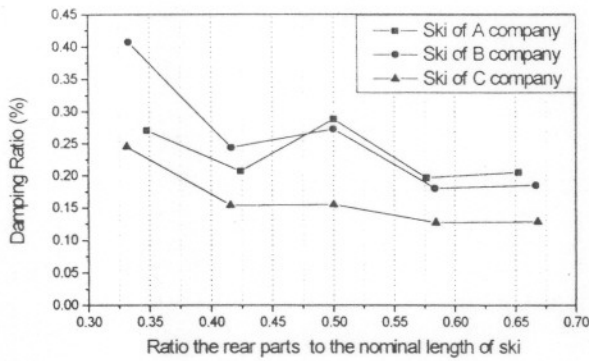


Fig. 7 Damping Ratio for the second mode at the rear part of ski.

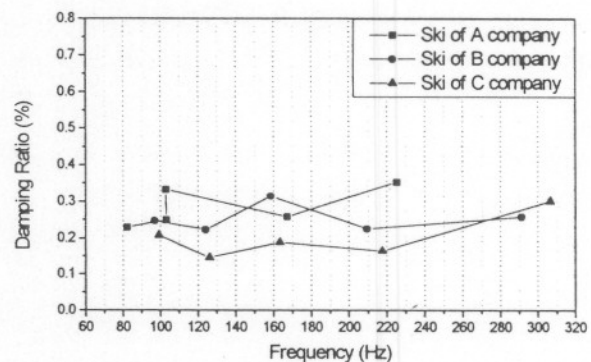
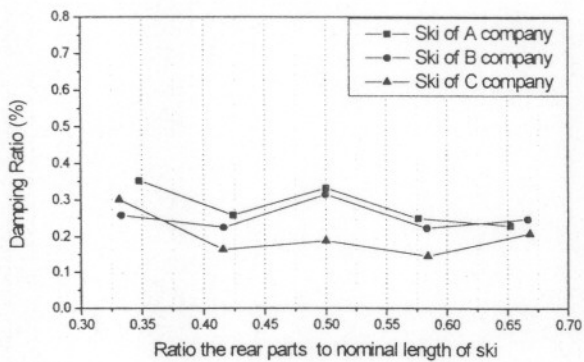


Fig. 8 Damping Ratio for the third mode at the rear part of ski.

1997년도

# 春季學術大會 論文集

일 시 : 1997년 4월 25 (금)

장 소 : 부 산 대 학 교

주 최 : 사단 한국복합재료학회  
          법인

후 원 : 한국과학기술단체총연합회  
          한국학술진흥재단  
          한국과학재단

## 제 2 발표장

◎ 이축하중을 받는 섬유강화복합재료 튜브의 강도 및 파단기구 이창수, 황운봉, 박현철, 한경섭 (포항공대) .....	59
◎ 탄소/탄소 브레이크 디스크의 기계적 특성에 관한 연구 유재석, 김정석, 김천곤, 홍창선 (KAIST) .....	64
◎ 농업용 페비닐을 이용한 <sup>1)</sup> Wood-Polymer Composite 개발에 관한 연구 김륜관, 최석주, 이재석, 윤태호 (광주과학기술원) .....	70
◎ 이축하중하의 평직 유리섬유강화 복합재료의 파괴거동 심재술 (LG전자), 황진호, 황운봉, 박현철, 한경섭 (포항공대) .....	73
◎ 열가소성 복합재료의 단순굽힘에서의 Spring-back 현상 남궁천, 이중희, John M. Rhee (전북대학교) .....	78
◎ 단일방향으로 적층된 탄소/에폭시 복합재의 R-곡선 이경엽 (원광대학교) .....	82
◎ Honeycomb 복합재료의 전단변형거동 이효수, 홍순형 (KAIST), 이재락 (한국화학연구소) .....	85
◎ 알파인 스키판의 진동 및 감쇠특성 조기대, 한재홍, 이인 (KAIST), 임종휘 (광주전남지방중소기업청) .....	89
◎ 복합재 적층판의 진동 제어를 위한 분포형 압전 감지기/작동기 설계 최적화 김승조, 유정규, 박근영 (서울대학교) .....	94
◎ Bis-GMA/Silica Composite Paste의 유변학적 성질에 관한 고찰 김상우, 장정식 (서울대학교) .....	99
◎ 용융산화법에 의한 세라믹기지 복합재료 제조에 적합한 합금원소의 개발 하용수, 조창현, 강정운 (부산대학교), 김일수 (동의대학교), 김철수 (국방과학연구소) .....	103
◎ 세라믹 기지 복합재료 제조시 용융산화법 (DIMOX)에 미치는 산화촉진제 (SiO <sub>2</sub> )의 영향 조창현, 하용수, 강정운 (부산대학교), 김일수 (동의대학교), 김철수 (국방과학연구소) .....	107
◎ 잔류응력을 고려한 금속복합재료의 탄소성 강도해석 서영호, 강충길 (부산대학교) .....	111
◎ 3차원 다단 브레이드 복합재료의 탄성 모델 변준형 (한국기계연구원) .....	115