

단기 착화테스트에 의한 구두골(shoe-last) 설계에 관한 연구

Development of Korean Shoe-last Based on Conformability in Short Term

김진호* · 황인극* · 박용복** · 김용진**

J. H. Kim* · I. K. Hwang* · Y. B. Park** · Y. J. Kim**

Abstract: The purpose of this study is to develop Korean shoe-last based on the conformability of shoe. For this work, the important dimensions for the conformability of shoe were investigated and the systematic methods for evaluating the comfortable shoe were developed. Different two types of shoe-last for men and women were used in the experiment, respectively. 8000 feet dimensions of Korean adults were analyzed for developing standard shoe-last in this study. A total of 10 subjects (ranged from 21 to 25 years old) participated voluntarily. They evaluated each shoes made by developed shoe-last. A rating scale and description was used to express the degree of conformability. Also, 26 feet dimensions were measured using martin-typed gauge and footprint. The relationship between foot dimension and conformability of shoe was analyzed. As a result, Korean standard shoe-last was suggested based on the based on the conformability of shoe. The evaluating methods will be expected to help designer find more important design parameters. We will also expect that the standard shoe-last guarantee the optimal gait and minimal workload, especially in aspect of conformability.

Key word: shoe-last, conformability of shoe

요 약: 본 연구의 목표는 새로 개발된 구두골을 평가하여 보다 편리하고 기능성이 향상된 구두를 제작할 수 있는 한국형 구두골(shoelast)을 설계하는 것이다. 구두의 적합성에 영향을 주는 인자를 찾아내고, 이들에 대한 평가 방법을 개발하여 인간공학 실험을 실시하였다. 새로 개발한 구두골은 남녀 각각 두 개의 타입(type)으로 10명의 평가자에 의하여 단기간(1주일)의 착화감 평가가 이루어졌다. 인체측정치와 발 부위의 상관성 평가, 피험자 각각에 대한 시계열분석의 결과를 종합하여 두 타입의 구두골에 대한 문제점을 파악하고, 그 개선점을 도출하였다. 이 결과를 바탕으로 한국형 구두골(shoelast) 설계 치수를 설정하였다. 본 연구에서 얻어진 결과는 구두 제작 공정에 직접 사용될 수 있으며, 구두의 쾌적성 및 기능성 향상에 크게 기여할 것으로 기대한다.

주요어: 구두골, 착화감

1. 서 론

최근의 설계되어지는 제품의 특성을 살펴보면 사용자의 신체 특성에 적합한 제품 개발이나 고기능성을 강조하는 경우가 많다. 신발의 경우 체육학의 스포츠화, 재활의학의 보조기능을 위한 보조화, 노년층을 위한 효도화 등 기능성을 강조한 신발설계가 이루어지

고 있다. 그러나 이러한 기능화된 신발을 설계하기 위해서는 신체특성(보행분석을 위한 신체 모멘트측정이나 모델링 등)에 관련된 연구가 선행되어야 하나 외국에 비해 미흡한 상태이다.

생산 시스템의 발전 방향을 보면 현재의 대량 생산 시스템과 적량 생산 시스템의 다음 단계로 고객에 의한 온라인 설계와 그 설계를 이용하여 제조하는 주문자 생산 시스템이 점차 주목을 받고 있음을 알 수 있다. 특히 구두의 경우 개개인에 따라 신체적인 조건이

* 공주대학교 산업시스템공학과

** 공주대학교 기계공학과

다르고, 생활 수준의 향상과 그에 따른 다양한 개성 및 욕구의 충족이라는 측면에서 주문자 생산 시스템을 적용하기에 매우 적합한 대상이다. 실제로 국내외의 구두 시장의 흐름을 주의 깊게 살펴보면 맞춤 신발 시장의 비중이 점차 커지고 있음을 알 수 있다. 주문형 구두 생산 시스템에 의해 소비자의 발을 측정하고 이에 맞는 구두를 빠른 시간 내에 제작, 생산하여 공급할 경우 다양한 효과를 기대할 수 있다. 즉, 소비자의 입장에서 기호에 따라 디자인을 선택하고 자신의 발에 적합한 구두를 구입하게 됨으로써 욕구를 충족시키고 만족도를 높일 수 있고, 생산자 입장에서 재고를 줄이고, 개발기간을 단축시키며, 소비자의 발 측정 데이터의 축적을 통하여 새로운 데이터베이스를 구축함으로써 주문형 구두의 생산을 대중화하고 기성화의 대량 생산에도 적극 활용할 수 있다.

주문형 신발뿐 아니라 일반 신발을 설계, 제작하기 위한 가장 핵심적인 기술은 구두골(화형, 靴型, shoelast) 설계 기술이다. 구두골은 신발의 내부 공간과 일치하는 형상의 목형으로 제작 공정에 필수적으로 사용되며 신발의 쾌적성 및 외형을 결정한다. 그러나 국내외의 구두골 제작은 거의 숙련자의 경험에 많이 의존하기 때문에 관련 기술의 축적과 보급이 어려운 실정이다. 이런 문제점을 해결하기 위해서 많은 사람들의 발 치수에 대한 정확한 데이터의 확보와 함께 이를 바탕으로 한 체계적인 구두골의 설계 기술의 개발이 필요하다[1, 2].

본 연구에서는 구두의 적합성에 영향을 주는 인자를 찾아내고, 이들에 대한 평가 방법을 개발하여 인간공학 실험을 실시하였다. 이 결과를 바탕으로 새로 개발된 구두골을 평가하여 보다 편리하고 기능성이 향상된 구두를 제작할 수 있는 한국형 구두골을 설계하였다.

2. 연구방법

2.1 피험자 선정

본 실험에서는 표준 구두를 정하여 이에 해당하는 사람을 대상으로 하였다. 표준 구두란 공주대학교에

서 측정된 8,000여명[3]의 발 치수 자료를 분석하여, 성인 남녀 중 가장 많이 분포된 치수에 해당된 구두를 말한다. 분석 결과 남자는 255 E, 여자는 235 E의 규격이 이에 해당되었는데, 남자는 맨발길이 255mm \pm 2mm, 볼둘레 254mm \pm 3mm 정도의 허용 오차, 여자는 맨발길이 235mm \pm 2m, 볼둘레 231mm \pm 3mm 정도의 허용 오차를 가지는 사람이 이에 해당되었다.

피험자는 공주대학교에 재학 또는 근무하는 성인을 대상으로 하였으며, 발 및 다리에 외상이 없으며, 구두를 신고 하루 3시간 정도 걸을 수 있는 사람으로서 2001.3.27-4.12까지 구두에 대한 평가를 성실히 수행할 수 있는 사람으로 하였다. 실험 당일 날 예비 후보 20명과 추가로 지원한 4명을 대상으로 피험자를 선정하였다. 선정하는 방법으로는 발의 외곽선을 그려 발길이(엄지발길이)를 측정하였고, 발둘레(척골-지골둘레)와 발등둘레(발등최소둘레)를 다시 측정하여 기준에 합당한 사람을 대상으로 피험자(남자 5명, 여자 5명)을 최종 결정하였다.(표 1) 이번 실험에서는 한 피험자가 두 개의 구두(구두 Type A, 구두 Type B라고 명명하였음)를 1주일씩 평가하게 되는데, 순서에서 오는 영향을 배제하기 위하여 임의로 구두를 선택하여 실험에 임하도록 하였다.

2.2 구두골 설계 치수 및 평가 구두 제작

그림 1은 구두골 설계 치수 및 평가 대상 구두를 제작하는 과정을 나타낸 것이다.

표 1. 피험자에 대한 인체측정 자료(단위: cm)

순번	남/여	발 측정 자료			1차 배포구두
		발길이	발둘레	발등둘레	
1	남	260.0	250.0	252.0	B
2	남	258.0	260.0	255.0	A
3	남	260.0	253.0	255.0	A
4	남	260.0	252.0	260.0	B
5	남	264.0	253.0	252.0	A
6	여	235.0	232.0	230.0	A
7	여	236.0	220.0	223.0	A
8	여	235.0	230.0	226.0	A
9	여	237.0	233.0	239.0	B
10	여	235.0	228.0	223.0	B

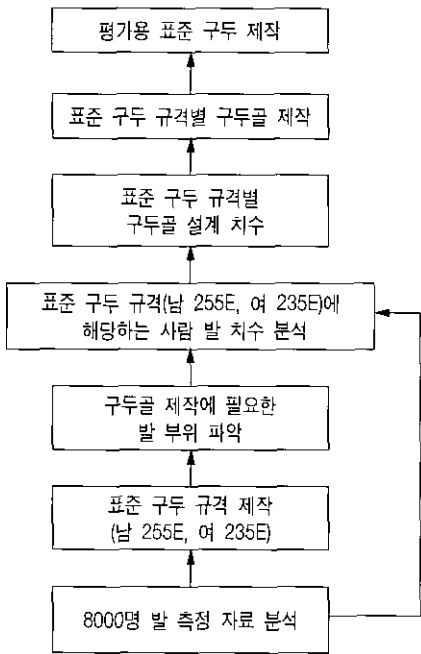


그림 1. 구두굽 치수 및 평가대상 구두 제작과정

착화테스트에서는 남자는 255 E, 여자는 235 E의 규격의 구두를 대상으로 실험하였다. 구두굽의 치수를 결정하기 위하여 8,000여 명의 발 치수 자료를 통해서 이 두 규격에 해당하는 사람을 모두 선택한 후, 구두굽 설계와 밀접한 9개 발 부위의 평균 값을 구하였다. 표 2와 3은 구두굽 설계에 적용된 9개 부위의 평균 값을 나타낸 것이다. 표 2와 3에 제시된 값을 이용하여 두개 타입의 구두굽이 제작되었다.

- Type A: 표 2와 표 3의 치수를 설계 치수로 반

영하여 제작한 구두굽

- Type B: 표 2와 표 3의 치수에 약 2mm 여유를 두어 설계 치수로 만들어 제작한 구두굽

그림 2와 그림 3은 이와 같이 제작된 구두굽의 설계치수를 나타낸 것이다.

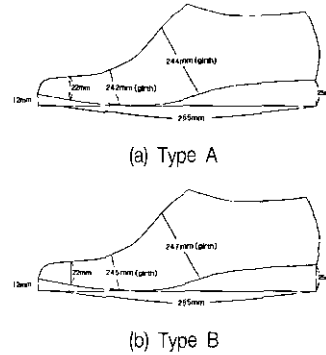


그림 2. 구두굽에 대한 설계 치수 (남자)

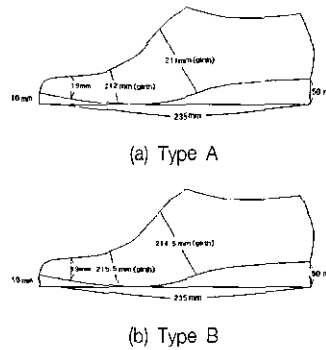


그림 3. 구두굽에 대한 설계 치수 (여자)

표 2. 구두굽 설계와 관련성 많은 9개 부위의 평균 치수 (남자) (단위: mm)

	복사점발안쪽 점길이	엄지발길이	복사점발바깥쪽 점길이	발너비	발등최소둘레	발등굽 최단둘레	척골-지골둘레	외과높이	엄지발가락 높이
평균	188.1	254.9	162.4	104.5	250.2	254.4	374.8	21.0	21.0
표준편차	3.8	1.5	5.2	4.0	9.1	10.1	12.0	4.4	3.3

표 3. 구두굽 설계와 관련성 많은 9개 부위의 평균 치수 (여자) (단위: mm)

	복사점발안쪽 점길이	엄지발길이	복사점발바깥쪽 점길이	발너비	발등최소둘레	발등굽 최단둘레	척골-지골둘레	외과높이	엄지발가락 높이
평균	173.9	234.97	149.4	95.2	223.1	230.7	340.8	62.5	18.6
표준편차	3.2	1.4727	4.6	4.0	8.9	8.7	10.3	4.1	2.8

제작된 구두꼴을 이용하여 평가용 구두를 제작하였다. 그림 4와 그림 5는 평가용 구두를 나타낸 것이다.

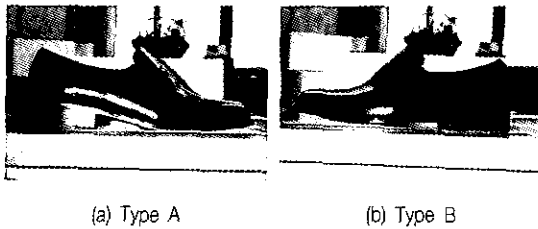


그림 4. 평가용 구두 (남자)

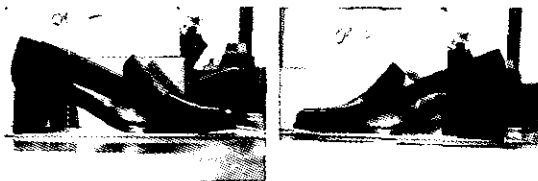


그림 5. 평가용 구두 (여자)

2.3 실험방법 및 일정

착화감 실험은 2001년 3월 28일부터 4월 12일까지 2주일에 걸쳐 공주대학교 산업공학과 실험실에서 이루어졌다. 실험 전에 실험의 목적, 평가 방법 및 주의 사항에 대한 교육을 실시하였으며, 피험자의 동의와 실험에 성실히 임하겠다고 하는 확인서를 작성하도록 하였다. 피험자는 무선화에 의해 선택된 구두를 일주일 동안 신으면서 착화감을 평가하고, 그 후 1주일 동안은 다른 구두를 평가하게 하였다. 피험자는 어떤 구두를 평가하고 있는지를 알지 못하게 하였으며, 평가 기간 동안은 다른 신발을 신지 못하도록 하였고, 하루 평균 3시간 이상 보행하도록 하였다.

평가 방법은 이번 실험을 위하여 새로 개발된 약 20문항의 평가지를 이용하여 주관적으로 느낀 착화감 관련 문항을 직접 작성하도록 하였다. 평가지는 총 4회(1일, 2일, 4일, 7일)로 구성되었다. 1일차(실험시간은 오전 10-12시 경)에는 구두를 나누어주고 약 30분 동안 보행을 실시한 후 평가가 이루어졌다. 2일차와 4일차의 평가는 평가지를 피험자에게 나누어주고, 오

후 2시 경 본인이 직접 작성하여 실험실에 제출하도록 하였으며 7일차의 평가지는 실험실을 직접 방문하여 작성하도록 하였다. 실험이 끝난 다음날 4회 동안 작성한 평가지를 바탕으로 구두의 착용감에 대한 종합적인 인터뷰가 이루어졌다. 이 인터뷰에는 특별한 양식이 없었으나 구두의 전반적인 편안함, 특별히 불편한 부위, 느낀점, 문제점 및 개선사항(요구사항) 등에 대한 질문과 토의가 면담방식으로 이루어졌다.

또한 발의 크기/형태와 착화감과의 관련성을 파악하기 위하여 피험자의 발을 측정하였다. 측정은 실험 첫날 이루어졌으며, 인체측정 용어 및 측정방법은 KS A 7003(인체측정 용어), KS A 7004(인체측정 방법)에 따라 측정하였고, 오른쪽과 왼쪽 모두 측정하였다.

3. 자료 분석

본 연구에서는 크게 두 가지의 관점에서 착화감 분석이 이루어졌다. 먼저 구두꼴 설계에 반영된 9개 주요 부위와 착화감 사이의 상관성이 분석되었다. 이 분석에서는 총 72개 (9개 부위*왼쪽/오른쪽*구두 Type*남녀=9*2*2*2)의 도표가 작성되었다. 그림 6은 '복사점 발안쪽점길이'와 '구두길이 착화감'의 관련성을 나타낸 것이다. 선은 피험자 5명에 대한 '복사점 발안쪽점길이'를 나타낸 것으로 중심(교점)은 설계에 반영된 평균값 188.10mm이다. 점은 피험자별 착화감을 나타낸 것(4회5명=20개 점)이다. 예를 들어, 그림 10의 오른쪽 구두 A의 첫 번째 피험자의 경우 착화감을 4, 2,

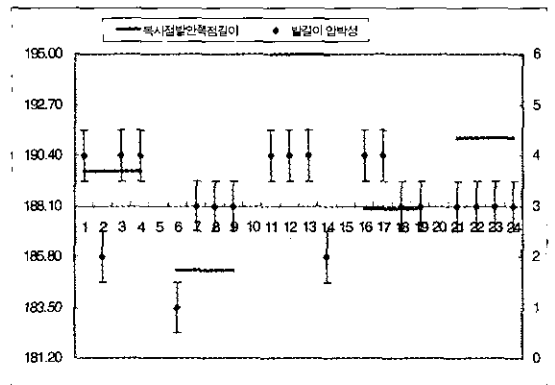


그림 6. '복사점 발안쪽점길이'와 '구두길이 착화감'의 관련성 예시 (남자, 오른쪽 구두 Type A)

4, 4로 응답하였다. 이 값은 첫날, 이틀째, 4일째, 7일째의 착화감이며, '1'은 '압박이 전혀 없음'로부터 '5'는 '압박이 매우 심함'을 나타낸다.

두 번째는 피험자별로 전체적인 착화감 평가 결과를 시계열적으로 요약하였다. 그 결과는 표 4와 같이 정리되었다.

두 가지의 결과를 고려하여 Type A 구두와 Type B 구두를 평가하였으며, 단기 착화감을 고려하여 구두골 치수를 수정, 설정하였다.

표 4. 남자 피험자 1의 구두 평가 결과

	신체적 특징	구두 Type A	구두 Type B	비고
불편한 부위		발바닥, 새끼 발가락(약간)	만족(처음 발 너비 불편)	
세부평가				
발길이	몸장발 형태 (복사점발안쪽 점길이, 엄지발 길이 적음)	약간 압박	약간 압박(초기 만족)	
발너비		적당함	적당함	
발등	발등굽최단둘레 적음	적당함(약간은 조인 듯함)	약간 조임	
발뒤꿈치(높이)	외과높이 낮음	약간 헐렁함	헐렁함	
발뒤꿈치(너비)		적당함	약간 헐렁함	
발가락(높이)		약간 조임	조임	
족궁		적당한 편임	적합함	
전체적인 평가		약간 좋은 편이나 조인 듯함	보통임	
비고		너비, 둘레는 B보다 2mm 증가, 발길이 2mm 증가. 뒤꿈치는 좋음(감싸는 느낌이 부족)		

4. 연구 결과

본 연구에서는 두 가지의 서로 다른 구두골을 제작하여 단기 착화감 평가를 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

4.1 남자

9개 주요 부위(라스트 반영 치수)에 대한 착화감 평가 결과는 구두길이를 2mm 정도 증가하여야 하고, 구두너비는 구두 B의 경우 구두너비의 압박성은 적당한 것으로 나타났다. 구두 발등 압박성에서는 구두 A

는 약간 조이는 경향이 있었으나 구두 B의 경우 구두너비의 압박성은 적당한 것으로 나타났다. 또 구두 발뒤꿈치의 압박성은 구두 A, B 모두 구두 발뒤꿈치의 압박성은 적당한 것으로 판단되나, B의 경우 약간 느슨한 느낌이 들기 때문에 A가 더 적합할 것으로 나타났다. 구두 발가락의 압박성에서는 구두 A는 압박성이 있었으나 구두 B의 경우 구두발가락 높이의 압박성은 적당한 것으로 나타났다.

개인별 평가 결과에서는 피험자 1은 Type B가 적합하고, 오른쪽은 길이부분만 2mm 증가가 필요하였다. 피험자 2는 너비, 둘레만 B로 하면 문제가 없었으며 다만 족궁은 A가 더 좋은 것으로 나타났다. 피험자 3은 뒷부분은 A, 앞부분은 B(특히 너비, 둘레), 족궁은 A가 적합하였으나, 길이는 2mm 증가가 요구되었다. 피험자 4는 너비, 둘레는 Type B가 좋았으나 뒤꿈치부분은 2mm 증가, 길이는 2mm 증가가 필요하였다. 피험자 5는 Type A가 적합하였고, 길이만 2~3mm 증가가 요구되었다.

위의 결과를 종합하면 구두길이는 2mm 정도 증가하고, 구두 형태는 앞 부분은 B 형태 (발가락 부분 높이 포함), 뒷 부분은 A 형태로 구두골을 수정하면 될 것으로 판단되었다(그림 7).

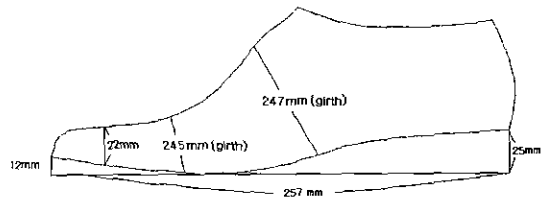


그림 7. 수정된 남자 구두골 치수

4.2 여자

9개 주요 부위(라스트 반영 치수)에 대한 착화감 평가 결과 구두길이의 압박성으로 인해 구두길이를 1~2mm 정도 증가하여야 할 것으로 나타났다. 또 구두너비의 압박성으로 인해 구두 B를 기준으로 1mm 증가하는 것이 적당한 것으로 나타났으나, 구두 B의 경우 구두너비의 압박성은 적당한 것으로 판단되었

다. 구두 A, B 모두 구두 발뒤꿈치의 압박성은 적당한 것으로 판단되었으나, B의 경우 약간 느슨한 느낌이 들기 때문에 A가 적합할 것으로 판단되었으며, 구두 B의 경우 구두발가락높이의 압박성은 적당한 것으로 나타났다.

개인별 평가 결과에서는 피험자 1은 너비, 둘레는 A와 B 중간, 뒤꿈치는 3mm 축소가 필요하였다. 피험자 2는 Type B가 적합하였으나 길이는 1~2mm 증가가 요구되었다. 피험자 3은 A와 B의 중간, 피험자 4는 앞부분은 B, 뒷부분은 A가 적합한 것으로 나타났다. 피험자 5는 너비, 둘레는 B보다 2mm 증가되고, 구두길어도 2mm 증가가 필요하며, 뒤꿈치는 약간 조일 수 있도록 구두골을 설계하여야 할 것으로 판단되었다.

위의 결과를 종합하면 구두길이는 2mm 정도 증가가 요구되며, 구두 형태는 앞 부분(발가락 부분 높이 포함)은 B 형태, 뒤 부분은 A 형태가 적합할 것으로 판단되었으며 뒤꿈치 부분도 감싸주도록 수정하여야 할 것으로 판단되었다. 그림 8은 수정된 구두골의 치수를 나타낸 것이다.

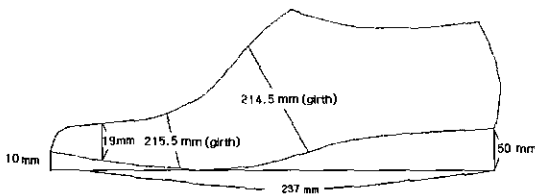


그림 8. 수정된 여자 구두골 치수

5. 토의 및 결론

본 연구에서는 새로 개발된 구두골을 평가하여 보다 편리하고 기능성이 향상된 구두를 제작할 수 있는 한국형 구두골(shoelast)을 설계하는 것이다. 구두의 적합성에 영향을 주는 인자를 찾아내고, 이들에 대한 평가 방법을 개발하여 인간공학 실험을 실시하였다. 새로 개발한 구두골은 남녀 각각 2개의 타입(type)으로 10명의 평가자에 의하여 단기간(1주일)의 착화감 평가가 이루어졌다. 인체측정치와 관련 발 부위의 상

관성 평가, 피험자 각각에 대한 시계열분석의 결과를 종합하여 두 타입의 구두골에 대한 문제점을 파악하고, 그 개선점을 파악하였다. 이 결과를 바탕으로 한국형 구두골(shoelast) 설계 치수를 설정하였다.

본 연구에서 선정된 피험자는 대학생이 많았기 때문에 구두를 신어 본 경험이 적었고, 현재의 유행은 구두 머리 부분이 긴 형태이므로 발에 적합한 구두를 평가하는데 익숙하지 않은 피험자가 일부 있었다. 그리고 발에 딱 끼는 구두를 1주일 동안 착용하여 1개의 구두를 평가하고, 이어서 다른 구두를 신게 한 결과 발의 학습성이 있을 수 있었다. 추후 연구에서 이런 문제점을 보완할 계획이다.

본 연구에서 얻어진 결과는 구두 제작 공정에 직접 사용될 수 있으며, 구두의 쾌적성 및 기능성 향상에 크게 기여할 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] 강동화, 주문형 신발 제작을 위한 발의 3차원 형상 측정 시스템의 개발, 서울대학교 대학원 석사논문, 1999.
- [2] 강희석, 물리적 거동 효과가 포함된 모델링 기법을 이용한 주문형 신발 제작용 구두골의 설계, 서울대학교 대학원 석사논문, 1999.
- [3] 김용진 외, 기능성 재화(구두)의 설계 및 평가에 관한 연구, 과학기술부 특정과제, 공주대학교, 2001(진행중).
- [4] 조명섭, 김현빈, 조창석, 김치용, 최숙희, 인체(발) 계측 및 운동화(Jogging Shoe)의 화형설계기준설정 에 관한 연구보고서, 한국과학기술원, 1985.
- [5] 최선희, 한국 성인 여성의 발 형태와 구두 착용 실태에 관한 연구, 연세대학교 대학원 석사논문, 1998.
- [6] 日本皮革産業聯合會, 足型研究開發事業 報告書, 昭和 63年.
- [7] 日本皮革産業聯合會, 靴適合性向上研究會 研究事業 報告書, 平成 4年.
- [8] C. Jordan and R. Bartlett, Pressure Distribution and Perceived Comfort in Casual Footwear, *Gait*

- & *Posture*, Vol. 3, No. 4, 1995.
- [9] F. T. Cheng and D. B. Perng, A Systematic Approach for Developing a Foot Size Information System for Shoe Last Design, *International J. of Industrial Ergonomics*, Vol. 25, 1999.
- [10] M. Kouchi, Analysis of Foot Variation based on the Medial Axis of Foot Outline, *Ergonomics*, Vol. 38, No. 9, 1995.
- [11] R. S. Goonetilleke and A. Luximon, Foot Flare and Foot Axis, Measurements, *Human Factors*, December 1999.
- [12] R. S. Goonetilleke, Footwear Cushioning: Relating Objective and Subjective Measurements, *Human Factors*, June 1999.