

팽이기초 메카니즘을 융합한 신개념 신발 개발 연구

김연덕¹, 이지현¹, 김상환^{1*}
¹호서대학교 토목공학과

Development of advanced technology shoes combined conical top foundation mechanism

Yeon-Deok Kim¹, Ji-Hyun Lee¹, Sang-Hwan Kim^{1*}

¹Civil Engineering, Hoseo University

요약 본 연구는 지반공학이론과 생체공학이론을 융합시켜 지반과 발의 상호거동에 대하여 학제간 융합 메카니즘을 개발하는 연구이다. 지반공학 분야에서 널리 적용되고 있는 팽이기초(Conical top foundation)의 메카니즘을 이용하여 단단한 지반 및 연약한 지반에서의 안전하고 편안한 보행이 가능하게 하는 신개념 신발을 개발하였다. 새롭게 개발된 신발에 대한 검증은 위하여 실험적으로 확인하였다. 실험을 수행하기 위하여 이 연구에서 개발된 융합이론에 따라 신개념 신발을 설계하고 시제품을 제작하였다. 또한 연약한 지반과 단단한 지반으로 구분하여 인공지반을 조성하고 보행 시 일반적인 기존신발과 신개념 신발의 족저압에 대하여 특수한 측정 장비를 이용하여 측정하였다. 실험 결과로부터 신개념 신발의 실질적인 거동과 이론적인 예측이 매우 일치한다는 것을 확인하였다. 따라서 융합 메카니즘이 적용된 신개념 신발의 경우 강도와 강성이 불규칙적인 지반의 경우에도 위치별로 팽이원추부에 의하여 지반의 특성에 따라 상호거동에 의한 평형상태로 유지하도록 보행 시 하중 전이가 발생하여 인체공학적으로 발바닥에 가해지는 압력이 균등해져서 안정된 보행을 할 수 있다는 것을 확인하였다. 또한 본 연구는 향후 새로운 형태의 다양한 학제간 융합 메카니즘을 개발하는데 유용하게 이용될 것으로 기대 된다.

Abstract This paper presents the interdisciplinary study of a combined mechanism on the interactions between ground and foot using bioengineering and geotechnical engineering. A new mechanism of advanced technology shoes, which can be made safe with a comfortable gait on both soft and hard ground, were developed combining the mechanism of conical top foundation. The experimental tests were carried out to verify the developed shoes. The prototype shoes and test grounds were designed and produced to perform the tests. The general existing shoes and advanced technology shoes were used to measure the pressures re-acting the sole during the tests by a special measurement system. The results clearly showed that the pressures acting on the sole of advanced technology shoes were distributed uniformly compared with that of the existing shoes, and were in good agreement with theoretical approach of the new mechanism. Therefore, the advanced technology shoes could allow a safe gait ergonomically by a new mechanism on any ground type. The load transfer could occur by the interaction between ground and shoes. In addition, these results are expected to be useful for the development of an interdisciplinary study of a new mechanism in the future.

Keywords : advanced technology shoes, conical top foundation, experimental test, sole pressure

1. 서론

국내적으로 신발산업은 90년대 초까지 정점으로 생산

및 수출이 급격히 감소하기 시작하였다. 그러나 최근 신발과 관련한 부품소재 산업과 특수화, 기능성 신발 분야의 급성장으로 제 2의 부흥을 이루고 있다[1]. 현대에는

본 논문은 한국연구재단 연구과제(NRF-2013R1A1A2020907)로 수행되었음.

*Corresponding Author : Sang-Hwan Kim(Hoseo Univ.)

Tel: +82-41-540-5034 email: kimsh@hoseo.edu

Received January 13, 2016

Revised February 17, 2016

Accepted March 3, 2016

Published March 31, 2016

취미 활동, 여행 및 운동 등 다양한 활발한 활동을 하며 건강을 유지하려 노력한다. 이에 걸맞게 연구도 다양하게 진행 되고 있으며 신발 연구 또한 기능적 면에서나 활동적 면에서 다양하게 진행 되고 개발되고 있다. 최근 이러한 추세를 반영하듯 사막 마라톤, 낙타 타기, 4륜 바이크 사파리, 사막스키[2], 등 누구나 쉽게 사막을 접하고 즐기고 생활할 수 있게 되었다. 그러나 이런 수요에도 불구하고 느슨한 지반인 모래지반에 특성화 된 신발에 대해서는 연구 사례를 찾기 힘들다. 대부분의 연구는 단단한 지반에서의 기능성 신발에 관한 제품 및 연구가 진행되는 상태이다. 이에 따라 느슨한 지반에서도 안정적인 보행이 가능한 신발을 개발하려한다.

국내 연구의 경우 신발 종류에 따라 보행시 단단한 지반인 콘크리트지반 및 느슨한 지반에서의 족저압분석[3]이 있으며 대부분 연구는 보행시 지면으로부터 충격력을 최소화하기 위해 지면반발력의 분포에 대한 분석[4] 기존 국·내외에서 이루어진 실험들은 유동성이 없는 단단한 지반에서의 실험이[5] 주를 이루고 있다. 또한 미국 MIT 내 CSI(Center for Sports Innovation)에서는 미국 New Balance 사와 공동기술개발을 통해, 철인 3종경기화, 마라톤화, 사이클화 등 고기능성 생체 역학적 연구를 활성화 하고 있다[6]. 본 논문은 지반거동이론과 생체거동이론을 융합시켜 지반과 발의 상호거동에 대하여 융합적인 생체 메카니즘의 개발연구로 지반공학 분야에서 널리 적용되고 있는 팽이기초 (Conical top foundation)의 메카니즘을 이용하여 단단한 지반 및 연약한 지반에서의 안전하고 편안한 보행이 가능한 신발을 개발하는 데 목적이 있다.

2. 팽이기초의 이론적 배경

본 연구를 수행하기 위하여 응용된 지반공학 분야 중 팽이기초 원리와 메카니즘에 대하여 검토하면 다음과 같다.

팽이기초공법은 Fig. 1. 과 같이 연약하여 지지력이 부족한 지반위에 팽이의 원추부가 방석처럼 자리하고 그 아래 지반지층에 팽이의 말뚝부가 촘촘히 박혀있는 형태로 되어 있다.

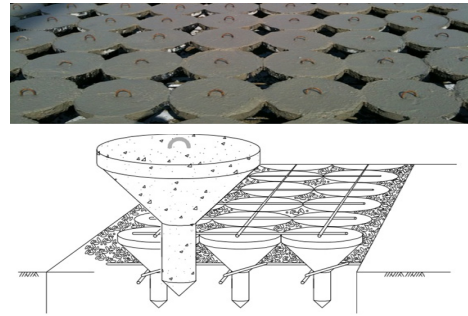


Fig. 1. Conical top foundation

이 기초의 기본 메카니즘은 팽이를 서로 붙잡아 매어 팽이기초는 유연성이 있는 강성지반구조로 된다. 팽이 원추부의 접지 면은 45° 로 수평적 접지면의 약 1.4배 증가하게 되며, 접지면의 각도 때문에 연직재하 하중이 수평력과 수직력의 응력으로 나누어지면서 수평력은 서로 상쇄가 된다. 습지도저의 트랙에 붙어있는 45° 의 톱날과 같은 것이어서 응력분산 효과와 측방유동 억제라는 역학적 특성이 확실하게 이루어짐으로서 지지력의 증대와 침하의 억제라는 효과로 나타나게 된다.

기초위의 재하하중이 팽이기초사이의 지반을 압축 구속하여 강성지반구조를 형성하지만, 응력집중을 방지하여 하중을 분산시키게 된다. 따라서 강성지반구조를 형성함에도 불구하고 지반내의 응력분포는 등분포가 되고, 주변지반의 측방변형을 구속하게 된다.

이와 같은 팽이기초사이의 지반구속 효과로 기초와 부근의 지반이 개량되는 것과 같은 지지력증가와 침하량 억제의 효과가 나타나는 것이다. 따라서 Fig.2과 같이 팽이기초에서는 하중재하가 등분포재하형식으로 침하형태도 균등침하형식으로 나타나며 응력분산효과에 의하여 지중응력이 감소하므로 재하하중이 전체적인 지반심도 까지 영향을 주지 않게 된다.

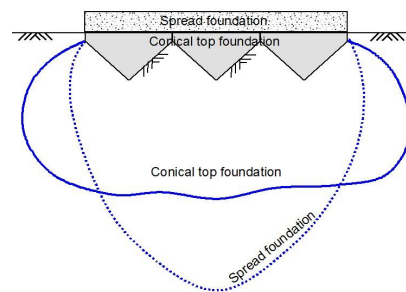


Fig. 2. Conical top foundation mechanism

특히 일반 독립기초(Spread foundation)의 경우에는 Fig. 2. 에 나타난 것과 같이 측방유동 원인으로 중앙의 바로 아래에서만 응력증가가 나타나 큰 침하가 발생하게 된다. 그러나 팽이기초(Conical top foundation)의 경우에는 오히려 기초지반의 구속 효과가 일어나 지반의 측방유동이 방지되고 침하가 억제되는 거동 메카니즘을 보이게 된다.

3. 신개념 신발의 생체메카니즘 개발

3.1 신개념 신발의 구성 및 구조설계

팽이기초의 원리와 메카니즘을 기본적인 개념으로 적용하여 개발된 신발의 구성은 Fig. 3. 와 같다.

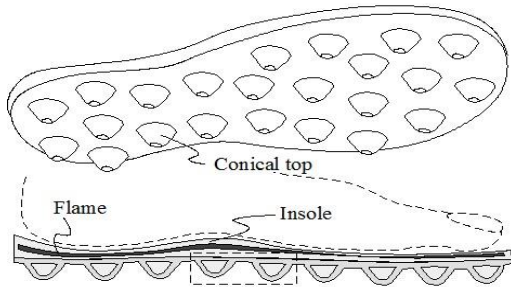


Fig. 3. Shoes structure

기본적으로 신발바닥에는 팽이형태의 원추를 배열시켜 팽이기초의 거동 메카니즘을 발휘하도록 설계하였다. 팽이원추의 배열은 일반적으로 신발 폭의 50%에 해당되는 지반심도까지 개량되도록 계획하고 팽이원추의 직경만큼의 간격으로 배치하였다.

Fig. 4.는 팽이원추의 구조를 나타낸 것으로 팽이원추의 외피와 내부의 재료를 달리하였으며 기본적으로 외피가 내부 재료보다 강성이 크도록 계획하였다.

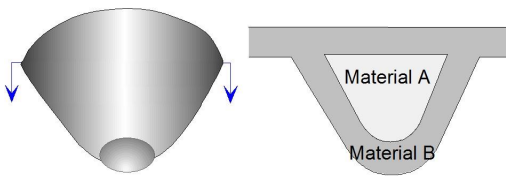


Fig. 4. Conical top structure

또한 각 팽이원추의 제원 즉, 크기 지름과 높이는 지반 및 지면의 종류와 형태, 그리고 사람의 체중 등을 고려하여 상호 역학적 분석과 외피와 내부재료의 역학적 거동을 검토하여 다양하게 변경할 수 있도록 계획하였다.

특히 깔창은 보행 시 발바닥이 항상 접하게 하여 발바닥의 형태가 유지되도록 발꿈치 밑 부분과 발바닥 중앙부 그리고 보행 시 절곡되는 발가락 연결부 등으로 구분하여 Fig. 5. 와 같이 깔창의 형상을 다르게 설계하였다.

또한 깔창재 내부에는 깔창뼈대를 삽입하여 발바닥으로 전달되는 체중이 팽이모양 부재에 균등하게 전달되도록 깔창재보다 강성이 상대적으로 큰 재료로 계획하였다.

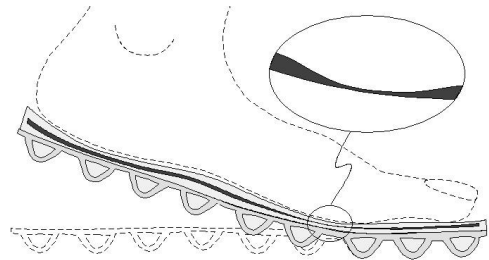


Fig. 5. Insole structure with frame

특히 깔창 뼈대는 Fig. 5. 과 같이 두께를 다르게 하여 휨 강성의 차이를 줌으로써 보행 시 절곡부가 유연하게 구부러지도록 휨 강성이 큰 부분과 작은 부분으로 구성하여 보행 시 인체의 피로감을 최소화 시켜주며 착각감을 향상시켜줄 수 있도록 설계하였다.

3.2 지반과 팽이원추의 상호 역학적 거동

지반과 팽이원추의 상호 역학적 거동은 지반의 강성 및 강도의 차이가 있는 연약한 지반과 단단한 지반에서 서로 상이하게 나타난다. 그러나 본 연구에서 설계 개발된 신발의 경우 사람의 발바닥에서 인지되는 반응은 동일하다는 것이 특징이다. 따라서 서로 강도 및 강성이 다른 지반에서 어떠한 거동 메카니즘에 의하여 동일한 반응을 나타나게 되는지 이론적으로 설명하면 다음과 같다.

3.2.1 연약한 지반에서의 상호 역학적 거동

팽이원추의 구조적 강성이 지반보다 상대적으로 큰

연약한 지반에서는 Fig. 6.에서 보여주는 것과 같이 보행 시 체중에 의하여 팽이원추는 지반에 파고들게 되고 관입되는 압력으로 일정깊이까지 관입된 팽이원추 부피만큼 지반이 다져지게 되어 1차적으로 다짐효과에 의하여 지반의 개량효과를 얻게 된다.

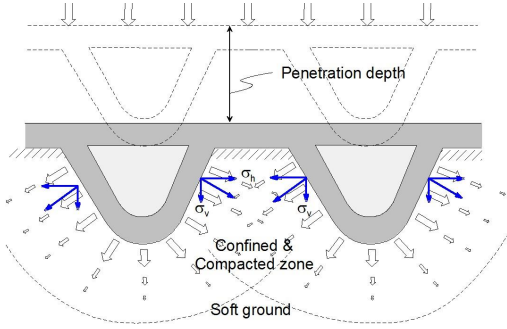


Fig. 6. Interaction behaviour on the soft ground

또한 사람의 발바닥에서 가해지는 연직재하하중이 팽이원추의 경사면에서 수평응력(σ_h)과 수직응력(σ_v)으로 나누어지게 되며 이 중 수평응력은 팽이원추 사이의 연약한 지반의 구속응력을 증가시키게 된다. 구속응력의 증가는 식(1)에서 보여주는 바와 같이 강도 및 강성을 증가시키게 되어 연약지반은 일정깊이 개량효과를 얻게 된다.

$$\tau_f = f(\sigma_c) \quad (1)$$

여기서 τ_f 는 지반의 전단강도이고 σ_c 는 지반에 가해지는 구속응력이다.

따라서 연약한 지반에서도 일반적인 지반에서 보행하는 것과 동일한 반응을 얻게 된다.

3.2.2 단단한 지반에서의 상호 역학적 거동

단단한 지반의 경우 팽이원추의 삽입된 부피는 지반의 강도 및 강성이 크기 때문에 연약한 지반보다 단단한 지반에서 상대적으로 관입 부피는 적게 나타난다.

Fig. 7.과 같이 팽이원추의 구조적 강성이 지반보다 상대적으로 작은 단단한 지반에서는 보행 시 체중을 가하면 팽이원추는 지반에 파고들지 못하고 모양이 압축되어 체중과 평행상태가 유지 될 때까지 변형이 발생된다.

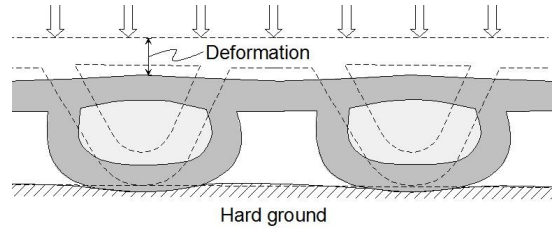


Fig. 7. Interaction behaviour on the hard ground

이는 강성이 작은 팽이원추가 내부재료와 함께 압축되면서 부분적으로 지반변형과 함께 팽이원추는 Fig. 8.와 같이 지반과 팽이원추의 복합 스프링 거동으로 작용하는 것이다.

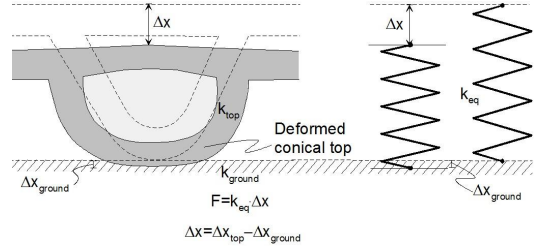


Fig. 8. Interaction model of conical top and ground

이러한 복합스프링거동에 대하여 이론적으로 나타내면 식(2)와 같다.

$$F = k_{eq} \Delta x \quad (2)$$

여기서 k_{eq} 는 팽이원추와 지반의 복합 등가 스프링상수로써 식(3)과 같이 나타낼 수 있으며, Δx 는 변형량으로 팽이원추의 변형량(Δx_{top})에서 지반의 변형량(Δx_{ground})을 제외시킨 값이다.

$$k_{eq} = \frac{k_{top} k_{ground}}{k_{top} + k_{ground}} \quad (3)$$

이와 같은 거동은 불규칙적인 지반의 강도와 강성을 보이는 경우일지라도 위치별로 팽이원추가 서로 상이한 압축 거동에 의하여 평형상태를 유지하기 때문에 인체공학적으로 발바닥에 가해지는 압력이 균질해져 안정된 보

행을 할 수 있게 되는 것이다.

또한 보행 시 스프링의 반력과 같은 작용으로 발걸음이 매우 가벼워지며 경쾌해지는 효과도 얻어진다.

4. 신개념 신발의 실험적 검증

4.1 실험적 검증 방법

본 연구에서는 개발된 신개념 신발에 대한 실질적인 평가를 위하여 실험적 검증을 실시하였다. 실험적 검증을 위하여 신개념 신발을 제작하고 본 연구에서 제시한 신개념 신발의 효과에 대하여 일반적인 기존 신발과 비교 분석하여 평가를 실시하였다.

실험 대상지반은 연약한 지반과 단단한 지반을 실험실에서 조성하여 보행실험을 실시하였다. 각 신발에는 Insole 압력측정 시스템을 이용하여 보행시 발바닥에 전달해지는 압력분포를 측정하였다.

본 실험을 위하여 실시한 신개념 신발 제작, 측정 시스템, 실험용 지반조성 등에 대하여 설명하면 다음과 같다.

4.2 실험용 신개념 신발 제작

상기 신개념 신발의 실질적인 평가를 위하여 본 연구에서 개발된 설계기술의 개념과 방법에 따라 새로운 신발을 제작하였다.

개발 제작된 신개념 신발에 대한 특징을 정리하면 다음과 같다. Fig. 9. 와 같이 신발 밑창에 구성된 여러 개의 팽이모양 부재는 단단하거나 느슨한 지반 또는 불규칙한 지면에서도 보행 시 부재와 지면과의 상호 역학적인 작용으로 모든 발바닥에 동일한 압력이 골고루 작용하여 안정된 보행을 할 수 있도록 제작하였다.



Fig. 9. Advanced technology shoes

깔창은 뼈대를 삽입하고 발바닥의 형상을 유지시켜줄 수 있도록 발바닥 형태를 유지하도록 제작하여 인체의

피로감을 최소화 시켜주고 착화 감을 향상시켜줄 수 있도록 제작하였다.

즉 팽이원추로 구성된 밑창과 뼈대가 삽입된 깔창이 일체화된 신발로 지반종류 및 지면형태에 관계없이 상호 역학적인 수축과 이완작용으로 발바닥에 체중을 안정되게 분산시켜 추가적인 착화 감을 향상시키도록 하였다. 결론적으로 실험적 검증을 위하여 제작된 신개념 신발은 발의 인체적 피로를 최소화시켜 줄 뿐 아니라 외부에서 전달되는 충격을 분산시키는 완충 기능과 복원력을 제공하여 인체공학적으로 안정된 보행과 교정되게 하는 역할도 할 수 있도록 하였다.

4.3 측정시스템 및 측정

본 실험에서 사용한 족저압 측정시스템은 Fig. 10. 과 같이 Techstorm 사의 Insole 압력측정시스템으로 압력센서의 밀도는 6 cell/cm²로 총 106개의 센서로 구성되어 있으며 보행 시 양쪽의 족저압을 무선으로 측정할 수 있는 첨단장치이다. 또한 본 실험에서는 신개념 신발과 일반적인 기존신발(운동화)을 이용하였다.



Fig. 10. Insole system

측정방법은 상기 일반 기존신발과 신개념 신발에 Insole 압력측정 센서를 설치하고 인공 조성된 연약한 지반과 단단한 지반에 대하여 각 보행 시 발바닥에 가해지는 압력 분포를 측정하였다. 이 측정결과는 지반별로 일반적인 기존신발과 새로 개발된 신개념 신발에 대하여 각 족저압을 비교 분석 하고 신개념 신발을 평가하였다.

4.4 지반조성

연약한 지반과 단단한 지반을 모사하기 위하여 모래를 이용하여 인공지반 및 보행실험환경을 조성하였다. 단단한 지반은 실험실 바닥을 보행 하였다. 느슨한 지반

인 모래 지반은 균질성 확보 및 상대밀도를 만족시키기 위해 낙하에 의한 방법[7] 으로 조성하였다.

Fig. 11. 과 같이 지반조성은 주문진 표준사를 이용하여 상대밀도 실험결과에 따라 인공지반을 조성하였다.

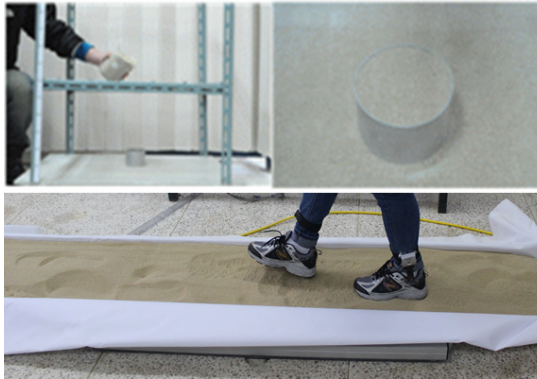


Fig. 11. Density tests for soft ground

느슨한 인공지반을 조성하기 위해서는 강사구가 4mm인 체를 이용하여 30cm의 높이에서 강사 할 때 상대밀도 22.6%로 느슨한 상태를 얻을 수 있다는 상대밀도 시험결과에 따라 느슨한 모래지반을 아크릴 토조에 조성하여 실험을 실시하였다.

5. 실험결과 및 검증

본 연구에서 개발된 신개념 신발을 제작하여 연약한 지반과 단단한 지반을 대상으로 개발된 새로운 신발의 효과를 검증하는 실험을 실시하였다. 그 결과들에 대한 분석을 실시하면 다음과 같다.

연약한 지반의 경우 일반적인 기존신발과 본 연구에서 개발된 신발에 대한 족저압 실험결과를 나타내면 Fig. 12. 와 같다.

결과에서 보이는 바와 같이 연약한 지반에서 발가락·전족·중족·후족 부위로 나뉘 발바닥에 미치는 족저압 측정된 결과 개발된 신발에서는 압력이 골고루 분산된다는 것을 보여주고 있다. 반면 일반적인 기존신발에서는 압력이 발가락 부위를 제외한 전족·중족·후족 부위에 집중되는 경향을 보여주고 있다. 따라서 이러한 결과에 따라 본 연구에서 개발된 신개념 신발의 경우 발바닥에 전

달되는 하중의 분산효과가 큰 것으로 나타난 것으로 보아 이론적인 예측과 일치한다는 결론을 얻었다.

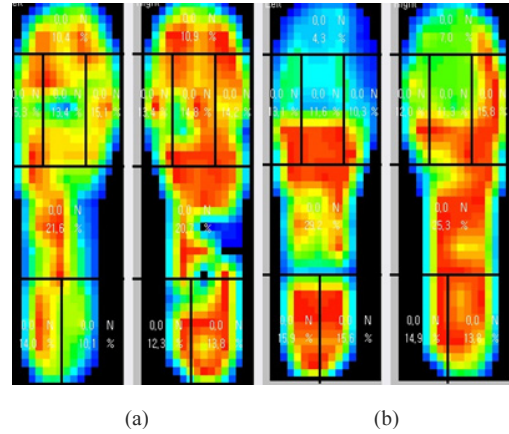


Fig. 12. Sole pressure on loose ground
(a) Developed shoes (b) Existing shoes

또한 단단한 지반의 경우에 있어서의 실험결과는 Fig. 13. 과 같이 나타났다. 이 경우에 있어서도 본 연구에서 개발된 신발의 경우 연약한 지반에서 얻어진 결과와 동일하게 발가락·전족·중족·후족 부위로 나뉘 발바닥에 미치는 압력은 골고루 분산됨을 알 수 있다. 또한 일반신발에서는 압력이 발가락 부위를 제외한 전족·중족·후족 부위에 집중되어 나타난다.

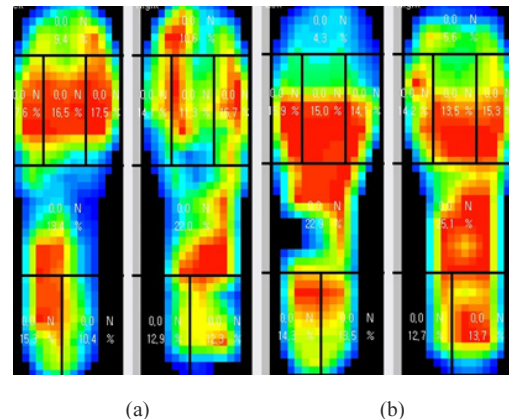


Fig. 13. Sole pressure on hard ground
(a) Developed shoes (b) Existing shoes

상기 실험결과에 따라 본 연구에서 개발된 신개념 신발의 경우 지반과 팽이원추의 실질적인 상호작용이 이론

적인 예측 거동과 일치한다는 것을 검증되었다. 따라서 불규칙적인 지반의 강도와 강성을 보이는 경우라도 위치별로 팽이원추가 지반의 특성에 따라 상호 압축 거동에 의해 평형상태로 유지되며 보행 시 하중전이가 발생하여 인체공학적으로 발바닥에 가해지는 압력이 균질해져 안정된 보행을 할 수 있게 된다는 것을 확인하였다.

6. 결론

본 연구에서는 지반거동이론과 생체거동이론을 융합시켜 지반과 발의 상호거동에 대하여 융합적인 생체 메카니즘에 대한 개발연구로 지반공학 분야에서 널리 적용되고 있는 팽이기초 (Conical top foundation)의 메카니즘을 이용하여 단단한 지반 및 연약한 지반에서의 안전하고 편안한 보행이 가능한 신개념 신발을 개발하였다. 새롭게 개발된 신발에 대한 검증을 위하여 실험적으로 확인하였다. 검증 결과 개발된 신개념 신발은 실질적인 거동과 이론적인 예측이 매우 일치한다는 결과를 얻었다. 이 연구로부터 얻은 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 연약한 지반에서는 팽이원추가 보행시 체중에 의해 지반에 관입되면서 다짐과 구속압의 증가로 신발저면의 지반이 개발되는 효과를 얻어 족저압은 골고루 분산되어 안정된 보행을 할 수 있게 된다.

2. 단단한 지반에서의 팽이원추는 체중이 가해지면 팽이원추는 압축되며 스프링 역할을 하게 되어 팽이원추의 압축거동이 발바닥에 동일한 압력을 전달해주며 보다 안정된 보행을 하게 된다.

3. 단단한 지반과 연약한 지반에서 보행 시 팽이원추의 지반과의 상호 역학적 거동에 의하여 족저압은 균일하게 분산되는 것으로 나타났다.

또한 균일한 족저압으로 발에 피로도 또한 줄어들 것이며 편안하고 안정된 보행을 가능하게 하였다.

4. 실험적 검증을 통하여 불규칙적인 지반의 강도와 강성을 보이는 경우라도 위치별로 팽이원추가 지반의 특성에 따라 상호 압축 거동에 의하여 평형상태로 유지되며 보행 시 하중전이가 발생하여 인체공학적으로 발바닥에 가해지는 압력이 균질해져 안정된 보행을 할 수 있게 된다는 것을 확인하였다.

이 연구는 지반거동이론과 생체거동 이론의 융합적인 접근으로 향후 새로운 형태의 다양한 생체 메카니즘을

개발하는데 본 신발 개발이 도움이 될 것으로 기대 된다.

References

- [1] S. J. Lee, H. C. Lee, B. E. Jung, "The development situation of the elderly type functional shoe according to ergonomic design", Ergonomics Society of Korea, Vol.2009 No.5, 365-368, 2009.
- [2] Y. J. Lee, S. J. Jo, World Tourism Trends Research in 2005, 333, Research Institute for Gangwon, 2005.
- [3] S. H. Kim, H. Y. Lee, Y. D. Kim, "Plantar foot pressure distribution depending on ground conditions and shoe type", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 16 No.4, 2899-2905, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.4.2899>
- [4] Y. J. Moon, "Kinetic analysis trend for develop high Performance sport shoes", Korean journal of Sport Science, Vol.90 No.1, 25-30, 2010.
- [5] Nigg, B. M. "Biomechanical aspects of running. Biomechanical of runing shoes". 1-25, 1986.
- [6] S. B. Park, "A Biomechanical Footwear Research & Analysis in Korea and Past, Present and Future in International Research Trend", Ergonomics Society of Korea, 77-82, 2006.
- [7] T. S. Oh, "Model Testing and Analysis on Shield TBM Excavation for RailWay Tunnel in Mixed Ground" Dept. of Railway Construction Engineering Graduate School of Railway Seoul National University of Science and Technology, 2014.

김 연 덕(Yeon-Deok Kim)

[준회원]



- 2015년 2월 : 호서대학교 토목공학과 졸업(공학사)
- 2015년 2월 ~ 현재 : 호서대학교 토목공학과 석사과정

<관심분야>

토질 및 기초, 터널 공학, 인체 공학

이 지 현(Ji-Hyun Lee)

[준회원]



- 2015년 2월 : 호서대학교 토목공학과 졸업(공학사)
- 2015년 2월 ~ 현재 : 호서대학교 토목공학과 석사과정

<관심분야>

토질 및 기초, 터널 공학, 인체 공학

김 상 환(Sang-Hwan Kim)

[정회원]



- 1985년 2월 : Asian Institute of Technology (공학석사)
- 1996년 2월 : Oxford University (공학박사)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 호서대학교 토목공학과 교수
- 2014년 6월 ~ 현재 : 한국터널지하공간학회 회장

<관심분야>

토질 및 기초, 터널 공학, 인체 공학