

# 저활동성(K2 Level) 다축 인공발 개발 Development of Multi-Axis Prosthetic Feet for Low Activity(K2 Level)

\*#박진국<sup>1</sup>, 김종권<sup>1</sup>, 김현철<sup>1</sup>, 이석민<sup>1</sup>, 김신기<sup>1</sup>, 문무성<sup>1</sup>

\*#J.K. Park<sup>1</sup>([jkpark@korec.re.kr](mailto:jkpark@korec.re.kr)), #J.K. Kim<sup>1</sup>, H.C.Kim<sup>1</sup>, S.M.Lee<sup>1</sup>, S.K.Kim<sup>1</sup>, M.S.Mun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>근로복지공단 재활공학연구소

Key words : Prosthetic feet, Low Activity, Muti-Axis

## 1. 서론

절단 장애인들이 다양한 지면의 환경에서 편안하고 효율적인 보행을 하기 위하여 발목관절의 기능이 매우 중요하며 선진 외국에서는 단축식 인공발 및 SACH형, 다축식 인공발 등과 같이 많은 제품 및 제품 개발이 크게 발전되어 왔다. 최근에는 활동성이 큰 장애인을 위하여 복합재료를 이용한 Multi-Flex 인공발과 탄성체의 특성을 이용한 에너지 저장형 인공발 등이 개발 제품화 되어지고 있다. 일반적으로 장애인의 활동성에 따라 국제적으로 4등급으로 구분하여 착용자의 생활 및 행동방식에 적합한 제품을 선택하여 사용하게 된다.

K3~K4등급은 에너지 저장형과 같은 고기능성 인공발로 빠른 보행이나 조깅, 등산 등과 같이 활동성이 높은 장애인에게 적합하고 비교적 가격이 비싸고 해당자가 상대적으로 적다. K1~K2등급은 실내 및 일상적 환경에서 생활이나 쇼핑 등의 일반적인 보행에 적합한 등급이며, 절단환자의 대다수를 차지하고 국외 제품들도 매우 다양한 제품을 출시하고 기술력과 가격 경쟁이 가장 치열한 분야이다. 우리나라에서도 국민건강보험, 의료급여, 국가보훈 보장구 지급, 산재급여 등의 공적급여 품목 중에 대부분을 차지하여 가장 수요가 많으나 외국 제품에 의해 국내 시장이 좌우되고 있는 실정이다. 따라서 품질경쟁력과 가격경쟁력을 갖춘 K2 Level 용 인공발을 개발하여 수입대체 효과 및 기술력을 확보해야 할 필요가 있다.

## 2. 연구내용

### 2.1 발목 어댑터 설계

인공발은 일반적으로 발 형태를 가지는 킬재와 족관절 기능을 하는 발목 어댑터로 구성되어 있다. 본 연구에서 개발하고자 하는 K2 Level의 인공발은

그림 1과 같은 구조이며 킬재와 발목 어댑터는 체중 등급 및 발사이즈에 따라 공용으로 사용할 수 있도록 볼트로 분리되는 형태를 가지게 설계하였다. 발목 어댑터 구조는 보행시 굴곡 및 신전, 다축 회전 역할을 하는 탄성 우레탄고무와 이를 구속하고 감싸는 상하부 어댑터, 우레탄 고무의 이탈 및 과신전을 방지하는 밴드로 구성 설계하였다. 특히, 탄성 우레탄고무는 Heel contact 시점부터 Toe off 시점까지 입각기 동안 체중에 의해 압축 및 복원을 하는 회전축 역할로 경도에 따라 압축되는 양이 변하게 되는데, 정상인 보행과 유사한 족관절 변위를 보일수 있도록 적절한 압축 경도를 가져야 한다.

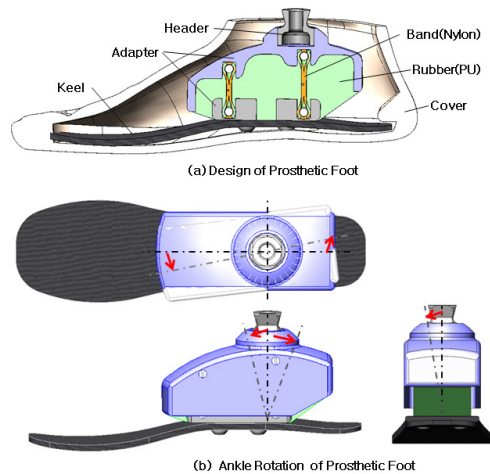


Fig. 1 Design & Ankle Rotation of Prosthetic Foot.

### 2.2 킬재(Keel) 설계

인공발의 킬재(Keel)는 카본 복합재료를 적층하여 오토클레이버 성형 방식으로 제작 하였다. 적층 방식은 기존 보급되고 있는 K2 Level 외산 제품의 킬재를 고온에서 수지(에폭시)를 태워 구조를 분석

한 결과를 바탕으로 하였으며, 시제품의 적층 구조는 양쪽에는 직물형태의 Woven prepreg 각각 1장, 가운데에는 Uni-axial prepreg가 길이 방향으로 배열되어, 어댑터가 연결되고 Toe-off 하중이 집중되는 굴곡부의 두께가 가장 두꺼운 형태(UD 24장)로 제작하였다.

### 3. 하중시험 및 결과

제안된 시제품의 Heel contact 시점부터 Toe off 시점까지 하중 조건 및 거동 변위를 측정하기 위하여 각도조절 고정지그를 제작하여 5가지 각도(Heel 20°, Heel 10°, Flat 0°, Toe 10°, Toe 20°)에 대하여 하중 및 변위를 측정하였다. 시제품의 우레탄고무는 50A, 30A 두종류 이고, 비교를 위하여 구조가 유사한 외산제품(Balance, 3등급, Ossur)도 같은 조건으로 시험을 하였다. 그림 2와 같이 시제품의 우레탄 경도가 높을수록 굴곡 및 신전 하중에 대한 변위가 적어지는 경향이고, 외산 제품(BA-3class)과의 비교시 경도 K1-50A가 Heel 10, Flat 0, Toe 10에서 유사하며 Heel 20 및 Toe 20에서 높게 나타났다. 이것은 두 제품의 길재 길이 차이(Keel 20mm)에 의한 모멘트 차이라고 볼 수 있다.

### 4. 결론

본 연구를 통하여 개발된 인공발(K2-50A)은 외산 제품과 비교에서 Mid stance에서 유사하게 분포하여 활동성이 적은 장애인에게 적합할 것이고, 장애인 임상보행을 통하여 검토할 필요가 있다.

### 후기

본 논문은 보건복지부 보건의료연구개발사업인 Natural Gait용 K2 Level 인공발과 Gel Liner 개발(과제고유번호: A120144) 사업의 지원으로 이루어졌습니다.

### 참고문헌

1. Winter DA, Energy generation and absorption at the ankle and knee during fast, natural and slow cadences, Clin. Orthop., 1983, 175:147-154.
2. 김규석외, “에너지 저장형 인공발의 개발”, 대한의공학회 춘계학술대회 논문집, 1997, 19(1):253~256.

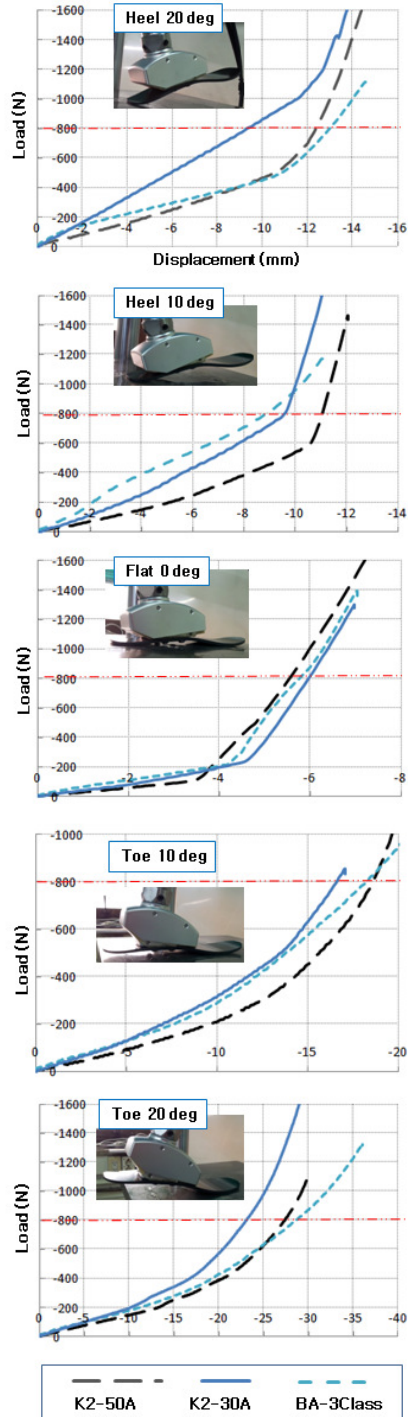


Fig. 2 Graph of Load-Displacement for Degreed.