

대퇴의지 공압실린더 특성에 따른 대퇴절단자의 보행에 미치는 영향 Effect of Pneumatic Cylinder on Transfemoral prosthesis of Transfemoral Amputees

*#김종권¹, 박진국¹, 김신기¹, 문무성¹

*#J. K. Kim¹(jkkim@korec.re.kr), J. K. Park¹, S. K. Kim¹, M. S. Mun¹

¹재활공학연구소

Key words : Prosthetic, Transfemoral Amputees, Knee, Pneumatic cylinder

1. 서론

대퇴 절단자(Transfemoral Amputee)는 절단부위의 상태와 적합한 의지를 장착하고, 진단자의 의지 여하에 따라 정상인과 비슷한 보행이 가능하다. 대퇴의족은 무릎을 대신하는 슬관절 기구(Knee Mechanism)로 대퇴의족 장착자의 보행에 큰 영향을 미친다. 모든 대퇴의지(Transfemoral Prosthesis)의 메커니즘(Mechanism)의 목표는 가능한 한 운동학적(Kinematics)인 기능과 다리 기능을 하여 정상보행을 가능하게 하는 것이다.

대퇴의족의 주요기능은 체중의 지지와 이동에 있다. 즉 의지의 설계는 걷는 기능과 체중지지의 기능을 할 수 있도록 하여야한다. 대퇴의지의 구성은 소켓부와 무릎 관절부, 발 부분으로 구성된다. 소켓의 작용은 절단 후 남은 다리와 의족 관절부의 연결역할을 한다. 무릎(Knee)의 역할은 걷는 데 있어서 운동성(Mobility)과 안정성(Stability)을 유지하는 중요한 부분이다. 입각기(Stance Phase)시에 다리에 안정성을 주며, 유각기(Swing Phase)시에 무릎의 굽힘으로 다리가 이동할 수 있게 운동성을 주는 것이다. 유각기 제어(Swing Phase Controllability)는 탄성고무(Elastic Band), 스프링 등을 이용하는 선형적인 방법과 공압, 유압 실린더(Pneumatic, Hydraulic Cylinder)와 같이 유체의 비 선형적인 특성을 이용 방법이 있다. 실제 보행에서 무릎의 스윙(Swing)은 특징은 비선형적으로 작용한다. 따라서 유체를 이용한 제어방법이 의족장착자의 보행을 정상에 가깝게 하며, 보행 중 에너지 소모를 적게 한다.

본 연구에서는 유각기 제어에서 공압실린더의 노즐 및 유로에 따라 공압실린더의 특성을 분석하여 정상인의 보행과 운동학적으로 거의 동일한 기능의 공압식 대퇴의지를 개발하고자 하였다.

2. 연구내용

대퇴의지 상부는 4절 링크로 구성하고, 하부는 링크작동에 댐핑력을 조절하기 위하여 공압실린더가 구성하였다.(Fig1)

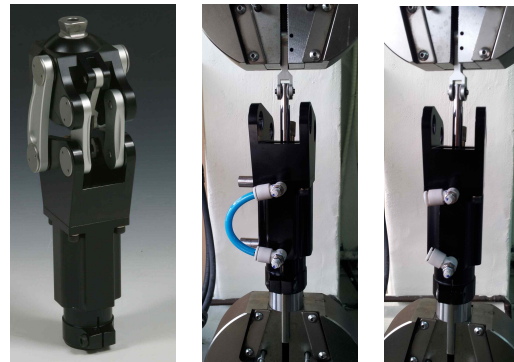


Fig. 1 4-Link Transfemoral Prosthesis & Pneumatic Cylinder Test

공압실린더는 피스톤, 상하 챔버, 공기 유로, 유량조절 노즐 및 일방향 체크밸브로 구성하였다. 피스톤을 기준으로 상하 2개의 챔버를 연결하는 유로와 일방향 체크밸브, 2개의 유량조절 노즐로 유동 단면적을 조절할 수 있게 하였다.

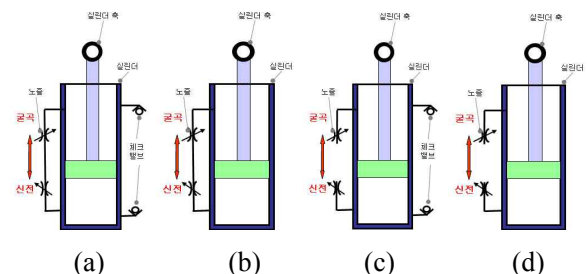


Fig. 2 Pneumatic Cylinder (a) One pass-check valve (b) One pass-No check valve (c) Two pass-check valve (d) Two pass-No check valve

Fig.2는 공압실린더의 공기 유로 및 체크밸브를 조합하여 4가지 경우에 대한 공압실린더를 설계하였다. (a) 단일 공기유로에 2개의 유량조절 노즐, 각각의 챔버에 체크밸브를 구성하였다. (b) 단일 공기유로에 2개의 유량조절 노즐을 구성하였다. (c) 두개의 공기유로에 각각 유량조절 노즐, 각각의 챔버에 체크밸브를 구성하였다. (d) 두개의 공기유로에 각각 유량조절 노즐을 구성하였다.

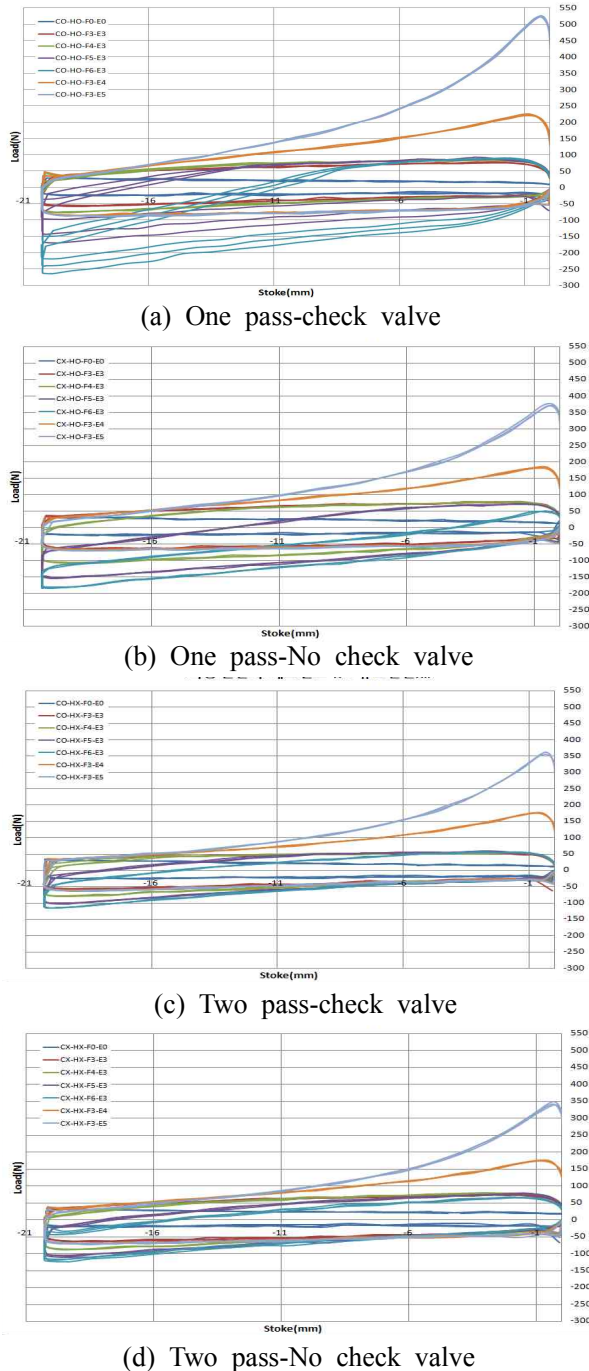


Fig. 3 Resistance of Pneumatic cylinder

3. 연구결과

공압 실린더의 응답특성을 평가 위해 공압 실린더를 Instron 8511에 장착하여 인장/압축 형태로 굴곡(Flexion) 및 신전(Extension)시 발생하는 하중을 단계적인 유량조절 노즐 변화에 따라 측정하였다. 입력조건은 인장/압축속도는 60mm/s, 변위는 20mm 정현파형로 타임 딜레이는 2초로 3번 반복해서 작동하였다.

Fig. 3에서 단일 공기유로에 2개의 유량조절 노즐, 각각의 챔버에 체크밸브 공압실린더의 하중변화는 압축 최대 270N, 인장 최대 530N이고, 압축 노즐의 단면적이 최소일 때 하중이 270~220N으로 일정하지 않게 나타났다. 단일 공기유로에 2개의 유량조절 노즐 공압실린더의 하중변화는 압축 최대 180N, 인장 최대 370N으로 일정하게 나타났다. 두개의 공기유로에 각각 유량조절 노즐, 각각의 챔버에 체크밸브 공압실린더의 하중변화는 압축 최대 120N, 인장 최대 360N으로 일정하게 나타났다. 두개의 공기유로에 각각 유량조절 노즐 공압실린더의 하중변화는 압축 최대 120N, 인장 최대 350N으로 일정하게 나타났다.

챔버간 단일유로로 연결된 공압 실린더 경우 압축/인장 노즐조절에 따른 유체저항이 서로 영향을 주는 형태로 나타났다. 노즐조절부와 유로를 각 챔버에 분리하여 두 개의 공기유로 형태에서는 유체저항이 서로 영향이 없는 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구는 대퇴의지 공압실린더의 응답특성을 분석하여 최적의 공압 유로의 특징을 알아보고자 하였다. 연구결과 4가지 유로 설계의 차이를 비교하여 공압실린더에 적합한 유로 및 노즐 설계를 제시 할 수 있었다.

참고문헌

1. 김신기 등, “입각기와 유각기 동시제어식 대퇴의지의 개발,” 대한기계학회 논문집 A권 제25권 제4호 685-691, 2001.
2. 조현석 등, “공압식 대퇴의지의 유각기 동역학 시뮬레이션” 대한기계학회 춘계학술대회 논문집 A, 362-367, 1998.