

B-11

병목 구간에서의 전도특성 수집을 위한 압력센서 모듈의 개발

권오성, 김응식, 김수영
호서대학교, 호서대학교, 호서대학교

A development of press sensor module for collection of
tumbling characteristics in bottleneck

O Sung Kwon, Eung Sik Kim, Soo Young Kim
Hoseo University, Hoseo University, Hoseo University

1. 서론

사회발전과 더불어 문화생활에 투자하는 시간이 점차 증가하는 경향을 보이고 있는 요즘 주변에서 흔히 않게 압사에 의한 사고를 접할 수 있게 된다. 압사 사고는 공연장과 같이 인파가 대규모로 모이는 장소에서 주로 발생하게 된다. 압사 사고는 규모별로 다르지만 적게는 1명에서 많게는 수백의 인명을 빼앗아 갈 수 있다.

“2005년 1월 25일 인도 서부 마하라시트라주 힌두 사원에서 축제 사고”(300명이상 사망 200명 부상) 와 같이 화재가 발생하여 탈출을 위해 급격히 이동하는 경우 압사 사고가 발생할 수도 있으며 “2005년 10월3일 경북 상주 mbc가요콘서트 공연장 사고”(11명 사망 162명 부상) 와 같이 많은 인파의 유동으로 인해 사고가 발생하는 경우도 있다. 위와 같은 사고들의 경우 인파의 물림을 방지함으로써 사고를 미연에 방지할 수 있을 것으로 사려 된다.

본 연구는 사람이 전도되어 사고로 이어지는 압력을 추정하는 것을 근본 취지로 하였으며 이를 위하여 전도되기 전 인체가 균형을 상실 하는 압력을 측정하기위한 방법과 균형 상실 압력의 기본 수치를 측정 하였다.

2. 이론

2.1 균형성과 안정성의 역학적인 결정요소

신체는 선형과 회전 경로로 움직일 수 있고 움직임의 어떤 형태에서도 균형의 상태를 경험할 수 있다. 균형성은 신체가 정지해 있을 때나 운동 중(동적)일 때 나타날 수 있다. 나타나는 이러한 균형성에 대해서 체계의 선형 운동의 상태에 변화를 일으키는 순수외력(net external force)이 없어야 되겠고, 회전 움직임을 변화시키는 순수외부의 토크가 (net external torque)가 없어야 한다. 다시 말하자면 각 방향 힘들의 대수학적 합이 0이 되어야 한다는 것이다.

$$\sum F_{x,y,z} = 0$$

그리고 모든 방향 토크(torque)의 대수학적 합도 0이 되어야 한다.

$$\sum T_{x,y,z} = 0$$

2.2 직선안정성에 영향을 주는 역학적 요소

신체의 선형 평형성을 결정하는 다섯 가지 요인이 질량(mass),속도(velocity), 중량(weight), 마찰(friction),그리고 신체의 평형 상태를 깨뜨리기 위해 작용하는 순수 외부 동기 충격량 등이다. 활동의 목적에 따라 좌우되면서 이 요소는 선형 안정성이 요구되는 정도에 영향을 줄 수 있게 조정될 수 있다.

3. 실험 방법

3.1 개인 전도 압력 측정 실험 방법

실험은 그림1과 같이 바닥위에서 특정한 발의 형태를 취하고 그림2와 같은 실험 장비를 이용하여 사람에게 압력을 가하여 균형을 잃는 압력을 측정하였다.



그림1

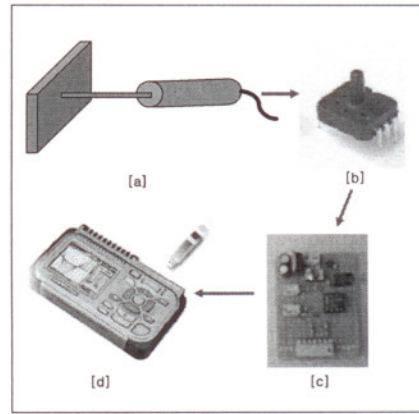


그림2

그림1은 발모양을 나타낸 그림이며 발모양은 A, B의 간격을 조정하여 여러 형태로 실험하였다. 그림2의 [a]는 인체에 압력을 직접적으로 가하는 장비이며 [b]는 245N까지 압력을 측정할 수 있는 센서이다. [c]의 경우 데이터로거에 센서에서 측정된 전압 값을 원활히 확인할 수 있도록 전압 값을 증폭하는 회로 모듈이다. [d]는 증폭 회로 모듈에서 출력되는 데이터를 저장하는 데이터 로거이다.

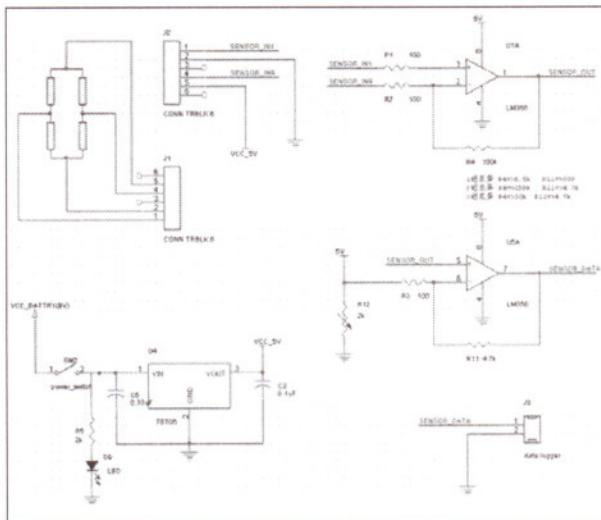


그림3

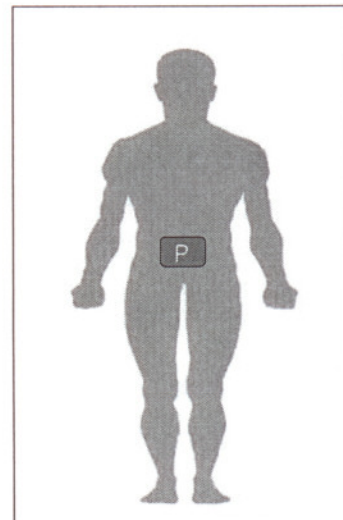


그림4

그림3은 그림2의 증폭회로의 도면을 나타내고 있다.

실험은 71Kg의 몸무게를 가지는 25세 성인을 대상으로 측정하였으며 압력을 가하는 위치는 그림4와 같이 인체를 임의로 이동하기 어려운 허리(P지점)를 밀어 측정하였다.

4. 결과 및 분석

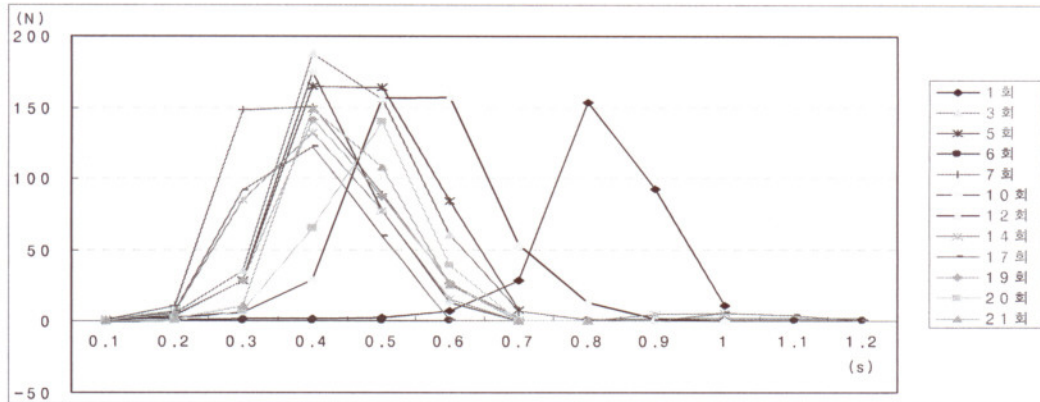


그림5

그림5는 그림1의 A=5cm, B=0cm으로 발을 붙인 상태로 뒤에서 밀어서 실험한 내용이다. 균형을 상실한 충격량의 평균값은 37.84N이며 안정 상태를 유지하는 충격량의 평균값은 28.78N 이다.

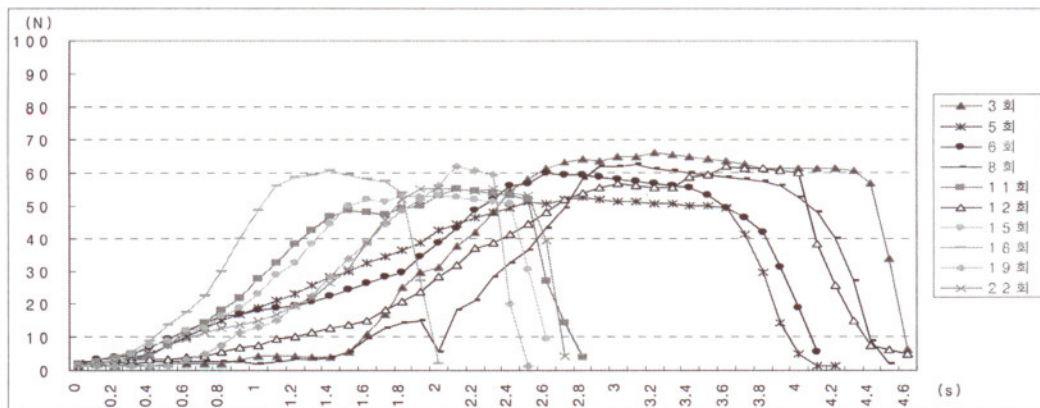


그림6

그림6은 그림1의 A=5cm, B=0cm으로 발을 붙인 상태로 뒤에서 밀어서 실험한 내용이다. 균형을 상실한 충격량의 평균은 84.62N이며 안정 상태를 유지하는 충격량의 평균값은 104.221N 이다. 안정한 상태와 불안정 상태의 충격량이 비례하지 않는 이유는 충격을 가하는 시간이 오래되어 충격량은 크지만 인체가 충격에 적응하는 시간을 오랜 시간 주어 충격량이 완전히 전달되지 않았기 때문이다.

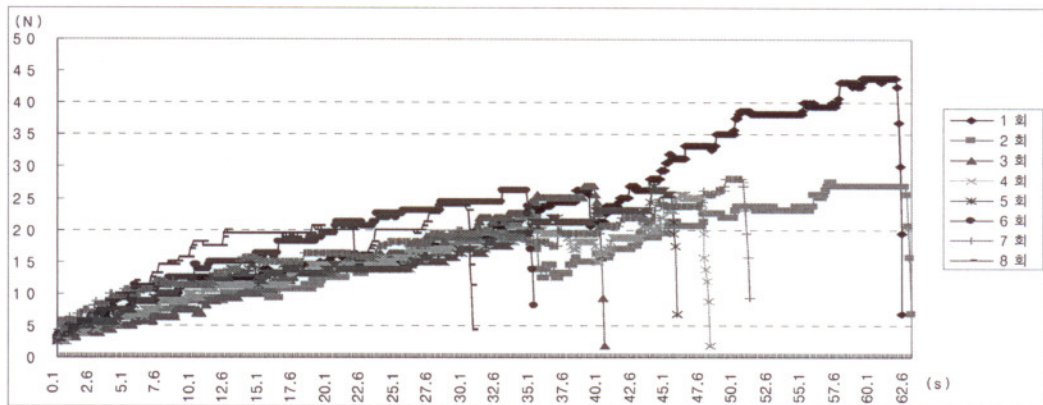


그림7

그림7은 그림1의 $A=5cm$, $B=0cm$ 으로 발을 붙인 상태로 뒤에서 밀어서 실험한 내용이다. 균형을 상실한 충격량의 평균은 $365.05N$ 으로 충격량은 그림5와 그림6의 데이터와 비교했을 때 많은 차이를 보인다. 이 또한 인체가 균형을 유지하려는 특성 때문인 것으로 파악된다.

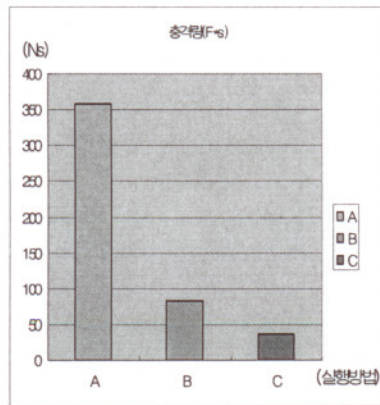


그림8

그림8은 위의 실험에서 $V_1=C$, $V_2=B$, $V_3=C$ 의 일 때 충격량 수치를 나타내며 이를 볼 때 속도의 차이에 따라 충격량이 달라짐을 알 수 있다. 이는 인체가 충격에 적응 하는 시간을 가질수록 안정 상태를 보다 잘 유지 할 수 있음을 보여준다.

5. 결론

본 논문에서는 인체가 균형을 상실 하는 압력을 측정하기 위한 방법과 방법에 따른 기본 수치를 제시하고자 하였다. 이것을 알아내고자 발의 모양을 특정한 위치에 놓고 특정 위치에 가해지는 충격량의 크기를 측정하였다.

- (1) 인체의 전도압력 측정 방법을 제시하였다.
- (2) 미는 속도에 따른 인체의 균형 특성을 제시 하였다.
- (3) 1초 이내에 가해지는 충격량이 37.84N이상일 경우 균형을 잃게 될 확률이 50% 이상 높으며 충격량이 28.78N이하일 경우 안정할 확률이 42%이상 높다.
- (4) 어떠한 방법으로 실험하던 20N이하의 충격량이 가해질 경우 99%이상 안정하다.

이상의 결과를 종합한 결과 인체의 균형을 잃게 만드는 역학적 요소 질량(mass), 속도(velocity), 중량(weight), 마찰(friction), 충격량 이외에도 충격에 대한 적응력이 인체의 균형을 무너뜨리는 큰 요소임을 확인하였으며 이는 가해지는 힘이 분산되어 있을 경우 커진다는 사실을 알 수 있었다. 이밖에 실제 상황에서 벌어지는 데이터를 실험적 데이터로 판단 한다는 것에 한계가 있다는 결론을 얻을 수 있다.

검토결과로 정지해 있는 인체에 관한 데이터의 더 많은 분석이 요구되며 발의 모양에 따른 충격량 흡수 정도를 비교해야 할 것이다. 또한 인체의 밀도에 따른 압력을 측정하여 밀도별 전도 위험성을 파악해야 할 것으로 생각된다.

6. 참고문헌

- (1) Ellen Kreighbaum “生體力學”
- (2) Roderick A. Smith, Jim F. Dickie “ENGINEERING FOR CROWD SAFETY”
- (3) W.Bolton “Mechatronics”
- (4) “<http://www.devpia.com>”
- (5) “<http://www.sensolution.co.kr/product/pro01.asp>”
- (6) “<http://www.nidp.go.kr>”
- (7) 호서대학교 박성민 “파난 평가를 위한 군중의 이동특성 측정 시스템 개발”
- (8) 호서대학교 김명훈 “고층건물의 피난시간 예측 프로그램 개발에 관한 연구”
- (9) 중앙 소방학교 “화재진압 시뮬레이션 연구”