

태권도 격파시 인체 충격력에 대한 연구

이장원*(충남대 대학원), 이영신(충남대), 최영진(충남대 대학원), 이세훈(충남대 대학원)
이현승(충남대 대학원)

A Study on Impact analysis of breaking the pine board

J.W. Lee, Y.S. Lee, Y.J. Choei, S.H.Lee, H.S. Lee

ABSTRACT

The Teakwondo is composed of the breaking, competition and poomsea. In the hand breaking, the breaking impact of human is affected by the breaking posture. In this paper, impact analysis of the human model for breaking posture is carried out. The LifeMOD is used in breaking modeling and simulation. The simulation model creates the human model to hit and to grasp a pine board. For the breaking, the poomsea motion of the hand joint inputs the splines pass condition. As the results, the reaction of human joint is presented

Key Words : Teakwondo (태권도), Human impulse(인체 충격), breaking posture(격파자세)

1. 서론

오늘날 세계적인 스포츠로 자리잡은 태권도는 대한민국의 고대 민속무예에 그 뿌리를 둔 경기이다. 태권도의 기술체계는 품세, 겨루기, 격파 세가지로 나뉘는데 이중 격파는 연마 정도를 측정하는 기술이다. 하지만, 태권도의 특징 때문에, 부상을 당하는 선수가 많이 생기고 실제로 부상 때문에 경기직전에 자신의 실력을 제대로 발휘하지 못하는 사례 또한 많다. 태권도 경기에서 생기는 인체 충격 등의 해석이 필요하며, 이런 태권도의 동작을 분석하기 위해서 개발한 인체 모델은 인간이 주변에서 행하는 스포츠 활동 등에서 인체가 같은 데이터를 확보할 수 있다. 수학적 모델은 그 연구의 목적에 따라 매개변수를 바꾸어가며 해석이 가능하고, 인간이 갖는 위험성 때문에, 여러 가지 상황에 따른 해석에 실

험에 대한 가시적인 데이터 뿐 아니라 사고에 대한 결과 값을 예측할 수 있는 이점을 가지고 있다.

이러한 연구는 많은 학자들에 의해 수행되어 왔는데, 20세기 중반 이후, Dempster 과 Drills 그리고 Contini, Clauser 등은 사체를 이용하여 관성모멘트를 구했다. 또한 한국인에 대해서는 한국인의 인체 측정에 관한 연구가 박수찬등에 의해 수행되었다. 최근에는 동적인 거동에 관심을 가지고 밀도 질량 뿐만 아니라 질량중심과 관성모멘트대해 한국인 20대 청년 인체분절의 관성특성에 관한 연구를 이영신등이 수행하였다. 그리고 이상철등은 한국인 인체모델의 개발과 적용에 관한 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 태권도 격파의 수학적 인체모델의 구현과 특성을 파악하고, 각 분절에서의 충격력 측정 한다. 그리고 인체충실지수에

따라 충격력을 비교하고 경계조건에 따라서 인체모델이 갖는 특성을 파악 한다.

2. 인체 모델링

2.1 인체 모델링

태권도 격파 모델은 24세의 성인 남성, 키 177.8cm 몸무게 77.11kg Joe과 송판을 파지하는 모델은 키 157.48cm 몸무게 68.03kg의 모델 Fred를 선정 하였다. 인체 모델링을 위해서 1908년 Rohrer가 발표한 Rohrer 지수를 도입했는데, 한국인의 체형에 관해 알아보면 이 지수는

$$R = \frac{\text{몸무게}}{(\text{키})^3} \times 10^6 \quad (\text{Kg, cm})$$

로 산출되는 신체충실지수로서 키를 한번으로 하는 입방체에 있어서 몸무게라고 하는 용적이 어느정도의 공간을 차지하고 있는지를 입체적으로 표시한 것이라고 볼 수 있다.

이때, 지수 값이 1.2이하인 경우는 마른체형이고, 1.2~1.5인 경우는 보통체형, 그리고 1.5이상인 경우 뚱뚱한 체형으로 분류될 수 있다.

모델링에 채택된 모델은 2004년에 사이즈 코리아에서 발표된 한국인인체 체형 중 키를 기준으로 송판을 지지하는 모델은 5%tile 이고, 격파를 하는 모델은 75%tile 이다. 여기서, 두 사람의 키 차이를 20cm로 하였는데, 이는 격파자세를 구현하였을 때 송판의 위치와 격파모델 주먹의 위치를 맞추어 주기 위해서 차이를 두었고, 송판을 쥐고 있는 사람은 뚱뚱하게 모델링 되었다. 그리고 격파자세를 취하는 모델은 보통체격을 기준으로 모델링 하였고, 몸무게에 따라 마른 체형과 뚱뚱한 체형인 경우도 모델링 하여 해석 결과를 비교 하였다.

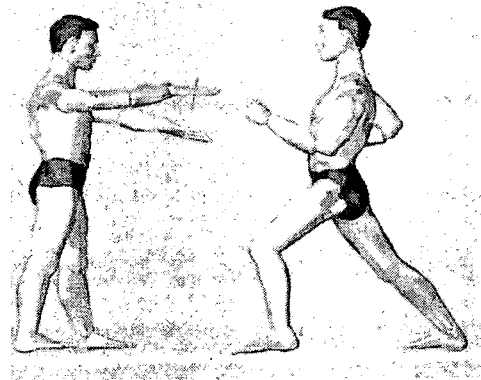


Fig. 1 태권도 격파자세 모델

모델링을 위해서 LifeMod 2005를 이용하였고 인체에 미치는 충격량은 해석프로그램인 MSC AMAMS version 2003을 이용하였다.

먼저, 해석모델을 선정하여 키와 몸무게 나이 등의 정보를 주어 인체모델을 생성한다.

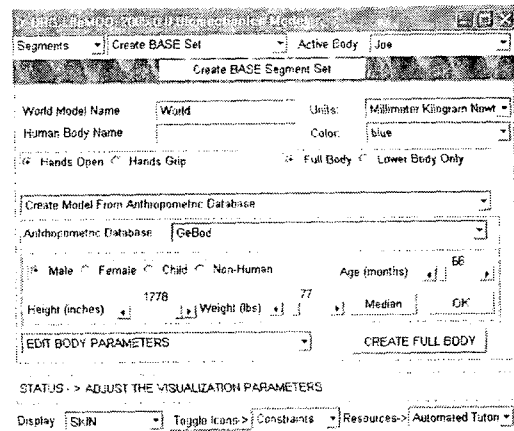


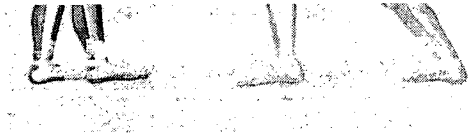
Fig. 2 LifeMOD 2005에 의한 인체모델링

인체 모델을 생성한 후 각 조인트를 연결시켜 각 관절의 움직임을 결정하고, Hybrid의 기본 근력을 입력한다.

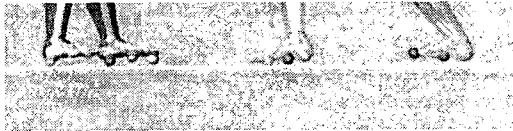
인체 모델을 완전한 후, 태권도 격파 시범의 자세를 만들기 위해 인체 각 부위의 각도를 변화시키며 격파자세를 만든다.

2.2 경계조건과 인체충실지수

해석에 사용된 인체모델과 지면과의 구속 조건을 완전고정과 X방향으로의 밀림을 고려한 두 가지 경계조건에 대해 비교하였다.



(a) 완전 고정 경계조건



(b) 단순지지 경계조건

Fig. 3 경계조건 비교

또한, 같은 키 177.8cm의 모델에 몸무게를 63kg 과 95kg 즉 인체 충실지수의 값을 변화시키면서 그에 따른 충격력변화를 비교하였다.

3. 격파시험의 해석

3.1 경계조건에 따른 해석비교

3.1.1 완전고정 경계조건

평균 체형의 격파모델을 각기 다른 경계조건에 대해 비교하였다. 송판을잡고 있는 사람이 받는 충격력은

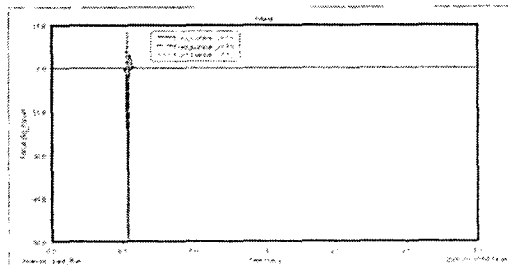


Fig. 4 요추부 해석결과

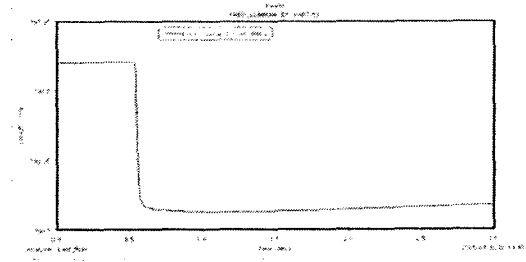


Fig. 5 요추부 변위 결과

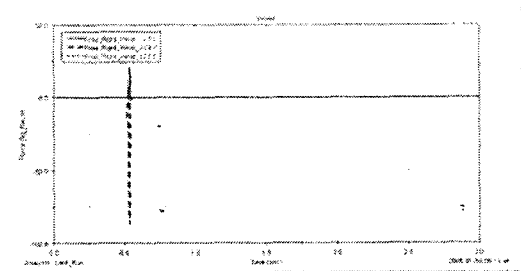


Fig. 6 오른쪽 손목의 충격력 결과

3.1.2 단순지지 경계조건

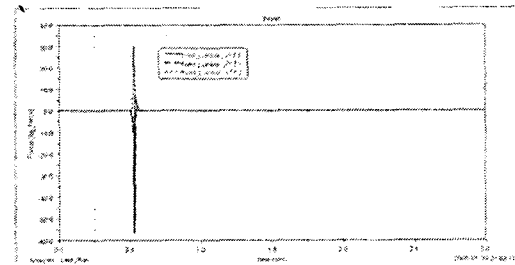


Fig. 7 요추부 해석결과

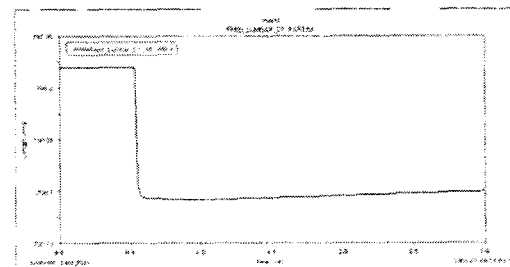


Fig. 8 요추부 변위 결과

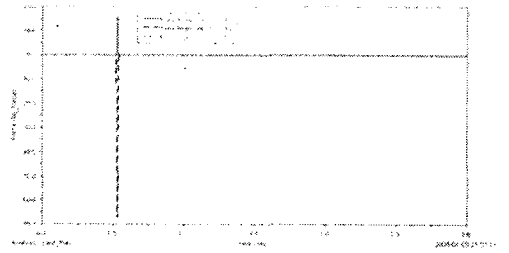


Fig. 9 오른쪽 손목의 충격력 결과

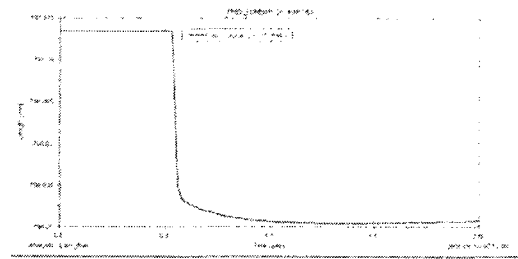


Fig. 11 요추부 변위 해석결과

3.2 인체 충실지수에 따른 해석결과 비교
 송판을 들고 충격력을 받는 모델인 Fred 모델은 일정하게 하고 충격을 가하는 모델인 Joe를 인체 충실지수 1.2 이하와 1.5 이상에 대해 해석을 비교해 보았다. 경계조건은 완전고정으로 하였다.

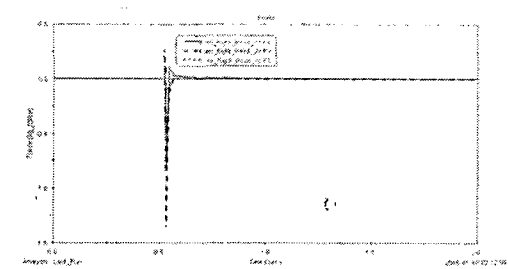


Fig. 12 오른쪽 손목의 충격력 결과

3.2.1 마른 체형

Joe의 모델에서 키는 일정하게 유지시킨 체 몸무게를 63kg으로 하였을 경우 인체 충실지수는 1.14로 마른 체형의 특성을 대표한다.

해석결과는

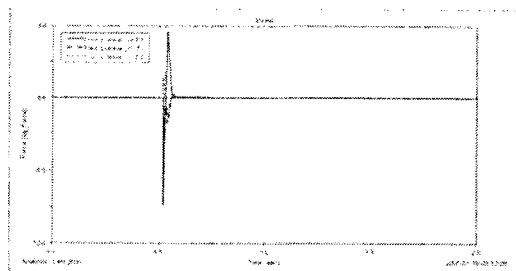


Fig. 10 요추부 충격력 해석결과

3.2.2 뚱뚱한 체형

이번에는 몸무게를 95kg으로 하여 해석했고, 결과는 다음과 같다.

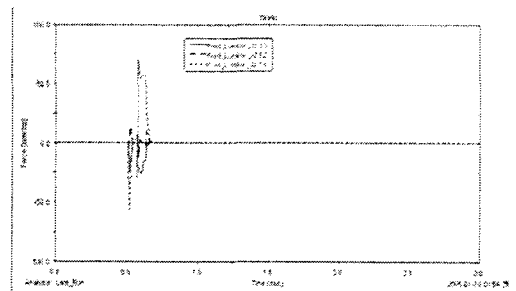


Fig. 13 요추부 충격력 해석결과

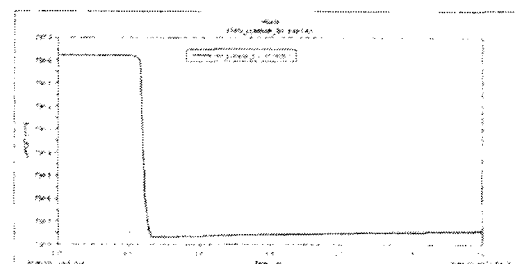


Fig. 14 요추부 변위 해석결과

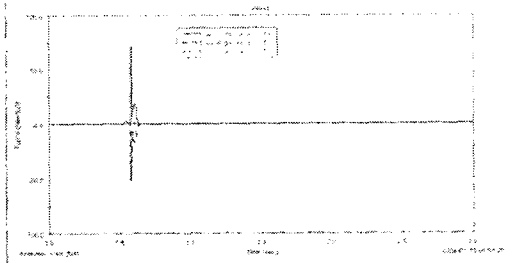


Fig. 15 오른쪽 손목의 충격력 결과

4. 결과

4.1 경계조건에 따른 해석결과

Table 1 경계조건에 따른 해석비교

	요추부 충격력 (kg-force)	요추부 변위 (mm)	손목 충격력 (kg_force)
단순 지지	56	0.125	15
완전 고정	60	0.1	24

단순지지인경우 충격력은 작게 나왔지만, 변위가 더크게 계산되었는데, 이는 모델 경계조건의 특성상 몸전체가 뒤로 밀리게 되어 얻게 된 결과이다.

4.2 인체충실지수에 따른 해석결과

Table 2 인체충실지수에 따른 해석비교

	요추부 충격력 (kg-force)	요추부 변위 (mm)	손목 충격력 (kg_force)
마른 체형	10	0.035	1.75
보통 체형	60	0.1	24
뚱뚱한 체형	120	0.7	70

완전고정 경계조건에 대해 격파 모델 Joe를 인체 충실지수를 변화시키며, 그에 따라서 Fred 가 받는 충격력과 변위를 계산하였다.

5. 결론 및 토의

태권도 격파 시범에 대한 인체모델링을 구현하였고, 키는 177.8cm 와 157.8 cm 로 차이를 두었으며, 이는 격파자세를 취할 때 송판과 주먹의 높이를 맞추기 위함이다. 인체모델의 생성시 인체 충실지수를 도입하여 체격에 따른 평가를 시도하였다. 송판을 지지하는 Fred의 몸무게는 68.03kg으로 뚱뚱한 체형이며, 격파시범을 한 Joe의 모델은 평범한 체격, 마른 체격, 뚱뚱한 체격을 모델링 하여 Fred가 받는 충격력을 비교하였다. 또한 경계조건에 따른 영향도 고찰해보았다.

- 1) 단순지지의 경우 변위가 더 생기며 변위 때문에 요추에 받은 충격력이 감소하는 경향을 보였다.
- 2) 손목 또한 몸 전체가 뒤로 밀리기 때문에 충격력이 감소하였다.
- 3) 같은 경계조건인 경우에 격파 모델의 체형이 뚱뚱할수록 큰 충격력과 변위가 발생함을 수학적으로 규명하였다.

참고문헌

1. 이영신, "한국인 20대 청년 인체분질의 관성 특성에 관한 연구", 대한기계학회논문 18권, pp. 1952-1966, 1994
2. 박수찬, "한국인의 손, 팔 부위 인체 측정치 및 특성에 관한연구", 한국표준과학연구원
3. 박세진, "한국인 성인의 신체분질 특성에 관한 연구", 체질인류 학회지, pp.91-99, 1996
4. 김낙현, "인체 요추부의 동적 응답해석", 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, pp. 305-311, 1999
5. 이영신, "편마비 환자용 플라스틱 단하지 보조기의 구조적 특성에 관한 연구", 대한기계학회 춘계학술대회논문집A, pp. 728-733, 2001

6. 정완섭, " 반복 충격에 대한 인체 영향
가의 새로운 방안" , 한국 소음진동 공학회평
춘계학술대회논문집, pp. 1088-1093, 2001
7. 이영신, 김현수, Herr, M.H., "복합재료
발의 해석과 설계에 관한 연구", 의용생체공
학회 춘계학술대회논문집, 2003
8. 이영신, 이석기, 김철중, 박세진, "한국
20대 청년의 팔 관절 동작범위 측정연구",
대한인간공학회지, 제15권1호, PP.39-52, 1996
9. 이상철, "한국인 인체 모델의 개발과 적용
", Journal of the Ergonomics Society of
Korea , Vol. 21. No. 2, pp. 13-23 , July
2002
10. 한규현, "서서싸 사격자세에 따른 인체
충격량해석" 군사과학 학회 추계학술대회 논문
집, 2004 .
11. 사이즈 코리아, 2004