브레이크 페달기구의 기구학적 해석을 위한 모델링

Kinematic Modeling for the analysis of Brake Pedal Mechanisms

임득재[1], 조희환[1], 조민석[1], 모영광[1], 김현승[2], *#심재경[2]

D.J. Im[1], H.H. Jo[1], M.S. Jo[1], Y.K. Mo[1], H.S. Kim[2], J.K. Shim(jkshim@korea.ac.kr)[2]

[1]고려대학교 기계공학과 대학원, [2]고려대학교 기계공학부

Key words : Brake Pedal mechanism, Kinematic Analysis

1. 서론

자동차의 주행을 위한 운전자의 조작 중 브레이크 페달의 조작은 안전과 관련이 높다. 일반적인 브레이크 페달은 그 위치가 고정되어 있어 대개의 운전자는 페달조작의 불편함을 해소하기 위해 운전석 위치를 조절하게 되는데 운전석을 전방으로 이동시키는 경우에는 차량 충돌 시에 핸들과의 거리가 너무 가까워져서 상해를 입을 가능성이 높아진다. 이의 해결 방법으로 인간 공학에 바탕을 둔 페달 위치의 선정 방법을 제안하거나[1] 다양한 신체 치수의 운전자에 대응할 수 있도록 조절식 브레이크 페달 기구를 제안하였다[2, 3].

브레이크 페달기구가 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 설계되었는지를 평가하기 위해서는 실제 사용자 실험 분석과 객관적 지표에 대한 분석을 병행해야만 한다. 이에 본 논문에서는 브레이크 페달 기구에 대한 평가를 위해 기구학적 모델링과 객관적인 평가 지표를 제안하고 상용 해석 프로그램을 이용하여 제안한 지표에 대한 분석을 수행하였다.

2. 브레이크 페달 기구의 해석 모델링

본 연구에서는 페달 조작 시 페달에 가해지는 힘과 페달의 회전력(torque) 사이의 관계를 객관적 지표로 제안하고 이를 해석하기 위해 Fig. 1과 같은 링크로 구성한 해석 모델을 정의하였다. 여기서, link 1은 브레이크 페달을, link 2는 페달을 밟는 운전자의 발을 나타내며, A는 브레이크를 밟는 동안 발의 회전 중심을, B는 발과 브레이크 패드의 접촉점을, C는 브레이크 페달의 회전 중심을 각각 나타낸다.

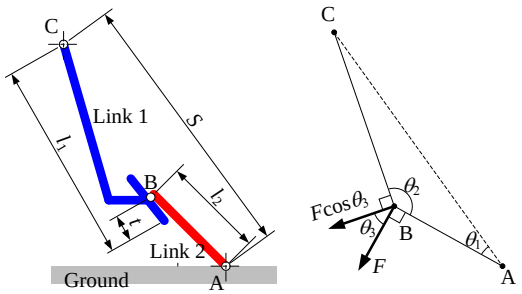

Fig. 1 Brake pedal mechanism model

Fig. 1 (b)의 B에서 발이 브레이크 페달을 누르는 힘의 크기를 F라 하면 페달과 브레이크 페달의 회전력 τ는 다음과 같이 유도될 수 있다.

$$\tau = F\left(S\cos\theta_1 - l_2\right) \qquad (1)$$

식(1)에 의해 F가 일정한 경우 θ_1이 증가하면 τ는 감소하고, τ가 일정한 경우 θ_1이 증가하면 F가 증가함을 알 수 있다.
페달 조작을 위해 더 큰 힘이 요구되면 사용자에게 피로감 등을 유발할 수 있으므로 페달의 위치와 회전력 관계를 페달 기구의 적절성 평가 지표로 고려할 수 있다.

3. 상용 해석 프로그램을 이용한 분석

신체 치수와 페달 위치에 따른 회전력의 변화를 해석하기 위해 상용 해석 프로그램을 이용하여 Fig. 2와 같이 모델링하고 해석을 수행하였다. 페달 기구의 치수 데이터는 Table 1과 같다. 5%tile 여성, 50%tile 남성, 95%tile 남성의 경우에 대해 세 위치에서의 브레이크

조작 시 브레이크 페달의 최대 회전력과 회전력 그래프를 구하여 그 결과를 각각 Table 2와 Fig. 3에 정리하였다.

해석 결과 각 신체 치수 별로 운전자가 편안함을 느끼는 브레이크 페달 위치에서 가장 큰 회전력이 발생함을 확인하였다. 이를 통해 운전자가 편안함을 느끼는 요소는 브레이크 페달의 회전력과 상관관계가 있음을 알 수 있다.

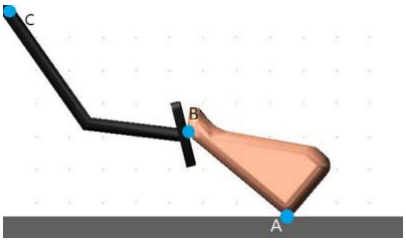

Fig. **2** ADAMS modeling

Table 1 Dimensions for analysis modeling[2]

	95%ile male	50%ile male	5%ile female
Height (mm)	290	250	220
Foot/ pad contact point (mm)	183.59, -189.18 (1st position)	386.02, -315.93 (2nd position)	269.97, -193.89 (3rd position)
Pad angle (deg)	45.33	43.75	35.75

Table 2 Maximum torque of the pedal linkage

	Pedal position	Max. Torque (N·mm)	Torque variation relative to Max. Torque (%)	Corresponding graph in Fig. 3
5%tile	1st position	69.31	-4.32	Fig.3(a)
	2nd position	72.34	-2.65	Fig.3(b)
	3rd position	74.47	0	Fig.3(c)
50%tile	1st position	96.22	-8.21	Fig.3(d)
	2nd position	100.08	0	Fig.3(e)
	3rd position	98.92	-2.06	Fig.3(f)
95%tile	1st position	116.86	0	Fig.3(g)
	2nd position	115.96	-1.16	Fig.3(h)
	3rd position	114.23	-5.68	Fig.3(i)

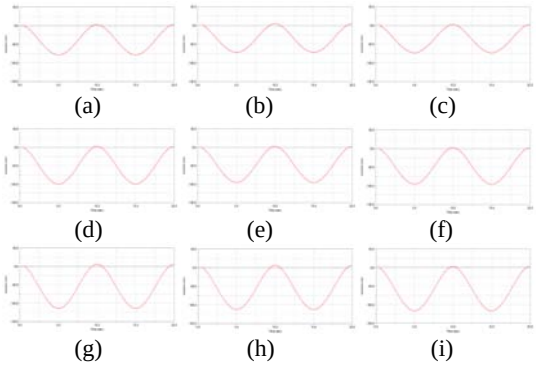

Fig. 2 Graph of torque at pivot of brake pedal

4. 결론

본 연구를 통해 조절식 브레이크 페달 기구의 평가를 위한 지표와 해석 모델링을 제안했다. 페달 기구를 기하학적 구조로 모델링을 하여 이에 대한 수식을 세우고 이를 검증하기 위해 상용 해석 프로그램을 이용하여 모델링 및 해석을 수행하였다.

후기

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2012-0000784).

참고문헌

1. Yu-Chang Kim, “An Ergonomic Design of Brake and Accelerator Pedal Placement for Korean Driver”, Journal of KIIS, Vol. 10, No. 3, pp. 106-109, 1995.
2. Min-Hyung Kim, “Kinematic Synthesis and Analysis of Adjustable Brake Pedal Mechanism that Satisfies Drivers of Various Body Dimensions”, Department of Mechanical Engineering, Korea University, 2009.
3. Ki Tae Kim, “Analysis of an Adjustable Brake Pedal Mechanism considering Foot effort”, KSAE, KASE12-A0373, pp. 1956-1961, 2012.