

셀카봉 모델링과 최적설계

윤종찬¹, 정희욱¹
중앙대학교 기계공학부¹

Modeling of Self Camera Stick and Optimum Design

JONGCHAN YOON¹ and HEEOUK JUNG¹
¹ School of Mechanical Engineering, Chung-ang University

ABSTRACT: The remaining features in this study using the Freecad proceeds according to the overall effect was not supported by the modeling Freecad were conducted a study to complement using the CATIA program or other commercially available. The focus of this study is that there can be obtained the stability through the center of gravity of the balancing of two parts by increasing the weight of the other magnet through a Fortuna other end of the weight of the bar, using the center of gravity. Finally, to find the optimal design of the weight and thickness of the main bar through the center of gravity balancing is the purpose of this study.

Key Words: Freecad, Center of gravity, Balancing, Optimal design, Thickness

1. 서 론

1.1 연구배경

셀카봉이란 카메라나 휴대폰을 장착해서 사진을 찍을 수 있는 막대기를 말한다. 단순한 막대기이지만 사람들은 이를 통해 좀 더 멀리서 많은 사람들과 배경들을 찍을 수 있게 되었다. 그래서 작년 한해 온라인 쇼핑몰 등에서 판매순위 1 위로 많은 양의 셀카봉이 팔려나갔고, 현재도 여행을 갈때나 어디를 갈 때에 머스트잇 아이템으로써 많은 숫자가 팔려나가고 있다. 하지만 셀카봉은 먼 곳에서 사진을 찍을 수 있는 반면에 핸드폰이 손으로부터 먼 곳에 달려 사진을 찍기 때문에 손에 가해지는 무게가 커져 오래 사용하기에는 조금 무리가 따라서 손의힘이 약한 여성이나 어린아이들은 사용이 불편한 점이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 그래서 이러한 단점을 개선하여 많은 사람들이 쉽게 사용할 수 있는 셀카봉 설계를 위해 무게중심의 이동이라는 아이디어로 연구하게 되었다.

1.2 프로젝트 개요

먼저 선정 모델에 대해서 Freecad 를 이용해 모델링을 진행하고 진행하면서 모델링을 진행한 방법들을 소개하고 Freecad 에서 조금 불편한 점이나 부족한 점을 분석하고 모델을 Ansys 를 활용하여 해석하여 모델에 대한 관성모멘트를 측정하여 그 값을 줄이기 위한 최적설계를 진행한다. 그리고 본 연구에서는 최적설계에서 얻은 결과값을 이용해 개선점을 분석하고 손에

가해지는 모멘트를 줄일 수 있는 적합한 두께를 선택하여 향후 셀카봉을 개발하는 데에 활용 될 수 있는 기반이 되는것에 목적이 있다.

2. Freecad 를 이용한 모델설계

2.1 모델 선정 이유

모델은 시중에서 많이 팔리고 있는 JSTAR 사의 207-4A 모델을 선정하였다. 이 모델의 특징은 다른 셀카봉 보다 길게 셀카봉을 연장시킬 수 있어 좀 더 폭넓게 사진을 찍을 수 있는 장점이 있다. 하지만 휴대폰을 장착하고 최대로 연장시켰을 때 봉 길이가 굉장히 길기 때문에 손에 가해지는 무게감은 성인 남성도 오랜 시간 들고 있기에는 크게 무리가 있어 보였다. 그래서 이러한 단점들을 극복하기 위한 방법으로 무게감을 줄여서 사용자에게 조금 더 편안한 셀카봉을 고안하는 것을 목적으로 연구를 진행하였다.



Fig.1 Selected self camera stick

Figure 1 은 Z07-4A 모델을 최대로 펼쳤을 때 모습이며 최대로 펼쳤을 때 셀카봉은 7 단까지 펼칠 수 있어 추후에 해석할 때 모델이 넓은 범위에서 분석하기가 편해 이 모델을 선택하게 되었다.

2.2 Freecad 를 이용한 모델링

셀카봉은 크게 Bar부분과 Holder부분으로 나누어 설계하였다. Bar 부분은 총 7단으로 길이를 조절할 수 있게 되어있으며, Holder부분은 휴대폰을 잡을 수 있게 되어있다.

Main bar 는 Holder 와 연결하는 Connector 부분과 긴 봉으로 구성되어있다. 긴 봉은 7 단으로 이루어져 있으며 한 칸당 145mm 로 총 1015mm 로 되어있다. Figure 2 은 긴 봉의 실제 모델이다. Figure 3 는 긴 봉과 Figure 4 는 Holder 부분을 긴 봉과 연결하는 connector 의 실제 모델이다.



Fig. 2 Selected bar real model

Main bar의 모델링은 실제와 동일하게 진행하였으며 바 끝부분의 고무 손잡이 부분은 일단 사용하는데 중요하게 작용하는 요소가 아니라고 생각되어 제외하고 bar자체만 모델링을 진행하였다.



Fig. 3 Sketch of selected main bar

Main bar 는 단순하게 Pad 와 Pocket 을 이용하여 단순하게 모델링을 진행할 수 있었지만 다른 곳에 사용할 기회가 있었기 때문에 여러가지 기능을 이용하기 위해 Revolution 기능을 이용해 모델링을 하였다. Revolution 기능을 이용하면 나중에 해석에서 두께를 변화 시킬 때에 번거롭게 원의 크기를 변화 시킬 필요없이 단순히 사각형의 두께만 줄여주면 되어 조금 더 편리했다. 밑에 나타난 Figure 4 가 7 단봉의 모델링을 완료한 모습이다.



Fig. 4 Finished main bar

Figure 5 의 Connector 모델링은 일단 위 Base 부분은 Figure 5 와 같이 많은 구속조건을 이용해 스케치를 진행하였다. 이 과정에서 구속조건을 잡는데 다른 Catia 나 Proe 프로그램과는 다르게 구속조건을 잡기가 어려워서 스케치를 하기에 어려므로 불편함을 느꼈다. 또 가끔 구속조건이 존재하는데 계속해서 구속조건을 넣어달라고 요구를 하는 경우가 존재했다.



Fig. 5 Selected connector's real model

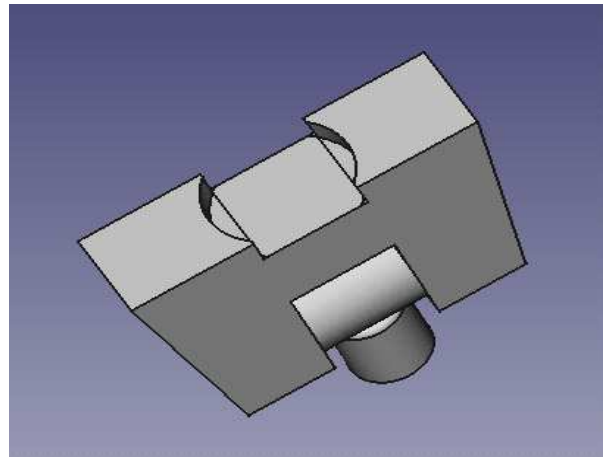


Fig. 7 Base of finished connector

그리고 Figure 8 그림처럼 Pocket 을 이용하여 모델링을 한 뒤 Polar pattern^[1]기능을 이용하여 톱니모양을 모델링 하였다.

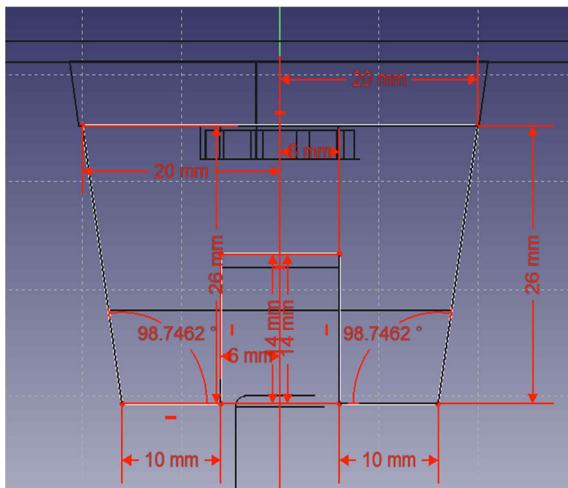


Fig. 6 Selected connector's real model

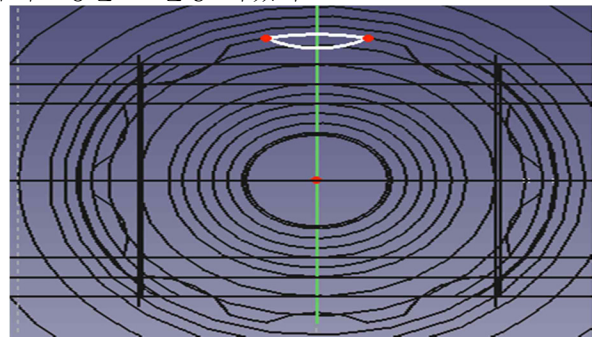


Fig. 8 A gear of Connector

Figure 9 는 톱니가 완성되서 Base 부분과 합쳐져 있는 모습이다. 처음에는 따로 그려내서 어셈블리를 통해 각각의 파트들을 조립할 생각이었지만 Freecad 가 어셈블리를 지원하지 않아 Base 위에 스케치를 잡아 모델링을 하였다. 그리고 톱니의 중간과 Base 를 이어주는 기둥을 그려내어 두 물체를 하나의 개체로 완성시켰다.

Figure 7 은 Connector 의 Base 파트를 완성한 모습이다. 밑에 Bar 부분과 연결된 부분은 원을 이용한 Pad 와 Pocket 을 이용해서 모델링을 하였다.

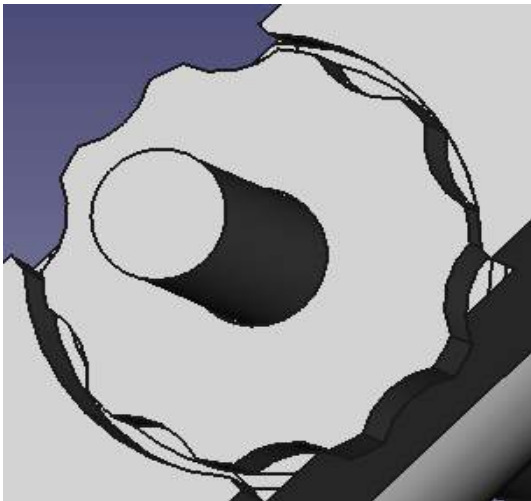


Fig. 9 Finished gear and pillar

Figure 10 은 완성된 Connector 와 Gear 그리고 Pillar 를 다같이 합쳐놓은 모습이다. 기둥은 윗부분인 Holder 부분을 완성했을 때 어셈블리 하기 위해 Connector 에서 길게 밖으로 나오도록 모델링을 하였다. 원래 기둥의 실제모습은 헬리컬 커브와 같은 모습이지만 나중에 해석을 할 때 헬리컬 커브와 같은 곳의 Mesh 가 잘 생성되지 않아 편의를 위해서 단순한 기둥으로 표현을 하였다.

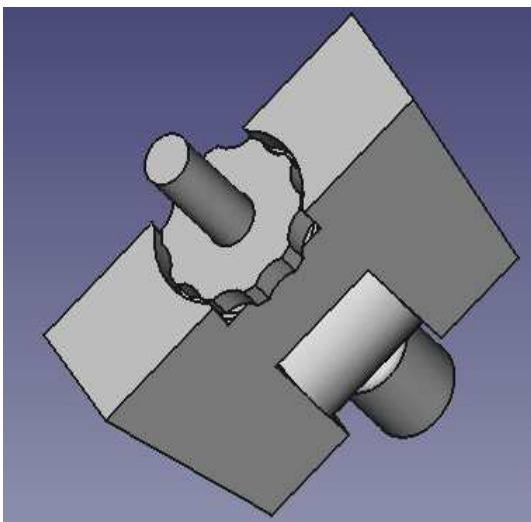


Fig. 10 Finished entire connector

다음은 셀카봉 에서 핸드폰을 고정하는 부분인 Holder 부분의 모습이다. Figure 11 은 Holder 의 앞면 부분의 실제 모습이다.



Fig. 11 Holder's real model of selected model

여기서 holder 의 주황색 부분 핸드폰을 고정해주는 스폰지부분은 처음에는 모델링 하였지만 Ansys 를 통해 해석 하는 데에 어려움이 있어 해석을 진행할 때를 제외하고 모델링을 하였다. Holder 의 밑부분은 일단 Pad 를 이용하여 사각 기둥을 그린 뒤 Fillet 을 이용하여 곡선부분을 구현하였다. 처음에는 원기둥으로 만들어서 모델링을 진행하였는데 Freecad 에서는 원이나 곡선 위에는 모델링을 진행할 수 없고, 또 어떠한 개체나 물체 위가 아닌 단순히 Offset 을 잡아서 같은 부분에 모델링을 하게되면 다른개체들을 인식할 수 없어 Face 가 깨져 모델링이 안되는 현상이 발생했다. 그래서 완성을 위해 어느 정도 오차는 존재하지만 가능한 한 비슷한 치수로 모델링을 진행하였다.

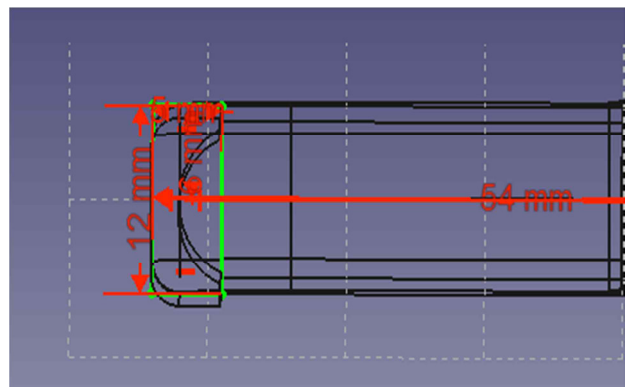


Fig. 12 Sketch of holder's left pillar

그리고 밑부분과 연결되는 왼쪽 기둥부분도 마찬가지로 Figure 10 처럼 스케치한 뒤 Pad 를 이용하여 모델링 하였다. 여기서도 처음처럼 원기둥을 이용해 모델링 했을때에는 곡선을 따라서 그려야하는데 Freecad 가 곡선기능을 지원하지 않아 불편함이 있어서 처음을

사각형으로 시작해서 나중에 Fillet 을 주는 순서로 모델링을 진행하였다.

나머지 오른쪽 기둥도 Pad 를 이용하여 모델링 하였으며 밑부분의 윗면에 스케치를 하고 양쪽으로 Pad 를 시켜 한 개체로 인식하도록 모델링 하였다.

Figure 13 은 완성된 Holder 의 모습이며 실제의 주황색 받침대 부분은 해석을 위해 제외하였다.

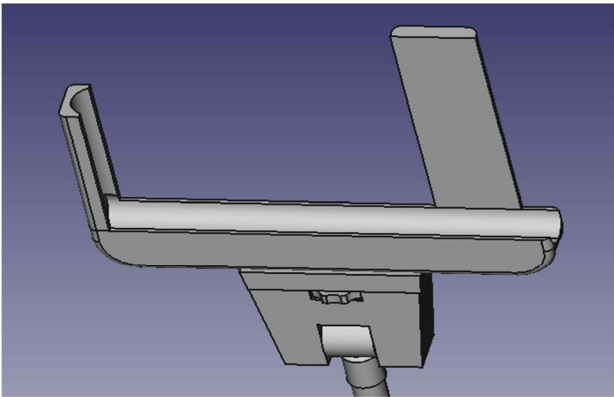


Fig. 13 Assembled Parts of finished holder

3. Model 해석과 최적설계

3.1 Model 해석

- 2.1.2절을 통해 생성된 최종모델을 STEP파일로 EXPORT하여 ANSYS WORKBENCH 15.0에서 해당파일을 IMPORT하였다. 그리고 Engineering data를 이용해 물체의 종류를 알루미늄으로 지정하였다. 그리고 위에서 모델링한 셀카봉의 처짐에 대해 해석해보았다.

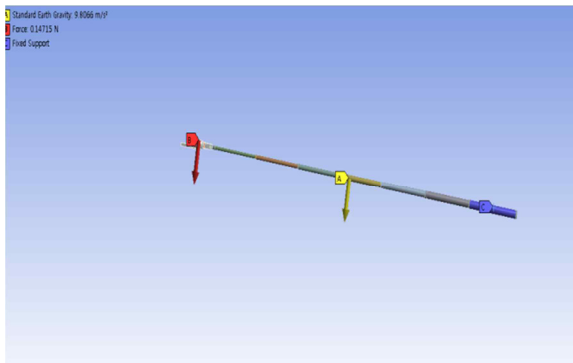


Fig. 14 Boundary condition of model

먼저 Ansys 의 기본기능^[2]인 Staticdynamic 의 Deformation 과 Moment reaction 를 통해 해석을 진행하였다. 윗 그림 Figure 14 에서 볼 수 있듯이 가운데에 중력을 작용시켰고 Holder 부분에는

평균 셀카봉 무게인 150g 을 N(뉴턴)단위로 변환하여 작용하였다. 그리고 사용자들이 셀카봉의 끝을 잡고 사용하는 것을 반영하여 봉의 끝부분을 Fixed point 로 하여 Boundary condition 을 설정하였다. 그리고 Deformation 해석을 하면 아래 Figure 15 와 같이 변형되는 모습을 볼 수 있다. 우리가 몇배 확대를 하여 조금 흰 모습을 보이지만 실제적으로 봤을때는 육안으로 확인 할 수 없는 정도의 처짐이라고 보면 된다. 해석에서 볼 수 있듯이 무게중심이 존재하는 휴대폰 장착부분이 가장 변형이 큰 것을 알 수 있다.

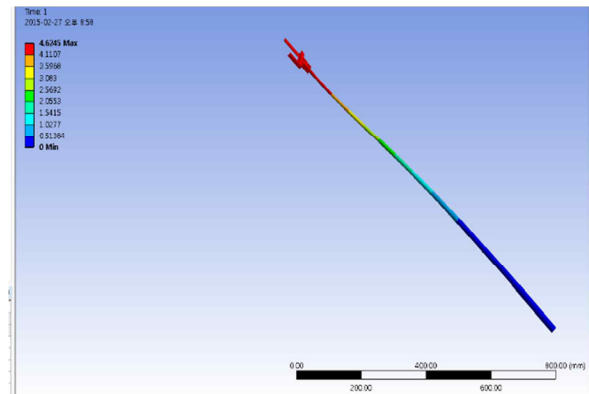


Fig. 15 Deformation Analysis of finished model

3.2 개선을 위한 아이디어

이 해석에서 볼 수 있듯이 셀카봉을 길게 펼쳐서 사진을 찍으려고 하면 고정되어있는 손을 잡는 부분에는 위쪽으로 올라가는 모멘트가 아래로 내려가려는 핸드폰끝의 모멘트에 의해 발생하게 된다. 이것이 발생하는 이유가 무게중심이 핸드폰쪽으로 치중되어있어서 발생하는 것인데 다른쪽의 무게를 이용해 무게중심을 이동시켜 무게중심의 밸런스를 맞출수 있다.^[3] 그래서 먼저 무게중심이동으로 인한 모멘트변화를 보기 위해 Fixed 뒀던 바 끝에 무게를 작용해 보았다.

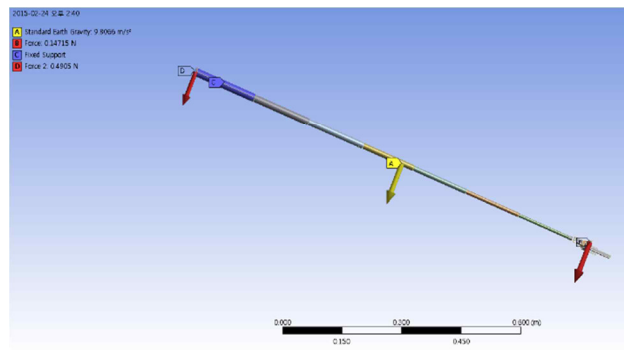


Fig. 16 Analysis of weighing model

Figure 16 에서와 같이 바 끝에 Force 를 작용시킴으로써 무게중심을 가장 위쪽에서 이동시켜 무게중심의 안정감을 얻을 수 있었다. 그래서 바 끝에 50g 의 무게를 가하여 모멘트 변화를 해석해보았다. 이때에는 0.1N-m 정도의 모멘트 감소를 볼 수 있었다. 0.1N-m 정도의 값은 손에는 거의 큰 변화가 없는 정도의 변화였다. 하지만 바 끝에 무게를 늘림으로써 손에 가해지는 모멘트가 감소하는 것을 볼 수 있었다. 그래서 이를 이용해 처음에 생각한 아이디어는 바 끝을 자석과 같은 자성물체로 만들어 필요에 따라 무게를 증가시켜 사용자의 편리함을 도모하자는 것이었다. 그러나 셀카봉의 또하나의 장점이고 필요한 점이 언제 어디에서나 짚을 수 있는 이동성이 사용자들에게 중요한 요인으로 작용한다고 생각되어서 현재의 셀카봉 무게를 유지하면서 바 끝으로 가해지는 모멘트의 힘을 줄일 수 있는 방법을 생각하였다. 그 중에 생각한 것이 바 끝의 무게를 증가시키고 다른 Bar 부분의 무게를 감소시켜 무게중심의 변화를 주는 것이었다. 이를 이용하여 바의 두께를 조절해가면서 무게를 조절하여 최적설계를 하는 방향으로 연구를 진행하였다.

3.3 최적설계를 위한 해석

최적의 설계를 하기 위해 일단 모든 물체의 상태를 알루미늄으로 지정을 하고 해석을 진행하였고 셀카봉의 무게와 거의 비슷한 260g 정도의 총 무게가 나타났다. 그래서 우리는 260g 오차범위 10g 이내로 두께를 변화하면서 무게중심을 이동시켜 나타나는 관성모멘트 변화를 통해 알맞은 두께로 제일 효율적으로 힘을 받을 수 있는 셀카봉을 만들기 위해 연구하였다.

표에서 모멘트의 단위는 N-mm 단위이고 이 표에서 보면 끝 봉 두께가 증가하면 조금씩 바에 전해지는 모멘트가 줄어가는 것을 볼 수 있다. 일단 무게 오차범위가 10g 이내였기 때문에 1.3mm 부터는 진행을 종료 하였고 끝 봉 두께 뿐만 아니라 나머지 봉 두께를 줄여가면서 해석을 진행하였는데 나머지 봉 두께가 줄어들면 감소한 무게만큼의 모멘트가 봉 끝으로 전해져 모멘트 값이 증가되는 것을 볼 수 있었다. 그리고 공차 값을 1mm 하여 두께를 2mm 정도로 크게 하여 모멘트 해석을 해보았는데 두께로 인해 증가한 무게로 인해 모멘트가 증가하는 모습을 보여 공차를 0.1mm 로 바꾸어 진행을 하였다. 이 해석을

통해 얻은 것은 두께를 변화 시켰을 때 가장 큰 변화를 보일 때는 1.1mm 로 두께를 증가시켰을 때 변화를 보였으며 두께를 증가 시켰을 때는 손에 가해지는 모멘트가 감소하고, 바봉의 두께를 늘리고 나머지 봉의 두께를 감소시키면 무게도 현격히 가벼워지고 모멘트값 조금씩 줄어가는것을 볼 수 있었다.

Table 1 두께에 따른 전체적인 무게와 모멘트값

나머지봉두께 끝봉 두께		1mm	0.9mm	0.8mm
		1mm	무게	263g
	모멘트	2488.1	2496.2	2502.3
1.1mm	무게	270g	259g	249g
	모멘트	2487.4	2496.1	2501.9
1.2mm	무게	273g	262g	252g
	모멘트	2487	2495.7	2501.6
1.3mm	무게	276g	265g	254g
	모멘트	2486.8	2495.1	2501.1

3. 결 론

이 연구에서는 취지에 맞게 Freecad 를 이용해서 전체적인 모델링을 진행하였고 FreeCad 에서 지원하지 않는 나머지 기능들은 CATIA 나 다른 상용화된 프로그램을 이용해 보완하면서 연구를 진행하였다. 시중에 나와있는 셀카봉이 먼저 최적화 설계가 되어있는 상태로 나오기 때문에 크게 개선된 모델은 얻어낼 수 없었지만 무게중심 이동을 통한 모멘트변화를 통해 조금이나마 개선된 모델을 얻어낼 수 있었다. 무게중심을 이용해서 바 끝의 무게를 추나 다른 자석을 통해 다른 쪽의 무게를 늘림으로써 두 부분의 무게중심 밸런싱을 통해 안정감을 얻을 수 있다. 이러한 개념을 사용해 손끝에 가해지는 모멘트를 줄여보고자 하는 방향으로 재설계를 진행하였다.

일단 먼저 바 끝 쪽의 무게를 늘려가는 방향으로 설계를 진행하였는데 바 끝의 무게를 늘리면 늘릴수록 무게중심 밸런싱의 이동으로 손에 가해지는 모멘트 힘이 급격히 줄어드는것을 느낄 수 있었다. 그러나 첫번째 고려한 사항은 무게가 늘어나는 단점이 존재해서 같은 개념을 이용한 다른 방향을 생각한 것이 전체적인 무게는 유지하고 다른 바들의 무게를 변화시켜가면서 모멘트의 변화를 연구하였다. 일단 연구는 오차범위 10g 이내에서 연구하였기 때문에 1.3mm 이후는 해석하지 않았지만 두께를 계속해서 증가시키고 나머지 봉들의 두께를 감소시키면 무게도 원래 모델과 비슷한 수준에서 모멘트 값도 계속해서 감소하는 것을 볼 수 있다. 이 과정을 봉의 두께가 한계를 건널 수 있을정도 까지만 고려하면서 반복한다면 최적의 셀카봉을 설계할 수 있을것이라고 생각된다.

감사의글

본 연구는 미래창조과학부의 지원사업으로 첨단 사이언스, 교육허브개발의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Edison 중앙센터, 2015, FreeCAD manual, pp. 74-75
2. 태성에스엔이 FEA 사업부, 2012, ANSYSWORKBENCH 14.0 왕초보탈출하기, 시그마프레스, YONGSAN, KOR, pp.34 - 127.
3. KIM, H.W and JUNG. S, Experimental Studies of Controller Design for a Car-like Balancing Robot with Variable Mass, 한국지능시스템 학회, 2010, pp.471 - 472.