

어버트먼트의 조임력과 접촉상태를 고려한 유한요소 해석

Finite element analysis on an abutment in consideration of the pretension and surface contact

*#홍대선¹, 김도언², 김영준², 이승영³

*#D.S. Hong(dshong@changwon.ac.kr)¹, D.U. Kim², Y.J.Kim², S.Y.Lee³

¹창원대학교 메카트로닉스공학부, ²창원대학교 기계설계학과, ³(주)티스트롱 대표이사

Key words : Abutment, Implant, Finite element analysis, Pretension, Surface contact

1. 서론

1966년 생체와 금속 간의 골유착 개념이 보고된 이후 많은 실험과 연구 그리고 임상적 적용을 통해 다양한 임플란트가 개발 되었고, 현재 임플란트는 신뢰할 만한 치과 치료 방법이 되었다.¹ 임플란트가 성공적인 기능을 수행하기 위해서는 구성 물질이 생체친화성을 가져야 할 뿐만 아니라 외부 힘에 충분히 견딜 수 있는 강도를 가지도록 설계되어야 한다.

이에 임플란트에 관한 연구는 나사산의 크기와 형태에 따른 연구, 어버트먼트(Abutment)의 크기와 형태에 관한 연구, 조임력 영향 등에 대해 수행되고 있다. 그 중 조임력 영향은 임플란트를 식립할 때 잔류 응력이 남아 임플란트에 주요한 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.

본 논문에서는 어버트먼트와 고정체(Fixture)에 대하여 조임력과 접촉상태를 고려한 유한요소 해석을 하고자 한다.

2. 연구방법

임플란트 피로시험 및 해석에 대한 기준은 ISO 14801 표준을 따르며, 이에 대한 실험방법은 Fig. 1에 나타낸다.

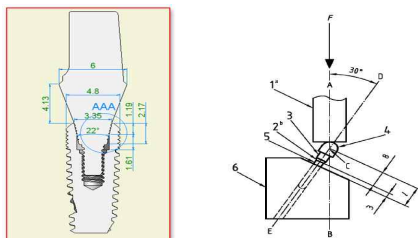


Fig. 1 Abutment & ISO 14801

Table 1. Mechanical Property of Ti-6Al-4V

	Abutment	Fixture
Density	4430kg/mm	
Poissons Ration	0.342	
Tensile Strength, Yield	790Mpa	
Tensile Strength, Ultimate	860Mpa	
Compressive Yield Strength	860Mpa	

본 연구에서는 ISO 14801의 방법을 적용하여 30° 경사 힘을 어버트먼트의 상부에 힘을 주어 해석을 진행한다. 어버트먼트와 고정체의 물성치는 Table.1에 나타낸다. 어버트먼트와 고정체 사이의 접촉상태에 중점을 두었으므로 접촉상태 부분을 제외하고는 단순화 하여 모델링을 하였다.

3. 해석방법

Fig.2 와 같이 축대칭 모델로 모델링을 하여 해석을 진행한다. 여기서 어버트먼트와 고정체 사이의 접촉시의 마찰계수는 0.2로 하였다. 조임력을 너무

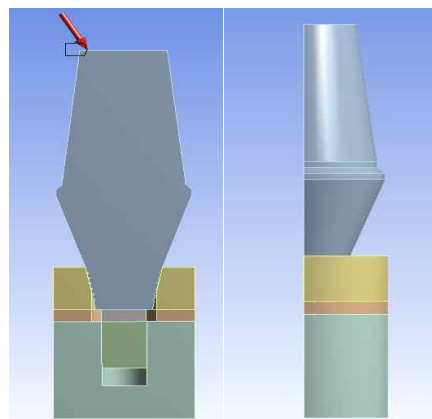


Fig. 2 Symmetrical Modeling

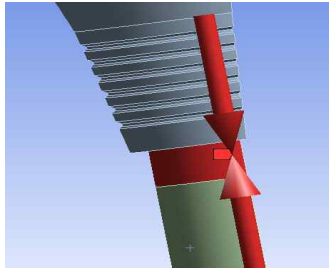


Fig. 3 Pretension Load Location

과도하게 적용하면 이에 대한 과도한 인장력으로 인해 나사의 소성변형에 따른 풀림이 일어날 수 있다.² 따라서 적정 조임회전력은 나사 수명의 최대화와 나사의 풀림방지라는 두 가지 요구조건을 고려하여 결정되어야 한다.³ 본 연구에서는 실제사용되는 조임토크인 0.35Nm 에 해당되는 177.4N의 조임력(Pretension load)을 어버트먼트의 나사부에 가하였다. 어버트먼트 상부의 30° 경사힘과 나사부의 조임력을 준 상태에서 해석을 진행한다.

경계조건은 Fixture(고정체)의 외부를 모두 Fixed Support(고정)하고 대칭 모델링을 한 것이므로 대칭(Symmetry)로 조건을 준다. 즉, Fig.3과 같이 나사의 Pretension(조임력)이 발생할 수 있는 지점인 어버트먼트와 고정체사이의 공간이 발생하는 부위에 177.4N을 준다.

4. 해석결과

경사힘과 조임력을 고려하여 3가지의 경우로 나누어 해석을 하였다. Case1은 30° 경사힘만 주었을 때, Case2는 Pretension(조임력)만 주었을 때, Case3는 두 힘을 모두 주었을 때로 구분하였다. 해석결과는 Fig.4 와 Table 2에 나타낸다. 이 결과를 보면 Case3에서 가장 많은 응력이 발생 하였고 Case1에서 가장 큰 변형이 발생하였다.

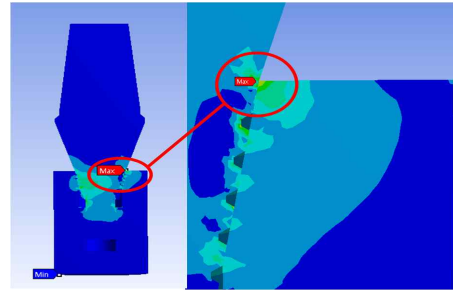


Fig. 4 Result of the Stress Distribution (Case 3)

Table 2. Result from the FEA Analysis

	MaxStress	MaxDeformation
Case1	269.9Mpa	$2.74 \times 10^{-2} mm$
Case2	264.1Mpa	$7.38 \times 10^{-3} mm$
Case3	334.6Mpa	$2.41 \times 10^{-2} mm$

5. 결론

본 연구에서는 어버트먼트의 조임력과 접촉 상태를 고려한 유한요소 해석을 하였다. 해석은 3가지의 경우로 진행하였고 경사힘과 조임력을 가한 경우가 경사힘만 가한 경우에 비해 30% 응력이 많이 발생하는 것을 확인하였다.

이 결과를 통해 외부 경사힘과 조임력이 임플란트의 응력에 미치는 영향을 분석하였고, 본 연구를 토대로 하여 향후 어버트먼트의 사용시 풀리지 않으면서 임플란트의 응력을 감소시킬 수 있는 적절한 조임력에 관한 연구를 수행할 계획이다.

참고문헌

1. Branemark PI. Osseointegration and its experimental background. J Prosthet Dent 1983;50:399-410.
2. Haack JE, Sakaguchi RL, Sun T, Coffey JP. Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. Int J Oral Maxillofac Implants 1995;29-36
3. McGlumphy EA, Mendel DA, Holloway JA. Implant Screw Mechanics. Dent Clinics North Am 1998;42:71-89