

새로운 실링구조의 어버트먼트를 적용한 임플란트의 피로해석 Finite Element Analysis on the Fatigue Strength of a New Sealing-Type Abutment

*강효정¹, 황상욱¹, 김정민¹, 김종엽¹, #홍대선²

*H. J. Kang¹, S.W.Hwang¹, J.M.Kim¹, J.Y.Kim¹, #D. S. Hong²

¹창원대 기계설계공학과, ²창원대 기계공학부

Key words : Sealing abutment, Implant, Finite Element Analysis, Sealing, Fatigue

1. 서론

치과용 임플란트에 대한 과학적 규명이 이루어진 이후, 생체와 금속 간의 골유착 개념이 보고되고 많은 연구와 실험 그리고 임상적 적용을 통해 다양하고 신뢰할만한 임플란트가 개발되었으며 그에 대한 효율성이 입증되었다. 따라서, 임플란트가 치아의 역할을 대신함으로써 발생하는 생체기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

임플란트에 관한 연구는 나사산의 크기와 형태에 따른 연구, 어버트먼트의 크기와 형태에 관한 연구, 조임력, 저작압의 영향은 골흡수, 치아 함몰 및 풀림현상에 주요한 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 일반 어버트먼트의 경우는 풀림현상이 발생한다 이는 넓은 면과 면의 완벽한 접촉은 이론적으로는 가능하나, 실제로는 불가능하고 또한 치아특성상 반복되는 저작압에 의해 Fig.1와 같이 접촉면이 변형을 일으켜 고정체의 틈이 생긴다. 이러한 틈이나 풀림현상이 발생하면 이물질이 끼며 이로 인한 세균막의 침착은 물론 치아의 함몰 고정체의 파단을 가져오며 환자는 벌어진 틈을 다시 조여줄 필요가 있어서 병원을 다시 찾아가 교정시술을 받아야 하는 불편함이 있다. 이같은 틈을 줄이기 위해서 기존의 임플란트를 개선하기 위한 여러 연구가 진행되고 있다.

임플란트 제작 시 제작 정밀도는 공작기계 자체의 정밀도 및 사용공구의 마모에 따른 가공 정도의 영향, 시간에 따른 기계의 온도변화, 기계 및 공구의 진동 영향, 테이퍼면 가공 시 동시 2개축 가동을 위한 선형보간 알고리즘이 갖는 오차의 영향등과 같은 여러 인자들로 인해 제작 단계부터 정밀도가 저하된다. 이같은 문제점을 해결하기 위한 방법으로서 연마 등의 공정을 거쳐 정밀도를 한 단계

더 올리는 방법이 있으나 가공 비용이 비싸지며, 가공공정상 고정체의 내경의 크기가 3.5mm 이내로 매우 작기 때문에 연마공정의 어려움이 있다. 이를 보완하기 위한 연구로서 임플란트 제작에 영향을 미치는 인자를 찾아서 개선하는 방법과 임플란트 식립시 중요한 역할을 하는 어버트먼트의 형상 설계에 관한 방법등이 있다.

전 연구에서는 어버트먼트의 형상설계의 한 가지 방법으로써 새로운 형상을 갖는 실링어버트먼트 (Sealing abutment)를 제안하고 이에 대하여 고정체간의 접촉상태를 고려한 유한요소 해석을 통하여 본 제품의 유용성을 검증하였다.

본 연구에서는 실링어버트먼트의 형상을 갖는 임플란트를 연구 모델로 삼아 임플란트의 ISO4801에 맞추어 피로해석을 수행하여 이의 안전성을 확보한다.

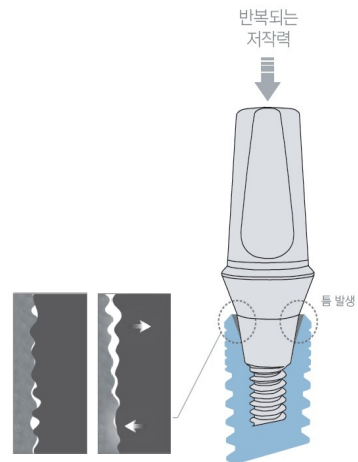


Fig. 1 일반 어버트먼트의 외력에 대한 틈새 발생

Table 1 피로해석 조건

Loading Type	Zero-Based
Analysis Type	Stress Life
Mean Stress Theory	Goodman
Design Life(Cycle)	5×10^6

2. 실링 어버트먼트의 유한요소 모델링

본 연구에서는 일반적으로 치과용 임플란트 시스템의 피로시험에 적용하는 ISO 14801의 방법을 적용하여 30° 경사힘을 어버트먼트의 상부에 힘을 주어 해석을 진행한다.

의료용 사용과정에서는 저작압에 의한 고정체와 어버트먼트 사이에서 파단이 일어난다. 이에 접촉상태 부분을 실제 형상화하여 Fig. 2에 보이는 바와같이 모델링 하였으며 이 부분을 제외한 모델은 단순화 하였다.

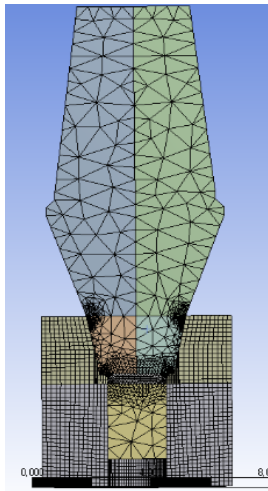


Fig. 2 실링 어버트먼트와 고정체 모델링

3. 실링 어버트먼트의 피로해석 방법

본 연구에서는 Table 1에서 보는 바와 같이 조건을 설정하여 피로해석을 진행하였다. Design life는 실제 피로한도인 5×10^6 으로 한다. 선도는 Goodman 선도를 따르며 이전 연구를 통해 획득한 S-N커브의 데이터를 Ansys Workbench의 교변응력 값에 입력을 하여 피로해석을 진행한다.

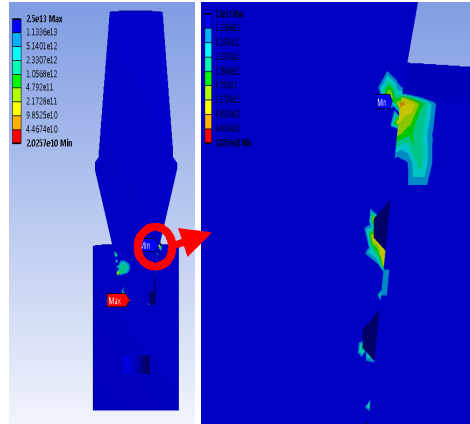


Fig. 3 피로해석 수명 결과

4. 피로해석 결과 및 고찰

해석결과 Fig. 3에서 보는바와 같이 응력이 가장 크게 발생한 부분의 수명이 2.03×10^{10} Cycle임을 알 수 있다. T사의 임플란트는 안전율 29를 만족함으로써 안전성을 확보하였고, 피로해석에서도 식약청에서 지정한 100만번을 넘는 10억만번의 값이나와 피로에 대해서 충분한 값이므로 반영구적 치아로 사용하는데 손색이 없다.

후기

이 논문은 2012~2013년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. Kim, Y, J, "A handbook of Dental Implant 2002", 2002.
2. Shim, D, B, and Chung, C, H, "3-Dimensional Finite Element Stress Analysis of Single Implant according to the Structure of the intermediate Abutment," Oral Biology Research, Vol.22, 1998.
3. Haak JE, Sakaguchi RL, Sun T, Coffey JP. "Elongation and preload stress in dental implant abutment screws," Int J Oral Maxillofac Implants, 29-36, 1995.
4. Rangert B, Jemt T, Jorneus L, "Forces and moments on Branemark Implants," Int J Oral Maxillofac Implants, 4:241-7, 1989.