한국정밀공학회 2006년도 춘계학술대회논문집 pp. 171~172 KSPE 06S154

유한요소해석을 이용한 하악 제1소구치의 내부구조 연구

이호중((주)두산엔진 기술연구소), 전경진*(한국생산기술연구원)

A Study on the Internal Structure of the Mandibular First Premolar using the Finite Element Analysis

H. J. Lee (R&D Center, Doosan Engine. Co., Ltd.),
K. J. Chun* (KITECH)

ABSTRACT

Abstract : Most existing studies for stress analysis of teeth have employed small number of teeth, and used big element size using F-E models. Therefore, the results are not accuracy enough for showing the internal stress variation. 15 males' and 13 females' mandibular first premolar are employed for internal structure's study of teeth and small element size for a FE model are used. According to these processes, stress distribution of internal parts of teeth are well shown, and the stresses are varied a lot between enamel layer and dentine layer, but there is little variation on pulp chamber.

Key Words : Micor-CT(미세단층촬영기), Internal Structure (내부구조), Enamel(법랑질), Dentine(상아질), Pulp(치수), Stress Distribution (응력분포)

1. 서론

치아 내부 구조를 연구하는데 있어 다수의 치아 구조 응력 분포의 통계적 필요성이 제기되고 있으며, 유한요소해석을 수행하는데 있어 정확한 결과를 유도하기 위한 요소의 크기도 매우 중요하다. 하지만, 유한요소법을 이용한 기존의 많은 치아 내부 구조 연구들은 주로 적은 수의 치아 시편을 대상으로 하거나[1], 큰 크기의 요소를 이용하여 수행되어졌다[2]. 또한, 형태가 다른 다수의 치아에 대한 내부 응력이 어떻게 분포하고 있는지는 분석, 파악한 경우도 거의 없었다.

이에 본 논문에서는 하악 제1소구치 남성 15개, 여성 13개를 이용하여 교합력 또는 저작력이 주어지는 상태의 유한요소해석을 수행하고, 이를 통하여 불규칙한 형태를 가진 치아 내부 구조 응력 분포의 경향성 확인하였다.

2. 본론

2.1 모델 및 해석방법

본 논문에서는 법랑질(Enamel), 상아질(Dentine), 치수강(Pulp chamber), 그리고 하악골(Mandibular)로 이루어진 남성 15개, 여성 13개의 유한요소모델을 구성하였다. 각 모델을 구성한 방법은 미세단층촬영기(Micor-CT)를 통하여 얻어진 층별 높이가 0.02131mm인 1024장의 2차원 치아 단면 정보로부터 V-Works(CyberMed. inc, V4.0)를 사용하여 외곽라인을 3차원으로 각 조직에 따라 재구성하였다. 이를 Hypermesh(Altair Engineering. inc, V8.0)를 이용하여 해석모델을 구현하였다. 해석모델을 구성하기까지의 진행도는 아래 Fig. 1과 같다. 본 연구에서는 치아가 기하학적 형상을 가지고 있으므로 사면체요소를 사용하였다.

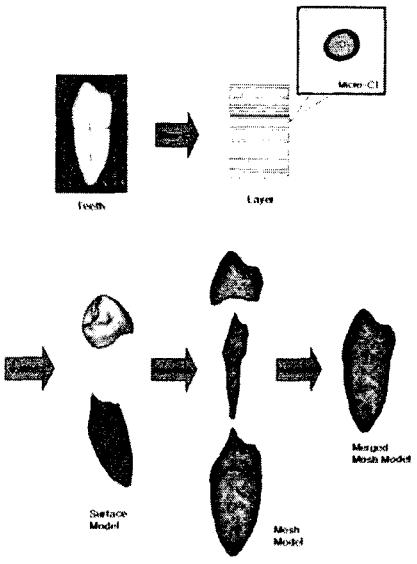

Fig. 1 Process of reconstruction for FE-Model

2.2 경계조건 및 해석

본 연구에서 사용된 하악 제1소구치의 해석모델에서는 길이가 10㎛정도에 불과한 백악질과 응력-변형률 선도가 각 인대의 위치에 따라 복잡하고 다양한 결과값이 산출되는 치주인대는 제외하였다.

Table 1 Material property

Material	Young's Modulus (E)(N/㎟)	Poisson's Ratio (ν)
Enamel	84100	0.20
Dentine	18600	0.31
Pulp	2	0.45

경계조건은 수직에 대한 45도 방향으로 협측삼각융선(Buccal triangular ridge) 부위에 하악 제1소구치의 최대 교합력인 250N의 분포하중을 가하고, 치근을 완전 고정하였다. 물성치는 Table 1과 같이 적용하였다. 해석모델은 N4W(MSC. inc., Nastran for Windows 5.0)를 사용하여 유한요소해석을 수행하였다.

3. 결론

최상위 치경선(Cervical line)에서 교두(Cusp) 방향으로 0.5㎜ 지점에 Fig. 2와 같이 평면을 만들고 내부 응력분포를 확인하기 위하여 협면(Buccal)에서 설면(Lingual)으로, 근심면(Mesial)에서 원심면(Distal)으로의 응력분포선(Stress distribution line)을 설정하였다.

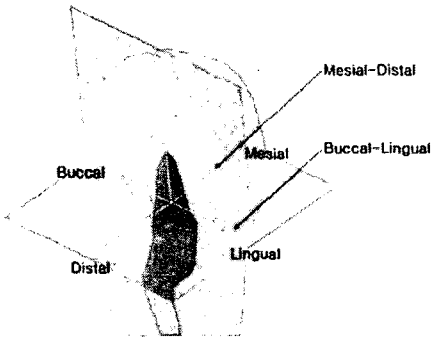

Fig. 2 Datum view plane for stress analysis results

응력 분포선의 결과로써 교합력이 가해질 때 상아법랑경계부(CEJ), 상아질과 치수강과의 경계부에서 응력값의 변화가 많음을 Fig. 3, Fig. 4를 통하여 확인하였다. 이를 통하여 주어진 교합력이 법랑질과 상아질에서 많이 흡수되고 치수에는 영향이 거의 없음을 확인할 수 있었다.

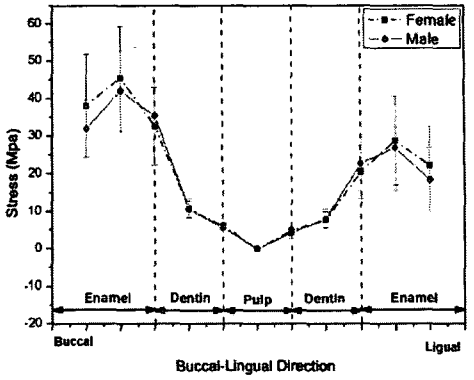

Fig. 3 FEA results on the buccal-lingual direction

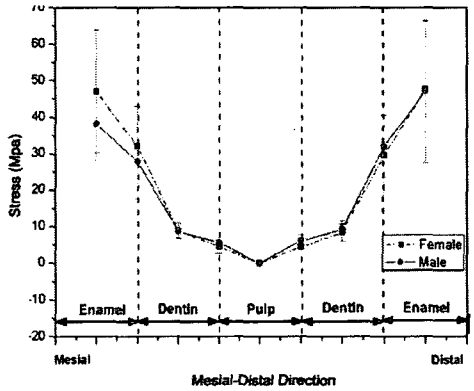

Fig. 4 FEA results on the mesial-distal direction

후기

본 연구는 한국생산기술연구원 생산기술연구사업의 연구비 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. K. J. Chun., H. J. Lee., Y. Y. Won., M. H. Beak, H. S. Moon. and R. Park., "A Study on Standardization of the Internal and External Morphology in the Madibular First Premolar", The 30th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, SA7-3, 2004.
2. H. E. Lee., C. L. Lin., C. H. Wang., C. H. Cheng., C. H. Chang., "Stresses at cervial lesion of maxillary prmolar-a finite element investigation", J. of Dentistry, Vol. 30, pp. 283-290, 2002.