

# 치과용 저작 매스티케이터의 개발

이권용, 정일영\*, 박성호\*, 전승범\*\*

세종대학교 기계공학과, \*연세대학교 치과대학 보존과, \*\*(주)알앤비

## Development of Dental Chewing Masticator

Kwon-Yong Lee, Il-Young Jung\*, Sung-Ho Park\*, Seung-Beom Jeon\*\*

*Dept. of Mechanical Engineering, Sejong University,*

*\*Dept. of Conservative Dentistry, Yonsei University,*

*\*\*R&B Inc.*

**Abstract**—Dental chewing masticator, which is an essential device for evaluating the wear of dental resin and the interfacial failure between the filling resin and enamel of tooth used in conservative dentistry, was developed. This dental chewing masticator mimics the chewing motion and loading by adapting DC motor and rotary cam system. Chewing loading of 49N was imposed by computer-displacement control, loadcell, LM guide, and spring system. Extracted tooth was fixed into a holding jig, and this jig was mounted with rubber pad on the 15°inclined surface to consider the lateral movement of periodontal ligament. A water bath was installed for providing the environment of inside mouth and for circulating the 5°C -55°C water to evaluate the effect of hydrothermal cycling on the damage of resin filled teeth during long-term chewing activity.

**Keywords**—dental chewing masticator, dental resin, wear, interfacial failure.

### 1. 서 론

치과 수복영역에 있어서 새로운 재료, 또는 새로운 임상 기법이 도입될 경우 이를 평가하는 방법에는 2가지가 있다고 하겠다. 즉, 장기간에 걸쳐서 환자를 내원 시켜서 직접적인 임상검사와 사진 촬영을 통하여 평가하는 방법과 새로운 재료의 물리적인 성질을 표준화된 방법을 통하여 평가하는 방법이다. 이 중, 장기간에 걸쳐서 임상적인 결과를 직접 평가하는 방법이 더욱 바람직하다고 할 수 있겠지만, 객관성의 문제와 표준화의 문제 등으로 일관된 연구결과를 얻기가 매우 어렵다.

그에 반하여 실험적으로 물리적인 성질을 측정하는 방법은 임상적인 측정방법에 비하여 객관적이고 일관성 있는 연구결과를 얻을 수 있지만 그 결과가 환자에게서 일어나는 실질적인 결과와 일치하지 않는다는데 문제가 있다. 그 이유는 구강 내에서의 특수한 환경에 대한 고려없이 단순한 물리적 혹은 화학적인 방법을 도입함으로써 생겨난다,

이에 여러 학자들이 구강 내의 환경을 재현 또는 부분적으로 재현하는 방법을 이용하여 실험적 평가의 신뢰성을 높이고자 하였다. Powell은 자연치아의 교합에서 일어나는 운동인 sliding과 impact contact

을 재현하여 수복물과 자연치를 교합시키는 방법을 도입하고 [1], 충전용 아말감과 여러 복합 레진의 마모율을 비교하여 sliding movement에서 기록되는 마모의 정도가 임상적인 측정치 [2]와 일치함을 나타냈다. Jaworzyn 등 [3]도 비슷한 방법을 사용하여 온도 자극이 마모율에 중요한 영향을 미친다는 것을 밝혔으며, DeLong과 Douglas [4]는 자연치의 교합 상태를 자세히 분석하여 교합에 작용하는 힘, 치아간의 접촉시간, 대합치 사이에 sliding 되는 거리, 등을 정밀하게 재현할 수 있는 방법을 제시하였는데 이들의 방법은 artificial oral environment에 매우 근접한 방법으로 평가받고 있으며 현재 상품화되어 사용되고 있다 (MTS system). 그러나, 이 측정법은 단순히 저작운동만을 고려하였지 치아나 수복물에 가해지는 온도의 변화, 화학적인 자극, 칫솔질 등에 의한 물리적인 자극 등은 고려하지 않았다.

이 후 Krejci 등 [5]은 이상의 모든 것이 고려된 system을 개발하였다. 이 기계는 6개의 closed system 저작운동을 재현하는 부분과 전기로 온도가 조절가능한 water bath로 구성되어 있다. 각 specimen은 holder 내에 위치하고 수평면에 대하여 약 15도 정도 경사되어 있어서 치근막의 기능을 재현하는 측방운동을 재현 할 수 있다. 저작운동과 저작압, water bath의 온도 및 시간 등을 자동적으로 조절할 수 있는 가장 구강 내의 환경과 흡사한 조건을 재현한 방법으로 평가 받고 있다.

본 연구에서는 국내에서는 처음으로 전체적인 구강 내의 조건을 재현하여 치과용 수복용 복합레진의 마모와 변연 접합성 등을 평가하는데 사용되는 치과용 저작 매스티케이터를 개발하는데 목적이 있다.

## 2. 치과용 저작 매스티케이터의 구성

저작운동 형태와 범위를 고려하여 매스티케이터의 측방향 하중의 구동을 DC motor와 cam system을 도입하여 구성하였다 (Figure 1).

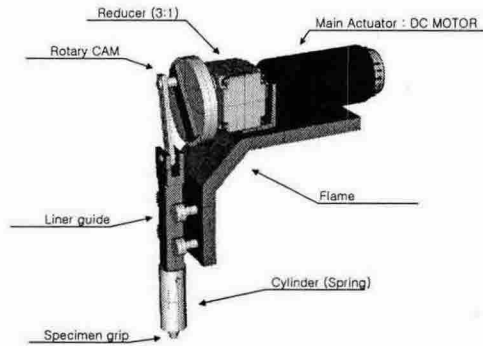


Figure 1. Schematic diagram of chewing actuator system.

Station의 수는 1개로 하였으며, 1개의 구동축에 load cell을 장착하여 0-20 kgf의 축하중을 impact distance 최대 5mm 이내에서 1-6 Hz 범위의 속도로 작동이 가능하다 (Table 1). 치아 sample은 holding jig에 장착되는데 하나의 치아 pair를 원칙으로 하지만, 동일한 형상의 치아 (실제 치아가 아닌 연구용 복제 sample을 대상으로 할 경우)에 대하여는 대칭되는 위치에서 치아 pair의 개수를 적용할 수 있다.

항 목	사 양
Station 수	1
구동 축수	1
loading 방법	DC motor & Cam
Axial Load	20 kgf
Impact Distance	max. 5 mm
Jig	15°inclined block
Load Cell	1
Bath Temp.	5-55℃
Speed	1-6 Hz

Table 1. Specification of dental chewing masticator.

자연치에서의 periodontal ligament의 역할과 자연치의 lateral movement가 일어나는 효과를 포함하기 위하여 완충작용을 하도록 base를 15°기운 block을 사용하고 jig와 block 사이에 고무 패드를 장착한다. 실제 치아의 교합이 이루어질 때 교합력이 49N이 되도록하고, 이때 lateral movement가 약 0.2mm 되도록 한다.

### 3. Motor 구동 전장부

모터는 300W 최대 1000RPM의 소형 DC 모터가 사용되고 모터 회전축 뒤에 로터리 엔코더가 장착되어 모터의 회전수를 피드백 받아 일정한 RPM으로 모터를 회전시킨다. 회전속도의 정밀한 제어와 모터 보호를 위하여 드라이버는 PWM 방식을 사용한다. 또한 구동부의 cam 길이에 따라 작용되는 저작하중이 결정되므로 정해진 cam lever의 길이에 대한 실제 저작하중의 impact 효과를 위하여 모터 회전속도를 결정한다.

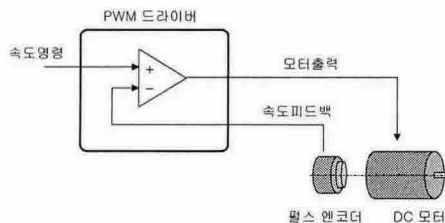


Figure 2. Schematic diagram of PWM DC motor driver.

### 4. Reservoir Bath

Bath 내에는 급수공, 배수공, 환기공 등이 위치하고 pump에 의한 물의 공급과 배수는 bath 내의 물의 양을 전자감응장치에 의하여 조절한다. 또한, 온도 변화에 의한 영향을 측정하기 위하여 5°C의 물과 55°C의 물을 번갈아 가며 bath에 공급하기 위한 heating과 cooling system이 water tank에 설치된다. 배수공과 급수공의 valve는 일정시간의 thermal cycle에 따라 열림과 닫힘이 작동된다.

### 맺음말

본 연구를 통하여 치과 구치부 수복에 사용되는 복합레진의 마모 특성을 분석할 수 있는 치과용 저작 매스티케이터가 개발되었다 (Figure 3). 이 매스티케이터는 저작운동 및 교합력의 재현할 수 있으며, 구강 내의 환경을 실제에 가깝게 조성하기 위하여 hydrothermal cycle을 적용한 reservoir bath를 채용하여 마모 실험을 수행할 수 있다.

개발된 치과용 저작 매스티케이터는 지속적으로 연구 개발되는 각종 인공 치아용 생체재료를 대상으로 마모시험평가에 활용될 예저이며, 또한 점차로 임상 소용이 급증하고 있는 dental implant의 기계적 성능 평가도 활용될 예정이다.

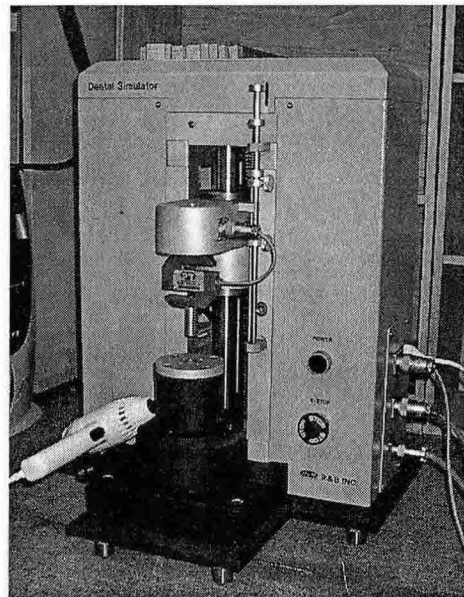


Figure 3. A photograph of dental chewing masticator.

### 후 기

본 연구는 한국학술진흥재단 2001년도 협동연구지원사업 (과제번호: 2001-042-F00088) 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- [1] Powell, J.M., Phillips, R.W., Norman, R.D., In-vitro wear response of composite resin, amalgam, and enamel, J. Dent. Res., 54 (1975) 1183-1195.
- [2] Phillips, R.W., Avery, D.R., Mehra R., Swartz, M.L., Mccune R.J., Observations on a composite resin for class II restorations: Three-years report, J. Prosthet. Dent., 30 (1973) 891-897.
- [3] Jaworzyn, J.F., Arundel, P.A., Cantwell, J.B., Posterior composite restorations: simultaneous hydrothermal cycling and wear studies in vitro, J. Dent. Res., 57 (1978) 708.
- [4] DeLong, R., Douglas, W.H., A laser profiling system for measuring wear of dental materials, J. Dent. Res., 68 (1989) 907, Abstr 328.
- [5] Krejci, I., Reich, T., Lutz, F., Albertoni, M., In vitro-Testverfahren zur Evaluation dentaler Restorationssysteme, Schweiz Monatsschr Zahnmed, 100 (1990) 953-960.
- [6] Saikko, V.: Wear and friction properties of prosthetic joint materials evaluated on a reciprocating pin-on-flat apparatus. Wear, 166 (1993) 169-178