

DLP방식의 치과용 3D프린팅 임시치아 소재의 기계적 특성

Mechanical Properties of DLP-type Dental 3D Printing Temporary Tooth Material

정효경¹, 이승희¹, 정효경^{1*#}

Hyo-Kyung Jung¹, Seung-Hee Lee¹, Hyo-Kyung Jung^{*#}

〈Abstract〉

Tested the flexural strength and maximum load of two types of dental 3D printed temporary tooth materials of the DLP method. The average flexural strength was 206.98 MPa in the test group and 139.77 MPa in the control group. The average flexural strength of the experimental group was 67.21 MPa higher than that of the control group. In the maximum load experiment, an average of 44.16N in the experimental group and 37.31N in the control group were measured. The average value of 6.85N was higher in the experimental group, and the durability of the artificial tooth restoration was improved.

Keywords : Dental 3D Printer, DLP type, Temporary tooth, Mechanical properties

1. 서론

임시치아 수복물은 구강 내에서 짧게는 며칠, 임플란트 수술 후 임시치아 수복물의 경우 길게는 6개월까지 사용이 필요하다. Powder 타입의 수작업 제작방식인 임시치아 수복물 제작에서 최근 CAD/CAM(Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing)을 활용한 임시치아 수복물 제작 방식 중 3D프린팅 기술을 이용한 임시치아

수복물 제작 방식이 주목되어 있다. 3D프린팅 기술은 CAD Design된 형상을 가장 정밀하게 재현하는 장점이 있지만, 물성의 강도가 약해 임상 적용이 어려운 단점이 있다.

본 연구에서는 여러 3D프린팅 기술 중 치과분야에 가장 많이 적용되는 DLP(Digital Lighting Processing)방식의 3D프린터를 활용해 시편(ISO 10477:2004) 2종을 제작하여 UTM(Universal Testing Machine)시험장비에서 굴곡강도(Flexural

^{1*} 대구보건대학교 치기공과,
E-mail: ceramist88@hanmail.net

^{1*} Department of Dental Technology Daegu Health College

Strength)를 테스트를 진행해 최대하중(N)과 굴곡강도(MPa)를 비교 평가하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험재료

본 연구에서는 Rhino 3D를 통해 디자인 된 시편을 그림 1과 같이 DLP 타입의 3D프린터(Veltz/D2 모델) 장비에서 전용 임시치아용 레진(시험군/3DPolymer Shade A2, 대조군/국내A사)을 사용해 100µm/layer thickness로 출력하였다. 출력이 완료된 시편은 에틸 알코올(ethylalcohol 97%)로 세척하여 5분간 건조하였다. 시험군과 대조군 모두 Veltz/D2 모델에서 프린팅하였다.

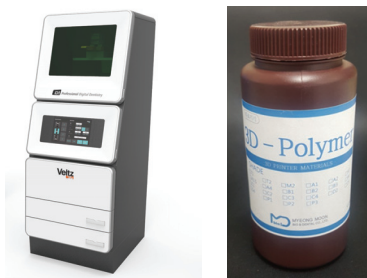


Fig. 1 DLPT타입 3D프린터(좌)와 임시치아용 레진(3DPolymer Shade A2)(우)

시편은 3D프린팅 후 240W UV경화기에서 90초간 조사하고 샌드페이퍼로(P1000/18.3micron) 후처리 하고 그림 2와 같이 시편크기는 ISO 10477:2004 규격에 맞게 H(2.0±0.1mm) × W(2.0±0.1mm) × L(25.0±0.1mm) 범위로 총 40개(시험군 20개, 대조군 20개를 제작하였다.

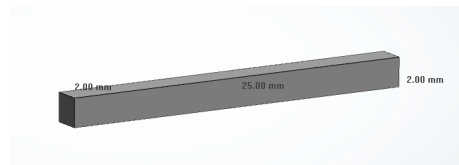


Fig. 2 ISO 10477:2004 시편 규격

제작된 시편은 만능 시험기(Universal Testing Machine)로 굴곡시험(3Point Bending Test)을 하였다.

2.2 실험방법

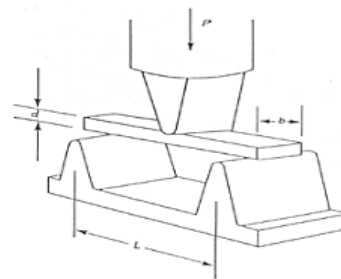


Fig. 3 굴곡시험(3Point Bending Test)

두 지지대의 거리는 20mm로 설정하고, 시험 목표하중은 2N, 속도는 5mm/min, 시작점 영점은 변위로 설정하고, 유지시간은 60초로 하였다. 시편이 파절되는 시점에서 가해진 하중은 N 단위로 측정하였고, 다음의 공식으로 굴곡강도(MPa)를 계산하였다.[그림 3]

$$\sigma = 3Fl / 2bh^2$$

σ : 굴곡강도(MPa)

F: 시편에 가해진 최고 하중(N)

l: 지지대 간의 거리(mm)

b: 시편의 폭(mm)

h: 시편의 두께(mm)

3. 결과 및 도찰

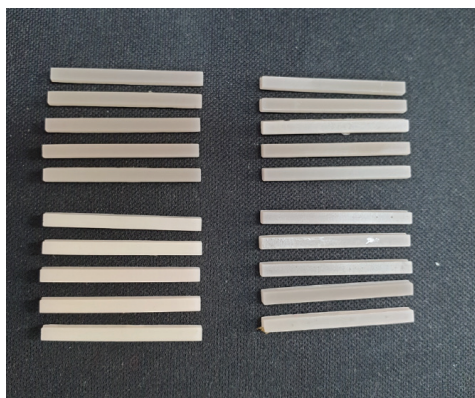


Fig. 4 제작된 사각 시편

대조군(국내A사)의 경우 최대하중은 #6시편에서 40.64N으로 가장 높은 결과값을 얻었고, #3시편에서 31.72로 가장 낮은 결과값을 얻었으며, 최대하중의 평균값은 37.31N 결과를 얻었다. 굴곡강도는 #4시편에서 157.50MPa로 가장 높은 결과값을 얻었으며, #3시편에서 116.88MPa로 가장 낮은 결과값을 얻었으며, 굴곡강도 평균값은 139.77MPa 결과를 얻었다.

시험군(Veltz)는 최대하중은 #13시편이 47.50N으로 가장 높은 결과값을 얻었으며, #6시편이 37.64N으로 가장 낮은 결과값을 얻었고, 최대하중 평균값은 44.16N 결과를 얻었다. 굴곡강도는 #13시편이 222.65MPa로 가장 높은 결과값을 얻었으며, #6시편이 176.43MPa로 가장 낮은 결과값을 얻었고, 굴곡강도 평균값은 206.98MPa 결과를 얻었다.[표 1]

4. 결론

본 연구에서 확인한 DLP방식의 3D프린팅에서

Table 1. 시험결과표

시험군			대조군		
시편 번호	최대하중 (N)	굴곡강도 (MPa)	시편 번호	최대하중 (N)	굴곡강도 (MPa)
#1	47.12	220.87	#1	37.87	142.01
#2	40.92	191.81	#2	32.04	120.15
#3	41.51	194.57	#3	31.72	116.88
#4	46.78	219.28	#4	42.00	157.50
#5	42.10	197.34	#5	40.19	150.17
#6	37.64	176.43	#6	40.64	152.40
#7	43.46	203.71	#7	37.50	140.62
#8	46.13	216.23	#8	39.70	148.87
#9	43.98	206.15	#9	40.19	150.71
#10	44.31	207.70	#10	32.32	121.20
#11	44.88	210.37	#11	35.22	132.07
#12	45.21	211.92	#12	39.02	146.32
#13	47.50	222.65	#13	33.28	124.80
#14	45.41	212.85	#14	36.71	137.66
#15	45.82	214.78	#15	38.43	144.15
#16	45.98	215.53	#16	41.81	156.78
#17	42.08	197.25	#17	36.10	135.37
#18	43.00	201.56	#18	36.24	135.90
#19	45.34	212.53	#19	37.88	142.05
#20	43.95	206.01	#20	35.39	132.71
평균	44.16	206.98	평균	37.31	139.77

Table 2. Flexural strength values of tested group

Group	Mean	Maximum	Minimum
시험군 최대하중(N)	44.16	47.50	37.64
시험군 굴곡강도 (MPa)	206.98	222.65	176.43
대조군 최대하중(N)	37.31	40.64	31.72
대조군 굴곡강도 (MPa)	139.77	157.50	116.88

치과용 임시치아 수복물용 재료 2종을 사용해 적층 출력된 시편은 정밀 재현성이 높았다. 그림 5.와 같이 대조군은 평균 139.77 MPa 굴곡강도이며, 시험군은 평균 206.98MPa 굴곡강도로 대조군

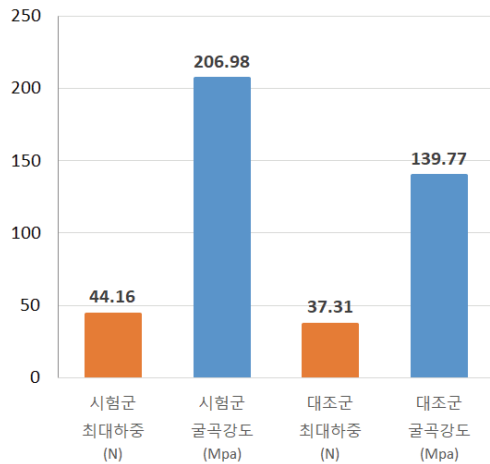


Fig. 5 최대하중 및 굴곡강도 평균값

대비 굴곡강도는 67.21MPa 높게 측정되었다. 최대하중은 시험군에서 평균 44.16N, 대조군에서 37.31N로 시험군이 6.85N 높게 측정되었다. 시험군, 대조군 모두 ISO 10477:2004에서 제시한 굴곡강도는 50MPa 이상으로 적합기준 이상으로 높게 측정되어 임상 적용에 문제는 없지만, 시험군은 구강 내에서 장기간 사용이 필요한 임플란트 수술 후 임시치아 수복물로 더 적합함을 확인하였다.

이상의 연구결과, 디지털 치과진료 분야의 관련 장비, 소재기술이 점차 국산화되고 그 품질 또한 우수한 제품이 출시되어 향후 치과분야의 임상 활용 사례가 더욱 늘어날 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] Lee S. Prospect for 3D printing technology in medical, dental, and pediatric dental field. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2016;43:93-108.
 [2] Alt V, Hannig M, Wöstmann B, Balkenhol M. Fracture strength of temporary fixed partial dentures: CAD/CAM versus directly fabricated restorations. *Dent Mater* 2011;27:339-47.

[3] Lee S. Prospect for 3D printing technology in medical, dental, and pediatric dental field. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2016;43:93-108.
 [4] ISO 10477:2018 Dentistry-Polymer-based crown and veneering materials, Geneva, 2018.
 [5] Barazanichi A, Li KC, Al-Amleh B, Lyons K, Waddell JN. Additive technology: update on current materials and applications in dentistry. *J Prosthodont*. 2017;26: 156-63.
 [6] Osman RB, Alharbi N, Wismeijer D. Build angle: Does it influence the accuracy of 3D-printed dental restorations using digital light-processing technology *Int J Prosthodont*. 2017;30:182-8.
 [7] Louvrier A, Marty P, Barrabé A, Euvrard E, Chatelain B, Weber E, Meyer C. How useful is 3D printing in maxillofacial surgery?. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 150. 2017; 118:206-12.
 [8] Stansbury JW, Idacavage MJ. 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. *Dent Mater*. 2016;32(1):54-64.
 [9] Alharbi N, Osman R, Wismeijer D. Effects of build direction on the mechanical properties of 3Dprinted complete coverage interim dental restorations. *J Prosthet Dent* 2016;115:760-7.
 [10] Nakata T, Shimpo H, Ohkubo C. Clasp fabrication using one-process molding by repeated laser sintering and high-speed milling. *J Prosthodont Res* 2017;61:276-82.
 [11] Barazanichi A, Li KC, Al Amleh B, Lyons K, Waddell JN. Additive technology: update on current materials and applications in dentistry. *J Prosthodont* 2017;26:156-63.
 [12] Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athiwasala A, Pfeifer CS, et al. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. *Dent Mater*. 2018;34:192-200.
 [13] Bagheri A, Jin J. Photopolymerization in 3D printing. *ACS Appl Polym Mater*. 2019;1: 593-611.

(접수: 2021.05.17. 수정: 2021.06.08. 게재확정: 2021.06.09.)