

# 学術

## 再製率から考察できる CAD /CAM 冠製作のポイントとは

— CAD/CAM 冠用ハイブリッドブロックの物性を含む検証結果の報告 —



大下 弘 Oshita Hiroshi

徳島県歯科技工士会所属

(株)シケン

徳島県小松島市芝生町西居屋敷 55-1

### I. はじめに

平成26年4月よりCAD/CAMシステムを応用したCAD/CAM冠用ハイブリッドレジンプロックが保険収載され、CAD/CAMにより製作されたクラウンが使用されてから既に1年以上が経過した。CAD/CAM冠の製作に必要な機器や材料は保険導入された当初に比べ増えており、切削加工に使用する加工機は注水しない乾式条件下で切削するものや、水や専用液を注水しながら湿式条件下で切削する加工機が各社から発売されている。一方、ブロックについては、CAD/CAM冠の材料として保険適応される定義としては「シリカ微粉末とそれを除いた無機質フィラー2種類の含有量の合計が60%以上であり、重合開始剤として過酸化物を用いた加熱重合により作製されたレジンプロックであること」と規定されている。そのため各メーカーから、フィラー量や物理的性質が異なるものが発売されている。そこで今回各メーカー6社のCAD/CAM冠用ハイブリッドレジンプロックの物理的性質や着色に関する実験を行い、その違いについて明らかになったので報告する。またこれらの材料を使用したCAD/CAM冠の再製率は従来の全部鋳造冠に比べて高いとの研究報告はされているものの<sup>1) 2)</sup>、その報告はまだ少ない。また前述のような機器と材料の組み合わせにより再製率は異なるものと考えられる。そこで本報告では、平成26年11月から平成27年4月までの6ヶ月間に弊社で製作したCAD/CAM冠に関して、その再製率とその再製された理由について調査を行い、その結

果からみたCAD/CAM冠製作のためのポイントを報告する。さらに歯科医院におけるCAD/CAM冠による治療の現状についてアンケート調査を行ったので、その結果についても報告する。

### II. 実験

#### 【材料】

実験に使用したCAD/CAM冠用ハイブリッドレジンプロックは、セラスマート (GC)、KZR-CAD HR (山本貴金属)、松風ブロックHC (松風)、Lava Ultimate (3M)、AVENCIAブロック (クラレノリタケ)、エナミック (KAVO) の6種類を用いた。

fig.1



セラスマート (GC)



KZR-CAD HR (山本貴金属)



松風ブロックHC (松風)



Lava Ultimate (3M)



AVENCIAブロック(クラレノリタケ) エナミック (KAVO)

fig.1 各種CAD/CAM冠用ハイブリッドレジンプロック

### 実験1 3点曲げ強さ試験

**【方法】** 各ブロックから5つの試験片を切り出し、セラミックス用規格ISO 6872に準じて厚さ1.2mm、幅4.0mmに調整し、耐水研磨紙#1000で最終研磨して試験片とした。その後、次の浸漬条件に従い浸漬後、支点間距離12mm±2、クロスヘッドスピード1mm/min.で3点曲げ試験を実施し、曲げ強さ及び破断エネルギーを求めた。

浸漬条件

浸漬液：①塩酸水溶液 (pH=1) ②蒸留水 ③水酸化ナトリウム水溶液 (pH=14)

浸漬期間：①37℃蒸留水中で24時間(コントロール)

②37℃浸漬液中で30日間

③37℃浸漬液中で60日間

fig.2

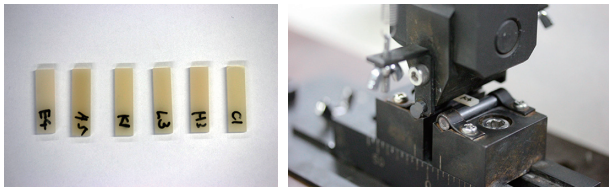
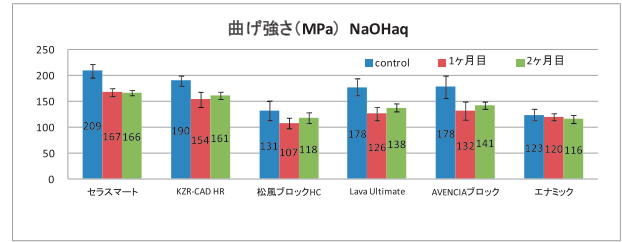
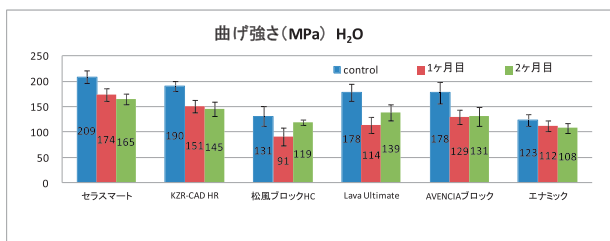
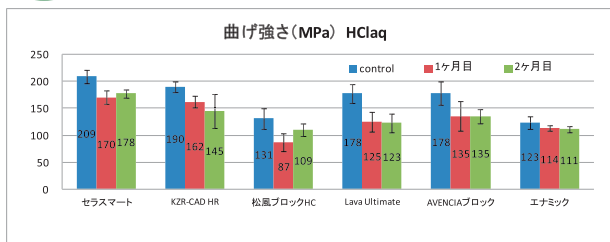


fig.2 曲げ試験体(左)と曲げ試験治具(右)

### 【結果】

曲げ強さ (fig3)

fig.3



破断エネルギー (fig4)

fig.4

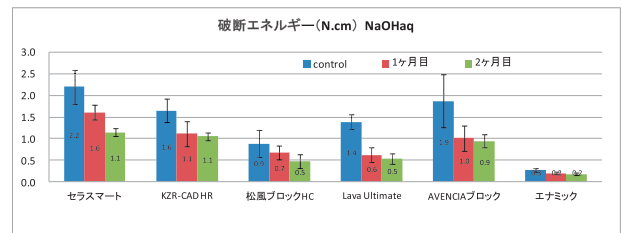
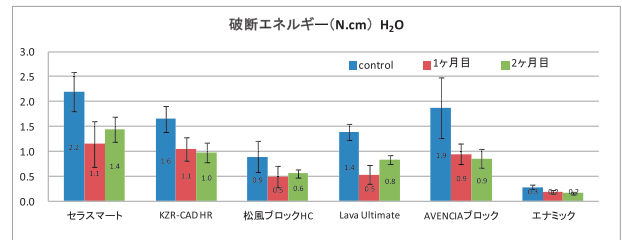
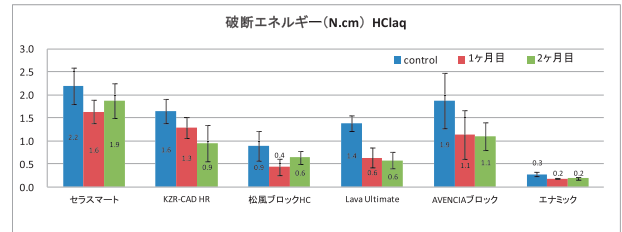


fig.4 破断エネルギー

### 【考察】

Fig3の曲げ強さの結果から、水中浸漬前の曲げ強さはセラスマート、KZR-CAD HR、Lava Ultimate、AVENCIAブロック、松風ブロックHC、エナミックの順であり、水中浸漬した場合には、水中浸漬前に比べて、どのブロックにおいても低下したが、水中浸漬1か月後と2か月後では、曲げ強さに大きな変化は無く、曲げ強さは1か月以内で安定することが確認された。セラスマートとKZR-CAD HRにおいては2か月後でも約150MPaの高い曲げ強さを維持していた。

いずれのブロックにおいても、酸性水やアルカリ性水に浸漬した試験では、蒸留水と同じ傾向の曲げ強さを示したことから、CAD/CAMハイブリッドレジンプロックは酸性やアルカリ性の影響を受けにくいことが示唆された。fig4より、壊れにくさを示す指標の一つである破断エネルギー値はセラスマート、

AVENCIAブロック, KZR-CAD HR, Lava Ultimate, 松風ブロックHC, エナミックの順となり, 破壊までにより大きな力が働かなければ壊れないことが示された。

実験2 着色試験

【方法】

スキャナーはDORA (デジタルプロセス) を使用し, 加工機は以下の組み合わせで使用した。

加工機1. Aadvamill-LW-I (GC) /セラスマート

加工機2. OCS-11 hana (デジタルプロセス) / KZR-CAD HR, Lava Ultimate, AVENCIAブロック,

松風ブロックHC, エナミック

fig.5



fig.6



fig.5 DORA(デジタルプロセス) fig.6 Aadvamill-LW-I (GC)

fig.7



fig.7 OCS-11 hana (デジタルプロセス)

上顎4番クラウン形状の試験体を製作して, カレー粉 (2%), ほうじ茶 (4%), コーヒー (2%), 赤ワイン, 10% イソジン溶解液に浸漬し, 30日後, 45日後, 60日後の変色を目視にて判定した。(fig9)

評価基準として以下のように判定し, 着色部位や着色の傾向についても併せて記録した。

着色大 > 全体に着色あり > 多少着色あり > やや着色あり > 着色なし

温度: 23℃, 湿度50%

fig.8



fig.8 5種類の溶液

【結果】 着色試験の結果 (fig9)

fig.9

		浸透前					
		セラスマート	KZR-CAD HR	松風ブロックHC	Lava Ultimate	AVENCIAブロック	エナミック
-							
1	カレー粉 (2%)						
		セラスマート	KZR-CAD HR	松風ブロックHC	Lava Ultimate	AVENCIAブロック	エナミック
30日後							
所見		着色なし	やや着色あり	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし
45日後							
所見		全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	着色なし	着色なし
60日後							
所見		全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	多少着色あり	着色なし

2		ほうじ茶(4%)					
	セラスマート	KZR-CAD HR	松風ブロックHC	Lava Ultimate	AVENCIAブロック	エナミック	
30日後							
所見	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし	
45日後							
所見	多少着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	多少着色あり	着色なし	
60日後							
所見	全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	多少着色あり	

3		コーヒー(2%)					
	セラスマート	KZR-CAD HR	松風ブロックHC	Lava Ultimate	AVENCIAブロック	エナミック	
30日後							
所見	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし	
45日後							
所見	着色なし	多少着色あり	多少着色あり	着色なし	着色なし	着色なし	
60日後							
所見	着色なし	多少着色あり	多少着色あり	着色なし	着色なし	着色なし	

4		赤ワイン					
	セラスマート	KZR-CAD HR	松風ブロックHC	Lava Ultimate	AVENCIAブロック	エナミック	
30日後							
所見	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし	着色なし	
45日後							
所見	多少着色あり	全体に着色あり	多少着色あり	全体に着色あり	多少着色あり	多少着色あり	
60日後							
所見	着色大	着色大	着色大	着色大	着色大	着色大	

5	イソジン(10%)					
	セラスマート	KZR-CAD HR	松風ブロックHC	Lava Ultimate	AVENCIAブロック	エナミック
30日後						
所見	多少着色あり	多少着色あり	多少着色あり	多少着色あり	多少着色あり	着色なし
45日後						
所見	全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	全体に着色あり	多少着色あり
60日後						
所見	着色大	着色大	着色大	着色大	着色大	全体に着色あり

### 【考察】

30日間の浸漬では、イソジンを除いて着色することは無かったが、カレー粉においてKZR-CAD HRはマージン部における着色が確認された。45日間の浸漬では、各ブロック間で明瞭な差異が認められ、松風ブロックHC、KZR-CAD-HRのブロックはすべての溶液において着色が確認された。赤ワインでの着色が一番顕著に確認されたが、エナミックは無機成分が86wt%と多いため、着色がしにくいのではないかと考える。なお、本試験は強制的に長時間連続浸漬する条件であったことから、実際の口腔内ではこのような着色を確認できないことも考えられ、本結果は着色の傾向として捉えるべきである。

<月別製作本数>fig10

fig.10

製作本数	セラスマート	KZR-CAD HR	松風ブロック HC	総数
11月	2,371	323	36	2,730
12月	2,208	424	40	2,672
1月	2,181	458	25	2,664
2月	2,010	616	41	2,667
3月	2,253	729	21	3,002
4月	2,063	730	35	2,828
総数	13,085	3,280	198	16,563

### Ⅲ. 調査1 CAD/CAM冠の再製率の調査結果

CAD/CAM冠の再製率に関して以下のように調査を行った。

- 調査期間：平成26年11月から平成27年4月までの6か月間
- 調査内容：CAD/CAM冠の再製率とその理由について
- 詳細な再製理由：破折、脱離、着色、マージン不適、適合不良、バイト不良、コンタクト不良、その他8項目
- 対象本数：16,563本
- 使用材料と構成比率（本数）：セラスマート79.0%（13,085本）、KZR-CAD-HR19.8%（3,280本）  
松風ブロックHC1.2%（198本）

<月別再製理由と再製率>fig11

fig.11

	製作 本数	良好数	破折	脱離	着色	マージン 不適	適合 不良	バイト 不良	コタ外 不良	クアアス 不足	その他	記入 なし	再製 数	再製 率
11月	2,730	2,668	20	1	0	8	12	6	0	1	5	9	62	2.27%
12月	2,672	2,623	24	3	0	7	5	4	1	1	4	0	49	1.83%
1月	2,664	2,618	20	3	0	10	8	3	1	0	1	0	46	1.73%
2月	2,667	2,625	14	2	0	7	12	5	0	0	2	0	42	1.57%
3月	3,002	2,956	12	2	0	13	10	2	2	0	5	0	46	1.53%
4月	2,828	2,788	13	0	0	13	9	2	0	0	3	0	40	1.41%
総数	16,563	16,278	103	11	0	58	56	22	4	2	20	9	285	1.73%

	製作 本数	良好率	破折	脱離	着色	マージン 不適	適合 不良	バイト 不良	コタ外 不良	クアアス 不足	その他	記入 なし
11月	2,730	97.73%	0.73%	0.04%	0.00%	0.29%	0.44%	0.22%	0.00%	0.04%	0.18%	0.33%
12月	2,672	98.17%	0.90%	0.11%	0.00%	0.26%	0.19%	0.15%	0.04%	0.04%	0.15%	0.00%
1月	2,664	98.27%	0.75%	0.11%	0.00%	0.38%	0.30%	0.11%	0.04%	0.00%	0.04%	0.00%
2月	2,667	98.43%	0.52%	0.07%	0.00%	0.26%	0.45%	0.19%	0.00%	0.00%	0.07%	0.00%
3月	3,002	98.47%	0.40%	0.07%	0.00%	0.43%	0.33%	0.07%	0.07%	0.07%	0.17%	0.00%
4月	2,828	98.59%	0.46%	0.00%	0.00%	0.46%	0.32%	0.07%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%
平均		98.27%	0.62%	0.07%	0.00%	0.35%	0.34%	0.13%	0.01%	0.01%	0.12%	0.05%

【考察】

これまでの実績より金銀パラジウム鑄造冠の再製率は約3.0%であり、今回調査したCAD/CAM冠の再製率は1.73%と比較的低く、臨床の上でも良好な結果であることがわかった。また破折の割合が0.62%と低い値が得られたことは、fig10, fig11からもわかるように高い物性をもつセラスマートやKZR-CAD HRの使用率が高かったことが要因の一つであると考えられる。また脱離の割合が0.07%と低い値になった理由は、これら物理的性質の高い材料の使用に加え、上述した注水可能な加工機AadvaミルLW-IやOCS-11hanaを使用したことによるためと考える。乾式の加工機は加工用のバーが摩耗しやすく、またfig12を見てもわかるように、乾式の加工機で加工したものは切削屑がCAD/CAM冠内面に付着しやすく、特に隅角部においては切削屑が残りやすい。内面処理としてサンドブラストで完全に切りきらなければ、この切削屑は接着や適合に影響するものと考えられる。一方、注水式の加工機で加工した場合は切削屑が残りやすいことがわかる。その他、加工の際に発生する熱による影響と、クラックの発生を抑えるためにも、特に注水式の加工機の使用が望ましいと考える。

しかし、歯科技工士が模型を処理する際トリミングなど十分な注意を払いながら作業を進めていくことは鑄造冠と同じである。また特に支台歯形成や接着操作は重要なポイントであるため、歯科医院への支台歯形成や接着操作の要点についての情報提供も再製率を低下させる大切なことであると考えられる。

fig.12

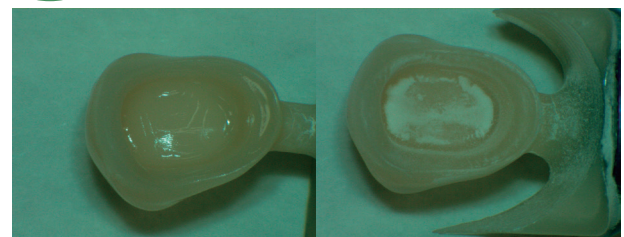


fig.12 切削しエア乾燥後のCAD/CAM冠の内面。  
(左)注水式、(右)乾式  
乾式では隅角部に切削屑が残っている。

#### IV. 調査2 CAD/CAM冠に関するアンケート

- 調査期間：平成27年5月
- 対象：全国の歯科医院1,912件の歯科医師
- 内容：表4に示す10項目

<CAD/CAM冠に関するアンケート>fig13

fig.13

	質問	回答	(%)
1	CAD/CAM冠を導入されていますか	はい	58.9%
		いいえ	41.1%
2	CAD/CAM冠セット時のセメントは何を使用されていますか	接着性レジンセメント	86.4%
		セルフアドヒーシブセメント	6.2%
		ガラスアイオノマーセメント	3.7%
		その他	3.7%
3	印象材は何を使用されていますか	アルギン酸印象材	90.3%
		シリコン系印象材	9.7%
4	支台歯の種類で多いのは何ですか	メタルコア	56.3%
		レジンコア	41.8%
		その他	1.8%
5	平均セット時間は何分ぐらいですか	5分以内	20.1%
		10分程度	53.2%
		20分程度	23.1%
		20分以上	3.6%
6	納品からセットまでどれぐらいの日数がありますか	1日	38.8%
		2日	31.4%
		3日	9.9%
		4日以上	19.9%
7	月平均何本ぐらいセットされていますか	1本～5本	79.0%
		6本～10本	15.3%
		10本以上	4.1%
		20本以上	1.5%
8	CAD/CAM冠のブロックの色調についてどう思われますか	気に入っている	43.6%
		違和感がある	20.4%
		思ったより白い	21.0%
		その他	15.0%
9	ブロックについてどのようにお考えですか	どのメーカーでも良い	72.1%
		ブロックは指定したい	17.3%
		その他	10.6%
10	CAD/CAM冠を導入されない理由は何でしょうか	必要がないから	48.7%
		臨床データが少ないから	18.0%
		臨床的に問題があるから	6.2%
		その他	27.1%

## V. まとめ

以上の結果より、CAD/CAM冠は従来の全部铸造冠に比較して低い再製率を得られることが確認されたが、今回の実験や調査から低い再製率を得るには次のポイントが重要であり考慮すべきであると示唆された。

1. CAD/CAM冠用ハイブリッドブロック  
高い物理的性質のブロック材料を選択すること
2. 加工機  
乾式の加工機より注水式の加工機の使用が望ましい
3. 情報提供  
支台歯形成や接着操作に関する情報の提供が望ましい

今後CAD/CAM冠を製作するにあたり良好な適合性を確保するために、CAD/CAM冠用の支台歯形成はもちろんの事セメントスペースと接着の問題やアルミナサンドブラスト処理による接着強度への影響など要因を明らかにする必要があると考える。

### 参考文献

- 1) 末瀬一彦・保険診療に導入された「CAD/CAM冠」の初期経過に関する調査研究 日本デジタル歯科学会2015.04.25
- 2) 竹内慶子・CAD/CAM冠に関する臨床的調査第1報再製率について 日本デジタル歯科学会2015.04.25