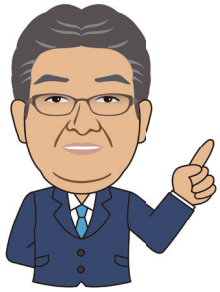
学術

コバルトクローム・プロステック・アプライアンス～デンチャー編～（その2）



松平（まつだいら）　浩（ひろし）

千葉県歯科技工士会所属
日技認定講師
歯科技工士生涯研修 1期修了
（有）コンプリートプロテーゼ

先月号掲載の“その1”では，コバルトクロム合金及びリン酸塩系埋没材の組成等について述べた。

今回は，埋没材の膨張，義歯製作上の鋳造タイミングや掘出し・研磨方法等について述べる。

Ⅵ．埋没材の膨張

1）埋没材の硬化膨張（Setting　Expansion）

埋没材の硬化膨張	膨張率（%）
石膏系埋没材	
石英系埋没材	0.05～0.21
クリストバライト系	0.21～0.60
リン酸塩系埋没材	
標準加熱	0.2～2.1
急速加熱	0.18～1.63

図28　各埋没材によって大きな差がある（本表は参考資料3）より引用・改変）。

2）リン酸塩系埋没材の吸水膨張　(Hygroscopic Expansion)

リン酸塩系埋没材の吸水膨張	状　態	変 化 量
シ リ カ 量	多　い	大きい
シ リ カ 粒 子	細かい	大きい
浸 漬 開 始	早　い	大きい
浸 漬 時 間	長　い	大きい
注　水　量	多　い	大きい
寒 天 印 象	シリコン印象より	大きい

図29　吸水膨張は不安定でコントロールしにくいので，これに期待することは推奨しない（本表は参考資料2）より引用・改変）。

3）埋没材の熱膨張　（Thermal Expansion)

埋没材の熱膨張	膨 張 帯	対　　応
クリストバライト	100℃～250℃で膨張	150℃で係留することでクラック防止になる
石　　英	初期にマイナス膨張実質200℃～500℃の間で膨張を示す	250℃付近の係留と1分5℃程度の加熱でクラック防止を期待する
両者混合	200℃～400℃と500℃～600℃で急速な膨張を示す	上記と同等の昇温スケジュールを設定

図30　膨張の発生する温度帯は，係留や加熱時間を遅くすることによってクラックなどの防止を期待する。埋没材において熱膨張が最大の膨張となる（本表は参考資料2）より引用・改変)。

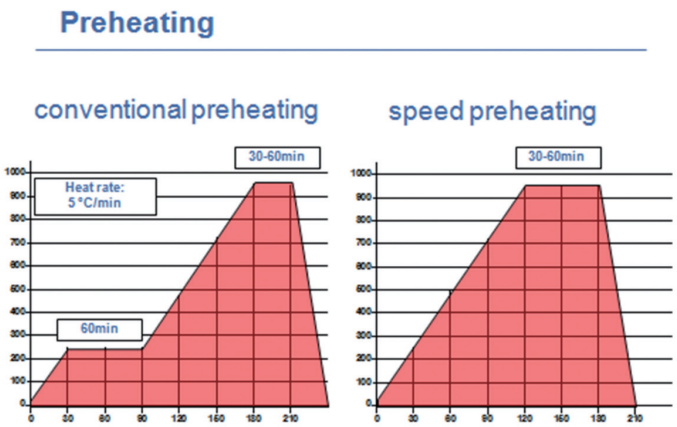


図31　Conventional Speed 両タイプのヒーティングスケジュールを示す。係留部は大きな膨張が期待される温度帯で，埋没材の表面から中心部まで同じ温度にすることが重要[2)]。

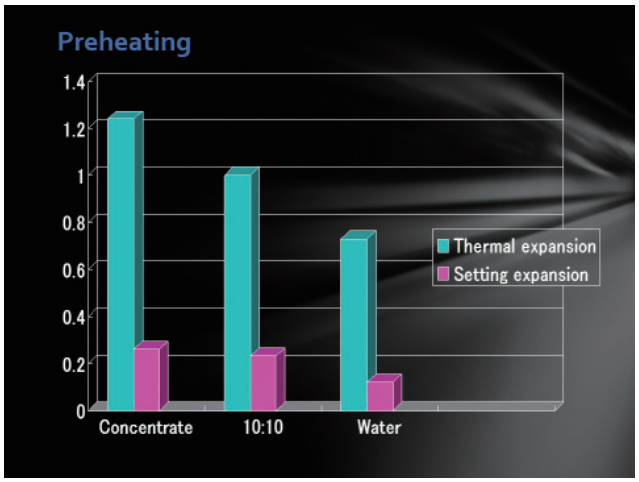


図32　硬化膨張(Setting Expansion)と熱膨張(Thermal Expansion)の混水比による変化を示すとConcentrate（原液のみ）10:10（原液:水Water（水のみ））となる。このグラフからも加熱の膨張が一番大きく温度管理の重要性がわかる（本グラフは参考資料2）より引用・改変)。

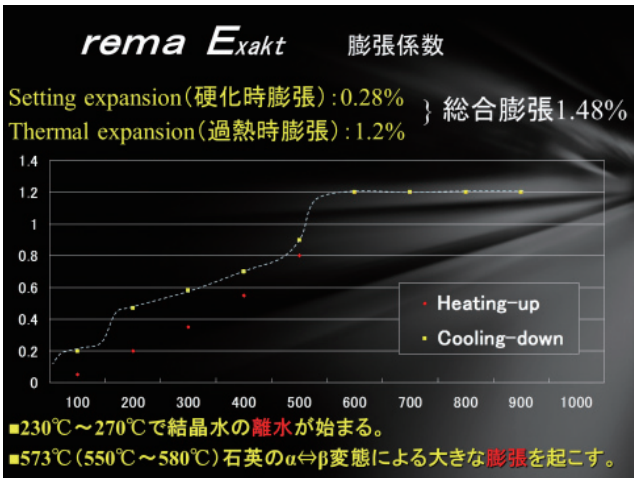


図33　標準熱型リン酸塩系埋没材（rema Exakt，デントラム社）の膨張曲線を示す（本グラフは参考資料2）より引用・改変)。

コバルトクロム合金の標準的収縮率（1.8～2.1%）より若干小さめの膨張率を示しているが，この数値にコロイダルシリカの効果が若干加算される。また，寒天印象の場合も吸水膨張が加算される。ロストワックス法で歯科補綴物の適合を目指すには，埋没材の表面粗れや研磨ロス等を考慮しやや小さめの膨張が適している。

前述しているが，原材料の粒子サイズを変えることによって若干膨張量をコントロールしている。各メーカーは複模型製作システムやプレヒーティングによって特性の異なる埋没材を開発している。図34に膨張を上げるためのテクニックをまとめる。

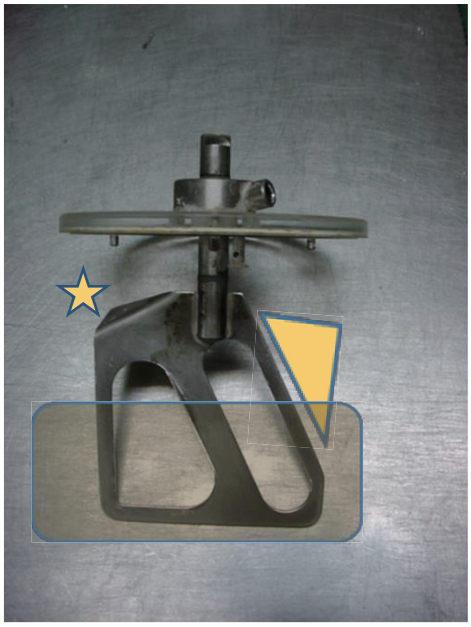
膨張コントロールテクニック	操　作	硬　化
印　象	シリコーン印象を寒天印象に変える付加型シリコーンはショア硬度が低いものを選ぶ	若干（0.1～0.2%）の膨張を期待できるシリコーンのショア硬度も膨張の方向性に影響する
攪　拌	付属の専用液を定められた混水比，定められた攪拌時間で操作する冷えすぎた専用液は使用しない	表示された膨張を引き出す攪拌時間は変えても効果は少ない
攪拌器	攪拌器をリン酸塩系埋没材対応のものに変え，上下左右の攪拌を確保する	表示された膨張を引き出す
プレヒーティング	埋没材の原材料の各膨張タイミングで係留する定められた最終温度は必ず確保する	安定した膨張が確保できるクラック予防になる加熱膨張が最大の膨張
吸　水	埋没完了後，吸水させる	不安定だが若干の膨張を得られる
鋳造後	急冷はしない室温近くまで放冷	金属粒子構造を安定させる掘り出ししやすく鋳造体を傷めない

図34　膨張を上げるためのテクニック。

Ⅶ．攪拌器

攪拌器はリン酸塩系埋没材を扱う上で重要なアイテムである。国産のクリストバライト系及び石膏系埋没材，石膏用攪拌器では充分な機能の効果を引き出せない。リン酸塩系埋没材は，粒子や比重の違う成分が混在しているため上下左右に充分な攪拌が必要である。またトルクも重要なファクターである。

図35，36にそのための攪拌翼の形状を示す。



35|36

図35，36　この2種類の翼はドイツ製のリン酸塩系用であり，左上部（星印部分）に折り返しがあり上がってきた埋没材を下に下ろす作用がある。相対する右上部（三角形部分）がカットされており下がろうとする埋没材を邪魔しない。下部（網掛け部分）の斜めの形状はフラスコ壁面へ充分遠心力を与え攪拌効果を上げる。

Ⅷ. リングファーネス

ファーネスパフォーマンスは，鋳造トラブル予防と膨張コントロールに欠かせないアイテムである。図37，38に示すファーネスはドイツ製で，上下左右にヒーターが内蔵されており，ファンが後壁にあり炉内が全面同じ温度になるように設計されている。

必ずしもこのようなファーネスが必要ではないが，ヒーターは2面より3面，3面より4面のほうが正確な温度管理ができる。また炉壁の厚みと制御するコンピューターの性能が重要となる。

正確な温度計とサーモスタットによるコントロールのぶれが少ないリングファーネスを選択する必要がある。

図37，38　ドイツ製ファーネス。

37|38　図39　国産新型ファーネス。

Ⅸ. 鋳造機

現代の鋳造機は大きく分けて大気中遠心高周波鋳造機，アルゴンアーク遠心高周波，真空加圧鋳造機の3種類がある。

遠心鋳造は40年来の金属床の鋳造を担ってきた。充分機能を果たしてきてくれたものであるが，ここ10年は真空加圧鋳造に変遷されつつある。

どちらも金属床を鋳造することにおいて大きな差異はないが，合金の性能をより生かしたり，鋳造時の事故を軽減したり，歯科技工所環境のためにも，これからは真空加圧鋳造機が中心となるであろう。

図40は真空加圧鋳造機である。近年ではパソコンに接続し鋳造状態や機械のメンテナンスを管理できるものも出てきた。図41はだいぶ小型になった大気中高周波遠心鋳造機である。各歯科技工所環境でどちらを選択してもよいが，真空と大気中では使用できるコバルトクロム合金が異なってくるので留意されたい。図42は最新国産真空加圧鋳造機。鋳造体の状態がとても良く，ドイツ製に頼るばかりでなく選択肢が広がった。

図40　真空加圧鋳造機。

図41　大気中高周波遠心鋳造機。

図42　国産型最新真空加圧鋳造機。

X．鋳造タイミング

鋳造のタイミングはメーカーの指示に従うのが基本であり，大きな変化を与えないようにしていただきたい。金属の成分には脱酸材となる成分があって溶解中は自ら汚染を防ごうとしているが，最近のコバルトクロム合金にはほとんどこの機能があり溶解中はメタルに膜が張っている状態が確認でき，その膜が破れる瞬間が鋳造のタイミングとされていることが多い。

そのタイミングを外すとオーバーヒートとなり，埋没材の一部の成分のガラス化温度を超えて焼き付きが起こり適合も悪くなる。

鋳造のタイミングについては，金属の溶解具合ではなくリングの温度で術者の規定する鋳肌をある程度コントロールすることができるようになる。

図43は鋳型温度による鋳肌の画像だが，低めのほうが綺麗な状態であることがうかがえる。ただ鋳造時の鋳型の温度を測るのは難しいので，電気炉から出して何秒か記録を採り一番良いタイミングを見つけておくべきである。鋳造機のリングホルダーの温度や形状によっても変わるが，最初の1分程度の間で100℃程度は降温している。

アルゴンガス雰囲気の鋳造機では，ガスが金属表面の温度を下げていることも考慮しなければならない。アルゴンガスと高周波の組み合わせでは，表面が溶けていないように見えても中心部は高温になっている可能性があるので，ガスの排出量をアークが飛ぶ限界まで下げて使用する必要がある。

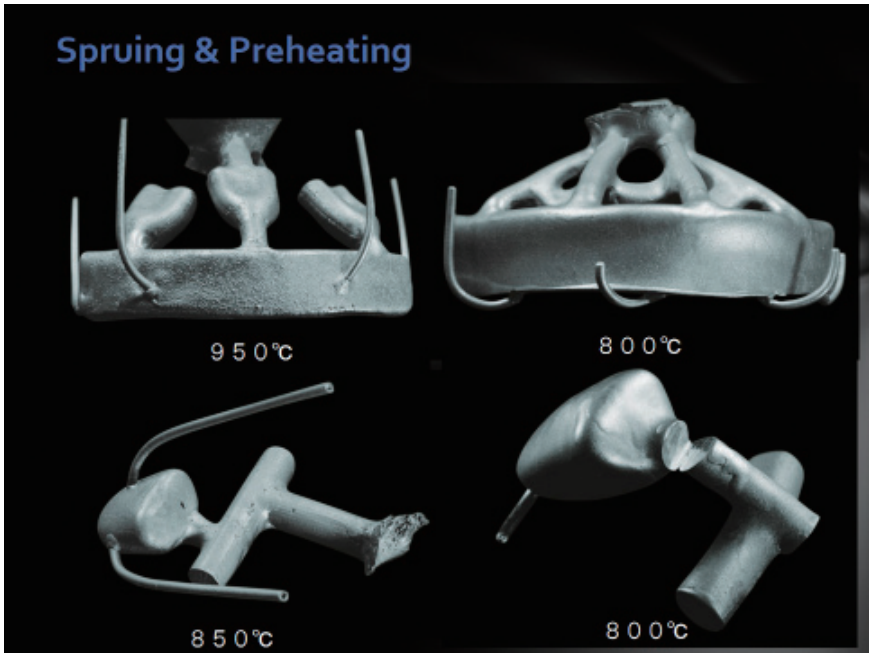


図43　鋳型温度による鋳肌の画像。

XI．掘出し・研磨

鋳造したリングが室温近くまで降温したら，鋳造体に負荷をかけないように小型チゼルやハンマーで掘出しをしていくが，低温であるほど掘出しやすくなる。

サンドブラスターでカーボランダム粉やアルミナ粉を吹き付けて表面クリーニングしていくわけだが，鋳造体を傷めないようブラストの粒子は細かいものをチョイスし，弱さを感じる場合は粒子を大きくするよりもコンプレッサーの容量と馬力を高めるほうが良い。カーボランダムは表面形状が粗いためホワイトアルミナなどの利用を薦める。

コバルトクロム合金は硬いとのイメージは否めないが，先述したように硬化熱処理後の白金加金よりやや硬いものもある。また，ジルコニアの4分の1程度の硬さがあるため，ストーン系よりもダイヤやタングステン系のメタルポイントを利用すれば負担を感じない。

図45，46に示すバーは確かに高価だが，カーボランダムバー数千本に値する使用価値があり，チタンも簡単に削合できる。

図44　アルミナを利用しているサンドブラスター。ノズルの間口直径が1.2cm程度あり1分ほどでブラスター処理が完了する。これには1.5馬力以上のコンプレッサーが必要である。

図45　シンターダイヤモンドバー各種。

図46　タングステンカーバイトバー各種。

Ⅻ. クラウン用コバルトクロム合金

これまで金属床に対応したコバルトクロム合金に関するマテリアルを説明してきたが，ポーセレンなどの継続架工についてのコバルトクロム合金マテリアルについても追記しておく。

テレスコープなども含まれてくるため金属床より一層適合精度が求められるが，各メーカーは凌ぎを削り開発に躍起な時期があったが，歯科用リン酸塩系埋没材の開発は資源からの管理となり世界でも数社の企業で採掘権など権利関係が厳しいようである。

ヨーロッパの歯科メーカーはOEMを盛んに行っており，ある一社が多数の埋没材や金属や機器を製作していることは珍しくない。

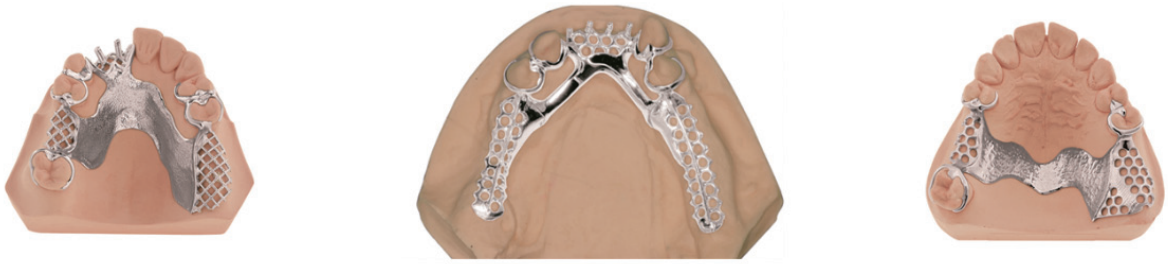


図47　コバルトクロム床サンプル。

ⅩⅢ. 精密埋没材

精密の定義を求められると難しい部分があるが，そのための開発は各メーカーで努力されている。OEMが盛んと申し上げたが，配合などは依頼業者が独自の研究で配合を提示し開発されている。埋没材は精密になればなるほど操作に知識を要するようになってくる。その対応について説明する。

図48は，試験メタルピースにテレスコープクラウンをワックスアップしアズキャスト適合させた状態である。アズキャストでは3分の1程度入りきっていない状態が見受けられるが，この状態を適合の良い状態として判断している。アズキャストで入りきった場合かなり緩い状態で仕上がることは，皆さんも経験されているのではないだろうか。

図49は，精密埋没材と適合状態のデータを採るための表である。各歯科技工所の環境の違いは皆さんが思っているよりも大きく，撹拌器の種類や使用頻度によるフラスコ摩耗の状態，混水比の正確さ，埋没材の管理状況（同じ管理環境でも機械の温度計の正確さの違いなど）の違いのため混水比や撹拌時間・温度管理は各歯科技工所にあった状態を探すことが肝要となる。

以上のことを追求して記録を採り，次に示す管理方法を参考に各自の歯科技工所の手法を確立していただきたい。

図48　試験メタルピースにテレスコープクラウンをワックスアップしてアズキャスト適合させた状態。

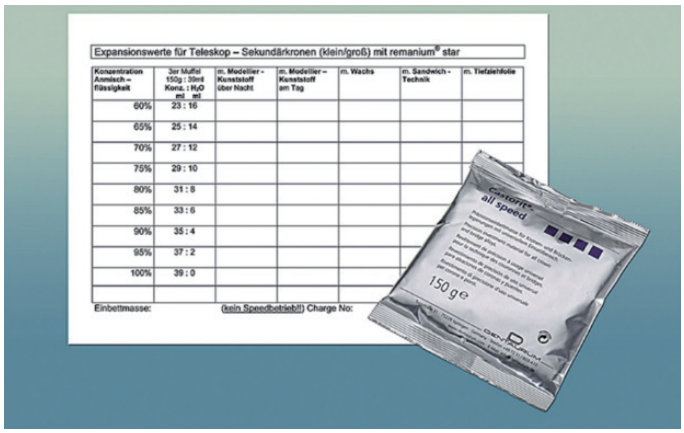


図49　精密埋没材と適合状態データを取るための表。

図50，51　精密埋没材。

50|51

図52，53　精密埋没材保存時の温度管理の状態。

52|53

図50，51は精密埋没材であり，金属床よりやや保存管理がシビアになってくる。図52，53は保存時の温度管理の状態を示す。これらの精密埋没材は20℃～23℃あたりの適合が良い状態とするデータがメーカー（ドイツ，DENTAURUM社）研究室では計測されており，液体用の温度計と一定温度をキープする恒温庫を利用することをお勧めする。当然これらを計測している温度計が正確であることを確認していただきたい。

図54　他の恒温庫だが，非接触型温度計で対象物を計測すると表示とは違う数字が出てくるので，温度計の確認も怠らないで欲しい。

XIV. おわりに

以上2回に渡り，コバルトクロム合金の適合に関するDental base metal materials for co-cr denturesについて説明させていただいた。可能な限りevidenceを含め表現させていただいたつもりである。参考にできる部分があれば応用していただくとともに，コバルトクロム合金は理工学を理解すれば決して難しいものではないことをご理解いただきたい。

諸先輩方が苦労して足りない材料の中から工夫し何とか適合を維持してきたが，比較的容易な時代が訪れてきていると感じている。

〔参考資料〕
1）フランクフルト大学理工学教授Dr.J.Lndigkeit 提供資料.
2）DENTAURUM社（ドイツ）研究室提供資料.
3）鈴木一臣，楳本貢三他：スタンダード歯科理工学第4版～生体材料と歯科材料～，学建書院，東京，2009.