



画期的!!

シェイク混和法による超速硬石こう シェイク!ミックス ストーンの物性

明海大学 歯学部 機能保存回復学講座 歯科生体材料学分野
 准教授 講師 助教 教授
 日比野 靖 長沢悠子 重田浩貴 中嶋 裕

はじめに

ジーシー社より世界初、画期的な歯科用硬石こうが開発された。シェイク!ミックス ストーンと名付けられたこの石こうはラバーボウルを用いた練和とは異なりシェイカーを用いたシェイク混和法(以下、混和)を採用している。今回は超速硬石こうシェイク!ミックス ストーンについてそのシステムと物性について説明する。

その画期的なシステムとは?

図1に示すのが混和に使用するシェイカーである。図2に

シェイカーのキャップの拡大図を示す。目安としてキャップ内面に示された目盛りを水、本体に入った目盛りを石こう粉末を採取することによりメーカー指定の混水比(W/P=0.25)になるように工夫されている。このシェイカーに石こう粉末と水を取り、図3に示すように約20秒間混和することにより従来とは異なり水のような流動性のある石こう泥が得られる(図4)。

また、図5に混和が終了した石こう練和泥を示す。混和直後には練和泥中に気泡がみられるが、およそ静置した状態で10秒後には練和泥中の気泡が消失していることが確認できる。

このような流動性を得ることを可能にしたのは図6に示す



図1 シェイカー全体図
 背面には石こう粉末と水の計量の目安が記載されている。



図2 シェイカーキャップ内面
 採取した石こう粉末の量に応じて矢印(①~③)に示した位置まで水を計量。
 (①:粉末50g時の水量、②:粉末100g時の水量、③:粉末150g時の水量)



図3 シェイク!ミックス ストーンの混和法
 シェイカーに粉末と水を取り、20秒間混和するだけで完了。



図4 シェイク!ミックス ストーンの練和泥
 水のような流動性を有している。

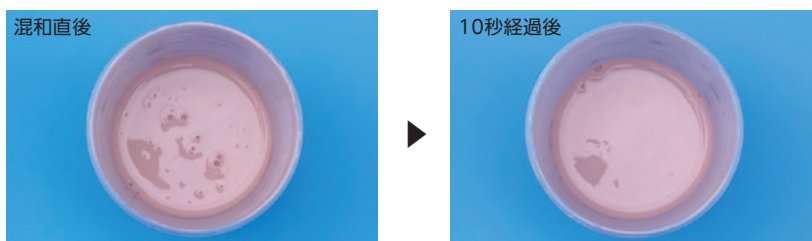


図5 シェイク！ミックス ストーンの練和泥の変化
混和後、短時間で気泡が消失する。

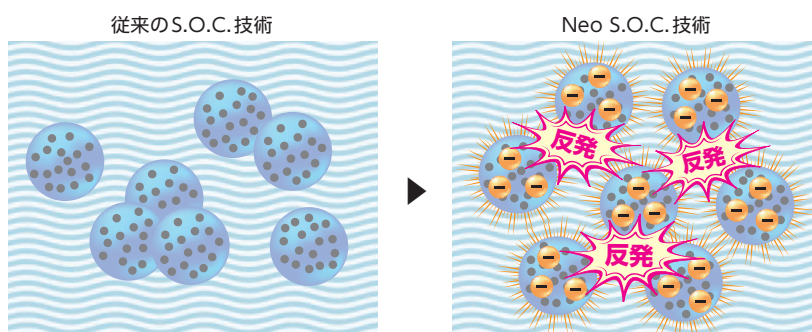


図6 Neo S.O.C.技術(模式図) ※S.O.C.: Surface area produced by Optimal Control.

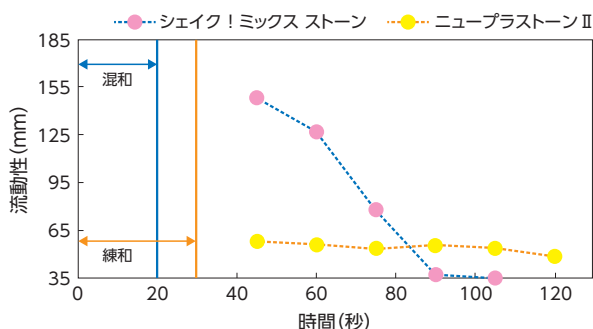


図7 石こうの流動性(練和泥の拡がり)

ようにジーシー社が開発したNeo S.O.C.技術である。

急速加熱型クリストバライト埋没材(クリストクイックⅢSF)で培ったS.O.C.テクノロジーを進化させ、特殊なコーティングにより流動性を付与したNeo S.O.C.により水のように流れ、かつ早く硬化させるという2つの技工操作的なメリットを同時に満足させることができるようになった。

得られた石こう練和泥の物性は？

シェイク！ミックス ストーンの物性について、JIS T6600 歯科用石こうに準拠して流動性、硬化時間、圧縮強さ、線硬化膨張量ならびに細線再現性に関して、ジーシー社の歯科用硬質石こうニュープラストーンIIと比較検討した(各測定項目において5回測定を行った)。

1 流動性

石こう練和開始45秒後からの流動性の変化を図7に示す。

図中にシェイク！ミックス ストーンの混和時間20秒ならびにニュープラストーンIIの練和時間30秒を青線と橙線で示した。流動性は操作可能時間の目安となる。流動性はガラス板上に静置した内径35mm、高さ50mmの円柱状金型内に石こう練和泥を注入し、練和開始より45～120秒後の間で設定した時間(15秒間隔)に円柱状金型を引き上げ、ガラス板上に拡がった練和泥の大きさにより算出する。ここで、35mmの場合は流動性がほとんどないと判断できる。シェイク！ミックス ストーンは混和開始45秒後では高い流動性を示し、時間の経過とともに流動性が低下していることがわかる。とくに、混和開始90秒後以降ではほとんど流動性を示していない。一方、ニュープラストーンIIでは練和開始45秒後から120秒後まで、その流動性に大きな変化はなく、シェイク！ミックス ストーンのほうが従来の石こうと比較して混和直後には高い流動性をもっている。

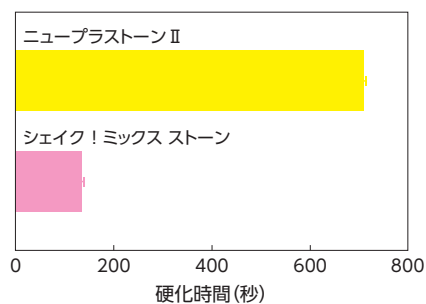


図8 硬化時間

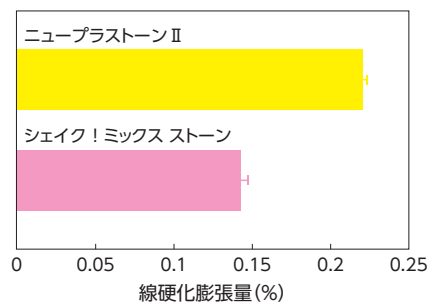


図10 線硬化膨張量 (練和開始2時間後)

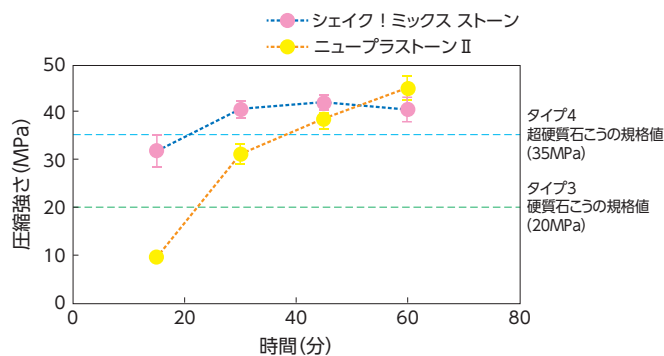


図9 圧縮強さ

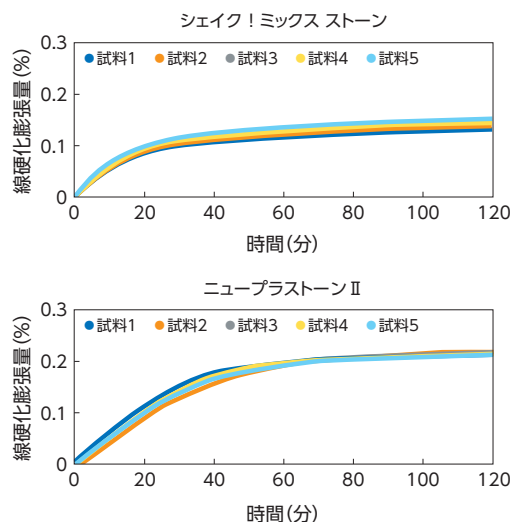


図11 線硬化膨張量の経時変化 (練和開始2時間後まで)

2 硬化時間

図8に硬化時間を示す。シェイク！ミックス ストーンが2分15秒であったのに対して、ニュープラストーン IIでは11分50秒であった。シェイク！ミックス ストーンが従来の石こうと比較して速硬性の石こうであることがわかる。

3 圧縮強さ

図9に圧縮強さの変化を示す。両石こうとも練和開始後、経時的に強さが増加する傾向を示した。シェイク！ミックス ストーンでは混和開始15分後で32MPaを示し、混和開始30分後で40MPaを示し、タイプ4(超硬質石こう)の規格値35MPaを超える圧縮強さを示した。一方、ニュープラストーン IIでは練和開始45分後で38MPaを示し、60分後で45MPaを示した。

4 線硬化膨張量

図10に練和開始2時間後の線硬化膨張量を示す。練和開始2時間後において、シェイク！ミックス ストーンは0.14%、

ニュープラストーン IIは0.22%を示した。シェイク！ミックス ストーンはタイプ4(超硬質石こう)の規格値0.15%以下を満たしていた。

図11に実験を行った5つの試料の線硬化膨張量の経時変化を示す。シェイク！ミックス ストーンでは混和開始から20分程度、ニュープラストーン IIでは練和開始から40分程度までは線硬化膨張量が著しく増加し、その後、膨張量が安定することがわかる。

5 細線再現性

図12に細線再現性の金型をエクザミックスファインインジェクションタイプ(付加型シリコン印象材)を用いて印象採得し、石こうを注入し得られた模型材の拡大写真を示す。シェイク！ミックス ストーンならびにニュープラストーン IIともに20、50ならびに75 μ mの細線の再現性が確認できる。したがって、シェイク！ミックス ストーンは従来の硬質石こうと同程度の細線再現性があるといえる。

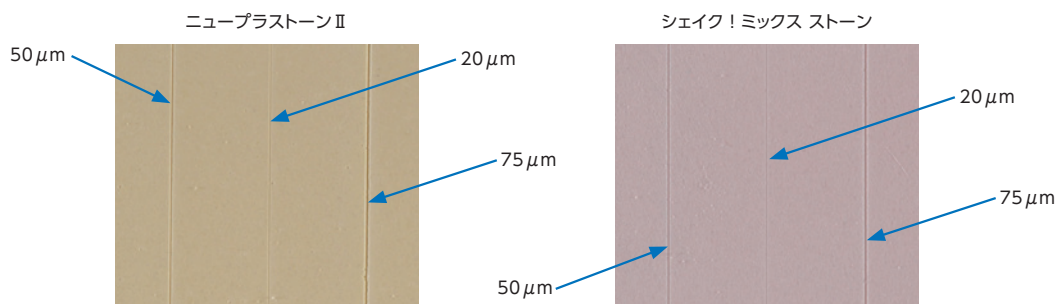


図12 細線再現性

シェイク！ミックス ストーンの物性を総括すると…

シェイク！ミックス ストーンは従来の歯科用硬質石こうであるニュープラストーンⅡと比較すると、流動性ならびに硬化時間の結果より、流動性にすぐれた超速硬石こうといえる。さらに、圧縮強さの結果より混和開始後の早い時期（具体的に、混和開始後20分程度）で作業用模型として用いられる超硬質石こうの規格値（35MPa以上）を満たす強さを備えている。また、線硬化膨張量も混和開始2時間後の超硬質石こうの規格値を満たしており、従来の硬質石こうと同様に作業模型用として使用できる。

線硬化膨張量の経時変化において、この石こうは混和開始後20分まで線硬化膨張量が増加する傾向を示していた。理論的には石こうの線硬化膨張量の増加が落ち着き、安定した状態になるまで次の操作に移るのを待つ必要があるといえる。したがって、精密印象法による作業用模型としての物性を最大限得るためには石こうの混和開始20分後以降であることが望ましい。比較対照である従来の硬質石こう（ニュープラストーンⅡ）では混和開始40～60分後程度であることから、シェイク！ミックス ストーンがいかに早い時間（1/3～1/2程度）で次の操作に移ることが可能であることがわかる。

印象材からの模型の取り外しについて、ジーシー社はアルジネート印象材にシェイク！ミックス ストーンを盛り上げ後5分で取り外しが可能であると述べている。ここで、実際の技工操作において、歯冠修復補綴物の適合度に注目すると精密印象に用いられる付加型シリコンゴム印象材の寸法変化率は混和開始24時間後で0.15%程度の収縮がみられる。模型材に用いる超硬質石こうの線硬化膨張量は0.15%以下である。作製された作業用模型上でワックスパターンの作製を行い埋没後、金合金あるいは金銀パラジウム合金

を用いて鑄造操作に移る。ここで、使用される合金の鑄造収縮率は約1.4～1.7%程度で、使用する埋没材の膨張量で寸法精度を補償する。最終的に完成した歯冠修復補綴物の適合性は臨床的に100μm以内であれば良好であるといわれている。

今回の実験ではシェイク！ミックス ストーンの混和開始5分後の線硬化膨張量と膨張量が安定し始める混和開始20分後の測定値の差は約0.06%であり、混和開始5～20分までの線硬化膨張量の変化は極めて小さく鑄造収縮に伴う寸法変化と比較した場合では無視できるほど小さいと考えられる。

また、印象材からの模型の取り外しに関しては模型材の強さが重要となるが、シェイク！ミックス ストーンは混和開始15分後で32MPaを示すことから印象材への石こう盛り上げ後5分程度であれば印象材からの取り外しも可能であると推測される。いずれにせよ、石こうの混和開始後5分後の石こう硬化体の強さは混和開始1時間後の強さの50～60%程度であることが予想されるため、印象材からの模型の撤去は注意深く行う必要があると同時に、その後の歯型のトリミングからワックスパターン作製操作において細心の注意を払って行う必要があると考えられる。

おわりに

今回開発されたシェイク！ミックス ストーンは画期的なシェイク混合法、流動性ならびに速硬化特性によって注目されると考えられる。とくに、作業模型に用いる場合には超硬質石こうに求められる強さ、硬化膨張量の規格値を満たしており短時間での作業用模型の製作が可能となる。

また、その超速硬性の特徴を活かしチェアサイドでの支台歯形成の状態を短時間で確認することもでき、様々な用途への応用が考えられる楽しい材料といえる。