

トピックス

歯科用CAD/CAMの現状と展望

1982年頃からの計測技術の発達により、レーザー応用計測などの三次元計測が歯科にも応用され、1985年に初の市販歯科用CAD/CAMがスイス・チューリヒ大学で開発された。セレックシステムと呼ばれるこの装置は、現在ではセレック3としてシロナ社から市販され、これまでに全世界で約13,000台を販売しているという。

CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing) とはコンピュータ支援による設計/加工システムのことであり、建築、自動車および金型製造などの分野ではいち早く実用化された。歯科においても補綴物、修復物をインゴットから削り出すことにより歯科鑄造による機械的性質の劣化がないことから、またセラミックなど焼成収縮の影響を受けないことから注目を集めている。CADの計測方法としては前述のレーザーの応用による非接触型とプローブによる接触型があり、非接触型にはレーザーを用いて測定するために、過去にはレーザーを反射する専用の模型材を使用する製品もあった。現在では専用の模型材は不要ではあるが、被計測体の材質、色彩によってはレーザーが乱反射を起こすため彩色などの処理が必要な場合もある。また、レーザー光軸と歯軸角度が垂直に近いと計測誤差が生じやすい。接触型の計測法にはプローブによる連続測定が用いられる。被計測体に直接接触して測定するため、計測精度は高いと考える方が多いようであるが、プローブ径が1mm程度であるため、細部の測定については不可能な箇所が存在することも否定できない。CAMには切削加工と放電加工があるが、放電加工はチタンやCo-Cr合金など金属に限られるため、セラミックやレジンなどの加工も行える切削加工方式の方が汎用性があり一般的であるといえる。しかし、被切削体によっては工具破損の可能性もあり、加工速度などに注意が必要である。

海外ではCAD/CAMは無機材料の加工に用いら

奥羽大学歯学部生体材料学講座 石田喜紀

れることが多く、ブリッジのフレームなどを高強度のセラミックス（アルミナ、ジルコニアなど）を用いて作製するシステムもいくつか販売されている。また、模型のスキャンニングのみを医院、もしくは技工所で行い、そのデータを本社工場に送ってそこでデザインをし（CAD）、そのデザインをデータとして技工所へ戻し、加工は医院または技工所で行う（CAD）というシステムもある。近年、国内外数社でこのようなシステムによるサービスを行っており、技工所、医院はすべてのシステムを導入することなく、比較的安価にスキャンニング装置やCADのみを購入することも可能になっている。

CAD/CAMは当初インレー用として開発された。1990年代におけるCAD/CAMによる2級セラミックインレー装着時のセメント厚さによる精度の報告は年を追うごとに向上しており、1995年には適合性も約60 μm まで向上している。また、国内では1999年頃から生体親和性、耐食性に優れるチタンのCAD/CAMへの応用が進められてきた。チタン鑄造冠の適合精度は30~80 μm であるが、昨年までに発表された様々なシステムを用いた報告では、15~100 μm 度の適合精度を有しているとしており、加工技術は臨床応用可能な精度を持つまでに成長している。しかしながら、スキャンニング技術にも前述のような問題点が未だ存在し、コンピュータによる設計上の誤差も考えられるため、今後スキャンニング技術やCADのさらなる発展が必要であると考えられる。

さらに最近、完成した製品が実際の使用に耐えるかをコンピュータによりシミュレートして検証しようというCAE (Computer Aided Engineering) も工業界では一般化されようとしている。CADで設計されたデータを解析することにより設計上の問題点を明らかにし、さらに精密で耐久性のある補綴修復物の作製が期待されるシステムである。