歯科 3 次元 CAD における離開量を用いた咬合接触点の決定支援

Computer-Aided Determination of Occlusal Contact Points using the Amount of Disclusion during Tooth Excursions for Dental 3-D CAD

丸山智章, 林 豊彦*, 中村康雄*, 加藤一誠**

Tomoaki MARUYAMA, Toyohiko HAYASHI *, Yasuo NAKAMURA *, Kazumasa KATOH **

新潟大学大学院自然科学研究科, *新潟大学工学部福祉人間工学科, **新潟大学大学院医歯学総合研究科

Graduate School of Science and Technology, Niigata University

**Department of Biocybernetics, Faculty of Engineering, Niigata University*

***Graduate School of Medical and Dental Science, Niigata University*

I. 緒 言

歯科補綴物の製作工程の簡単化と製造品質の均一化を目的として, その設計製作に CAD/CAM 技術の応用が進められている¹⁻³⁾。しかし市販の歯科 CAD は, 咬合面の詳細な設計が難しいという問題が残っている。それを解決するために我々は, 簡単な操作でかつ咬合面の詳細設計ができる歯科 3 次元 CAD, “Vocs-1B” を開発してきた⁴⁻⁵⁾。先行研究では, ワックスアップに近い操作性を持つ CAD の開発, 形状データベースモデルを支台歯に仮装着する操作の自動化, 隣接歯との接触微調整の半自動化⁴⁾, 咬合面の概略設計, 咬合接触点付加オペレータの開発⁵⁾に取り組んできた。残る問題は, 「咬合接触点の最適化」である。

この最適化には, 咬頭嵌合位における歯牙滑走運動を考慮しなければならない。咬頭嵌合位における接触点では, 滑走運動時に「離開」, 「接触滑走」, 「干渉」のいずれかが起こる。接触点は次の二つの条件を満たす必要がある⁶⁾: 1) 咬頭嵌合位での接触; 2) 滑走運動で接触滑走ないし適度な離開 (非干渉)。従来のシステムでは, 実際にクラウンに接触点を付与し, 滑走運動させてみると, 上の条件を満たすかどうか判断できなかった。そこで本研究では, 接触点候補域を自動抽出するサブシステムの開発を目的とする。

II. 方 法

滑走運動時における「離開」, 「接触滑走」, 「干渉」を判断するために, まず次のように離開量を定量化した。咬合面上の微小な曲面を考える。あるひとつの偏心率を指定し, 咬頭嵌合位からその偏心率までの微小曲面の変位ベクトルを算出する。また微小平面の法線方向を算出する。変位ベクトルの法線方向成分を算出し, それを「離開量」と呼ぶ。算出結果の符号が正ならば「離開」, 零ならば「接触滑走」, 負ならば「干渉」が起こる。この離開量を咬合面全体で算出する。微小曲面は, 一辺約 0.1mm の三角パッチで近似した。

次に咬合接触点の候補域を抽出するサブシステムを試作し, Vocs-1B システムに追加した。その操作手順を以下に示す: 1) 術者が 3 方向 (前方, 左右側方滑走運動) の偏心率を指定; 2) 「離開」と「接触滑走」の閾値を指定; 3) 各滑走運動において「離開」, 「接触滑走」のどちらかを指定; 4) 以上の条件を全て満たす領域を自動抽出; 5) 抽出した候補域を着色して咬合面に可視化。

上記サブシステムの有効性を確かめるために, クラウンの設計実験を行った。設計対象は下顎右側第一大臼歯クラウンとした。設計は以下の手順で行った: 1) 3 方向の滑走運動における偏心率を決定; 2) 咬合接触点位置の決定; 3) 咬合接触点の付与。「離開」は離開量 0.2mm 以上とした。

Ⅲ. 結果と考察

図1は上顎右側歯列咬合面における咬合接触点候補域の抽出結果である(着色部分が候補域)。図1(a)は「接触点が作業側のときのみ接触滑走」、図1(b)は「接触点が全滑走運動で離開」という条件から抽出された候補域である。この候補域と咬頭の位置に配慮し、形態学的にも自然になるように接触点を決定した。図2は、咬頭嵌合位、1mm前方位、1mm左右側方位における対合歯との近接域を可視化したものである。ここで、近接域とは距離が0.2mm以下の領域とした。図2(a)~(d)より、付与した接触点は干渉することなく滑走および離開した。

以上のように、今回付与した接触点は接触・離開関係

図1 咬合接触点候補域
(M: 近心, D: 遠心, B: 舌側, L: 頬側)

(c) 1mm左側方位(非作業側) (d) 1mm右側方位(作業側)

図2 クラウン咬合面の近接域

に関する設計方針を完全に満たしていた。このことから、離開量を用いた接触点位置の決定支援は、最適な咬合接触点の決定に有効であると考えられる。このような咬合接触点の最適化には、これまで Helical 軸(顎間軸⁷⁾)を利用した方法が提案されていたが、CADにはまだ応用されていない。本研究で提案する方法は、評価基準の「離開量」が直感的に分かりやすく、かつ計算量が少ないため3次元CADに組み込みやすいという大きな利点がある。

Ⅳ. 結 論

「離開量」を用いた咬合接触点の決定支援法を提案し、実際の支援システムを試作した。歯冠咬合面の設計実験より、提案した支援法の有効性を確認した。この方法は「咬合器機能付きの歯科3次元CAD」に組み込みやすいという利点もある。より多くの症例に適用して総合的に評価することが当面の課題である。

Ⅴ. 文 献

- 1) F. Duret, J. Preston, E. Chapoulaud, B. Duret D.D.S. CAD/CAM in Dental Office, the Quintessence, 10(3), pp.449-467, 1991.
- 2) E. Dianne Rekow, B. Nappi. CAD/CAM Automation and Expert System for Design and Fabrication of Dental Restorations, Computer-Integrated Surgery, pp.543-554, MIT Press, 1996.
- 3) 川中正雄. CAD/CAMによるクラウンの製作, 歯科材料・器械, 10(5): 660-664, 1991.
- 4) 田沢 隆, 林 豊彦, 加藤一誠, 宮川道夫: 歯科3次元CADを用いた臼歯部歯冠設計における初期形状の自動生成, 信学技報, MBE96-85: 27-34, 1996.
- 5) 土田 淳, 林 豊彦, 中村康雄, 加藤一誠. 歯科用3次元CADシステム“Vocs-1B”における咬合接触点付加オペレータ, 信学技報, : MBE-2000-166: 25-32, 2001.
- 6) 河野正司. クラウン・ブリッジのファンダメンタル・テクニック, クインテッセンス出版: 1986.
- 7) 中野雅徳ほか. 方向余弦のx成分と傾斜角をパラメータとした咬合小面の定量的評価法の提案, 顎機能誌, 5: 57-69, 1998.