

[原著] 松本歯学 19 : 29~34, 1993

key words : 熱伝導解析 — 陶材溶着鑄造冠 — 有限要素法

支台歯の熱伝導解析
——陶材溶着鑄造冠支台歯形成における唇面
シヨルダ—幅および切縁削除量との関係——

柳田史城, 片岡 滋, 土屋総一郎
森岡芳樹, 岩井啓三, 甘利光治

松本歯科大学 歯科補綴学第2講座 (主任 甘利光治 教授)

Thermal Conductive Effects of Abutment Teeth
—Investigation of the relationship between the amount of
labial shoulder margin and incisal preparation
for porcelain fused to metal crowns—

FUMISHIRO YANAGIDA, SHIGERU KATAOKA, SOHICHIROH TSUCHIYA,
YOSHIKI MORIOKA, KEIZO IWAI and MITSUHARU AMARI
Department of Prosthodontics II, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. M. Amari)

Summary

A study was carried out on the thermal conductive effect of interpulpal temperature under thermal stimulus to vital teeth, by means of the 2-dimensional finite element method.

The results obtained were as follows :

- 1) The temperature on the pulp horn requires the least amount of preparation for shoulder margin, and the largest amount of preparation for incisors.
- 2) The temperature elsewhere decreases as the amount of preparation for shoulder margin increases, and the amount increases in preparation for incisors.
- 3) The temperature on the part of labial cervical pulp clearly shows a wider amount of preparation for shoulder margin in comparison with the largest amount of preparation for incisors.
- 4) The temperature of the pulp horns were the lowest under all conditions.

緒 言

生活歯に対する過剰な温度刺激は、歯髄炎などを誘発させる原因¹⁻⁶⁾の一つとされ、とくに生活歯において前装冠支台歯形成を行う場合は注意が必要である。つまり前装部歯質削除量が不足すれば正確な形態付与ができない場合がある。また適切な色調の再現が付与できないことがある。逆に削除量が過大になると歯髄疾患を引き起こす原因となる。すなわち正確な色調再現は残存歯質量と歯髄との距離関係に歯髄炎発生の有無を大きく左右する因子^{2,6)}の一つとなる。そこでわれわれは、歯冠外表からの温度刺激において、残存歯質量と歯髄内温度変化との相互関係を把握することによって、生活歯支台歯形成時における歯質削除量の差が、歯髄内温度変化に及ぼす影響を有限要素法により検討した。

方 法

解析対象歯として、上顎中切歯で生活歯を選択し、歯の寸法は藤田ら⁷⁾の、歯髄の寸法は増田ら⁸⁾の報告を参考とした。それに唇側ショルダー、舌側シャンファー形態の支台歯に対し陶材溶着鑄造冠による歯冠補綴を施した歯について、ショルダー削除幅、切端の削除量を変化させ、それらを組合わせた条件を設定した。

基本モデル(図1)として、ショルダー削除幅を1.0 mm、切縁削除量を2.0 mmとし、陶材溶着鑄造冠をもって原型に復した。これよりショル

ダー削除幅が広く、切縁削除量が多いとき、この基本モデルと同じ陶材の厚みとし、金属量を増加させ歯質の削除量を補った。

モデルI(図2)は、ショルダー削除幅が0.7 mmのモデルで、切縁削除量を1.5 mm、2.0 mm、2.5 mm、3.0 mmに変化させた4通りのモデルとした。

モデルII(図3)では、ショルダー削除幅が1.0 mmのモデルで同様に切縁削除量を変化させた。

モデルIII(図4)はショルダー削除幅が1.3 mmモデルで同様に変化させた。

モデルIV(図5)はショルダー削除幅が1.6 mmモデルで同様に変化させた。以上計16通りの削除条件の違うモデルを作成した。

図6は有限要素モデルを示したもので、節点数114、要素数193とした。

図7は解析条件を示したもので、モデルの歯根部を36°Cに保ったうえで、歯冠部切縁側1/3部の外表面に冷刺激として15°Cを定常状態で付与した。

表1は構成材料の熱伝導率^{2,9)}を示したもので、図8では、モデルの構成材料を示した。歯髄温度

表1：熱伝導率

構成材料	Cal/sec・cm ² ・°C
陶材	0.0025
金合金	0.3000
エナメル質	0.0022
象牙質	0.0015
歯髄	0.0014

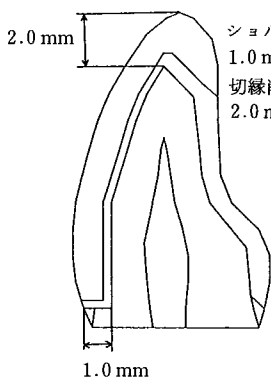


図1：基本モデル

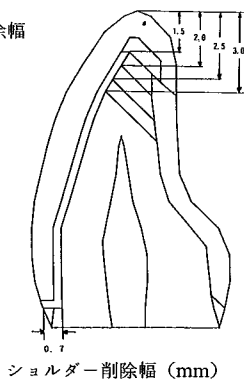


図2：モデルI

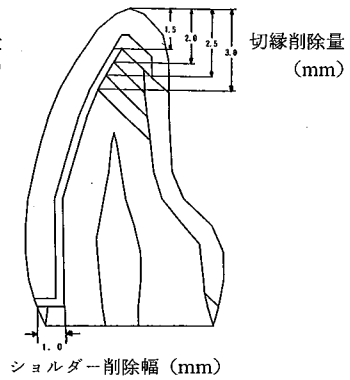


図3：モデルII

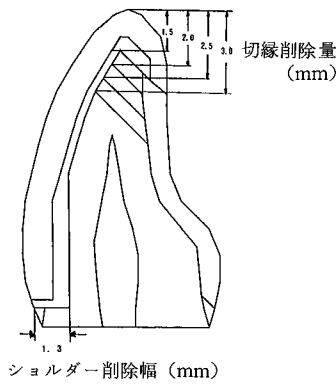


図4：モデルIII

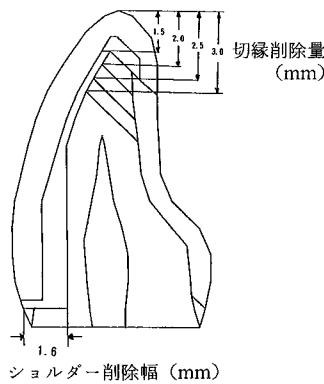


図5：モデルIV

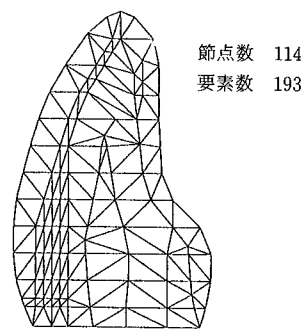


図6：有限要素モデル

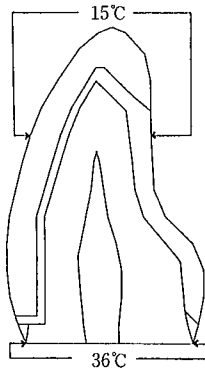


図7：解析条件

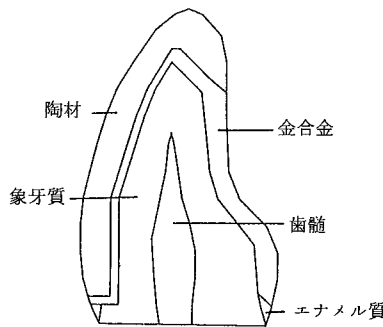


図8：構成材料

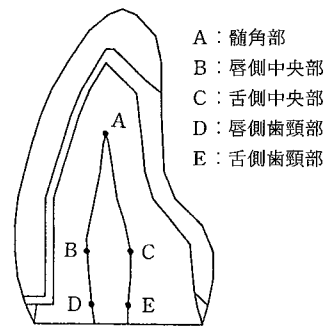


図9：歯髄温度測定点

測定点(図9)は髄角部をA, 歯髄のほぼ唇側中央部をB, 同じく舌側中央部をC, 唇側歯頸部をD, 舌側歯頸部をEとした。以上の条件にて各モデルの歯髄温度を二次元有限要素法の熱伝導解析手法を用いて求めた。なお計算にあたっては、パーソナル・コンピュータ、PC9801RA(日本電気社製)を使用し、解析プログラムは統合二次元有限要素法構造解析システムCR-X(くいんと社製)を用いた。

結果および考察

表2はコントロールとしての天然歯モデルにおける値を示した。髄角部歯髄温度Aが最も温度が低く、18.55°Cで、最も高いのはEの舌側歯頸部で34.39°Cであった。

表3は髄角部歯髄温度Aを示したもので、図10はそれをグラフ化したものである。ショルダー削

表2：天然歯モデルの歯髄温度 (°C)

測定点				
A	B	C	D	E
18.55	29.45	29.86	34.27	34.39

除幅が狭いほど、切縁削除量が増加するほど温度低下がみられた。またショルダー削除幅の変化の影響は切縁削除量が少ないときほど、切縁削除量の変化の影響はショルダー削除幅が広いほど著明に現われた。また最も温度低下を示したのは、ショルダー削除幅0.7 mmで切縁削除量3.0 mmのもので15.77°Cを示し、最も温度が高いのはショルダー削除幅1.6 mmで切縁削除量1.5 mmのもので16.84°Cで、その差は1.07°Cであった。

表4は唇側中央部歯髄温度Bを示したもので、図11はそれをグラフ化した。また最も温度低下を

表 3：髄角部歯髄温度 A (°C)

ショルダー 削除幅	切縁削除量			
	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
0.7 mm	16.34	16.23	16.05	15.77
1.0 mm	16.45	16.33	16.13	15.82
1.3 mm	16.65	16.51	16.27	15.92
1.6 mm	16.84	16.69	16.42	16.01

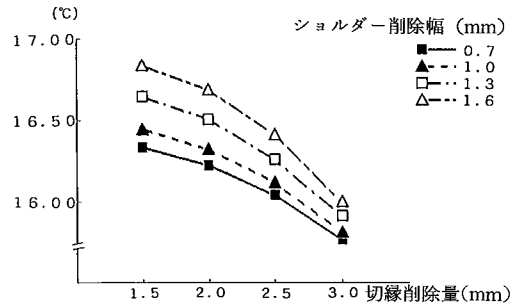


図10：髄角部歯髄温度 A

表 4：唇側中央部歯髄温度 B (°C)

ショルダー 削除幅	切縁削除量			
	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
0.7 mm	22.02	21.92	21.76	21.60
1.0 mm	21.83	21.72	21.53	21.34
1.3 mm	21.34	21.19	20.95	20.71
1.6 mm	20.85	20.67	20.35	20.04

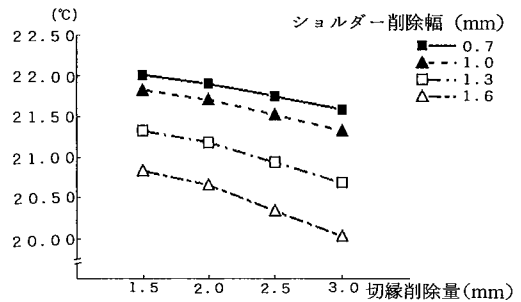


図11：唇側中央部歯髄温度 B

表 5：舌側中央部歯髄温度 C (°C)

ショルダー 削除幅	切縁削除量			
	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
0.7 mm	21.60	21.55	21.48	21.39
1.0 mm	21.52	21.47	21.39	21.28
1.3 mm	21.33	21.25	21.14	21.03
1.6 mm	21.09	21.01	20.87	20.72

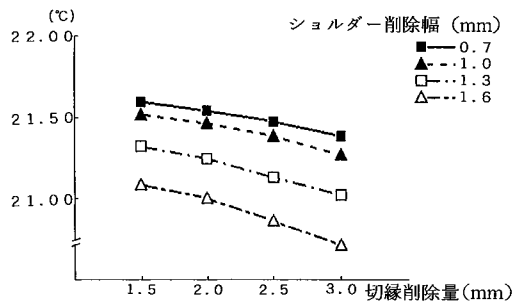


図12：舌側中央部歯髄温度 C

示したのは、ショルダー削除幅1.6 mmで切縁削除量3.0 mmのモデルで20.04°Cを示し、最も温度が高いのはショルダー削除幅0.7 mmで切縁削除量1.5 mmのもので22.02°Cで、その差は1.98°Cであった。

表5は舌側中央部歯髄温度Cを示したもので、図12はそれをグラフ化した。唇側中央部歯髄温度変化とほぼ同様な傾向がみられた。また最も温度低下を示したのは、ショルダー削除幅1.6 mmで切縁削除量3.0 mmのモデルで20.72°Cを示し、最も温度が高いのはショルダー削除幅0.7 mmで切縁削除量1.5 mmのもので21.60°Cで、その差は0.88°Cであった。

表6は唇側歯頸部歯髄温度Dを示したもので、図13はそれをグラフ化した。ショルダー削除幅が広いほど、切縁削除量が増加するほど温度低下がみられた。また切縁削除量の増加に比較してショルダー削除幅の増加に伴う温度の変化がより著明となった。また最も温度低下を示したのは、ショルダー削除幅1.6 mmで切縁削除量3.0 mmのモデルで27.83°Cを示し、最も温度が高いのはショルダー削除幅0.7 mmで切縁削除量1.5 mmのもので30.90°Cで、その差は3.07°Cであった。

表7は舌側歯頸部歯髄温度Eを示したもので、図14はそれをグラフ化した。唇側歯頸部の温度変化とほぼ同様な傾向を示した。また最も温度低下

表 6 : 唇側歯頸部歯髓温度 D (°C)

ショルダー 削除幅	切縁削除量			
	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
0.7 mm	30.90	30.87	30.81	30.75
1.0 mm	30.48	30.43	30.36	30.28
1.3 mm	29.59	29.52	29.41	29.30
1.6 mm	28.27	28.17	28.00	27.83

表 7 : 舌側歯頸部歯髓温度 E (°C)

ショルダー 削除幅	切縁削除量			
	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
0.7 mm	31.15	31.13	31.10	31.07
1.0 mm	31.05	31.03	31.00	30.96
1.3 mm	30.84	30.80	30.76	30.71
1.6 mm	30.54	30.50	30.44	30.38

を示したのは、ショルダー削除幅1.6 mmで切縁削除量3.0 mmのモデルで30.38°Cを示し、最も温度が高いのはショルダー削除幅0.7 mmで切縁削除量1.5 mmのもので31.15°Cで、その差は0.77°Cであった。

前装冠支台歯形成は、全部鋳造冠などの支台歯形成に比べ、審美的理由から前装部歯質削除量が多くなる傾向^{10~12)}を示すが、生活歯支台では可及的に削除量を少なくするのが望ましい^{2,6)}。通常ショルダー削除幅は0.8 mm切縁削除量2.0 mmは必要である^{10~12)}。

本実験では、測定点Aすなわち髓角部においてショルダー削除幅が増加しても温度低下は起こらなかった。これは歯質削除量が多くなると熱伝導率の高い金属⁹⁾の厚みが増加し、それが近接する歯根部設定温度36°Cの影響を受けたものと推測され、今回の条件設定と測定点の位置関係によるものと考えられる。

その他の測定部位B~Eにおいては、ショルダー削除幅の増加および切縁削除量の増加にともない温度低下がみられるのは、临床上容易に推測でき、あらためて削除量が歯髓にあたえる影響について示唆された。

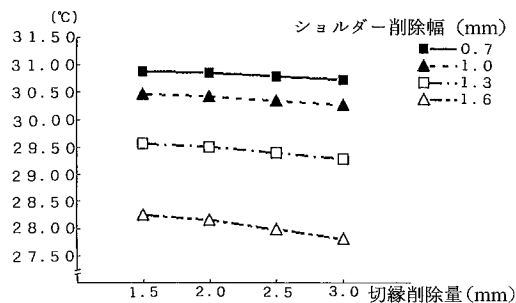


図13 : 唇側歯頸部歯髓温度 D

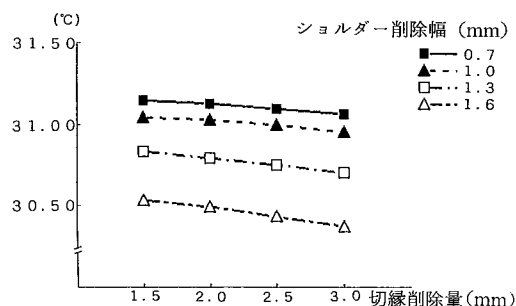


図14 : 舌側歯頸部歯髓温度 E

また表 6, 図13, 表 7, 図14をみると切縁削除量に対して歯髓温度変化が緩やかなのに対してショルダー削除幅のそれは急激な変化がみられた。これは測定部位が削除部位に接近²⁾しているため温度変化が著明になり、逆の場合は緩やかになったと考えられる。

それぞれモデル I ~ IVの測定点 A ~ Eの歯髓温度を比較するといずれも髓角部の測定点 Aが最低温度を示し、前装冠生活歯支台歯形成において最も影響を受けるものと考えられる。そして、髓角部の温度が最も影響を受けやすい削除部位は切縁であると考えられることから、切縁削除量に注意を要するものと思われる。

結 論

1. 髓角部歯髓温度においてはショルダー削除幅が狭いほど、切縁削除量の増加するほど温度低下がみられた。
2. 他の測定部位においては、ショルダー削除幅が広いほど、切縁削除量が増加するほど温度低下がみられた。
3. 唇側歯頸部歯髓温度においては切縁削除量の増加に比較してショルダー削除幅の増加に伴う

温度変化がより著明であった。

4. 最低温度を示した測定部位は、すべての条件において髄角部であった。

文 献

- 1) 高橋典章 (1978) 歯冠補綴物の形態および材料が歯髄内に及ぼす熱伝導解析. 補綴誌, 22: 257—273.
- 2) 高橋典章, 甘利光治, 阪本義典, 菊池 肇 (1979) 残存歯質量が歯髄内に及ぼす熱伝導解析 その 2. 全部鑄造冠支台歯形成における軸テーパードおよび咬合面削除量との関係. 歯科医学, 42: 742—745.
- 3) 小山内 惺 (1981) 各種歯科用修復材の熱伝導性に関する研究. 日歯保誌, 24: 363—380.
- 4) 北上徹也, 高橋典章, 末瀬一彦, 大野直人, 村井則明, 尾持英子, 菊池 肇 (1978) 残存歯質量が歯髄内に及ぼす熱伝導解析—咬合面窩洞の幅径および深度との関係— 歯科医学, 41: 169—173.
- 5) 塩沢育巳, 中野雅徳, 三間清行, 森川昭彦, 中里紀之, 兼子晴美, 田端恒雄 (1978) 生活支台歯の術後症状に関する臨床的研究. 補綴誌, 22: 507—514.
- 6) Stanley, H. R. (田熊庄三郎監訳) (1992) 歯科保存修復の臨床病理, 58—64. デンタルダイヤモンド社, 東京.
- 7) 藤田恒太郎, 桐野忠大 (1967) 歯の解剖学. 16版, 30—33. 金原出版, 東京.
- 8) 増田 實, 財部正男 (1952) 歯牙可削径の計測 (第一報) 上顎中切歯. 歯科学報, 52: 27—31.
- 9) Craig, R. G. (1985) Restorative Dental Materials, 7th edition, 37—59. C. V. Mosby, St. Louis.
- 10) 岩田健男 (1987) 前歯の審美補綴—カラーレス・クラウン—, 52—69. クインテッセンス出版, 東京.
- 11) 熱田 充, 花村典之, 大竹博明 (1987) 硬質レジンの臨床, 73, 医歯薬出版, 東京.
- 12) 山本 眞 (1982) カラーアトラス ザ・メタルセラミックス, The Metal Ceramics, 28—33. クインテッセンス, 東京.