The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	口蓋部連結装置の力学的性質に及ぼす口蓋形態の影響について
Author(s)	前田, 芳信
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/32714
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

口蓋部連結装置の力学的性質に及ぼす口蓋形態の影響について

前田芳信

(昭和56年1月14日受付)

緒言

口蓋部連結装置は，上顎局部床義歯においてきわめて重要な構成要素である。その装置の主要な役割としては，両側の義歯床間あるいは義歯床と間接維持装置との連結によって義歯全体の過剰な動きを防止して義歯の維持，安定をはかり，さらに義歯に加わった咬合圧や咀嚼圧をその支持組織に広く分散させることなどがあげられる．しかし，臨床において

コクヨ ケ-35 20×20

脚注

口蓋部連結装置を設計する場合，口蓋は感覚面においてもまた発音，咀嚼，嚥下などの機能面においてもきわめて重要な部位であり，その部位に設置する装置の寸法，形態にはおのずと制約が生じ，可及的に小さくすることが望ましい。しかし，その連結装置の設計条件と力学的性質との関係をあらかじめ十分に認識していなければ，連結装置の役割を有効に果たすことができず，逆にこの装置によって不快な装着感を与えたり[1]，義歯床の回転をひき起こし[2,3]，有害な側方力の原因となって[4]，残存歯ならびに支持組織に対して悪影響を及ぼす結果となる。

ところで連結装置の力学的性質に影響する要素としては，それに使用する材料の機械的性質，連結装置の幅径，厚径，長さ，断面形状，さらに口蓋[5]の形態などがあげられる。[6]

Anderson，Barbenel，野首ら[7]はこれらの因子のうちの，幅径，厚径，断面形状，材質とその力学的性質との関係について理論的考察を行い，

なかでも野首ら[7]は口蓋の形態を円弧に想定することによりその荷重・変位関係が容易に求められるノモグラムを作成している。また Windecker[8]，関根ら[2,3]は模型実験において，連結装置の設計が他の義歯構成要素に与える影響について検討しており，関根ら[2,3]によれば床の回転量は連結装置の厚径の増大に伴って対数比例的に減少すると報告している。

このようにこれまでの多くの研究によって連結装置の力学的性質に対するその寸法条件の影響が明らかにされてきた。しかしながら，口蓋部連結装置は通常口蓋に適合されるものであることから，その形状は口蓋の形態によって変化する。したがって，連結装置の力学的性質に及ぼす口蓋形態の影響について，さらにその口蓋形態の変化によって，連結装置の厚さや幅などの寸法条件の影響がどのように変わるかについて検討を行うことは補綴学的にきわめて意義のあることと考えられるが，この点についての報告はみられない。

コクヨ ケ-35 20×20

そこで本研究は，口蓋部連結装置の力学的性質に及ぼす口蓋形態の影響について明らかにするため，まず臨床模型を用いて後口蓋形態における前頭断面ならびに正中矢状断面の計測を行い，ついでその結果より得られた各種断面形態の模型を使用し，幅と厚さの異なる種々の連結装置を製作して曲げ試験を行い，それぞれの荷重・変位曲線における弾性域から一定荷重（1kg荷重）に対する変位量を測定してその力学的性質について検討を行った。

I　後口蓋形態の計測ならびに分析

口蓋部連結装置の力学的性質の検討を行うに先だち，その実験に使用する模型を製作するため，臨床模型における両側大臼歯付近の後口蓋形態の計測ならびに分析を行った。

1. 計測方法

本学補綴科に来院した患者の中より，図1に示したような上顎の第1大臼歯または第2大臼歯のうち少なくともいずれかが欠損している症例52名（男性24名，女性28名，平均年令45才）を選んでその上下顎模型を製作し，咬合採得を行った後その上顎模型の基底面が咬合平面と平行になるように調整した。ついでこの上顎模型をKubuskraniophor（図2）にその基底面が描記面に対して垂直になるように固定し，描記針によって次に示す各断面（図3）における形態計測線を求めた。なお第1大臼歯と第2大臼歯がともに欠損している症例については，残存歯の幅径から大坪[9]の歯冠幅径率を参考にしてつぎのように断面の位置を定めた。

図1

図2

図3

(1) 両側の第1大臼歯と第2大臼歯の隣接面を結び，基底面に垂直な前頭断面（以下これを断面Mとする）。

(2) 正中線と断面Mとの交点より正中線上で

コクヨ ケ-35 20×20

4mmならびに8mm前方の点を通り，断面Mと平行な前頭断面（以下これらを断面A−1，断面A−2とする）。

(3) 正中線と断面Mとの交点より同様に4mmならびに8mm後方の点を通る前頭断面（以下これらを断面P−1，断面P−2とする）。

(4) 口蓋の正中部を通り基底面に垂直な矢状断面（以下これを正中矢状断面とする）。

つぎに各前頭断面の形態計測線において，図4に示すように口蓋の最も深い点を通り咬合平面に平行な線から，両側の歯槽頂（残存歯のある場合にはその口蓋側の歯頸部）までの距離の1/2の点（A，B）および正中線と形態計測線との交点（C）の3点を通る円弧（以下これを基準円弧とする）を作図して中心Oを定め，その半径Rと中心角θ（∠AOB）を求めた。さらに∠AOCならびに∠BOCを各々4等分する線分と形態計測線との交点を，それぞれA_1，A_2，A_3およびB_1，B_2，B_3とし，中心Oから各点までの距離をそれぞれa_1，a_2，

図4

a_3 および b_1, b_2, b_3 とした。つぎにこれらと半径Rとの比（a/R, b/R）を求め，その値から形態計測線の基準円弧に対する位置的関係を分析するとともに，各断面で得られた各比率を1よりも小さい場合，1に等しい場合，1よりも大きい場合にそれぞれ区別し，左右で各2か所以上が同じ傾向を示す症例をつぎのように分類した。すなわちType Iは形態計測線が基準円弧の内側を通るもの（a/R, $b/R < 1$），Type IIは形態計測線が基準円弧に一致するもの（a/R, $b/R = 1$），およびType IIIは形態計測線が基準円弧の外側を通るもの（a/R, $b/R > 1$）とした（図5）。なおその他として基準円弧と交叉するものをType IVとした。 図5

つぎに，正中矢状断面の形態計測線においては，図6に示すように前頭断面A-1，A-2，M，P-1，P-2の形態計測線との交点を求めた。これらの点のうち断面Mとの交点およびそれより前後8mmの点，すなわち断面A-2，P-2との交点の3点を通る円弧（中心O′）を 図6

作図し，その半径R′と中心角θ′を求めた。つぎに，断面Mとの交点より前後4㎜の点，すなわち断面A−1，P−1との交点と中心O′との距離を測定し，ついでそれぞれの値と半径R′との比率を求め，矢状断面形態と作図した円弧との位置的関係について検討を加えた。

2．形態計測ならびに分析の結果

1）前頭断面の分析結果

(1) 半径Rと中心角θについて

各断面（A−2，A−1，M，P−1，P−2）で作図して得られた円弧の半径Rと，その中心角θについての度数分布はそれぞれ図7，図8に示したとおりである。 図7 図8

まず半径Rについてみると，いずれの断面においても，10㎜から40㎜の間にほとんどの症例が存在し，特に15㎜から30㎜の間には約90%の症例が存在した。また各断面ごとに最も大きな度数を示した範囲をみると，断面A−2，A−1，M，P−1において15㎜≦R＜20㎜，

断面P−2において20mm≦R<25mmであり，その平均値は断面A−2で20.2mm，断面A−1で21.0mm，断面Mで21.1mm，断面P−1で22.7mm，断面P−2で23.1mmと後方の断面ほどやや大きくなる傾向を示した。

一方，中心角θについては，いずれの断面においてもその値は39°から140°の間に存在し，各断面において最も大きな度数を示した範囲は断面A−2，A−1，Mにおいて90°≦θ<110°，断面P−1，P−2において70°≦θ<90°であった。

またその平均値は，断面A−2で91.4°，断面A−1で90.7°，断面Mで90.1°，断面P−1で89.3°，断面P−2で88.7°と後方の断面ほどやや小さくなる傾向を示した。

次に，断面Mにおける半径Rと中心角θとの関係は図9に示したとおりであり，他の4断面においてもほぼ同様な分布状態を示した。 図9

そこで各断面について，半径Rと中心角θの回帰式と相関係数を求めたところ表1に示したとおり，いずれの断面においても1%の 表1

危険率で有意の負の相関が認められた。また，断面Mにおける回帰曲線については図9に示した。

(2) 各形態計測線と基準円弧との位置的関係

各断面における形態計測線と基準円弧との位置的関係は表2に示したとおり，いずれの断面および測定点においても，基準円弧の半径Rの±5%以内に約81%の症例の形態計測線が，また±10%以内に約98%の症例がそれぞれ存在した。 表2

(3) 各前頭断面におけるType別症例数

各前頭断面の左右側における，Type Ⅰ，Type Ⅱ，Type Ⅲおよび Type Ⅳの各症例数は表3に示したとおりであり，いずれの断面においてもType Ⅰならびに Type Ⅲの占める割合が大きく，Type Ⅱを含めた場合には全症例の92.3～98.1%を占め，Type Ⅳはわずかであった。また各断面の左右側におけるTypeの違いはほとんど認められなかった。さらに前後的にみると，断面A+2，A−1では，Type Ⅲの占 表3

める割合がType Iよりもやや大きく，断面M，P−1，P−2では両者の差は小さくなったが，いずれの断面においてもType I〜IIIの占める割合についてはほとんど差が認められなかった。

つぎに，各断面のType IとType IIIにおける形態計測線と基準円弧（Type II）との位置的関係について，a/Rならびにb/Rの比率を求めて検討した結果，表4に示したとおりいずれの場合においても，Type IではaRならびにb/Rの平均値は，0.94〜0.97，0.94〜0.97を示し，Type IIIの場合には1.02〜1.06，1.01〜1.05の値を示した。 表4

2）正中矢状断面の分析結果

(1) 半径R′と中心角θ′について

半径R′および中心角θ′についての度数分布はそれぞれ図10，11に示したとおり，52例のうち半径R′，中心角θ′がともに求められたものは43例で，残り9例中6例は矢状断面がほぼ平面であり，他の3例については湾曲が逆方向すなわち凸の形態を示した。 図10 図11

まず半径R'の測定結果についてみると、その大きさは15mmから100mmの広い範囲に分布したが、その多くは20mmから70mmの症例で全体の約88%を占めた。また中心角θ'についてみると9.5°から60°の範囲に存在したが、10°から30°の範囲に全体の約64%を占め、40°までのものを含めると約85%を示した。

(2) 正中矢状断面の形態について

正中矢状断面の形態分析のために作図した円弧（半径R'，中心角θ'）と各形態計測線との位置的関係について検討した結果、約半数の症例においてその矢状断面の形態計測線が円弧とほぼ一致した。さらに他の症例においても、形態計測線と円弧の半径R'との差はきわめて小さく、各計測点と中心O'との距離は半径R'の約±2%以内にとどまっており、正中矢状断面の形態計測線は円弧にほぼ近似していた。

コクヨ ケ-35 20×20

II 口蓋部連結装置の力学的性質の検討

形態計測ならびに分析によって得られた結果にもとづき，各種の後口蓋形態の模型を製作し，これを用いて製作した連結装置の力学的性質と口蓋形態との関係を明らかにするため以下のような実験を行った。

1. 実験材料ならびに方法

1) 口蓋模型の製作

前述の前頭断面の形態分析の結果より，基準円弧の半径Rとして15mm，20mm，25mmの3種を選び，それに対応する中心角θを断面Mにおける回帰式より求め，それぞれ114°，93°，75°とした。これら基準となる3種の円弧をType IIとし，さらに断面Mにおけるこれらの基準円弧に対するType IとType IIIのa/Rならびにb/Rの平均値を用いて，図4に示した各Type Iならびに各Type IIIの前頭断面形態を決定し

た。ついで図12に示したように、これら9種の前頭断面の形態に対し矢状湾曲を付与しない模型と、矢状断面の半径Rとして20mm、45mm、70mmの3種類の湾曲を均一に付与した模型をそれぞれ超硬石こうで製作した（図13）。 図12 図13

2）連結装置試料の製作

鋳造体試料の製作については、まず各々の口蓋模型の副模型をリン酸塩系埋没材（松風社製ハイベストD、混液比0.14）で製作し、これにシートワックスを圧接して口蓋部連結装置のワックスパターンを形成した。ワックスパターンの寸法については、矢状湾曲を付与しない9種類の模型においてはその幅を8mm、12mm、16mmの3種とし、厚さを#22（約0.70mm厚）、#24（約0.55mm厚）、#30（約0.30mm厚）の3種とした。また矢状湾曲を付与した9種類の模型においては、その幅による影響を検討するために厚さを#22として上記の3種の幅のワックスパターンを製作し、一方厚さによる影響を検討するために前頭断

面の半径Rを20mm，幅を12mmとして上記の3種の厚さのワックスパターンを製作した。なお測定試料数は各5個とし，そのワックスパターンの一端に咬合平面と平行な把握部を製作して他端に荷重点を付与した。つぎに，これらのワックスパターンを同一埋没材（混水比0.14）で埋没して800°Cまで加熱した後，市販コバルト・クロム合金（松風社製スマロイ・コバルト）を用いて，アルゴンアーク加圧鋳造機（松風社製アルゴンキャスター）により一定条件下で鋳造した。鋳造後，リングを室温まで放冷し，鋳造体を注意深く取り出し，50%水酸化ナトリウム沸騰液中に約30分間浸漬後，超音波洗浄ならびにサンドブラスト処理を行って測定試料とした（図14）。なお前頭断面の半径Rが15mm，20mm，25mmの各試料をそれぞれR15，R20，R25とし，また矢状断面の半径R'が20mm，45mm，70mmの各試料をそれぞれR'20，R'45，R'70とし，さらに矢状湾曲を付与しない試料をR'∞とする。

図14

3）変位量の測定

連結装置試料の力学的性質について検討するために，製作した各試料をインストロン万能材料試験機にその荷重方向が咬合平面に対して垂直になるように試料の把握部を固定し荷重点に対して0.5 mm/min の crosshead speed で荷重を加え曲げ試験を行い（図15），各試料の荷重・変位曲線を記録した。これよりその弾性域における各試料の単位荷重時，（本実験では1kg荷重時）の変位量（以下これを変位量とする）を算出した。 図15

2．実験結果

1）矢状湾曲を付与しない場合

矢状湾曲を付与しない各種連結装置試料における1kg荷重時の変位量の測定結果を，各試料の厚さ別にそれぞれ図16，17，18に示した。 図16 図17 図18

まず#22の試料の変位量についてみると，図16に示したようにいずれのType，幅におい

ても前頭断面における半径Rが大きくなるにしたがってその変位量も大きくなった。つぎに3種のTypeの差については，R15の場合，いずれの幅（8mm，12mm，16mm）においてもType Ⅱが他のTypeに比べてやや大きな値を示したが，Type ⅠとType Ⅲではほとんど差がみられなかった。一方R20，R25の場合，幅16mmの試料ではほとんどTypeの差はみられなかったが，他の2種の幅ではType Ⅲ，Type Ⅰ，Type Ⅱの順に小さな変位量を示した。つぎに幅の影響についてみると，たとえばR15のType Ⅰにおいて，幅8mmに対して幅12mmは約71%，また幅16mmは約50%の変位量を示したが，他のいずれの半径R，Typeにおいてもほぼ同じ比率を示した。

さらに，他の厚さ（#24，#30）における試料の変位量（図17，18）についても，Type，半径R，幅の影響は#22の場合とほぼ同様の傾向を示したが，各厚さにおける変位量を比較すると，いずれのType，半径R，幅の試料

においても#22に対して#24は1.5～1.7倍，#30は5.3～5.5倍の変位量を示し，試料の厚さが増すにしたがって著しく大きな変位量を示した。

2）矢状湾曲を付与した場合

厚さを#22として矢状湾曲を付与した各種連結装置試料における1kg荷重時の変位量の測定結果を各矢状湾曲の半径R'別にそれぞれ図19，20，21に示した。

図19
図20
図21

まず前述の矢状湾曲を付与しない場合に比べると変位量は小さく，いずれのTypeにおいても矢状断面の半径R'が小さくなるほど変位量は小さくなる傾向がみられた。たとえばType IIのR20で幅8mmの場合では，R'∞に対してR'70では約92%，R'45では約84%，R'20では約68%の変位量を示した。

つぎに前頭断面の半径Rの影響についてみると，いずれの半径R'，Type，幅の試料についても，半径Rの大きいものほどその変位量は大きくなる傾向がみられた。また各半径R

における Type の差をみると，R 15 の場合ではいずれの半径 R′ の場合においても Type II が Type I，Type III よりもやや大きな変位量を示したが，Type I と Type III との差は小さかった。

この傾向は試料の幅が 8 mm，12 mm の場合においては明らかであったが，幅 16 mm では 3 種の Type に差はほとんどなくなった。また R 20，R 25 の場合についてみると，いずれの半径 R′ においても Type III は Type I，Type II よりもやや大きな値を示した。

つぎに試料の幅の影響をみるため，Type II について結果をまとめたものが図 22 である。 図22

幅を大きくすることによる変位量の減少の比率は，半径 R′ が小さいほど大きくなる傾向を示した。たとえば R 20 の場合には幅 8 mm における変位量に対して，幅 12 mm，16 mm の試料において R′ 70 ではそれぞれ約 61 %，約 46 %，R′ 45 では約 59 %，約 36 %，R′ 20 では約 41 %，約 25 % の変位量を示したが，この減少の比率は半径 R の大きいものほど大きくなる傾向が

認められた。またType Ⅰにおいてもほぼ同様の傾向がみられたが，Type Ⅲの場合には減少の割合がやや小さくあらわれた。

つぎに試料の厚さの影響についてみると（図23），いずれのType，半径R'の試料においても厚さが#22，#24，#30と薄くなるにしたがって変位量は大きくなった。すなわち，#24では#22の1.5～1.7倍の変位量を示し，#30では#22の5.3～5.5倍の変位量を示しており，前述の矢状湾曲を付与しない場合とほぼ同様の値を示した。したがって各前頭断面の形態における，試料の変位量に対する厚さの影響は，矢状断面の半径R'にほとんど影響されなかった。 図23

考　　察

口蓋部連結装置は上顎局部床義歯における重要な構成要素の1つであり，これまで連結

装置の形態とその力学的性質との関係[2)~8)]，あるいはその装置が生体に与える影響などについて多くの報告がみられる[10)~16)]。たとえば，Blatterfein[10)]によれば，連結装置の力学的性質が不十分であれば床下組織や歯槽骨に対して悪影響を与えるとし，また，McCracken[1)]も連結装置は強固である場合にのみ有効にその機能を果し，強固でない場合には口腔組織に対して悪影響を与えるのみならず，義歯装着患者にとっても不快なものになると述べている。さらにFarrell[11)]，Weinberg[4)]，Spiekermann[12)]，Schwickerath[13)]らは，連結装置が強固でない場合にはそのたわみが維持歯に対して有害な側方力として作用することになるとし，関根ら[2,3)]はそのたわみが床の回転を許容することになると述べている。一方，Osborne[14)]，Miller[15)]，Kuck[16)]によれば，連結装置は常に広くて薄いものが望ましく，口蓋の板状骨に咀嚼力を広く分散させ，顎堤や維持歯に加わる力を小さくして，連結装置に対して積極的に床としての役割をもたせるべきである

と述べている。このように口蓋部連結装置の設計に対する考え方について数多く報告されているが，いずれも明確な設計基準として理論的または定量的に言及したものではなく，連結装置の設計を実際に行う場合，その力学的性質を十分に考慮した上でその形状，寸法を定める必要があると考えられる。

一方，口蓋部連結装置に関する感覚的，音声学的な面からの研究についても多く報告されている[17)～20)]。まず感覚の面において，三宅ら[17)]は，口蓋粘膜の触覚の同時閾をみた場合，切歯乳頭付近では小さな値を示してきわめて敏感であるが，後方の部位になるとその値も大きくなると報告している。また関塚[18)]の報告によれば，空間感覚から観察すると，上顎第2小臼歯の近遠心的中央あるいは第2小臼歯と第1大臼歯の隣接面より後方ほど認知できない物体の大きさは大きくなり，とくに第2小臼歯付近から後方では，直径0.39～1.00mmの小球は認知できなくなると述べている。

コクヨ　ケ-35　20×20

つぎに，音声学的な研究では，関根[19]らは補綴物の設定部位やその補綴物の厚径と発音障害との関係について検討しており，補綴物の設定部位が第2小臼歯より後方でかつその厚径が1.0mm以下の場合には発音障害を小さくすることができ，また障害を起こす領域であっても厚径が1.0mm以下であれば障害は急激に減少し，特に0.7mm以下では障害は少なく，0.5mm以下ではほとんど起こらないと報告している。

また河辺[20]はパラタルバーの設定位置とその形態が調音に及ぼす影響について検討しており，特に第1小臼歯，第2小臼歯間に設置したバーや，第1大臼歯，第2大臼歯間に設置した後パラタルバーでは「サ行」の調音障害が生じなかったとしている。

以上のような感覚的，音声学的な研究の報告にもとづき，本研究においては口蓋部連結装置の設定部位を，臨床で最も多い第1大臼歯と第2大臼歯の隣接面を結ぶ線を中心とした前後8mmの部位とし，両歯冠の幅径の範囲

にとどめた。また、連結装置の幅についてはいわゆるストラップタイプの連結装置を想定し、Krol[21]が最小限度であるとしている8mmの幅の他、12mm、16mmの計3種とした。一方厚さについては、臨床で使用されているバータイプのように1.0mmを超える場合もあるが、本実験ではストラップタイプを想定しており、さらに前述の生理学的な研究結果を考慮にいれて1.0mm以下とし、市販されている#22（約0.70mm厚）、#24（約0.55mm厚）、#30（約0.30mm厚）の3種類のシートワックスを用いて試料を製作した。

つぎに、口蓋部連結装置の力学的性質に関する研究としては、まずAnderson[5]、Barbenel[6]、Schwickerath[13]、野首ら[7]の理論的考察があげられる。Anderson[5]の報告は真直ばりを想定した連結装置の変位に対する長さ、幅、厚さの影響について検討したものであり、またBarbenel[6]は、口蓋の前頭断面を円弧と想定して、連結装置の変位を曲がりはりとして理論的に解析して求

めるとともに，装置の幅と厚さ，口蓋の深さと幅の大きさから，各装置の力学的性質を得るためのノモグラムを作成している。さらに野首ら[7]も曲がりはりと想定した連結装置の円弧の半径，幅，厚さ，断面形状，使用材料の機械的性質などを変えた場合においても，荷重と変位との関係が容易に求められるノモグラムを作成し報告している。一方Schwickerath[13]は，口蓋の前頭断面に関して，口蓋の中央部を支点として，両側の顎堤上に同時に荷重が加わった場合に生ずる側方力の大きさを理論的に考察しているが，これはBarbenel[6]の報告と同様，口蓋のいわゆる高さと幅によって定まる三角形を想定することによって力学的考察を行ったもので，生体における口蓋の断面形態の影響については考慮されていない。

つぎに，連結装置の設計条件による影響を検討したものとしては，まず関根ら[2]の連結装置の強度（rigidity）と床の回転（変位）量との関係をシュミレーターで検討した研究があ

げられるが，これは口蓋を一様な円弧と想定して，連結装置の幅，厚さおよび使用材料を変えて実験したものである。その実験の結果から，連結装置の厚径と床の変位量との間には直線的な比例関係がなく，対数比例的あるいは3乗比例の関係になったことから，連結装置に生ずるたわみが片持ちばりの変形に準ずるものであろうと報告している。また Windecker[8]らも上顎のシュミレーターにより，同一症例における連結装置の幅ならびに走行部位を変化させたフレームワークを製作し，義歯床部に荷重した際の各部に生ずる歪の大きさを測定した結果，連結装置の設計の違いにより歪の大きさならびに発生部位に差があると報告している。

以上のように，これまでは寸法条件（幅，厚さ），材質などとの関係が主に検討されており，口蓋の形態の影響についてはほとんど考慮されていない。しかし口蓋部連結装置は通常口蓋粘膜に接しており，口蓋の形態がそ

のまま連結装置の形状や断面形態に関連する。

したがってこれら口蓋形態が連結装置の力学的性質に与える影響を明らかにするため，前頭断面の形態ならびに矢状断面の形態が連結装置の荷重・変位関係に及ぼす影響について検討する必要がある。そこで，まず口蓋形態の分析結果について考察を行う。

1）口蓋形態の分析について

口蓋形態に関する研究は数多くみられるが[18,22~26]，それらの多くは人類学的な見地からの研究であり，その分類基準としては，江面[22]らの行った帯円型，方円型，放物線型，V字型，中央凸型，中央凹型といわれるような視覚的な判定法や，口蓋幅，口蓋高によって定まる口蓋示数による報告[23]などが多い。これに対し口蓋形態の分析をより定量的に行った研究には，大島ら[24]が林の歯列弓形態70%数表法[25]を応用し，左右第1大臼歯の前頭断面の分類を行った報告がある。また兼松[26]は音声学的な観点から日本人の口蓋形態の分析を行っているが，前頭

断面の分析には口蓋の幅と高さを基準としており，正中矢状断面においては切歯乳頭からの距離と口蓋部の各等高線での口蓋の高さから断面曲線を描く方法によって形態を観察している。また森田ら[27]も，構音と口蓋形態の関係について検討するために，模型を切断して得た各部位の前頭断面ならびに矢状断面の形態計測線から，基準線と計測点での接線とのなす角を算出することで形態的分析を試みている。一方，関塚[18]もまた口蓋の空間感覚と形態との関連を知るために第1，第2小臼歯の隣接面部および第1大臼歯近遠心的中央部において，その前頭断面を正中部と歯頸部との中間の陥凹の程度によって3型に分類している。しかしながら，これらの視覚的な分類では判断基準が不明確であり，また前述の定量的な方法においても口蓋形態の再現が困難であることから，本研究においては両側の顎堤の高さの1/2の点，および正中との3点によって決定される円弧を基準として分析を行った。

コクヨ ケ-35 20×20

なおこの場合，両側の顎堤の高さの1/2の点（残存歯のある場合はその歯頸部までの高さの1/2の点）としたのは，臨床的にも求めやすく，また顎堤が吸収して平坦になった場合においてはBlatterfein[10]が述べているような床縁の設定部位である口蓋の平坦部と斜面部との交線を模型において定めることが困難になるためである。また形態分析の部位としては，臨床において後口蓋部連結装置の設定に最も多く使用されている，両側の第1大臼歯と第2大臼歯を結んだ部分を中心に前後4mm，8mmの部位の計5か所の前頭断面と正中矢状断面とした。

(1) 口蓋前頭断面の分析結果について

各症例における前頭断面の中心角θについて，∠AOCと∠BOCがほぼ同じ大きさを示したことは，点A，Bの高さの差が小さかったことならびに点Cが口蓋のほぼ中央部に位置していることによるものと考えられる。

つぎに口蓋前頭断面の形態計測線と基準円

弧との位置的関係を調べた結果（表2），各形態計測線はほとんどの症例において，基準円弧の半径Rの±10%以内に含まれていた。これは計測する症例を選択する際に，後口蓋部連結装置が禁忌とされている口蓋隆起の著明なものを除いたためと考えられる。

さらに前頭断面の形態の分類結果において（表3），いずれの断面においてもType IとType IIIの占める割合が大きく，Type IIを含めると全症例の約95%を占めたことから，本実験ではこれら3種の前頭断面形態について模型を製作した。また基準円弧の半径はほとんどの症例が10mmから40mmの間に存在しており，3種の断面形態のうち，Type Iは半径Rの小さな症例が多く，断面Mにおいては半径Rが25mm以上の症例はほとんどみられなかった。これに対しType IIIは半径Rの大きな症例が多く，断面Mにおいては半径Rが15mm未満の症例はみられなかった。そこで本実験では，3種のTypeに対してそれぞれ3種の半径R（15

mm, 20 mm, 25 mm）の模型を製作した。

(2) 正中矢状断面の分析結果について

断面Mと正中矢状断面の形態計測線との交点より前後8mmの範囲における分析の結果より，正中矢状断面の形態では約半数の症例がほぼ円弧に近似しており，しかもその他の症例においても半径R'の±2%以内に存在していた。また正中以外の矢状断面の形態については，森田ら[27]が左側の中切歯，側切歯の中央ならびに隣接面を通る矢状断面で分析しているが，断面M前後の計測点の形態計測線と基準線とのなす角度はいずれの矢状断面でもほとんど変わらず，本実験では3種の前頭断面の形態にさらに3種の円弧の形態を矢状断面に均一に付与した模型を製作した。

2）連結装置の力学的性質の検討について

義歯構成要素（維持装置，連結装置など）の力学的性質を検討する場合には，永久変形を生じない弾性域における荷重と変位との関係を求める必要がある。クラスプにおけるこ

れらの関係は，鉤腕の寸法，使用材料の機械的性質によって，大きく影響を受けると報告されている[28,29]。また連結装置においても，この関係はその力学的な設計の基準の1つになるものと考えられることから，一定荷重に対する変位量あるいは一定変位量に必要な荷重を求めて，各連結装置の弾性域における荷重・変位関係をあらかじめ知っておく必要がある。しかし材料の弾性域においては，荷重と変位との間には比例関係が成立つことから[30]本実験で求めた1kg荷重時の変位量（a mm）から，逆にある変位量（例えば0.1mm）に対する荷重（x kg）を求める場合，$x = 0.1/a$ の関係から簡単にその荷重の大きさを求めることができる。したがって本研究では，各種条件における各連結装置の力学的性質を考察するため，弾性域における1kg荷重時の変位量の差について比較検討を行った。また試料に加える荷重方向については，一般に咬合平面に対して平行な成分と垂直な成分に分けられると考えられ

コクヨ ケ-35 20×20

るため，予備実験としてこれらの比較を行った。その結果，たとえばType II，R 20，幅8mm，厚さ#22の試料を用いた場合，1kgの垂直荷重においては約0.90mmの変位量を示したのに対して，同じ大きさの水平荷重においては約0.005mmの変位量を示した。すなわち，この水平成分の荷重に対する各試料の変位量は，垂直成分の荷重に比べてきわめて小さいことから，本実験では垂直成分の荷重に対する変位量について検討を行った。なお使用金属として，本実験ではコバルト・クロム合金を用いたが，使用金属以外を同一条件とした場合，その弾性域内における荷重・変位関係は各金属のヤング率に影響を受けるといわれており[5,6,31]，一定荷重に対する変位量は使用金属のヤング率に反比例するものと考えられる。たとえば，金合金はコバルト・クロム合金の約1/2のヤング率を有するといわれており[32,33]，したがって金合金の変位量はコバルト・クロム合金の約2倍を示すものと考えられ，本実験で検討した

その力学的性質に対する各因子の影響は他の金属においてもほぼ同様の傾向がみられるものと考えられる。

(1) 前頭断面形態の影響

矢状湾曲を付与しない模型を用いて製作した連結装置試料の変位量の測定結果において，R 15 では Type II が Type I，III よりも大きな変位量を示したのに対し，R 20，R 25 では逆に Type III，Type I が Type II よりも大きな変位量を示す傾向が認められた。このように変位量の大きさに Type 間の差があらわれた理由としては，前頭断面の形態の違いと，それによって生ずる各 Type の試料の長さの違いなどが考えられる。いずれの Type においても半径 R が 15 mm，20 mm，25 mm と大きくなるにしたがって試料の長さも長くなり（表5），また変位量も同様に増加したがその増加の傾向は図24に示したように，Type によって異っている。そこで表6のように各 Type における R 20 の場合の変位量を基準として，R 15 ならびに R 25 の

表5
図24
表6

コクヨ ケ-35 20×20

場合との比率を求めた。つぎに平板型試料における変位量は，理論解析[30]によればその長さの3乗に関係することから，同様にR 20の場合を基準としてR 15，R 25の場合の試料の長さの3乗の比を求めた。この表よりType Iの場合には，半径Rが20mmから25mmに増加した時の長さの3乗の比率と変位量の比率がいずれの幅においても一致しているのに対し，半径Rが15mmと20mmの間では長さの変化よりも変位量の減少の割合が大きいことがわかる。またType IIIにおいても，ほぼ同様の傾向がみられる。一方Type IIについては，R 20からR 25の間の変位量の増加は，長さの増加よりも大きくあらわれている。

これらのことからType I，Type IIIではR 15のように半径Rが小さい場合に開口部の影響があらわれ，R 20，R 25と半径Rが大きくなるにしたがって長さの影響が大きくあらわれてくるものと考えられる。これはType Iの場合には，半径Rが大きくなるにしたがってその

前頭断面形態が平担になり，直線に近づくため，長さの影響が大きくなったものと考えられる。一方Type Ⅲの場合には，半径Rが大きくなるとR15に比べて，試料の把握部に近接した部分の湾曲がわずかにゆるやかになること，また半径Rと断面Mの各測定点のType Ⅲの a/R，b/R（表4）によってその形態が定まるため，その長さの増加が大きいことなどに起因しているものと考えられる。このことは予備実験における各TypeのR20，R25の試料において，その両端より各2.5mm（計5mm）と各5.0mm（計10mm）それぞれ短くした試料を製作して，その1kg荷重時の変位量を測定した結果（図25），Type Ⅰ，Type Ⅱでは変位量が比例的に減少する傾向を示したのに対して，Type Ⅲにおいては2.5mm短くした場合ではその変位量の減少は少なく，5.0mm短くした場合に大きく減少したことからもわかる。すなわち，Type Ⅰならびに Type Ⅱについては両端からその長さを短くしても，その前頭断面形態は相

図25

似形をなして小さくなるのに対して，Type Ⅲでは5.0mm短くした場合には把握部に近接した湾曲が失なわれたために，変位量が大きく増加したものと考えられる。

一方Type Ⅱの場合には，その前頭断面形態を決定する際に用いた半径Rと中心角θの相関関係により，R20とR25では試料の長さの差は小さくなるにもかかわらず変位量には差がみられた。これは，同条件の円弧曲がりはりの変位量を野首らの方法[7]にしたがって理論的に検討したところ，ほぼ同様の傾向を示したことから，円弧をなす半径Rと中心角θの大きさがその変位量に大きく影響するためであると考えられる。

つぎに，試料の幅が変化した場合の変位量の違いについては，いずれの前頭断面の半径Rならびに Typeの試料においても，幅12mm，16mmでは幅8mmの場合のそれぞれ約70%，約50%の変位量を示したが，これは理論解析[30]における平板型試料や円弧型試料の変位が幅の逆

数に比例することに一致している。

また試料の厚さが変化した場合の変位量の違いについても，いずれの半径R，Type，幅においても，#24で#22の1.5～1.7倍，#30で#22の5.3～5.5倍の変位量を示した。

以上のように，矢状湾曲を付与しない場合（R'∞）においては，試料の幅，厚さを変えても，前頭断面の形態の影響はほとんど受けないものと考えられる。

(2) 矢状断面形態の影響

矢状断面の湾曲すなわち矢状断面の半径R'が変位量に及ぼす影響についてみると，図19～21に示すように，いずれの半径R，Type，幅の試料においてもその半径R'が小さいほど，すなわち矢状湾曲が強くなるほど変位量が小さくなる傾向が認められた。

これは連結装置試料の矢状断面において，R'70，R'45，R'20と矢状湾曲を付与した場合にはその矢状断面が半円弧形断面の一部となるためと考えられる。ここではりの曲げ剛性

（ヤング率×断面2次モーメント）についてみた場合，同一材料におけるはりの曲がりにくさはその断面2次モーメント（I）に比例するといわれている[34,35]。そこで半円弧形断面と矩形断面のそれぞれのはりにおける断面2次モーメントを比較すると，前者は $I \fallingdotseq 0.3tr_m^3$（t：試料の厚さ，$r_m$：中心と試料の厚さの中央との距離，ただし t/r_m が小さい場合）で表わされ，後者は $I = \frac{1}{12}bt^3$（b：試料の幅）で表わされる[36]。これより R'20，厚さ 0.3mm の場合について両者の断面2次モーメントIをそれぞれ求めると，半円弧形断面の方が約5000倍大きな値を示した。したがってはりの曲げ剛性が大きくなり，矩形断面と比べて半円弧形断面の方が変位しにくくなることから，矢状湾曲を付与した場合にはその変位量が小さくなったものと考えられる。また R'70，R'45，R'20 と湾曲が強くなると変位量が小さくなることについては，試料の矢状断面の前縁と後縁を結んだ弦の長さとその弦より湾曲の最深

部におろした垂線の長さなどによって影響されるものと考えられる。たとえば，試料の半径R，Type，幅を一定とした場合，矢状湾曲の半径R'が小さくなるにしたがって変化量が小さくなったことは，その弦の長さはほとんど変らないのに対して垂線の長さが大きくなり，クラスプの場合の鉤腕の厚さが増加する効果[37,38]とほぼ同様の影響があらわれ変位量が小さくなったものと考えられる。

つぎに，試料の幅が増加した場合の変位量について考えると，各Typeとも矢状湾曲のない場合に比べると，矢状湾曲を付与した場合にはその変位量の減少の比率が大きくなる傾向がみられ，またその比率はR'が小さくなるほど大きくなる傾向がみられたが，このことは半径R，Type，半径R'を一定とした場合試料の幅が大きくなるにしたがいその矢状断面における弧の長さが大きくなるとともに垂線の長さも増加したことによると考えられる。

このような矢状湾曲の影響はいずれのType

においてもみられるが，このことは各半径Rについてみた場合いずれの半径R'においても，矢状湾曲を付与しない場合とほぼ同様のType間の変位量の大きさの関係が認められることにあらわれている。

一方，厚さの影響については図23に示したように，矢状湾曲を付与した場合，いずれの湾曲においても#24，#30では#22の試料のそれぞれ1.5～1.7倍，5.3～5.5倍の変位量を示しており，これは矢状湾曲を付与しない場合とほぼ同様の増加率を示したことになる。すなわち，矢状湾曲が加わった場合にも試料の厚さによる荷重・変位関係に対する影響がほとんど変化しないことが明らかとなった。

以上のことから，連結装置試料の力学的性質に対する各条件の与える影響について要約すると次のようになる。

まず，口蓋の前頭断面形態に関しては，その半径Rの大きさと，断面形態のTypeにより試料の荷重・変位関係は異なり，半径Rが15

mm, 20mm, 25mmと大きくなるにしたがって一定荷重による変位量は大きくなる。一方各Typeによる変位量の差については，半径Rが15mmの場合には円弧型のType IIが，また半径Rが20mm，25mmと大きくなるとType I，Type IIIがそれぞれ大きな変位量を示した。

つぎに，矢状断面形態に関しては，矢状湾曲の半径R'が70mm，45mm，20mmと小さくなるにしたがって変位量は小さくなる傾向を示した。また前頭断面形態と半径R'との関係については，半径Rが大きくなるにしたがってType I，Type IIの場合では半径R'による変位量の減少が大きくなり，Type IIIでは半径R'によるその減少の割合はやや小さくなった。

つぎに試料の幅に関しては，まず矢状湾曲を付与しない場合，幅12mm，16mmではそれぞれ幅8mmの約70%，50%の変位量を示し，真直ばりの理論[30]にほぼ一致した変化を示したが，一方矢状湾曲を付与した場合においては半径R'が小さくなるにしたがって，その変位量の

減少の割合は大きくなる傾向を示し，Type Ⅰ，Type Ⅱでは半径Rが大きいほどその割合が大きくなる傾向を示した。

さらに試料の厚さに関しては矢状湾曲の有無ならびにその湾曲の大きさに関係なく，#22，#24，#30と薄くなるにしたがって変位量は大きくなり，#24，#30の試料における変位量は#22の場合のそれぞれ1.5～1.7倍，5.3～5.5倍の変位量を示し，本実験において試料の厚さが変位量に対して最も大きな影響を及ぼしたが，前頭断面ならびに矢状断面の形態的な条件にほとんど影響されなかった。

総括ならびに結論

口蓋形態とくに後口蓋形態が，口蓋部連結装置の寸法条件（厚さ，幅）とその力学的性質との関係に与える影響について明らかにするために，まず後口蓋部連結装置の設定部位

付近における口蓋形態の前頭断面ならびに矢状断面の形態計測を行った。その結果より前頭断面形態は3種の断面形態と，3種の半径（15㎜，20㎜，25㎜）とし，さらに矢状断面形態については矢状湾曲を付与しないものと，3種の半径（20㎜，45㎜，70㎜）の矢状湾曲を付与したものの計36種の口蓋模型を製作した。これらを使用して各幅（8㎜，12㎜，16㎜），各厚さ（#22，#24，#30）の連結装置をコバルト・クロム合金で製作し，これらの試料において，その弾性域における荷重・変位曲線より一定荷重に対する変位量を求めて，その力学的性質について検討した結果，つぎのようなことが明らかになった。

1）口蓋前頭断面の半径が大きくなるにしたがって連結装置試料の変位量も大きくなったが，断面形態によりその増加の傾向には差が認められた。

2）口蓋正中矢状断面の半径が小さくなるにしたがって連結装置試料の変位量も小さくな

コクヨ ケ-35 20×20

る傾向を示した。

3) 連結装置試料の幅を大きくするにしたがってその変位量は減少したが，矢状断面の半径が小さくなるにつれてその割合は大きくなる傾向を示した。

4) 連結装置試料の厚さを薄くするにしたがって変位量は著しく増加したが，その増加の割合は口蓋の前頭断面や矢状断面における形態が異なってもほぼ同様で，厚さの変位量に及ぼす影響は，これら形態によってほとんど変化が認められなかった。

以上の結果から，口蓋部連結装置の力学的性質は，幅や厚さなどの寸法条件の他，それを設定する口蓋の前頭断面の形態やその半径ならびに矢状断面の半径にも影響を受けることが明らかとなった。また口蓋形態が変化しても，試料の厚さがその装置の力学的性質に対して及ぼす影響には差がみられなかったが，幅においては矢状湾曲の大きさによって異なった影響を示しており，連結装置の製作にあ

コクヨ ケ-35 20×20

たっては，これらの関係をも十分考慮する必要のあることが示唆された。

コクヨ　ケ－35　20×20

稿を終るに臨み，終始ご懇篤なるご指導とご鞭撻を賜った大阪大学歯学部歯科補綴学第二講座奥野善彦教授，野首孝祠助教授に深厚なる謝意を表します。また本研究に際し，ご便宜とご協力を頂いた大阪大学歯学部歯科補綴学第二講座の諸兄に厚くお礼申し上げます。

コクヨ ケ-35 20×20

文　献

1) Henderson,D. and Steffel,V.D. (1973): McCracken's partial construction. ed.4, C.V.Mosby Co., Saint Louis, 74-80.

2) 関根弘，多田集一，岸正孝，安達康，大沢勤，高橋靖宗（1975）：局部義歯における連結装置の力学的条件に関する研究（第1報）床の頬舌側的回転に対する口蓋部連結装置の強さについて，歯科学報，75(3)，586～593，昭和50.

3) 関根弘，岸正孝，小宮山彌太郎，安達康，大沢勤，根岸康雄（1979）：局部義歯における連結装置の力学的条件に関する研究（第2報）床の近遠心的回転に対する口蓋部連結装置の強さについて，歯科学報，79(9)，1875～1880，昭和54.

4) Weinberg,L.A. (1969): Atlas of removal partil denture prothodontics. ed.1, C.V.Mosby Co. Saint Louis, 74-80.

5) Anderson,J.N. (1958): Dimensions of cast palatal and lingual bars. Dent. Practit., Vol.8, No.9, 270-274.

コクヨ　ケ-35　20×20

6) Barbenel,J.C. (1971): Design of partial denture components: I. Middle palatal bars. J.Dent.Res., Vol.50, No.3, 586-589.

7) 野首孝祠, 前田芳信, 山賀保, 奥野善彦 (1973): コネクターの力学的研究 (第1報) パラタルバーの変位を求めるノモグラムについて, 補綴誌, 22(4), 767～776, 昭和53.

8) Windecker,D. und Grafe,N. (1978): Einfluss der Basisgestaltung auf das dynamische Verhalten der Modell-Einstückgussprothese im Oberkiefer. Dtsch.zahnärztl.Z., 33, 109-114.

9) 大坪淳造 (1957): 日本人成人正常咬合者の歯冠幅径と歯列弓及び Basal arch の関係について, 日矯誌, 16(1), 36～46, 昭和32.

10) Blatterfein,L. (1953): A systematic method of designing upper partial denture bases. J.Am.Dent.Assoc., 46, 510-525.

11) Farrell,J. (1971): Partial Denture Designing. ed.2, Henry Kimpton Publishers, London, 32-43.

12) Spiekermann,H. und Gründler,H. (1977): Die Modellguss-Prothese. Ein Leitfaden für Zahnarzt und Zahntechniker. ed.1, Buch-und

コクヨ ケ-35 20×20

Zeitshriften-Verlag "Quintessenz", Berlin, Chicago, Rio de Janeiro, Tokio, 127-149.

13) Schwickerath,H. (1970): Die Dynamik des Zahnersatzes in Abhängigkeit von Konstruktion und Werkstoff. Dtsch.Zahnärtl.Z., 25, 815-820.

14) 奥野善彦，津留宏道共訳：オズボーン パーシャル デンチャー，203，医歯薬出版，東京，昭和52.

15) Miller,E.L. (1972): Removable partial prosthodontics. The Williams and Wilkins company, Baltimore, 171-189.

16) Kuck,M. (1967): Zur Dynamik der Oberkiefer-Freiendprothese im Kräftespiel des kauorgans. Dtsch.zahnärtl.Z., Heft10, 1258-1271.

17) 三宅直晴，出井義教，矢島忠夫 (1952)：上顎口蓋粘膜の同時閾について，歯科学報，52，125～128，昭和27.

18) 関塚弥寿夫 (1973)：上顎義歯口蓋部の設計条件が舌による異物感に及ぼす影響に関する実験的研究，歯科学報，73(6)，1044～1065，昭和47.

コクヨ ケ-35 20×20

19) 関根弘，江崎梅太郎，石井恒，海洲馨一，宮下恒太，溝上隆男（1964）：義歯の音声学的研究（第5報），歯科学報，64，761.

20) 河辺清治（1959）：口蓋桿の調音に及ぼす影響について，歯科学報，59（1～7），95～99，昭和34.

21) Krol,A.J. (1976): Removable partial denture design, an outline syllabus. ed.2, Bookstore University of the Paciffic School of Dentistry, San Francisco, 37-50.

22) 江西甚良（1925）：日本人の口腔・人類学的研究．歯科月報，19（4），5，昭和1；上條雍彦（1966）：口腔解剖学　第5巻，アナトーム社，東京，1249～1268，昭和41.より引用.

23) 酒井琢朗（1956）：日本人口蓋の形態ならびに歯列弓・口蓋各部の関係について，信州医学雑誌，5，16～19，昭和31.

24) 大島徹，川合容太郎，水野克弥，岡島睦矩（1958）：口蓋隆起等の家族歴観察（

第Ⅱ報）．補綴誌，2，187～191，昭和33.

25) Hayashi,T. (1956): A mathematical analysis of the curve of detal arch. Bulletin of Tokyo Medical and Dental University, 3, 2, 175-218.

26) 兼松隆徳（1971）：日本語調音の音声生理学的研究．1．音声生理学的にみた日本人口蓋形態について，歯科学報，71(7)，1789～1804，昭和46.

27) 森田啓一，安部修平，矢島洋子，関秀彦，山本幸雄（1968）：構音からみた口蓋形態について，補綴誌，12，115～125，昭和43.

28) 西山暲（1976）：鋳造鉤の維持力に関する実験的研究－Gingivally approaching clasp (I-bar type)について，補綴誌，20，43～62，昭和51.

29) 山賀保（1979）：鋳造鉤に関する力学的研究－鉤腕の力学的性質ならびに維持力に影響する因子について，補綴誌，23，273～287，昭和54.

30) 中原一郎（1980）：材料力学（上巻），

コクヨ ケ－35 20×20

養賢堂，東京，201～211，昭和55.

31) Eichner,K. (1964a): Messungen von Werkstoffen für abgestützte Teilprothesen. Dtsch.zahnärztl.Z., 19, Heft7, 657-665.

32) 小山正宏，鬼頭政勝，奥野善彦共訳（1980）：サーブ部分欠損患者の補綴治療，第1版，医歯薬出版，東京，259～260，昭和55.

33) Bates,J.F. (1965): The mechanical properties of the cobalt-chromiun alloys and their relation to partial denture design. Br.Dent.J., 119-389.

34) 浅野友一（1973）：弾性体工学．基礎工学2，初版．啓学出版，東京，75，昭和47.

35) 奥野善彦，野首孝祠（1978）：クラスプワークの理論と実際，4，歯科技工，6(6)，529～537，昭和54.

36) 日本機械学会編：機械工学便覧，4，材料力学，50～52，日本機械学会編，東京，昭和51.

37) 野首孝祠，堤定美，山賀保，奥野善彦（

(1976)：クラスプの力学的研究．第1報．有限要素法の適用性，補綴誌，19(4)，611～617，昭和51．

38) 堤定美，竹内正敏，野首孝祠，山賀保，井田一夫，山賀礼一（1976）：各種断面形状を有する漸縮真直クラスプの変位と応力を求めるノモグラム，歯材器誌，33，152～158，昭和51．

コクヨ ケ-35 20×20

THE INFLUENCE OF MORPHOLOGICAL FACTORS OF PALATE ON THE DYNAMICAL PROPERTIES OF MAJOR CONNECTOR

Yoshinobu MAEDA

The Second Department of Prosthetic Dentistry, Osaka University Dental School, 3-48 Nakanoshima 4-chome, Kita-ku, Osaka, Japan

Maxillary major connectors are one of the main components of removable partial dentures. But the role of them, such as unification and load distribution, cannot be played effectively unless they are designed reasonably with the knowledge of their dynamical properties.

It is the purpose of this study to investigate the influence of the morphological factors of palate of the load-deflection relation of major connectors.

As the first step, morphological analysis of posterior palate was done on frontal and saggital sections of the 52 clinical models by assuming arch on the each section. From this results shapes on frontal section of palate were able to be divided into three different groups (Type I, II , III) with various size of radius (R) and those on saggital section might be assumed a part of a circle with different size of radius (R'). So for the following dynamical investigation, plaster palate models

with three different shapes (Type I, II , III) and three kinds of radius (15 mm, 20 mm, 25 mm) on frontal section were made, and the models with three kinds of radius (20 mm, 45 mm, 70 mm) on saggital section were made with above mentioned conditions.

As the next step, by using these models, test pieces of major connectors with three kinds of width (8 mm, 12 mm, 16 mm) and of thickness (0.70 mm, 0.55 mm, 0.30 mm) were made of chromium-cobalt alloys, and the load-deflection relation were recorded by bending test on universal testing machine. The amount of deflection was obtained under a constant load in elastic region from the relation.

From these investigation following results were obtained.

1) With the size of radius on frontal section (R) being increased, the amount of deflection was increased. But the amount of deflection was different among the three types of frontal shapes with the same size of radius.

2) As size of radius on saggital section (R') decreased, the deflection of test pieces increased.

3) The amount of deflection was reduced, as the width of the test pieces increased in case of test pieces with small size of radius (R') on saggital section models, as compared to the deflection of test pieces with large size of radius.

4) The effect of thickness of castings on the deflection was not affected by shape of palate.

These results indicated that more consideration should be done on the morphological factors of palate as well as dimensional factors of major connectors for designing reasonably partial dentures.

図表の説明

表1　各前頭断面における半径Rと中心角θの指数回帰式ならびに相関係数

表2　各前頭断面における形態計測線と基準円弧との位置的関係
（前頭断面における a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3 が半径Rの±5%, ±10%以内に存在する症例数）

表3　各前頭断面におけるType別の症例数

表4　各前頭断面のType I, Type III における各計測点と基準円弧（Type II）との位置的関係（a/R, b/R）

表5　各Typeにおける連結装置試料の長さ

コクヨ　ケ－35　20×20

表6　R20の変位量に対するR15ならびにR25の変位量との比率

図1　形態計測に使用した臨床上顎模型の例

図2　Kubuskraniophor による断面形態の描記方法

図3　形態計測のための各断面

図4　前頭断面の形態計測部位

図5　前頭断面における各Typeの形態

図6　矢状断面の形態計測部位

図7　各前頭断面における半径Rの度数分布図

図8　各前頭断面における中心角θの度数分布図

コクヨ　ケ－35　20×20

図9　断面Mにおける半径Rと中心角θの関係

図10　正中矢状断面における半径R′の度数分布図

図11　正中矢状断面における中心角θ′の度数分布図

図12　口蓋模型の矢状断面形態
（図中の数字は矢状湾曲の半径R′を示す）

図13　口蓋模型の例
（矢状湾曲を付与しない模型と半径20mmの矢状湾曲を付与した模型）

図14　各種測定試料と、そのワックスパターン

コクヨ　ケ-35　20×20

図15　曲げ試験方法

図16　矢状湾曲を付与しない試料における1kg荷重時の変位量（試料の厚さ：#22）

図17　矢状湾曲を付与しない試料における1kg荷重時の変位量（試料の厚さ：#24）

図18　矢状湾曲を付与しない試料における1kg荷重時の変位量（試料の厚さ：#30）

図19　矢状湾曲R'70の試料における1kg荷重時の変位量（試料の厚さ：#22）

図20　矢状湾曲R'45の試料における1kg荷重時の変位量（試料の厚さ：#22）

図21　矢状湾曲R'20の試料における1kg荷重時の変位量（試料の厚さ：#22）

コクヨ　ケ−35　20×20

図22　Type Ⅱの各矢状湾曲試料における1kg荷重時の変位量に対する幅の影響
（試料の厚さ：#22）

図23　1kg荷重時の変位量と試料の厚さとの関係（半径R：20mm，幅12mm）

図24　矢状湾曲を付与しない試料における1kg荷重時の変位量と試料の長さとの関係（試料の厚さ：#22）

図25　前頭断面の各Typeにおける R20，R25の試料において その長さを5mm，10mm短くした場合の1kg荷重時の変位量
（試料の厚さ：#22）

コクヨ　ケ−35　20×20

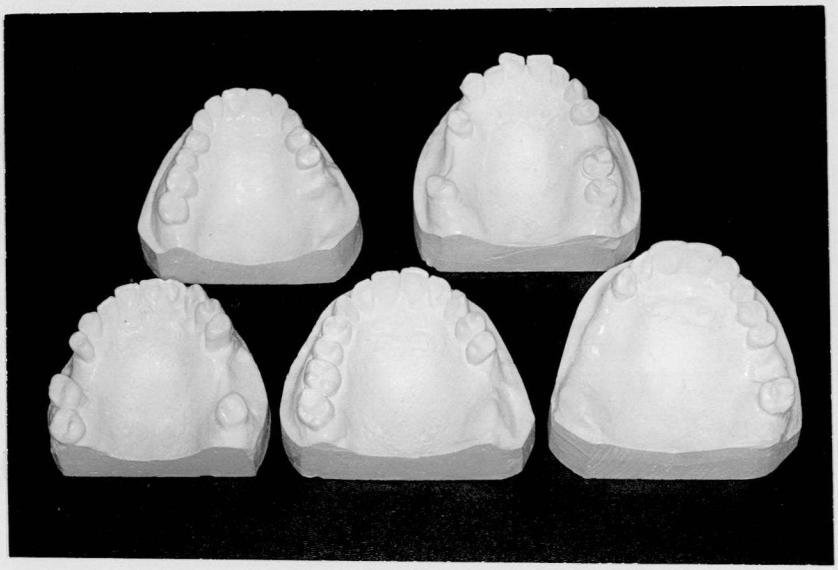

図 1　形態計測に使用した臨床上顎模型の例

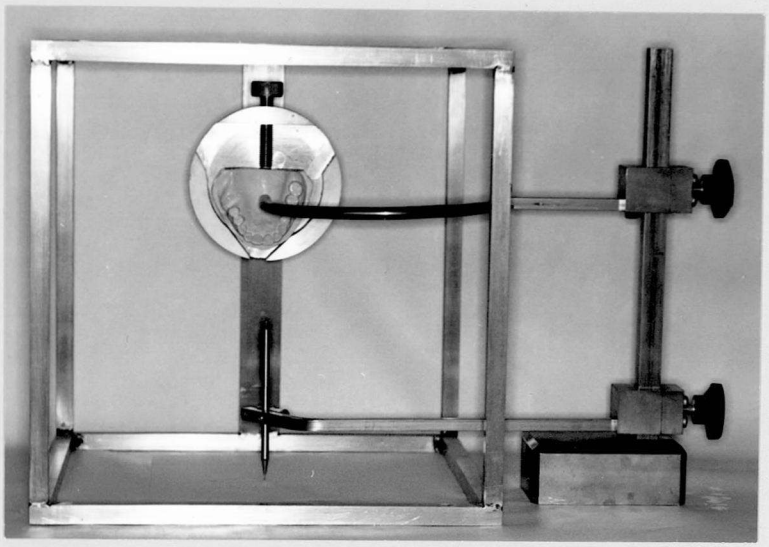

図 2　Kubuskraniophor による
断面形態の描記方法

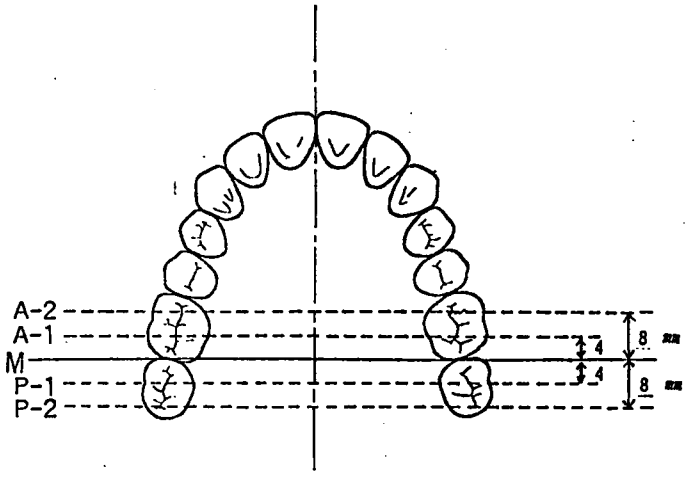

図 3　形態計測のための各断面

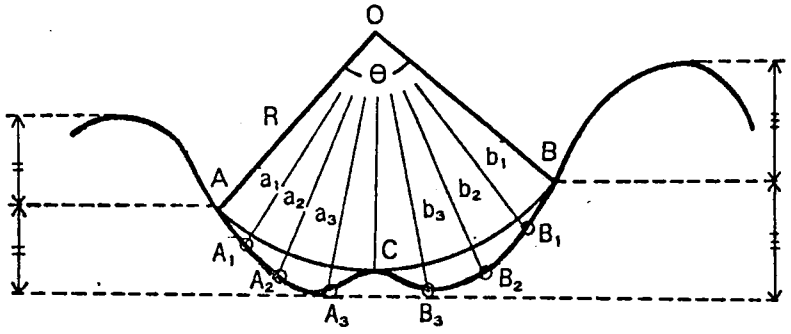

図 4　前頭断面の形態計測部位

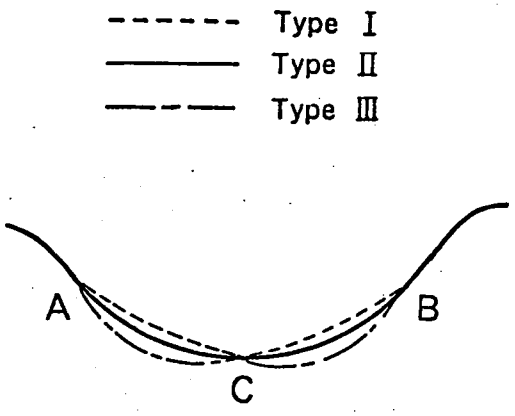

図5　前頭断面における各Typeの形態、

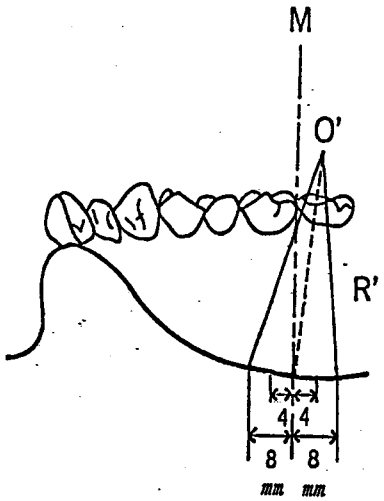

図6　矢状断面の形態計測部位

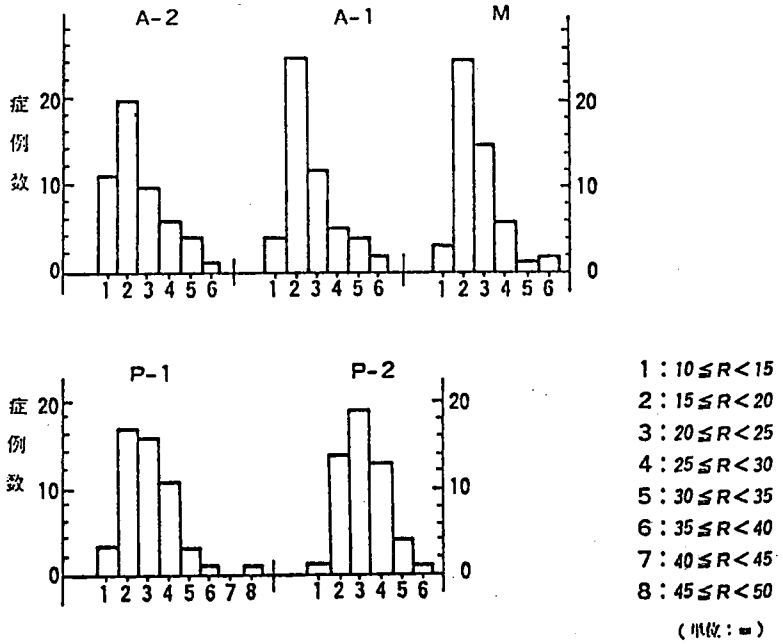

図7　各前頭断面における半径Rの度数分布図

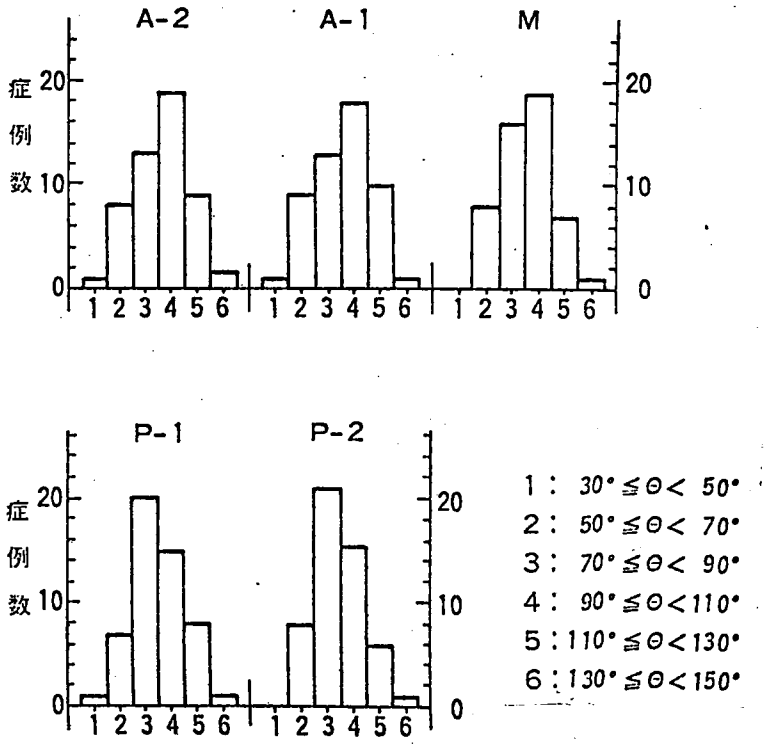

図8　各前頭断面における中心角θの度数分布図

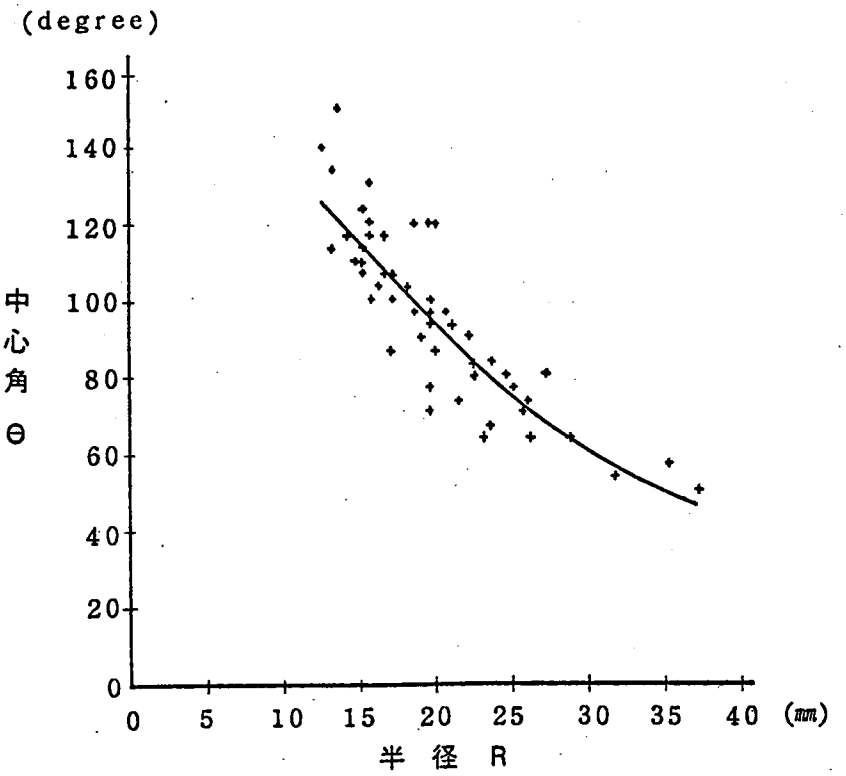

図9　断面Mにおける半径Rと中心角θの関係

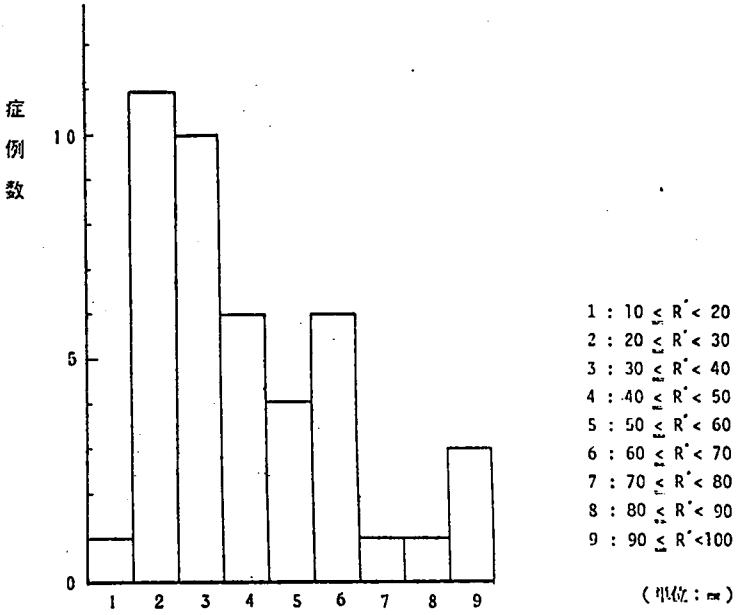

図10　正中矢状断面における半径R′の度数分布図

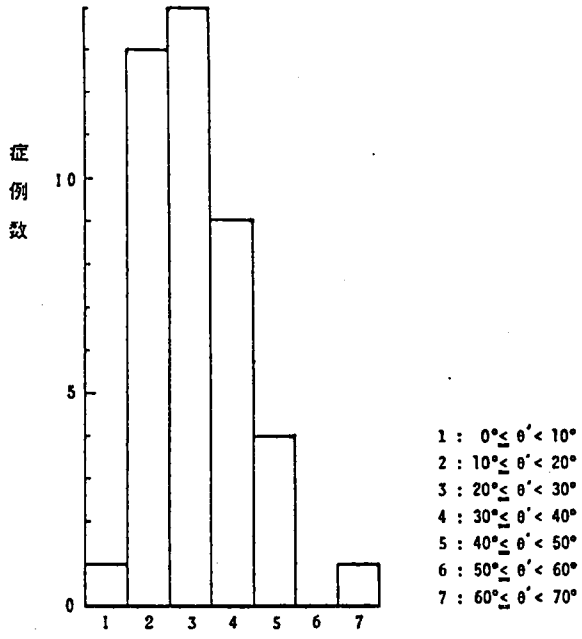

図11　正中矢状断面における
中心角θ′の度数分布図

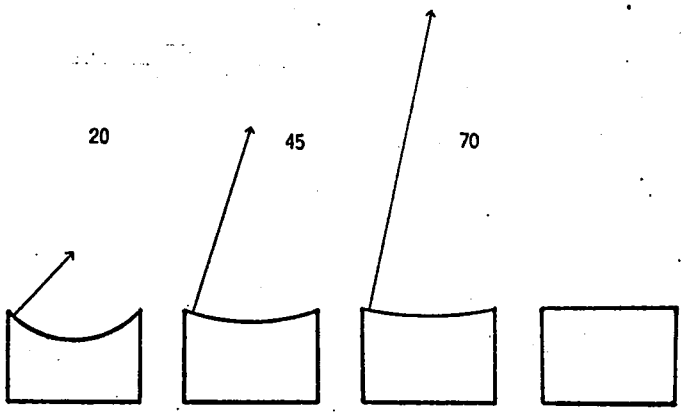

図12　口蓋模型の矢状断面形態.
(図中の数字は矢状湾曲の半径Rを示す)

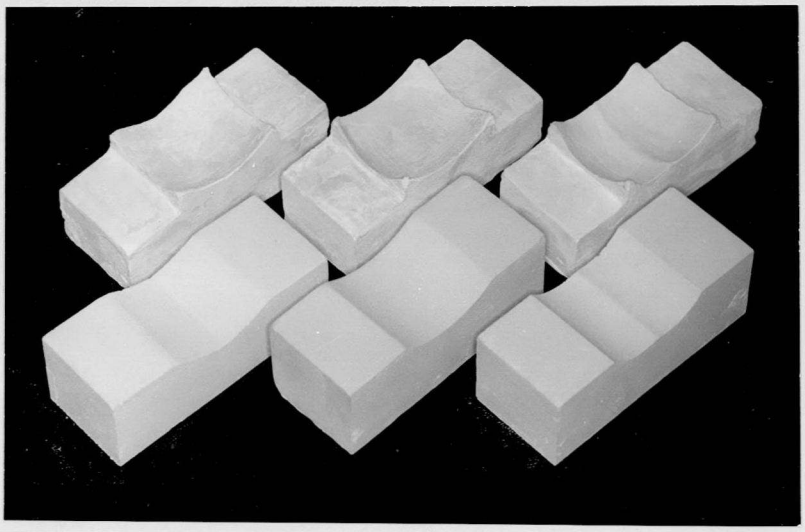

図13　口蓋模型の例（矢状湾曲を付与しない模型と半径20mmの矢状湾曲を付与した模型）

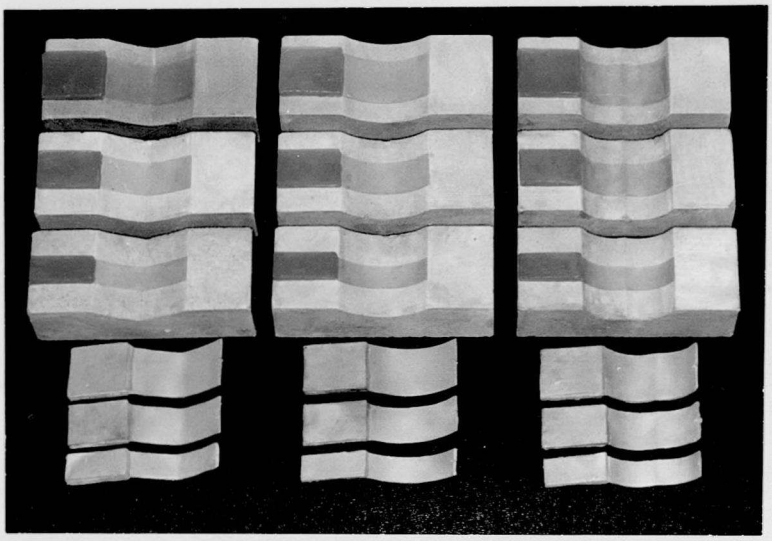

図14　各種測定試料とそのワックスパターン

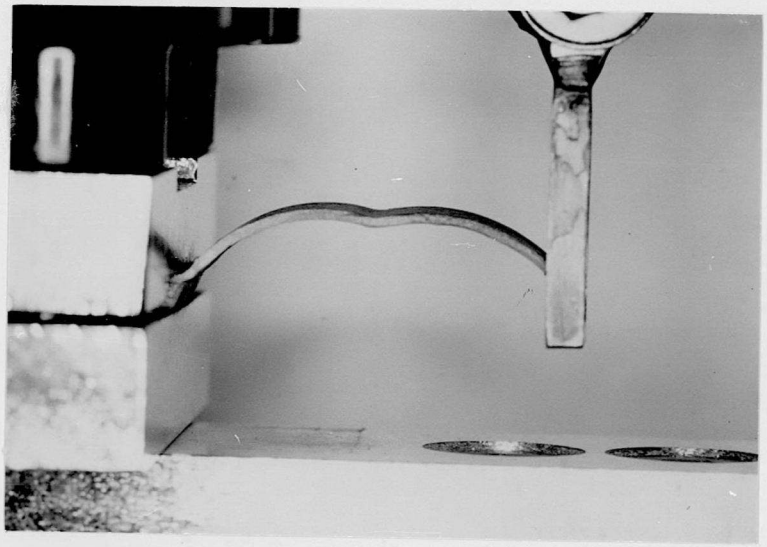

図15　曲げ試験方法

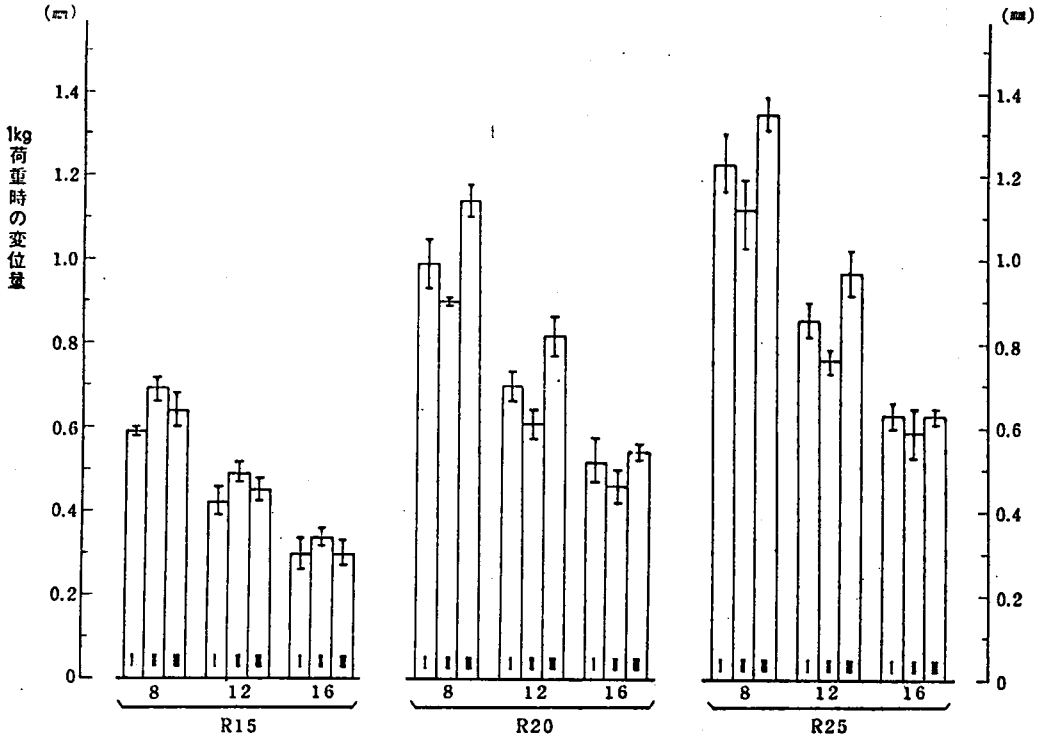

図16　矢状湾曲を付与しない試料における
1kg荷重時の変位量
（試料の厚さ：#22）

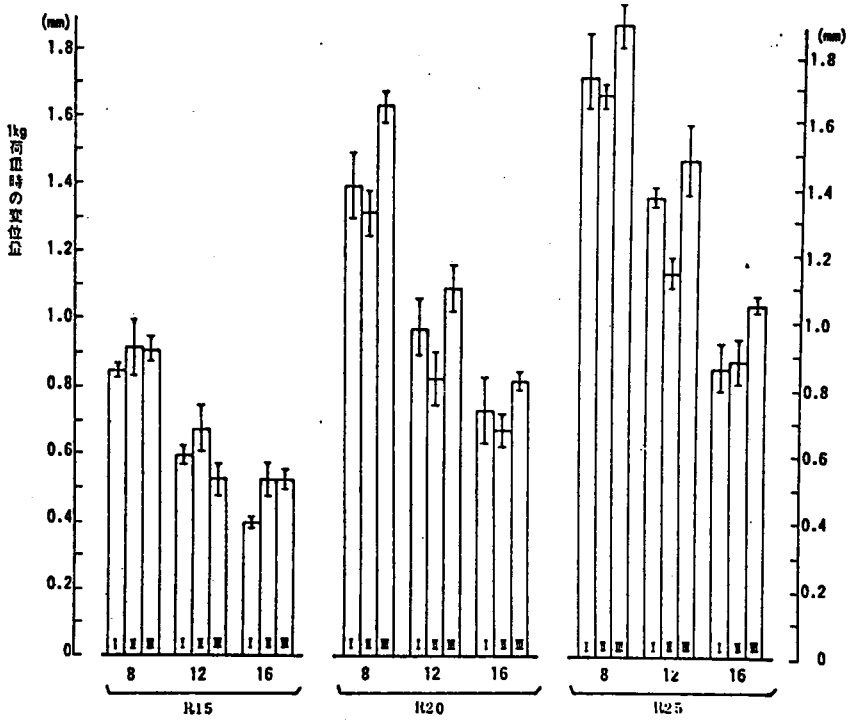

図17　矢状湾曲を付与しない試料における
1kg荷重時の変位量
（試料の厚さ：#24）

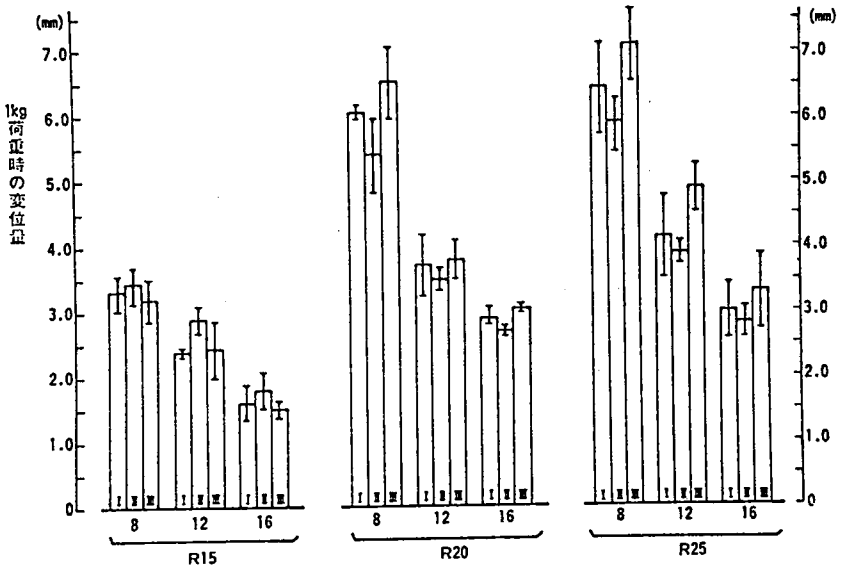

図18　矢状湾曲を付与しない試料における
1kg荷重時の変位量
(試料の厚さ：#30)

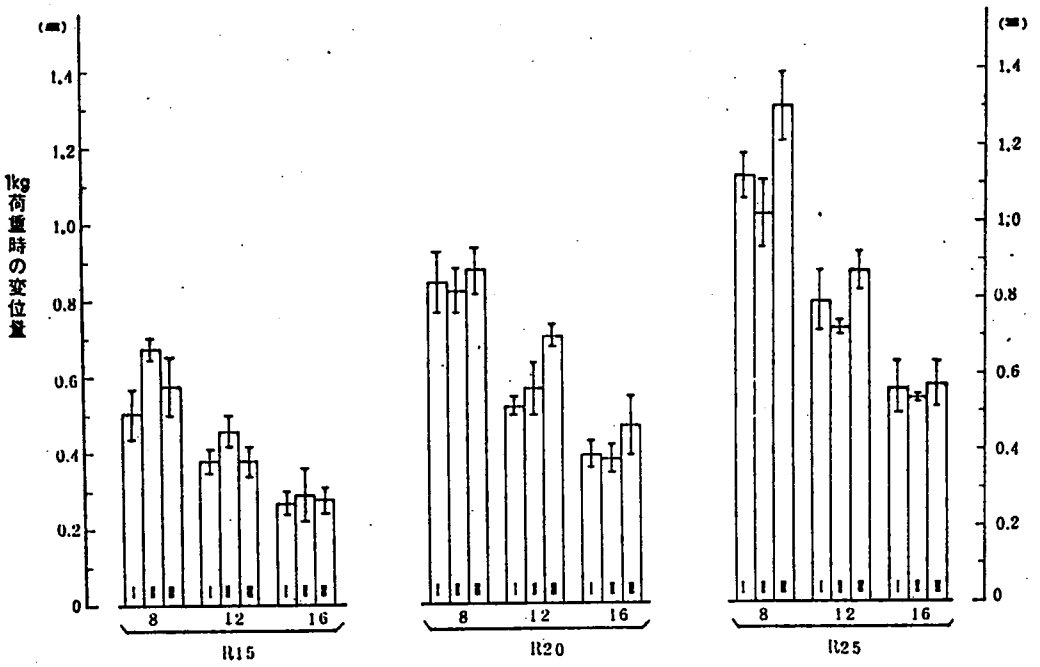

図19　矢状湾曲R'70の試料における
1kg荷重時の変位量
(試料の厚さ：#22)

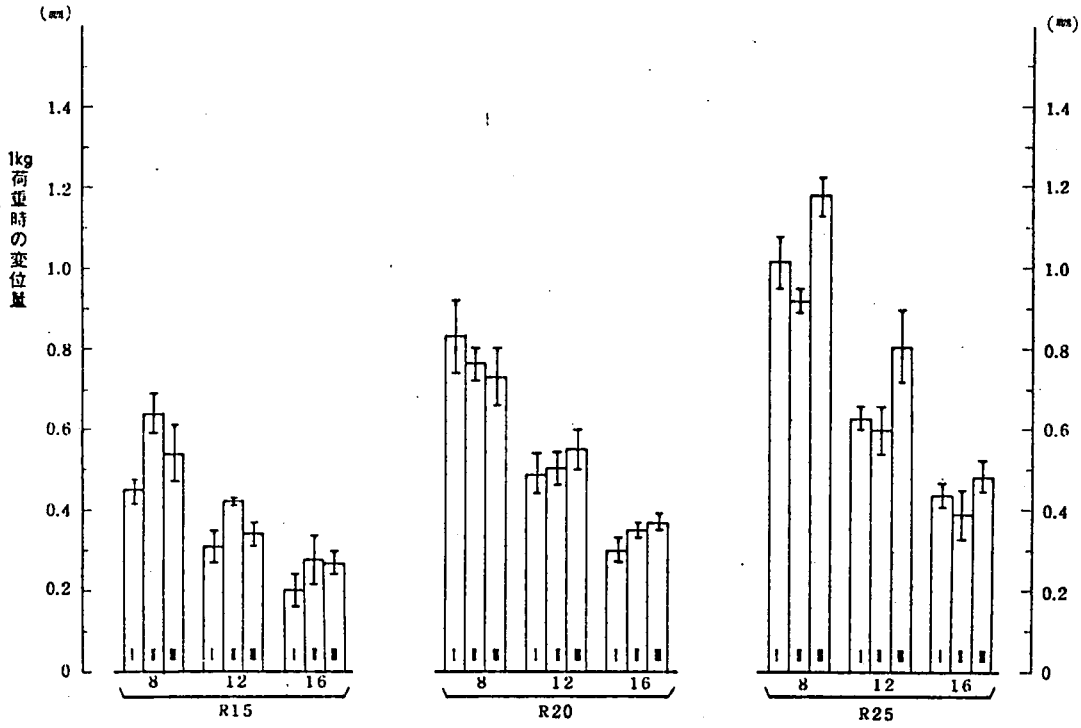

図20　矢状湾曲R'45の試料における
1kg荷重時の変位量
(試料の厚さ：#22)

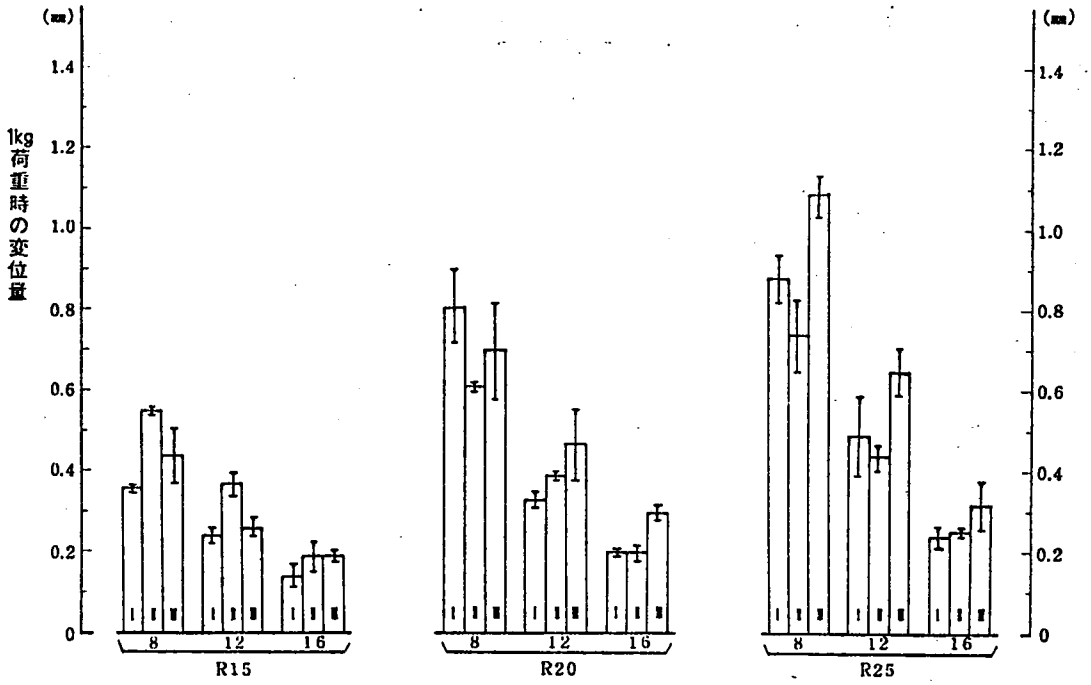

図21　矢状湾曲R'20の試料における
1kg荷重時の変位量
(試料の厚さ：#22)

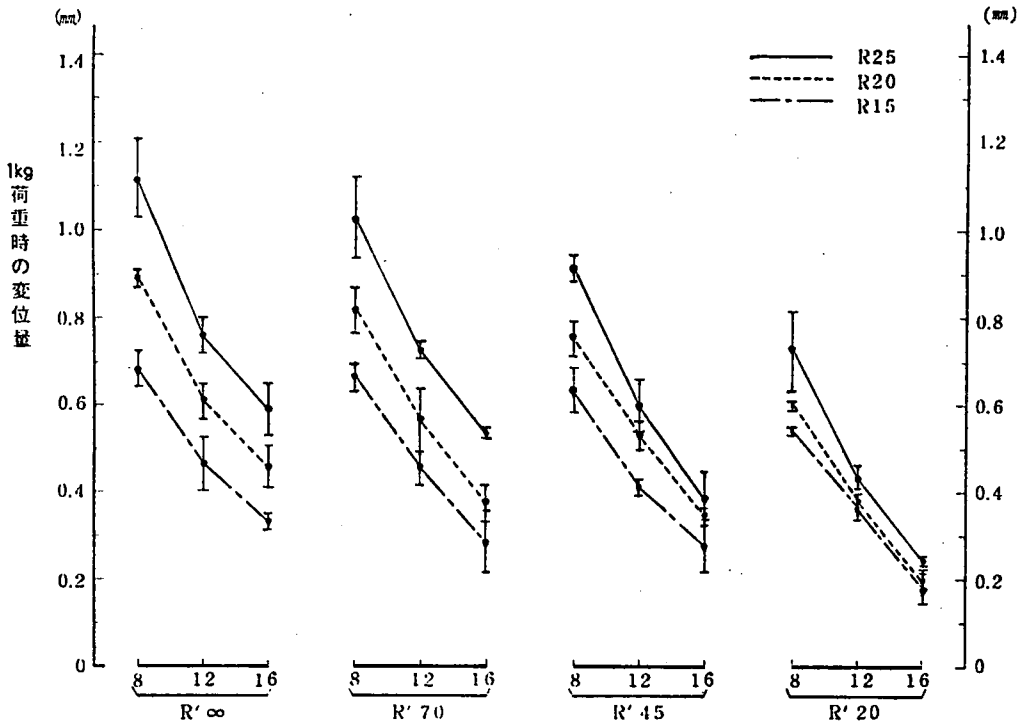

図22　TypeⅡの各矢状湾曲試料における1kg荷重時の変位量に対する幅の影響（試料の厚さ：#22）

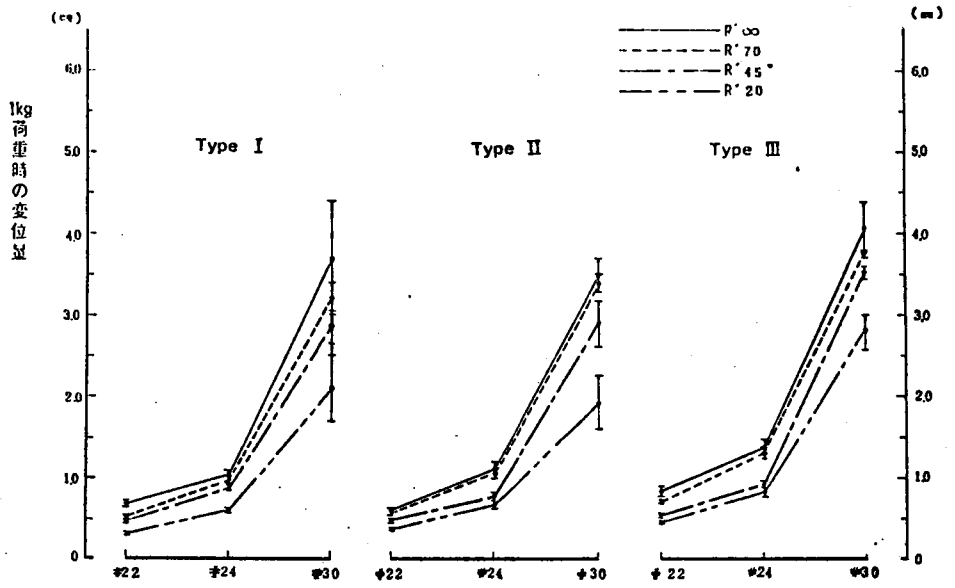

図23　1kg荷重時の変位量と試料の厚さとの関係
（半径R：20mm，幅：12mm）

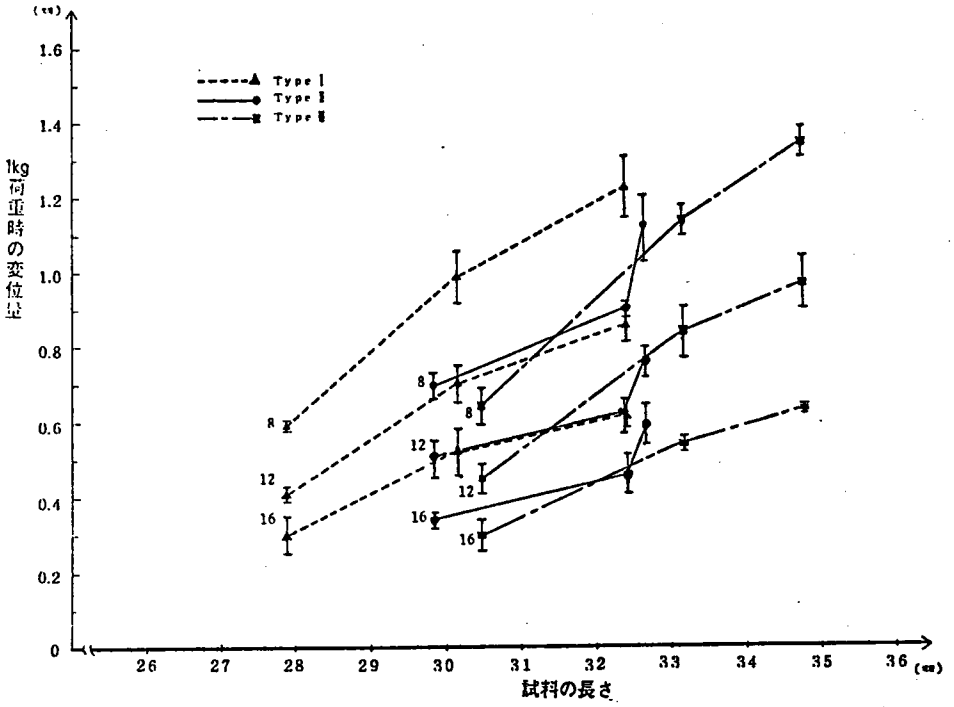

図 24　矢状湾曲を付与しない試料における
1kg荷重時の変位量と試料の長さとの関係
(試料の厚さ：#22)

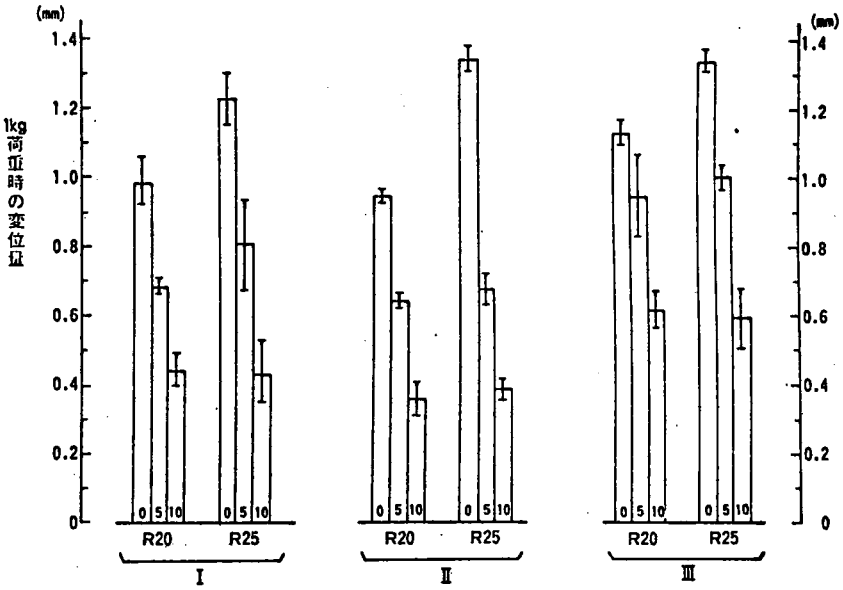

図25　前頭断面の各Typeにおける R20, R25の試料において
その長さを5mm, 10mm短くした場合の1kg荷重時の変位量
(試料の厚さ：#22)

表1　各前頭断面における半径Rと中心角θの指数回帰式ならびに相関係数

断　面	指数回帰式	相関係数
A - 2	$\theta = 200\, e^{(-0.04)R}$	-0.901**
A - 1	$\theta = 193\, e^{(-0.04)R}$	-0.917**
M	$\theta = 211\, e^{(-0.04)R}$	-0.943**
P - 1	$\theta = 186\, e^{(-0.03)R}$	-0.886**
P - 2	$\theta = 201\, e^{(-0.04)R}$	-0.911**

(** : $P \leq 0.01$)

表2　各前頭断面における形態計測線と基準円弧との位置的関係
（各前頭断面における a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3 が半径Rの±5%，±10%以内に存在する症例数）

(1)　±5%以内の症例数

断面	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3
A－2	44 (85)	36 (69)	44 (85)	40 (77)	38 (73)	44 (85)
A－1	44 (85)	38 (73)	46 (88)	45 (87)	41 (79)	45 (87)
M	46 (88)	44 (77)	42 (81)	45 (87)	40 (77)	45 (87)
P－1	47 (90)	41 (79)	45 (87)	47 (90)	41 (79)	46 (88)
P－2	45 (87)	32 (62)	46 (89)	40 (77)	31 (60)	43 (83)

n＝52　(　)：%

(2)　±10%以内の症例数

断面	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3
A－2	52 (100)	50 (96)	50 (96)	50 (96)	51 (98)	51 (98)
A－1	51 (98)	49 (94)	51 (98)	51 (98)	51 (98)	51 (98)
M	52 (100)	52 (100)	51 (98)	49 (94)	51 (98)	51 (98)
P－1	52 (100)	50 (96)	51 (98)	50 (96)	51 (98)	52 (100)
P－2	52 (100)	50 (96)	51 (98)	51 (98)	52 (100)	52 (100)

n＝52　(　)：%

表3　各前頭断面におけるType別の症例数

Type	A－2		A－2		M		P－1		P－2	
	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
Ⅰ	18 (34.6)	15 (28.8)	13 (25.0)	13 (25.0)	21 (40.3)	18 (34.6)	24 (46.2)	22 (42.3)	23 (44.2)	22 (42.3)
Ⅱ	9 (17.3)	6 (11.5)	5 (9.6)	6 (11.5)	6 (11.5)	6 (11.5)	7 (13.5)	3 (5.8)	7 (13.5)	3 (5.8)
Ⅲ	24 (46.1)	28 (53.8)	31 (59.6)	30 (57.7)	23 (44.2)	24 (46.2)	20 (38.5)	26 (50.0)	19 (36.5)	23 (44.2)
Ⅳ	1 (1.9)	3 (5.8)	3 (5.8)	3 (5.8)	2 (4.0)	4 (7.7)	1 (1.9)	1 (1.9)	3 (5.8)	4 (7.7)

(　)：%

表4　各前頭断面のType I，Type III における各計測点と基準円弧（Type II）との位置的関係（a/R，b/R）

断面	Type	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3
A−2	I	0.96 (0.03)	0.95 (0.03)	0.97 (0.03)	0.97 (0.02)	0.94 (0.04)	0.94 (0.04)
	II	1	1	1	1	1	1
	III	1.02 (0.02)	1.06 (0.04)	1.03 (0.02)	1.03 (0.02)	1.05 (0.03)	1.01 (0.03)
A−1	I	0.96 (0.02)	0.94 (0.03)	0.96 (0.03)	0.97 (0.02)	0.95 (0.02)	0.95 (0.03)
	II	1	1	1	1	1	1
	III	1.02 (0.02)	1.04 (0.02)	1.03 (0.02)	1.04 (0.03)	1.05 (0.03)	1.02 (0.02)
M	I	0.96 (0.02)	0.96 (0.03)	0.96 (0.02)	0.96 (0.03)	0.96 (0.03)	0.96 (0.03)
	II	1	1	1	1	1	1
	III	1.03 (0.02)	1.05 (0.03)	1.05 (0.02)	1.03 (0.02)	1.04 (0.03)	1.02 (0.03)
P−1	I	0.96 (0.04)	0.95 (0.05)	0.96 (0.05)	0.95 (0.06)	0.95 (0.05)	0.95 (0.04)
	II	1	1	1	1	1	1
	III	1.03 (0.02)	1.05 (0.03)	1.03 (0.02)	1.02 (0.02)	1.04 (0.02)	1.02 (0.01)
P−2	I	0.97 (0.02)	0.95 (0.03)	0.95 (0.03)	0.96 (0.04)	0.96 (0.03)	0.97 (0.02)
	II	1	1	1	1	1	1
	III	1.02 (0.02)	1.04 (0.02)	1.02 (0.02)	1.01 (0.01)	1.03 (0.02)	1.02 (0.02)

（　）：SD

表5　各Typeにおける連結装置試料の長さ

Type＼R	15	20	25
Ⅰ	27.9	30.2	32.4
Ⅱ	29.8	32.5	32.7
Ⅲ	30.5	33.2	34.8

（単位：mm）

表6　R20の変位量に対するR15ならびにR25の変位量との比率

Type Ⅰ

幅	R15	R20	R25
8	0.60	1	1.24
12	0.59	1	1.23
16	0.58	1	1.21
(長さ)³ の比	0.79	1	1.23

Type Ⅱ

幅	R15	R20	R25
8	0.77	1	1.24
12	0.80	1	1.25
16	0.74	1	1.28
(長さ)³ の比	0.77	1	1.01

Type Ⅲ

幅	R15	R20	R25
8	0.52	1	1.18
12	0.55	1	1.18
16	0.56	1	1.16
(長さ)³ の比	0.78	1	1.15