

金属製下肢装具用膝継手の試験について

那須 裕規*¹

Structural testing of metallic knee joints for lower extremity orthoses

Yuki NASU

Structural tests of metallic knee joints for lower extremity orthoses was examined based on the JIS T9216 standard. The static bending test and endurance test was performed according to the JIS standard, was manufactured jig. Experimental results, the static bending test was able to give a load of provisions. Endurance test loaded with repeated vertical compression force, it was possible to give the load of the provision.

KEYWORDS : metallic knee joints for lower extremity orthoses , Test and evaluation , Static bending test , endurance test

1. まえがき

義肢装具を安全に使用するためには、構成する個々の部品についての工学的試験評価や臨床評価が必要となる。工学的試験評価を実施するためには規格や基準に沿った試験装置が必要となり、JIS や ISO に示されている。また、義肢等補装具費支給制度に基づき使用するためには、同制度が定める基準に適合した「完成用部品」が必要となる。しかし、完成用部品の評価は実物をそのまま試験する事が多く、治具を開発して既存の試験機に取付けて使用したり、新しく試験機を開発する必要がある¹。さらに、工学的評価試験を実施できる機関が少ないのが現状である。

そこで、本研究では金属製下肢装具用膝継手を対象に、JIS に従った試験を実施できるよう治具を開発し、既存の試験装置を用いて工学的評価が可能なシステムを構築することを目的とする。本

稿では初期遊び量、静的曲げ試験、垂直圧縮力を実施したので報告する。

2. JIS による金属製下肢装具用膝継手

膝継手の評価は、金属製下肢装具用ひざ（膝）継手（JIS T9216-1991）²⁾に基づき評価を行う。以下に、膝継手の評価方法等について述べる。

2. 1 膝継手の種類と構造

膝継手には、図 1 に示す(a)リングロック式、(b)レバーロック式、(c)プランジャーロック式の三種類ある。本研究で使用する膝継手は、大たい支柱と下たい支柱が重なっている部分にリングをはめ、両者を完全に固定するリングロック式を用いた。このリングロック式は最も多く使用される機構である。試験試料を図 2 に示す。

*1 機械工学科(Dept. of Mechanical Engineering), E-mail: ynasu@oyama-ct.ac.jp

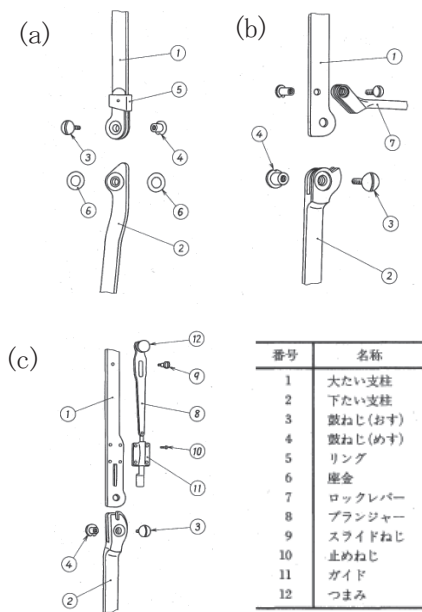


図1 膝継手の種類と構造

- (a) リングロック式
- (b) レバーロック式
- (c) プランジャーロック式

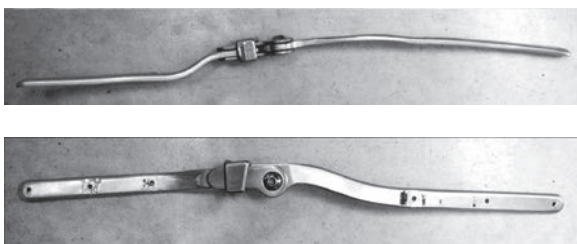


図2 リングロック式膝継手

2. 2 評価基準と項目

JIS T9216-1991 に基づき評価を実施するにあたり、継手部の性能評価の項目は次の通りである。

- ① 一般条件
- ② 継手部の初期遊び量
- ③ 静的曲げ強度
- ④ 耐久性（垂直圧縮力、ねじりモーメント、曲げモーメント）

上記項目のうち、①については「継手部のロックを外して膝継手を屈曲・伸展させた場合、滑らかに作動し、その間異常音を生じてはならない。また、完全伸展時にロック機構は滑らかに作動しなくてはならない。」と記載されている。そのため、

負荷試験を要する項目は②、③、④である。

本研究では、継手部の初期遊び量、静的曲げ強度、耐久試験（垂直圧縮力）を評価するための治具を製作し、試験評価が可能であることを確認する。試験場所は、温度状態 $20 \pm 10^\circ\text{C}$ 、湿度状態 $65 \pm 30\%$ の室内とする。

2. 3 試験と評価方法

2. 3. 1 継手部の初期遊び量

膝継手の大たい支柱を固定し、下たい支柱の矢状面内の屈曲・伸展方向に引張力を加え、変位量と引張力を検出できる装置で行なう。装置の一例を図3(a)に示し、(b)は測定の様子を示す。測定は継手部の中心から100mm離れた下たい支柱の一点に1N(100gf)の引張力をプッシュプルゲージにより屈曲・伸展方向に作用させ、継手部の中心から50mm離れた下たい支柱の一点の変位量をダイヤルゲージを用いて測定する。

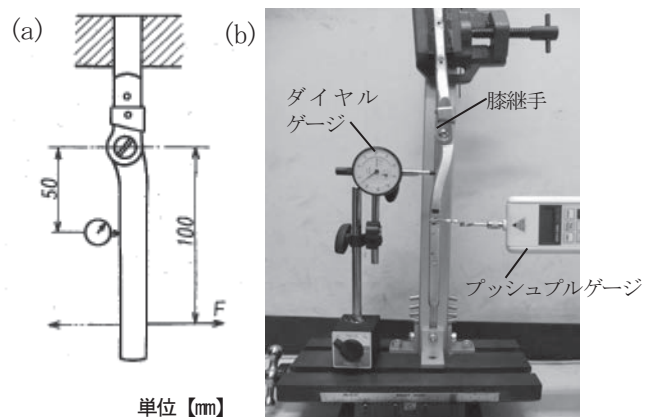


図3 遊び量の測定

【評価方法】

上記の方法により測定したとき、0.2mm以下であることを確認する。

2. 3. 2 静的曲げ試験

膝継手の静的強度を調べるために、集中荷重を徐々に加えることのできる三点曲げ試験装置を用いて、矢状面と前額面について、図4に示すように試験試料を設置して試験を行なう。

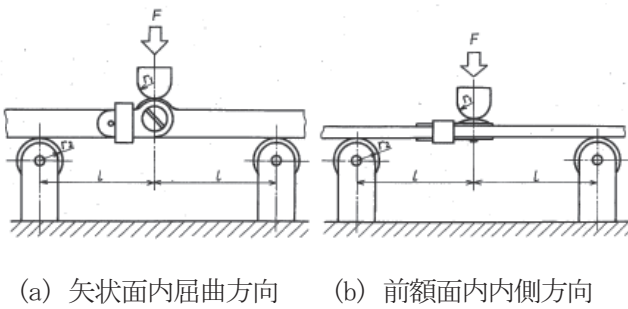


図4 荷荷方向

試験条件は次のとおりである。

- (1) 膝継手を完全にロックする。
- (2) 荷荷の方向と大きさは以下のとおりとする。
 - ・矢状面内屈曲方向 1000N・・・図4(a)
 - ・前額面内内側方向 250N・・・図4(b)
- (3) 支えから継手部の中心までの距離Lは100mmとする。(備考:支えと押し金具の軸は互いに平行とする。)
- (4) 押し金具の先端部と支えは円筒面の形状とし、円筒面の半径(r_1 , r_2)は10mm以上、幅は支柱の幅より大きいものとする。
- (5) 荷荷は所定の大きさまで徐々に加え、その後徐々に除荷する。

【評価方法】

上記試験により、大きな遊び(がた)、永久変形、破損などの著しい異常が無いことを確認する。

2. 3. 3 耐久性試験

継手部と支柱の耐久性を調べるため、立脚期のひざに加わる垂直圧縮力・曲げモーメント・ねじりモーメントと同等の荷荷を与えることができる装置を用いて行なう。装置の一例を図5に示す。

本研究では、既存の万能試験機や疲労試験機を用いて、専用の取付け治具を製作して行なう。また、各試験の荷荷条件は表1の通りである。

表1 荷荷条件

垂直圧縮力	ねじりモーメント	曲げモーメント
400N	10Nm	50Nm

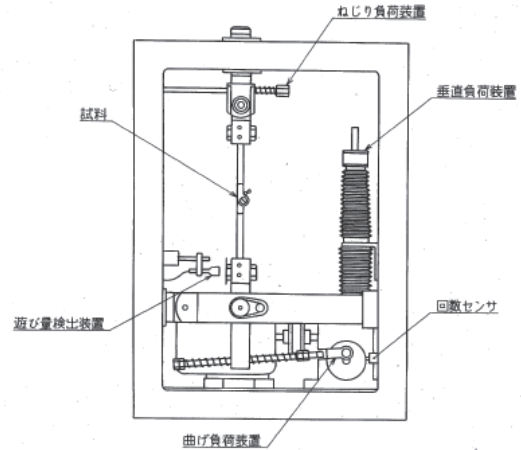


図5 試験装置の一例

試験条件は次の通りである。

- (a) 膝継手を完全にロックする。
- (b) 荷荷は表1の通りとする。
- (c) 膝継手は、大たい支柱・下たい支柱ともに長さ150mmのところのところにチャックを取付ける。この時、継手軸と上下チャックの軸は平行であること。
- (d) 繰返し周波数は2.0~3.3 Hzとする。
- (e) 繰返し試験回数は10万回とする。

【評価方法】

耐久性試験において、次の規定を満足しなければならない。

- (a) 大きな遊び、永久変形、破損などの著しい異常があつてはならない。
- (b) 遊び量の差が0.2mm以下でなければならない。
- (c) 膝継手を屈伸させたとき、異常音を生じてはならない。

3. 試験用治具の製作

膝継手を試験するにあたり、様々な形状の膝継手に対応するためには専用の取付け治具が必要となる。そのため、試験を実施できるよう治具の製作を行なった。

3. 1 静的曲げ試験

図6は矢状面内屈曲方向試験用の治具を示している。2枚のL字部品の中に膝継手と同じ厚みの金属板を挟み、ボルトで締付けて固定する。図7

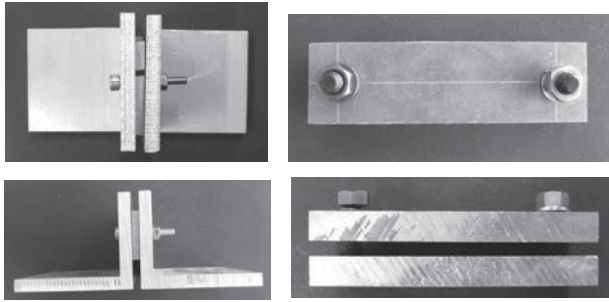


図6 矢状面内屈曲方向試験用の治具
図7 前額面内内側方向試験用の治具

は前額面内内側方向試験用の治具を示している。2枚のアルミニウム板に膝継手を挟み、ボルトで固定する。

3.2 耐久試験

耐久試験用の治具を図8に示す。膝継手固定ブロックの側面にあるピンが、治具側面の壁内に設けた溝によって案内され、横方向にスライドする機構とした。また、治具の両側に4本のボルトを配置し、上下の締め付け具合により膝継手の形状に合わせてブロックを傾けられるようにし、膝継手の大たい部と下たい部が同一線上にないような複雑な形状の膝継手にも対応できるように設計した。試験を行うときは、取付け治具の下部にあるL字形状部を既存試験機のチャック部に固定し、膝継手を治具に固定して使用する。

4. 評価試験結果

4.1 静的曲げ試験

本実験で用いた継手はリングロック式膝継手で、直線形状ではなく、複雑に曲がった形状のものを使用した。

製作した治具を用いて、2.3.2で述べた方法により静的曲げ試験を行った。実験には島津製作所製の万能試験機(UH-300KNI)を用いた。実験の様子を図9に示す。実験の結果、規定の荷重を負荷することができ、膝継手を取り出し、大きながた、永久ひずみ、破損などを目視と触感で確認したが異常はみられなかった。したがって、正常に評価できることがわかった。

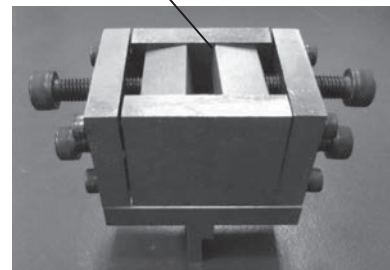
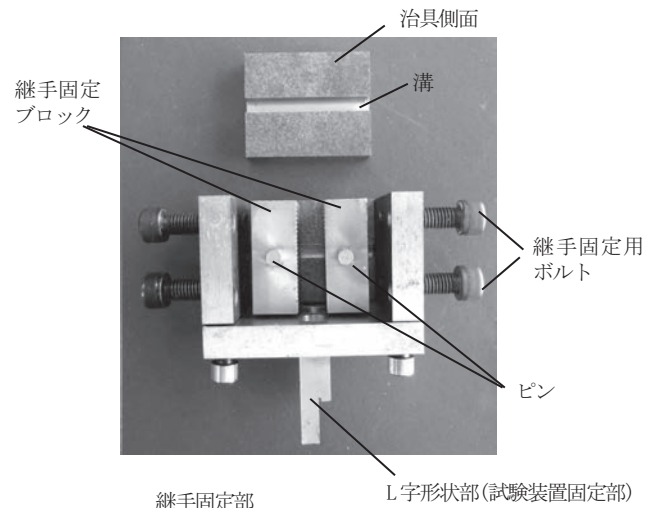
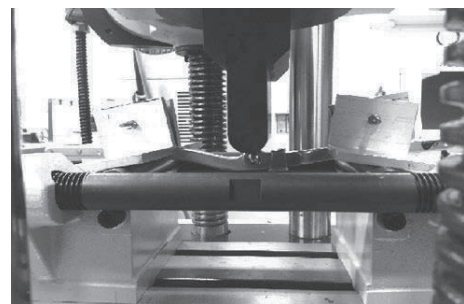
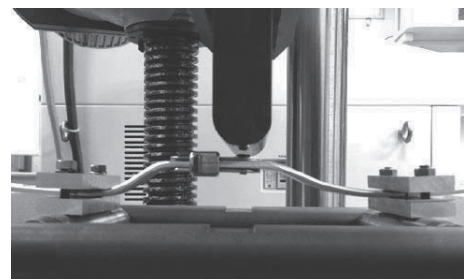


図8 膝継手取付け治具



(1) 矢状面内屈曲方向



(2) 前額面内内側方向

図9 負荷方向と試験の様子

4. 2 耐久試験

本実験で使用する膝継手は、図2で示したように直線的な形状ではなく、複雑に曲がった形状の膝継手であるため、図10に示すように、継手部のない直線的形状の簡易的な試験片(試験片A)と複雑な形状の試験片(試験片B)を用いて垂直圧縮力が同等に試験試料に負荷されるか、および、製作した治具の機能を確認する目的で垂直圧縮力試験のみの比較実験を行なった。

実験を行うにあたって使用した試験機は、リニアねじり卓上型疲労試験機(INSTRON 8874)である。疲労試験機に試験片Aを取り付けた治具を設置し、2.3.3で述べた方法により、表2に示した負荷を与える。実験手順は、初期に-220Nの垂直圧縮力をかけ、そこを基準として振幅180Nで正弦波の繰返し負荷をかける。周波数に関しては規定の周波数より遅く設定し、充分ゆっくり負荷を与えて実験をなした。また、同様の実験を試験片Bに対しても行なう。実験の様子を図11に示す。

図12は試験片A、Bに繰返し負荷したときの時間に対する垂直圧縮力の変化を示している。試験片A、Bともに負荷は正弦波を表し、また最小圧縮力・最大圧縮力ともに所定の負荷がかかっていることがわかった。しかし、試験片Bに関しては、試験片Aよりも垂直圧縮力の最大・最小がともに約25N~30N大きく現れる結果となった。これは試験片の寸法や形状の違い、および継手部の遊びによるものと考えられるが、今後の検討課題である。

5. まとめ

本研究では、金属製下肢装具用膝継手に関して、JIS T9216-1991に沿って、遊び量の測定、静的曲げ試験および耐久試験を行うための専用治具を製作し、実験を行なった。その結果、静的曲げ試験は規定の負荷をかけることができ、評価できることがわかった。耐久試験では繰返し垂直圧縮力を負荷した結果、規定の負荷をかけることはできず、所定の垂直圧縮力より負荷が増加する結果となった。そのため、今後はその原因を調査すると共に、垂直圧縮力、ねじりモーメント、曲げモーメント等の各種耐久試験をJIS規格に従って実施し、評価する予定である。

表2 負荷条件

最小圧縮力	最大圧縮力	繰返し周波数
-400N	-40N	0.2Hz

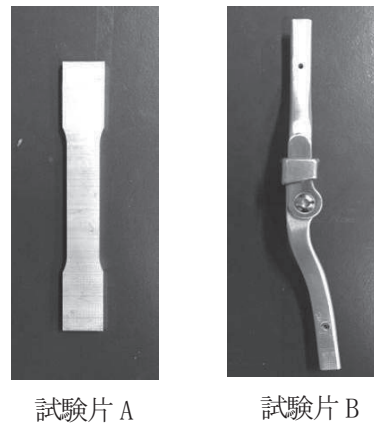


図10 垂直圧縮力試験に用いた試験片

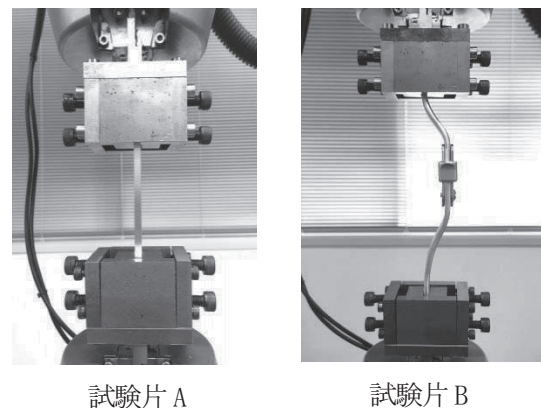


図11 垂直圧縮力試験

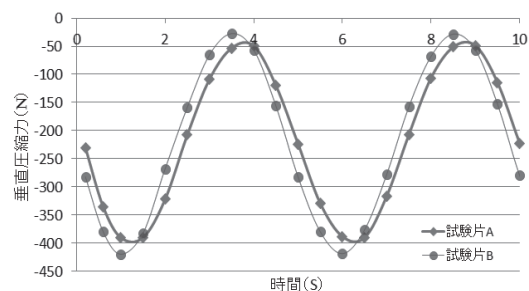


図12 垂直圧縮力と時間の関係

参考文献

- 1) 相川孝訓：日本義肢装具学会誌，28巻3号(2012/7)
- 2) JISハンドブック 38 高齢者・障害者等アクセシブルデザイン 2012，日本規格協会

