

〈資料〉 金属製下肢装具用足継手の試験について

相川 孝訓* 数藤 康雄*

Structural testing of several metallic ankle joints for lower extremity orthoses

Takanori AIKAWA * and Yasuo SUDOH *

Realization of structural tests of metallic ankle joints for lower extremity orthoses was examined based on the JIS T9214 standard. The static bending test was performed according to the JIS standard. A flexion and extension endurance test of the joint was also realized.

Endurance test of the joint's stopper could not be performed due to the difficulty in setting the testing conditions. A static bending test to failure is proposed as an additional test for its useful information on the breaking strength of the joint.

キーワード：金属製下肢装具用足継手，試験評価，静的試験，耐久試験

1. はじめに

金属製下肢装具用足継手は JIS T9214として 1986年に制定され、1991年に改正された。この中で性能については静的強度および耐久性について規定されている。この規定されている試験を実際に実施して見たところ、いくつかの問題点が出てきた。

まず、これらの規定された各種試験のうち、静的曲げ試験は三点曲げ試験であり、汎用の静的試験機で試験が可能であるため、試験を行った。試験は静的試験機を用いて実施可能で、試験自体に特に問題はなかったが、この試験のみでは不十分であるように思われた。これは、ここで規定されている負荷の大きさは最低基準値であり、このままでも良いものの、大きさや強度が異なる全ての継手について同一の値であるため、強度に関する十分な試験評価データが得られないためである。

第2に、足継手の耐久試験としては可動域内耐久試験と可動制限部耐久試験が規定されているが、これらは専用試験機を必要としているため、専用試験機がないと試験が難しく、また、専用試験機の開発には多大の経費と時間がかかるため、現実的に試験の実施が困難である。実際、JISの制定時には専用試験機を用いて基礎データの収集が行われていたが、その後データの収集は殆ど行われていない。

第3に、可動制限部耐久試験では、条件設定が非常に難しく、専用の試験機を必要とすることと相まって試験が行いにくい点が上げられる。

第4に、耐久試験に関しては、試験時の注油に関する条件がないことが上げられる。

実際に試験評価を実施しながら、以上の問題点と解決方法について検討を行った。

* 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所
福祉機器開発部

* Department of Rehabilitation Equipments,
Research Institute, National Rehabilitation Center
for the Disabled

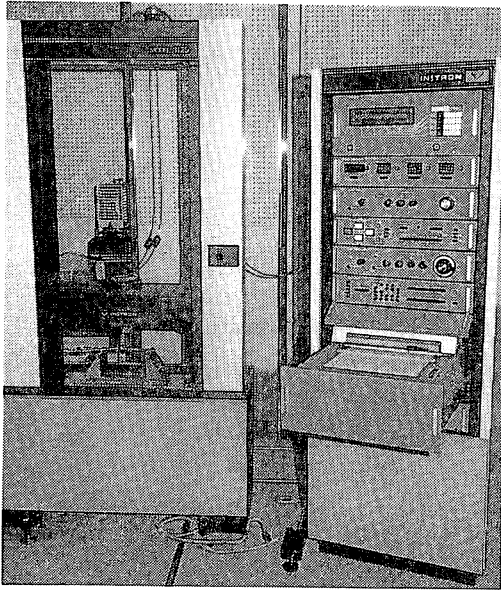


図1 万能材料試験機

2. 静的試験

静的試験は三点曲げ試験であり、インストロン製万能材料試験機 MODEL1125（容量10t）を用いて、数種類の足継手について試験を実施した。

JISの規定では、静的試験の負荷の大きさは、負荷方向により1000N、または200Nと規定されている。しかしながら、大きさや強度が大きく異なる全ての継手について同一の負荷値にするのは、最低基準として考えるのならば十分であるが、一般的には不十分であると考えられる。

継手により、大きさや強度が大きく異なるため、どの程度の余裕があるかを調べる目的で、破断するまで負荷を増加させてデータを収集した。今回は表1、2に示すようにサイズをほぼ同一にした継手を用いて、継手の種類が異なった場合の差について調べた。他の条件は同一にしたが、最も過酷な条件にするために制御ばねと鋼球は取り除いて試験を実施した。この結果、負荷の最大値は表3に示される様になり、継手の種類により異なった結果が得られた。変形の仕方では、一体形の足継手の可動制限部の端面が圧縮され、大きく変形した。また、全ての継手

表1 試験サンプル一覧

名称	サンプルの記号	厚さ×幅	メーカー	型式
足継手（1方向ばね制御付き）一体形	SI-1	6×16	O工業	6A-001
足継手（1方向ばね制御付き）一体形	SI-2	5×16	K義肢	K-209-1
足継手（1方向ばね制御付き）分離形	SS-3	5×16	T精工	T-806-1
足継手（1方向ばね制御付き）分離形	SS-2	5×16	K義肢	K-207-1
足継手（2方向ばね制御付き）一体形	DI-1	6×16	O工業	8A-001
足継手（2方向ばね制御付き）一体形	DI-2	5×16	K義肢	K-215-1
足継手（2方向ばね制御付き）分離形	DS-2	5×16	K義肢	K-213-1

表2 実施済み試験の一覧

実施済み試験の内容	試験サンプル記号						
	SI-1	SI-2	SS-3	SS-2	DI-1	DI-2	DS-2
静的試験（前額面内負荷）		●		●		●	●
静的試験（矢状面内負荷）		●		●		●	●
可動域内耐久試験（継手部に注油せずに試験）	●	●	●		●		
可動域内耐久試験（継手部に注油して試験）	●		●		●		

についてあぶみの変形があり、特にあぶみの継手の穴が大きく変形していた。

この負荷の最大値は、静的試験の値と比較して大きな値ではあるが、今回試験した試験試料は標準的なサイズのものであり、小さなサイズのものでは余裕が余らないことが考えられ、今後データを増していく必要がある。

3. 可動域内耐久試験

可動域内耐久試験は、本来は専用の試験機を用いて試験を行うのであるが、今回は、汎用の試験機を用いて試験評価を行う方法について検討し、足継手の試験評価の基礎データの収集を行った。島津製作所製電気油圧式サーボ繰り返し試験機 EHF-UB1-10L 形を用いて、金属製下肢装具用継手固定用治具を製作して試験を行ったが、ほぼ JIS の規定通りに試験を実施できた (図 2, 3)。

試験試料としては表 1, 2 に示すような数種類の足継手を用いて実際の試験を実施した。足継手とあぶみを組み立てて予備試験を実施したところ、JIS には規定されていないものの、継手部分の潤滑状態の影響が大きいことが判明したため、試験条件として足継手の潤滑状態を変えて試験を実施することにした。注油はグリスを鋼球及びばねの部分につけることにより行った。

その結果、潤滑が良ければ10万回の試験でも異常は殆どなかったが、潤滑が悪いと、製品によっては数万回で動きが悪くなったり、異常音が生じたりした(表 4)。一方、製品によっては特に注油をしなくとも10万回の試験が可能なものもあったが、これは始めから大きな遊びがある継手であった。試験終了後のあぶみの状態は、注油したものは擦れた痕が比較的少なかったのに対し、注油しなかったものは、擦れた痕が残ったものが多かった。また、中には試験中に調整ねじが緩んできたものもあった。

これらの注油や調整ねじの緩み止めは、本来は製造業者から実際に組み立てを行う義肢装具士に何らかの形で指示が出されるべきものである。今回の結果では、注油により結果が大きく異なることから、組み立て時の注意マニュアル等を作り、継手やあぶみに添付するのも1つの方法であると考えられる。ただ、逆に注油により使用中に衣服の汚れが生ずることがあるため、注油をしたがらない場合があり、

注油を行わなくとも試験に受かるような製品が必要とされるかも知れない。

今回の可動域内耐久試験は、電気油圧式サーボ繰り返し試験機を用いて試験を行ったが、この方法では試験が比較的大がかりになるため、今後、モジュラー型試験機に比較的簡単な治具を製作して、簡単な試験装置を製作して行くことを検討している。

4. 可動制限部耐久試験

JIS に規定されているもう一つの耐久試験である可動制限部耐久試験では、試験条件の最大衝撃応力の設定が非常に難しいため、他の方法で試験評価ができないかと考えた。これは、衝撃が微細な部分で生じており、応力集中しているため、歪ゲージ等を用いれば測定は可能かも知れないが、精度良く測定することは難しいためである。

現状では、この試験に代わる試験はないが、もし前述した静的破壊試験を実施すれば静的な強度が判明するため、可動制限部耐久試験をやめて静的破壊試験を行うのも一つの方法であると考えられる。

これは、継手の衝撃が加わる部分は、屈曲時にあぶみが当たる足継手の可動制限部であり、静的試験で負荷を矢状面内に加えたときに、衝撃力ではないものの似かよった状態になることから、ある程度の参考データとしては使えると考えられる。

5. まとめ

金属製下肢装具用足継手の試験評価方法について検討した。現状の JIS の規定の可動制限部耐久試験は、条件設定が難しく、また、専用の試験機を必要とするため、試験の実施が難しい。これに対して今回実施した3点曲げ静的破壊試験は、可動制限部耐久試験の代わりになるものではないが、最も弱い可動制限部が破損する強度が分かれば、実際の使用上は十分であり、この試験方法を提案したい。3点曲げ試験は、汎用の材料試験機で試験可能であり、比較的簡単に試験が実施できる利点もある。表 5 に金属製下肢装具用足継手の試験方法の提案について示した。

今回のデータはまだ十分ではないため、今後、試験評価方法の一層の検討を進めるとともに、データを増やして、詳細な試験評価方法の検討と試験評価基準の作成を行って行きたい。

表 3 静的曲げ試験の最大荷重値

種 類	構 造	記 号	厚さ×幅	前額面内負荷時最大値	矢状面内負荷時最大値
足継手(1方向ばね制御付き)	一体形	SI-2	5×16	72.4 kg	260 kg
足継手(1方向ばね制御付き)	分離形	SS-2	5×16	72.4 kg	310 kg
足継手(2方向ばね制御付き)	一体形	DI-2	5×16	49.0 kg	173 kg
足継手(2方向ばね制御付き)	分離形	DS-2	5×16	52.0 kg	184 kg

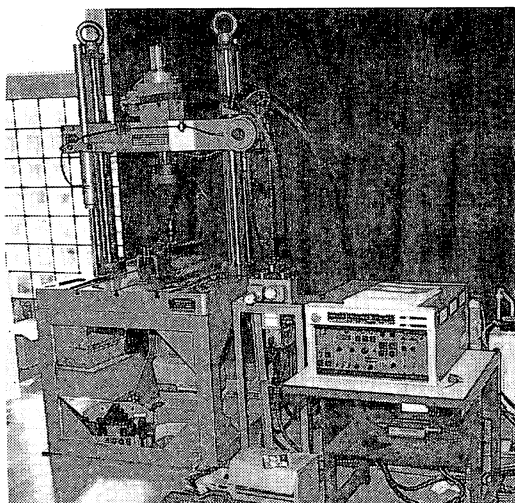


図 2 電気油圧式サーボ繰り返し試験機

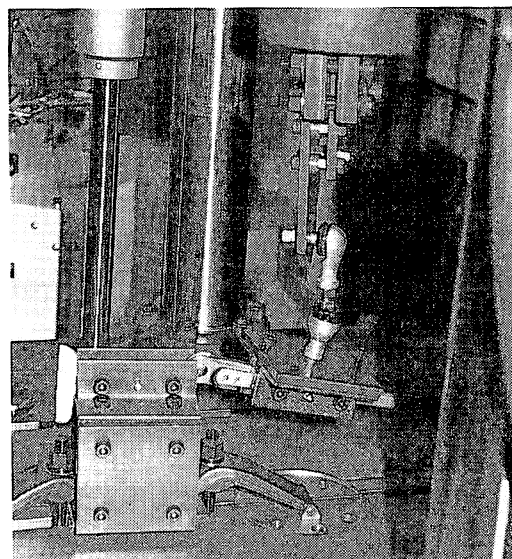


図 3 可動域内耐久試験用治具

表 4 可動域内耐久試験試験結果一覧

試 験 結 果	注油しないサンプル				注油したサンプル		
	SI-1	SI-2	SS-3	DI-1	SI-1	SS-3	DI-1
試験中の異常音の有無	なし	時々	時々	あり	なし	なし	なし
試験中の摩耗粉の有無	少し	少し	なし	多い	少し	なし	なし
試験後の破損、永久変形、動作不良の有無	なし	なし	あり	なし	なし	なし	なし
遊び(がた)量の測定値の合否	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
あぶみの擦り傷	少し	なし	少し	あり	少し	なし	なし
可動域内耐久試験の合否	少し	少し	不合格	不合格	合格	合格	合格

表 5 金属製下肢装具用足継手の試験方法の提案

試 験 の 種 類	現状の試験内容	提案する試験内容
静的3点曲げ試験	規定あり	同一内容で試験
静的3点曲げ破壊試験	規定なし	新規に規定の作成を提案
可動域内耐久試験	規定あり	同一内容で試験
可動制限部耐久試験	規定あり	廃止を提案