



# 新しい荷重ブレーキと空圧式遊脚相制御機構を持った膝継手の紹介

## ナブコNK-1 骨格構造義足/膝継手/B安全膝 ¥288,000 (平成15年度)

近年の義足部品の進歩には目覚ましいものがあります。とりわけ義足膝継手の分野では電子制御やカーボンファイバーなど最新技術が応用され、機能や耐久性、重量の面でも大きな進歩を遂げています。

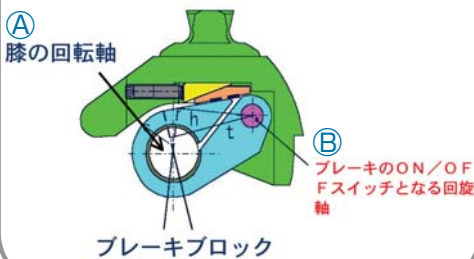
数年前までは、義足膝継手は立脚相での安全を重視したものの、遊脚相での追随性を重視したものと大別されていました。しかしながら、最近ではインテリジェント膝継手やトータルニーなど安定性と追随性を高次元でバランスした高性能膝と呼ばれる製品の浸透が急速に進んでいます。

今回は、新しい荷重ブレーキと空圧式遊脚相制御機構を備え、高い安全性と適度な追随性を両立した高性能膝継手、ナブコNK-1の特徴を機構面からご紹介します。



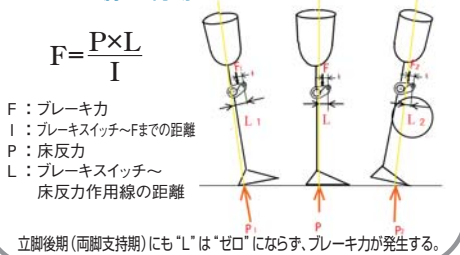
## 新しい荷重ブレーキ機構について

図① 従来の荷重ブレーキ



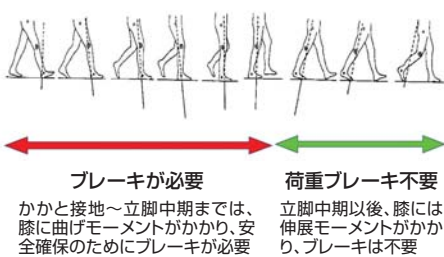
義足膝継手の立脚相を制御する方法として、荷重ブレーキ機構は多くのメーカーの製品に用いられています。荷重ブレーキの基本的な構造とメカニズムは以下のようにまとめられます。荷重ブレーキ機構は一つの回転軸を持った単軸膝継手に搭載されています。荷重ブレーキ付単軸膝継手では、①膝回転軸の前方にブレーキのON/OFFスイッチの役割をする②回旋軸を配置しています。かかと接地直後、床反力作用線は②回旋軸⇒①膝回転軸の順で移動します。②回旋軸の後方に床反力作用線が通った瞬間、②回旋軸に屈曲モーメントが発生し、伸展状態のままの①膝回転軸を強く締め付けます。以後、回旋軸に屈曲モーメントがかかっている限り、①膝回転軸には強い摩擦によるブレーキがかかり続け、膝折れが防止されます。(図①)

図② 従来の荷重ブレーキは立脚後期にも膝を制動してしまう



このように、荷重ブレーキ機構は特別な動作を必要とせず、自然な踵への荷重のみで確実な制動が得られる非常に完成度の高い立脚相制御機構といえます。

図③ 立脚相における荷重ブレーキの役割



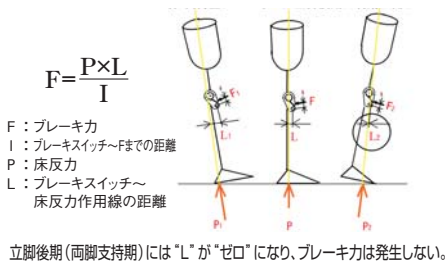
しかしながら、この機構では立脚後期のつま先ばなれの直前にも、床反力作用線が②回旋軸後方を通るためブレーキがかかってしまいます。(図②)ですから、切断者は義足側の体重を抜くために伸び上がるよう動作をして遊脚相に移行するための初期膝屈曲を得ています。このような動作はかえってバランスを崩し不安定を招きます。また、歩行効率を低下し、無理な姿勢を強いますので、義足歩行での疲れや長期的には腰痛などの二次的な疾患の原因ともなります。

立脚後期はブレーキ無しでも安全を確保できる両脚支持期であり、安全で滑らかに遊脚相へ移行するには、自然な体重移動によりブレーキが速やかに解除される必要があります。(図③)

図④ 新世代の荷重ブレーキ



図⑤ 新世代荷重ブレーキでは脚後期に制動は働かない



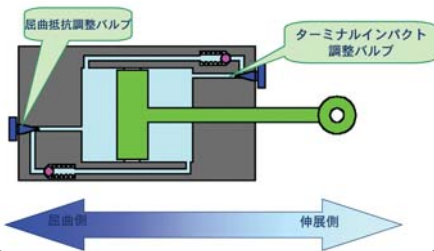
立脚後期にブレーキが効き難いよう調節して、遊脚への移行を得る方法もありますが、このような調節は摩擦膝のように一定速度でしか歩行できない場合にのみ有効です。歩行速度追従性能の高いインテリジェント膝継手などでは、歩行速度変化とともに床反力量が変動するために、調節を行ってもブレーキが立脚後期にかかってしまい、優れた歩行追従性と安全性を両立できませんでした。

このようなことから、装着者の速度変化により影響を受けず、常に安定してブレーキのON/OFFが得られる新しい荷重ブレーキの必要性が高まりました。ナブコが開発した新型荷重ブレーキでは、立脚初期～立脚中期までしっかりとブレーキがかかり、立脚後期では速やかに解除します。確実な安全確保と、伸び上がりのない安全で自然な遊脚相への移行を両立しています。また、機構的に立脚後期ではブレーキ力が発生しませんので、歩行速度の変化により床反力量が増大したとしてもブレーキは一切影響を受けません。(図④、図⑤)

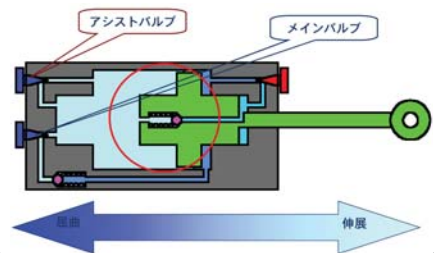
新世代の荷重ブレーキとも言える、このブレーキ機構はNI-C111Tインテリジェント膝継手やNK-1に搭載されています。歩行中にもブレーキをしっかりと効かせることで、装着者の安定感、義足についての自信が高まり、疲れの少ない安全な歩行を獲得することができます。

## 新しい空圧シリンダーによる遊脚相制御について

図⑥ 一般的な空圧膝継手の空圧シリンダ構造図



図⑦ NK-1空圧シリンダの構造と作動原理



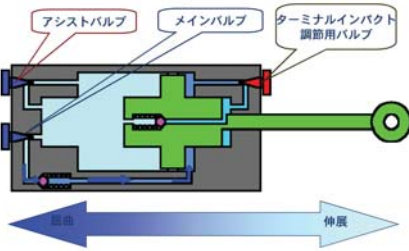
空圧による遊脚相制御は長年月用いられており、機械的摩擦制御に比較して速度変化への追従性に優れます。空気は圧縮されますので油圧に比べ緩やかに抵抗が増し、圧縮の戻りによる適度な反発も得られます。振り出す力の弱い高齢者や小柄な女性などに適する制御方法といえます。

一方、空気が圧縮されるため、強い振り出しに対する制御を期待するには大型の空圧シリンダが必要とされ、小型で軽量の膝継手への要求と相反することがありました。

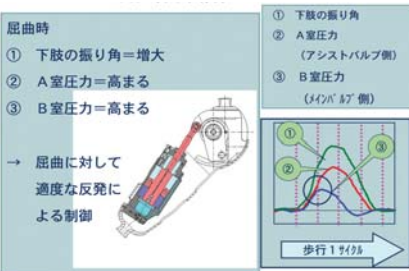
インテリジェント膝継手では、空圧の軽い初期曲がりという利点を活かしながら、大入力への制御を得るために、空圧制御弁を一步一步反対側の立脚相時間にあわせて電子制御しています。NK-1ではインテリジェント制御で得たノウハウを活かし二つの屈曲制御弁を用いることで、電子制御によらず従来の空圧シリンダーよりも幅広い遊脚相制御を実現しています。

(図⑥)は通常空圧シリンダーの模式図です。膝が屈曲すると、ピストンが空気を押し込んで行きます。空気は圧縮されながら屈曲側通路を通り移動

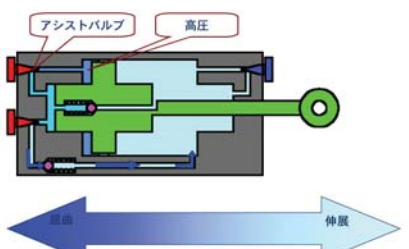
図⑧ NK-1空圧シリンダの構造と作動原理



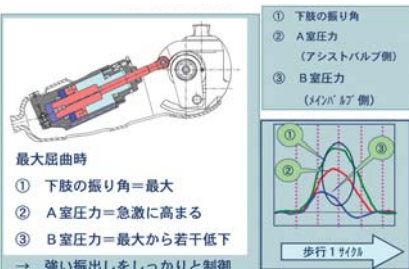
図⑨ NK-1の屈曲伸展動作



図⑩ NK-1空圧シリンダの構造と作動原理



図⑪ NK-1の屈曲伸展動作



動作時にかかる衝撃を緩衝し立脚相での義足全体の安定を高め、遊脚相での適度な追従性を活かすためには、オズール社シュアフレックスやトータルコンセプトなどのエネルギー蓄積型足部との組み合わせが推奨できます。安全性をさらに高めるために、伸展補助ばねを付仕様商品も追加されますので、新規切断者やより随意制御能力の低い切断者への適用が可能になります。

していきます。このタイプのシリンダーでは屈曲抵抗調整バルブを開閉することにより、制御能力を変更することができますが、強い振り出しに対して強い抵抗を瞬時に生み出すことはできません。

一方、(図⑦)はNK-1の空圧シリンダーの模式図です。特徴的なのは、従来の屈曲抵抗調節バルブである“メインバルブ”と別に、“アシストバルブ”と呼ばれる調節バルブが設置されていることや、ピストンの形状が2段にデザインされていることです。

“アシストバルブ”の働きを確認します。膝振り出し初期の角度範囲内ではメインバルブにより従来の空圧シリンダー同様、軽く適度な抵抗を発生します。(図⑧⑨)一定角度以上に振出が進むと、ピストン形状により空気室が小さくなり、“アシストバルブ”側を通る空気は高圧となり強い抵抗が発生します。(図⑩⑪)このような2段式ピストンデザインと“アシストバルブ”の働きで、必要な角度下でヒールライズを抑制する強い空圧抵抗が得られます。このような機構によって、NK-1では小型のシリンダーでありながら、しっかりとした力強い振り出しの制御が得られます。図の通り、初期曲がり角度内では従来の膝継手同様に空気の流れが得られますので、空圧ならではの振り始めの軽さが損なわれることもありません。

NK-1とインテリジェント空圧制御を比較した場合、その差異は顕著です。“アシストバルブ”により、瞬間的に強い抵抗を得ることはできますが、一定の調節位置であり、空圧シリンダー自体の大きさから来る制約もあります。NK-1の空圧シリンダーはゆっくり歩きから、少し普通歩きに近い程度の歩行能力を想定すべきであり、それ以上の能力を有する切断者にはインテリジェント膝継手の処方を検討すべきです。

NK-1空圧膝継手は、より高齢化し安全性と効率の良い歩行を必要とする現在の大腿切断者に適する機構を有する膝継手といえます。また、制

## ナブコ膝継手最新資料のご案内



新しく膝継手を中心としたナブコ義足部品についての総合的資料が完成しました。ご依頼のお客様に関連資料とあわせてお送りいたします。ご希望の方は、ニュース同封のアンケート葉書に「ナブコ資料希望」とご記入の上、弊社までお送り下さいませ。



Icerossは1986年に商品として完成し市場に導入されました。その後急速な勢いで浸透し、現在では下腿義足の懸垂方法として世界中で幅広い切断者に使用されるようになりました。

Icerossの普及は切断者が余暇活動などの幅広い社会場面への参加することを助け、そのような参加の広がりによってさらに義足の改善への要求が高められています。

このような好循環の中から技術的革新が進み、ゲル特性を持ったライナーやそれを用いた吸着式下腿義足が臨床場面において数多く使用されるようになりました。

国内においても、Icerossを用いた吸着式下腿義足については数多く用いられ良好な結果が報告されています。本稿では、吸着式下腿義足やそれに組み合わせるゲル特性の高いIcerossについて、その効用のキーである、可動域、可動性、快適性について確認していきます。

**義** 足装着者は様々な問題を抱えています。例えば、我々の皮膚は圧力を受けたり、

義足ソケット内のような密閉環境におかれたりするように生理学的にデザインされていません。ですから、切断者の多くは強い摩擦による不快感や擦過傷、接触性皮膚炎などを経験しています。また、動作中のピストン運動も切断者の痛みや不快感を引き起こします。

また、切断により血管やリンパ管の機能が途絶し、さらに周辺組織が圧迫されることでおこる浮腫や断端の腫脹も多く見られます。

このような問題に対してIcerossは有効であり、長期的にも効果の持続が期待できる解決手段として多く用いられてきました。さらに、ゲル特性に優れたIcerossと吸着式下腿義足の組み合わせは、適切な義足の適合や最良のソケット環境の提供という課題解決の新たな手段として注目されています。

Icerossとの組み合わせではピンやヒモなどの遠位での懸垂が従来から多く用いられており、現在でも多くはこの方式がとられ、良好な臨床結果を得ています。一方、Icerossを用いた下腿義足装着者層が広がっていく中で、いくつかの問題が遠位懸垂方法に対して挙げられるようになりました。

## 〈ピンなどの懸垂方式の課題〉

- ①強度の屈曲拘縮の場合などでは、義足アライメントとピンのアライメントとを調和することが難しい。
- ②ピン解除ボタンの操作や操作しやすい位置への配置が難しい場合がある。これは手の感覚が十分でない、糖尿病や高齢の切断者の場合特に問題となる。
- ③歩行中にノイズやクリック音が発生することがある。
- ④ライナーロックアダプターの手入れが必要である。
- ⑤断端末の引張り感（や搾られ感）といった不快感を覚える場合がある。



**従**来、下腿部は断端全体が骨ばっており骨隆起部もシャープなことから、吸着式懸垂方法には不向きとされてきました。しかしながら、今日では柔らかなシリコンを3～6mmの厚みで成型し、ゲル特性を持たせることにより吸着に適する環境を創出し、下腿義足においても吸着式懸垂をもちいることが可能になりました。

吸着式下腿義足ソケットは以下の3つの要素から構成されています。

- ①断端とソケット、それぞれの接触面となるゲル特性を持ったシリコンライナー
- ②気密を得るために、ソケット近位から大腿部にかけて装着するサスペンションスリーブ
- ③空気を排出するための下腿用吸着バルブ



**ゲ**ル特性に富むIcerossとしては、Icerossコンフォートライナーや、Icerossデルモなどが挙げられます。中でもコンフォートよりもさらに柔らかいシリコンを素材としてゲル特性を高めたIcerossデルモには大変ユニークな特性が与えられています。

### ①アクティブスキンケア成分

シリコン生成時にワセリンとアロエベラ成分を含有しています。両成分が徐々にライナーから皮膚に滲出し、皮膚組織の治癒や健康を促進する滋養環境を助けます。スキンケア成分は皮膚の柔軟性を保ち乾燥肌を防ぎ、皮膚硬結（たこ）の発生に抗します。接触性皮膚炎や皮膚の知覚の問題防止にも役立ちます。

### ②順応性

Icerossデルモのように、非常に柔らかで厚いゲル特性に優れたライナーは、断端の形状や表面の輪郭に関わらず、それらに順応し一致する能力を持っています。

### ③クッション性と保護

ゲル特性に優れたIcerossはそれが持つ粘弾性により皮膚表面に密着します。皮膚表面に密着することで、剪断力が切断者の皮膚表面に伝わる前に吸収します。従来のPEライトとは比較にならないほど、断端にかかるストレスを和らげ断端を保護します。



**ゲ**ル特性に富むIcerossはそれ自体で快適性の向上をもたらしますが、吸着式懸垂方法は他にも切断者の快適性に関わる問題を解決します。

- 1) 遊脚相では、ソケット内の真空状態がライナーをソケット内壁に保持しますので、断端のポリウムは維持され、またライナーが軟部組織を圧搾することはありません。
- 2) 加えて、義足重量は組織液を断端に引き下げます。組織液の流れはよりバランスのとれたものとなり、断端ポリウムの変化は最小化されます。

**他**にも吸着式下腿義足には利点があります。

- ①着脱が簡単ですので、使い勝手に優れます。
  - ②ぴったりとした確実な適合が得られます。
  - ③ピストン運動が最小化されるため、義足の体感重量を非常に軽く感じます。
  - ④皮膚、ライナー、ソケットの密着により、切断肢の感覚器の働きが高まり、③とも関連して、義足との一体感が強まります。
  - ⑤装着者の受け入れやトレーニングが容易。
- 義足の着脱作業が簡単で、機構部品なども無いため、義足の取扱いについての指導が簡単で、切断者も容易に理解することができます。
- ⑥機械的部品が少ないため、破損の恐れが少なくなります。
  - ⑦ゲル特性に優れたライナーとの組み合わせにより、重篤な傷を負いにくくなります。
  - ⑧製作や義足の組み立ても簡単です。
  - ⑨皮膚にセンシティブ箇所や傷を負いやすい箇所のある場合に対処しやすい。

➤ のようなことから、今後吸着式下腿義足は、ゲル特性の高い柔らかいIcerossデルモのようなライナーとの組み合わせで数多く使われていくことが予測されます。

一方で、吸着式下腿義足では、ソケット近位から大腿部にかけて装着するサスペンションスリーブの耐久性と関節動作制限が大きな課題として挙げられています。また、断端ポリウム変化の大きな新規切断者への適用については避けるべきとの見解もあり、全ての切断者に適用できるシステムでないことも留意すべきです。

現在、オズール社ではサスペンションスリーブを用いない新たな吸着式下腿義足専用Icerossライナーの開発も進められており、近いうちに日本のお客様に紹介できるものと期待しております。

## Iceross他オズール社商品 最新資料のご案内



新しくオズール社Icerossについての総合的資料が完成しました。ご依頼のお客様に関連資料とあわせてお送りいたします。ご希望の方は、ニュース同封のアンケート葉書に「オズール資料希望」とご記入の上、弊社までお送り下さいませ。