

3. ステップ用膝継手に関する研究開発（機構設計） 別紙 2

ステップ用膝継手ダンパ特性評価

目的

今年度、開発を進めているステップ用膝継手のショック吸収時におけるダンパ特性を評価し、官能評価と共にレクリエーション用義足 ステップ用膝継手のダンパ特性に対し適切に選択できる指標を定める事を目的とする。

試験試料

試作を行った三次試作品を対象を対象に評価を行った。ダンパは形状、硬度の異なるバンパ6種類とした。またバン普拉バーの有無における特性も評価した。



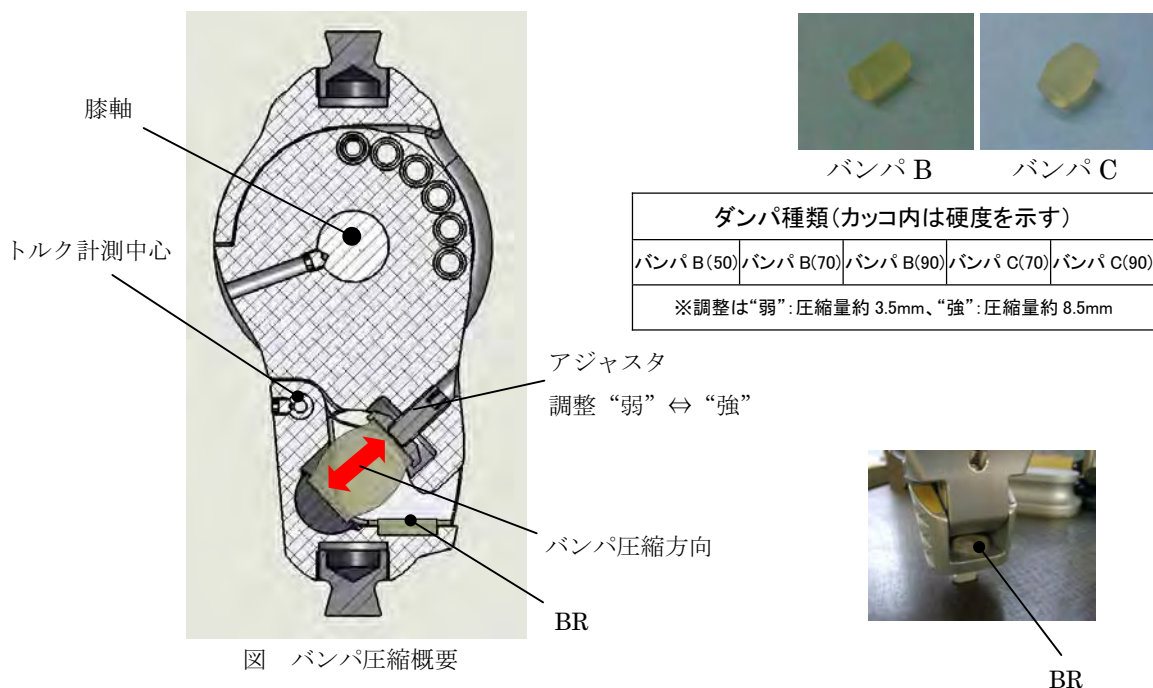
計測方法

結果

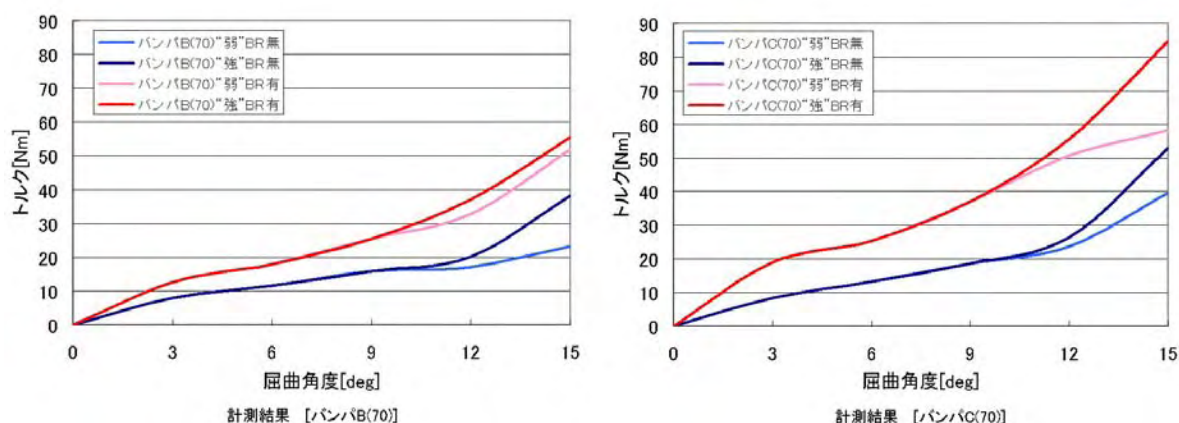
三次試作品では5種類のバンパを使用した（材質は全てエーテル系ポリウレタン）。

三次試作品ではバンパの初期圧縮量を調整できるため、調整できる範囲で最も弱い調整を“弱”、最も強い調整を“強”と定義しバンパ5種類についてそれぞれを計測した。またバン普拉バー（BR）の有無でもそれぞれの計測を行った。

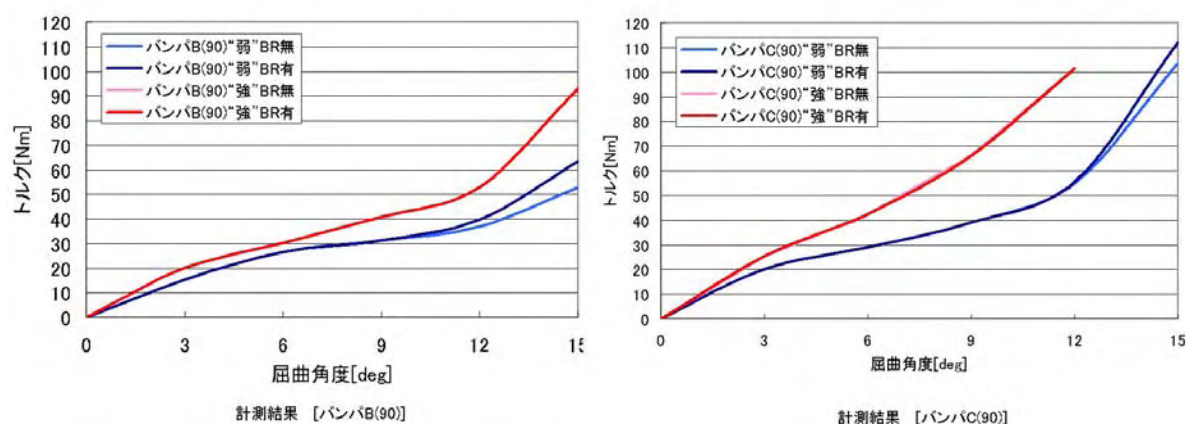
5種類のバンパと膝継手のバンパ圧縮概要を下図に示す。



結果①



結果②



結果として、角度変化に伴いトルクが増大した。二次試作の時と傾向としては変わらないが、初期圧縮をある程度調整することができ、その調整幅もある程度持つことができることが二次試作と比較し改良されたと言える。形状違いの C に関しては屈曲後半でのトルクが増大でき、ショック吸収機構としては非常に有利な特性となる。また BR をつけることでその特性を更に上げることが可能であることが確認された。

今回使用した BR は 5mm 厚のものであり、きき始めるのは屈曲角度が 12 度以降であった。

フィーリング確認

実際に切断者の方に装着していただくことでフィーリング確認を行った。フィーリングは二次試作品との比較も兼ね、クロスカントリー競技に二次試作品を使用していただいている選手にお願いした。

二つの膝継手を装着し、比較していただき以下の感想を得た。

- ・ 二次試作品が屈曲初期のダンパの強さが弱いのにに対し、三次試作品にはそのような感じが全くない。
- ・ 調整ができるので、自分の好みに硬さをある程度調整できるのは非常に良い。
- ・ BR による特性の変化は顕著で、後半の底付きによる不安が無い。
- ・ 二次試作と比較して、回転中心が膝軸とは異なる位置にあるため違和感があるかと思ったが、違和感は感じない。

8-594 (4/5)

重量増 (約 200g) の感じは今のところは感じない (競技になるとわからない)。

このフィーリング確認から、二次試作品と比較して、調整幅、その特性が改良されたことが確認できた。メンテナンス性、調整幅、フィーリング共に改良されたことが確認できた。

ただ仕様を変更したことによる重量増は大きいため今後の課題となる。

まとめ・考察

今回、開発を行った、ステップ用膝継手 三次試作品のダンパ特性を計測し、二次試作品との比較、また競技選手によるフィーリング確認を行った。

ダンパの特性は仕様、圧縮方法を変更することで二次試作品と比較してその特性が向上した。フィーリング確認においても二次試作品でみられた屈曲初期における抜ける感じが無くなり、またショック吸収のフィーリングも向上したとの良好な感想をいただくことができた。

仕様の変更により、ダンパの硬さも変更できるようになり、メンテナンス性も向上した。ただ仕様変更に伴う重量増が今後の課題となる。

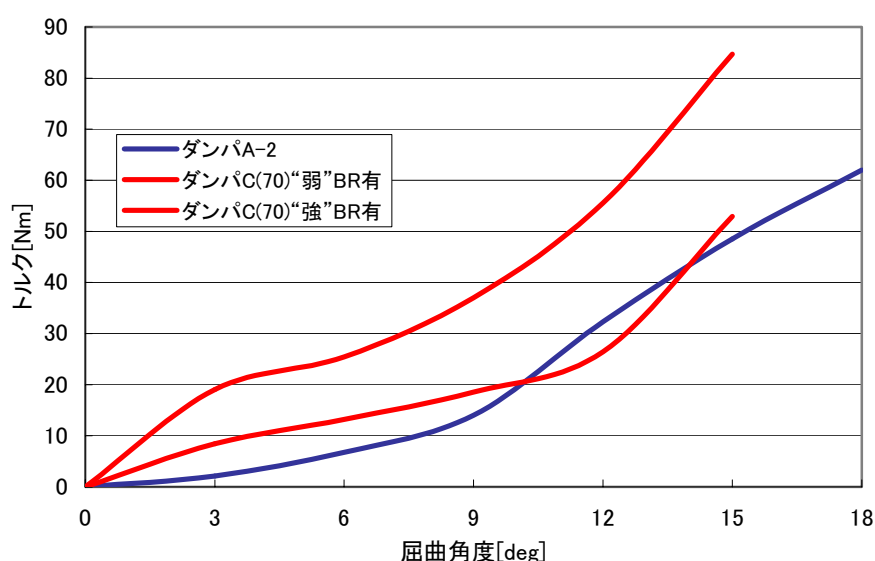
ダンパの形状も2種類計測し、B（ストレート型）とC（太鼓型）とでその特性の違いを確認できた。実使用の際には屈曲後半でトルクが増大するCがフィーリングが良く、またバンブラバー（BR）を併用することでその特性を更に良いものにする事が確認された。

今後のフィールド試験では「バンパC（70）BR有」を使用し、その調整幅でどの程度の方に使用いただけるか検証を進める。

今回得られた結果は、どのような特性が必要かを見極める指標として今後の開発に活用する。

今後、フィールド試験からの結果を基に、実用化へ向けた開発をより進めていく。

※最後にフィールド試験に採用するダンパ特性と二次試作品のダンパ特性の違いを下図に示す。



二次試作品と三次試作品のダンパ特性の違い

3. ステップ用膝継手に関する研究開発（機構設計） 別紙 3

ステップ用膝継手 フィールドテスト①

実施日：2010/2/17

場所：徳田義肢（熊本県）

調整・立会い：徳田義肢 藤原課長、佐伯氏（共に義肢装具士）

被験者：O氏（大腿義足） 実施：今仙技術研究所 後藤 学

○ 概要

徳田義肢様にて製作していただいたスポーツ用義足（大腿義足・下腿義足）について、スポーツ用義足のフィールドテスト（以下、FT）を行ったので報告する。

被験者①

○ 被験者情報

- ・ O氏 男性 31歳 左大腿切断中断端 吸着式（写真①～⑥）
アルバイト。以前卓球をしていた。スポーツ義足使用歴なし。
普段の義足は膝継手 3R80+，足部は HF 足部を使用している。

○ 実施内容

徳田義肢様、社屋 5F 屋上を利用して FT を行った。

- ・ 普段の義足と今回製作した義足（ステップ用膝継手+SP1100）をそれぞれ装着して、各 2 回の反復横跳びの回数を計測。
- ・ ステップ膝継手、疾走用膝継手および足部カバーの印象に関するアンケート。
- ・ 製作したスポーツ用義足の矢状面トレース。

○ 反復横跳び計測結果

- ・ 普段の義足・・・1 回目：13 回、2 回目：12 回（写真①）
- ・ スポーツ義足（膝継手はステップ用膝、足部は下記の 2 種類で計測）
膝継手固定角度は完全伸展状態で計測した。

SP1100-6 : 12 回（写真②）

FlexWalk II : 12 回（写真③）

試しに 20 度屈曲状態で反復横跳び試して頂いたが動作し難いとのコメントがあり、足部を背屈させ、義足長を長くすることでアライメントを調整したが、完全伸展状態の方が動作しやすいとのこと。

SP1100 と FlexWalk II の足部比較では、SP1100 の方がステップしやすいとの評価であった。

- ・ O 氏の反復横跳び時には、ステップ用膝継手のバウンシング機能は使わなかった。
- ・ すべての計測において膝継手は完全伸展状態で、1 ステップで隣のラインに移動することができた。
- ・ 健足を出す（右側ステップ）のは難しくないが、義足側を出す（左側ステップ）のが難しいとのこと。



①



②



③



④



⑤



⑥

資料

- ・ 動画
SONY HDR-HC9 にて撮影、MiniDV に保存
- ・ 静止画、連続写真
CANON EOS7D にて撮影。
静止立位写真：

以 上

3. ステップ用膝継手に関する研究開発（機構設計） 別紙 4

ステップ用膝継手 フィールドテスト②

実施日：2010/3/5

場所：砂田義肢（沖縄県 宮古島）

調整・立会い：砂田義肢 砂田和幸 部長（義肢装具士）

和歌山県立医科大学 みらい医療推進センター 三井利仁先生

PT 大塚さん（宮古島徳洲会病院）

被験者：K 氏（大腿義足） 実施：今仙技術研究所 鈴木 光久

○ 概要

砂田義肢様にて製作していただいたスポーツ用義足（大腿義足）について、スポーツ用義足およびステップ用膝継手（バドミントン）・足部カバーのフィールドテスト（以下、FT）を行ったので報告する。

三井利仁先生：和歌山県立医科大学 みらい医療推進センター 元気開発研究所
外学院医学研究科リハビリテーション医学教室 研究主任

- ・国際パラリンピック委員会陸上競技技術委員
- ・アジアパラリンピック委員会スポーツ開発委員会委員
- ・財) 日本障害者スポーツ協会公認 上級指導員・財) 日本障害者スポーツ協会公認 コーチ
- ・日本身体障害者陸上競技連盟常任理事 強化委員会副委員長 競技運営委員会委員長兼、石垣島にて障害者アクティビティー指向の宿泊施設（有）ランズアクティブサポートを運営し、切断者や車いすレーサーの強化合宿をサポートしている。

○ 被験者情報

- ・ **K 様 男性 41 歳 左大腿切断中断端 ピン付ライナー式**

週に 2 回地域スポーツクラブと思われるバドミントンの練習に参加する。

長野県出身、長野パラリンピックにて、アイススレッジホッケー、スピードアイススレッジの元選手、30 年ほど義足なしで両ロフトランドクラッチにて生活してきた。冠婚葬祭用に義足は所持している（トータルニー初期の黒 2000）。2009 年秋にショップで作業を考えて、義足の要求が出た。ショップの看板を兼ねて、生活用にも KATANA#8 + トータルニーを選択して義足製作。その後、本事業の FT の候補者となり、2010 年 2 月バドミントン用にスポーツ用義足を製作した。

義足暦が空白であり、断端の筋力が衰えているが、週 2 回の運動習慣があるため断端の筋発達が見込まれる、積極的で身体能力も非常に高い。KATANA #8 使用者。

○ 実施内容

宮古島 南小学校の体育館を利用（バドミントン練習）して FT を行った。

- ・バドミントン練習を動画・静止画撮影。
- ・ステップ用膝継手についての印象に関するアンケート。
- ・ステップ用膝継手についての満足度・重要度に関するアンケート。
- ・足部カバーについての印象に関するアンケート。

- ・ 足部カバーについての満足度・重要度に関するアンケート。
- ・ 反復横ステップ移動 5 往復のテスト

○ 結果

- ・ 調整について アライメント：

膝軸をかなり高位に設定されている。遠位を軽くする効果は高い。義足の重心が中央に来ることは望ましい（三井先生談）足部板バネを柔らかく体感してしまう意味では不利な設定。ステップ用膝継手は、KATANA のバネを考慮していないため膝と足部との両方で撓むのは変位が大きすぎる。テスト後半は膝のダンパゴム調節は最大限界まで（横からの止めねじの掛る限界まで）強くした。体育館用のシューズを切断し、穴あけを施して靴の中にスポンジを詰めて板バネに装着していた。（切断者 K 氏自身の工夫）

屈曲拘縮が大きい（義足を 30 年間日常使用していない）ため、屈曲位で義足組み立て。



バドミントン：

はじめは義足を使った打撃動作や、左手の使い方など「どうしてかわからない」状況であったが、徐々に強い打撃が可能になった。しかし、本人は足の意識が低く統合動作（コーディネーション動作）には至ってない。自分の動作になるには、反復練習や筋力アップ、トレーニングが必要である。

ステップ膝のロック位置は 20 度の角度で使用した。

- ・ 足部カバーについて

練習後に付けていただいたが、なんら変化を感じないという評価であった。
靴を縛り付けるには、厚みがあることや、紐がウレタンに喰い込む為有効であった。

- ・ その他

沖縄でのバドミントンは体育館の窓を閉める（風の影響を止める）ため、湿度が高く汗が多量になる。（ソケットの汗の問題、部品にも汗が多く曝されることを考慮）
翌日、アンケート収集の為に K 氏のお店に寄ったところ、店用の義足を使用していなかった。使い慣れない筋肉を使ったので、腰痛になったとのこと。

- 資料

- ・ 動画

SONY HDR-HC9 にて撮影、MiniDV に保存

- ・ 静止画

CANON EOS7D にて撮影。

シーケンス 1、2、3

シーケンス 1



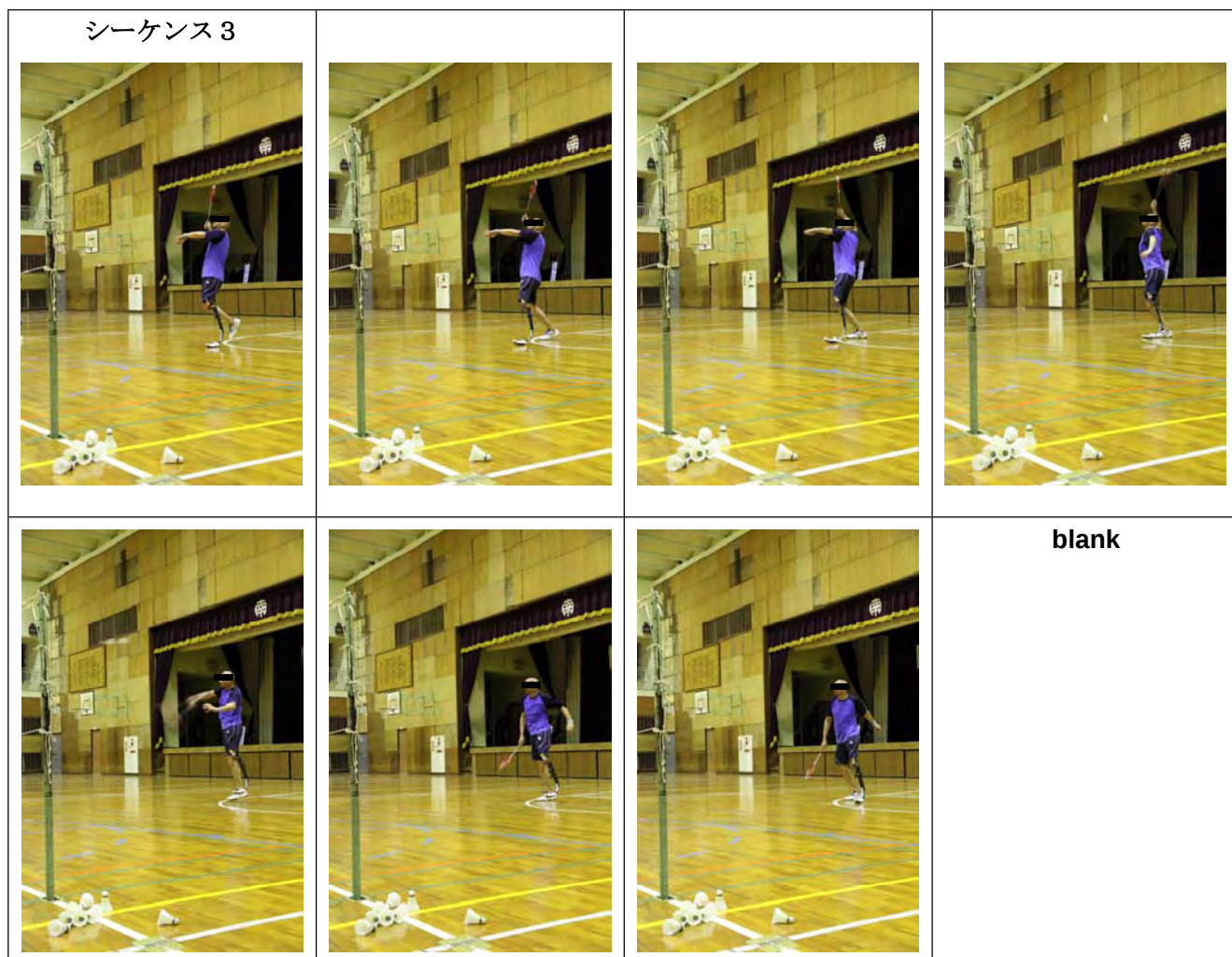
blank

blank

1. 20:37/ 練習開始の頃（20:20 頃）は手打ちになっていた。1 のシーケンスはやや強いシャトル打撃ができるようになってきたところ。しかし、まだ体重心は打撃後に後ろに残る。



2. 20:52/ 義足を軸に踏み込む動作が可能になってきた。



3. 20:53/ シーケンス 1 と比較して、体重心は前方へ踏み込むことができています。