

スケルトンソリカウル製作とその操作特性*

長坂明彦^{*1}・竹把悠^{*2}・松原達郎^{*3}・山本紘太^{*4}

Cowl Production and Operation Properties of Skeleton Sled

NAGASAKA Akihiko, TAKETABA Yuu, MATSUBARA Tatsuro and YAMAMOTO Kota

キーワード：スケルトン，ソリ，GFRP カウル，加速度センサー

1. 緒言

スケルトン¹⁾は、氷で作られたコースを鉄製のソリにうつぶせで乗り、頭を前にして滑走しタイムを競う競技である。スケルトンは、2002 年のソルレックオリンピックで再び正式種目となったことを機に注目を集めるようになった。また、1998 年長野オリンピックのボブスレーおよびリュージュ競技の会場となったスパイラルは、2007 年からナショナルトレーニングセンター競技別強化拠点に指定されている。

著者らは、これまでにスパイラルにおいてスケルトンのソリフレーム変形特性や合成加速度 a は垂直方向加速度 a_z が主となることについて報告してきた^{2),3)}。しかしながら、リュージュ競技等に関する研究報告⁴⁾はあるが、スケルトン競技に関する研究は十分に行われていない。

そこで本研究では、2014年のソチオリンピック等に向けてスケルトンのファイナルタイム（滑走タイム）を短縮することを目的として、滑走中の選手のソリフレームへの乗り心地による影響を調査するためのデータとして、滑走中の選手の垂直方向加速度、水平方向加速度および進行方向加速度測定を行い、選手にフィードバックするシステムを構築した。

また、今回に新たにGFRPスケルトンカウルの製作を行い、カウルの性能や特性の評価を行った。

2. 実験方法

実験は長野市スパイラルで行った。図 1 にスパイラルのコースを示す。このコースの全長は 1360m、標高差は 113m およびカーブ数は 15 である。ここで、C1～C15 はカーブ番号を示す。C7 および C11 後の矢印部はそれぞれ+5%、+15%の上り勾配である。また、ST (S01) はスタートタイム、MT (M10) は中間タイムおよび FT (S17) は滑走タイム（ファイナルタイム）の位置で、光電センサーにより測定後、リザルトとして出力される。

図 2 にソリのフレームを示す¹⁾。フレームは溶接固定（ライアン製）で、左側がソリの進行方向となる（図 2）。上下部にある長い板が縦フレームである。同様に、左右側にある短い板が横フレームである。それぞれのフレームは長方形構造で、ソリの四隅で固定されている。2本のランナーは平行である（図 3）。

図 4 に測定装置を装着した選手を示す。垂直方向加速度、水平方向加速度測定および進行方向加速度測定には加速度センサー（株）共和電業、AS-10TG（±10G）を用い、コンパクトレコーダによりデータ収集を行った。

垂直方向加速度 a_z 測定は、ソリの進行方向に対して感度軸を垂直方向に向け下側をプラス方向にして、水平方向加速度測定 a_x はソリの進行方向に対して左右方向に感度軸を向け右側をプラスとして、進行方向加速度測定 a_y はソリの進行方向を感度軸のプラス側にして測定を行った。

また、カウルは今回製作を行ったものをソリフレームに付けて滑走し、測定を行った。

3. 実験結果および考察

* 2012年3月9日 日本機械学会 北陸信越学生会 第40回学生員卒業研究発表・講演会にて一部発表

*1 機械工学科教授

*2 専攻科学生（平成23年度長野高専機械工学科卒業）

*3 長野県ボブスレー・リュージュ連盟

*4 機械工学科学生

原稿受付 2012年5月20日

今回新たにカウルの製作を行った。現在選手が使用しているカウル（図3）との形状、材質の違いによる性能の差を調査するために製作を行った。

このカウルはFIBT規格¹⁾に準拠して作られている。このFIBT規格に通らなければ、国際大会等に出場することができないので、図5のFIBT規格に沿って製作を行った。

材質は、GFRPを使用した。また、形状は選手が使用している物は長さが約1000mmであるが、FIBT規格内である1200mmギリギリまで長くし、図3でわかるように、選手の物は裏側に少しへこみがあるが、そのへこみを無くしフラットな状態にした。また、全長を長くすることにより、人間の体がカウルから露出している部分を低減し、面が滑らかなカウルの部分を多くすることによって、空気の乱れを少なくし、空気抵抗を低減する事により、滑走タイムの短縮が期待できる。また、裏側をフラットにした理由として、裏側がフラットなスケルトンのカウルが今の流行であり、フラットにすることがどのような効果が出るのかを調査した。

GFRP カウルの製作手順は以下のとおりである。

1. ソリの開口部の型紙を切り出す。
2. スタイロフォームを型紙に沿って切り出す。
(図6)
3. 木工ボンドなどで接着する。（接着に時間がかかるので一晩以上乾燥）
4. カッターと紙ヤスリ（80番前後）で削る。雄型完成。
5. 発泡体用樹脂でガラスクロスを一プライ積層する。1時間程度で硬化する。
6. ガラスクロス+ポリエステル樹脂の表面はザラザラであるから、80番から120番の紙やすりで荒削りを行う。
雄型表面全体にロックパテを塗って削る。
一度では絶対にうまくいかないで、4回程度を目安にパテを塗って削る。これを繰り返す。
パテの硬化には20分から40分程度かかる。硬化剤は多めにする。
ロックパテを削る紙やすりは120番から240番が良い。
ロックパテで修正する場所が無くなったら、紙やすりの番手を240番、480番とあげていき最終的に800番か1000番の耐水ペーパーで削る。
水洗いを行う。
7. 表面にボンリース（固形の離型剤）を塗る。1回塗ったら乾燥させて表面をウェスで擦りなじませる。これを3回繰り返す。1回の乾燥に30分程度必要。
8. PVA（液状の離型剤。乾燥させると薄い膜となる）を塗る。こちらは1層。

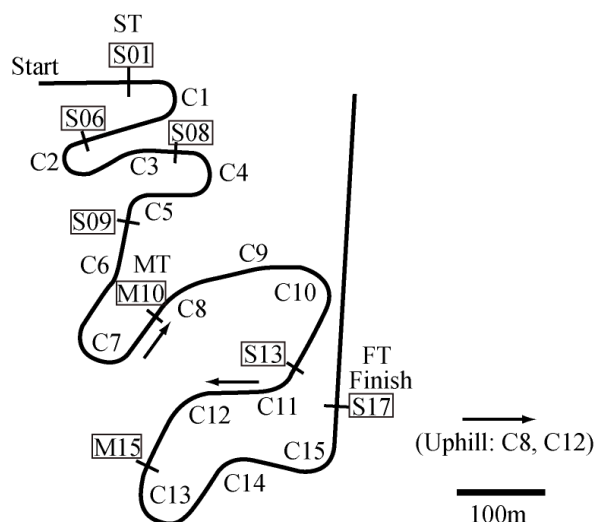


図1 スパイラルコース

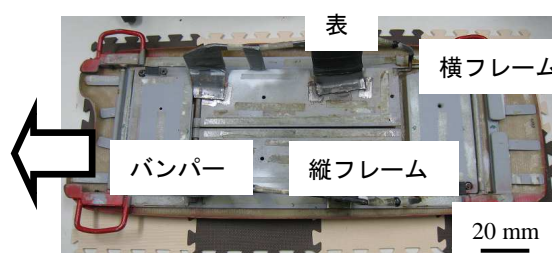


図2 ソリフレーム



図3 現在使用しているカウル

(必要に応じて) 雄型の表面性状をそのまま転写したい場合はゲルコートを手刷りで塗る。ゲルコートは通常の硬化剤とゲルコート用の硬化剤両方を用いる。

9. サーフェスマット 1 プライ、ガラスマット 3 プライを積層する。必要な耐久性によってはガラスマットの枚数を増やす。使う樹脂はポリエステル樹脂。硬化に 1 時間から 2 時間程度。できれば一晩。
10. 離型を行う (図 7) 雌型完成。PVA は水溶性なので、引張っても離型できなければ水を境界に入れたり、雄型を分解したりする。
11. 雌型表面に傷などが無い確認する。傷があれば、ロックパテで修正する。
12. 耐水ペーパー 1000 番程度で表面を軽く削る。水洗いをして乾燥させる。
13. 7 と 8 と同様に離型処理を行う。用途に応じてゲルコートを使う。ゲルコートは通常の硬化剤とゲルコート用の硬化剤両方を用いる。
14. 必要な厚さでガラスクロスまたはガラスマットを切り出し、ポリエステル樹脂で貼り付ける。硬化に 1 時間から 2 時間程度。できれば一晩。
15. 離型を行う。隙間から水などを入れて離型する。今回は雄型と違って分解することはできない。
16. ハンドグラインダー等で形を整えて完成 (図 8)。

また、3 軸加速度測定は以下のとおりである。

図 10 に滑走中の垂直方向加速度 a_z と時間 T の関係を示す。加速度センサーの感度方向を進行方向に対して下側 (ソリ側) をマイナスに設定したことで、波形はマイナス側に出力される。

図 11 に滑走中の水平方向加速度 a_x と時間 T の関係を示す。水平方向加速度 a_x のセンサ感度方向を進行方向に対して右側をプラスに設定したことで、波形はプラス・マイナスに出力される。左カーブを通過するとプラス波形 (右方向の加速度)、右カーブを通過するとマイナス波形 (左方向の加速度) が検出されたが、6G 程度の垂直方向加速度 a_z に比較して、水平方向加速度 a_x が最大約 1G 程度と小さいことがわかる (図 10)。

図 12 に滑走中の進行方向加速度 a_y と時間 T の関係を示す。コースは基本的に下り坂のため緩やかに上昇し、カーブに入ると値が上下していることがわかる。なお、C7 と C11 の後は上り坂となっているが、C11 通過後に加速度がマイナスとなり、減速していることがわかる。(図 12)

今回新たに製作をした GFRP カウルを実際に選手に滑走していただいた。選手に、操作性と直進性がよくなった。調子がいいとの感想を頂いた。

また、今回製作をしたカウル (図 9) を使用して、ス

ケルトンの第 13 回長野県選手権大会 (2012 年 1 月 29 日) で優勝するという成績を収める事ができた。

これらのことから、今回製作を行ったカウルは最初に製作を行った試作品としては上出来ではないと思われる。また、以後カウルの改良などを行っていく予定である。



図 4 測定装置

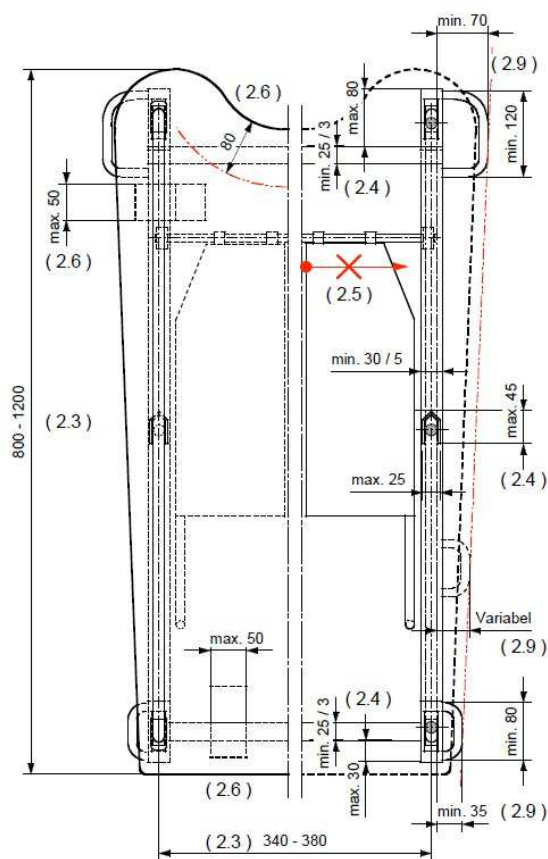


図 5 FIBT 規格



図6 カウルの雄型



図7 カウルの雌型



図8 カウルの製品



図9 スケルトンカウル

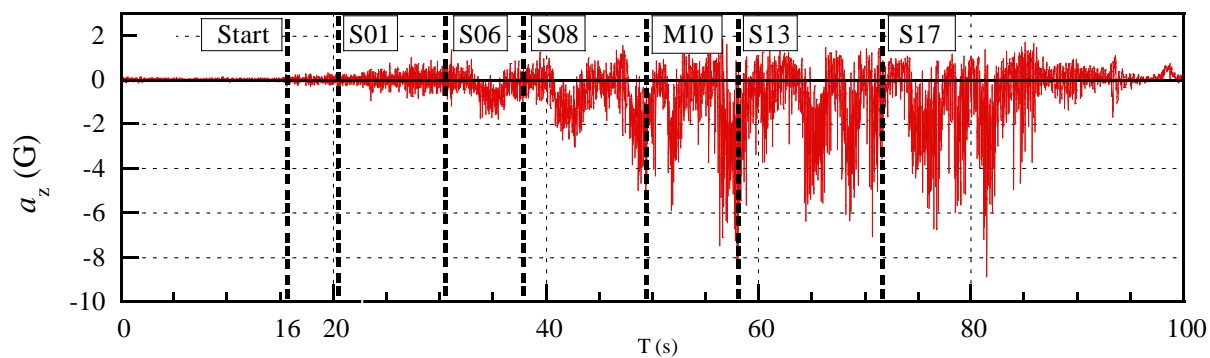


図10 垂直方向加速度直方向加速度 a_z と時間 T の関係

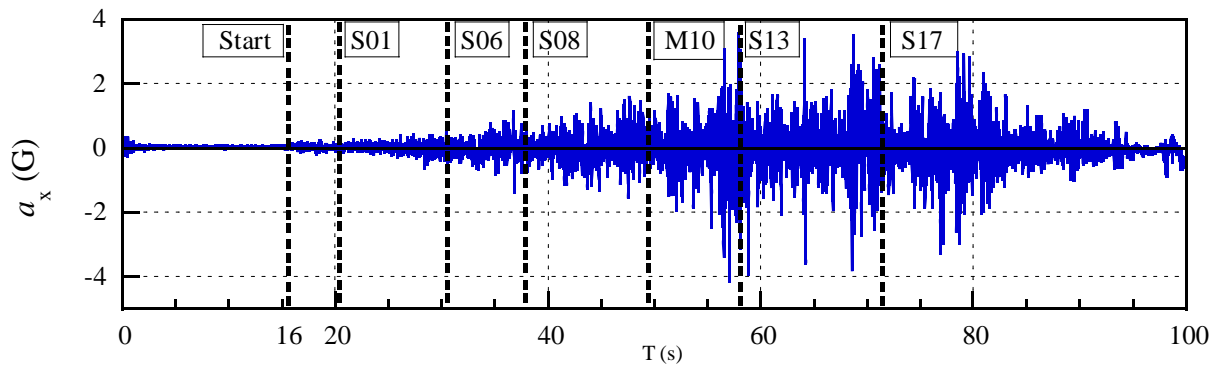


図 11 水平方向加速度 a_x と時間 T の関係

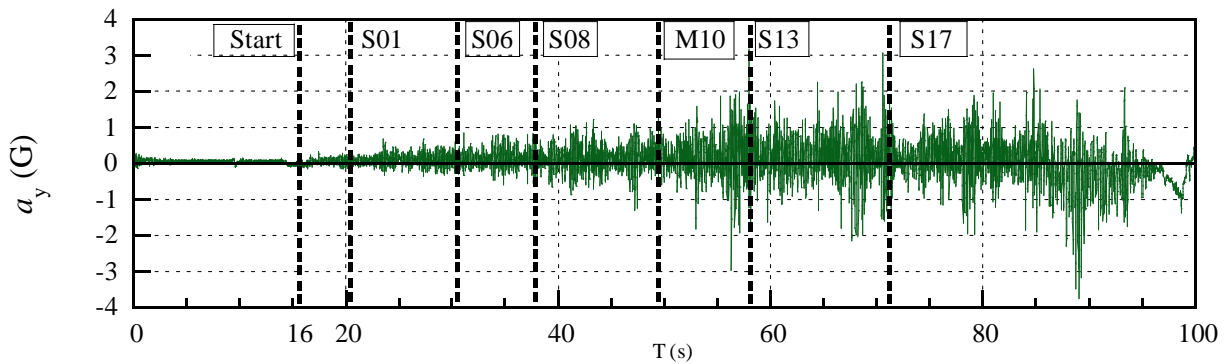


図 12 進行方向加速度 a_y と時間 T の関係

4. 結言

スケルトンソリの操作特性について得られた主な結果は以下のとおりである。

- (1) コース上のタイム（リザルト）から垂直方向加速度、水平方向加速度および進行方向加速度の大きさを測定し、選手にフィードバックすることが可能となった。
- (2) 垂直方向加速度は 2～6G と水平方向加速度より相対的に大きく出力された。また、水平方向加速度はカーブに伴い 3 程度の加速度、進行方向加速度は最大約 2G の加速度が作用した。
- (3) GFRP 製のカウルを製作し、実際に滑走を行い、計測を行う事によって、主観的な感想ではあるが、操作性と直進性の改善することができた。

参考文献

- 1) FIBT International Skeleton Rules, 2009-2010.
- 2) 長坂明彦, 関翼, 内山了治, 渡辺誠一, 生駒良弘, 越和宏, 池田芳正, 松原達郎: スケルトンのソリフレーム変形特性, スポーツ産業学研究, Vol. 19, No. 2, pp. 113 -118 (2009)
- 3) 長坂明彦, 関翼, 田中裕樹, 岡田拓真, 穂刈聡, 内山了治, 渡辺誠一, 生駒良弘, 越和宏: スケルトンの溶接構造ソリフレームの操作特性, 長野体育学研究, 18, pp. 1-7 (2011)
- 4) 青木博夫, 宮尾芳一, 芳賀武, 浅川司, 藤沢謙一郎: 長野冬季オリンピックのリュージュ競技結果に対する分析ー上位者と下位者の比較ー, 長野体育学研究, 10, pp. 17 -24 (1999)