

介護ニーズに基づくポジショニング用品の開発（第2報） クッションの試作と材料の選択

宮川成門*, 藤巻吾朗*, 山口穂高*

Development of Positioning Cushion Based on Nursing Care Needs (II) Prototype and Material Selection of a Cushion

MIYAGAWA Naruto*, FUJIMAKI Goroh*, YAMAGUCHI Hodaka*

身体形状重視の芯材と表面積拡大重視の表層材によるクッションを試作・検討した。表層に選定した粒状材は低い荷重で変形するものの底着きはしやすかった。材別では発泡ポリスチレンビーズは材の流動の有無で底着き性能と変位が大きく変わる、エラストマーパイプは材の流動の有無で物性は変化しにくい重い、低反発チップウレタンと、特に粒わたは耐えられる荷重が低いのが特徴だった。ただしこれらの材を芯材上に敷いた体圧試験では、芯材単独時のピーク圧よりも、どの材でも同等まで低値を示したので、全て表層クッションとしての利用効果が見られた。

1. 緒言

前報¹⁾では特別養護老人ホーム入居者の仰臥位体圧分布を調査した。その結果、入居者は臀部の接触面積が小さく、かつ骨突出部の圧力が高くなるため、介護用マットレス使用においてもポジショニングが必要であることが分かった。一方、ポジショニングに用いる枕等は、身体の形状に合わない、硬さや柔らかさが合わない、技術が介助者に依存するなどの課題があることを述べた。

そこで課題解決のため、形状と素材の両面から、簡易に圧分散可能なポジショニングクッションの開発に着手した。本報では腰臀部の除圧を目的としたクッション案の初期試作と性能検討を行ったので報告する。

2. 試作検討

2.1 製品企画

クッション材に用いられるビーズや粒わたは、分量調整が容易かつ身体との隙間に合わせて変形させやすい反面、身体支持においては形状の崩れやすさが不利である。一方、ウレタンフォームは、形状が安定しており身体支持がしやすい反面、厚さ調整や身体との隙間に合わせて変形させるには不利である。今回、開発検討するクッションは、

身体支持と高い圧分散の両立を目指す。具体的には、身体支持用の形状重視の芯材クッションと、表面積拡大用の粒状材による表層クッションの併用を検討する。これにより、除圧効果が介助者の技術のみに依存しない製品としたい。用途としては、前報で課題にした腰・臀部用とする。

2.2 芯材クッションの簡易試作

芯材クッションの検討において、当所所有の身体形状データ^{2,3)}から、腰・臀部の形状を用いた。表層クッションと組み合わせるため、法線方向に仮に30mm拡大したデータを作成し、3Dプリンタ(L-DEVO M3145TP)によりPLA樹脂で作成した。この形状を用いて臀部下に設置するパーツと、膝屈曲位に対応できる傾斜調整用の楔状パーツを試作した(図1)。まずはこれを芯材クッションとして、各種表層クッションを加え評価検討することとした。

2.3 表層クッションの簡易試作

粒状材の選定のため、材料4×容量2、計8種類のクッションを作成した。また比較のため軟質スラブウレタンを用意した。容量およびサイズは圧縮たわみ試験[JIS K 6400-2 6.8 E法]による比較を考慮し、この試料サイズを参考にした。試作の内容を以下および図2、3に示す。

①選んだ材料:クッション材に用いられている材

* 試験研究部

を調査し、発泡ポリスチレンビーズ(直径約1mm)、エラストマーパイプ(長さ6.5mm 直径5mm)、低反発チップウレタン(直径約5~20mm)、ポリエステル粒わた(直径約10~20mm)の4種類を選んだ。発泡ポリスチレンビーズは最も小さかったもの、エラストマーパイプは小さく弾力性があったものを、流動性と耐久性が優位と見て選択した。

②内容量：①の各材を上面開口の箱(380×380×深さ50mm) すりきりに入れ容量を計量した。

③クッションカバー：②の各材を伸縮性が高いスパンデックスカバー(450×450mm)へ、1杯分および2杯分(以下t50 および t100) 入れることでクッションを作成した。スラブウレタンは W380×D380×H50mm、1枚および2枚重ね(以下 t50 および t100) とした。

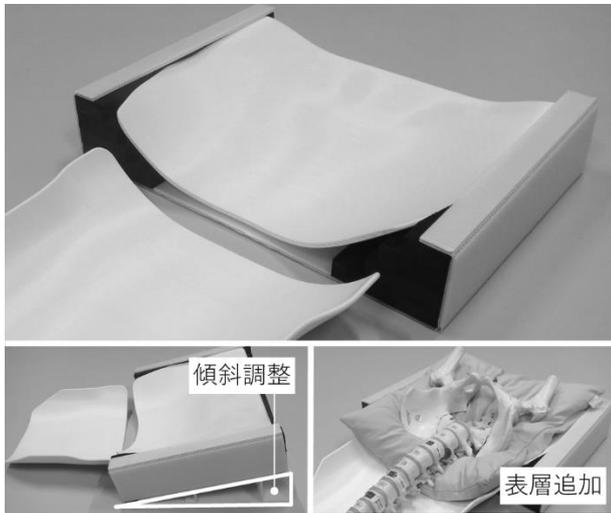


図1 芯材クッションの簡易試作



上段 左：発泡ポリスチレンビーズ/右：エラストマーパイプ
下段 左：低反発チップウレタン /右：ポリエステル粒わた

図2 表層クッションの材料および試作外観

3. 簡易試作の性能検討

3.1 表層クッションの圧縮たわみ試験

表層クッション各t50について [JIS K 6400-2 6.8 E 法] に準ずる圧縮たわみ試験を行った。主に面荷重時の参考として実施した。粒状材については

試作	材料名	容器容量・外形	嵩密度* (kg/m ³)
ビーズ t50 ビーズ t100	発泡ポリスチレンビーズ 直径1mm以下	容量：380×380×50mm t50：1杯分/t100：2杯分	34.9
パイプ t50 パイプ t100	エラストマーパイプ 直径5×長さ6.5mm	〃	115.5
チップ t50 チップ t100	低反発チップウレタン 直径約5~20mm	〃	28.5
粒わた t50 粒わた t100	ポリエステル粒わた 約10~20mm	〃	11.4
スラブ t50 スラブ t100	スラブウレタン 椅子背用途等軟質タイプ	外形：380×380×50mm t50：1枚分/t100：2枚重ね	21±2

*計量用容器容量より算出、スラブウレタンのみカタログ値

図3 表層クッションの試作内容

2.2②の計量に用いた上面開口の箱に入れた状態、スラブウレタンについては箱なしで荷重した。直径200mm加圧板により、クッション表面中心より100mm/minの速さで初期厚さから75%まで圧縮後、同じ速さで戻した時の荷重変位を記録した。

3.2 表層クッションの底着き性能試験

試験状況を図4に示す。表層用クッション各t50、t100について、[JIS T 9275 7.8] に準ずる体位変換用具の底着き性能試験を行った。主に点荷重時の参考として実施した。t50については前述計量用の箱、t100については深さのみ100mmに変えた箱に入れ荷重した。加圧子は直径60mm×長さ60mm円柱の曲面側半分の形状、これをクッション表面中心より100mm/minの速さで100Nまで荷重し、負荷する力が急激に大きくなるか確認した(目安は30N/mm以上)。サンプリングレートは20Hzとした。なお、材の流動が多い発泡ポリスチレンビーズとエラストマーパイプについては、加圧子が入る部分のみに穴を開けた蓋(25mmピッチ直径約5mm通気穴あり)で覆った条件も測定し、材の逃げ場が抑制された場合も想定した。

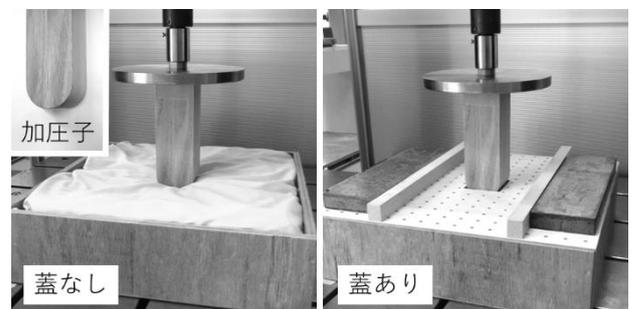


図4 底着き性能試験

3.3 芯材・表層クッション体圧試験

クッションの体圧試験を行った(使用装置：XsensorX3, 測定範囲：10~200mmHg)。試験内容

は、①フローリング上に表層用クッションのみを敷いた場合、②介護用ウレタンマットレス (molten製 Nucky) 上に表層用クッションのみ敷いた場合、③芯材 (臀部のみ)・表層クッションの試作を重ねた場合とした。モデルは63kg男性、薄手着衣、クッションの上面にセンサシートを敷き、この中心に臀部を下ろして、膝伸展の仰臥位により測定した。沈み込の誤差を考慮し4回計測の平均とした。

4. 結果と考察

4.1 表層用クッションの圧縮たわみ試験結果

結果を図5に示す。面で荷重を加えた際、粒状材は共通して、スラブウレタンに比べ初期からなだらかに変形するため身体の表面形状に馴染みやすいと考えられた。個別の違いとしては、発泡ポリスチレンビーズは後半急激に変形しにくくなり硬くなった。エラストマーパイプは徐々に変形して最大荷重はスラブウレタンより高かった。低反発チップウレタンと、特にポリエステル粒わたは最大荷重が低かった。

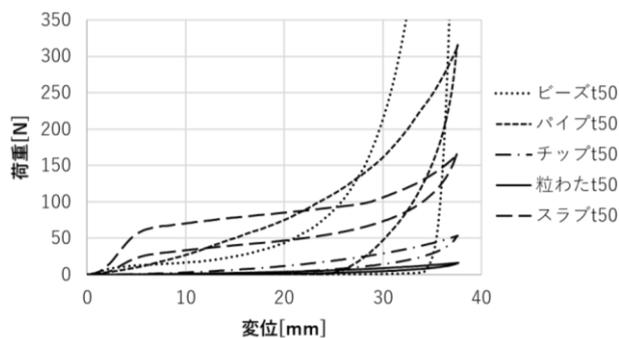


図5 各試作の圧縮たわみ試験結果

4.2 表層用クッションの底着き試験結果

底着き判断目安の 30N/mm に達した時の荷重値を図6、荷重曲線を図7に示す。100Nに達しても底着きがなかったのは、発泡ポリスチレンビーズの蓋あり、スラブウレタン t100のみであった。100N直前で底着いたのが、エラストマーパイプ t100の蓋あり、低反発チップウレタン t100、スラブウレタン t50であった。

発泡ポリスチレンビーズは、材の流動が容易な時 (蓋なし) は簡単に底着くが、材の流動を抑えた時 (蓋あり) は底着きしなくなり、その変化が大きかった。ただし、材の流動を抑えた時は底着きしにくい反面、変形もしにくいいため、使用時は硬く感じたり、身体に合う形に変形せず姿勢に無理が生じることも考えられた。製品にする際は適

度な容量調整が非常に難しい材といえた。

エラストマーパイプにおいても、材の流動を抑えた時は荷重値がわずかに高くなったが、パイプ自体が変形するため底着きが生じた。ただしこれは、材の流動が抑えられても物性が大きく変わらないことでもあるため、発泡ポリスチレンビーズより容量調整がしやすい材ともいえた。しかしながら材が重いので、大量に使うには適さない。

低反発チップウレタン、ポリエステル粒わたも底着きが生じた。ただし流動を考慮する必要が無い材のため容量調整はしやすい。しかしながら粒わたは特に底着き時の荷重値が低いので、他より多くの量が必要になるといえた。

以上より、粒状材は単独ではスラブウレタンのように安定した底着き防止性能を作るのは難しいので、底着き防止性能については併用する芯材において検討するのが妥当と考えられた。

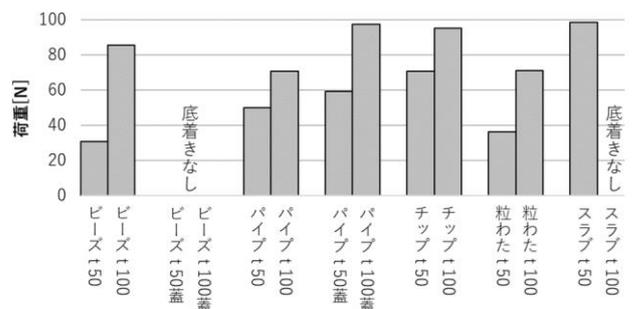


図6 底着き試験結果 (30N/mm に達した荷重)

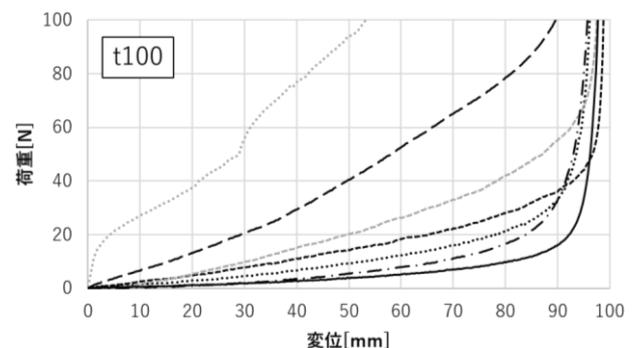
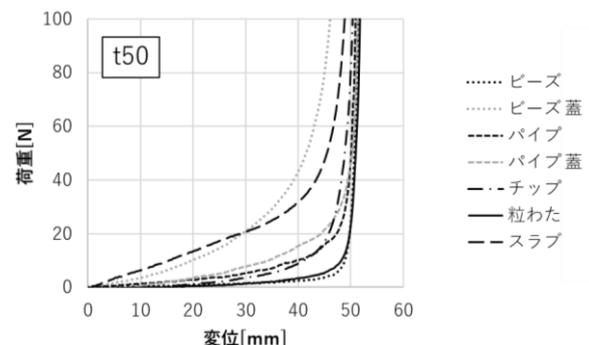


図7 底着き試験結果 (荷重変位曲線)

4.3 芯材・表層クッション体圧試験結果

フローリング上に表層用クッションを敷いた場合のピーク圧力を図8に示す。発泡ポリスチレンビーズ t50 は、200mmHg 以上と測定範囲を超えたが、t100 では 60mmHg 付近とスラブウレタン同等になった。これは材の流動が抑えられたためと考えられ、分量で物性が大きく変わる特徴が現われていた。エラストマーパイプは t50、t100 とスラブウレタン同等の値を示した。チップウレタン、粒わたは、今回の容量ではフローリング上で単独使用するには除圧効果が見込めなかった。

介護用マット上に表層用クッションを敷いた場合の体圧を図9に示す。フローリング上の単独使用では各クッション間で除圧性能の差が明確だったが、介護用マット上に敷くと差がほぼ無くなった。これは底着きをマットレスが緩和したためと考えられる。チップウレタン以外は介護用マットレス単独のピーク圧約 40mmHg よりわずかに除圧効果が高めることができた。表面積拡大は全体的に確認できた。

芯材・表層クッションを重ねた場合の体圧を図10に示す。この場合も各クッション間での除圧効果の差がほぼ無くなった。芯材形状による圧分散効果があったと考えられる。表層クッションの追加により形状単独の約 60mmHg からさらに除圧する効果は高かった。表面積拡大は全体的に確認できた。特に粒わたは t100 では 30mmHg 付近と最も低値であり、単独利用では除圧機能の期待できなかったが、表層材としては利用効果が見込めた。全体的な圧力値としては介護用マットに表層用クッションを敷いた時と概ね同等だった。

ただし特養入居の高齢者が、介護用マットレス使用時に 70mmHg 程度のピーク圧があったことを考えると、さらに除圧効果を上げることが好ましい。そのためには現状 PLA 樹脂である芯材クッションについても材質変更や部分的に硬さを変えるなどの工夫が必要と考える。

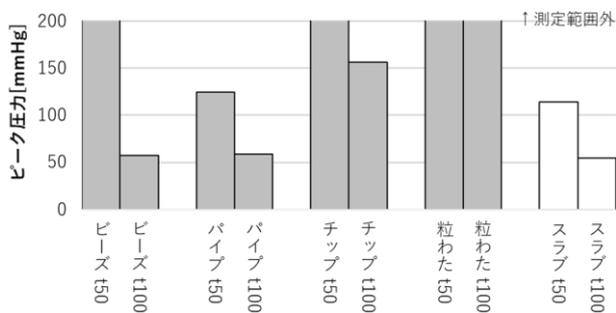


図8 体圧：フローリング上に表層クッション

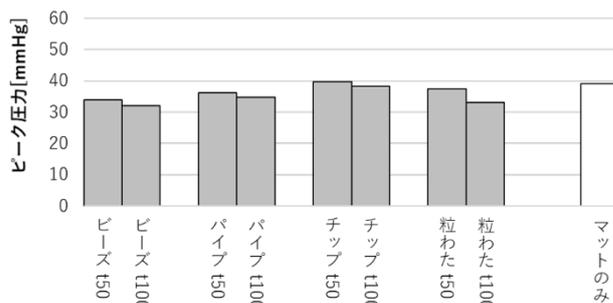


図9 体圧：マットレス上に表層クッション

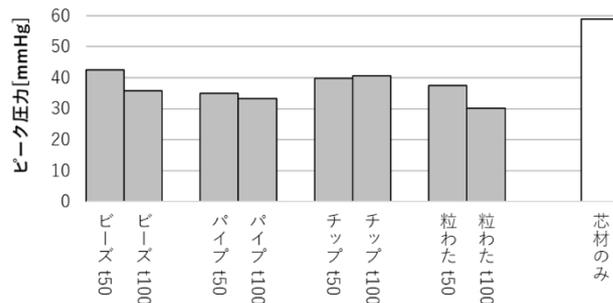


図10 体圧：芯材+表層クッション

5. まとめ

身体形状重視の芯材と表面積拡大重視の表層材による、ポジショニングクッションを試作・検討した。結果を以下にまとめる。

- ・粒状材はスラブウレタンより低い荷重で変形するため身体形状に馴染むと考えられ、単独では底着きしやすいので芯材併用が妥当だった。
- ・発泡ポリスチレンビーズは、材の流動の有無で、変形しやすい状態から変形しにくい状態、簡単に底着く状態から底着かない状態へと変化が大きかった。適度な分量調整が難しいと言えた。
- ・エラストマーパイプは、材自体の弾力性があるため、材の流動の有無による物性の変化は少なかった。面で受ける時はウレタンフォーム以上の荷重に耐えたが、流動するので点荷重の底着き試験では底着きした。分量調整しやすいが重量が重い。
- ・低反発チップウレタンと、特に粒わたは、耐えられる荷重が低かった。材の流動は無いので分量調整はしやすいが、多くの量が必要と言えた。
- ・体圧試験において粒状材の表層クッションを、介護マット、形状重視の芯材クッションと組み合わせると、除圧効果が向上すると共に、各粒状材間の差が小さくなり全て利用効果が見られた。ただしさらなる除圧が必要なため、製品化に向けては芯材の材質等検討も必要と考えられた。

参考文献

- 1) 宮川成門：介護ニーズに基づくポジショニング用品の開発 特別養護老人ホーム入居者の仰臥位調査, 岐阜県生活技術研究所研究報告, No.22, pp.15-18, 2020.
- 2) 藤巻吾朗：人間・生活者視点による人にやさしい製品開発（第2報）立位・座位姿勢での人体3次元形状, 岐阜県生活技術研究所研究報告, No.10, pp.8-10, 2008.
- 3) 藤巻吾朗ほか：自動車シートの座面形状の提案, 岐阜県生活技術研究所研究報告, No.16, pp.13-16, 2014.