

レクリエーション衣料用素材の高度化に関する研究 —アウトドア用レジャーウェアの開発—

服部安紀、山田 圭

要 旨

近年の健康志向、自然志向を背景としたレクリエーション産業の活性化に伴い、新しい衣料分野製品が必要となってきた。そのため、切り傷や擦り傷から身体を保護することができる耐創傷性に優れた織物として、平成9年度に高強度・高弾性率のスーパー繊維（バラ系アラミド繊維）を用いたスーパー繊維織物を開発し^①、平成10年度には一般的織物レベルやストレッチ織物レベルの伸縮性を付与したスーパー繊維織物を開発した^②。本年度は、耐創傷性に加え耐衝撃性を付与するため、太番手の紡毛糸を用いた衝撃吸収性スーパー繊維二重織物と、スーパー繊維の平織物に不織布をニードルパンチにより接合した衝撃吸収性不織布接合織物について検討を行った。その結果、衝撃吸収性を有する複合構造織物を開発するとともに、これらは平成9年に開発したスーパー繊維織物と同等もしくはそれ以上の耐創傷性機能を持つことがわかった。

1. はじめに

平成9年度の研究の成果として、表層に普通の糸、裏層にスーパー繊維糸を用い、スーパー繊維糸の紫外線からの保護、染色の不要化、表層の自由な意匠性の確保を実現するとともに、高い耐創傷性機能を持つスーパー繊維織物を開発した。さらに平成10年度にはストレッチ糸の併用、伸縮性付与スーパー繊維糸の開発により、一般的織物レベルの伸縮性とストレッチ織物レベルの伸縮性を付与したスーパー繊維織物を開発した。これにより、切り傷や擦り傷から身体を保護することができるアウトドア衣料用素材として、幅広い商品展開を実現する可能性を示した。しかし、実際のアウトドア活動では切り傷や擦り傷だけでなく、転倒や、岩、木などに足を打ち付

けたりすることによる打撲も考えられるため、アウトドア衣料用素材としては耐創傷性を有するのみならず、これら衝撃に対応する機能も要求される。このため本年度は、これまでの研究で得られた高い耐創傷性能を維持しつつ、さらに衝撃吸収性能をも併せ持ったスーパー繊維織物を開発することとした。

本研究は、スーパー繊維織物に衝撃吸収性能を付与するため、昨年度までの研究で主であったスーパー繊維二重織物を発展させる方法と、スーパー繊維織物に衝撃吸収体としてポリエステル不織布を接合する方法との2つの方法について検討した。これら2つの方法を選択した理由として、①スーパー繊維二重織物の発展型は、これまでの研究で得たノウハウが活かせること、特別な工程を必要とせ

ず二重ビーム式の織機があれば製織できる。
 ②スーパー繊維織物に不織布を接合する方法は、表地は縫製段階で縫い合わせるため選択が自由であること、パーツとして肘、膝等に用いることによりコスト低減が図れること、スーパー繊維を用いた基布は通常の織物と同様に一重ビームの織機で製織できることなどが挙げられる。

そして、それぞれの方法により開発した織物について、物性試験並びに平成9年度に定めた試験室レベルの評価として突発的耐創傷性試験並びに耐久的耐創傷性試験、実用レベルの評価として耐切り傷性試験と耐擦り傷性試験に加え、試験室レベル及び実用レベルの衝撃吸収性試験を行い、性能確認を行った。

2. 実験方法

2.1 衝撃吸収性複合構造織物について

スーパー繊維織物に衝撃吸収性を付与する方法として、①これまで開発したスーパー繊維二重織物自体に衝撃吸収性を持たせる方法、②衝撃吸収体を用い、キルティング、ニードルパンチにより接合する方法とが考えられた。①の方法ではスーパー繊維二重織物の表側に嵩高な糸を用いることとし、②の方法ではキ

ルティングは地厚となるため却下し、不織布をニードルパンチにより接合する方法を採用することとした。

(1) 衝撃吸収性スーパー繊維二重織物

これまで開発したスーパー繊維二重織物の表面に嵩高な紡毛糸を用いるとともに裏面にストレッチ性のある糸を用い、収縮させることにより衝撃吸収性能の付与を図った。表の経緯には紡毛糸1/16と梳毛糸1/60との交差糸を用い、裏面経糸にパラ系アラミド(PA)糸30/1、裏面緯糸にPA糸30/1と梳毛糸・ポリウレタン(PU)ストレッチ糸2/60を1:1で用いたものを製織するとともに起毛加工を施した。構造を図1に、詳細を表1及び表2に示す。

(2) 衝撃吸収性不織布接合織物

これまで開発したスーパー繊維二重織物の裏面に不織布を接合したもの、PA糸100%の基布を上下から不織布で挟んでニードリング

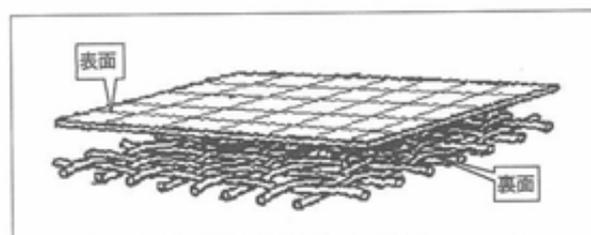


図1 衝撃吸収性スーパー繊維二重織物の構造

表1 糸使い (衝撃吸収性スーパー繊維二重織物)

試料	表面(経糸)	表面(緯糸)	裏面(経糸)	裏面(緯糸)	接結糸
試料1	紡毛糸1/16 ×梳毛糸1/60	紡毛糸1/16 ×梳毛糸1/60	PA糸30/1	PA糸30/1:W× PUストレッチ糸2/60=1:1	PET・W混紡糸2/60

表2 織物規格と製織仕上げ結果 (衝撃吸収性スーパー繊維二重織物)

試料	筈密度	引込数	筈通幅	総経糸数	打込数	織下幅
試料1	98.4羽/10cm (25羽/in)	3、4本	91.8cm	2,938本	295.3本/10cm (75本/in)	86.0cm

織縮	織下重量	仕上縮	仕上幅	仕上減	仕上重量	目付	加工
経3.7% 緯6.3%	254 g/m	経1.2% 緯11.0%	76.5cm	7.9%	237 g/m	310 g/m ²	起毛加工

したもの等サンプルを作成し、検討を行った結果、PA糸100%平織物の基布にポリエステル不織布をニードルパンチし、縫製時に表生地を合わせる方法を採用することとした。使用した不織布は一般的なレギュラー不織布と、高価なバルキー不織布各100 g/m²、150 g/m²、200 g/m²の6種類である。なお、ポリエステル不織布は高温でプレスすることにより圧縮されるため、縫製工程における接着プレスやクリーニングにおけるホフマンプレスにより物性が変化することが考えられる。そのため、衝撃吸収性不織布接合織物に関する試験には、未加工の試料に加え接着プレス加工、ホフマンプレス加工した物についても試験を行った。試料番号に続く“hp”はホフマンプレスを、“p”は接着プレスを表す。構造を図2に、衝撃吸収性不織布接合織物の詳細

を表3及び表4に、接着プレス、ホフマンプレスの条件を表5に示す。

(3)比較用試料

衝撃吸収性複合構造織物の性能を評価する際、比較対象となる織物を平成9年度及び10年度の研究において開発したスーパー繊維織物の中から選定した。それらの詳細を表6及び表7に示す。

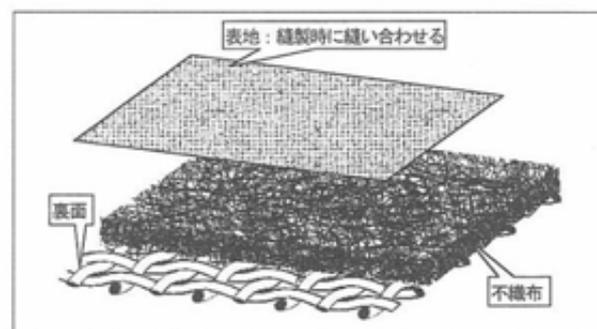


図2 衝撃吸収性不織布接合織物の構造

表3 織物規格と製織仕上げ結果（衝撃吸収性不織布接合織物基布）

試料	原糸	箆密度	引込数	箆通幅	総経糸数	打込数	
基布1	経PA糸30/1 緯PA糸30/1	106.3羽/10cm (27羽/in)	2本	91.4cm	1,944本	212.6本/10cm (54本/in)	
織下幅	織縮	織下重量	仕上縮	仕上幅	仕上減	仕上重量	目付
87.0cm	経3.0% 緯4.8%	73 g/m	経0.9% 緯0.0%	87.0cm	1.0%	73 g/m	84 g/m ²

表4 織物規格（衝撃吸収性不織布接合織物）

試料	基布	不織布	目付
試料2	基布1 (84 g/m ²)	レギュラー100 g/m ²	184 g/m ²
試料3	基布1 (84 g/m ²)	レギュラー150 g/m ²	234 g/m ²
試料4	基布1 (84 g/m ²)	レギュラー200 g/m ²	284 g/m ²
試料5	基布1 (84 g/m ²)	バルキー100 g/m ²	184 g/m ²
試料6	基布1 (84 g/m ²)	バルキー150 g/m ²	234 g/m ²
試料7	基布1 (84 g/m ²)	バルキー200 g/m ²	284 g/m ²

表5 プレス条件

プレス	温度	プレス圧	工程及び時間
ホフマンプレス	100℃	0.25kg/cm ²	プレス＋スチーム(15秒)ー蒸らし(15秒)ーバキューム(10秒)
接着プレス	140℃	0.25kg/cm ²	プレス(20秒)ープレス＋スチーム(20秒)ーバキューム(20秒)

表6 糸使い（比較用スーパー繊維織物）

試料	表面(経糸)	表面(緯糸)	裏面(経糸)	裏面(緯糸)	接結糸
試料8	PET・W混紡糸2/60	PET・W混紡糸2/60	PA糸20/1:PET・W混紡糸2/60=1:1	PA糸20/1:PET・W混紡糸2/60=1:1	PET・W混紡糸2/60
試料9	PET・W混紡糸2/60	PET・W混紡糸2/60	PA糸20/1	PA糸20/1	PET・W混紡糸2/60
試料10	PET・W混紡糸2/60	PET・W混紡糸2/60	PA糸20/1	PA糸30/1:W1/72×PU70D	PET・W混紡糸2/60

* 試料8はT&F誌開発見本Vol16第6号、試料9は同Vol16第4号、試料10は同Vol16第12号

表7 織物規格と製織仕上げ結果（比較用スーパー繊維織物）

試料	筈密度	引込数	筈通幅	総経糸数	打込数	織下幅
試料8	86.6羽/10cm (22羽/in)	4、5本	91.4cm	3,564本	346.5本/10cm (88本/in)	88.7cm
試料9	114.2羽/10cm (29羽/in)	4、5本	91.4cm	4,437本	417.3本/10cm (106本/in)	87.0cm
試料10	78.7羽/10cm (20羽/in)	4、5本	91.4cm	3,240本	370.1本/10cm (94本/in)	84.2cm

織縮	織下重量	仕上縮	仕上幅	仕上減	仕上重量	目付
経6.5% 緯3.0%	233 g/m	経3.3% 緯0.2%	88.5cm	2.1%	236 g/m	267 g/m ²
経5.0% 緯4.8%	270 g/m	経1.3% 緯0.0%	87.0cm	4.6%	261 g/m	300 g/m ²
経7.2% 緯7.9%	230 g/m	経3.0% 緯17.3%	69.6cm	3.4%	229 g/m	329 g/m ²

2.2 試験方法

(1)物性試験

試料1についてはJIS L1096B法（定荷重法）により伸長率、JIS L1096B-1法により伸長回復率と残留ひずみ率を、試料1から試料7についてはJIS L1096法により圧縮率及び圧縮弾性率を測定した。また、試料2から試料7については圧縮エネルギーを測定した。

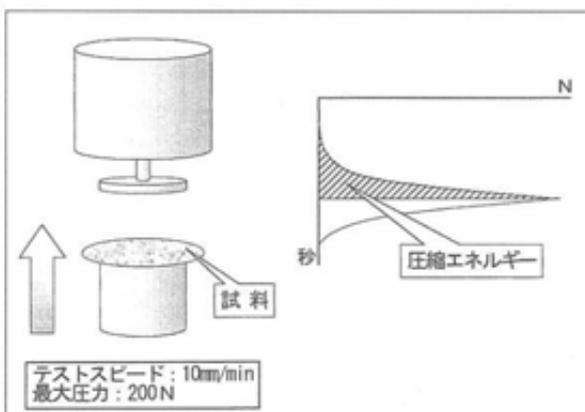


図3 圧縮エネルギー測定試験

これは図3に示すとおり、定速伸張形引張試験機による圧縮試験を応用したもので、試料を10mm/minの速度で圧力200N（16.7N/cm²）まで圧縮し、それに費やしたエネルギーを測定するものである。

(2)耐創傷性試験

耐創傷性試験についてはこれまでと同様に試験室レベルと実用レベルの試験を行った。試験室レベルの評価としては、図4に示すように鋭利な刃物（OLFA製クラフトナイフS型替刃）を試料に突き刺し、貫通する時の強度を測定する突発的耐創傷性試験、図5に示すように紙ヤスリ#400を用いて試料の穴あきまでの回数を測定する耐久的耐創傷性試験を行った。実用レベル評価としては、写真1に示すように丸刃（OLFA製円形刃28ミリ替刃）を車輪に用いた3輪車に3kgの重錘を設置

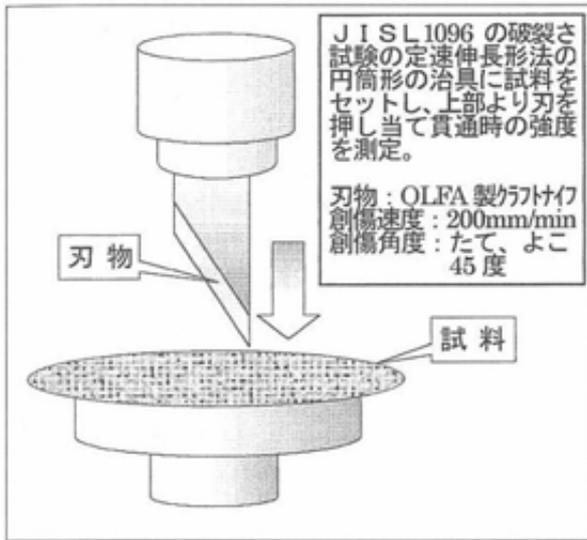


図4 突発的耐創傷性試験

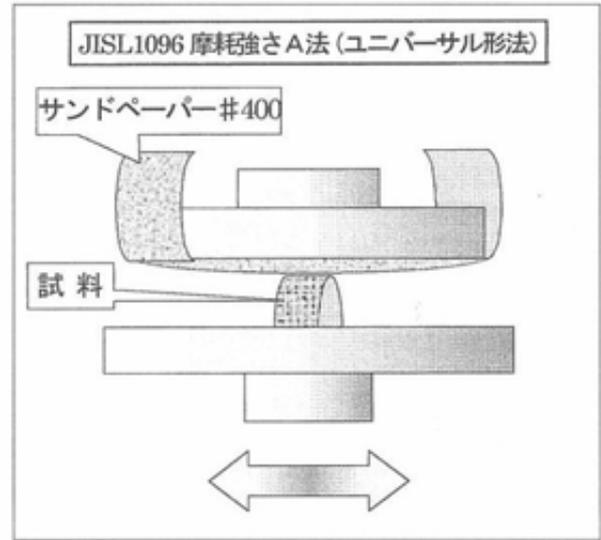


図5 耐久的耐創傷性試験

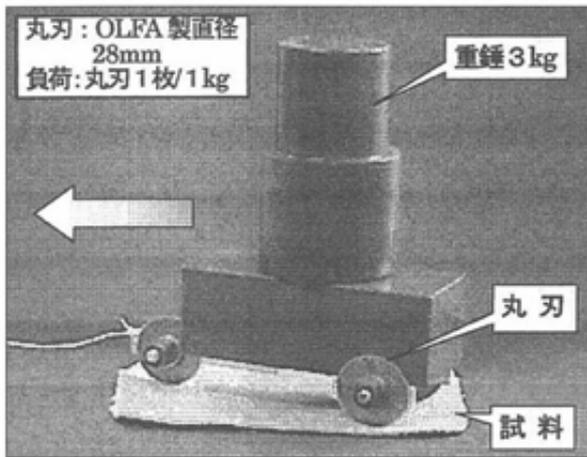


写真1 耐切り傷を想定した評価試験

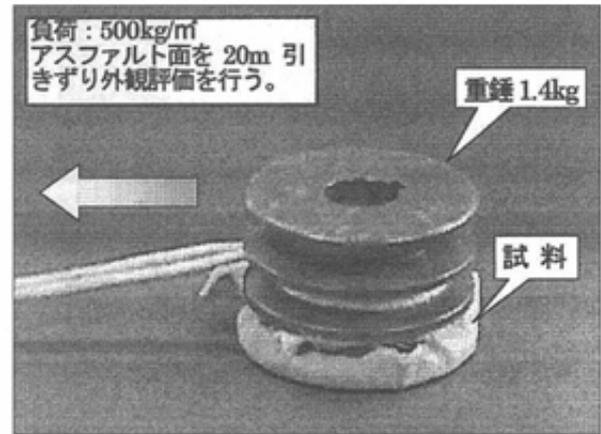


写真2 耐擦り傷を想定した評価試験

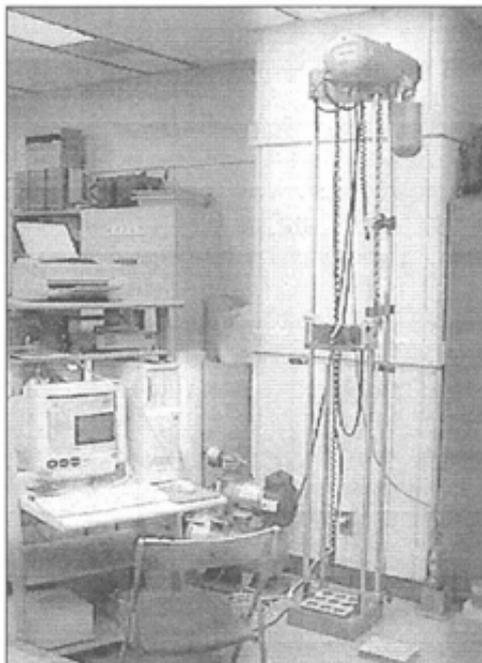
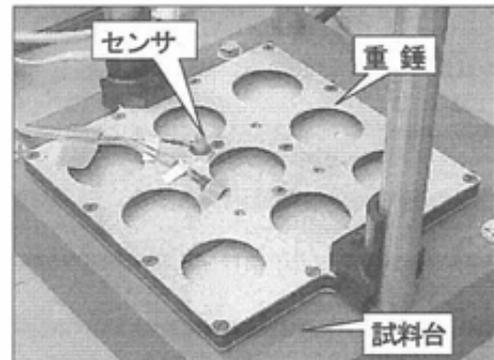


写真3 落下衝撃試験機



- ・重錘1kg
- ・落下高さ10cm

したものを試料の上を通過させ、試料の外観を観察する耐切り傷を想定した試験、写真2に示すように試料に約1.4kg (500kg/m²)の重錘を乗せ、コンクリート面を20m引きずり、試料の外観を観察する耐擦り傷を想定した試験を行った。また、試料の上に火のついたタバコを放置する耐火傷を想定した試験についても実施した。

(3) 衝撃吸収性試験

衝撃吸収性の評価についても、試験室レベルの試験と実用レベルの試験とを行った。試験室レベルの評価としては、工業技術センター設置の落下衝撃試験機（クッションテスター：ランスモント社製。写真3参照）を用いた衝撃吸収性試験を行った。この試験機は、試料台に置かれた試料にセンサを設置した重錘を落下させ、その時の最大加速度や衝撃ひずみを測定するものである。本来は包装用緩衝材料の評価試験を行うものであるため、用いる重錘は1kg～58kg、落下高さは1m～2mであり、織物の衝撃吸収性を測定するためのオーダーではないと考えたため、試作品の測定には1kgの重錘を用い、落下高さを10cmと

した。実用レベルの評価としてはゴルフボールを用いた跳ね返り試験を行った。この試験は図6に示すように、コンクリートの床に試料を配置し、一定の高さから落下させたゴルフボールのバウンド高さを測定することにより試料の衝撃吸収性を評価するものである。今回は重さ46gの一般的なゴルフボール（ダンロップ社製DDH Ⅲ）を1mの高さから落下させ、データを得た。

3. 結果と考察

3.1 試験結果

(1) 物性試験

伸長率試験の結果、図7に示すとおり試料1は比較用試料8及び試料10に比べ、伸長回復率が若干低い値となった。圧縮率試験については、JIS L1096の規定どおり試験を行った結果、試料2から試料7で目付の大きい（厚みのある）試料ほど圧縮率が小さくなる結果が得られた（図8）。このことから、試料2から試料7についてはJIS L1096の規定による圧縮試験はなじまないと考えたため、別に圧縮エネルギー測定試験を行った。その結果を図9に

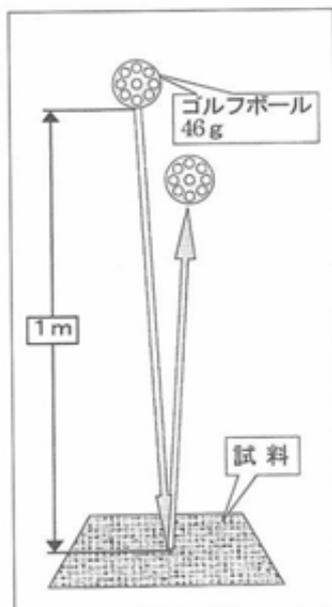


図6 実用レベル評価試験

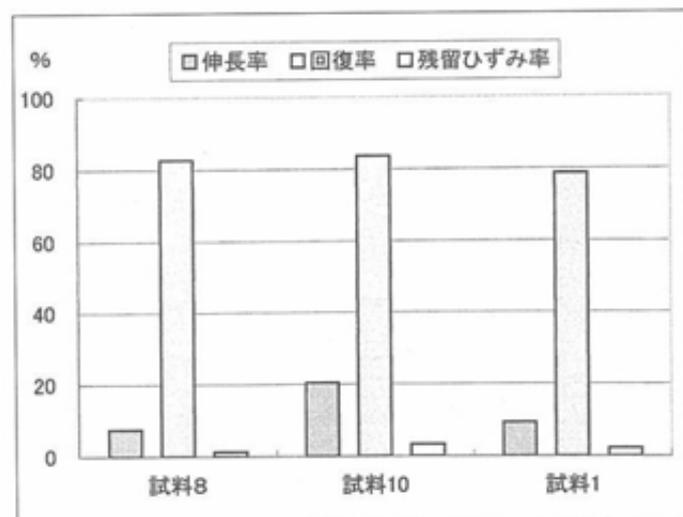


図7 伸長率試験

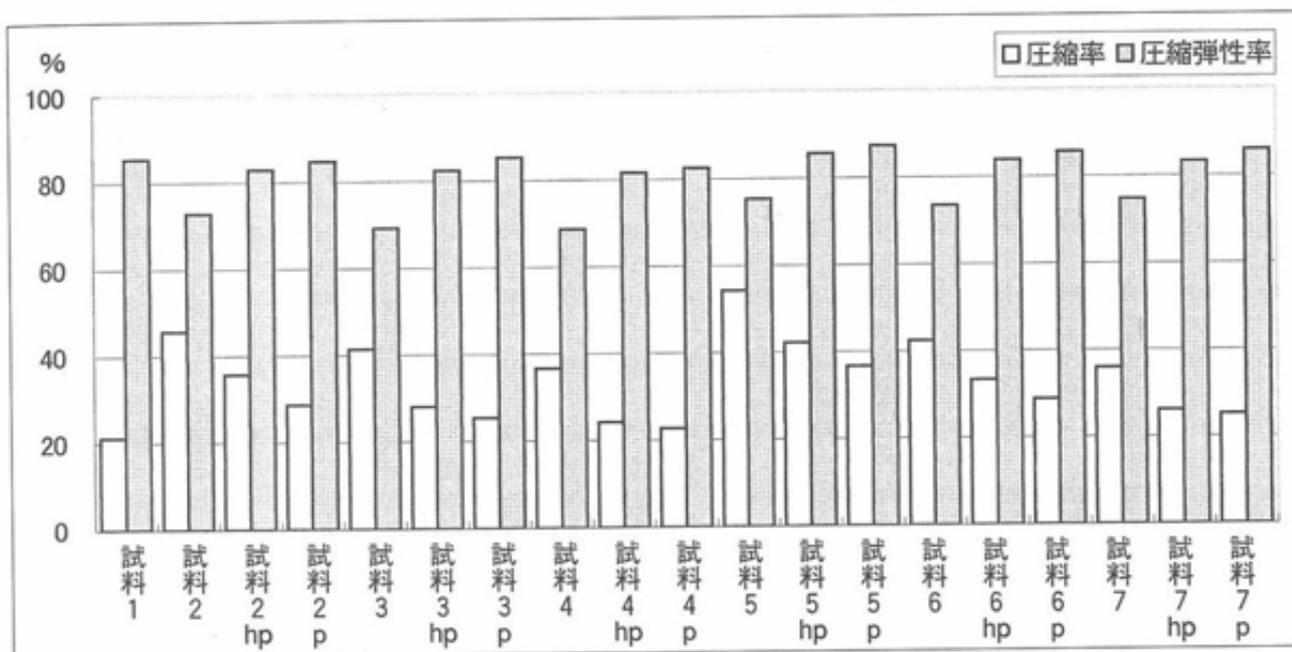


図8 圧縮率及び圧縮弾性率

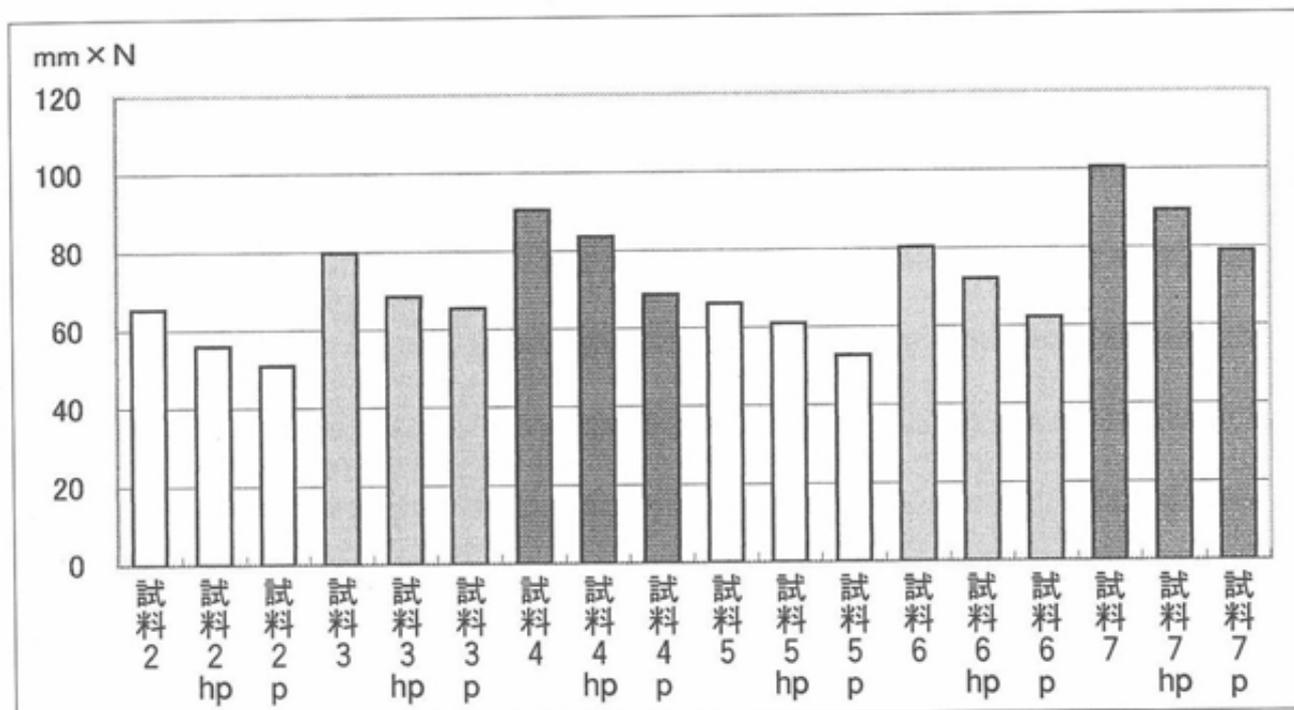


図9 圧縮エネルギー測定試験

示す。圧縮エネルギーを測定することにより、試料の厚みが増すほど圧縮エネルギーが大きくなる、プレス条件が強くなるほど圧縮エネルギーが小さくなるといった、試料の物性の違いを極めて明確に表すことができた。

(2)耐創傷性試験

1) 試験室レベル評価

突発的耐創傷性試験の結果を図10に示す。

図から、今回開発した試料は比較用試料に比べ同等以上の値が出ていることがわかる。特に不織布を接合した試料は、製品化の時点でさらに表地が加わるため、表地の物性により性能が増す可能性がある。

耐久的耐創傷性試験の結果を図11に示す。耐久的耐創傷性試験では、レギュラー布織布を用いた試料と比較してバルキー不織布を用

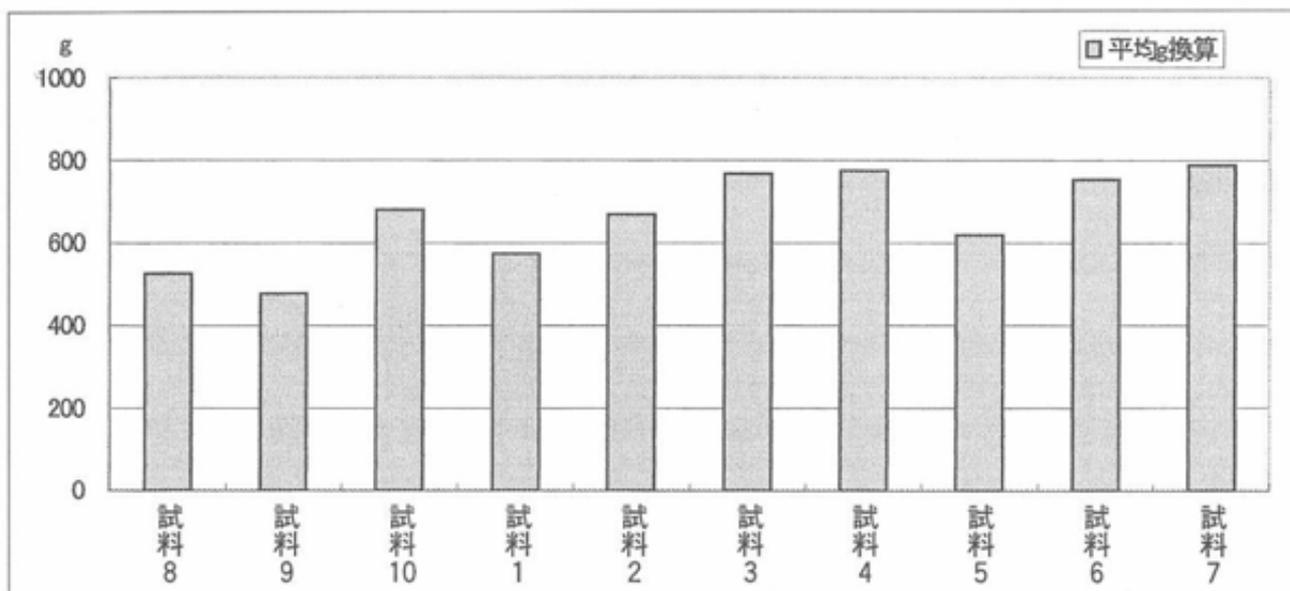


図10 突発的耐創傷性試験

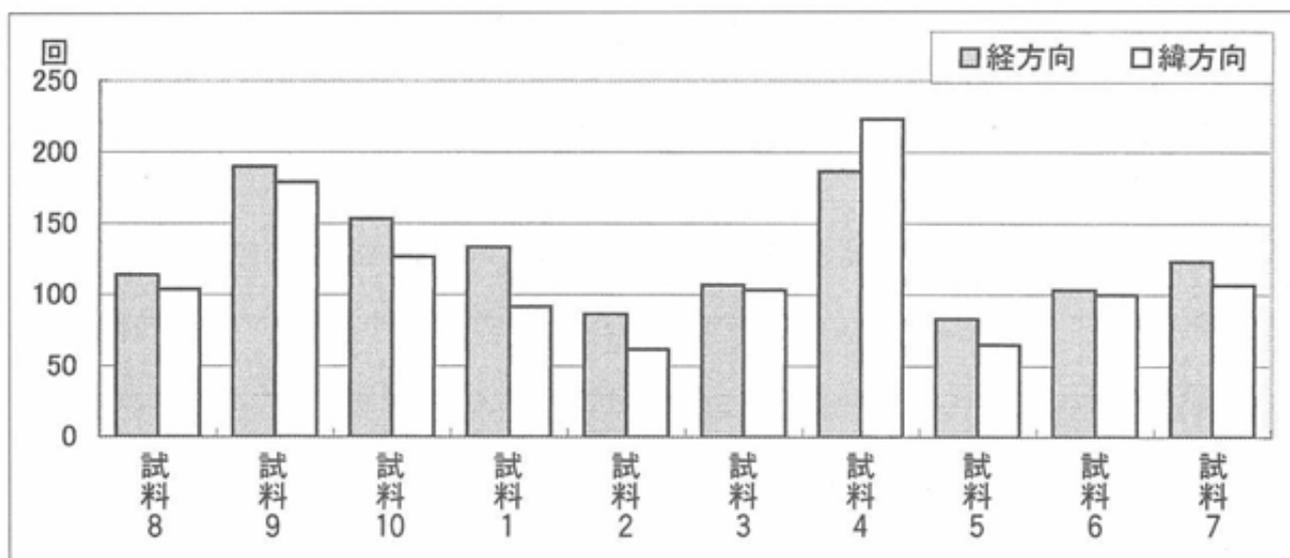


図11 耐久的創傷性試験

いた試料は低い値を示している。試験後の試料を観察すると、紙ヤスリの往復運動により不織布がむしり取られたような状態となっており、レギュラー不織布よりも構造的に疎であるバルキー不織布は、不織布と基布との接合力がレギュラー布織布よりも弱いためと考えられる。

2) 実用レベル評価

耐切り傷を想定した試験結果の一例を写真4に示す。試料1の一部は表の紡毛糸が切断されず部分的に残っているものもあった。試料

2から試料7では不織布はかなり切断されているが、裏面のPA基布は、試料5の一部で部分的に切れ目の入るものもあったが、その他のものは無傷であった。

耐擦り傷を想定した試験結果の一例を写真5に示す。この試験では試料1の表面の損傷度合いが高く破れたが、裏面のPA基布の損傷はなかった。試料2から試料7では表面の損傷は少なく、裏面のPA基布も損傷はなかった。試験後の試料を観察すると、本来複雑に絡み合っている不織布の繊維が試験後は毛皮のよ

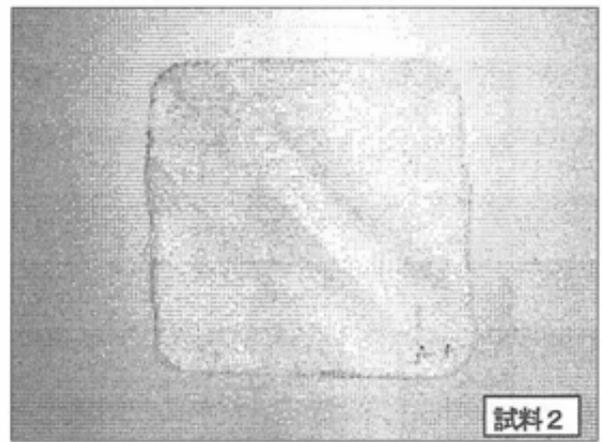
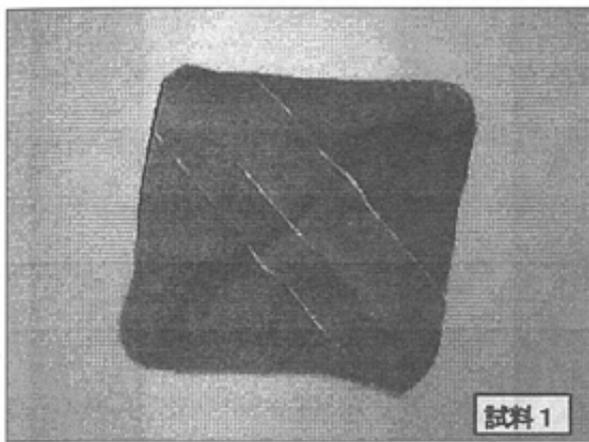


写真4 耐切り傷を想定した試験

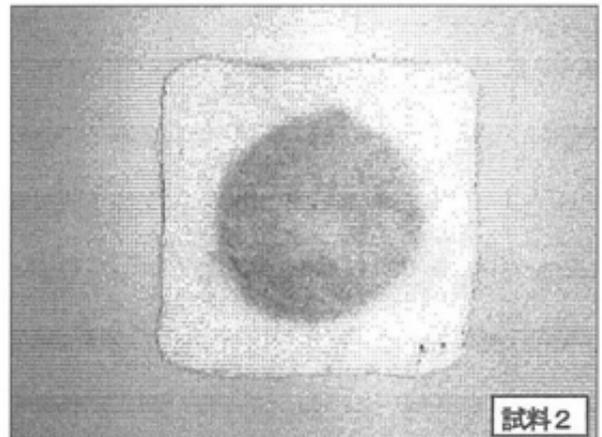
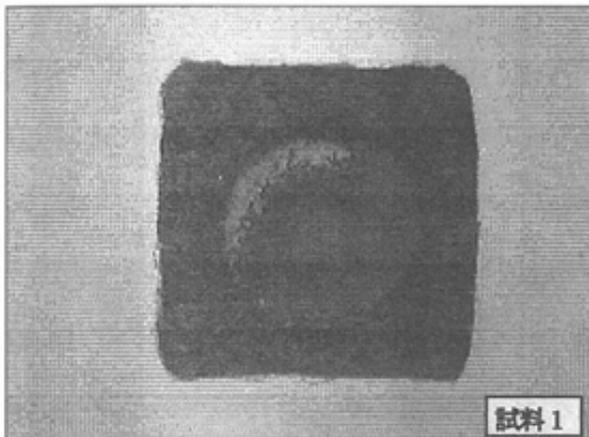


写真5 耐擦り傷を想定した試験

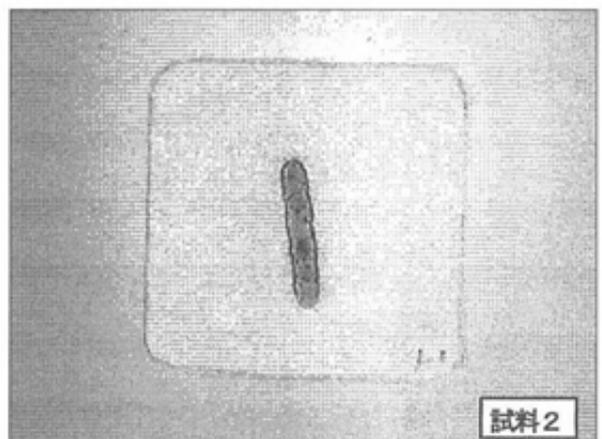
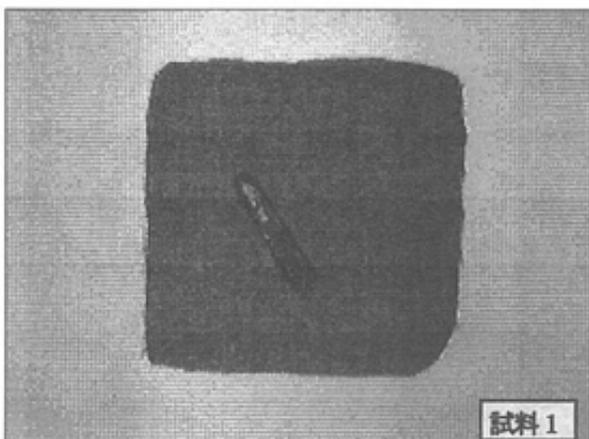


写真6 耐火傷を想定した試験

うに一定方向に寝ており、これがコンクリート面に対し、滑る効果となったため損傷が少なかったと考えられる。

耐火傷を想定した試験結果の一例を写真6に示す。紡毛糸を用いた試料は表面が炭化し、裏面が露出した。不織布を用いた試料は不織布が溶け、裏面が露出した。ただしどの試料

も裏面まで損傷は及ばなかった。

(3) 衝撃吸収性試験

1) 試験室レベル評価

落下衝撃試験機を用いた衝撃吸収性試験の全ての結果を図12に示す。図から、本年度開発した試料は比較用試料より衝撃吸収性能が高いことがわかる。図13はプレス未加工の不

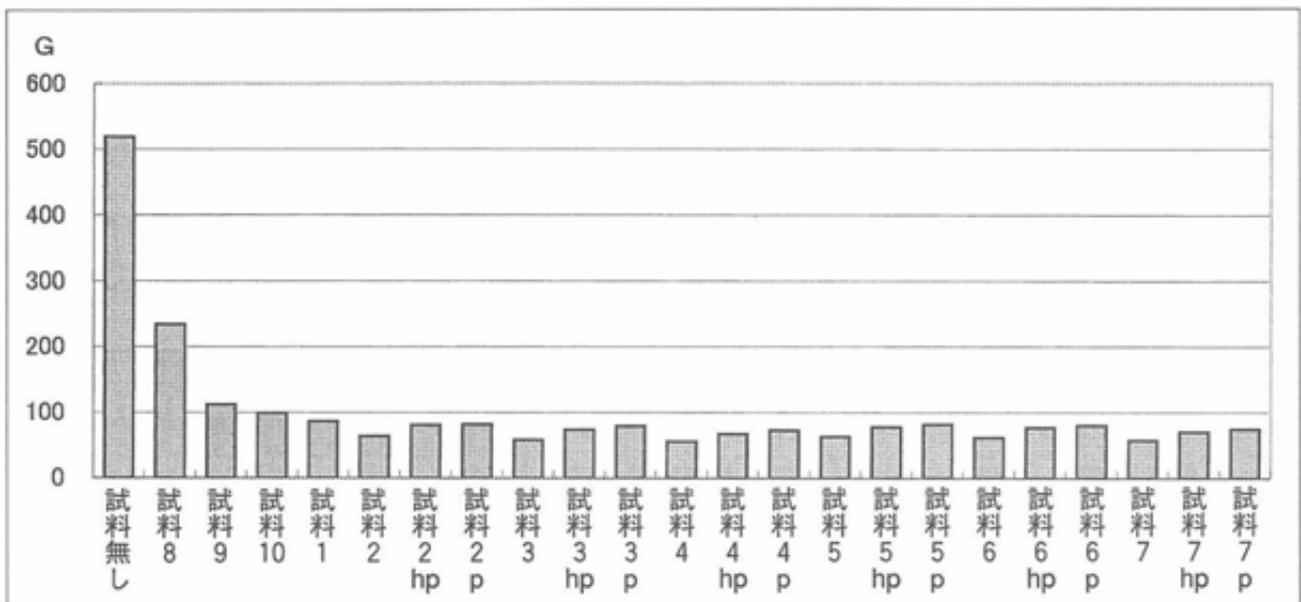


図12 落下衝撃試験機を用いた衝撃吸収試験

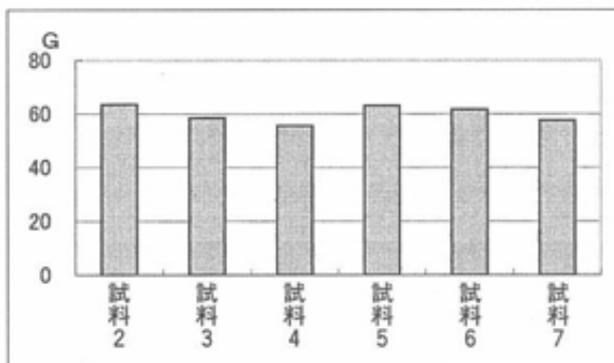


図13 不織布の違いによる性能差

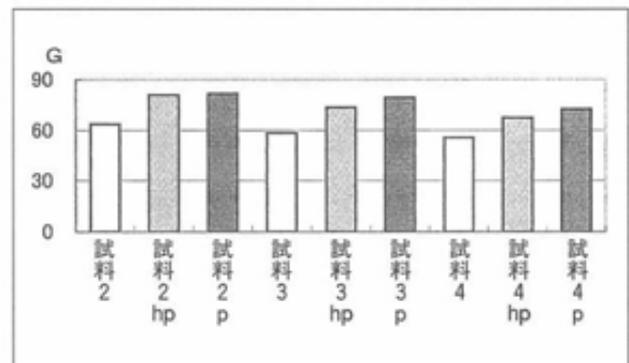


図14 プレスの違いによる性能差

織布を用いた試料の比較である。不織布の厚さの違いによる衝撃吸収性能の差が出ているのがわかる。図14はプレスの違いによる衝撃吸収性能の比較である。この図からプレスの条件が強くなるにつれて衝撃吸収性能が低くなっていることがわかる。

2) 実用レベル評価

ゴルフボールを用いた跳ね返り試験の結果を図15に示す。この図から、試料2から試料7において、使用した不織布が厚いほど衝撃吸収性能が高くなっていることが読みとれる。また、図16から、わずかではあるがプレスの違いによる衝撃吸収性能の差も出ていることがわかる。

3. 2 考察

以上の試験結果を踏まえ、衝撃吸収性能と物性の関係について検討を行った。

まず、試験室レベルと実用レベルの衝撃吸収性試験の関係について検討を行った。図17に示すとおり2つのデータを同一グラフ上に表すと一見何の関係も無いように見えるが、試料1を除き、試料2から試料7ではそれぞれの試料の厚さ、プレスの違いによる衝撃吸収性能の大小関係が全く同じであることがわかる。このことから、ゴルフボールを用いた衝撃吸収性試験は有効な試験方法であることがわかった。

続いて、衝撃吸収性能と織物の圧縮率、圧縮弾性率の関係についてであるが、当初の子

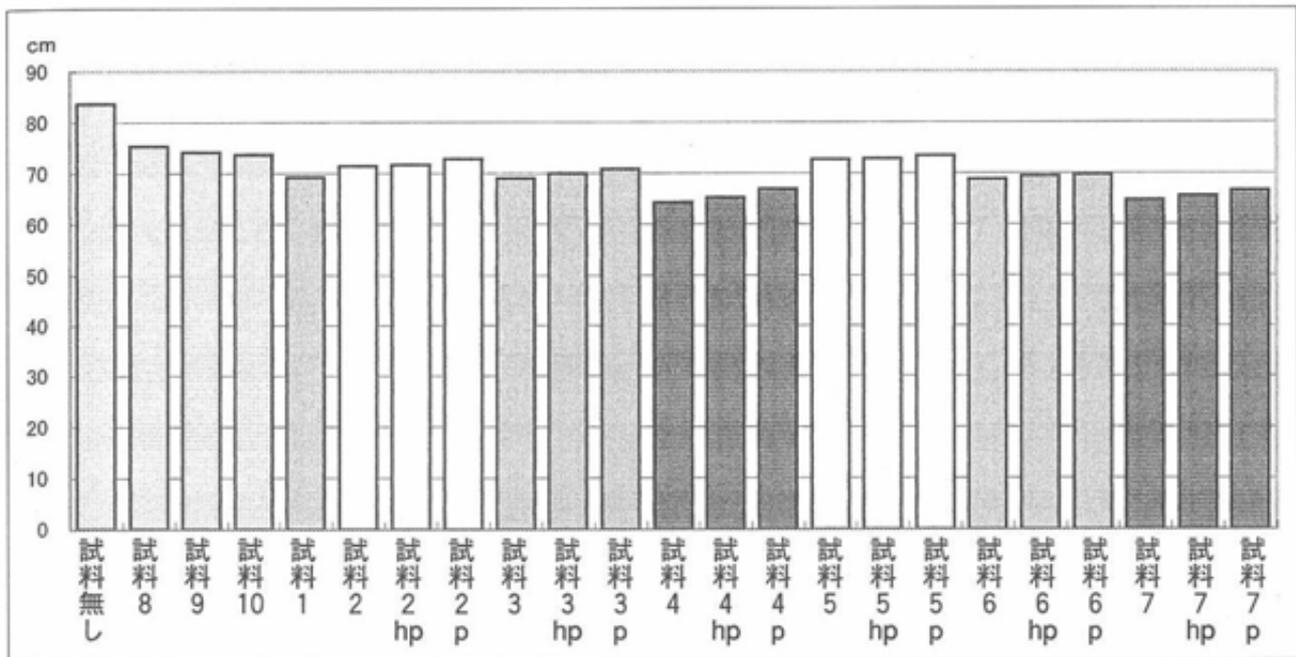


図15 ゴルフボールを用いた衝撃吸収試験

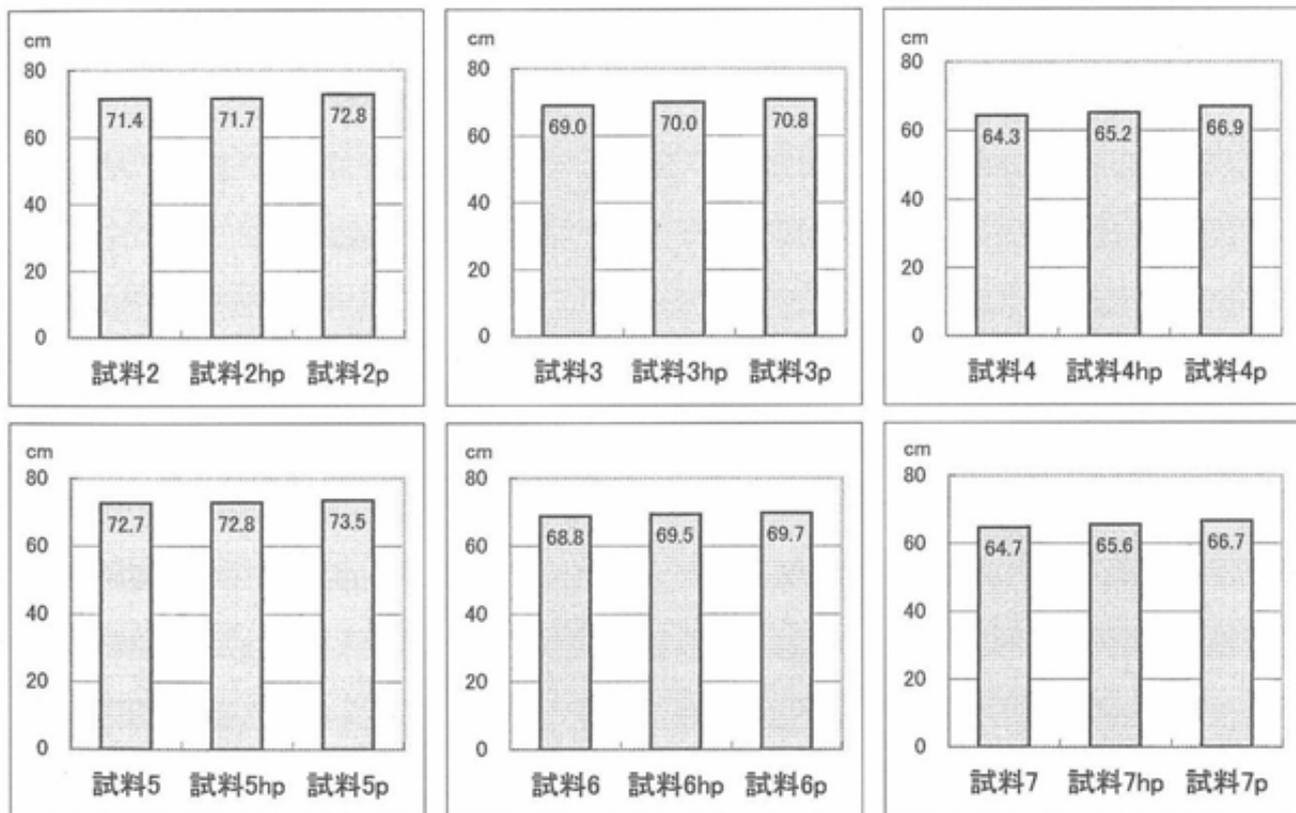


図16 プレスの違いによる性能差

想では衝撃吸収性能は織物の圧縮率と圧縮弾性率を測定することにより予測できると考えた。このため、圧縮試験と衝撃吸収性試験との比較を行う予定であったが、前述の通り厚みのある試料ほど圧縮率が小さくなる結果と

なり、圧縮試験では十分なデータが得られなかった。以下に圧縮率を求める式を示す。

$$\text{圧縮率(\%)} = \frac{T_0 - T_1}{T_0} \times 100$$

T_0 : 初荷重を加えたときの厚さ (mm)

T_1 : 最終荷重を加えたときの厚さ (mm)

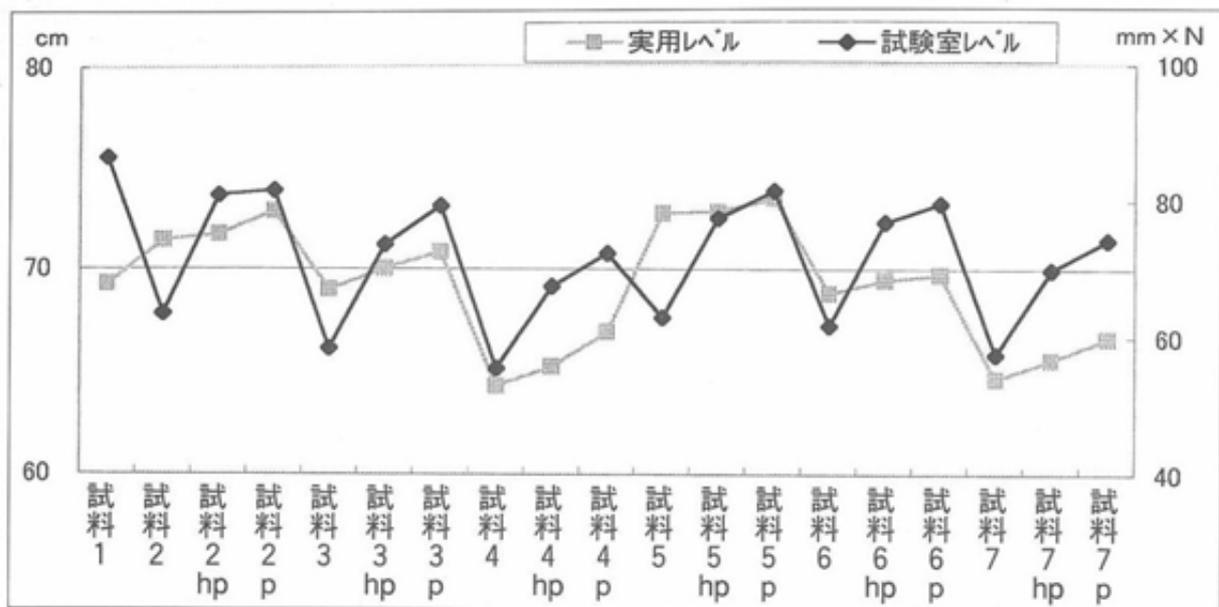


図17 試験室レベルの衝撃吸収性試験と実用レベルの衝撃吸収性試験との比較

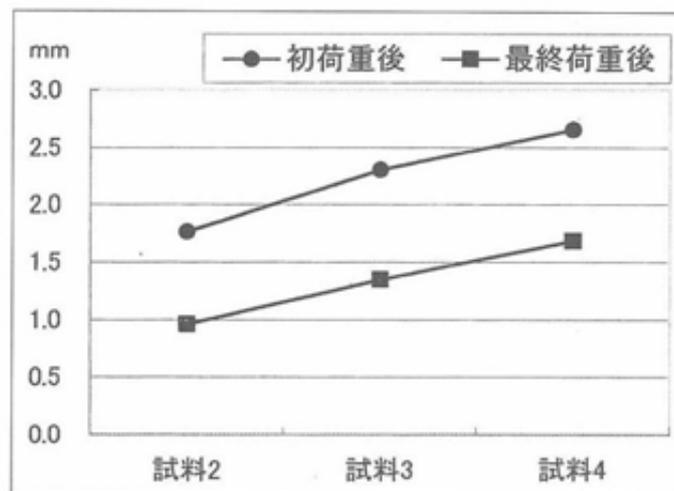


図18 初荷重後(T_0)と最終荷重後(T_1)の推移

この式から、 $T_0 - T_1$ が一定であれば T_0 が大きいほど圧縮率が小さくなることがわかる。図18に示すとおり $T_0 - T_1$ は試料の厚みに関わらずほぼ同じ値で推移しており、その結果試料の厚みが増すほど圧縮率が低くなったわけである。 $T_0 - T_1$ がほぼ同じ値で推移することは、最終荷重が試料を十分に圧縮していないということであり、JIS L1096圧縮試験の規定による荷重が今回試作した衝撃吸収性不織布接合織物のような厚みと圧縮幅を持つ試料には軽すぎると考えられる。

このため、試料を十分に圧縮するための新

たな試験方法を検討した。その結果、定速伸張形引張試験機を用いた圧縮試験により圧縮に要したエネルギーを測定し、衝撃吸収性試験との比較を行うこととした。この試験は試料に200N (16.7N/cm²)の圧力をかけるため、十分に圧縮されていると考えられる。この試験により得られた圧縮エネルギーとは、試料を圧縮するのに要した時間と力であり、この圧縮エネルギーが大きいということは、物体がその試料に接触し、圧縮するために消費するエネルギーが大きいということであり、衝撃に置き換えれば、物体が試料に当たった時、

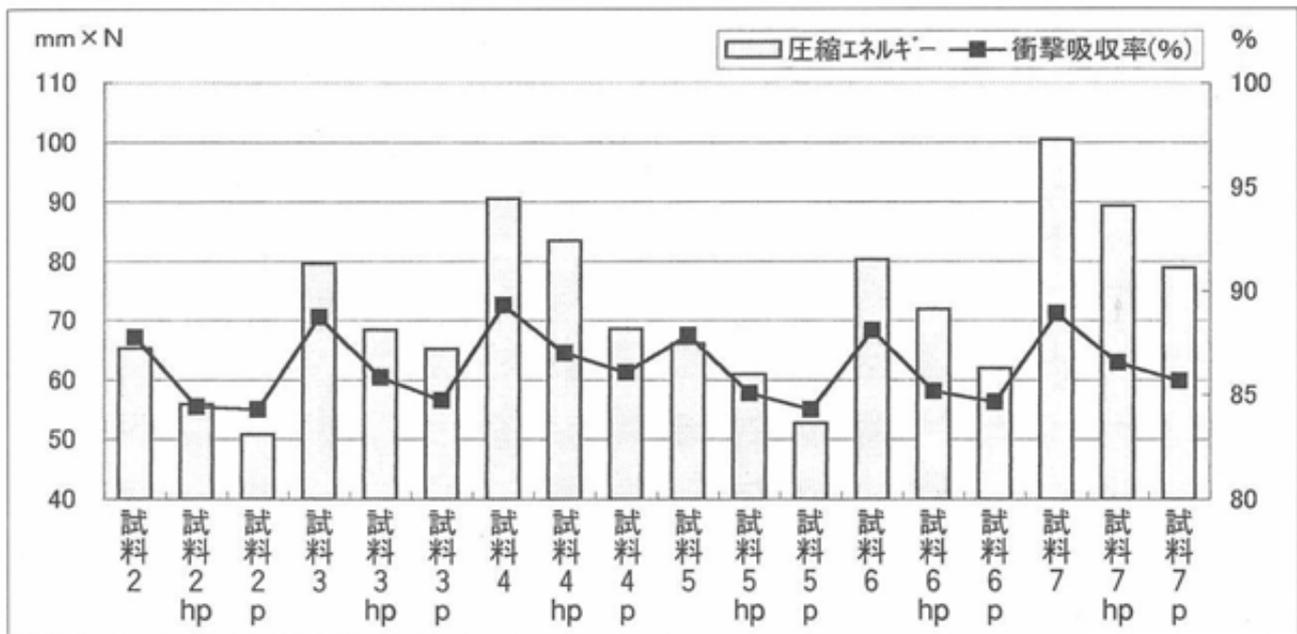


図19 試験室レベルの衝撃吸収性試験との比較

物体が試料を圧縮するためにそのエネルギーを消費し、衝撃が小さくなるということである。圧縮エネルギー測定試験の結果と試験室レベルの衝撃吸収性試験との比較を図19に示す。なお、図中の衝撃吸収性試験の値は衝撃加速度(G)ではなく、衝撃吸収率に換算している。図から、試料の厚みの差、プレスの違いによる差について両要素の変動は近似していることが読みとれる。このことから、圧縮エネルギーを測定することにより、衝撃吸収性能が予測できることがわかった。

4. まとめ

以上により、次のとおり成果を得ることができた。

◎平成9年度及び10年度に開発したスーパー繊維二重織物を発展させ、表面の経緯に嵩高の紡毛糸を用いることにより、衝撃吸収性に優れたスーパー繊維二重織物が開発できた。一例として、ゴルフボールを用いた跳ね返り試験の結果から以下の式により算出した試料1の衝撃吸収率は14.5%であり、

これは試料8に対し6.1ポイント、試料9に対し4.9ポイント、試料10に対し4.4ポイント改善されている。

$$\text{衝撃吸収率(\%)} = \frac{H_0 - H_1}{H_0} \times 100$$

H_0 : コンクリート面の跳ね返り高さ

H_1 : 試料を置いたときの跳ね返り高さ

◎PA糸を用いた基布にポリエステル不織布をニードルパンチして接合することにより衝撃吸収性能を付与した衝撃吸収性不織布接合織物は、二重ビームを必要としない、表地が自由に選択できる、使用目的に応じた不織布の選択(厚さ、目付)が可能である、当て布として部分的に用いることにより幅広い使い方ができるとともにコストダウンも期待できるなど、大きな可能性を持った織物である。

◎各試験結果から、衝撃吸収性不織布接合織物を用いる場合、縫製加工及びクリーニングにおけるプレスの使用には注意が必要であることがわかった。

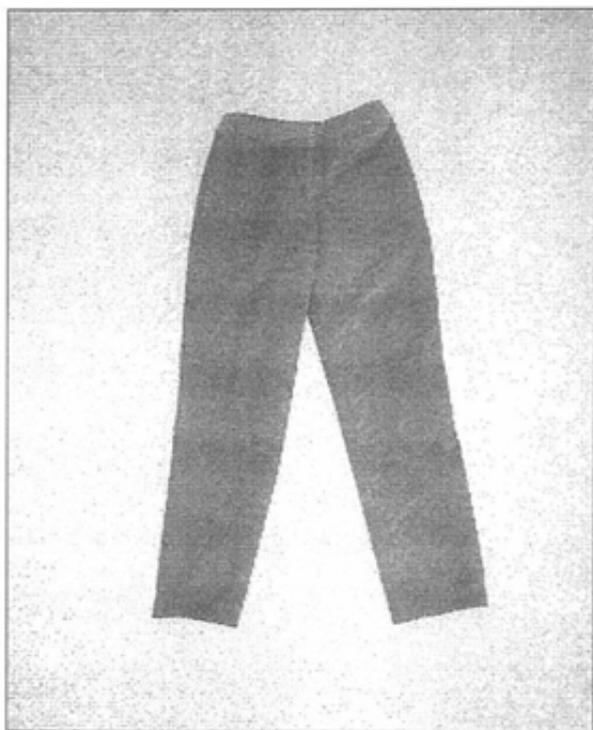


写真7 試作アウトドアパンツA



写真8 試作アウトドアパンツB



写真9 試作アウトドアパンツC



写真10 試作アウトドアパンツD

◎織物の衝撃吸収性能は、圧縮エネルギーを測定することにより予測できることがわかった。
最後に、衝撃吸収性不織布接合織物を用い、アウトドアスポーツ向けズボンを4点試作し

た。これらは今までのアウトドア向け衣料の持つ重々しいイメージを払拭するとともに、衝撃吸収性不織布接合織物の大きな可能性を具現化したものである。写真7は表全面にウールコーデュロイを用い、膝及び尻に裏から

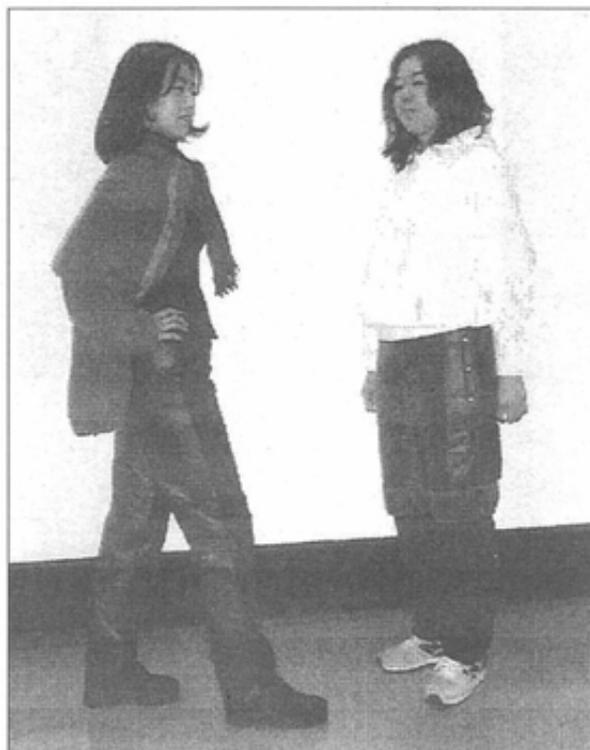
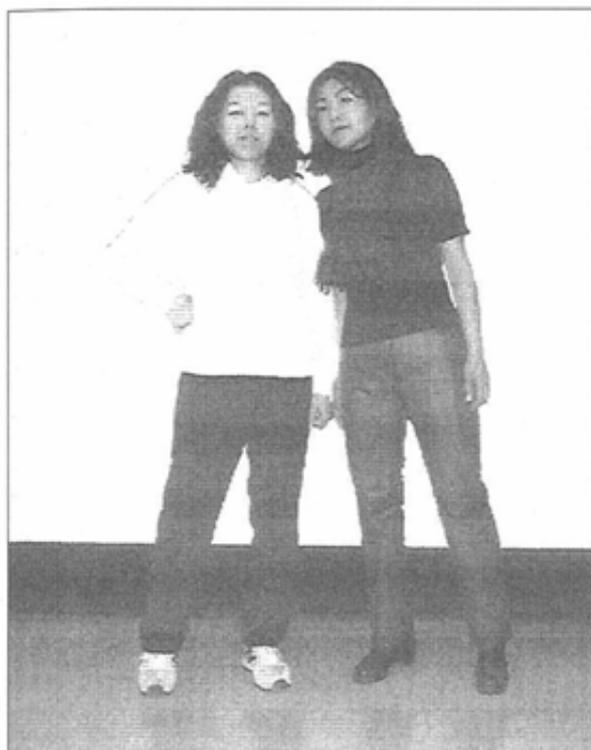


写真11 試着イメージ

衝撃吸収性不織布接合織物が縫いつけてある。写真8は膝及び後ろ側全面に衝撃吸収性不織布接合織物が使われており、表地はナイロンである。それ以外の部分はウールコーデュロイが使われている。写真9は全てに衝撃吸収性不織布接合織物が使われており、表地はナイロンである。これはパンツの上に重ねてはくオーバーパンツであり、リバーシブル仕様である。写真10も全てに衝撃吸収性不織布接合織物が使われており、表地はナイロンである。これら試作パンツの試着イメージを写真11に示す。

5. おわりに

本研究は、日興毛織(株)の渡辺龍一氏、長谷川脩氏と共同で取り組んだこと、また本研究を進めるに当たり、ご協力いただいたサンケミカル(株)並びに日本バイリーン(株)に対して、心より感謝を致します。

■参考文献

- (1)服部、鹿野；テキスタイル&ファッション
11月号, 1998, 8, 471~485
- (2)服部、鹿野；テキスタイル&ファッション
5月号, 1999, 2, 67~81