

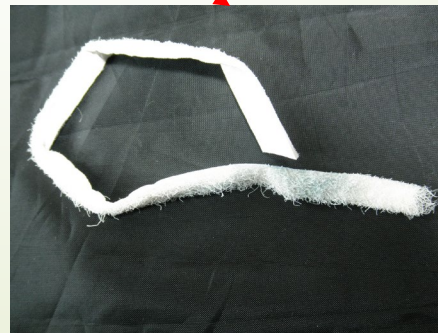
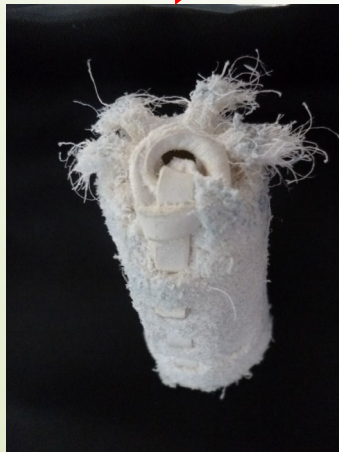
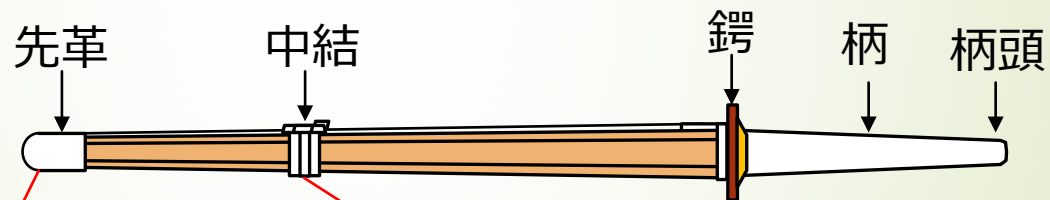
剣道の竹刀用皮革部品 の耐久性試験



東京工業大学剣道部

1. 背景

- 剣道の竹刀の先端の先皮および中結には、伝統的に牛革が使われている。
- 牛革は丈夫な素材であるが、中には数回の使用で破損してしまった事例が報告されている。



1. 背景

- 竹刀の破損は打突の際に重大な事故に繋がるため、竹刀の安全性に関わる規定が設けられている。
- しかし先皮および中結に関する強度や耐久性については殆ど検討されていない。
- 現在までのところ先皮および中結の破損による事故は報告されていない。しかし、事故の可能性が予見できるため、定量的な強度・耐久性の評価が必要である。
- 破損の発生例は少なく、実際の破損品を調査することは困難である。

2. 目的

本研究では、

- 種々の皮革素材について打撃耐久性を評価する手法を開発する
- 各種皮革素材の特性を明らかにする
- 粗悪な牛革に代わる安全な代替素材の可能性を示す

ことを目的とする。

3. 皮革素材の打撃耐久性試験

- 試験素材として先皮・中結に用いられる天然の牛革および試作した人工皮革を用いた。
- 牛革は品質の異なる3種類を用いた。牛革Aは先皮・中結用素材として最も適していると考えられている。牛革B、牛革Cはそれに比較して柔らかい素材。
- 人工皮革DおよびEは合成繊維素材を芯材とし、表裏に人工皮革素材を接着剤で貼合せ作製した。

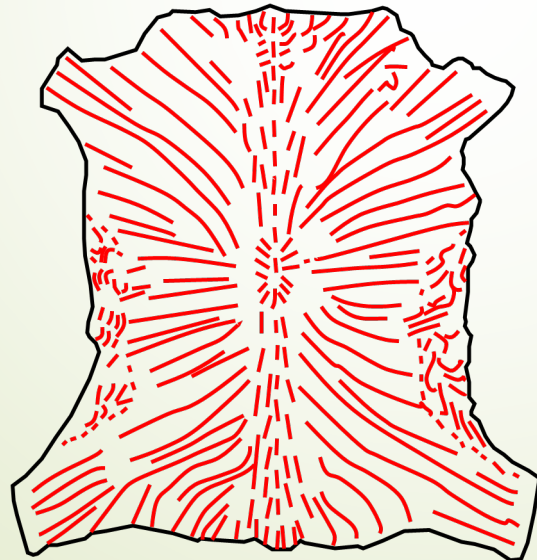
表1 皮革素材の厚さ, mm

牛革A	牛革B	牛革C	人工皮革D	人工皮革E
1.92	2.03	1.43	2.16	2.04

3. 皮革素材の打撃耐久性試験

牛革には下図に示すような複雑な繊維組織があり、素材の採取場所や方向によって機械特性が異なる原因となっていると考えられる。

また牛の個体差によって革の厚さや固さも異なる。



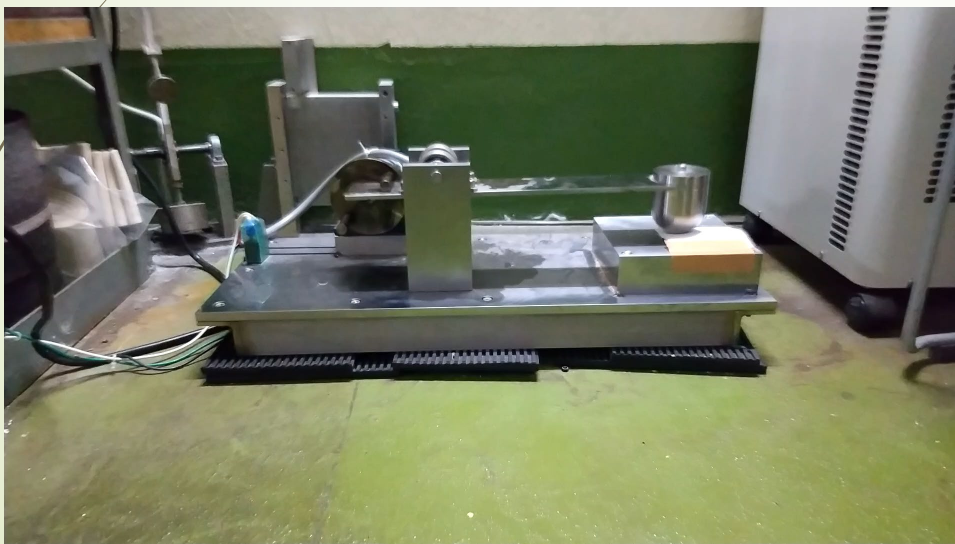
子牛皮の繊維方向

3. 皮革素材の打撃耐久性試験

- 竹刀の先皮や中結の損傷は、先皮や中結が打突時に面金に当たることが原因と考えられる。
- しかしJIS規格には打撃による皮革の損傷を評価する方法は定められていない。

3. 皮革素材の打撃耐久性試験

皮革試験片に繰返し打撃を加える打撃耐久性試験装置を作製した。



落錘重量 : 5.5 kg

落下高さ : 200 mm

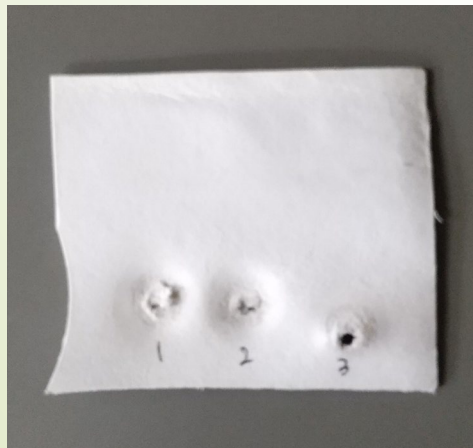
打撃面曲率半径 : 30 mm

打撃エネルギー : 5.5 J

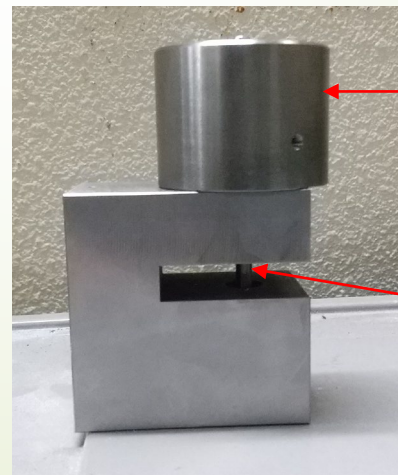
3. 皮革素材の打撃耐久性試験

打撃耐久性の評価方法：

- ①打撃耐久性試験装置にて所定の回数打撃する。
- ②貫通テストで貫通するかチェックする。
- ③貫通しなければ再度打撃試験を行う。
- ④試験回数は一試料当たり16回。



試験片



錘重量：1 kg

圧子太さ：Φ3 mm

貫通テスト

3. 皮革素材の打撃耐久性試験

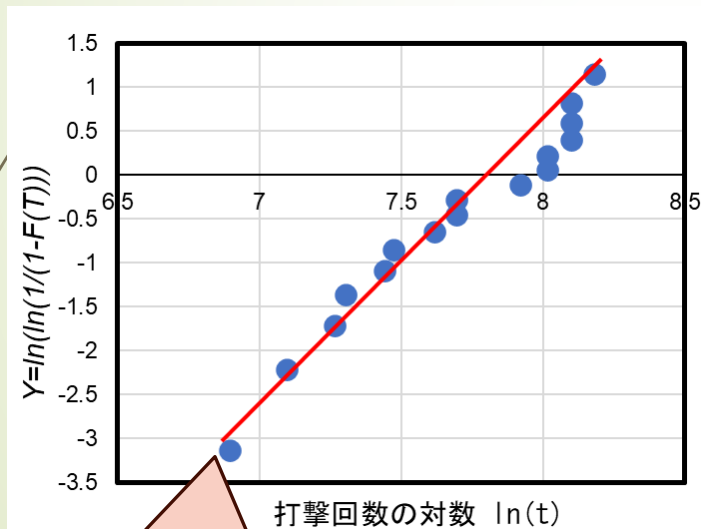
ワイブル分布を仮定してデータ整理を行った。

$$\text{確率分布関数 } f(t) = \frac{m}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{m-1} \exp\left\{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^m\right\}$$

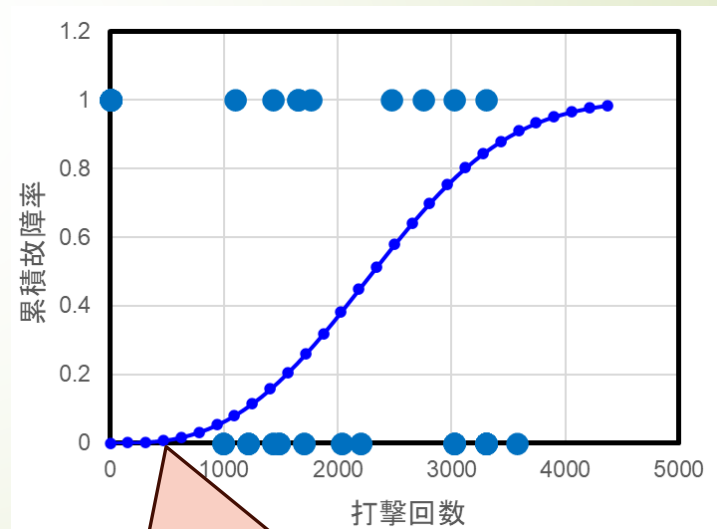
m : ワイブル係数、 η : 尺度パラメータ

3. 皮革素材の打撃耐久性試験

実験データから革素材のワイブルパラメータを定めれば、任意の打撃回数における破断確率（累積故障率）を予測できる。



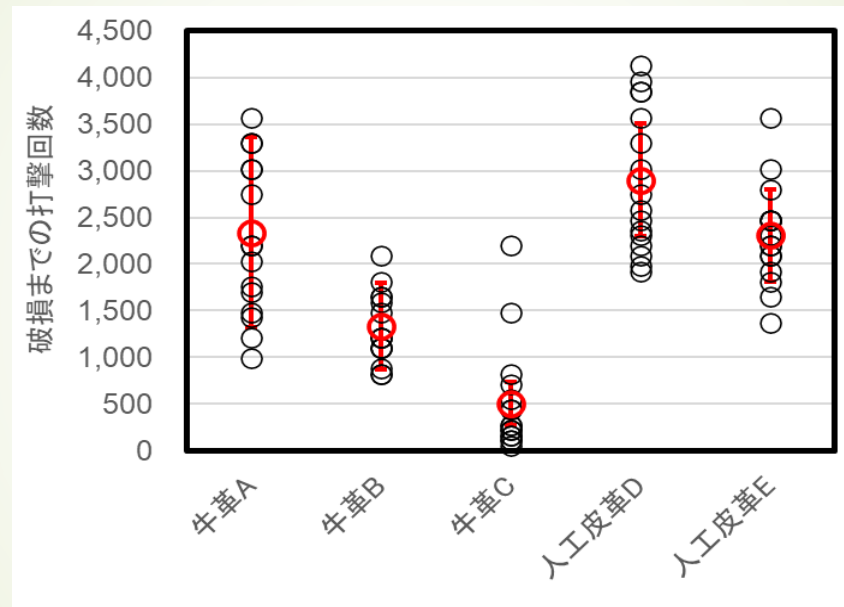
ワイブルプロットの直線の傾きから、ワイブルパラメータを求める



求まったワイブルパラメータより、打撃回数に対する累積故障率の変化を求めることが出来る

3. 皮革素材の打撃耐久性試験

破損までの打撃回数



赤丸は平均値

- 牛革A > 牛革B > 牛革C の順で打撃耐久性が優れている。
- 人工皮革D、Eの打撃耐久性は牛革Aとほぼ同じ。

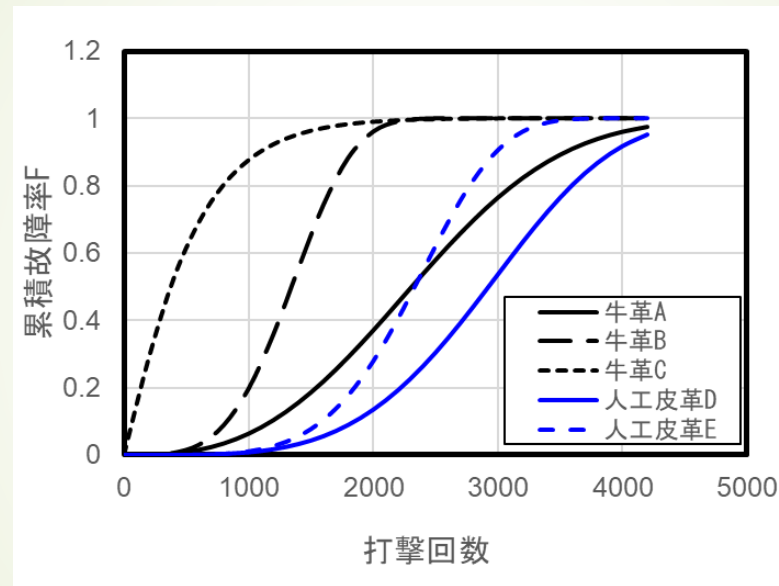
3. 皮革素材の打撃耐久性試験

実験結果より求めたワイブルパラメータ

	牛革A	牛革B	牛革C	人工皮革D	人工皮革E
ワイブル係数 m	2.815	3.877	1.124	4.117	4.871
尺度パラメータ η	2628.3	1479.3	520.53	3195.2	2516.3
平均値	2341	1339	499	2901	2307
標準偏差	901	386	445	793	541

3. 皮革素材の打撃耐久性試験

ワイブルパラメータから計算した累積故障率



- 牛革Aの累積故障率の増加は緩やか。
- 牛革Cは打撃の初期から累積故障率が急激に増大する。

3. 皮革素材の打撃耐久性試験

- 牛革Aでは累積故障率5%に達する打撃回数が900回以上。
- 一方、牛革Cは打撃回数が9回で累積故障率1%、打撃回数37回で累積故障率5%に達する。
- 人工皮革では累積故障率5%に達する打撃回数は1300回以上であり、初期の破損の可能性は低い。

表2 故障率と打撃回数

	牛革A	牛革B	牛革C	人工皮革D	人工皮革E
故障率5%になる打撃回数	915	687	37	1553	1368
故障率1%になる打撃回数	513	452	9	1045	979

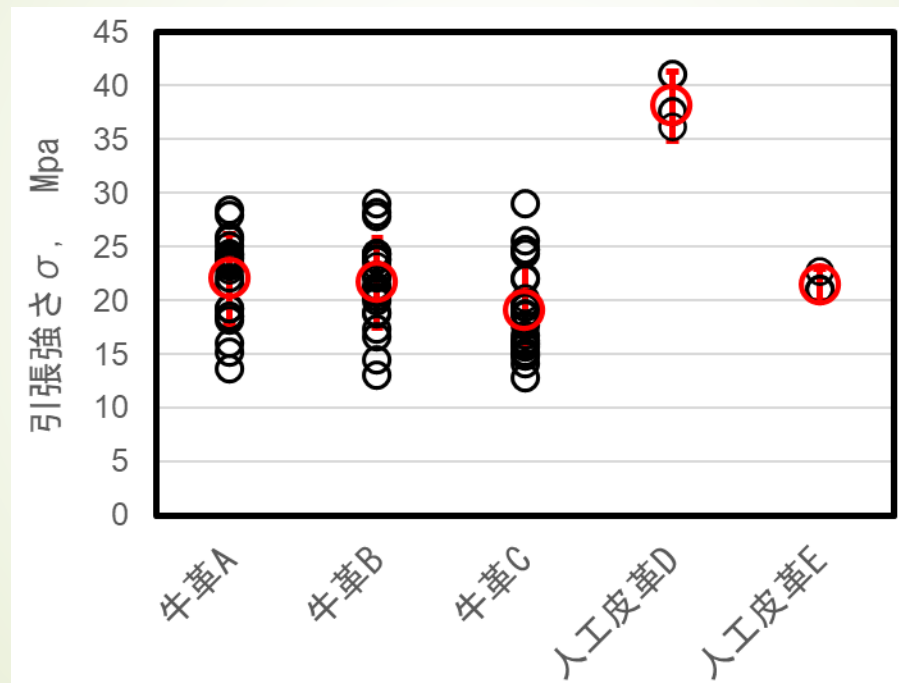
4. 皮革素材の機械的特性評価

JISに基づく機械特性評価を行った。

- 引張試験 (JIS K6557-2)
縦方向・横方向 12本ずつ
- 引裂き試験 (シングルエッジ法JIS K6557-3)
縦方向・横方向 12本ずつ
- 表面摩耗強さ (テーバー式JIS L1096、9.8Nで
1000回転摩擦)
12枚

4. 皮革素材の機械的特性評価

引張強さ JIS K6557-2

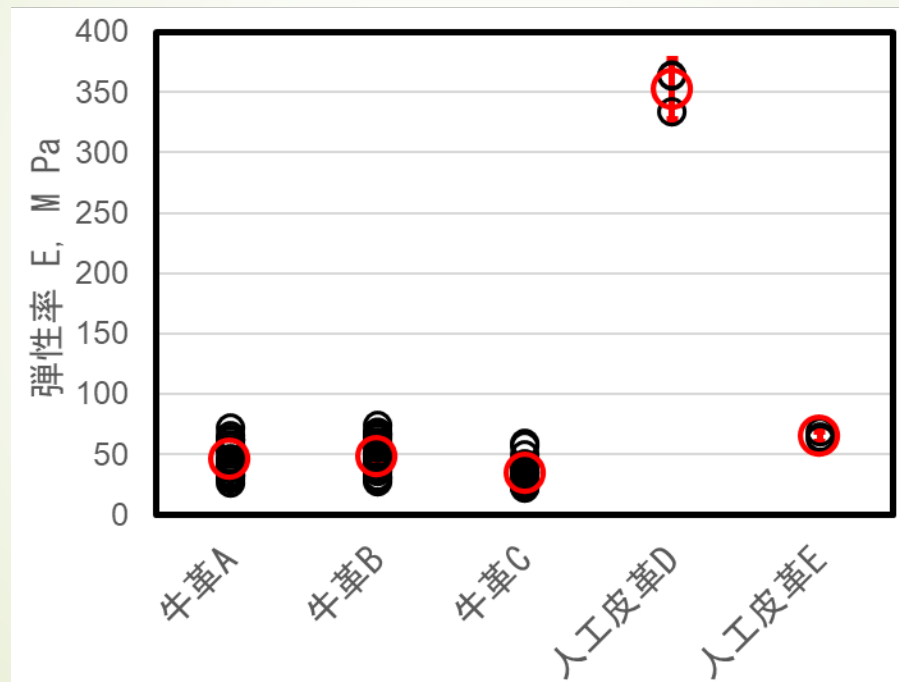


赤丸は平均値

牛革A,B,Cと人工皮革Eの差はない。
人工皮革Dは非常に強い。

4. 皮革素材の機械的特性評価

縦弾性率 JIS K6557-2

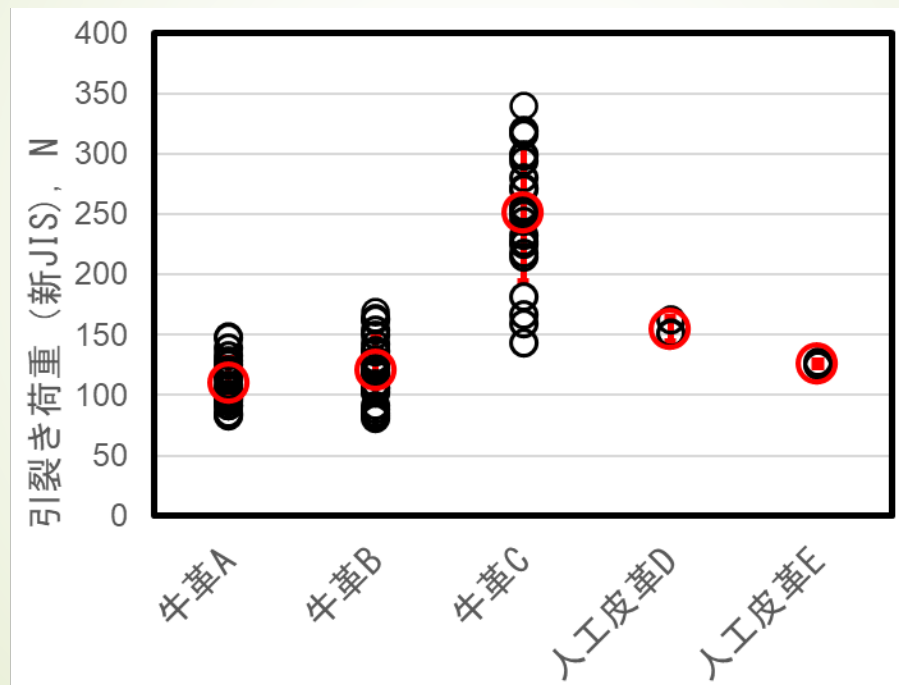


赤丸は平均値

牛革A,B,Cと人工皮革Eの差はない。
人工皮革Dの弾性率は非常に大きい。

4. 皮革素材の機械的特性評価

引裂き荷重 JIS K6557-3

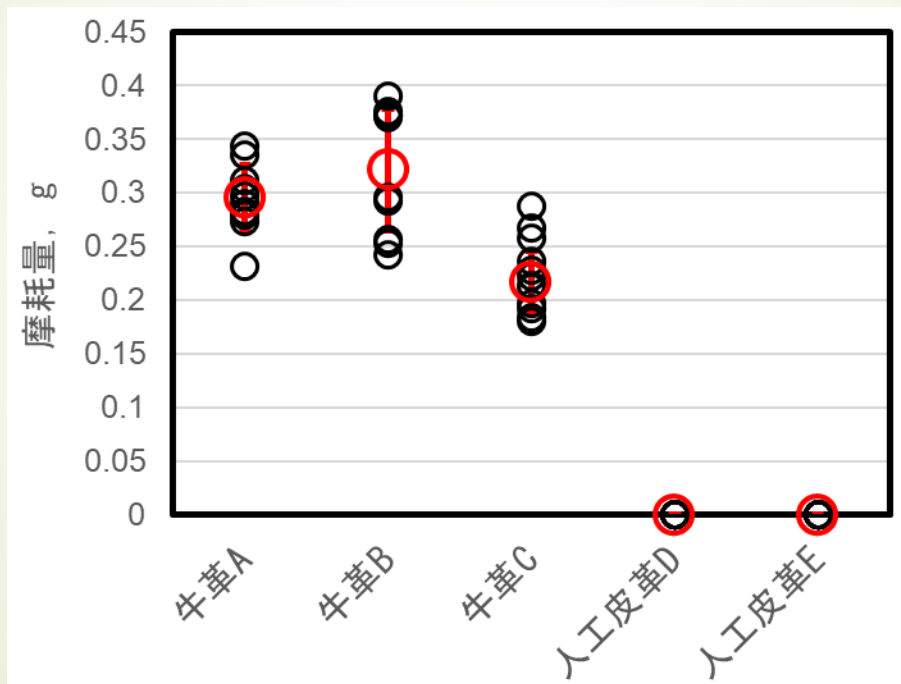


赤丸は平均値

牛革A,Bと人工皮革D,Eはほぼ同等。
牛革Cの引裂き荷重は大きい。

4. 皮革素材の機械的特性評価

耐摩耗性 JIS L1096



赤丸は平均値

人工皮革D、Eの耐摩耗性は高い。

4. 皮革素材の機械的特性評価

	打撃耐久性 (平均打撃回数)	引張強さ MPa	弾性率 MPa	引裂荷重 N	摩耗量 g
牛革A	2341	22	46	110	0.2948
牛革B	1339	22	48	120	0.3219
牛革C	499	19	34	251	0.2231
人工皮革D	2901	38	352	154	0.0
人工皮革E	2307	22	65	125	0.0

人工皮革D,Eの特性は牛革Aより上回っている。
粗悪な牛革の代替素材として利用できる可能性が高い。

5. 結言

1. 竹刀の先皮・中結の打撃耐久性の評価のため新たに打撃試験装置を開発し、3種類の牛革素材および2種類の人工皮革素材について打撃耐久性を調べた。
2. その結果、牛革は素材によって打撃耐久性が大きく異なることが判った。
3. また人工皮革素材は牛革A（良品）と同程度の打撃耐久性を示すことが判った。

5. 結言

4. JIS規格に基づき引張強さ、ヤング率、引裂き荷重、耐摩耗性を測定した。
5. 本研究で試作した人工皮革は引張強さ、引張強さは良質な牛革と同等であり、耐摩耗性は優れていることが判った。
6. 試作した人工皮革は粗悪な牛革の代替素材として利用できる可能性が高いと考えられる。



以上

ご清聴ありがとうございました

