

5. 柔道場床の緩衝効果に関する研究

東京学芸大学 射手矢 岬 筑波大学先端学際領域研究センター 柘植 俊一
井之頭学園 高橋 邦郎 筑波大学 竹内 善徳

5. A shock-absorbing device to substitute floor spring suspension.

Misaki Iteya (Tokyo Gakugei University)

Shunichi Tsuge (Tsukuba Advanced Research Alliance)

Kunio Takahashi (Inogashira gakuen)

Yoshinori Takeuchi (University of Tsukuba)

This paper describes an experiment to examine shock-absorbing effects of used tires placed between tatami and hard floor. The impact pressure given to the human body was measured using pressure-sensitive film (Fuji Film Co., Ltd.).

The results were summarized as follows:

1 The visco-elastic effects of used tire reduce impact pressure felt by human body considerably even for tatamis placed on concrete floor.

2 Heavy and stiff tatami absorbs impact when placed on this tire to the same level as well-designed light tatami now in common use.

These findings result from simple devices of inexpensive tools and are expected to help save expensive dojo floor suspension devices even for hard tatami mats. This research was supported by a grant from the medical and science committee in All Japan Judo Federation.

I はじめに

若年層柔道競技者、つまり小中高生の柔道選手の大型化は緊急な怪我防止対策を促しつつある現状であるといつてよい。団体試合で対戦者の体重差が従来考えられなかったほどに大きな場合があるのに対策が講じられていないこと、体格が大きいのに技術や筋力がそれに伴わず、巻込技とそれによる怪我が増えており、その適切な防止策が取られていないことは憂慮すべき現状である。

この問題の解決は次の二側面からアプローチすることができるだろう。

- i) 試合形式及び審判規定の改善
- ii) 試合場床の緩衝装置の改善とその制度化

項目 i) については、例えば団体試合を、個人戦よりも緩やかな区分の体重制にするとか、巻込技が一本とならない場合は向き直って下から攻めなければ（これは無条件降伏の姿勢、いわゆる「亀」であるから）反則を与えよとかなど、少年柔道に特有な規定を追加をすることで対処できるかもしれない。特に後者は、肥満体ほど有利という柔道の現状に歯止めをかけ、かつ現在急速にすたれつつある寝技技術の復活に役立つものと思われる。

項目 ii) は単なる技術的問題であるだけにすぐ着手する事ができ、速効性が期待できる。但し、すべての試合場をある安全基準下におくような拘束力をもつ制度化が鍵となる。現行のルールでは畳や床に関しての安全基準は今のところ明記されていない。さらに、これまでに投技の衝撃力に関する研究はいくつか成されてきたが^{1)~6)}、それらは畳や床の緩衝効果について言及したものでなかった。

そこで、問題の緊急性からみて、本研究は項目 ii) に焦点を当て進められた。本研究の目的は、受け身時の人体への衝撃を計測し、畳の種類や床の条件を考慮して緩衝装置についての提案を行うことであった。この研究成果は、畳や床が硬い場合でも、適切な緩衝効果を持つ柔道場の設営に役立ち、試合及び練習中の事故防止に貢献できるであろう。

II 方法

1) 被験者

「受け」は、東京学芸大学の柔道部員 2 名であった。被験者の身体特性は表 1 に示した。

中量級と重量級を被験者にしたのは、中量級は柔道の階級の中で最も人数の多い階級であり、

重量級は硬い床の影響を最も受けやすい階級であるためである。

表 1 被験者の身体的特性

Tabl 1 Physical characteristics of the subjects

被験者	身長	体重	段位	経験年数
中量級 (Y. M.)	171	70	2	10
重量級 (M. M.)	183	110	2	10

2) 床下の緩衝装置のモデル

緩衝効果は畳と床の二者が共に受け持つ。緩衝装置の一つの提案として、今回は弾性効果が期待できない床、即ちコンクリートの上に小型オートバイのタイヤ（幅 6 cm、外径 55cm）を敷き詰め、その上にベニア板を相互に重ね合わせ、さらに畳をその上に敷くという形式のものである。ここで、タイヤの役割は自動車のショックアブソーバーと同一である。つまりゴム弾性の復元力によるバネ効果とダンパー（衝撃吸収）効果である。粘弾性理論ではこの両者を並列に並べたものをフォークトモデル（図 1）、直列に並べたものをマクスウエルモデルと名付けている。タイヤはフォークリフトモデル

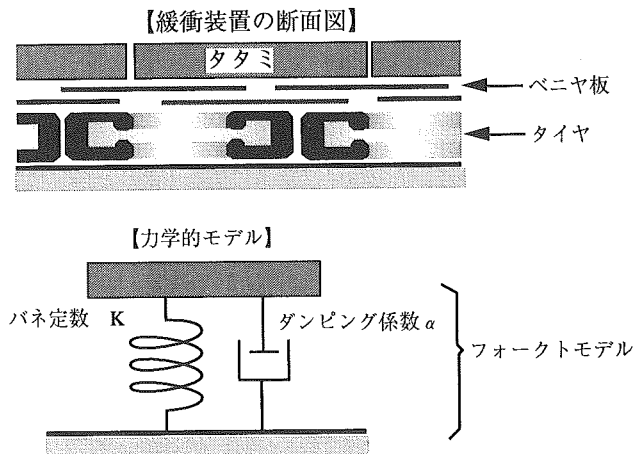


図1 古タイヤによる緩衝装置と力学モデル

Fig. 1 Shock-absorbing device and mechanics model

に近く、畳と床バネの複合はマクスウエルモデルに近いと考えてよいと思われる。

緩衝装置の比較系としてコンクリートの上に直接畳を敷いた場合と道場（東京学芸大学柔道場）の標準的なレイアウト（スプリング支持床）を用いた。畳については、現在広く普及しているポリエチレンやクッションボードが幾層にも組み合わさったもの（軟らかい畳）と、それに比べ相対的に硬い畳（主にいぐさが素材として使用されている畳）の2種類を用いた。

3) 測定方法

3つの床の条件で、取りは被験者（受け）を右背負投で3回ずつ投げた。同時に、被験者が投げられた時に感じた主観的な痛さを10段階で記録した。強度の指標は表2に示すとおりである。

尚、これらの感想は主観的なものであり個人差が生じるため、あくまでそれぞれの被験者の衝撃に関する基準参考資料とするものである。

測定部位は、右背負投で受け身を取る時、衝撃を最も強く受けるとと思われる左前腕部、左臀部、左

下腿部の3カ所とした。そして、感圧紙を前腕と下腿部は肌に直接、臀部は下着の上から貼った。

衝撃時の圧力の検出には感圧紙（富士フィルム社製プレスケール）を用いた。衝撃が加えられ赤く発色した部分は、濃度計によりその濃度が測定され、さらに圧力換算計によりその時の圧力が換算された。各部位の最大圧力の測定は、最も赤く発色したと思われる5カ所の圧力を測定し、最大及び最小値を除いた3つの値の平均を最大圧力とした。

III 結果と考察

1) 床の緩衝効果

人体による実験の前に、砲丸投げ用のおもり（5.3kg）を使用して、床下の緩衝効果を見た。砲丸の落下の初期位置から着地の運動量（質量×速さ）はかなりの精度で計算できる（図2）。例えば、砲丸用おもりを0.5mの高さから自然落下させた時（運動量は17kgm/sec）、床の条件が古タイヤでは1.0 kgf/cm²、道場では1.2kgf/cm²、コンクリートでは1.3kgf/cm²の順に圧力は大きくなった。同様に1m、1.5m、そして2mからおもりを落下させた場合、全ての条件で圧力値は増加し、古タイヤを敷いた場合の圧力値が常に最小であった。これらの結果はタイヤによる衝撃緩和機能は柔道場のスプリ

表2 主観的な痛さの指標

Table 2 Index of subjective pain

0	全く痛さを感じない
1	
2	多少の衝撃を感じるが、身体にはほとんど痛みを感じない
3	
4	衝撃はあるが、身体にはほとんど痛みを感じない
5	
6	やや強めの衝撃で、身体には多少痛みを感じる
7	
8	強い衝撃で、身体にも強い痛みが残る
9	
10	我慢できない痛さである

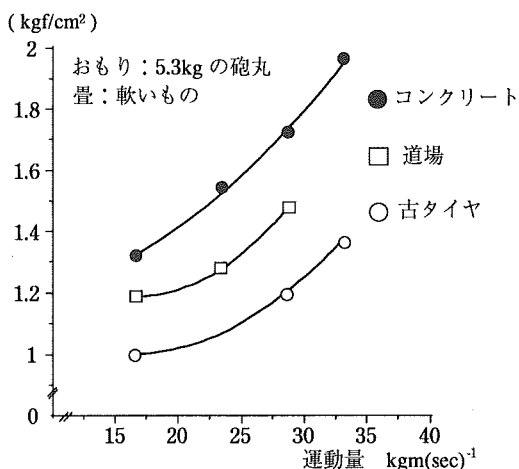


図2 緩衝効果の比較

Fig. 2 Comparison of shock-absorbing effects using a weight (5.3kg) for the shot-put

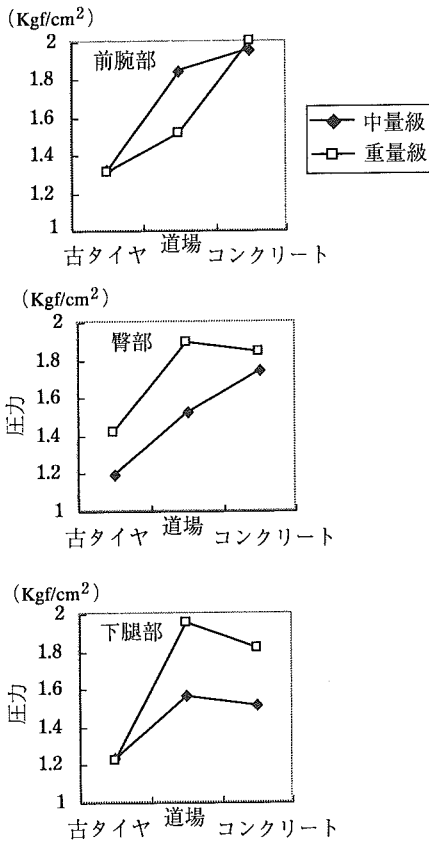


図3 畳下の条件と衝撃時の圧力

Fig.3 Impact pressures given to the human body on the different floor conditions

表3 床の条件と主観的な痛さ
Table 3 Subjective pain on the different floor conditions

	中量級	重量級
コンクリート	7	8
道場	6	5
古タイヤ	2	2

と軟らかい畳では最小圧力が1.3kgf/cm²、最大圧力は2.0kgf/cm²であり、硬い畳では最小圧力は1.5kgf/cm²、最大圧力は5.2kgf/cm²であった。臀部においては、圧力値の範囲は軟らかい畳では1.3kgf/cm²～1.8kgf/cm²、硬い畳では1.7kgf/cm²～4.7kgf/cm²であった。そして、下腿部においては、圧力値の範囲は軟らかい畳では1.2kgf/cm²～1.8kgf/cm²、硬い畳では1.6kgf/cm²～4.0kgf/cm²であった。それぞれの床の条件において軟らかい畳は硬い畳に比べ常に圧力値が低く、さらに圧力値のばらつきの範囲も軟らかい畳の方が小さかった。これらのことは、軟らかい畳は硬い畳に比べ衝撃緩和機能が優れていることを示している。

ング床よりも優れていることを示した。

次に人体による実験結果について述べる。図3は床下の条件を変えた時の身体にかかる衝撃時の圧力を示している。中量級、重量級ともに前腕部の圧力値は、古タイヤ、道場、そしてコンクリートの順に大きくなった。臀部の圧力値は、中量級では前腕部と同様の傾向で圧力値は古タイヤ、道場、そしてコンクリートの順に大きくなったが、重量級では、道場の圧力(1.9kgf/cm²)と、コンクリートの圧力(1.8kgf/cm²)が、ほぼ同圧力であった。下腿の圧力値は、床が古タイヤの場合が最も小さく、道場とコンクリートでは圧力値は同程度か、むしろコンクリートの方が低かった。

これらの結果は、古タイヤを畳の下に敷いた場合がもっとも衝撃を緩和することを示しており、砲丸の落下実験の結果と類似していた。しかし、人体による実験の場合、床の条件が道場とコンクリートとでは圧力値に差はみられなかった。これは、コンクリートに直接敷いた畳の上に投げられるという心理的な恐怖心が、被験者の脚をすくめさせたことにより生じたものと推察される。主観的な痛さはあくまでそれぞれの被験者の衝撃に関する参考資料であるが、ここでコンクリートに投げられた時の主観的な痛さは、中量級、重量級それぞれ「7」、「8」で、「身体に痛みが残る」という様な身体的につらい痛さであったことが窺えた(表3)。

2) 畳の緩衝効果

これまでの3つの床の条件に加え、2種類の畳について緩衝効果を比較してみた。図4は身体にかかる衝撃時の圧力値を畳の種類と床の条件別に示している。この時の圧力値は、中量級・重量級の平均値であった。床の条件及び測定部位に関係なく、軟らかい畳と相対的に硬い畳の両者の圧力値は常に前者が小さかった。また、圧力値のばらつきをみる

ここで床の緩衝装置の実用化という点で注目すべきことは、古タイヤの上に硬い畳を敷いた場合の圧力値は前腕1.5kgf/cm²、臀部1.7kgf/cm²、そして下腿1.6kgf/cm²で、道場に軟らかい畳を敷いた場合の値(前腕1.7kgf/cm²、臀部1.7kgf/cm²、下腿1.8kgf/cm²)と同程度であったことである。また、同時に示された主観的な痛さは古タイヤの上に硬い畳を敷いた場合「3.5」(中量級と重量級の平均値)で、道場に硬い畳を敷いた場合は「6」であり(表4)、前者の方が身体的には痛さを感じていないという結果であった。これらのことから、硬い畳でも下に古タイヤを敷けば、スプリング床の道場に相当する緩衝効果が得られるといえる。

IV まとめ

1) 床の条件が古タイヤ、道場、そしてコンクリートでは、古タイヤによる衝撃緩和機能は他の条件よりも優れていた。

2) 軟らかい畳の方が、硬い畳よりも衝撃緩和機能が優れていた。そして、古タイヤの上に硬い畳を敷いた場合の圧力値は道場に軟らかい畳を敷いた場合と同程度であった。

以上のことから、結論として次のことがいえる。比較的硬い畳でも、古タイヤとベニヤ板を用いれば、スプリング床の柔道場と同等の緩衝効果が得られる。本知見は、少年柔道大会、中学/高校の地区大会などの試合場設営に安価で効果的な手段を提供することになる。

本研究は全柔連医科学委員会プロジェクトとの共同研究として行われたものである。

参考文献

- 青木豊次, 金当国臣, 橋本昇, 松井伸一郎: 柔道畳に関する研究(第1報), 武道学研究, 10(2), 32-33, 1977.
- 小島義明, 浅見高明, 松本芳三, 竹内善徳: 柔道投技の受身の分析——身体各部の衝撃力と接床時間について——, 武道学研究, 10(3), 50-56, 1978.
- 松井勲, 川村禎三, 浅見高明, 竹内善徳: 柔道投技の衝撃と受け身に関する研究——腕部における受け身の効用について——, 武道学研究, 13(2), 70-71, 1981.
- 中 亮: 柔道の投げ技における「投げ」の衝撃に関する研究, 柔道, 38(2), 44-49, 1967.

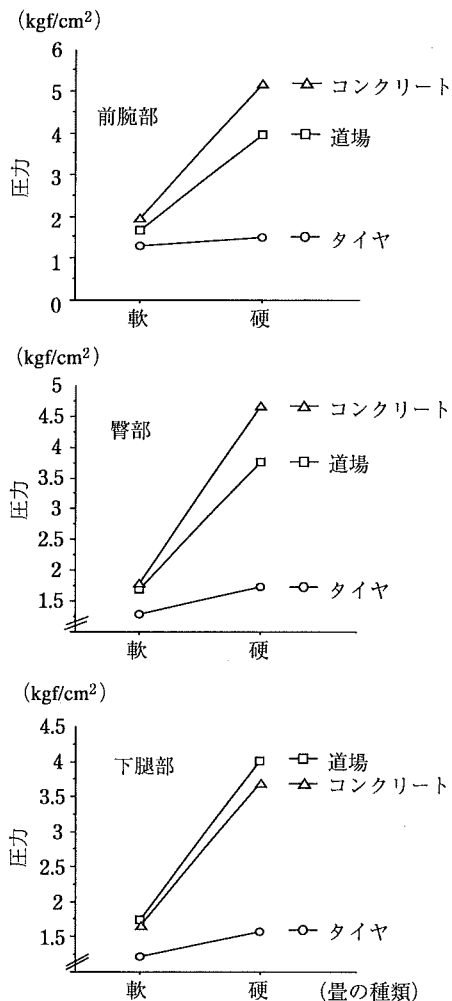


図4 畳の緩衝効果

Fig. 4 Impact pressures depend on the different tatamis (mats)

表4 畳および床の条件と主観的な痛さ
Table 4 Subjective pain depend on the different tatamis (mats)

	柔らかい畳	硬い畳
コンクリート	7.5	8.5
道場	6	8
古タイヤ	2	3.5

- 5) 徳田喜平, 竹田完治, 西村外志雄: 柔道投げわざにおける衝撃に関する研究 (第二報) —— 受け身の衝撃力について ——, 武道学研究, 8 (3), 13-19, 1976.
- 6) 米田吉孝, 松本芳三, 浅見高明: 柔道投技の衝撃とその緩衝動作について, 体育学研究, 15 (5), 114, 1971.