

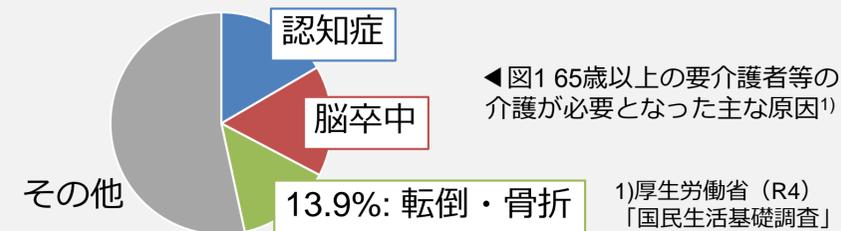
転倒発生が多い床・地面における 大腿部受傷リスクの比較 ～安全床の受傷リスク低減効果の検証～

西村 風牙¹, 伊藤 安海¹, 渡邊 一誠¹, 土屋 雅祥¹, 山田 隆一¹
 鍵山 善之¹, 根本 哲也¹,
 新名 勝之², 古田 達彦², 大久保 透²

¹山梨大学, ²TOPPAN株式会社

背景および目的

- 超高齢社会の日本では、要介護高齢者の増加は社会的問題
- 転倒・骨折は要介護となる原因の第3位



✓ 転倒骨折の物理的な予防・対策として**安全床**が有効

目的

- 転倒リスクが高い場所における大腿部受傷リスクの比較
- 安全床敷設の効果の数値化

安全床とは？

- 転倒時に骨が受ける衝撃荷重を低減させる
→フローリングのように施工し、部屋中を安全にできる
- 車椅子などの車輪を押し引きができる硬質さを備える

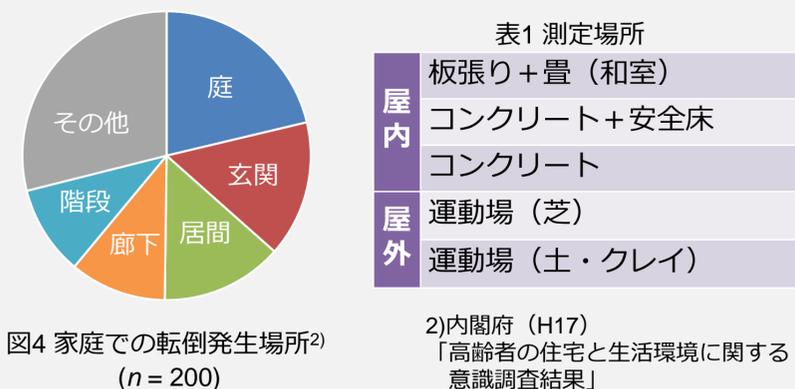


図2 一般家庭の床のイメージ

図3 安全床のイメージ

比較した床・地面

- 家庭での転倒が多く報告されている地点（再現含む）において実験を行った



- 安全床は市販されている5種類を比較に用いた

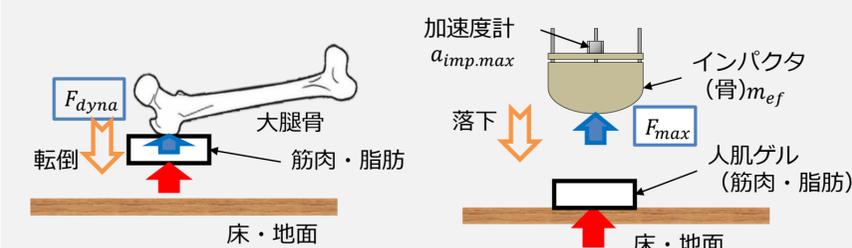
表2 安全床の概要

| | A | B | C | D | E |
|--------|------|----|------|------|------|
| 床厚[mm] | 12.0 | 22 | 12.1 | 14.3 | 13.8 |
| 構造 | 多層 | 座屈 | 座屈 | 多層 | 多層 |

- * A, D, Eは10cm角, B, Cは座屈部分に干渉しないように裁断したものをを用いた
- * 安全床における測定はすべてコンクリート床の同地点において実施

測定原理

- 転倒時、大腿骨に負荷される荷重を落錘により再現



$$F_{max} = m_{ef} a_{imp.max}$$

F_{max} : 最大動荷重[N], m_{ef} : インパクト有効質量[kg], $a_{imp.max}$: 最大インパクト加速度[m/s²]

- インパクトはCT画像を基に大腿骨の曲率半径を模擬
- 衝突時の加速度を取得, 有効質量との積とし荷重を算出
- $m_{ef}=5.78$ (校正実験より取得) として算出

試験機の概要

- 可搬型かつ床に直接試験可能

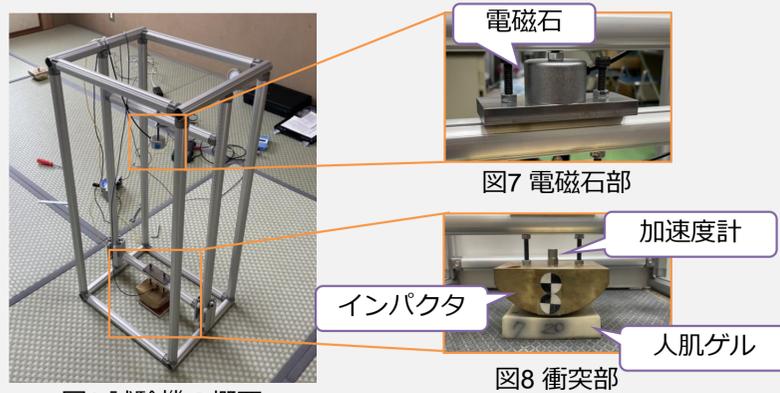


表3 試験機の概要と仕様

| 名称 | 概要 | 仕様 |
|-------|---------------|---------------------------|
| 電磁石 | 消磁によりインパクトを落下 | KANETEC KE-4E |
| 加速度計 | 衝突時の最大加速度を取得 | 昭和測器 デジタル加速度計 MODEL-1340B |
| インパクト | 大腿骨大転子部を再現 | 真鍮製, 4.96kg |
| 人肌ゲル | ヒト軟部組織を再現 | エクシール, 硬度7, 厚さ20mm |

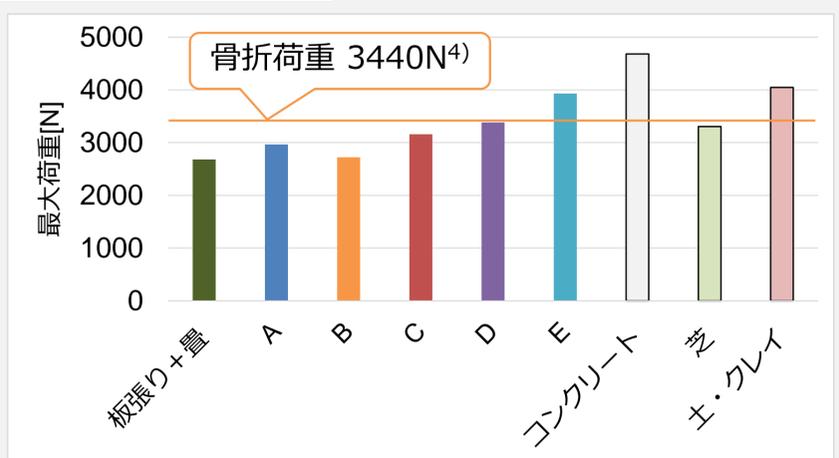
実験条件

表4 実験条件

| | |
|-----------|------|
| 落下高さ[cm] | 45.0 |
| 衝突速度[m/s] | 2.78 |

- * 安全床の連続落錐による性能低下を排除するため、未使用品に対し1度目の落錐を結果とした
 - * 安全床はイコールコンディションとするため20℃の恒温槽で24時間以上保持
 - * 人肌ゲルは使用温度による特性変化があるため、校正時と同じ5~15℃にて使用
 - * 人肌ゲル厚さ20mmはヒト軟組織厚さ10mm相当
 - * 落下高さは衝撃速度を満足するため、予備実験によって設定
 - * 衝撃速度は低BMI女性における転倒速度として2.62m/sを基準とした³⁾
- 3)村上, 趙, 水野 (名古屋大学) (R4) 転倒における大腿骨近位部の有限要素解析

結果と考察



- * 高齢女性大腿骨骨折荷重を3440N⁴⁾ とし、橙線で示した
- * 畳は床下構造のある和室において根太上で測定

最大動荷重はコンクリートで4680Nだった。最も荷重低減効果が大きかった安全床Bでは2721Nと、-1959Nの効果を見せた。全ての安全床でコンクリートを下回る荷重となった。

考察

Eの安全床では底つきが発生した。より大きい面積の床で測定を行うことで、広範囲で衝撃吸収が可能となり底つきが低減されると考えられる。その他安全床についても施工環境では、よりリスク低減効果が高まると予想される。

4) Robinovitch, S. N., Hayes, W. C., and McMahon, T. A., Prediction of Femoral Impact Forces in Falls on the Hip, Journal of Biomechanical Engineering, Vol. 113, No. 4 (1991), pp. 366-374.

まとめ

- 床下構造がある場所はコンクリート直張りに対して転倒時大腿骨に負荷される荷重を6割程度まで低下させた
- 安全床の敷設によりコンクリート直張り上でも荷重を床下構造がある部屋同等まで低下させた
- 屋外において、芝の敷設が受傷リスク低減に効果があることが示唆された