

床構法が転倒時の頭部衝撃に与える影響

正会員 ○佐藤 英幸^{*1} 長谷川 敦志^{*2} 直井 英雄^{*3}
同 馬場 孝吉^{*4} 渡辺 明^{*4}

1. 研究目的

日常災害のなかで転倒事故、特に高齢者の転倒事故は極めて重要な位置を占めている。今後の高齢化時代を考えると、この事故はさらに大きな問題になってくることが予想される。そこでこの研究では、公団住宅及びその他の住宅の床構法を対象に、転倒時の頭部衝撃に与える影響の程度を頭部ダミーを用いた実験により明らかにし、そのデータをもとに各種床構法の傷害の可能性について評価・判定することを目的とする。

2. 研究方法

1) 実験条件の設定

実際の転倒事故では、倒れた時の身のこなしなどにより、かなり衝撃力が軽減される可能性がある。しかし、この実験では、「不利」な条件で判断するために、それらが何も関与しない状態、すなわち後頭部をまともに打つ状態を想定し、頭部ダミーを直接床に自由落下させる方法をとった。

2) 実験装置・対象・方法

実験用の頭部ダミーとしては、自動車の衝突実験などによく用いられる 3-DGM-JM 50-67型 (重量約 3.9kg) のダミーを使用し、床構法としては、表-1に示す公団の代表的な床等を対象とした。実験方法は、30cmごとに 180cmまでの6通りの高さからそれぞれ5回ずつ後頭部を打つように落下させ、ダミーに組み込まれた加速度変換器 (AS-500TAZ10) 及び動ひずみ測定器 (DDM-612B) により加速度の大きさを検出し、電磁オシログラフ (RMS-11LPT) にその時間変動を記録させた。また、実験の精度を検討するために、いくつかの代表的な床については30回のデータをとった。

3) データの読み取り方と評価方法

一項目の実験で得られる5回のデータのうち、最大加速度の値の中央のものに、その高さでの値を代表させることとした。その読み取り方は、医学分野でとられている手法に従い、得られた加速度曲線が最大値の1/10に達した点から再び1/10に降下するまでの時間を衝撃作用時間とし、この時間内の加速度変動の平均値を平均加速度とした。(図-1参照)

表-1 実験対象床構法 (公団住宅床、一般部分)

種別	下地	仕上げ材		
RCスラブ	下地なし (またはモルタル下地、 セルフレベリング下地)	仕上げ無し		
		組器タイル		
転ばし粗大	合板 12mm	Pタイル		
		タタミ 55mm (発泡ポリエチレンシート敷き)		
		カーペット 7mm (フェルト10mm敷き)		
		ビニル床シート 2.3mm		
		3.5mm		
		木質系フローリングブロック12mm (クッション材付)		
		木質系フローリング (2組) 12mm		
		(1組) 15mm		
		引き床	合板 5.5mm	仕上げ無し
				タタミ 55mm
カーペット 7mm (フェルト10mm敷き)				
ビニル床シート 2.3mm				
3.5mm				
木質系フローリング (2組) 12mm				
(1組) 15mm				
発泡プラスチック系床 (セルフレベリング下地)	合板 12mm			仕上げ無し
				タタミ 55mm
				カーペット 7mm (フェルト10mm敷き)
		ビニル床シート 2.3mm		
		3.5mm		
		木質系フローリング (2組) 12mm		
		(1組) 15mm		
		2'x4'住宅床 (1階床)	合板 12mm	木質系フローリング (1組) 15mm
				(1組) 15mm
		FRP防水パン		

注) *は現場実験、他は実験室実験によりデータを得ている。

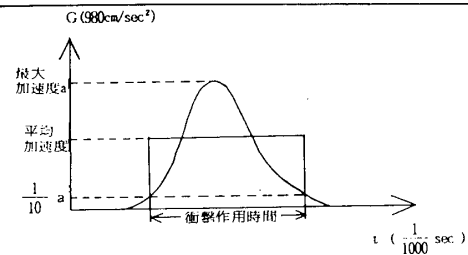


図-1 データの読み取り方

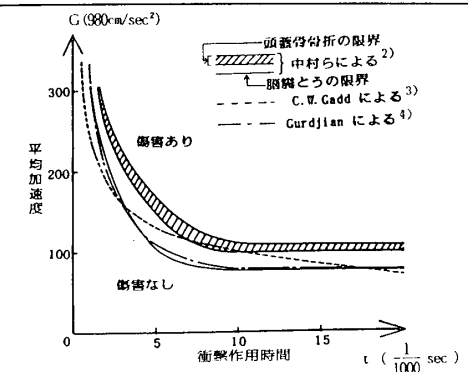


図-2 頭部の衝撃耐性曲線の例

頭部の衝撃耐性に関して、医学分野ではこれまでにいく通りかの考え方が報告されている。図-2は、そのうちの3例を示したものである。図からもわかるように、これらはある精度の範囲ではほぼ同じ特性を示しており、今回の実験の意味や精度から考えて、評価・判定に十分使えるものと判断できる。そこで今回は、その中でも過去の諸説をふまえながら最近報告された、「中村らによる頭部の衝撃耐性曲線」を用いることとした。

3. 研究結果及び考察

まず、同一実験項目についての30回の繰り返し実験から得られた平均加速度及び作用時間のデータは、ほぼ正規分布に従っており、かつ平均値の前後1割程度の範囲に95%のデータが入っていることがわかった。この精度は、この研究に必要な精度を十分満たすものと考えられる。

図-3は、RC直仕上床について、また図-4は、転ばし根太床について、それぞれ仕上げを替えて実験した結果である。これを見ると仕上げ材よりも、下地による影響がずっと大きいことがわかる。すなわち、仕上げ材の種類にかかわらず、RC直床下地は極めて硬く、一方、転ばし根太下地はかなり軟らかい。RC直床下地の硬さは、畳を除いた比較的薄い仕上げ材では吸収することができず、例えば立位からの転倒を考えて150cmの高さをとると、ほとんど傷害の可能性のある範囲内になる。これに対して、転ばし根太下地は、立位からの転倒に対してほぼ安全な範囲にある。なお、プラスチック系床下地は、ほぼこれらの中間、また、置き床下地は転ばし根太下地とほぼ同等の値であった。

図-5は、転ばし根太床について、落下位置による違いを示したものである。当然のことながら、位置により若干の違いが見られるが、比較的硬い部分（根太直上・根太大引交差部）でもRC直仕上床に比べればずっと軟らかく、特に問題はしなくともよい程度の値と考えられる。

4. まとめ

床構法と転倒時の頭部衝撃との間には密接な関係があり、特に下地による影響の大きいことが明らかとなった。また、傷害可能性のおよそのめやすも得られたが、今後は、今回使用したダミーが人間の頭部にどの程度近いかという問題の再検討なども必要である。なお、この研究は、住宅・都市整備公団よりの委託研究として行われたものであり、研究にあたっては、東京慈恵会医科大学中村紀夫教授および聖マリアンナ医科大学関野宏明教授のご指導をいただいた。

#1 東京理科大学大学院 #2 同助手 #3 同助教授・工博 #4 住宅・都市整備公団

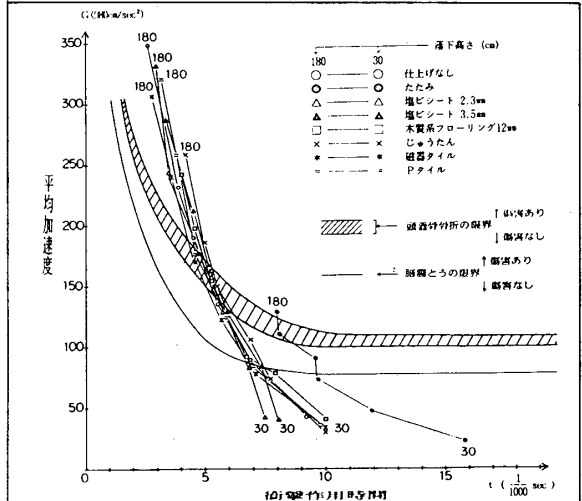


図-3 RC直仕上床における仕上げ別衝撃値

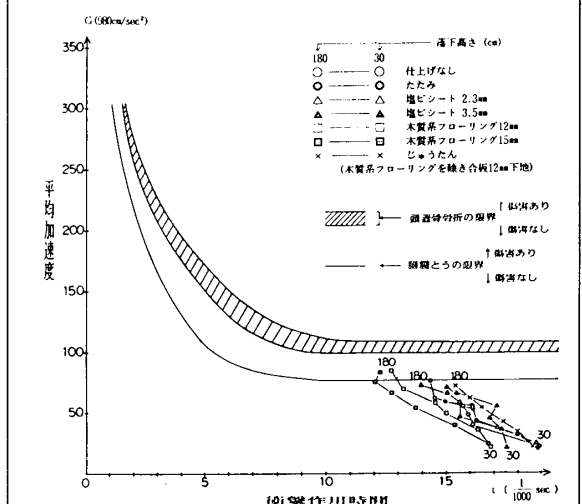


図-4 転ばし根太床における仕上げ別衝撃値

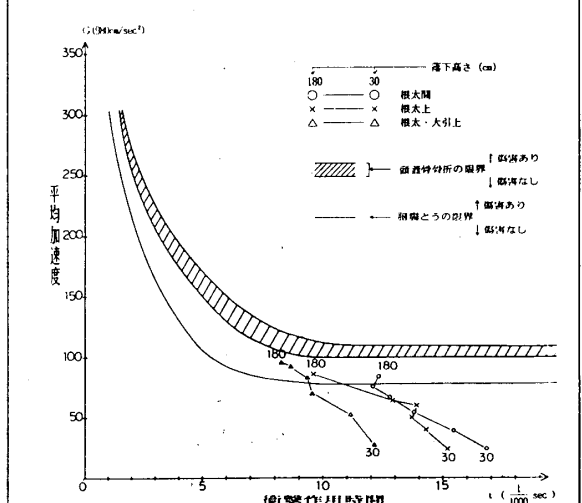


図-5 転ばし根太床における落下位置別衝撃値

- 1) この問題に関しては小野英哲助教授（東工大）の一連の研究がある。
- 2) 中村紀夫：重傷脳外傷の一次性死因の解明とその対策（1983）
- 3) C.W.Gadd：Use of a Weighted Impulse Criterion for Estimating Injury Hazard, Proceedings of the 10th STAPP Car Crash Conference (1966)
- 4) Gurdjian：Studies on Skull Fracture with Particular Reference to Engineering Factors, Amer. J. Surg., 78, 1949