

床構法が転倒時の頭部衝撃に与える影響 (その2)

正会員 ○直井 英雄*1 同 佐藤 英幸*2
同 長谷川 敦志*3 同 天神 良久*4

1. はじめに

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。この事故の対策に関する知見を得るために、昨年度の研究¹⁾では、公団住宅およびその他の住宅の床構法を対象として、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測定し、これに医学分野での人間の頭部耐性に関する研究成果²⁾をあてはめ、各種床構法の傷害の可能性、特に死亡事故の可能性について評価・判定を加えた。本年度は、より生体に近いとされている頭部ダミーを導入するなど、複数の実験装置による比較実験を行い、実験結果に若干の力学的検討を加えることによって、昨年の結果を補うような結論を得たので報告する。

2. 実験方法

1) 実験条件・測定方法

実際の転倒では、倒れた時の身のこなし、手による防御などにより、かなり衝撃力が緩和される可能性がある。しかし、この研究では、昨年と同様、安全側(人間にとっては不利な側)で判断するために、まともに後頭部を打つ状態を想定して実験を行なった。具体的には、人体衝撃実験に用いられる頭部ダミー(鋳物製頭骨+発泡ポリウレタン、以下ダミーA)およびより生体に近いとされる頭部ダミー(FRP製頭骨+チオコールゴム、以下ダミーB)のいずれかを用い、各種構法の床に落下させた時の衝撃値(平均加速度および衝撃作用時間)を図-1により測定した。

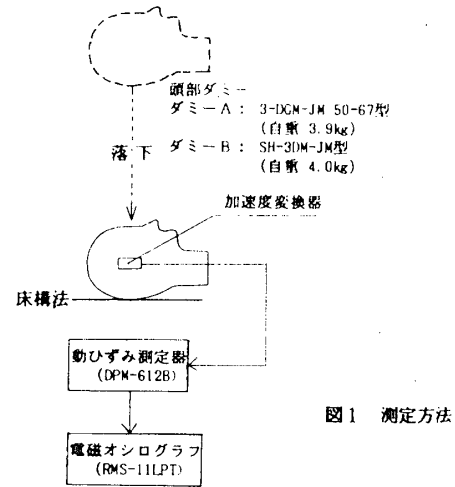


図1 測定方法

2) 実験装置

安全側でかつより生体に近い実験方法を確認するために、以下の4種の実験装置を用いた。

- 実験装置1: ダミーAを後頭部が下になるように吊るし、自由落下させる装置。昨年使用したものと同じであるが、安全側で判断するという実験の主旨に合致し、かつ、測定したいあらゆる項目の測定が可能であるため、比較実験の中心をなす装置として再度用いる。
- 実験装置2: ダミーAを根元をヒンジにした棒の上部に取りつけ、150cmの高さから落下させる装置。装置1に比べ、実際の転倒にやや近い状態を再現しようとするものであるが、やはり実際の転倒とはかなりかけ離れた再現性と考えられるため、むしろ装置1とどちらが安全側の値を示すかを見る目的で用いる。
- 実験装置3: ダミーAを、頭部衝撃の際の相当質量とされている10kgに増やし、装置1同様に自由落下させる装置。装置1より小さい値を示すことが予想されるが、その確認のために用いる。
- 実験装置4: ダミーBを、装置1同様自由落下させる装置。最も生体に近い値を示すものとして用いるが、測定範囲が制限されるため、装置1による値と関係づけて結論を導き出す必要がある。

表1 実験項目一覧

実験装置	実験対象床		落下高さ cm						
	■ 床	下地	仕上げ	30	60	90	120	150	180
ダミーA 3.9 kg 自由落下	RCスラブ	モルタル	Pタイル	○	●	○	○	○	○
			タタミ55mm	○	●	○	○	○	○
	モルタル	転ばし根太+合板12mm	仕上げ無し	○	●	○	○	○	○
		タタミ55mm	○	●	○	○	○	○	
ダミーA 10.0 kg 自由落下	RCスラブ	モルタル	Pタイル					●	
			タタミ55mm					●	
	モルタル	転ばし根太+合板12mm	仕上げ無し					●	
		タタミ55mm					●		
ダミーB 4.0 kg 自由落下	RCスラブ	モルタル	Pタイル	○	●	○			
			タタミ55mm	○	●	○			
	モルタル	転ばし根太+合板12mm	仕上げ無し	○	●	○			
		タタミ55mm	○	●	○				

注) ○は5回、●は30回の実験回数を示す。

3) 実験項目

表1に、実験項目の一覧を示す。実験対象床は、昨年の研究を参考に、典型的な反応を示す4種の構法を選んだ。落下高さは、各装置ごとに、測定の可能性等を考えて、表のごとく設定した。

4) データの読み取り方と評価・判定方法

昨年の方法を踏襲した。

3. 実験結果

30回の繰り返し実験から実験精度を検討したところ、昨年同様、データはほぼ正規分布に従うとともに、平均値の前後1割程度の範囲に95%のデータが入っていたため、この研究に必要な精度は十分満たしていると判断した。傷害の可能性の最も高い硬い床構法について実験装置別に平均衝撃値を比較してみると、図2に示すごとく、同じダミーを用いた装置1と2、3とでは、同じ落下高さで2、3は1より弱い衝撃値(図では左下方向)を示し、安全側で判断するためには1によるべきことが確認された。また、別種のダミーを用いた装置1と4を比較すると、生体に近いとされる4の方が同じ落下高さで平均加速度が大きく作用時間が小さいという衝撃値(図では左上方向)を示し、安全側であるかどうかはどちらともいえず、4の非実験項目を予測して判断する必要性が生じた。なお、他の床では、装置による違いがこれほど明確には現れなかった。

4. 非実験項目の予測

装置1による硬い床構法を対象とした実験値を検討したところ、平均加速度 $\alpha = aH$ (a :定数 H :落下高さ) ... ①、衝撃作用時間 $t = b \frac{1}{\sqrt{H}}$ (b :定数) ... ②、の関係が得られ、ここから $\alpha t^2 = a b^2 = C$ (C :定数) ... ③、が得られた。この関係は古典物理の理論からほぼ裏付けられた。図3は、各落下高さでの5つの実験値をプロットしたものに③式の回帰曲線を重ね合わせたものであるが、図から、③式はここで考えている精度の範囲で十分予測式として使えるのではないかと判断できる。そこで、③式を装置4の非実験項目の衝撃値の予測に用いた結果を図4に示す。この結果から、装置1と4とは衝撃値は違うが、傷害可能性はほぼ同じと判断できることがわかった。

5. おわりに

以上から、安全側でかつ生体に近い条件で厳密に判断するためには装置4によるべきこと、ただし傷害可能性の判定という面では装置1で測定された昨年の結果がほぼそのまま使えることが明らかとなった。今後は、実際の転倒時の衝撃緩和効果をどの程度考えるべきかの検討などが課題となる。なお、研究に際しては、当時卒研究生であった岩井今朝典、斎藤文則氏の協力を得た。

注 1) 61年大会梗概5265
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)

* 1 東京理科大学助教授・工博 * 2 (株)日建設計
* 3 小堀住研(株) * 4 東京理科大学助手

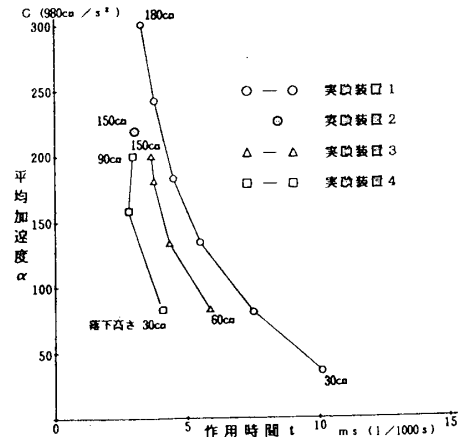


図2 実験装置別平均衝撃値 (RC+モルタル+Pタイルの場合)

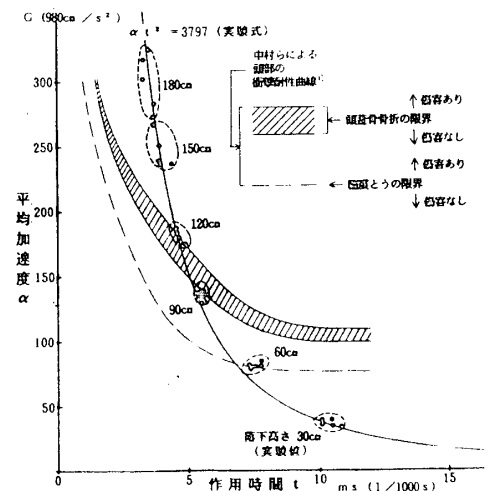


図3 実験装置1による実験値と実験式 (RC+モルタル+Pタイルの場合)

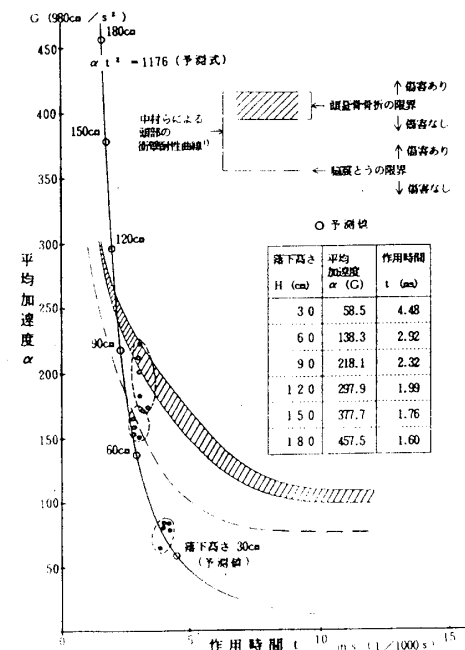


図4 実験装置4による予測式と予測値 (RC+モルタル+Pタイルの場合)