

板ガラスへの人体衝突試験法としての「ショットバッグ試験」の妥当性確認のための実験

正会員○田中 研 *1
同 岩井 今朝典*2
同 直井 英雄 *3

■研究目的■

人体衝突に対する板ガラスの衝撃強度の測定は、従来よりショットバッグ（以下SBと表記）試験*1により行われている。わが国における安全設計指針*2でも、この値に基づいて設計することになっている。しかし、人体に代わるものとして用いられているSBと実際の人体とでは、物性がかなり異っている可能性があるにもかかわらず、その確認のための研究がなされたとは聞いていない。そこで本研究では、実際の人体衝撃にいくぶんかでも近いと考えられる人体ダミーを用いた実験を行い、SB衝撃により生じる応力と比較検討する事により、SB試験が現実の人体衝突を模擬するものとして妥当かどうかを確認することを目的とする。またこれに加え、衝撃時にダミー頭部に生じる加速度を測定し、頭部傷害の有無についても検討を加える。

■実験方法■

(1) 衝撃試験装置:ANSI Z 97.1にのっとった装置を用い、加撃体はSB (45kg)、成人ダミー*3 (167cm, 61kg)、6才児ダミー*4 (117cm, 22kg)の3種を、被加撃体には割れない状態で歪が測定できるよう強化ガラス (1920mm×850mm×10mm)を用いた。また、応力値に影響を与える可能性を持つ要因として、人体ダミーの状態を各関節を固定するか自由にするか2種とした。なおガラスへの衝撃方法については、近似的に衝突状態を再現し安定したデータを得るためにSB試験同様振り子式に加撃し、加撃位置は図1、表1に示す2種とした。

(2) 等価とされる落下高さの設定:上記指針で設定されている4段階のSB落下高さ(振り子式に吊り上げた加撃部と加撃点との鉛直距離)それぞれに対し、同じく指針中に定められた公式*5に従って、衝撃として等価とされるダミーの落下高さを算定した。

(3) 実験項目:以上より設定された実験項目の一覧を表1に示す。

(4) 測定方法:強化ガラスの被加撃点反対面に、

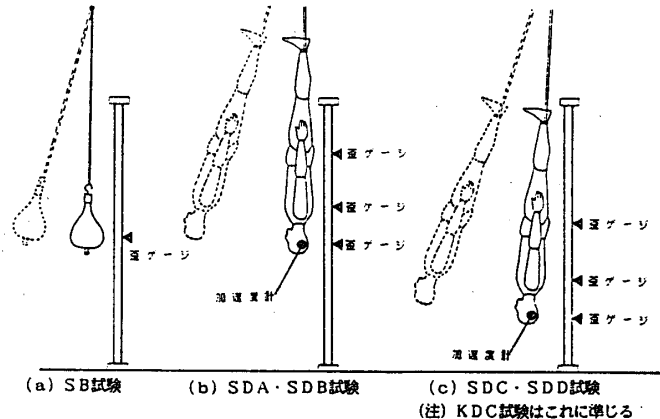


図1. 衝撃試験装置概略図

表1. 実験項目一覧表

記号	加撃体	設置位置	関節	落下高さ (cm)			
				30	50	75	120
SB	ショットバッグ (45kg)	(a) SBを板ガラス中央に					
SDA	成人ダミー (61kg)	(b) 頭部を板ガラス中央に	全固定			52	83
SDB			全自由			〃	〃
SDC	6才児ダミー (22kg)	(c) 重心を板ガラス中央に	全固定			〃	〃
SDD			全自由			〃	〃
KDC	6才児ダミー (22kg)	(c) 重心を板ガラス中央に	全固定	90	149		
備考		試行回数は各3回とする					

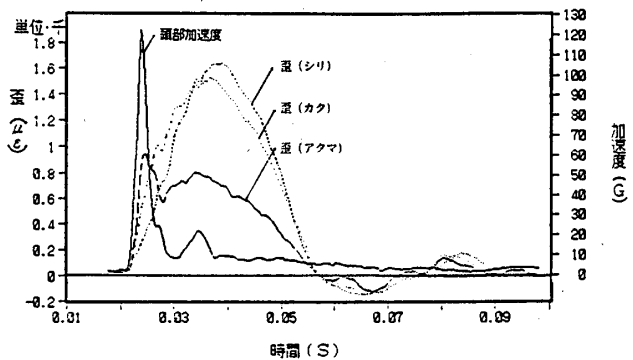


図2. 歪および加速度測定結果の例

*1 ショットバッグ試験とはANSI Z 97.1に定められた試験法である。加撃体は鉛物をつめた総重量100ポンド(45.4kg)のパンチングバッグ(ショットバッグ)と呼ばれる。これを鋼線ですり下げ、振り子式に試料の中心部を加撃する。

*2 「ガラスを用いた開口部の安全設計指針」 監修:建設省住宅局建築指導課 発行:財団法人 日本建築防災協会

*3 成人ダミー 伊藤精機(株) 3DGM-JM50-67型
辰屋鋼骨格+フルコラシスゴンジ

*4 6才児ダミー 伊藤精機(株) 3DGM-AM6Y型
庄屋鋼材板状頭骨+発砲ポリウレタン

*5
$$H = 9 \cdot \frac{M \cdot V^2 \cdot \rho_M}{2 \cdot g \cdot M \cdot \rho_M}$$
 より

$$h = 9 \cdot \frac{M \cdot V^2 \cdot \rho_M}{2 \cdot g \cdot M \cdot \rho_M}$$

 H: ショットバッグ落下高さ h: ダミー等価落下高さ
 V: 衝突速度 (7.28m/s)
 M: ダミーの質量 (成人: 61kg、6才児: 22kg)
 ρ_M : ダミー質量Mの45kg/1.77h³に対する衝撃効率比
 (成人: 1.1、6才児: 0.7)

歪ゲージを貼り付け（SBの場合1点、ダミーの場合頭、肩、尻の3点）加撃体の衝撃によって生じる引張歪を測定し、応力値に変換した。また人体ダミーにおいては、衝撃時に頭部に生じる加速度を、ダミー頭部に固定した加速度計で測定した。試行回数は各項目とも3回とした。

■実験結果■

図2は、人体ダミー加撃試験において生じる頭部加速度、及び3点に貼り付けた歪ゲージに生じる歪の測定結果の一例（SDC・落下高さ83cm）を示したものである。図3～図7は、SBによる加撃の応力と、これと等価と考えられる高さより落下させた人体ダミーによる加撃の応力とを比較したものである。これらの結果から、発生する応力は、成人ダミーの場合SBの1/2～1/3程度、6才児ダミーの場合1/2程度になっていることがわかる。図8は、加撃時に人体ダミーの頭部に生じる平均加速度及び作用時間を、他のタイプの頭部衝撃値と共に示したものである。この図からわかるように、今回の実験においてはほとんど人命に関わるような衝撃値は観測されなかった。

■考察及びまとめ■

今回の実験から、SBにより生じる応力に対して人体ダミーにより生じる応力はかなり小さいものである事がわかった。すなわち、SB試験は、人体衝突を模擬するものとしてかなり安全側の試験であるといえる。安全側すぎるかどうかは議論の余地があるが、この程度の安全率をとったと考えれば妥当な試験法と考えることができる。また衝撃の際にガラスが割れなかった場合の頭部傷害の可能性は、人命を左右するほどのものではない事が確認された。なお、実験に際しては、理科大大学院生下村龍治、小野行彦両君、および旭ガラス商品技術センターの方々の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

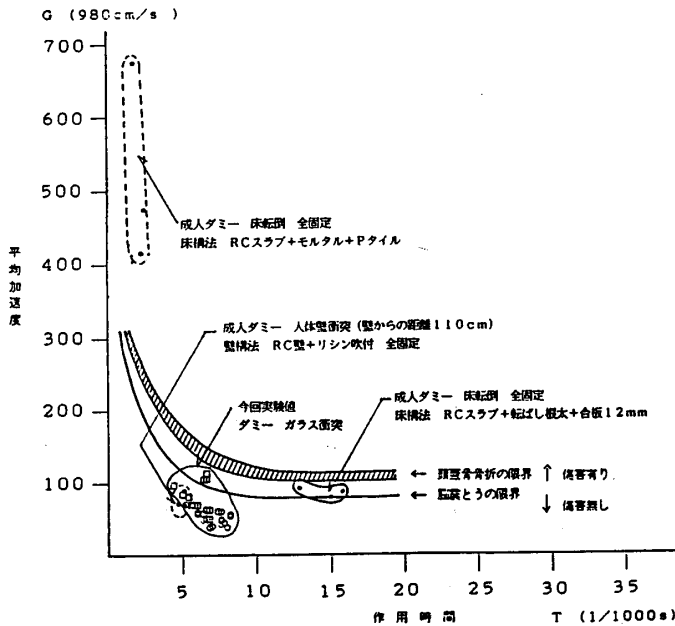


図8. ガラス衝突および他の衝突現象による頭部加速度の比較

*1東京理科大学 大学院生 *2東京理科大学 助手 *3東京理科大学 教授・工博

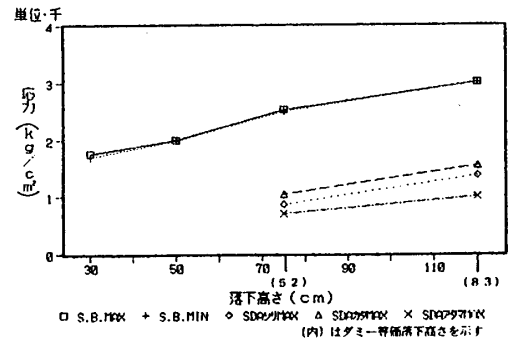


図3. SBとダミー (SDA) による発生応力比較

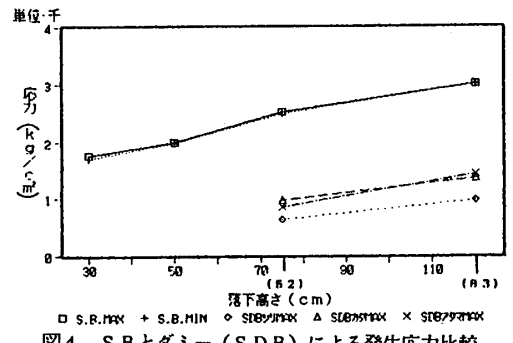


図4. SBとダミー (SDB) による発生応力比較

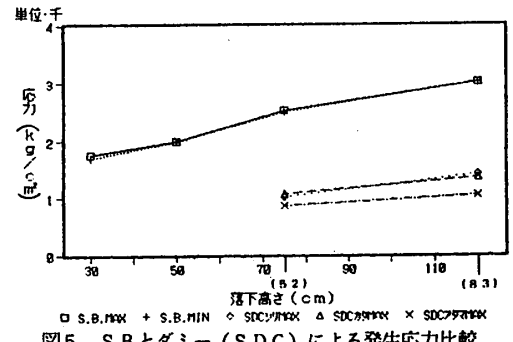


図5. SBとダミー (SDC) による発生応力比較

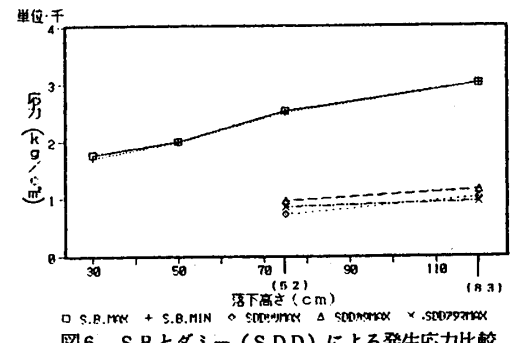


図6. SBとダミー (SDD) による発生応力比較

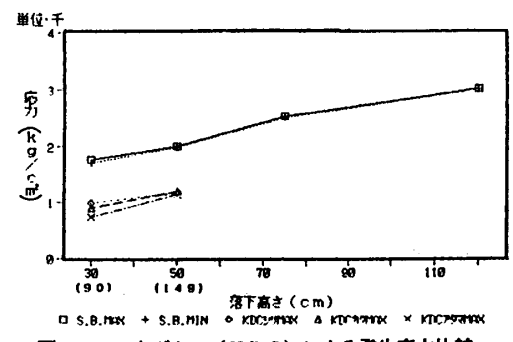


図7. SBとダミー (KDC) による発生応力比較