

SB・GB 試験による利用者の快適性を考慮した歩行者系舗装の弾力性評価方法

東京農業大学大学院 学生会員 ○樋口三恵
東京農業大学 正会員 竹内 康, 岡澤 宏
福岡大学 正会員 佐藤研一

1. はじめに 高齢化社会に対応し、高齢者や障害者はもちろん、歩行者の誰もが安全・安心に社会参加できるような、ユニバーサルデザインによる歩行空間の整備が重要となっている。なかでも歩行者系舗装には、歩き心地の適切な評価方法の開発が望まれ、様々な研究が行われている。鍋島ら¹⁾は、歩行者系弾性舗装の適正な硬さを求めるのに舗装路面の硬さ試験(JIS A 6519)を適用し、測定される衝撃加速度の適性範囲は概ね 80±10Gであることを示した。この適性範囲をもとに、竹内ら²⁾は小型FWD試験から求めた舗装体の弾性係数、舗装路面の硬さ試験による衝撃加速度の関係から、弾力性を考慮した歩行者系舗装の構造設計の可能性について検討した。その結果、健常者や車椅子利用者が安全で快適に通行できる硬さの範囲(適正範囲)の衝撃加速度に対応する弾性係数は30~70MPaであることを示した。

現在、歩行者系舗装の弾力性を評価するために、簡易なSB・GB試験が多く用いられている。しかし、SB・GB試験では、表層材料別にSB・GB係数の範囲が示されているのみで、測定値と弾力性の関係が不明瞭である。そこで本研究では、竹内らの研究結果に基づき、様々な歩行者系舗装材料を対象にSB・GB試験および小型FWD試験を実施し、利用者の快適性を考慮したSB・GB試験による弾力性評価方法について検討したので報告する。

2. 試験方法 本研究では、東京農業大学世田谷キャンパス構内・福岡大学七隈キャンパス構内およびその周辺の歩行者系舗装および陸上競技場等に敷設されている特殊舗装を対象にSB・GB試験および小型FWD試験を実施した。なお、試験結果の検討にあたっては、土木学会舗装工学委員会・歩行者系舗装小委員会によるUR戸頭住宅敷地内での測定結果も用いた。表-1に使用した舗装の表層材の種類を示す。ただし、人工芝や土系舗装など、舗装表面が固結され

ていないものは除外することとした。
SB・GB試験は、舗装調査・試験法便覧に従い、各舗装材において5回ずつ実施し、ほぼ一定の値を示す3回の平均値から式(1)によりSB・GB係数を求めた。

$$\text{SB 係数及び GB 係数}(\%) = \frac{H_0}{H} \times 100 \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、 H_0 : 平均反発高さ(cm), H : 落下高さ(100cm)である。

小型FWD試験は、載荷半径5cm、重錘5kgの条件で、落下高さを10~50cmの5段階に変化させて実施し、1つの落下高さに対してたわみのピーク値が大幅な差のない値が3回出るまで3回以上繰り返して試験を行った。そして、測定結果より式(2)にしたがい弾性係数 E_{PFWD} を算出した。

ゴムチップを使用した舗装材では、荷重レベルが3000N未満では測定値が不安定であったため、最大

表-1 測定場所と舗装の種類

測定場所	舗装の種類
東京農業大学 (東京都)	透水性ゴムチップ舗装
	ゴムチップ舗装 4種類
	ゴムチップウレタン舗装 4種類
	室内ゴム平板 16種類
	ILブロック舗装 2種類
	平板ブロック舗装
	タイル舗装 3種類
	自然石樹脂舗装 2種類
福岡大学 (福岡県)	木質舗装
	ゴムチップウレタン舗装 4種類
	現場施工ゴムチップ舗装
UR戸頭住宅 (茨城県)	アスファルト舗装
	ILブロック舗装
	平板ブロック舗装 2種類
	ゴムブロック舗装
	現場施工ゴムチップ舗装
	アスファルト舗装

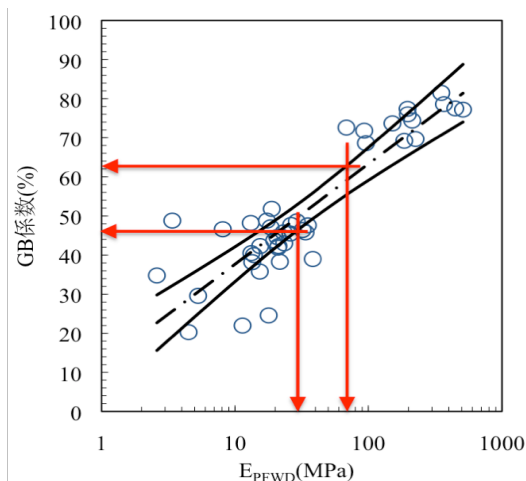


図-1 弾性係数と GB 係数の関係

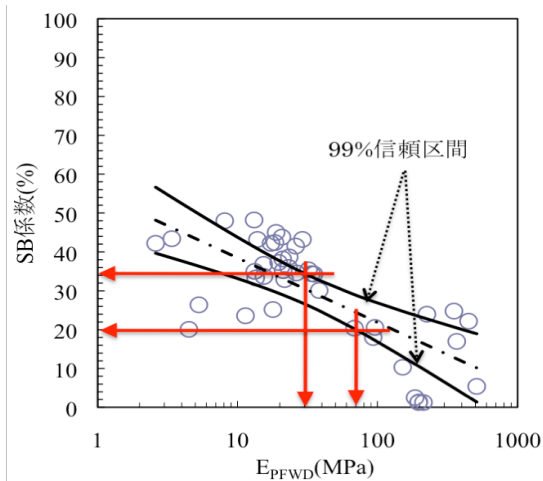


図-2 弾性係数と SB 係数の関係

表-2 $E_{PFW D}$ に対応する信頼区間の範囲

信頼区間	99%	95%	90%
GB 係数(%)	46~64	47~63	47~63
SB 係数(%)	21~34	22~33	22~32

荷重が 4000N 前後のときの試験結果から $E_{PFW D}$ を求めた。なお、弾性係数 $E_{PFW D}$ は、表層以下を単層と見なした時の弾性係数である。

$$E_{PFW D} = \frac{\pi(1-\nu^2)q \cdot r}{2 \cdot D} \quad \dots\dots(2)$$

ここで、 $E_{PFW D}$ ：弾性係数、 q ：最大圧力、 D ：最大変位、 r ：載荷板半径、 ν ：ポアソン比 (=0.4 と仮定) である。

3. 実験結果と考察 図-1, 2 に GB 係数と $E_{PFW D}$ 、SB 係数と $E_{PFW D}$ の関係を示す。図-1, 2 より、GB・SB 係数と $E_{PFW D}$ は片対数グラフ上で直線関係にあることがわかる。竹内らの測定結果では、SB 係数と $E_{PFW D}$ には相関が認められなかったが、本研究では舗装の種類を増やして検討した結果、図-2 に示す直線関係が得られたものと考えられる。また、各図における破線は近似曲線、実線は 99% 信頼区間の上下限を示している。そして、竹内らによって求められた舗装路面の硬さ試験の適性範囲に対応する弾性係数の下限値 30MPa、上限値 70MPa を横軸にとり、そこから伸ばした垂直が信頼区間の上下限のラインと交わる点の SB・GB 係数の値を求めた。図-1, 2 において、縦軸に伸びる実線の矢印は弾性係数の範囲に対応する信頼区間での範囲を示している。

SB・GB 係数は、測定装置（スチールボール、ゴル

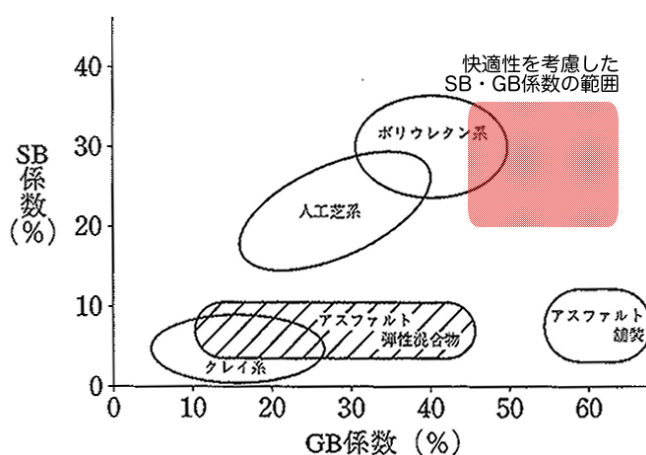


図-3 一般的な指標と新たな範囲

フボール) の質量が小さいため、舗装材表面の状態によって大きく変動する。そのため、荷重レベルの異なる小型 FWD 試験結果と SB・GB 係数の関係を検討する場合には、データの統計的分布を考慮するのが良いと考えられる。そこで、信頼度を 90%, 95%, 99% と変化させて求めた信頼区間より、弾性係数の適性範囲に対応する SB・GB 係数の範囲を求めたところ、表-2 の結果を得た。この結果より、今回の測定結果では、弾力性の適性範囲にある舗装での SB・GB 試験の測定結果は、図-3 に示すように SB 係数 20~35%、GB 係数 45~65% 程度で、ポリウレタン系の範囲の一部と重なる範囲を示すものと考えられる。

今後は、さらに測定データを増やし、データの信頼性について検討していきたい。

参考文献 1) 鍋島益弘, 山田優: 高齢者のための歩道舗装における適正な硬さ範囲, 土木学会論文集, No.778, V-67, pp.117-126, 2005. 2) 竹内康, 佐藤研一, 青木政樹, 柳沼宏始: 小型 FWD を用いた歩道舗装の硬さ評価に関する研究, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 2009.