

小型 FWD を用いた歩道舗装の硬さ評価に関する研究

東京農業大学 正会員 ○竹内 康
 福岡大学 正会員 佐藤 研一
 大成ロテック 正会員 青木 政樹
 太平洋プレコン工業 正会員 柳 沼 宏 始

1. はじめに

歩道に使用する舗装材には、多くの歩行者が利用し車椅子や自転車が通る路面として、安全で利用者に優しく、景観向上に役立つことが求められている。このうち、「安全で利用者に優しい」という観点から歩道舗装の歩きやすさに関する様々な研究が行われてきている。例えば田中らは歩道舗装の滑りやすさに関するアンケート結果および試験結果から、歩行者が滑りやすいと感じるのは BPN が概ね 40 以下のときであることを見いだした。この結果は、歩道舗装の路面設計の目標値として広く使われている。また、鍋島らは歩行者系弾性舗装の適正な硬さを求めるのに床の硬さ試験機 (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 $80 \pm 10G$ であることを示した。この結果は、舗装調査・試験法便覧に取り上げられ、「舗装路面の硬さ試験方法」として床の硬さ試験法および衝撃加速度の範囲が示されている。このほか、歩行者系舗装の弾力性測定法として SB・GB 試験があり、舗装種別毎におおよその測定範囲が示されており、試験法の簡便さから広く用いられている。歩行者系舗装における硬さは、弾性係数と密接に係わっているものと考えられる。現在の歩行者系舗装は、最大で 39kN 以下の管理車両が通行する程度であることから、経験や施工性に基づいて構造が決定され舗装材によらず舗装厚は概ね 15cm 程度とすることが多いが、舗装路面の硬さ試験方法に示されている衝撃加速度の範囲と舗装体の弾性係数との関係が明らかになれば、多層弾性理論を用いることで、利用者の快適性という観点からの歩行者系舗装の構造設計が可能になるものと考えられる。

土木学会舗装工学委員会・歩行者系舗装小委員会では、歩行者系舗装に必要な性能指標や評価機器と評価方法等に関する検討を行うために、(独)都市再生機構の戸頭住宅(茨城県取手市)敷地内の各種舗装材を対象に、路面の平坦性、滑り抵抗、舗装路面の硬さ・弾力性等を測定した。特に、舗装路面の硬さ・弾力性に関しては、床の硬さ試験、SB・GB 試験の他に小型 FWD による支持力測定も行った。本研究では、小型 FWD 試験から求められる舗装体の弾性係数と舗装路面の硬さ試験による衝撃加速度、SB・GB 試験による反発係数の関係から、歩行者系舗装の構造設計の可能性について検討したので報告するものである。なお、小型 FWD 試験と舗装路面の硬さ試験の関係については、東京農業大学世田谷キャンパスで行った結果もあわせて報告する。

2. 試験条件・方法

舗装路面の硬さ試験および SB・GB 試験は、舗装調査・試験法便覧に従い実施した。また、小型 FWD 試験は、舗装路面の硬さ試験に対応する条件が無いことから、載荷半径 5cm、重錘 5kg とし、荷重レベルを変化させるために落下高さを 10~50cm で 5 段階に変化させて実施し、載荷直下のたわみと荷重を測定した。なお、試験対象の舗装材は表-1 に示すとおりで、戸頭住宅では 2008 年 2 月 28、29 日、東京農業大学では 2007 年 11 月 12~16 日にかけて測定した。

3. 結果および考察

小型 FWD 試験結果を整理するにあたり、荷重レベルと表層以下を単層と見なした場合の弾性係数 E_{pfwd} の関係を検討した。これは、ゴ

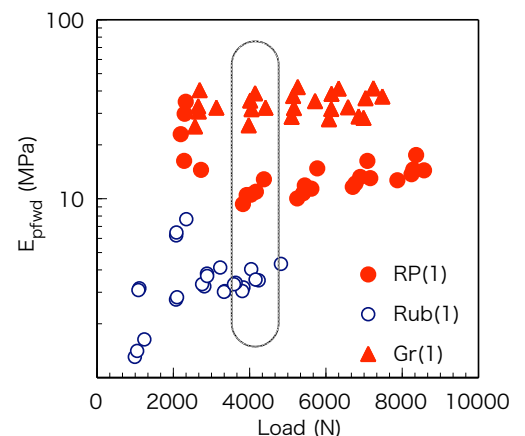


図-1 荷重と弾性係数の関係

キーワード 歩行者系舗装, 舗装路面の硬さ試験, SB・GB 試験, 小型 FWD 試験, 構造設計

連絡先 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1 東京農業大学地域環境科学部 TEL 03-5477-2334

表-1 試験対象とした舗装材

試験場所	舗装の種類	凡例	試験場所	舗装の種類	凡例
UR 戸頭住宅	カラーアスファルト	As	東京農業大学	グラウンド	Gr(2)
	IL ブロック	ILB		現場施工ゴムチップ 1	Rub(1)
	コンクリート平板 1	Pl(1)		現場施工ゴムチップ 2	Rub(2)
	コンクリート平板 2	Pl(2)		ゴム平板 1(室内実験)	RP(2)
	タイル	Tile		ゴム平板 2(室内実験)	RP(3)
	ゴム平板	RP(1)		ゴム平板 3(室内実験)	RP(4)
	現場施工ゴムチップ	Rub(1)		ゴム平板 4(室内実験)	RP(5)
	グラウンド	Gr(1)		ゴム平板 5(室内実験)	RP(6)

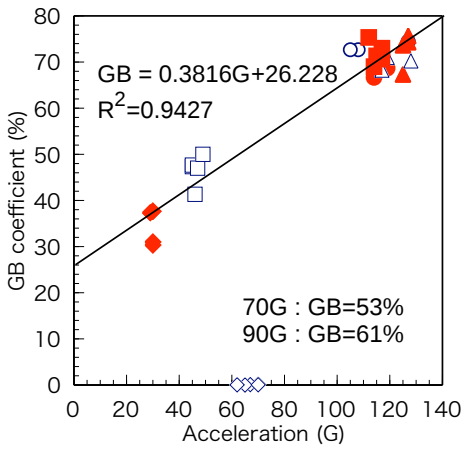


図-2 衝撃加速度と GB 係数の関係

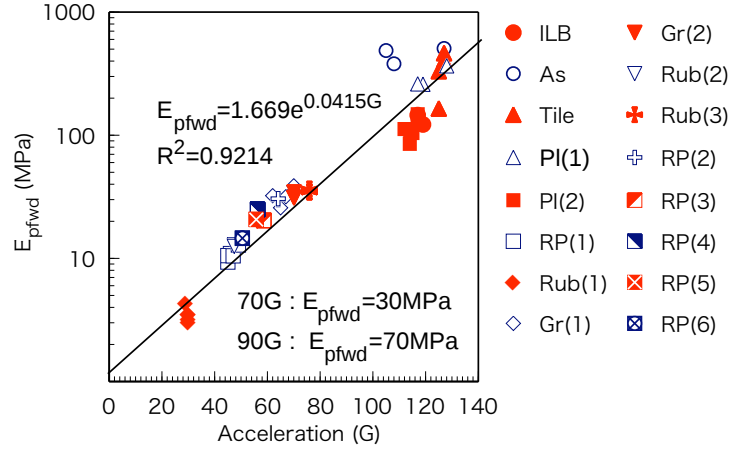


図-3 衝撃加速度と弾性係数の関係

ムチップを使用した舗装材（特に Rub(1)において顕著）では、落下高さが 10～20cm のときの測定値が不安定であったためである。その結果、図-1 に示すように荷重が 3000N 未満では E_{pfd} が不安定であったため、その他の試験結果と比較するにあたっては E_{pfd} の値が安定する 4000N 前後での値を用いることとした。なお、このときの落下高さは、Rub(1)では 50cm、その他の舗装材では 20cm に相当する。

図-2 に衝撃加速度と GB 係数の関係を、図-3 に衝撃加速度と弾性係数 E_{pfd} の関係を示す。なお、衝撃加速度と SB 係数には相関性が得られなかったため、今回の検討からは除外した。また、図-2 と図-3 の凡例は共通している。

図-2 より、グラウンド舗装 Gr(1)の結果を除くと衝撃加速度と GB 係数は直線関係にあることがわかる。Gr(1)は、表層に砂が敷き均されているだけのもので、ゴルフボールが地面に衝突する際に衝突面の砂が移動してしまい、全く反発しなかった。このことより、バインダ等で固結されていない緩い表層の舗装では、衝撃加速度と GB 係数の相関は得られにくいと考えられる。なお、図-2 に示した Gr(1)を除いた場合の回帰式より、適性範囲の衝撃加速度に対応する GB 係数は 53～61%であることがわかった。

次に図-3 を見ると、衝撃加速度と E_{pfd} は片対数グラフ上で直線関係にあることがわかる。上述したように、図-3 には東京農業大学で測定した屋内外のデータも含まれており、戸頭住宅でのゴム平板舗装 RP(1)と Gr(1)の間に分布している。これらの舗装材は無作為に抽出したもので、室内実験のデータ RP(2)～RP(6)を除いては表層下の地盤の支持力も異なっているものと考えられる。そのため、歩行者系舗装で測定される衝撃加速度と E_{pfd} の関係は、概ね同図内にしめた回帰式で近似できるものと考えられるが、これについては更に追加実験を行う必要がある。また、図-3 の回帰式より求められた適性範囲の衝撃加速度に対応する E_{pfd} は 30～70MPa であることがわかった。これらの結果より、小型 FWD 試験は舗装路面の硬さ試験の代替試験として適用可能であるとともに、衝撃加速度と E_{pfd} の関係を見いだしたことで多層弾性理論による歩行者系舗装の構造設計の可能性を示し得たものと考えられる。

参考文献

- ・ 田中輝栄, 内田喜太郎: 歩行者系道路舗装における快適性と安全性の評価, 平成元 都土木技研年報, pp.15-26, 1989.
- ・ 真鍋益弘, 山田優: 高齢者のための歩道舗装における適正な硬さの範囲, 土木学会論文集, No.778, V-67, pp.117-126, 2005.