

各種の歩行者系舗装の硬さとすべりの評価

東亜道路工業(株) 技術研究所 正会員 ○野尻 大祐
 同 正会員 多田 悟士
 木更津工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 鬼塚 信弘
 同 学生会員 神田 夕葵

1. 目的

近年、高齢化社会が進んでおり、それに伴って高齢者や障害者など誰にでも使用しやすい施設・舗装の整備が重要となっている。中でも歩行者系舗装には、快適性の評価方法の提案が望まれ、様々な研究が行われているが、適切な評価方法が明示されていないのが現状である。本報では種々の舗装を準備し、硬さとすべりに関する物理性状をいくつかの試験法で測定し、材料の物理数を得るとともに各試験の相関性を検証して舗装の品質管理を行う上で有効な試験方法を求めることを目的とした。更に、人の属性データと舗装の測定値との関係を調べて快適性を求める取り組みも始めた。

2. 研究概要

試験用に用意した歩行者系舗装は東亜道路工業(株)技術研究所構内に施工した15種類の様々な歩行者系舗装を用いて行った。表-1に舗装の詳細を示す。なお、工区1, 2には鬼塚らにより報告されているおがくず舗装を準備した¹⁾。

硬さの物理数は、①主に地盤の支持力評価(舗装調

査・試験法便覧 S043-3T)を行う試験で、所定の高さから自由落下させた重錘によって生じる最大荷重と荷重中心の最大たわみから、地盤支持力を評価する小型FWD(本報では竹内らの報告²⁾より、 E_{PFWD} の値が安定する4000Nでの値を用いることとした)、②ゴルフボールと鋼球の跳ね返りにより衝撃吸収性・反発弾性を表す簡便な試験であるGB・SB反発試験(舗装調査・試験法便覧 S026-1)、③鋼製リング(床の硬さ試験機、JIS A 6519)をゴム板上に落下させ、着地時の衝撃加速度(G)を測定する舗装路面の硬さ試験、すべりの物理数は④舗装調査・試験法便覧 S021-2に示される振り子式すべり抵抗試験、⑤一定の鉛直荷重下で、規定のゴムを取り付けた円盤を回転させた時の摩擦力と線速度から摩擦係数 μ を求めるDFテスターSタイプ、⑥JIS A1454高分子系張り床材試験法に示され、すべりだしの試験値である床の滑り抵抗係数CSRを求める床滑り試験機(本報では床滑り試験機に準じた装置を自作したものをを用いた)を用いて試験を行った。また、参考までに各試験機の写真を写真-1に示した。

表-1 舗装の断面

工区	1	2	3	4	5	6	7	8
名称	おがくず舗装1	おがくず舗装2	土舗装	ILB	ホレンガ	砂利	ニート	石板
断面	マサ土 20mm おが屑:マサ土=1:1 30mm おが屑 50mm 5号砕石 50mm	おが屑:脱水ケーキ:マサ土=3:1:6 50mm おが屑:マサ土=1:1 50mm 5号砕石 50mm	マサ土 50mm 着汁1.2kg/m ² 防草シート 路盤 100mm	ILB 60mm 敷き砂 20mm 路盤 100mm	ウッドブロック 50mm 敷き砂 20mm 路盤 100mm	6号砕石 50mm 防草シート 路盤 100mm	すべり止め骨材 密粒アスコン(13) 40mm 路盤 100mm	御影石タイル 13mm ポリマーセメントモルタル 30mm 密粒アスコン(13) 40mm 路盤 100mm
工区	9	10	11	12	13	14	15	
名称	密粒	透水性	遮熱	木チップ	コンクリート	人工芝	ゴムチップブロック	
断面	密粒度アスコン(13) 40mm 路盤 100mm	開粒度アスコン(13) 40mm 路盤 100mm	ポリウレタ遮熱 開粒度アスコン(5) 30mm 開粒度アスコン(13) 40mm 路盤 100mm	木チップウレタン 40mm 開粒度アスコン(13) 40mm 路盤 100mm	コンクリート 210mm 路盤	人工芝 8mm 密粒度アスコン(13) 40mm 路盤 100mm	ゴムチップブロック 25mm 密粒度アスコン(13) 40mm 路盤 100mm	



写真-1 左から小型FWD, 床の硬さ試験, 振り子式すべり抵抗試験, DFテスターSタイプ, 床滑り試験機

表-2 試験結果一覧

工区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
工区名	おが屑1	おが屑2	土	ILB	木レンガ	砂利	ニート	石板	密粒	透水(13mm)	遮熱	木チップ	コンクリート	人工芝	ゴムチップ	目標値
加速度(G)	27	43	41	107	94	26	121	122	118	111	125	52	124	83	59	100以下
弾性係数(MPa)	3.2	10.6	28.6	137.9	54	22.6	180.2	512.4	181.3	129	240.3	8.4	1173.1	16.8	11.5	90以下
GB係数(%)	0	1	0	70	46	0	68	79	71	67	58	29	75	18	28	-
SB係数(%)	0	1	0	15	16	0	10	69	5	3	8	24	61	5	28	-
BPN(WET)	59	49	55	58	56	115	66	21	67	71	83	50	57	75	58	40以上
摩擦係数μ(WET)	0.82	0.7	0.77	0.76	0.88	1.11	0.99	0.55	0.87	0.77	1.17	0.76	1.01	0.91	0.8	0.5以上
CSR(WET)	0.75	0.69	0.64	0.78	0.89	0.46	1.13	0.67	0.9	0.89	1.18	0.83	0.83	0.68	0.74	0.45以上

3. 試験結果と考察

表-2に各舗装における試験結果を示す。なお評価の目安のために、床の硬さ試験は転倒安全であるとされる100G以下²⁾、小型FWDは90MPa以下²⁾、振り子式すべり抵抗試験はBPN40以上³⁾、DFテスターSタイプは摩擦係数μが0.5以上³⁾、滑り試験機ではCSRが0.45以上³⁾をそれぞれの試験の目標値として用いた。また、目標値を外れる測定値には網掛けをして区別した。

試験結果より、おがくず舗装1、2や土、木レンガ、砂利、人工芝、ゴムチップが目標値を達成しており、人が転倒した場合の危険度が少ないと言える。それ以外の舗装は小型FWD、床の硬さ試験の結果から、転倒時の危険度が高い傾向がある。特に磨かれた石タイルを置いた石版舗装は振り子式すべり抵抗試験、DFテスターSタイプの結果より、すべりやすいうえに転倒時の危険度が高いと考えられる。

4. 各種試験の相関性

表-3 硬さを評価する各種試験の相関

試験組み合わせ		近似式(y)	決定係数
小型FWD	床の硬さ試験	2.08e ^{0.04x}	0.80
小型FWD	GB反発試験	-16.03ln(x)-23.83	0.77
小型FWD	SB反発試験	6.43ln(x)-10.81	0.26
床の硬さ試験	GB反発試験	0.76x-23.39	0.90
床の硬さ試験	SB反発試験	0.22x-2.95	0.15

表-4 すべりを評価する各種試験の相関

試験組み合わせ		近似式(y)	決定係数
振り子式すべり抵抗試験機	DFテスターSタイプ	0.0065x+0.46	0.63
振り子式すべり抵抗試験機	床滑り試験機	-0.0003x+0.83	0.001
DFテスターSタイプ	床滑り試験機	0.42x+0.44	0.14

表-3、表-4に各試験同士の相関を示す。硬さの試験に関しては床の硬さ試験、小型FWD、GB反発試験の間にそれぞれ強い相関傾向を示した。SB反発試験に関してはどの試験とも相関が弱い傾向にある。これは、小型FWD、床の硬さ試験、GB反発試験の試験が舗装に一定エネルギーを与えた時の弾性を測定している一

方、SB反発試験も一定のエネルギーを入力した場合の反発力を測定しているため小型FWD、床の硬さ試験、GB反発試験との相関が弱くなったと考えられる。

次に、すべりに関しての試験ではDFテスターSタイプと振り子式すべり抵抗試験が強い相関を示した。一方、静止状態から動き出す際の摩擦を評価している床滑り試験機と、この2つの試験機との相関は弱かった。

5. まとめ

各種の歩行者系舗装の硬さとすべりに関する測定値を求めた結果から、各種試験で得られた目標値と舗装種の関係性を示した。また、硬さの試験では小型FWD、GB反発試験、床の硬さ試験の3つの試験の相関を示し、すべりの試験では床の滑り試験機とその他の試験の相関が弱いことが示された。なお、人の属性データと舗装の物理数に関する取り組みの詳細は参考文献^{4),5)}を参考にさせていただきたい。

参考文献

- 1) 鬼塚信弘, 清野哲也, 熊島豊, 金井太一, 篠田光太郎, 内田希望, 永沼翼: おが屑を主体とした軟質地盤舗装の作製と運動生理学的的手法による舗装の硬軟質路面が人体に与える影響について, 地盤工学会関西支部地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム論文集 2010, pp.127-132, 2010.11
- 2) 竹内康, 青木正樹, 國井洋一, 佐藤研一, 柳沼宏始: 利用者の快適性・安全性を考慮した歩行者系舗装の構造設計法の提案, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), Vol.67, No.3 (舗装工学論文集 第16巻), I_1-I_8, 2011.12
- 3) 久下晴己, 國府勝郎: 歩道舗装材料のすべり抵抗性に関する研究, 土木学会論文集, No.641, V-46, 15-28, 2000.2
- 4) 鬼塚信弘, 多田悟士, 栗本育三郎, 沢口義人, 神田夕葵: ユーザービリティを考慮した歩行者系舗装の新しい性能評価の試み, 土木学会第69回年次学術講演会講演概要集第V部門, 投稿中, 2014.9
- 5) 神田夕葵, 鬼塚信弘, 栗本育三郎, 沢口義人, 多田悟士: 歩行者系舗装の性能の違いが人の筋活動に与える影響, 土木学会第69回年次学術講演会講演概要集第V部門, 投稿中, 2014.9

キーワード 歩行者系舗装, 歩きやすさ, 性能評価, すべり, 硬さ

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 315-126 東亜道路工業(株) 技術研究所 TEL029-877-4150