

歩道の舗装に求められる段差・平坦性の路面性状

川上篤史* 井谷雅司** 寺田 剛*** 久保和幸**** 竹内 康*****

1. はじめに

歩道は、歩行者や車椅子等が通行に供する交通機能を有するとともに、親しみや潤いなどの空間機能を有する道路である。近年、健康志向の高まりから、ウォーキングやランニングを趣味としている歩道利用者も多く、歩道の舗装路面に対する関心も高くなっていると考えられる。

歩道の舗装（以下、歩行者系舗装）に求められる路面性状は、平成18年12月に施行された「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律（バリアフリー新法）」において「雨水を地下に円滑に浸透させることができる構造で、平坦で滑りにくく、かつ水はけの良い仕上げとする」としている。「滑りにくい」路面については、湿潤路面で歩行者が滑りやすさを感じないすべり抵抗性の目標値として振り子式スキッドレジスタンステストによりBPN*40以上¹⁾、「水はけの良い」路面は施工直後における浸透水量で300ml/15s以上¹⁾という目標値がある。一方、「平坦」な路面は、歩道の平坦性指標 $\sigma_{0.5m}$ *²⁾および段差が考えられる。具体的な指標値については歩きやすさに関する研究事例³⁾、段差はインターロッキングブロック（以下、ILブロック）舗装に対する出来型基準の例等⁴⁾がある。しかし、歩道は健常者や高齢者、車椅子など多様な利用者があり、歩行者系舗装に対して求める補修の目安（以下、補修目標）についてはまだ明確になっていないのが現状である。

そこで、土木研究所では健常者や高齢者など利用主体に適した歩道の平坦性、段差に関して、実歩道等において多様な被験者を対象にアンケート調査（歩行実験）を土木学会舗装工学委員会歩行者系舗装小委員会と協力して実施し、歩行者系舗装に求める路面性状の傾向を検討した。また、路面の平坦性、段差の補修目標に関する検討を行った。その結果⁵⁾、⁶⁾の概要について報告する。

2. 研究方法

2.1 アンケート調査箇所およびその路面性状

歩行者系舗装は、アスファルト系混合物、樹脂系混合物、ブロック系、二層構造系等に分類されている¹⁾。調査では、アスファルト系混合物として一般的なアスファルト舗装、樹脂系混合物であるカラーアスファルト舗装、ブロック系のILブロック・平板舗装、二層構造系のタイル舗装を対象とし、歩行者系舗装の路面性状値が大きく異なり、勾配はほとんどないと考えられる箇所を選定した。調査箇所およびその路面性状値（平坦性指標値および段差）は表-1に示す通りで、取手市内、土木研究所構内、つくば市内、守谷市内の合計22箇所において実施した。

アンケート調査箇所の路面性状値の測定は、舗

表-1 調査箇所およびその路面性状値

No.	場所	舗装の種類	測定延長 (m)	路面性状物性調査結果	
				平坦性 $\sigma_{0.5m}$ (mm)	最大段差 (mm)
1	戸頭1	平板(450×600)	50	1.9	8.8
2	戸頭2	平板(300×300)	50	2.4	3.6
3	戸頭3	カラーアスファルト	80	2.3	-
4	戸頭4	ILブロック	20	1.6	1.5
5	戸頭5	タイル	10	1.3	1.6
6	土木研究所1	密粒アスファルト	10	0.5	-
7	土木研究所2	アスファルト弾性	10	1.1	-
8	土木研究所3	ブロック(段差工区)	21	※	※
9	土木研究所4	ブロック(凹凸工区)	21	2.4	2.0
10	土木研究所5	ブロック(平坦工区)	21	1.5	1.0
11	戸頭A	カラーアスファルト	10	1.1	3.0
12	戸頭B	カラーアスファルト	10	2.8	12
13	つくばA	タイル(100×100)	10	1.6	17
14	つくばB	ブロック(300×300)	10	2.2	8.0
15	つくばC	ブロック(300×300)	10	2.8	10
16	つくばD	ブロック(300×300)	10	5.5	20
17	立沢公園A1	タイル(300×300)	10	4.6	36
18	立沢公園A2	タイル(300×300)	10	1.6	9.0
19	立沢公園A3	タイル(300×300)	10	0.6	6.0
20	立沢公園B	タイル(300×300)	10	3.4	42
21	南守谷A1	密粒アスファルト	10	1.9	-
22	南守谷A2	密粒アスファルト	5	2.2	-

※: 8工区は段差が8箇所あり、実測値は11.5、12.5、18.5、17.7、24.2、24.0、29.3、29.0mmである。また、平坦性については評価から除いた

-: アスファルト舗装等で段差が確認できなかった工区については、段差の評価から除いた



写真-1 路面性状の測定

装性能評価法別冊²⁾に準拠し、歩道の平坦性 $\sigma_{0.5m}$ は小型プロファイラ（写真-1）、段差は定規およびノギス等を用いて計測した。

2.2 アンケート調査および被験者数

アンケート被験者は、表-2に示すとおり、健常者（60歳未満、60歳以上）、ベビーカー、車椅子とし、のべ522人である。健常者（60歳未満および60歳以上）の年齢構成を表-3に示す。健常者（60歳未満）と健常者（60歳以上）の構成比は、54%、46%と同程度であり、男女の構成は健常者（60歳未満）の女性がやや多かった。車椅子はいずれも自操式で、車椅子を日常的に用いている方に協力頂いた。

アンケートは、被験者に対象路面を全長（戸頭1~4は代表的な区間10m程度）、通常と同様な速度で歩行した後、回答して頂いた（写真-2）。また、車椅子は自走し、ベビーカーは幼児を乗せて母親が押して走行した。質問内容は、各路面に対して「つまずきやすい（1点）」、「ややつまずきやすい（2点）」、「普通（3点）」、「ややつまずきにくい（4点）」、「つまずきにくい（5点）」の5段階評価（以下、体感評価とする）である。なお、ブロック（段差工区）の段差の評価では、異なる段差が8箇所あることから評価者が1点もしくは2点とした時の段差を回答することとした。また、つくば、立沢公園、南守谷については、後述する舗装の補修に関する質問も行った。

2.3 路面の平坦性・段差の補修目標（案）の検討

つくば（C, D）、立沢公園（A1~3およびB）、南守谷（A1~2）の8箇所において、歩行実験の際に舗装の補修の必要性に関する質問を行った（以下、補修評価とする）。質問内容は、「早急に必要（1点）」、「必要であるが緊急ではない（2

表-2 被験者の種類と回答者数（のべ人数）

被験者	健常者 (60歳 未満)	健常者 (60歳 以上)	ベビ カー	車椅子	合計
回答者数 (のべ人数)	216	187	50	69	522

表-3 被験者の年齢構成

年代	のべ人数 (構成比)		男性 (構成比)		女性 (構成比)	
	人数	構成比	人数	構成比	人数	構成比
10代	15		5		10	
20代	61	54%	17	21%	44	33%
30代	59		15		44	
40代	49		32		17	
50代	32		14		17	
60代	81	46%	44	22%	37	25%
70代	72		9		63	
80代	34		34		0	

※50代のうち1名は性別が未記入であった



写真-2 歩行実験の実施状況

点)」、「必要ではない（3点）」である。これにより、歩道利用者の体感評価結果と補修評価結果を関連づけ、舗装の補修に関する目標値を検討した。

3. 検討結果

3.1 歩行者系舗装に要求される路面性状の傾向

平坦性と体感評価結果を図-1およびその相関関係を表-4に示す。図中の点は、利用主体別に整理し、調査箇所毎の体感評価の平均値である。

実験の結果、どの被験者も平坦性 $\sigma_{0.5m}$ が悪くなると体感評価も悪くなる傾向（負の相関）がある。利用主体毎の相関は、被験者全体では危険率1%で有意、健常者（60歳未満、60歳以上）および車椅子は危険率5%で有意となり、これら平坦性指標値と体感評価結果の関連性が認められた。ここで、車椅子、健常者（60歳以上）、ベビーカーは健常者（60歳未満）に比べて回帰直線の傾きが大きい。これは、平坦性の悪化に対して、健常者（60歳未満）より路面に対する要

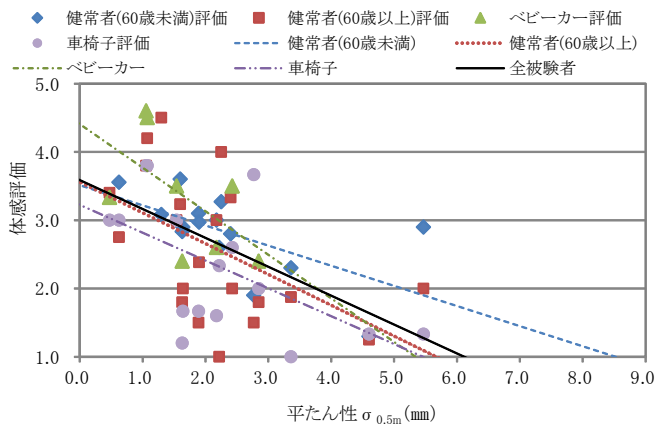


図-1 平たん性指標と体感評価結果

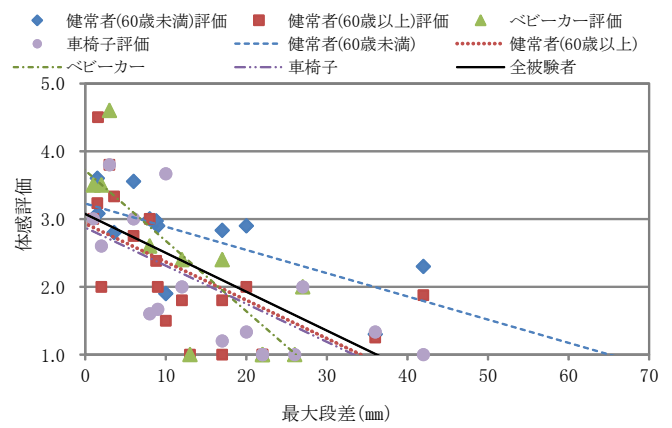


図-2 最大段差と体感評価結果

表-4 平たん性指標と体感評価結果の相関

対象者	相関係数(R)	回帰直線
健常者(60歳未満)	-0.62*	$y = -0.295x + 3.512$
健常者(60歳以上)	-0.53*	$y = -0.451x + 3.559$
ベビーカー	-0.58	$y = -0.638x + 4.41$
車椅子	-0.57*	$y = -0.408x + 3.226$
全体	-0.55**	$y = -0.423x + 3.589$

**：危険率1%有意，*：危険率5%有意

表-5 最大段差と体感評価結果の相関

対象者	相関係数(R)	回帰直線
健常者(60歳未満)	-0.69*	$y = -0.034x + 3.228$
健常者(60歳以上)	-0.63**	$y = -0.057x + 2.932$
ベビーカー	-0.81**	$y = -0.104x + 3.717$
車椅子	-0.71**	$y = -0.056x + 2.873$
全体	-0.66**	$y = -0.059x + 3.121$

**：危険率1%有意，*：危険率5%有意

求が高いことを示しているものと考えられる。

次に、最大段差と体感評価結果を図-2およびその相関関係を表-5に示す。図中の点は、平たん性と同様に利用主体別に整理し、調査箇所毎の体感評価の平均値である。その結果、平たん性同様、最大段差が大きくなるほど、体感評価が悪くなる傾向（負の相関）がある。利用主体毎の相関は、被験者全体、健常者（60歳以上）、車椅子で危険率1%有意、健常者（60歳以上）では危険率5%で有意であり、これら最大段差と体感評価結果の関連性が認められた。また、車椅子、健常者（60歳以上）、ベビーカーに着目すると、平たん性と同様に健常者（60歳未満）に比べ路面に対する要求が高いことが伺えた。

3.2 路面の平たん性・段差の補修目標（案）の検討

前節で検討した歩道利用者が歩行者系舗装に求める平たん性指標値および段差の関係に対して、舗装の補修の必要性に関する質問（補修評価）を行った結果を図-3に示す。図中の補修の必要性の点は、調査箇所毎の補修評価の平均値である。補修評価の「必要であるが緊急ではない（2点）」は、体感評価の2.3点となった。また、「早急に必要（1点）」に対応する体感評価は0.6となるが、

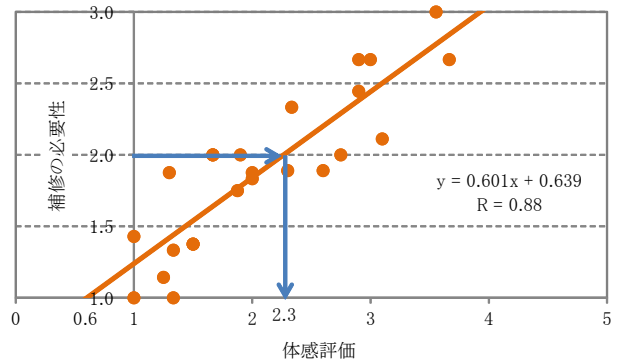


図-3 体感評価と補修の必要性の関係

体感評価の下限值は1点であることから、「早急に必要（1点）」は体感評価の1点とみなすことにした。したがって、体感評価の2.3点が「必要であるが緊急ではない」、1点が「早急に必要」となるとして、体感評価結果（表-4および表-5）と比較することによって利用主体毎の補修の必要性の値とした。ここで、歩行者系舗装の路面の補修目標（案）を設定するにあたっては、多様な利用主体に配慮する必要があるが、複雑になりすぎないようにし、健常者（60歳以上）、車椅子、ベビーカーを対象とした目標値と、一般の歩行者系舗装を対象とした目標値に分けることとした。

表-6 歩行者系舗装の補修目標値 (案)

対象	補修する必要があるが緊急ではない		早急に補修が必要	
	平坦性 $\sigma_{0.5m}$ (mm)	最大段差 (mm)	平坦性 $\sigma_{0.5m}$ (mm)	最大段差 (mm)
健常者(60歳以上)、 車椅子、ベビーカー 等に配慮した 歩行者系舗装	2.3	10	5.3	26
一般の歩行者系 舗装	3.0	14	6.1	36

注: 本目標値(案)は60歳以上、60歳未満とも健常者であり、車椅子は日常生活で操作できる方に基づく検討結果である

その結果を表-6に示す。健常者(60歳以上)、車椅子、ベビーカー等に配慮した歩行者系舗装の補修目標(案)は、表-4および表-5の「健常者(60歳以上)」、「車椅子」、「ベビーカー」における体感評価2.3点および1点の一番安全側で代表させることとした。また、一般の歩行者系舗装の補修目標値(案)として「全体」の値を用いた。

なお、本目標値はILブロック舗装の維持管理基準値等と比較すると多少異なる値となっており、今後、実歩道での試行による目標値の実現可能性等の検証が必要であると考えられる。また、本目標値は60歳以上、60歳未満とも健常者であり、車椅子は日常生活で操作できる方に基づく検討結果であること、坂道やスロープの勾配部など、対象者の身体状況や道路構造条件等に配慮する必要がある場合は別途目標値を設定する必要があることに注意が必要である。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると以下の通りである。

- ・歩行者系舗装に要求される段差および平坦性の路面性状値は、利用主体(健常者(60歳未満)、健常者(60歳以上)、車椅子、ベビーカー)によって異なることが分かった
- ・舗装路面の補修目標は、「車椅子、ベビーカー、健常者(60歳以上)」と「健常者(60歳未満)」は分けて考える必要があり、「補修が必要であるが早急でない」、「早急に補修が必要」の2段階として提案した

今後の課題として、今回提案した補修目標値(案)に対して実際の歩行者系舗装において試行し、補修目標値(案)の妥当性の検証等を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会: 舗装設計施工指針(平成18年版)、pp.132~147、2006.
- 2) (社)日本道路協会: 舗装性能評価法別冊-必要に応じて定める性能指標の評価法編-、pp.205~211、2008
- 3) 吉田武、新田弘之、大橋幸子: 都市内歩行者系道路舗装の総合評価に関する研究、平成14年度土木研究所成果報告書、pp.383~388、2003.
- 4) インターロッキング協会: インターロッキング舗装設計施工要領、2007.
- 5) 川上篤史、井谷雅司、寺田剛、久保和幸、竹内康: 歩行者系舗装の段差および平坦性の補修目標に関する検討、土木学会論文集E1(舗装工学)、Vol.68、No.3(舗装工学論文集第17巻)、I_71-I_77、2012.
- 6) 土木学会舗装工学委員会: 歩行者系舗装小委員会報告書、2011.

川上篤史*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所道路技術研究グループ舗装チーム 主任研究員、博(工)
Dr. Atsushi KAWAKAMI

井谷雅司**



独立行政法人土木研究所寒地土木研究所寒地保全技術研究グループ寒地道路保全チーム 研究員
Masashi ITANI

寺田 剛***



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所道路技術研究グループ舗装チーム 主任研究員
Masaru TERADA

久保和幸****



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所道路技術研究グループ舗装チーム 上席研究員、工修
Kazuyuki KUBO

竹内 康*****



東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科 教授、博(工)
Dr. Yasushi TAKEUCHI