

明度の違いによる段差認識と歩行挙動特性

九州工業大学大学院工学研究科 学生員 森本崇夫

九州工業大学大学院工学研究院 正会員 寺町賢一

九州工業大学大学院工学研究院 正会員 渡辺義則

1. 背景と目的

歩道整備基準の規定に基づき整備された歩道は、整備直後は良い状態であっても、経年変化や追加工事によって変化する。このような歩道は、歩行者にとって安全で快適な歩行空間であるとは言えない。凹凸が発生した部分は修繕工事が行われるが、これによってアスファルトの濃淡の違いが生まれる。既存の研究では段差に対する歩行挙動特性や危険性を明らかにしてきたが、本研究では、アスファルトの濃淡の違いに注目した。アスファルトの濃淡の違いは明度差によって生じるものであると考え、歩行の途中で明度が変化する事によって歩行にどのような影響を与えるのかを明確にする。

2. 実験概要

本研究の指標である明度は、太陽光による影響を大きく受けると考えた為、室内で歩行実験を行い、常に同じ条件を用意した。そこで、歩行の途中で明度が変化する仮想歩道を室内に設けた。

実際のアスファルトをデジタルカメラで撮影し、プリントアウトしたものを並べて仮想歩道とした。また破損防止の為、薄い透明のビニールで表面をカバーした。撮影したアスファルトの明度の殆どが 40～60%であった為、明度差を以下の 2 パターンに設定した。

パターン 1：明度差 4.3%【59.70%→55.40%】、

パターン 2：明度差 19.55%【59.70%→40.15%】

また、被験者には知らせずに途中で高さ 5mm の段差を設けた。

3. 測定

被験者の靴(つま先、中央、かかとの各部分)に半球型のマーカーを貼り付け、歩行している様子を被験者の左側面からビデオカメラで撮影した(図-1)。

被験者は 20 歳前後の男性 10 名・女性 10 名を対象とし、歩行回数は上記の 2 パターンをそれぞれ 5 回ずつの一人当たり合計 10 回とした。撮影したマーカーの軌跡から足の挙動を明確にする為、画像分析ソフトを用いてマーカーの中心の動きを 1/100 秒毎に追跡し、数値座標化した。なお、段差を通過する一連の動作を一步と定義し、歩行挙動を把握する際の対象とした。

4. 補正

数値座標化した時点ではマーカーの中心座標(x, y)を追跡しており、実際の足の挙動を把握する為には靴底面の座標(x', y')が必要である。そこで、マーカーの中心と靴底面の距離を D、各マーカーの中心を結んだ直線との路面の交角を θ_1 とし、靴底面の座標(x', y')を求めた。これをマーカー補正とする(図-2)。

また、被験者の進行方向と撮影方向は必ずしも垂直であるとは限らない為、これらの交角を θ_2 として原点中心に回転した座標系での靴底面座標(x'', y'')を求めた。これを回転補正とする(図-3)。

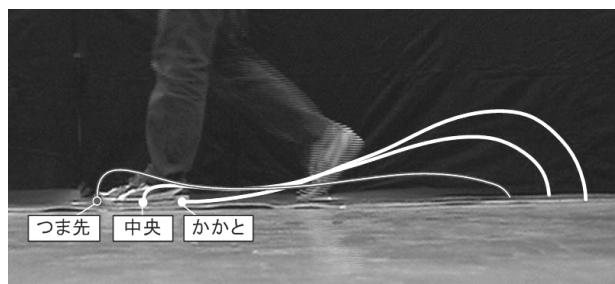


図-1 歩行軌跡

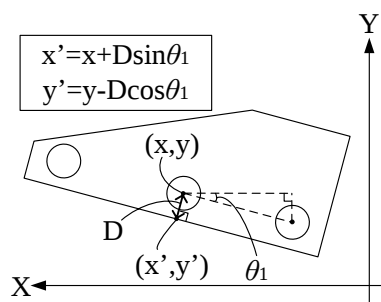


図-2 マーカー補正図

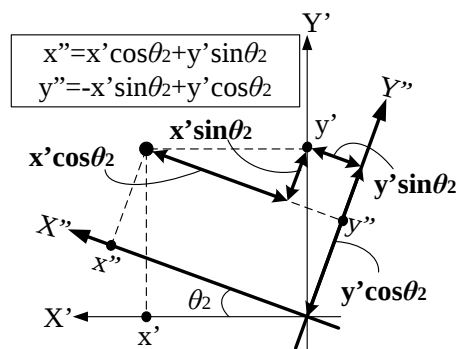


図-3 回転補正図

5. 分析

5.1 評価指標の導入

歩行挙動の特性を把握する為、以下に示す3つの評価指標を設けた。

- ・ つま先の最低足高さ：一步の中でつま先が描く軌跡の最低点の高さ。最低点とは、図-4に示す歩行軌跡の谷部分の、路面から最も近い点とする。
- ・ かかとの最高足高さ：かかとの歩行軌跡の最高点と路面の距離。
- ・ 中央の平均足高さ：一連の歩行挙動の始点から終点について、路面からの高さの平均値。

これらについて、各被験者(男性:M, 女性:W, A~J:被験者名)・パターン毎に全試行のデータを平均した(表-1)。これを基に、各評価指標において、パターン1と2の歩行の間にどのような関係性があるのかを明確にする為、F検定を行った。

5.2 F検定

各評価指標におけるパターン1,2両標本が等分散であるかどうかを調べる為、F検定を行った。帰無仮説 H_0 :「両標本は等分散である」、対立仮説 H_1 :「両標本は等分散でない」として、有意水準5%で検定した。評価指標毎にF値を求めると(表-2)、いずれも $1 \leq F \leq F_{0.05}$ となり、帰無仮説 H_0 は採択された。よって、パターン1と2は等分散である事が明らかになった。

また、被験者に告知せず設置した高さ5mmの段差による歩行への顕著な影響も見られなかった。

6. 結論と課題

- ・ 明度差が5.0%や20%程度であれば、歩行挙動に影響はない。
- ・ 歩行者は高さ5mm程度の段差なら、その存在に気付かず上を歩行している。

これらから、明度差20%程度では歩行挙動は変化せず、仮に段差が存在していたとしても気付かず躓いてしまう可能性も考えられる。

今後の課題として、本研究により明度差20%程度では歩行挙動に影響がなかったことがわかったが、さらに明度差を大きくした実験を行うことが挙げられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会編集：道路構造令の解説と運用，日本道路協会，1983年
- 2) 黒岡祐司，辰巳浩，峯暢孝：横断歩道における歩行者密度の歩行挙動に及ぼす影響について，土木学会西部支部研究発表会，2000年
- 3) 鈴木雄高，日比野直彦，毛利雄一，内山久雄：ビデオ映像を用いた歩行者挙動分析，土木学会第56回年次学術講演会講演概要集第4部，2001年
- 4) 久下晴巳，國府勝郎，秋名哲男：高齢者の歩行特性とブロック系舗装の目地部許容段差に関する思案，土木学会論文集 No.627，1999年

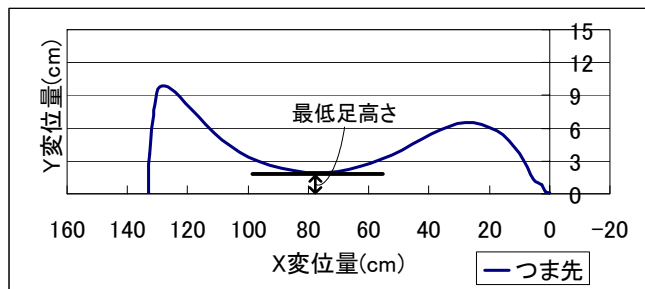


図-4 最低足高さ

表-1 各被験者・各パターン全試行の平均値

評価指標	つま先の最低足高さ(cm)		かかとの最高足高さ(cm)		中央の平均足高さ(cm)	
	1	2	1	2	1	2
M.A	2.24	3.52	25.40	25.56	4.77	5.55
M.B	1.82	2.70	29.08	27.26	4.68	4.30
M.C	4.92	5.14	30.10	30.80	5.87	5.99
M.D	0.90	1.32	28.68	27.98	4.44	4.18
M.E	1.80	1.92	26.70	27.22	4.90	5.03
M.F	0.46	0.94	29.36	31.94	5.37	5.45
M.G	4.26	4.28	30.62	31.92	5.84	6.12
M.H	5.02	4.76	29.26	29.74	5.43	5.92
M.I	3.10	2.82	28.82	28.48	6.07	5.48
M.J	1.78	2.06	21.38	23.30	3.58	3.75
W.A	2.22	2.52	21.02	21.90	3.84	3.90
W.B	0.84	0.82	22.50	22.56	3.20	3.72
W.C	1.38	1.40	21.04	20.50	4.25	3.84
W.D	1.78	2.12	21.80	21.98	4.60	4.19
W.E	1.64	2.22	23.22	24.20	3.94	3.74
W.F	1.62	1.74	22.02	21.94	3.99	4.28
W.G	2.36	2.98	20.62	20.90	3.70	3.64
W.H	2.90	2.02	20.80	21.56	3.86	4.24
W.I	2.44	3.00	25.34	26.10	4.51	4.19
W.J	3.10	3.68	26.20	24.58	5.14	5.37

表-2 各評価指標におけるF値

	つま先の最低足高さ	かかとの最高足高さ	中央の最高足高さ
F値	1.09	1.05	1.01