

# 白杖の打音を利用した木製バリアフリー歩道の 視覚障害者に対する有効性の検証

樋口 明彦<sup>1</sup>・佐々木 裕大<sup>2</sup>・○榎本 碧<sup>3</sup>・原田 大史<sup>4</sup>・荒巻祥大<sup>5</sup>・永村 景子<sup>6</sup>

1正会員 Doctor of Design 九州大学大学院景観研究室  
(〒819-0395 福岡市西区元岡744, E-mail:higuchi@doc.kyushu-u.ac.jp)

2非会員 学士(工学) 九州大学工学部地球環境工学科

3正会員 博士(工学) 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所  
(〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3-1-34, E-mail:enomoto-m@ceri.go.jp)

4学生会員 学士(工学) 九州大学大学院都市環境システム工学専攻修士課程

5正会員 修士(工学) 九州大学大学院景観研究室

6正会員 博士(工学) 日本大学生産工学部

本研究は視覚障害者の車道への飛び出し等を防止し安全性を高めるバリアフリー歩道の改善策として、音により視覚障害者を誘導する木製バリアフリー歩道の開発を目的とし、車道に使用されるアスファルト等の一般的な舗装材と木製舗装材を用いた試験歩道を用いた木製バリアフリー歩道の歩行試験を行った。試験の結果、屋外であっても全盲者、日常的に白杖を使用する弱視者ともにアスファルトからウッドデッキへと舗装が変化したことに気づき、さらにその理由として「音の違い」が有効であることがわかった。また、試験後のヒアリング調査でもウッドデッキの音の違いにより、自分のいる位置のわかりやすさやそれによる歩行の安心感が得られることがわかった。

**Key Words :** barrier-free, pedestrian, wooden, acoustic wayfinding, literature review

## 1. はじめに

視覚障害者誘導用ブロック(以下、誘導用ブロック)は、視覚障害者にとって安全に歩くための最も重要な情報源である。しかし、誘導用ブロックの敷設だけで視覚障害者の安全な歩行に対する支援環境が十分に確保されているとは言えない。

著者等は、これまでに視覚障害者を対象に、白杖で路面を叩いた時の音に着目して、車道部分は既存のアスファルト舗装であるが、歩道部分に木材を用いた舗装を採用した『木製バリアフリー歩道』の開発に向けて研究を進めてきた。

著者らは、これまでの研究において、アスファルトなどの一般的な舗装材料と木材は音響特性が異なること、晴眼者に対する官能評価試験では、ウッドデッキの構造は根太があることによって音の残響時間が伸びて一般的な舗装材との判別がつきやすくなることが明らかになった。また、2種類の木製舗装と一般的な舗装で持ち運べる程度の大きさの試験舗装を作成し、視覚障害者を対象にして一般的な学校の教室程度の大きさの部屋の中で舗装材を白杖で叩いた時の音に関する官能評価試験を行い、訓練経験の有無によらず根太のあるウッドデッキ構造とアスファルト等の一般的な舗装は白杖で叩いた時の打音によって、試験に参加して頂いた視覚障害者の方の障害歴や歩行訓練歴等に関わらず判別できることが

明らかになった<sup>1)</sup>。

本研究の目的は、これまでの研究成果をもとに試験舗装上での歩行実験を実施し、これらの結果をもとに、屋外環境下における木製バリアフリー歩道の実証試験を実施し、実際の歩道を模した木製バリアフリー試験舗装上を日常的に白杖を使用する視覚障害者に歩いてもらい、立っている場所、歩行している場所が歩道もしくは車道と認識できるかどうかを検証することを目的とする。

## 2. 本研究で使用する木製バリアフリー 試験歩道について

### (1) 試験歩道の概要

歩行試験に用いる試験歩道は、実際の歩行空間を再現するために福岡市の九州大学伊都キャンパスの敷地内に設置した。ただし、本試験では、試験中の安全性が確保を優先し、人通りや車通りが多くないメインキャンパスから離れた場所に設置することとした。また、車道部分の構造については、既設の車道舗装と側溝を利用した。

図-1に試験歩道の設置位置を示す。また写真-1に設置した試験歩道の完成写真を示す。

## (2) 試験歩道の構造

### a) 全体

本研究の試験に用いる試験歩道は道路構造令<sup>2)</sup>及び道路の移動円滑化整備ガイドライン<sup>3)</sup>(以下、ガイドラインとする。)を参考にして、出来る限り現実の歩道と同じ状況になるように配慮して設計した。試験舗装の平面図及び断面図を図-2に示す。

試験舗装の構造は、アスファルト舗装部分が延長9.0m 幅員 4.0m、ウッドデッキ舗装部分が延長8.8m 幅員 4.0m、全長 17.8m である。歩道延長は大学内の屋外試験空間において、歩行試験が十分に行えるように 9m 程度としたが、ウッドデッキについては1枚の木材幅の都合上 8.8m とした。幅員についてはガイドラインで示されている中で最も幅の広い 4.0m を採用した。これは歩道の幅が広いほど誘導用ブロックから逸脱した際に復帰することが困難であると考え、この幅員の試験歩道において試験を行うことで、これより幅の狭い道路においても有効性を確保することが出来ると考えたためである。

試験歩道の起点と終点には、延長 1.5m のコンクリート舗装(箒引き仕上げ)を作成して、試験実施中に被験者が試験歩道の範囲から逸脱した場合の安全性を確保するものとした。また試験歩道と民地側の境界には、試験の際にはウッドデッキのデッキ材を立てて壁に見立てることとした。

歩車道境界については車道部分よりも歩道部分を高くするものと規定されており、本試験歩道では、この段差を道路のガイドラインで示される高さで最も低い 20mm とした。段差が低いほど視覚障害者は歩車道境界の認知が困難であると考え、最も低い段差で試験を行うことでこれ以上の段差がある道路での有効性を確保できると考えた。歩車道境界ブロックについては、歩車道境界の縁端の段差が 20mm を基準とすることになっており、横断歩道等に接続する歩車道境界部において一般的に採用されている片面歩車道境界ブロックを採用した。また、視覚障害者の中には側溝のふたを叩いて音を聞くことでまっすぐ歩く人が存在するため、試験歩道には側溝を設けた。

### b) 舗装部の構造

ウッドデッキの詳細な構造については著者らが実施した屋内試験で用いた構造<sup>1)</sup>を参考とし、90mm のスギ角材を根太として 750mm ピッチで配置して、その上に板厚 38mm のスギ板材をデッキ材として使用することとした。特に、今回は上記研究で使用した根太あり、根太なしの2つの舗装の構造のうち、車両の乗り入れを考慮せず、残響時間が伸びて音の違いを判別しやすくなる根太のあるウッドデッキの構造を基本とすることとした。

屋内試験<sup>1)</sup>で使用した試験舗装の構造との変更点は、デッキ材を固定方法の変更と路盤コンクリートへの根太の固定、方向指示機能を与えるために歩道中心に誘導用ブロックを敷設した。

根太とデッキ材の固定方法の変更については、屋内試験では、1枚のデッキ材に対して、Φ25の座繰



図-1 試験歩道の設置位置(九州大学伊都キャンパス内)



写真-1 試験歩道

り加工をして下穴を開けたのち、M10のコーチスクリュー2本で固定という方法であったが、施工性を考慮し、本試験歩道では、頭径 10mm 長さ 90mm (ねじ部 42mm) の半ねじのデッキ専用ビス3本で固定した。固定方法の変更により、屋内試験では根太のピッチは 900mm (木材中心を基準)であったが、木材の反りを考慮して根太のピッチを 750mm に変更した。また、路盤コンクリートと根太の固定にはコンクリートボンドを用い、さらにコンクリートビスを打ち込んだ。これに伴う音の変化は試験に影響のない範囲であることを確認した。

アスファルト舗装部分については図-2に示すように、一般的な構造とした。

## 3. 日常的に白杖を使用する視覚障害者に対する木製バリアフリー歩道歩行試験

### (1) 被験者の属性

試験の被験者は23名でそのうち全盲13名、弱視10名である。弱視の被験者は、日常的に白杖を使用する全盲に近い方へ参加頂いた。

全盲 13 名の障害歴は 10 年未満が 3 名、10 年以上 20 年未満が 2 名、20 年以上 30 年未満が 1 名、30 年以上 40 年未満が 4 名、40 年以上 50 年未満が 2 名、50 年以上 60 年未満が 1 名である。弱視 10 名の障害歴については 10 年未満が 7 名、10 年以上 20 年未満が 3 名である。

## (2) 試験の進め方

試験は視覚障害者を対象にして、視覚障害者が歩道にウッドデッキ舗装があるという道路の構造を理解して単独で歩行する場合という前提条件で、歩行試験を行った。この条件を設定した理由は、木製バリアフリー歩道は地元の生活道路としての実現を目指しており、視覚障害者が日常的に利用することが想定される道路であるためである。また、試験は視覚障害者が地元の道路で不意に誘導用ブロックを見失ってしまい、車道への飛び出しの可能性があるという状況を再現して行った。試験はアスファルト舗装部分から始める場合とウッドデッキ舗装部分から始める場合の 2 回行った。試験の様子はビデオカメラにて撮影して被験者の試験中の行動を記録し、試験結果の分析に用いた。

試験手順は以下の通りである。

- ① 基本的事項についての聞き取り調査
- ② 試験者が被験者を介助して試験歩道を歩きながら試験歩道の構造の説明（写真-2）
- ③ 被験者単独で試験歩道を歩行、歩道構造の習熟
- ④ 被験者を介助しながら試験歩道横の車道を歩き、被験者の位置感覚を無くす
- ⑤ 被験者を誘導用ブロックと歩車道境界の間のスタート地点に誘導し、さらにその場で被験者に回転してもらい方向感覚も無くす
- ⑥ いま歩道の上に乗っていることとゴールの場所のみを説明して、ゴールまで歩いてもらう
- ⑦ 試験終了後のヒアリング

## 4. 木製バリアフリー歩道の歩行試験結果

### (1) 歩行試験結果

#### a) ビデオ映像による歩行状況の分析

試験中の行動を撮影したビデオ映像を確認し、動線を分析した結果を表-1 に示す。この結果、被験者 23 名のうちアスファルト舗装部分からの試験では車道に飛び出した人が 3 名存在したが、ウッドデッキ舗装部分からの試験では車道に飛び出した人は存在しなかった。

さらに、ビデオ映像をもとに、被験者の動線を I スタートしてから誘導用ブロック側へ歩く場合、II スタートしてから車道側へ歩く場合に場合分けして、誘導用ブロックを認知するまでにかかった時間を計測した結果を図-3 に示す。誘導用ブロックを認知するまでにかかった時間とは、被験者が誘導用ブロックに単純に接触するまでの時間ではなく、それが誘導用ブロックであると認識するまでにかかった時間

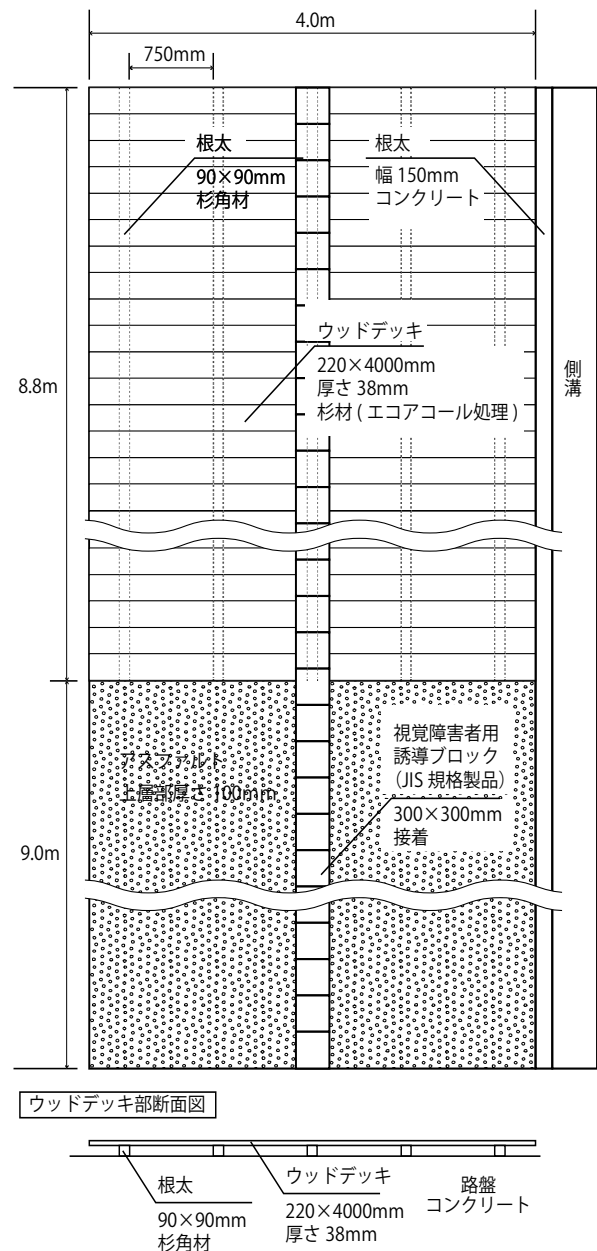


図-2 試験歩道の平面図および断面図



写真-2 歩行試験の様子

と定義する。

認知までの時間と被験者の障害歴との関係を見てみると、障害歴が長い被験者ほど認知までの時間がおおむね短くなったが、誘導用ブロックを認知するまでの時間と被験者の障害歴や歩行訓練歴などの属性との明確な相関は見られなかった。

しかし、誘導用ブロックを認知するまでにかかった時間の平均を比較するとⅠアスファルト舗装では2回の試験で認知までの時間の平均に大きな差はなかったものの、Ⅱウッドデッキ舗装ではウッドデッキ舗装からの試験の認知までの時間の平均が、アスファルト舗装からの試験の認知までの時間の平均の約50%に短縮した。

動線確認において明らかに誘導用ブロックを利用して歩き始めた被験者については試験開始からその時点までの時間としたが、白杖が誘導用ブロックに接触したり足が誘導用ブロックに接触したりしてはいるものの依然として周辺を探る被験者もいたため、このような被験者にはヒアリングによってどの時点で誘導用ブロックを認知したかを尋ねた。

このうち、弱視の被験者1名は、目視で歩行可能であったため誘導用ブロックを利用しなかったと回答している。また、全盲の被験者1名は、白杖が誘導用ブロックの縁に触れていたものの誘導用ブロックを認知しておらず、その後、歩車道境界の段差を認知して、段差を頼りに歩いたと回答している。さらに、もう1名については白杖や足が一度も誘導用ブロックに接触しておらず、誘導用ブロックを利用しなかった。ただし、この被験者の居住地に誘導用ブロックが敷設されておらず、普段から歩車道境界の段差や民地側の壁や手摺りを頼りに歩くため、今回の試験においても誘導用ブロックを利用しなかったと回答している。

### b) 歩きやすさに関するヒアリング結果

歩行試験後のヒアリング結果を図-4に示す。

歩道のアスファルト舗装の部分とウッドデッキ舗装の部分ではどちらが歩きやすかったかをたずねたところ、「変わらない」と答えた人が13名、「ウッドデッキのほうが歩きやすい」と答えた人が10名であり「アスファルトの方が歩きやすい」と答えた人はいなかった。ただし、歩きやすさは「変わらない」と答えた人の中に「ウッドデッキは誘導用ブロックが分かりやすかった」と答えた人が2名、「ウッドデッキは白杖の滑りがよい」と答えた人が1名存在した。

歩道のアスファルト舗装の部分とウッドデッキ舗装の部分ではどちらが安心感があったかをたずねたところ、「ウッドデッキの方が安心感があった」と答えた人が13名、「変わらない」と答えた人が6名、「分からない」と答えた人が3名、「アスファルトの方が安心感があった」と答えた人が1名であった。

ヒアリングの際に「ウッドデッキは白杖での音や足の感触の違いでここが歩道だと分かりやすかった」と発言した人は13名であった。

表-1 歩行試験の動線

歩行試験の動線	アスファルト スタートでの試験		ウッドデッキ スタートでの試験	
	回数	割合	回数	割合
車道に飛び出した	3	13%	0	0%
白杖で歩車道境界を認知した	4	17%	8	36%
足で歩車道境界を認知した	4	17%	3	14%
側溝まで出た	2	9%	0	0%
偶然ブロックを見つけた	10	43%	11	50%
計	23名		22名	

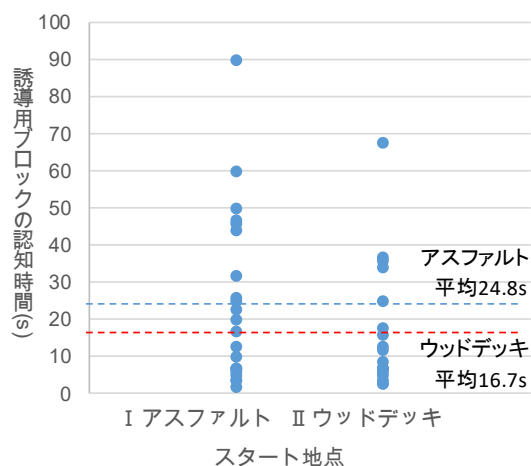


図-3 誘導用ブロックを認知するまでの時間

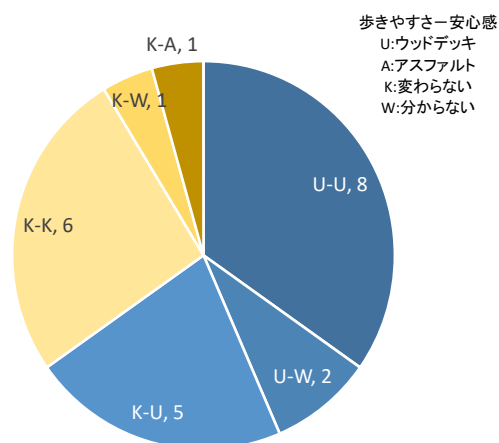


図-4 ヒアリング結果からみた舗装の歩きやすさと安心感の比較

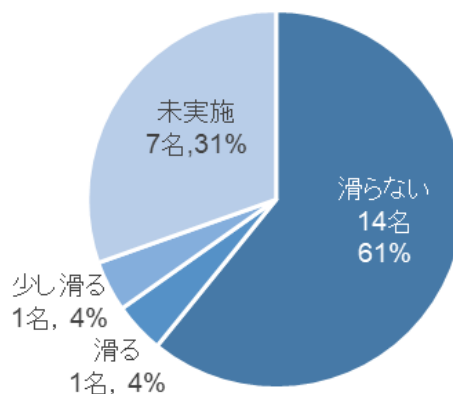


図-5 ウッドデッキの滑りやすさ

### c) 塗れた状態での滑り度合いに関する調査

各試験日の最後に被験者にウッドデッキの滑り具合を確認してもらった。その結果を図-5に示す。7名の被験者は時間の都合で行えなかったが、滑り具合を確認してもらった16名のうち「滑らない」と答えた人が14名、「少し滑る」、「滑る」と答えた人がそれぞれ1名であった。

## (2) 木製バリアフリー歩道の有効性に関する検証

### a) 車道への脱落防止

歩行試験中の被験者の動きを撮影したビデオを確認した結果、アスファルト歩道では車道へ飛び出した人が3名存在したがウッドデッキの歩道では存在しなかった。その3名のうち2名はウッドデッキ歩道では歩道と車道の音の違いで歩車道の判別が出来たと述べていたことから木製バリアフリー歩道が音の違いで視覚障害者を誘導する機能を有することが示された。また、想定していた車道への脱落防止に対する有効性も確認された。

### b) 誘導用ブロックを見失った際の復帰しやすさ

歩行試験中の被験者の動きを撮影したビデオをもとに誘導用ブロックを認知するまでの時間を計測した結果、弱視者でも全盲者でもアスファルト舗装からの試験の際の誘導用ブロックを認知するまでの時間に比べて、ウッドデッキ舗装からの試験の際の誘導用ブロックを認知するまでの時間が短くなることわかった。このことから木製バリアフリー歩道は誘導用ブロックへの復帰を支援する機能を有すると考えられる。

### c) 歩きやすさ及び歩行の安心感の向上

歩行試験終了後のヒアリングの結果、弱視も全盲の被験者ともにアスファルト舗装と比べてウッドデッキ舗装の方が歩きやすさや安心感があると回答した人が多かった。屋内試験では被験者からウッドデッキの滑りやすさが懸念されていたが、本研究では、ウッドデッキに表面加工をしていない状態であったが、路面が濡れた状態であっても66%の人が滑らないと回答した。このように、木製バリアフリー歩道が一般的なアスファルト舗装の歩道に比べて歩きやすさや歩行の安心感の向上に寄与すると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では九州大学のキャンパス内の屋外空間に木製バリアフリー歩道を設置し、一般的なアスファルト歩道と比較して木製バリアフリー歩道が視覚障害者が車道へ飛び出すことを防ぎ、安全に歩道を歩くことを支援する役割を果たすかを23名の視覚障害者を対象にした歩行試験によって検証した。

その結果、木製バリアフリー歩道の特徴として、白杖の打音や歩行音の違いにより、車道への飛び出し防止、誘導用ブロックへの復帰しやすさ、歩きやすさや安心感の向上が認められた。

本研究では限られた期間内であったため被験者の数が限られた。今後の課題として木製バリアフリー歩道がどのような視覚障害者に対して、どの程度機能を有するかを検証するためにも被験者数を増やすと同時に歩行訓練の経験の有無や日常の歩行経験等に偏りがないように注意しながら進める必要がある。

また、試験方法において、試験前に歩行訓練時間を十分に取り、被験者が習熟した上で試験に臨んだものの、歩行試験のスタート地点を常に①アスファルト、②ウッドデッキの順番で試験を行ったことから、被験者によっては試験中に試験歩道に習熟したためにウッドデッキの方が分かりやすかったという意見があった。今後は試験前の訓練方法の見直しや試験スタート地点の順番をランダムにすること等、試験方法の改善が必要と考えられる。

**謝辞：**本研究は、JSPS科研費JP16H03020の助成を受けたものです。試験にご協力頂いた関係者の皆様に深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 榎本碧, 樋口明彦, 原田大史, 永村景子, 荒巻祥大, 羽野暁: 木製バリアフリー歩道の開発に向けた白杖の打音に着目した舗装材の官能評価, 第14回景観・デザイン研究発表会, 2018
- 2) 日本道路協会編: 道路構造令の解説と運用, 2015
- 3) 国土技術研究センター: 道路の移動等円滑化整備ガイドライン, 2011

## DEMONSTRATION EXPERIMENT FOR THE REALIZATION OF WOODEN BARRIER-FREE SIDEWALK

Akihiko HIGUCHI, Yuta SASAKI, Midori ENOMOTO, Taishi HARADA, Syota ARAMAKI and Keiko NAGAMURA

Blocks for guiding the visually impaired people are installed on sidewalks throughout Japan to support the safe walking of visually impaired people. However, safety is not sufficiently secured by the 300mm width line-shaped guiding blocks.

If the pavement of the sidewalk is a wood deck pavement and the roadway is a general pavement (this is called a wooden barrier-free sidewalk), I thought that it might prevent the jumping out to the roadway, and it might assisting the guiding block.

We constructed a sidewalk of asphalt pavement with a length of 9 m and a width of 4 m and a wood deck pavement with a length of 8.8 m and a width of 4 m in the Ito campus of Kyushu University. In a situation which visually impaired people lost sight of the guiding block inadvertently, I conducted walking experiments for 23 visually impaired people.

As a result of this survey, it became clear that the wooden barrier-free sidewalk prevented visually impaired people from jumping out to the road due to the difference in the sound of the sidewalk and the roadway. Furthermore, it was found that the wooden barrier-free sidewalk can play a role of shortening the time from losing sight of the guide block until returning, and supplementing the guide block.