

人にやさしい道路環境に関する研究

Study on the Road Environment for All People Including Elderly and Disabled

— 横断歩道等における歩車道境界部の段差構造に関する調査研究 —
— Research on the Structure of Difference in Level between Sidewalk and Roadway in the Crossing —

藤井 嘉彦、米田 郁夫、阪東 美智子
FUJII Yoshihiko, YONEDA Ikuo, BANDO Michiko

キーワード：

バリアフリー、高齢者、障害者、利用者の視点、
段差構造

Keywords:

barrier-free, elderly people, disabled people, point of view for users, structure of difference in level

Abstract:

The purpose of this research is to present the desirable standard form for all people on the structure of difference in level between sidewalk and roadway in the crossing.

Following ways were used in this research: (1) Investigation on the standard for the structure of difference in level established by prefectural countries, (2) Sensory test by visually impaired people on the difference in level, (3) Sensory test by visually impaired people, elderly people with safety canes and wheelchair users' on the test sidewalk under the different conditions of boundary blocks, (4) Experiment on torque of wheelchair rising up the above sidewalk. Through the research, it was found that the existing standard for the structure of difference in level is disunited all over the country, the sensible height for visually impaired people is 2.0 cm and the desirable standard form for all people is made

up of the boundary block with 2.0 cm heights and 1/8 slope.

1 はじめに

本格的な高齢社会の到来に備え、高齢者や障害者を含むすべての人が、安全で安心して快適に住み続けることができる都市施設の整備が求められている。

その中で、道路は日常的に利用される身近で、馴染み深い空間であり、すべての人にとって重要な都市施設である。特に、歩道はこれまで安全性の観点から順次整備されてきたが、問題点の指摘も多い。

近年は、道路構造令の改正、福祉のまちづくり条例の施行などを背景として、国では「歩いて暮らせる街づくり」、県では「人間サイズのまちづくり」、さらに神戸市では「コンパクトシティー」などの施策が推進され、歩道がその中心的位置付けを担うこととなっている。

また、昨年の交通バリアフリー法施行に伴い、歩道環境の一層の整備が求められており、高齢者や障害者を含むすべての「人にやさしい道路(歩道)環境」のあり方を多方面から検討する必要がある。

このような観点から、昨年度は歩道構造に関して、一般部の縦断勾配や横断勾配の望ましい基準について、車いす使用者の視点に立った検討を行ない、既存基準の妥当性等について考察を加えた。

今年度は、引き続き歩道構造のうち、一般部とつながる横断歩道等における歩車道境界部の段差構造(以下、「段差構造」という。)に焦点をあてることと

した。具体的な研究においては、段差構造に関する全国的な適用基準のアンケート調査や視覚障害者による体感段差官能試験を行ない、その結果などを基に製作した縁石ブロック等を設置した試験歩道において、視覚障害者や杖等を使用する立位高齢者並びに車いす使用者などの協力のもと、安全に安心して上り下りできる段差構造はどのようなものかを、官能試験や物理試験などにより定性的・定量的に評価し、望ましい段差構造の基本形を提示することを目的としている。

2 段差構造に関する現行基準等

ここで扱う歩車道境界部の一般的なイメージは図1及び図2に示すとおりであり、既設の歩道としてよく見うけられるマウントアップ形式を基本としており、一般部から切り下げられた平坦歩道部、車道（横断歩道）部の延長線上の水叩きエプロン部、縁石ブロック並びに段差(H)から構成されている。これらの構造等に関しては国の基などが定められている。

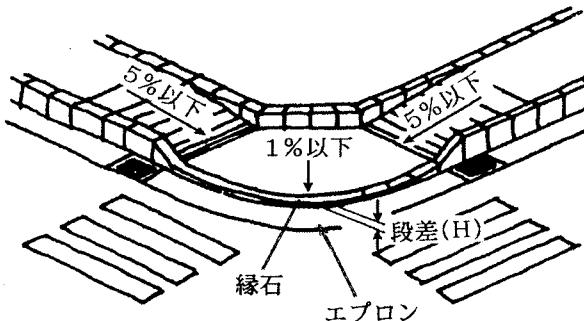


図1 歩車道境界部概要図

Fig. 1 Boundary between sidewalk and roadway

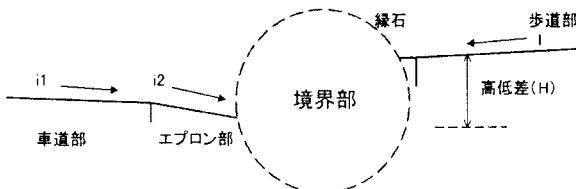


図2 歩車道境界部断面図

Fig. 2 Cross section of the boundary between sidewalk and roadway

2.1 現行基準

2.1.1 国の基準

歩道全般については、道路構造令(平成5年11月改正)に規定されている。歩道における段差及び勾配等に関する基準については、高齢者や障害者その他の歩行者に配慮した建設省通達(「歩道における安全

かつ円滑な通行の確保について」平成11年9月10日付け)や交通バリアフリー法の施行に伴い制定された建設省令(「重点整備地区における移動円滑化のために必要な道路の構造に関する基準」平成12年11月15日付け)に詳しく定められている。

段差構造については、視覚障害者の安全な通行を考慮して、その高さについては2cmを標準とすることや歩道切下げ平坦部の確保などが明示されているが、2cmを確保するための詳細構造(使用する縁石ブロックやエプロン部等)の明示は上記通達等にはない。また、視覚障害者にとって必要とされる段差2cm決定の根拠も提示されていない。

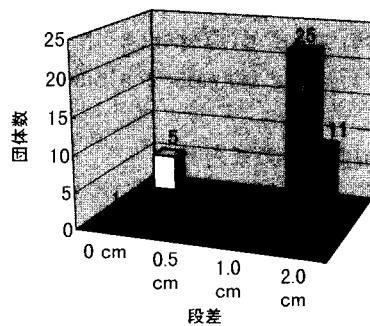
2.1.2 都道府県・政令指定都市の基準

段差構造の詳細にわたる国基準等が統一的に明示されていないため、47都道府県並びに12政令指定都市(以下、「政令市」という。)において定められている基準内容等を管理者の視点と利用者の視点で整理のうえ、既存基準等の傾向などを把握するとともに、問題点の抽出を行うこととし、平成12年5月に悉皆調査を実施した。調査に際しては、都道府県等の基準書や施工詳細図の提供を求め、内容によっては電話によるヒアリングも合わせて実施した。

兵庫県及び神戸市を含む36都道府県12政令市の協力を得ることができたので、その結果を以下に示す。

(1) 管理者(都道府県等)の視点でのまとめ

歩車道境界部に使用されている縁石ブロック種別ごとに、都道府県等が段差(H_1)としている数値の分布状況を図3に、道路管理者別の水叩きエプロン部の横断勾配基準の分布状況を図4に示す。



■平ブロック ■一部擦り付けタイプ □全面擦り付けタイプ

図3 都道府県等の段差(H_1)分布状況

Fig. 3 Distribution of (H_1)

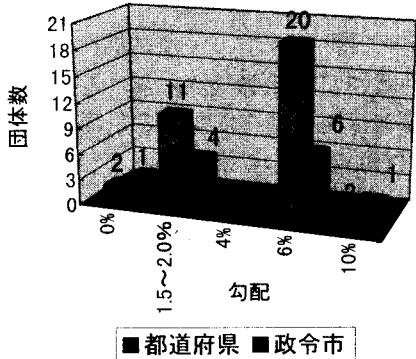


図4 水叩きエプロン部勾配分布
Fig. 4 Distribution of slope in apron

なお、段差(H_1)の評価(段差の有無、段差高さ等)については、各都道府県等の基準・評価手法によつており、歩道と車道の境界部縁石ブロックのタイプ別に図5に示すとおりとなつてゐる。

1. 平ブロック使用



2. 全面擦り付けブロック使用



3. 一部擦り付けブロック使用



図5 現行の縁石ブロックタイプ別段差 H_1 評価
Fig. 5 Estimation of difference in level on the existing boundary block types

(2) 利用者の視点でのまとめ

車いす利用者が歩車道境界部を上る(乗り越える)イメージは図6に示すとおりである。

車いすの前輪や後輪にとって障害となり、利用者が克服すべき段差(H)は、まさに歩車道境界部の全体の高低差(H)ではないかとの観点から、上記(1)の基準をまとめ直したもののが図7である。

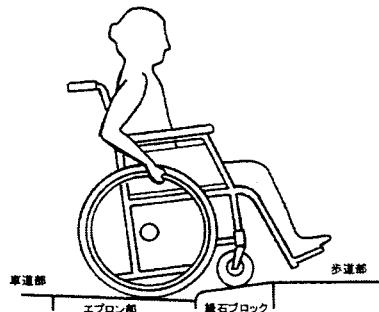


図6 車いす段差乗り越え状況

Fig. 6 Rising up the difference in level by wheelchair

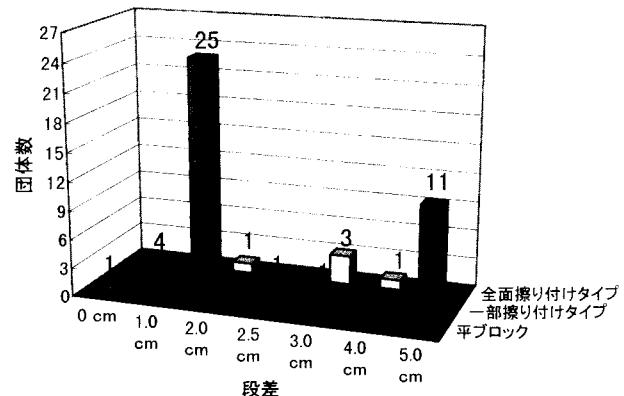


図7 縁石ブロックタイプ別段差 H 評価(見直し)

Fig. 7 Estimation of reconsidering difference in level on boundary block types

2.2 現行基準の評価結果

2.2.1 段差について

管理者の視点では全て国基準である2cm以内となつてゐるが、数値には0cmから2cmとバラツキがある。利用者の視点(歩車道境界部の高低差)でまとめ直すと、段差2cm以下は31団体(65%)に減少するとともに、段差5cmの団体が11団体(23%)も存在することがわかつた。

また、使用されている縁石ブロック別に見ると、都道府県等では全面擦り付けタイプや一部擦り付けタイプで、段差(H_1)をもつて段差と評価していることがわかる。なお、段差2cmの平ブロックタイプが25団体(52%)と過半を占めていることも特徴として挙げることができる。

2.2.2 エプロン部勾配について

0%から10%まで広く分布している。道路土工一排水工指針に示されている標準的な6%勾配で処

理されている都道府県等が 26 団体(54%)ある一方、車道の横断勾配なりに勾配を緩くしている都道府県等が 15 団体(31%)あった。

2.2.3 段差の必要性について

視覚障害者の安全に配慮して、歩車道境界部に何らかの段差を設ける必要性についての記述は散見されたが、その根拠等の明示は見つけられなかった。

2.3 段差の再定義等

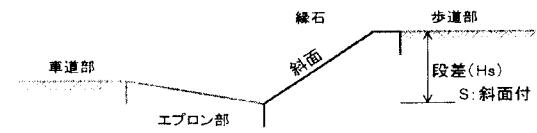
2.3.1 段差の再定義

利用者の視点に立った場合、歩車道境界部の高低差の扱いに不統一があることは好ましい状況ではなく、この高低差(H)の再定義・評価が必要である。この際、高低差を表す表現としては、「段差」が周知のものとなっているため、この表現を基本としながら、境界部を構成する縁石ブロックの形態別に 3 分類することにより、段差基準・評価の統一が図られるものと考える。(図 8)

1. 平ブロックタイプ



2. 全面擦り付けタイプ



3. 一部擦り付けタイプ



図 8 段差(H)の再定義

Fig. 8 Redefinition of (H)

すなはち、直上がりタイプのブロックにより確保されている段差を基本の段差(H)とし、ブロック前面が斜面で構成されているものを段差(Hs:斜面付き)とともに、これらの組み合わせタイプのものについては段差(Hc:両タイプの組み合わせ)とするものである。

なお、当然のことながら、歩車道境界部における障害としての段差は H、Hs 及び Hc で評価・表現されることとなる。

2.3.2 望ましい段差構造の検討

上記により段差の定義は整理されるものの、視覚障害者にとって段差が必要か、必要とすればどの程度の高さが必要か、さらには視覚障害者や杖等を利用する立位高齢者、車いす使用者などの利用者の視点に立って、安全に安心して上り下りできる段差構造はどのようにすれば良いかといった点などについて検討を加える必要がある。

そこで、以下の検討手順に基づき、望ましい段差構造の基本形について検討・考察を加えた。

3 体感段差官能試験

3.1 試験概要

国立神戸視力障害センターの体育館内に、都道府県調査結果等を基に設定した数種類の段差を持つ段差体感用試験歩行路(上段部及び下段部で一組)を設置し、センター入所の視覚障害者による、試験歩行路を下り上りする際に体感することが可能な段差について官能試験を行った。(写真 1)



写真 1 体感段差官能試験状況

Pic. 1 Sensory test by visually impaired people on difference in level

なお、官能段差については、体の下り上りに伴う体感によるものを採用し、歩行時の足裏などが段鼻に接触した感覚等によるものは除外している。

3.2 試験歩行路

段差については、0.5 cm、1.0 cm、1.5 cm、2.0 cm、3.0 cm 及び 4.0 cm の 6 種類とした。

材質は、下り上り時の足裏の感触等の違いを避けるため、同一素材の合板製とし、上段と下段の組み合わせにより一歩行路を構成させている。歩行路の寸法については、上段、下段とも縦 180 cm × 横 90 cm とし、視覚障害者が通常の歩幅で歩行が可能なスペースを確保した。(写真 2)

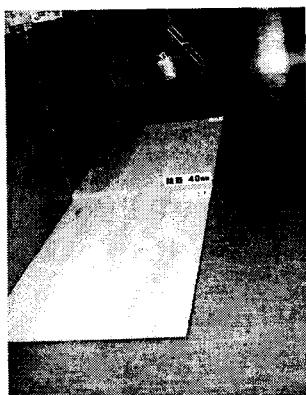


写真2 試験歩行路

Pic. 2 Test way with difference in level

なお、被験者の安全を確保するため、体育館の壁等をガイドとして使用できる範囲に試験歩行路を設置した。

3.3 被験者

被験者は国立神戸視力障害センターに入所している視覚障害者で、日常生活において白杖利用により随時外出している方々22名(19歳～61歳、男性15名・女性7名、全盲者9名・弱視者13名)である。

日常の外出時と同じ服装・足元状態(特に靴等)での参加をお願いするとともに、念のためアイマスクを全員に着用していただいた。

3.4 評価項目

評価項目は、歩行路下り上り時の段差体感の有無とし、被験者の主観的評価を試験官が聞き取り調査した。

3.5 試験結果

図9は上段から下段に歩行路を下りた際の体感段差をまとめたものであるが、段差2.0cm以上になると被験者全員が段差の存在を体感している。視覚障害者にとって歩行時の危険な状況(歩道部から横断歩道部への飛び出し等)を回避する一つの機能として、車いす利用者等に配慮したうえ、段差2.0cmを歩道境界部に確保することが有効となることが推察される。

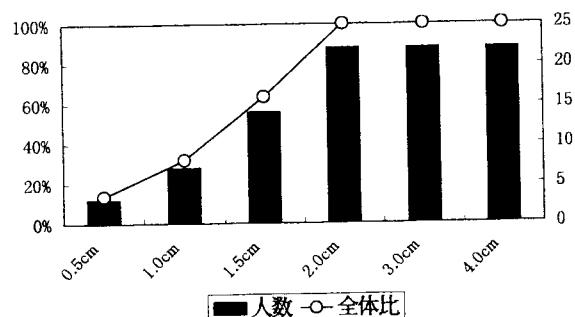


図9 下り体感段差

Fig. 9 Result of sensory test on the downway

4 試験歩道

4.1 試験歩道の概要

試験歩道は、視覚障害者による体感段差官能試験結果や全国調査等を基に、高さ2.0cmを基本とした12種類の歩道縁石ブロックにより構成された歩道切下げ部及び横断歩道部よりなっており、実際の歩道境界部の機能再現を目指した。(写真3、写真4)

視覚障害者や杖等を利用する立位高齢者、車いす使用者の上り下りしやすさ官能試験の場とともに、計測用車いすによる物理試験実施の場としても使用した。

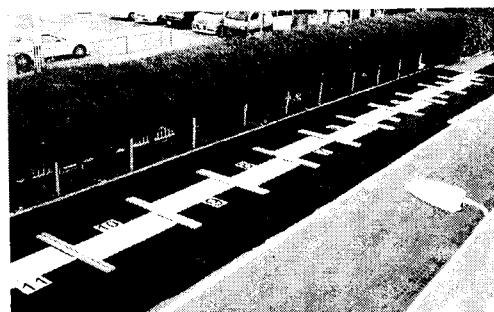


写真3 試験歩道全景

Pic. 3 Complete view of test sidewalk

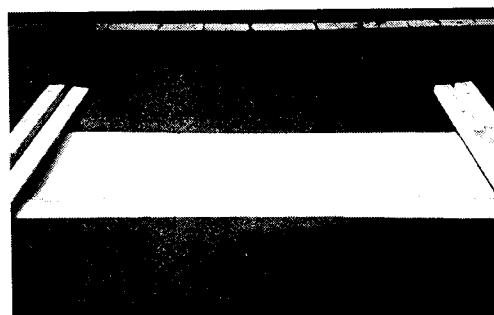


写真4 試験歩道(10工区)

Pic. 4 Test sidewalk (10th area)

4.2 試験歩道用縁石ブロック

歩道境界部の施工後の段差を基本的に2.0cmに設定するための12種類の歩道縁石ブロック(図10)

を準備した。

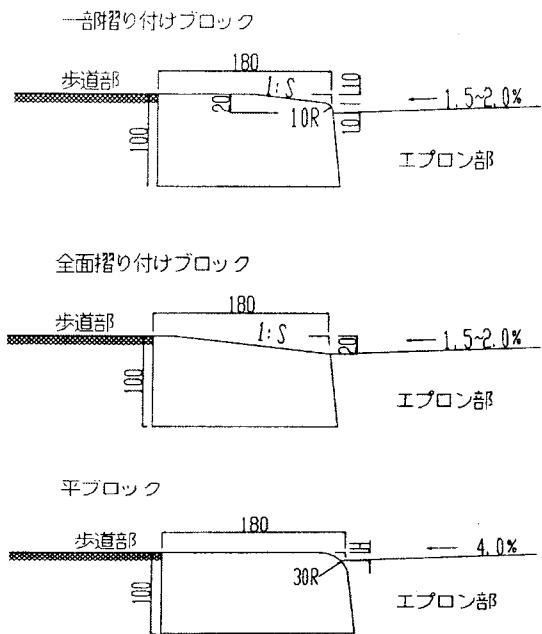


図 10 試験歩道用縁石ブロック標準断面図
Fig. 10 Standard sections of boundary blocks for test sidewalks

種類の選定に際しては、全国調査結果やブロックによる障害者等の上り下りやすさの比較評価を前提に、一部擦り付けタイプ5種類、全面擦り付けタイプ6種類並びに平ブロックタイプ1種類とした。また、一部擦り付け・全面擦り付けタイプの斜面勾配はともに1/1、1/3、1/4及び1/8とした。(写真5)

なお、ブロックタイプには、既に兵庫県、神戸市及びk県で使用されているものを含め、今回新提案のブロック機能(段差、斜面勾配、溝(幅6mm)などやこれらの組み合わせ状況)との比較を行えるよう工夫した。

4.3 試験歩道の施工

兵庫県立総合リハビリテーションセンター内に、縁石ブロックタイプや段差(基本的には2.0cm)を変えた試験歩道を14工区(一部擦り付けブロック使用5工区、全面擦り付けブロック使用6工区及び平ブロック使用3工区)施工した。(表1)

実際の歩車道境界部を再現するため、舗装材にはアスファルトを使用するとともに、水叩きエプロン部はコンクリートを打設した。一工区あたり歩車道とも幅、奥行きとも1.8mとし、被験者が日常歩行状態等を再現出来る大きさとしている。また、水叩きエプロン部の勾配については、車いす利用者等の走

行性に配慮して、車道横断勾配なり(1.5%~2.0%)を基本としているが、現行施工基準となっているものとの比較を行うため、0%及び4.0%の工区も設けている。なお、視覚障害者の試験歩行時の安全確保のため、各試験歩道の両側に白杖ガイド用桟木を設置した。(図11)

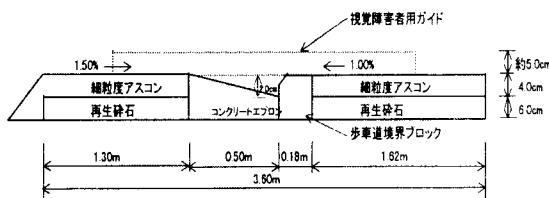


図 11 試験歩道標準断面図

Fig. 11 Standard section of test sidewalks

5 試験歩道での官能試験

5.1 試験概要

視覚障害者の白杖使用による試験歩道下り上り時の歩車道境界の判りやすさ、杖等を使用する立位高齢者並びに車いす使用者の試験歩道上り下りしやすさについて、歩行(走行)試験を行い、被験者による主観評価や観察者による客観評価をまとめた。

5.2 被験者

5.2.1 視覚障害者

被験者は、体感段差官能試験に協力していただいた方々のうち14名(20歳~61歳、男性9名・女性5名、全盲者8名・弱視者6名)で、服装等の条件は体感段差試験時と同じである。

また、白杖の使用方法では、スライド式10名、2点突き3名、その他1名となっている。

5.2.2 杖等を使用する立位高齢者

被験者は総合リハビリテーションセンター内に事務局のある障害者団体しあわせ会(以下、「しあわせ会」という。)の方々16名(43歳・52歳~76歳、男性11名・女性5名)で、片麻痺状態で杖使用するもの13名、杖を使用しないもの2名及び義足使用者1名となっている。

5.2.3 車いす使用者

被験者は総合リハビリテーションセンター内の重度身体障害者更生援護施設(自立生活訓練センター)に入所している下肢障害者30名(19歳~59歳、男性21名・女性9名)としあわせ会の方々3名(59歳~64歳、男性1名・女性2名)である。

写真5 試験歩道用縁石ブロック(代表例)
Pic.5 Typical boundary blocks for test

第5工区(一部擦り付けブロック、K県タイプ)
第9工区(全面擦り付けブロック、S=1/8)
第10工区(全面擦り付けブロック、S=1/4、
溝付き)

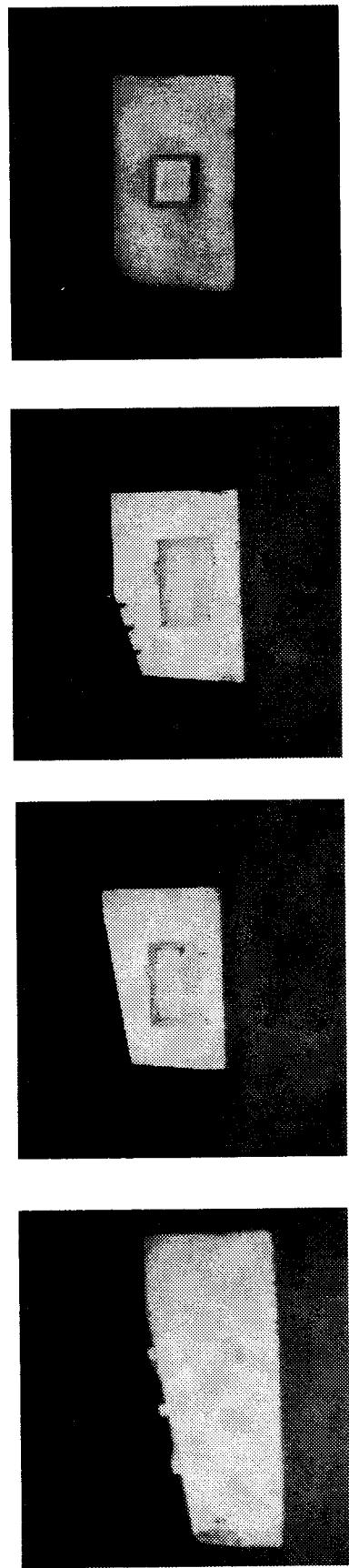
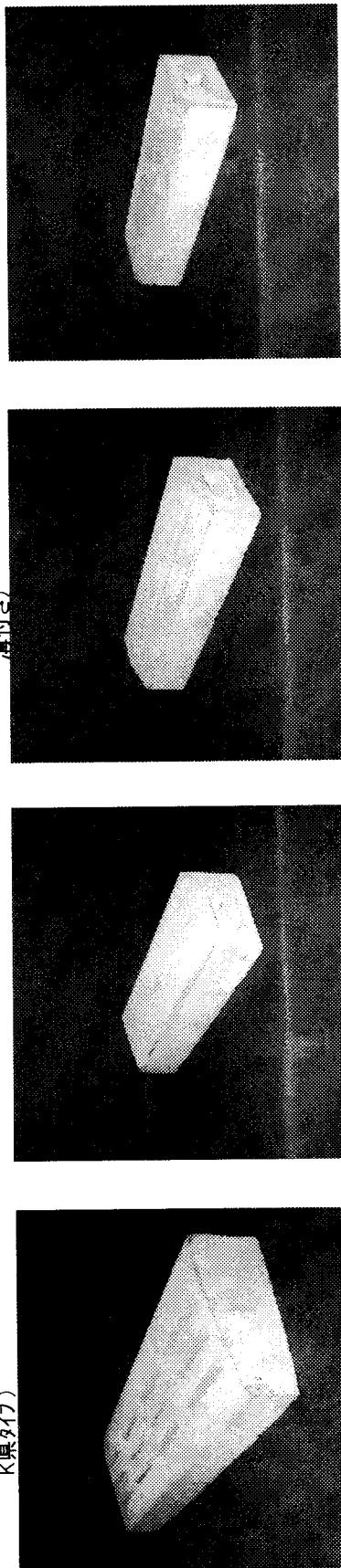


表1 試験歩道諸元一覧表
Tab.1 Standards of test sidewalk areas

工区名	25.2m												
	14工区	13工区	12工区	11工区	10工区	9工区	8工区	7工区	6工区	5工区	4工区	3工区	2工区
平ブロック	全面埋り付けブロック												一部埋り付けブロック
ブロックの種類													
面取り 段差(H)	歩道部				勾配(1S) 段差(HS)				歩道部 勾配(1S) 段差(HC)				車道部 中間段差
段差HHS HC(cm)	2.0cm	1.5cm	1.0cm	4.0cm	2.0cm				2.5cm				2.0cm
中間段差													0.5cm 1.0cm
ブロック勾配(1S)	1:4				1:4				1:4 1:3 1:1				1:7.5 1:8 1:4 1:3 1:1
エプロン勾配(%)	4.0%				0%				1.5%				1.5%
舗装勾配(車道)(%)	1.5%								1.5%				1.5%
(歩道)(%)	1.0%				1.0%				1.0%				1.0%
備考	建設省地25 都道府県等	兵庫県他3都 道府県等		神戸市 エプロン勾配 は0% 新提案 滑り止め溝付 き(6mm)	K値 滑り止め突起 付き(5mm)								

5.3 評価項目等

5.3.1 視覚障害者

評価項目は、白杖を使用しながら試験歩道を下り上りする(写真6)際の各工区ごとの歩車道境界部の判りやすさとし、被験者の主観評価(3段階)を聞き取り調査した。また、歩車道境界部を認知した理由についても各工区歩行終了時に聞き取り調査した。



写真6 視覚障害者官能試験状況

Pic. 6 Sensory test by visually impaired people

5.3.2 杖等を使用する立位高齢者

評価項目は、杖等を利用して試験歩道を歩行する(写真7)際の各工区ごとの歩車道境界部の上り下りのしやすさとし、被験者の主観評価(3段階)と試験官の客観評価(3段階)を調査した。一連の工区単位(一部擦り付けブロック工区、全面擦り付けブロック工区及び平ブロック工区)ごとで最も上り下りしやすい工区についても被験者に主観評価していただいた。また、上り下りのしやすさについて、特に理由がある場合は、その内容についても被験者より聴取した。

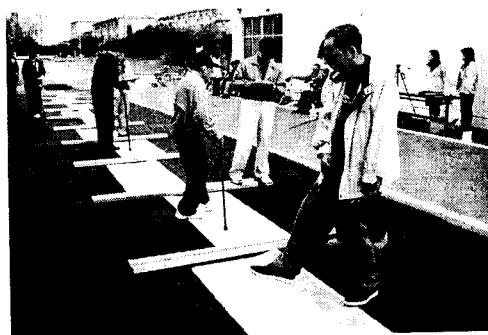


写真7 杖等使用の立位高齢者官能試験状況

Pic. 7 Sensory test by elderly people with safety canes

5.3.3 車いす使用者

評価項目は、試験歩道を走行する(写真8)際の歩車道境界部段差上り下りの負担感、可否の2点とし、

前者については被験者の主観評価(4段階)、後者については試験官の客観評価(3段階)を調査した。立位高齢者と同じく一連の工区単位ごとで最も上り下りしやすい工区についても被験者評価をいただくとともに、全工区を通じて最も上り下りしやすい工区についても被験者評価をいただいた。



写真8 車いす使用者官能試験状況

Pic. 8 Sensory test by wheelchair users

6 試験歩道での計測用車いすによる物理試験

6.1 試験概要

試験歩道各工区において、計測用車いすによる歩車道境界部上り(乗り越え)走行試験を行い、車いすに乗った被験者が車いすのハンドリムに加えた駆動トルク等を計測した。(写真9)

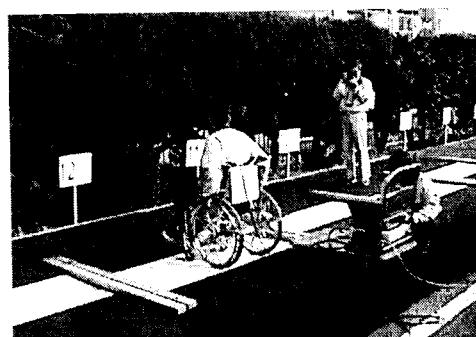


写真9 上り(乗り越え)実験状況

Pic. 9 Experiment on torque of wheelchair

試験に際しては、計測用車いす前輪が縁石ブロック端部に接した状態から走行し、後輪が縁石ブロックを上り終え、歩道上に静止したところで一工区の走行試験終了とした。

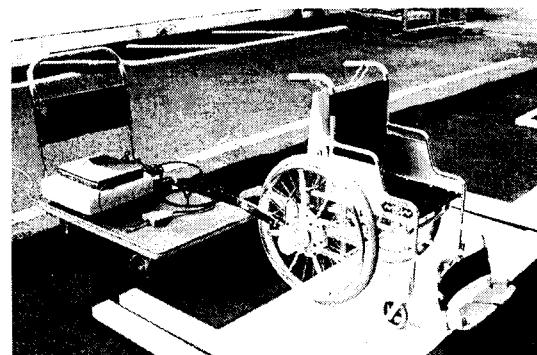
なお、試験歩道での結果と比較評価を行うため、実験室内において直上がり段差(1.0cm、1.5cm及び2.0cm; 縦1.0m×横0.9m)の上り(乗り越え)実験を同時に行なった。(写真10)



Pic. 10 Experiment on torque of wheelchair in the testroom

6.2 計測システム

試験に用いた計測用車いすは、左右駆動輪(後輪)にトルク変換器とロータリー・エンコーダが装着されており、左右のハンドリムに加えられた駆動トルクと駆動輪の回転数を計測することができる。駆動輪は前後・上下方向に取り付け位置を変えることができるが、本研究では中間位置(背もたれ直下)で測定した。データはAD変換器を介してパソコンに取り込み、最終的には被験者が左右駆動輪に加えた力等を求めることができる。(写真 11)



Pic. 11 Wheelchair system for measuring torque

6.3 被験者

被験者は健常者 1 名(52歳男性)である。本研究では、歩車道境界部段差の構造評価を主眼としているため、勾配等各種タイプの工区で上り(乗り越え)走行対応可能で、一連試験データが取得可能な健常者を被験者とする方が好ましいと判断した。

6.4 上り(乗り越え)実験データ

データは、左右駆動輪のトルクと回転数の形で得られる。これにより、車いす使用者が車いすで歩車道境界部の段差を上(乗り越え)るための負担量(運動

量)などが求められる。なお、上り実験は各工区について 3 回ずつ実施し、その平均値を用いてデータ整理を行った。

7 試験歩道での試験結果

7.1 官能試験による試験歩道評価

7.1.1 視覚障害者の場合

視覚障害者にとって重要な、歩道から車道側への飛び出し防止対応面から評価すると、試験歩道における下り官能試験結果が重要となる。図 12 は下りの判りやすさを工区別にまとめたものである。

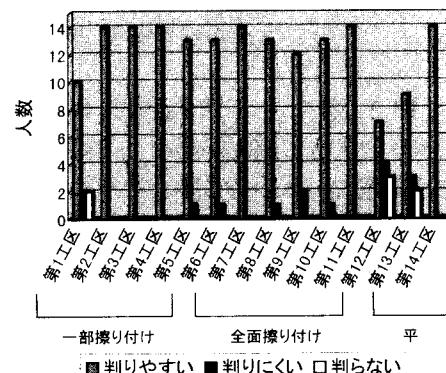


図 12 下り判りやすさ評価

Fig. 12 Estimation for sensible function of downroad

段差が 1.0 cm 及び 1.5 cm の 12 工区、13 工区を除き、判りやすさに大差はない。さらに、下りの判りやすさについてその理由をまとめた図 13 を見ると、各工区において様々な理由が挙げられているが、12 工区及び 13 工区では判りやすさの理由として段差を体で感じたことを挙げた者はいなかった。

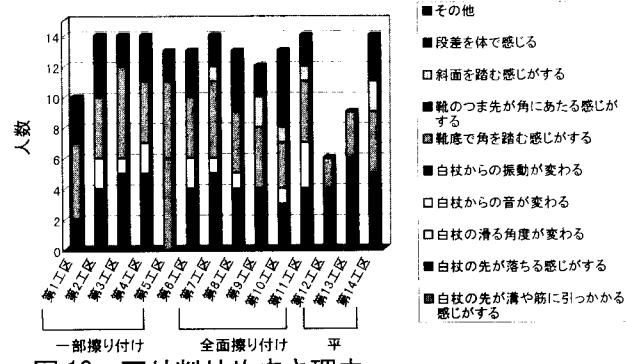


図 13 下り判りやすさ理由

Fig. 13 Reason for sensible function

また、上りの判りやすさについてまとめた図 14 を見ると、全面擦り付けタイプで斜面勾配が 1/3 ~ 1/8 の縁石ブロックを使用した 7 工区、8 工区、9 工区及び段差 1.0 cm の平ブロックを使用した 12 工区で判りにくい、判らないという評価が多くなっている。

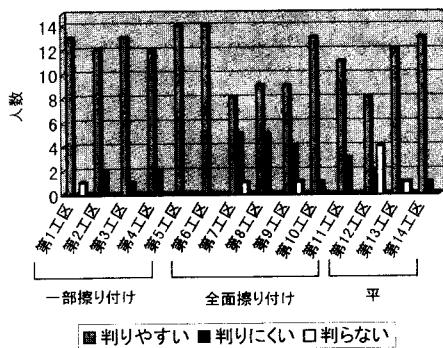


図14 上り判りやすさ評価
Fig. 14 Estimation for sensible function of uproad

なお、10工区については全面擦り付けタイプであるが、判りやすさの評価が高く、その理由として白杖の先が溝等に引っかかる感じがすることを挙げている。これは、ブロック斜面に施した溝に杖先が引っかかった結果である。(写真12)

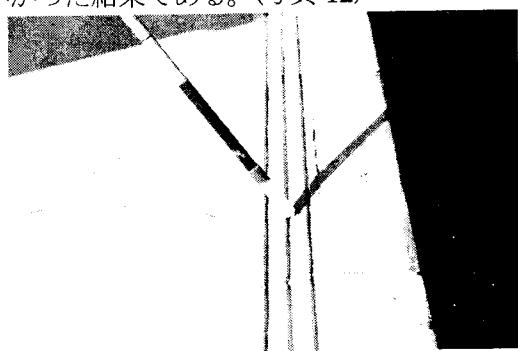


写真12 白杖の溝への引っかかり状況
Pic. 12 White staff catching a groove

7.1.2 杖等を使用する立位高齢者の場合

図15は各工区ごとの上り下りやすさの本人評価をまとめたもので、5工区(突起付き)、11工区(神戸市タイプ、段差4.0cm)及び14工区(平ブロック、段差2.0cm)の評価が相対的に低い他は、大差はない。

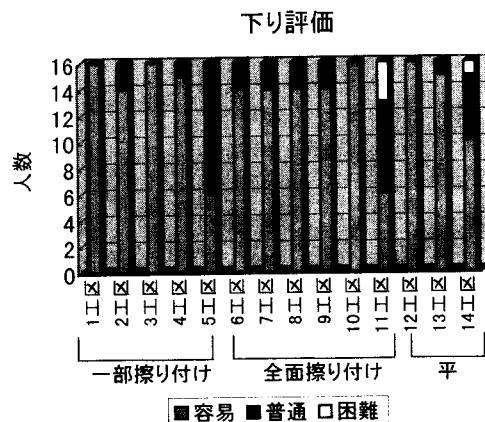
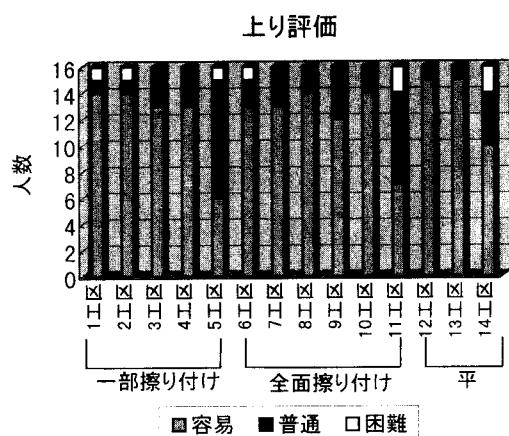


図15 上り下りやすさ本人評価
Fig. 15 Estimation for facility in stepping up and down

図16は上りにくさの理由についてまとめているが、5工区では突起による爪先等の引っかかりなどを理由としている。また、11工区については、見た目の高さや斜面の長さ、滑りやすさをその理由として挙げている。さらに、14工区については、高さや爪先等の引っかかりを理由としている。

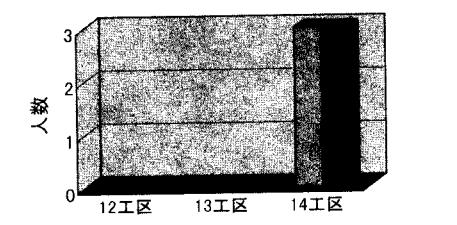
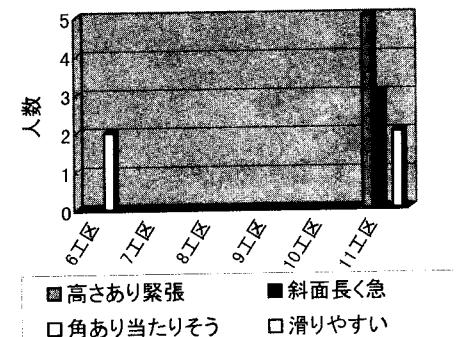
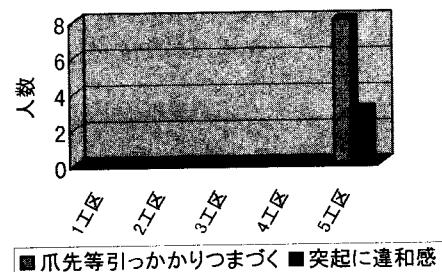


図16 上りにくさの理由
Fig. 16 Reason for difficulty in stepping up

また、10工区については、溝のあることによる滑りにくさや安心感で、上り下りしやすいとの評価を得ているものと思われる。(図17)

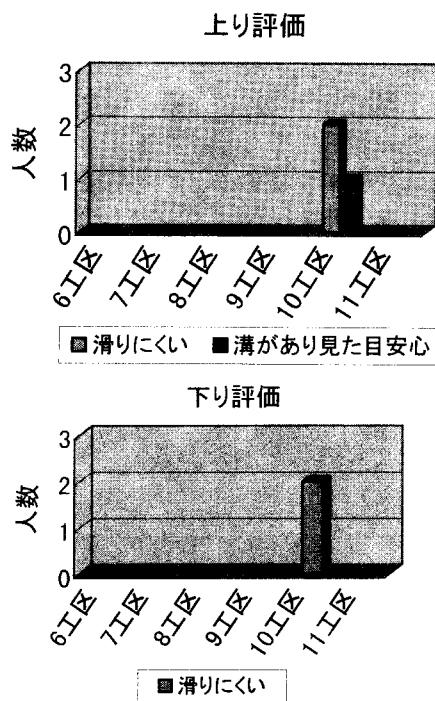


図17 溝による上り下りしやすさ評価
Fig. 17 Estimation to groove

図18は、一連工区ごとに最も上り下りしやすい工区について被験者が評価したものをまとめたものである。一部擦り付け工区では4工区(斜面勾配1/8)、全面擦り付け工区では9工区(斜面勾配1/8)及び10工区(斜面勾配1/4、溝付き)さらに平ブロック工区では12工区(段差1.0cm)に推奨工区が集中している。

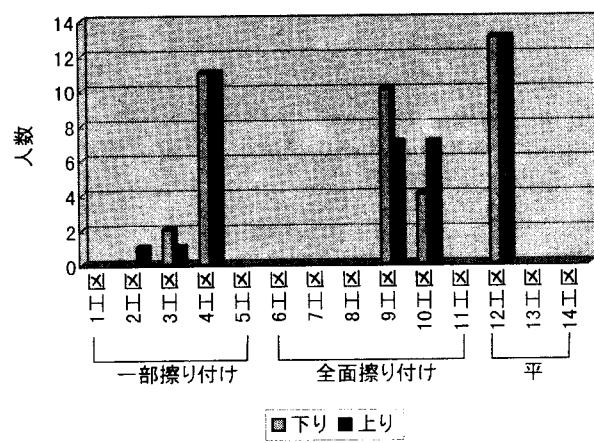


図18 一連工区別上り下りしやすさ本人評価
Fig. 18 Recommended areas by subjects

7.1.3 車いす使用者の場合

図19は段差の上りやすさの本人評価である。1工区(直上がり1.0cmと斜面勾配1/1)、5工区、6工区

区(斜面勾配1/1), 11工区並びに14工区の評価が低く、9工区に対する評価が高くなっている。

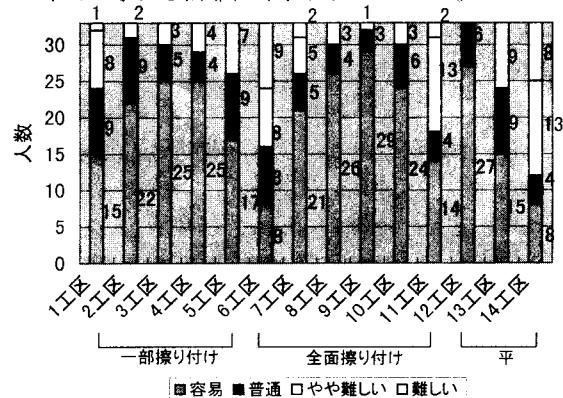


図19 上りやすさ本人評価

Fig. 19 Estimation for facility in rising up the defference in level

また、図20は段差の上りの状況(可否)を試験官が客観評価したもので、本人評価と同様の傾向となっている。

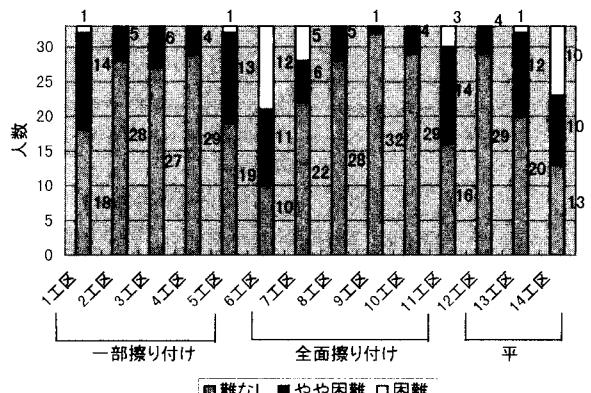


図20 段差の上りの状況(可否)

Fig. 20 Estimation of observers to wheelchair users

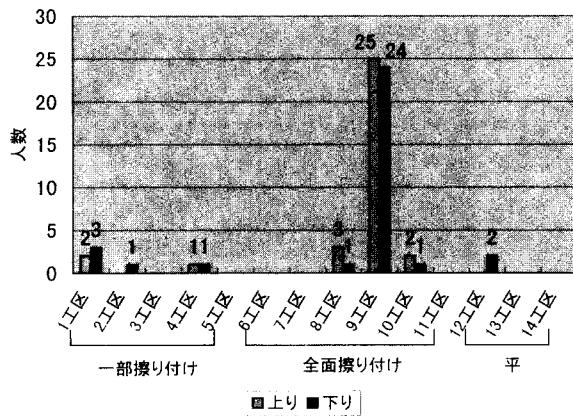


図21 上り下りやすさ総合一位本人評価

Fig. 21 Synthetic estimation for rising up and down

さらに、図 21(前項) は 14 工区全てについて、最も上り下りしやすい工区はどれかを試験走行後に聞き取りしたものであるが、大半の被験者が 9 工区を上り下りしやすいとしている。

7.2 計測用車いすによる試験歩道段差上り(乗り越し)負担感

7.2.1 車いす駆動トルクのパターン

被験者が 9 工区の試験歩道段差を上った(乗り越した)際に得られたデータの一例を図 22 に示す。図 22 より、車いすを駆動する動作は周期的なストローク運動であることがわかる。一山目が前輪を段差上に引き上げる運動、二山目が後輪を引き上げる運動に対応しており、2 度にわたって駆動輪に力が加えられた結果である。

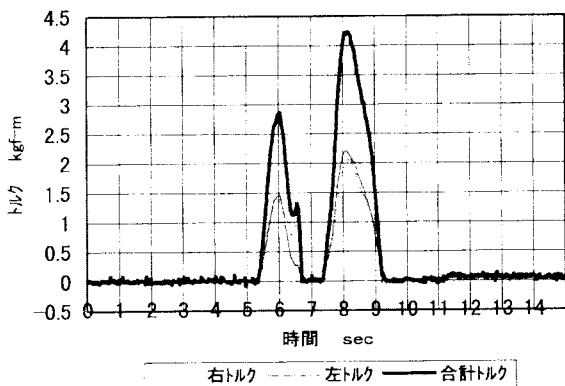


図 22 車いす駆動トルク出力の例(9 工区)

Fig. 22 Sample of wheelchair torque output (ninth area)

7.2.2 試験結果

図 23 は、段差を乗り越える際の前輪、後輪に加えられた最大推力(左・右トルク最大値の和を駆動輪半径で除し、重力加速度を乗じた値)の平均値を示したものである。

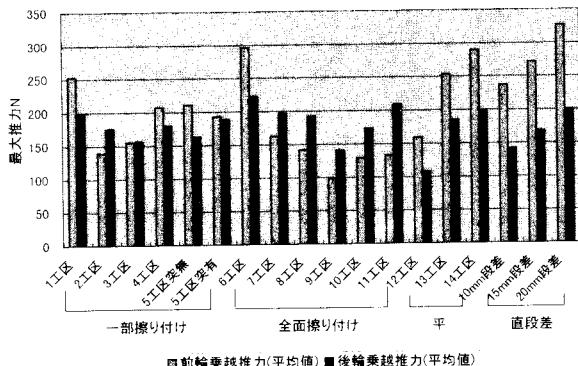


図 23 段差乗り越し最大推力(平均値)

Fig. 23 Maximum thrust (mean value)

試験歩道部で見ると、前輪乗り越し最大推力では 9 工区が最小となっているが、後輪最大推力では 12 工区が最小となっている。

そこで、被験者が一つの工区段差を乗り越すのに必要な最大推力に着目すると、その工区における前輪又は後輪に加えられたどちらか大きい方の最大推力がこれに相当することになる。図 24 は、図 23 の工区ごとの前輪、後輪のどちらか最大値を取り出して整理し直したものである。今回試験においては、9 工区(全面擦り付け工区、斜面勾配 1/8)の段差構造が最小推力(14 工区の 50% 弱)で段差 2.0 cm を乗り越すことが出来ると言える。また、9 工区では室内試験の直段差 1.0 cm を乗り越えるのに必要な最大推力の約 60% 程度の推力で倍の段差 2.0 cm を乗り越し可能となっていることもわかる。

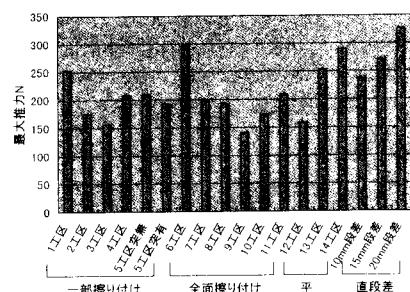


図 24 工区別前後輪乗り越し推力比較最大値

Fig. 24 Comparative maximum thrust

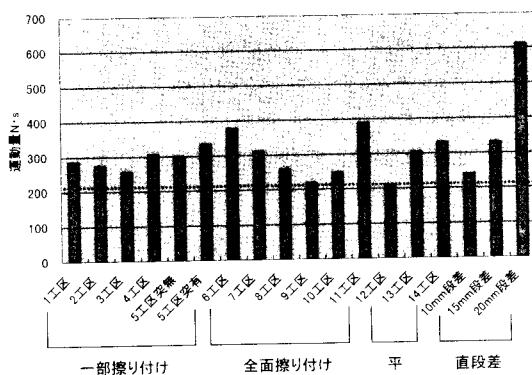


図 25 被験者の工区別総運動量(平均値)

Fig. 25 Integrated motion quantities in every test areas

一方、図 25 は各工区の段差を乗り越えるのに必要な被験者の総運動量(各微小時間ごとのトルク値を駆動輪半径で除して推進力を求め、乗り越えにかかる総時間で積分した値)を示したものである。この総運動量は、水平幅 20 cm 程度、高低差 2.0 cm 程度の段差構造を数秒程度で乗り越えるという一つの条件下における、一連工区に対する被験者の負担感の指

標と考えられるもので、9工区と12工区が概ね同程度の運動量、即ち同程度の負担感で段差を乗り越えられることを示している。

8 考察とまとめ

8.1 段差構造等に関する現行基準について

(1)国や都道府県などにおける現行基準には統一されていない点がかなりあり、利用者の視点に立った基準の再整備が必要と思われる。

(2)兵庫県内においても、同様に不統一が見られ、福祉のまちづくり条例の見直し作業などとも連携しながら、整備を図る必要がある。

8.2 体感段差について

今回の研究により、被験者数は試験歩行路で22名、試験歩道で14名ではあったが、視覚障害者にとって体感可能な段差として2cmを一つの指標値として扱えることがわかった。道路の構造基準に携わる国や都道府県等の関係者のみならず、広く民間設計者への周知が必要かつ重要と思われる。

8.3 人にやさしい段差構造について

(1)試験歩道における官能試験結果や計測用車いすによる物理試験結果などから、試験歩道の各工区段差構造を総合評価すると表2のとおりとなり、9工区の構造(歩車道境界部の段差2.0cmを全面擦り付けタイプ・斜面勾配1/8の縁石ブロックで処理し、水叩きエプロン勾配を1.5~2.0%としたもの)が機能的に優れており、段差構造の原形(プロトタイプ)と考えられる。

(2)ただし、9工区を原形とするためには、表2の備考欄にもあるとおり、視覚障害者の下り上りに対する機能強化が課題となる。これを解決する手法としては、試験歩道10工区における視覚障害者の上り官能試験結果(溝の引っかかり効果)が示唆を与えており、縁石ブロックへの溝機能の付加が挙げられる。

(3)以上のことから、歩車道境界部を水平幅20cm程度の縁石ブロックで確保する場合には、人にやさしい段差構造の基本形として、図26に示された構造を提示するものである。

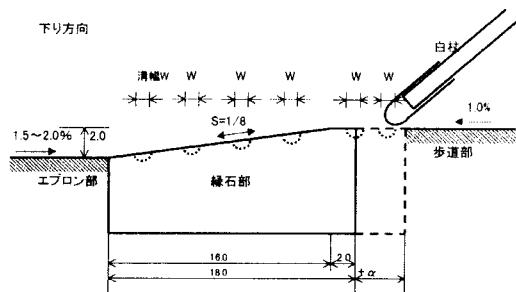


図26 望ましい段差構造の基本形

Fig. 26 Desirable standard form

(4)今回は、人にやさしい歩道環境検討の一環として、歩車道境界部段差等の詳細構造を提示したが、人の動線や周辺環境、さらには周囲にいる人たちの人的支援の状況などにも充分配慮した総合的な検討が必要であることは言うまでもない。

9 今後の課題

試験歩道設置場所等の制約もあり、水叩きコンクリートの横断勾配については、1.5~2.0%を基本としたが、勾配変化による車いす使用者の負担感の変化等について検証する必要があろう。

基本形に提示した溝については、その幅、設置間隔、設置パターンなどについて検証する必要がある。特に、視覚障害者にとって判りやすく、かつ車いす使用者に対しても不快感を与えない溝構造を見極め、基本形の確定を行う必要がある。

また、歩車道境界部を今回提示した段差構造にすると、歩道一般部や車道(横断歩道)部よりもかなり低い構造となり、降雨時の排水が境界部周辺に集中する(写真13)可能性が高い。



写真13 降雨時の水溜まり状況

Pic. 13 Puddle in the sidewalk

歩道側の透水性舗装の導入(写真14)などを前提に、現地における原形(プロトタイプ)での排水機能の検証・改良検討を行い、溝機能と合わせた基本形の確定を行う必要があると思われる。

なお、境界部を区切る縁石ブロックは、斜面が長

表2 官能試験及び物理試験結果に基づく総合評価
Tab.2 Synthetic estimation for sensory and physical test

	体感段差2cmの有無	段差の判りやすさ		段差の上り下りやすさ		段差上りの負担感		総合評価	備考
		上り	下り	杖歩行者等	車椅子使用者	必要最大推力	最小総運動量		
一部擦り付ナック	1工区(s=1/1)	○	○						
	2工区(s=1/3)	○	○	○					
	3工区(s=1/4)	○	○	○					
	4工区(s=1/8)	○	○	○	○				
	5工区(s=1/7.5,突起付き)	○	○	○					
全面擦り付ナック	6工区(s=1/1)	○	○	○					
	7工区(s=1/3)	○	○	○					
	8工区(s=1/4)	○	○	○					
	9工区(s=1/8)	○	○	○	○				
	10工区(s=1/4,溝付き)	○	○	○	○				
平ブロック	11工区(s=1/4,H=4.0)	○	○	○	○	○	○	◎	視覚障害者上り判りやすさ機能の付け加必要
	12工区(H=1.0)	×				○		○	視覚障害者上り判りやすさ・杖歩行者等上り下りやすさ理由:溝の存在
	13工区(H=1.5)	×		○					
平ブロック	14工区(H=2.0)	○	○	○					

注 ○:被験者本人推奨 ◎:総合評価による推奨 ×:条件満たさず

くなるため、降雨時や冬期の表面凍結時などでのスリップ事故の発生も懸念される。色々な状態でのロック表面の滑り特性についても検証し、結果によつては基本形にその成果を付加するなどして、より人にやさしい段差構造の検討を行うことが必要であろう。

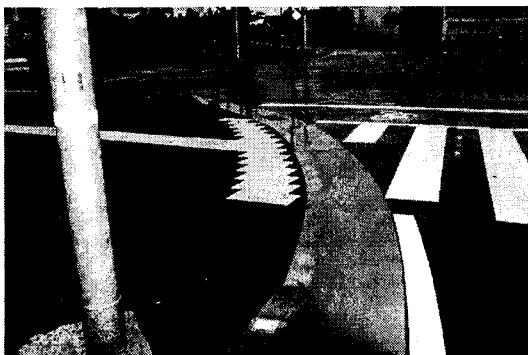


写真 14 降雨時の透水性舗装された歩道状況

Pic. 14 Condition of sidewalk pavement with porous asphalt in rainy weather

最後に、国立神戸視力障害センターに入所の方々並びに職員の方、しあわせ会の方々、兵庫県立総合リハビリテーションセンター自立生活訓練センターの訓練生並びにPTの方々には、今回の調査や官能試験に際して、多大なご支援とご協力をいただきました。ここに記して深く謝意を表します。

(参考文献)

- 1) 道路構造令の解説と運用((社)日本道路協会)
- 2) 道路構造令等の一部を改正する政令(平成5年11月25日公布、施行)
- 3) 建設省局長通達「歩道における安全かつ円滑な通行の確保について」(平成11年9月10日付け)
- 4) 建設省令「重点整備地区における移動円滑化のために必要な道路の構造に関する基準」(平成12年11月15日付け)
- 5) 高森衛、高木秀貴他4名:人に優しい道路整備に関する研究、開発土木研究所月報 No504 1995.5
- 6) 安江雪菜:車いすと屋外空間の諸問題、第1回自動車SIG講習会講演資料集、平成7年8月
- 7) 阪東美智子、米田郁夫他5名:高齢者等の歩行特性に適した床に関する研究、福祉のまちづくり工学研究所報告集、平成12年3月
- 8) 津田美知子:視覚障害者の歩行とユニバーサルデザイン、第29回都市交通計画全国会議論文集訂正版、平成12年5月