

「人にやさしい道路」を目指して
歩道横断勾配が車椅子の挙動に及ぼす影響*

A new road-system for diversified human activities
The effect on behavior of wheel-chair by side-walk crossfall*

中川 伸一** 栗山 清** 小笠原 章*** 横山 哲****

By Shin'ichi NAKAGAWA**, Kiyoshi KURIYAMA**, Akira OGASAWARA*** & Tetsu YOKOYAMA****

1. はじめに

高齢社会から超高齢社会への進展が予想される現在、誰もが自律的社会生活可能なノーマライゼーション社会の実現が望まれている。しかし、現状では運動機能・生理機能の限定された人々（高齢者、障害者等移動制約者）が自律的社会生活を営む上で多くの困難と対面している。この視点から今後の社会基盤整備にあたっては、移動制約者の活動範囲の拡大、利便の向上に資する各種障壁の少ないバリアフリーデザインが重要なテーマとなる。

また、福祉行政においては、平成5年11月に改正（同年12月公布）された障害者基本法（旧心身障害者対策基本法）には、障害者の「完全参加と平等」という考え方が示され、これまでの施設収容型の福祉制度から、在宅福祉の充実をはかり障害者の自律生活（ノーマライゼーション）を目指す方向が示された。このことにより、生活の基礎となる移動を支える社会資本である道路、特に歩道部分において、障害者や高齢者に代表される移動制約者の利用に対する安全性、快適性の確保は、これまで以上に重要となっている。

北海道開発局では、札幌市と協力して移動制約者対策を含む総合対策としての交通網整備、マスタープラン策定に向けての基礎調査として、図-1に示すフローで移動制約者の移動時の問題点、困難の原因と度合いについて調査を行い、改善策の検討を行

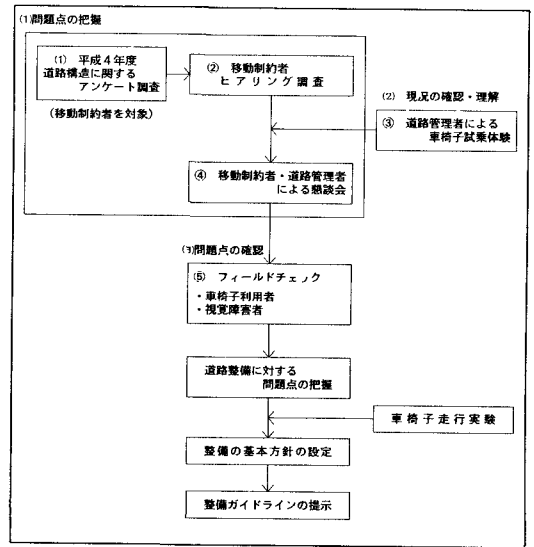


図-1 調査フロー

っている。

2. 着目点

(1) 移動制約者から見た歩道の問題点

図-1に示すフローの中で行った移動環境にかかわる問題点についてのアンケート調査において、表-1に示すような点が挙げられた。

車椅子利用者にとっての移動環境にかかわる問題点は、通行幅、勾配、段差、路面平滑性に集約される。また、視覚障害者にとっての問題点は、路上の不法占用物件となる。

この中で、車椅子利用者にとっては通行部路面の状況によって通行の可否が定まること、特に横断勾配が車椅子走行に大きな影響を与えていることに着目した。

* キーワズ：交通弱者対策、歩道横断勾配、車椅子の走行挙動

** 正員、北海道開発局 開発土木研究所 維持管理研究室（札幌市豊平区平岸1条3丁目、TEL 011-841-1111 FAX 011-841-9747）

*** 正員、工修、北海道開発局 開発土木研究所 維持管理研究室

**** 正員、工修、北海道開発コンサルタント 交通施設部（札幌市豊平区月寒東4条9丁目、TEL 011-851-9223 FAX 011-857-6604）

表一 移動環境にかかわる問題点一覧表

<p>歩</p> <p><幅員> ① 車椅子利用者 ・生活道路等では、歩道設置があっても有効幅員が狭いため車道部を通行している。 ・歩道が設置されている道路、街路においても車椅子同士が案にすれ違える区間が少なくない。 ② 視覚障害者 ・生活道路等では、歩道設置があっても通行部幅員が狭く非整形なため車道部を通行している。 ・歩道設置区間でも全盲者を誘導して歩ける幅員が確保されていない。</p>	<p>路上支障物</p> <p><その他> ① 車椅子利用者の歩道勾配の変化点にある横断排水溝のふたが危険である。 ② 視覚障害者の横断歩道端等の雨水が落ちる。</p>
<p>歩</p> <p><歩車道段差> ① 車椅子利用者 ・一般路上の横断歩道部の段差は2 cm以上の場合が多く、動けなくなる。 ・下り勾配の先にある段差は、落車の危険がある。 ② 視覚障害者 ・全盲者は、段差により歩車道境界を判断していることから、段差0 cmは、危険である。 ・緑石のみの歩車道区分は、転倒事故の原因となる。</p>	<p>点字ブロック</p> <p><配置状況> ・点字ブロック敷設方法の統一が図られていない。 ・誘導ブロックは、有効であるが、一度案内されないと使えない。</p> <p><維持状況> ・点字ブロックの維持管理が十分に行われていない。 ・レンガ舗装等に合わせた点字ブロックは小さく、分かりづらい。</p>
<p>道</p> <p><歩道低下部すりつけ形状> ① 車椅子利用者 ・進行方向に対し斜め方向の勾配は、転倒の危険がある。 ・私道取り付け部が連続する所は迂回する。</p>	<p>等</p> <p><その他視覚障害者誘導設備> ・音響式信号は、歩道は、横断歩道付近に必要である。 ・誘導給は、公共施設入口に必要であり、場所によって音色を変える必要がある。</p>
<p>部</p> <p><横断勾配> ① 車椅子利用者 ・横断勾配は、通行する全区間に対し影響することから、横断勾配より重要である。 ・横断勾配は、車椅子にとどって予期せぬ動きをもたらし危険である。 ・横断勾配の変化は、疲労が大きい。</p> <p><舗装材> ① 車椅子利用者 ・レンガ舗装等の粗石舗装は、全体の平滑性の確保、維持に問題がある。 ・自地の大きさ（深さ、幅）により乗り心地、バンク等の事故に対する影響が異なる。 ② 視覚障害者 ・材質によっては、滑る、点字ブロックと誤認する。 ・タイヤの溝の浅い、抜けは事前に予期できないことから、1、2枚の欠損でも危険である。</p>	<p>外出規制</p> <p><車椅子利用者の公共交通機関の問題点> ① 公共は全く使えない。 ・地下鉄のエレベーター稼働時間帯が短い。 ② JR駅の有人駅では利用できるが、無人駅で乗降は不可能。 ③ 自家用車利用時の問題点 ・歩車道の高低差が大きいと自力で乗降できない。 ・車椅子利用者駐車スペースが足りない。 ④ 冬期間外出 ・除雪の状況による ・ロードヒーティング境界、歩車道境界の雪による段差で通れないこともある。 ⑤ その他 ・車椅子で利用可能なトイレの有無による ・工事箇所誘導によっては通れないこともある。 <視覚障害者> ① 公共交通機関の問題点 ・地下鉄等の階段が特に降りる時に見づらい。(弱視) ② パス時刻表、料金所の文字が読めない。(弱視) ③ 冬期間外出 ・歩道歩道端の除雪が必要である。 ・バス乗降部の除雪が不十分である。 ・その他 ④ 五輪員道は、道路中央付近に方向修正ができるものが必要である。</p>
<p>路上支障物</p> <p><電柱等合法占用物> ① 視覚障害者 ・生活道路等では、歩道が設置されていない電柱、電柱を支えるワイヤー等が危険なため車道部を通行している。 ・街路樹の葉で顔をなでられると不快である。 ・信号機のボックス、横断歩道橋の階段上空にある障害物は予測できないので危険である。</p> <p><不法占用物> ① 車道上の駐車車両等で特に自転車か支障である。 ② 視覚障害者 ・歩道上の駐車車両等が問題である。特に、自転車が倒れるとともに戻せない。自動車のエンジンがかかると周辺の気配がわからなくなる。 ・歩道上、通行路上におかれた商品、看板等も問題である。</p>	<p>要因</p> <p><車椅子利用者の公共交通機関の問題点> ① 公共は全く使えない。 ・地下鉄のエレベーター稼働時間帯が短い。 ② JR駅の有人駅では利用できるが、無人駅で乗降は不可能。 ③ 自家用車利用時の問題点 ・歩車道の高低差が大きいと自力で乗降できない。 ・車椅子利用者駐車スペースが足りない。 ④ 冬期間外出 ・除雪の状況による ・ロードヒーティング境界、歩車道境界の雪による段差で通れないこともある。 ⑤ その他 ・車椅子で利用可能なトイレの有無による ・工事箇所誘導によっては通れないこともある。 <視覚障害者> ① 公共交通機関の問題点 ・地下鉄等の階段が特に降りる時に見づらい。(弱視) ② パス時刻表、料金所の文字が読めない。(弱視) ③ 冬期間外出 ・歩道歩道端の除雪が必要である。 ・バス乗降部の除雪が不十分である。 ・その他 ④ 五輪員道は、道路中央付近に方向修正ができるものが必要である。</p>

横断勾配は車椅子にとって進行方向と直角方向の勾配であるため、横方向変位の発生、更には走行においての必要幅に影響を与えるものと考えられる。また、走行する全区間に渡って影響するものであり、疲労面にも影響を与えていることが考えられる。

(2) 横断勾配設定上の問題点

歩道の横断勾配値は、道路構造令および同解説と運用には、2%を標準とし、4%を越えない値が望ましいとされているが、定量的な試験結果は示されていない。このため、各地域あるいは、道路種別により独自の値を設定しているのが現状である。

この歩道横断勾配は、歩道路面上の排水を目的として付されたものであり、北海道においては、現在の歩道構造で排水機能を確保し融雪期等の路面再凍結を防止するためには、ある程度の勾配値の確保が必要となる。北海道の国道、都市計画街路では、積雪寒冷地の特殊性を考慮し3%と設定してきた。

(3) 車椅子通行幅員

平成5年11月の改正によって、道路構造令に車椅子の通行部幅員に関する基準が示された。

その基準によれば、図-2に示されるように車椅子自体の幅60cmに腕の振り幅左右15cmを加え、ぶれ幅10cmをさらに加えたものとなっている。

この基準に示される幅員に対して、各横断勾配値のもとでの車椅子の走行時の挙動、特に実走行でのぶれ幅がいかなるものか検証することは重要と考えられる。

3. 横断勾配による排水機能に関する検討

横断勾配によらず、排水機能を確保する方法として、排水性舗装の利用が考えられる。しかし、その表面の粗さにより、車椅子での走行時には振動を生じるため、アスファルト合材の配合設計を含め今後の課題が残されている。

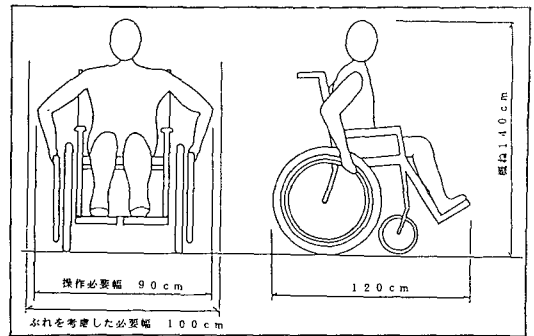


図-2 道路構造令に示される車椅子通行幅員

一方、横断勾配による排水機能が充分でない場合、水たまりの発生や、北海道においては融雪水の路面上での再凍結を生じることとなる。

そこで、横断勾配値が排水機能に与える影響についてその検討を行った。

横断勾配を大きく確保することは以下に示す2つの面において、排水機能を確保することにつながる。

- ① 横断方向の排水速度を増し、路面の乾燥を早める。
- ② 不等沈下等が生じた場合に、凹部の発生を抑える。

(1) 路面状態への横断勾配の影響

横断勾配が路面の乾燥速度に与える影響の程度について把握するために、幅員2.5mの歩道において各種横断勾配区間を隣接して設けた箇所（以下、試験歩道と呼ぶ）において、融雪期の路面乾燥割合を観察した。

観察期間は3月3日～17日の計15日間で、各日に4回（9～18時に3時間間隔）計60回歩道路面の乾燥面積の割合を観察した。

観察にあたっては、各勾配区間に各々5本の測線を設定し各測線上で目視により乾燥部分を把握し、歩道幅員に対する乾燥部の延長を測定する手法による。結果は表-2に示すように勾配が大きいほど

表-2 歩道乾燥面積の割合

	該当観測回数	勾配1%	勾配2%	勾配3%	勾配4%
乾燥・湿潤混在	13	29.6%	31.0%	44.6%	46.6%
全数	60	53.1%	53.4%	56.3%	56.8%

乾燥の割合が高く、乾燥・湿潤混在の状態のみの集計では、勾配1%と4%の間に約17%の差があり、湿潤路面が乾燥する過程において、歩道横断勾配の乾燥速度に与える影響は確認できる。しかし、本調査は、乾燥・湿潤混在が最も生じやすいと考えられる融雪期に実施したにもかかわらず、乾燥・湿潤混在路面の出現は全観測回数に対して約5分の1程度であり、ここで得られた勾配による差が道路利用者に与える影響は、小さいものと考えられる。

(2) 平均横断勾配の経年変化

供用後の沈下等によって横断勾配が低下する傾向がある場合、設計値を定めるにあたっては、その変化をも考慮する必要がある。そこで、供用後の歩道の実態調査を行った。

横断勾配3%で設計された歩道について、供用期間を経た時点の横断形状を測定し、歩道部の横断勾配の変化を調査した。

調査箇所として北海道内178箇所の歩道を選定し、各調査箇所において歩道を横断する3本の測線を設け(図-3)、各測線上での勾配を測定し、その平均値をその箇所での平均勾配とした。なお、縁石背面位置に段差が見られる箇所、および路肩近くが著しく低下している箇所が多く見られ、この2つの位置は歩行者の通行において使用頻度の低い位置であることから、縁石背面から10cmおよび路肩側から30cmを除いて平均勾配を求めた。

全箇所の平均勾配は2.75%であり、設計勾配と比較していくぶん小さいが、その差は0.25%と小さいものであった。

また、経年数との関係は、図-4に示したように施工後20年までにおいて経年数の増加に伴う勾配の低下は認められない。

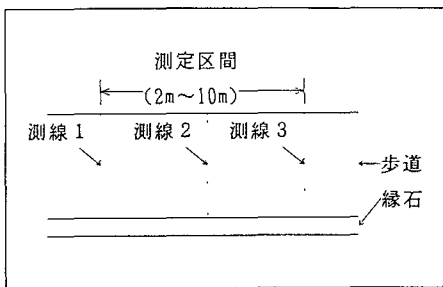


図-3 調査箇所概略図

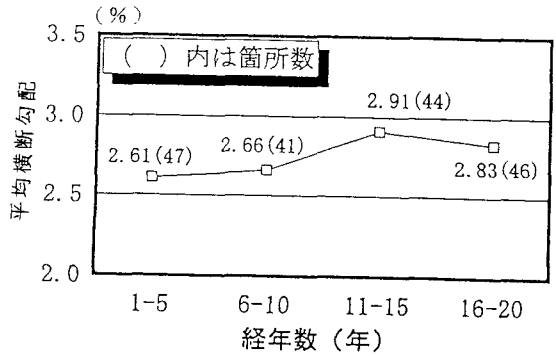


図-4 経年数別平均横断勾配

(3) 不等沈下による凹部の発生頻度

建設時の施工誤差や供用後の不等沈下等により、路面に凹部が発生することが考えられる。(なお、以下において凹部とは図-5に示すように、水平線よりも窪んでいる箇所とし、見かけ上窪んでいても水平線以下となる部分がない場合は凹部に含めないものとする。)

横断面上の凹部は横断方向の排水を妨げ、水たまりや縦断方向の流水の原因となる。

前述の178調査箇所の各測線において凹部となる範囲を求めたところ、図-6に示すように経年数とともに増加する傾向がみられ、これは、路盤や路床の凍結融解や上載荷重の影響を含めた供用後の不等沈下によるものと考えられる。

不等沈下の程度が同じ時、幾何学的な問題として

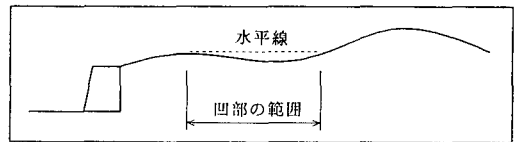


図-5 凹部の定義

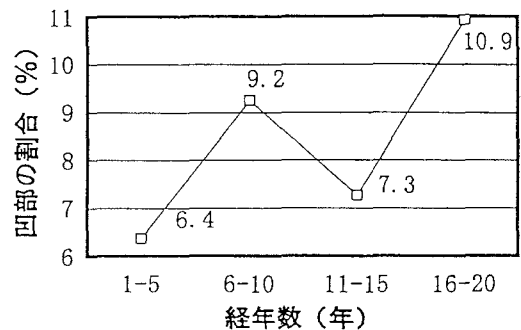


図-6 経年数別凹部の割合

とらえると、図-7に示すように、横断勾配が大きい程凹部の発生は抑えられる。

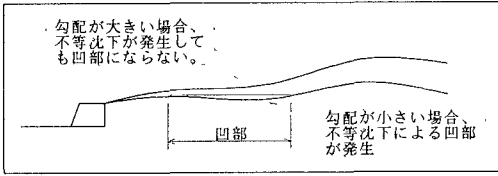


図-7 勾配による凹部発生の変化

(4) 排水機能面から見た横断勾配変更の可能性

横断勾配を大きく確保することによる効果として路面の乾燥を早めることは確認されたが、歩道利用者を与える影響は小さいものと考えられ、むしろ、凹部の発生頻度を抑える上で有効と考えられる。

凹部発生の抑制には、路盤構造や上載荷重等の面から方策を講じるべきものと考えられ、横断勾配の検討にあたっては、ノーマライゼーション社会の実現に向けての対応として、車椅子の走行性に配慮していくべきものと考えられる。

4. 車椅子走行実験

横断勾配が車椅子走行に及ぼす影響に関する調査は、これまでに数例^{3)、4)} 報告されているが、それらは被験者に対してアンケートを行う意識調査を主としている。

本研究では、各横断勾配での車椅子の実走行時の挙動を平面上に再現し、横断方向変位や回転角から走行性を定量的に評価しようとした。また、その調査結果から車椅子の通行幅についての検討を行った。

(1) 実験方法

本実験は、試験歩道において車椅子の走行試験を行ったものである。

車椅子の走行状況は、高所作業車により試験歩道上空に設定したビデオカメラで、試験歩道20m区間の1往復を連続撮影し記録した。

事前準備として、車椅子の四隅に目標物（ピンポン球）を設置すると共に、試験歩道面には20cm×50cmのグリッドを記入した。（写真-1、2参照）

解析にあたっては、路面に記入したグリッドから車椅子に設置した目標物の座標を読み取り、これら

座標から車椅子の挙動を平面上に再現し、（図-9）併せて重心位置、および正面方向の向きを求めた。

走行ケースは、各勾配に対し自力走行8ケース、介助走行2ケースである。

走行にあたっての指示は、「歩道に対してできるだけまっすぐ走行する」ことだけであり、走行速度についての指示はしていない。

被験者は、健常者8名で過去に車椅子利用を経験した者は含まれていない。

以下に実験日時および実験地点を示す。

実験日時：平成5年11月18日（木）

午前9：00～午前12：00

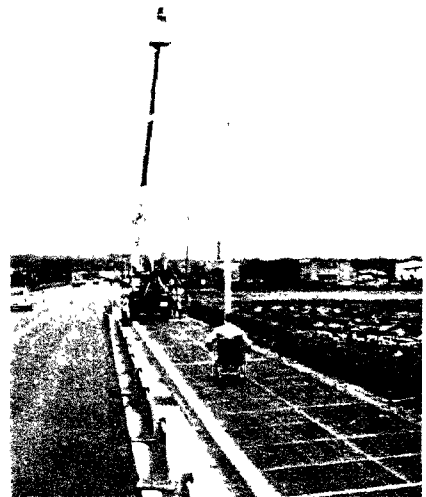


写真-1 調査区間設定状況

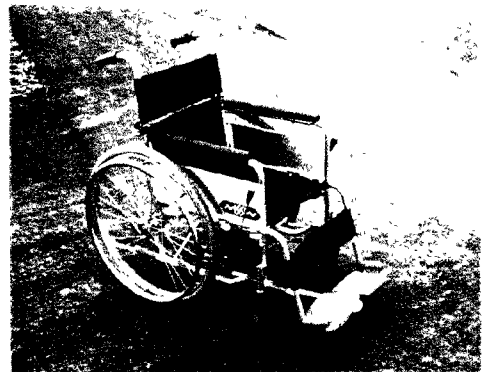


写真-2 調査用車椅子

天 候：曇、無風、10℃

実験地点：国道243号 栗山町内約300m

以降、実験結果については自力走行を基本とし必要に応じて介助走行結果も示すこととする。

(2) 被験者の選定

被験者の選定にあたっては、現状で車椅子を利用している者を被験者として実験を行うことが望ましいと考えられる。しかし、車椅子利用者の実態については以下のような見解がある。⁵⁾

- 自力走行可能な車椅子利用者の多くは、脊髄に損傷を受けた者であり、損傷の部位、程度により残存運動能力に大きな差が有る。
- 一般に胸髄より下位を損傷した者の上半身は、受傷以後の訓練により一般健常者の2～3倍の力強さとなっている。(多くの車椅子マラソン選手がこれに当たる。)
- 頸髄を損傷した者について、自力走行可能な車椅子利用者は限られている。(握力および感覚をなくしているため)
- 車椅子利用者は、車椅子が足であり健常者が歩行するのと同様、ほとんど無意識に車椅子をあつかえるよう訓練を受けた者である。訓練の初期には、勾配によってふらつくものの、訓練後大半は勾配に応じてふらつかずに行動が可能となる。逆に勾配によってふらつかない者が車椅子利用者となれる。

これらの事柄は、一般的な車椅子の走行軌跡を求めるためには、損傷部位および程度に応じた被験者を選出し、多数回の走行を行う必要があることを示している。一方、初心者の走行軌跡については、健常者でも再現可能なことも示している。

また、いわゆる車椅子利用者は全員が訓練を受けていることから走行軌跡の変化が小さく、勾配による差が出にくくなることが予想される。

さらに、より多くの人々が自力で外出可能とする歩行環境の形成を目指す上からは、筋力が弱く、不慣れでふらつくものでも利用できる歩道であることが望ましい。そこで本実験では車椅子になじみのない、健常な男性を被験者として選出した。

(3) 走行位置の横断方向変位と速度

車椅子走行時の走行位置の横断方向の変位と、これにより生じる蛇行は、①他の歩道利用者が車椅子走行位置を予測できない、あるいはしばらく点から交通錯綜を生じる。さらに②車椅子利用者が目標とする位置に行きづらく、路上支障物を避け難くなる等の点から危険なものと考えられる。(図-9参照)

横断方向変位(図-8)は、走行開始時の重心位置を通る縦断方向の直線を基準として、敷地界側(高さの高い側)への変位を+ (プラス)として表している。

各区間における自力走行時の車椅子の0.5秒毎の重心位置軌跡図を、図-10(試験は往復行っているが、その片方のみを示す)に示す。

走行位置は、横断勾配が大きくなるに従って、歩車道界側へ移動している。変位量は横断勾配0～2%においては50cm以内に収まっているのに対して、勾配3%では70～80cm、勾配4%では1mまで変位している例が見られた。これら走行結果をとりまとめ走行位置の平均と標準偏差を図-12に示した。平均走行位置は、横断勾配が大きくなるに従ってマイナス側(歩車道界側)に移っている。一方、横断方向変位のたてなおし行動、つまり蛇行を示す標準偏差は勾配0～2%では約10cmで一定となっているのに対して、勾配3%以上ではその2倍以上の値となっており、蛇行が大きいたことが表れている。

この傾向は、介助走行の場合にも見られ横断勾配2%以上で平面走行位置がマイナス側となり、標準偏差についても勾配2%では、約10cmであったものが勾配3%以上では約15cmとなっている。(図-11、13)にある。

また、平均走行速度は表-3に示すように、自力、介助とも勾配が大きくなるほど低下する傾向にある。

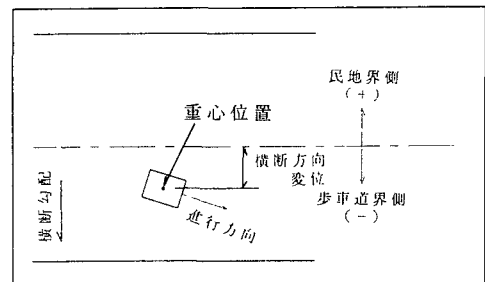


図-8 横断方向変位

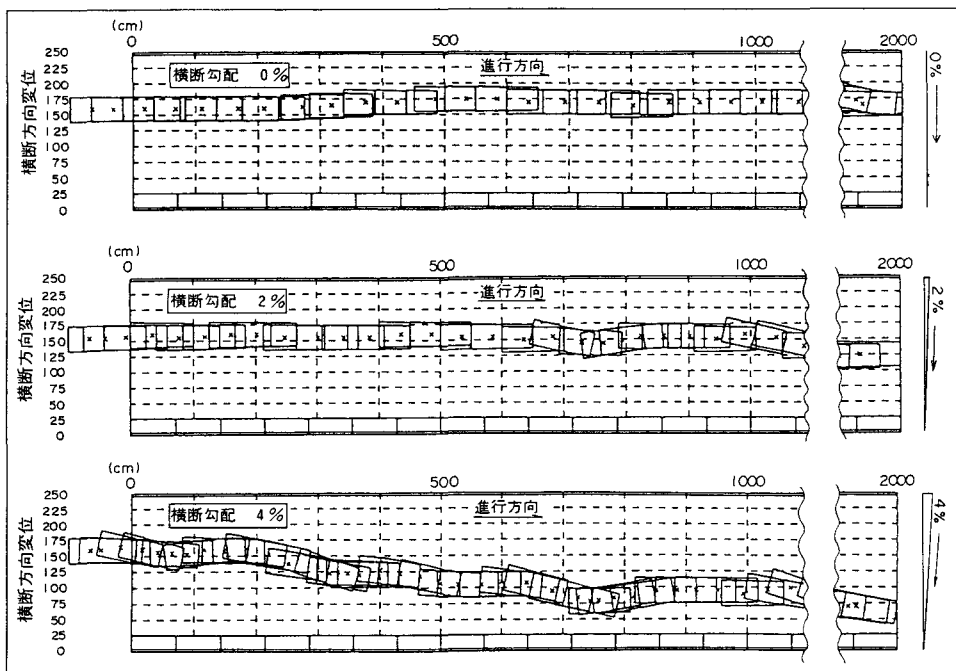


図-9 車椅子走行軌跡図

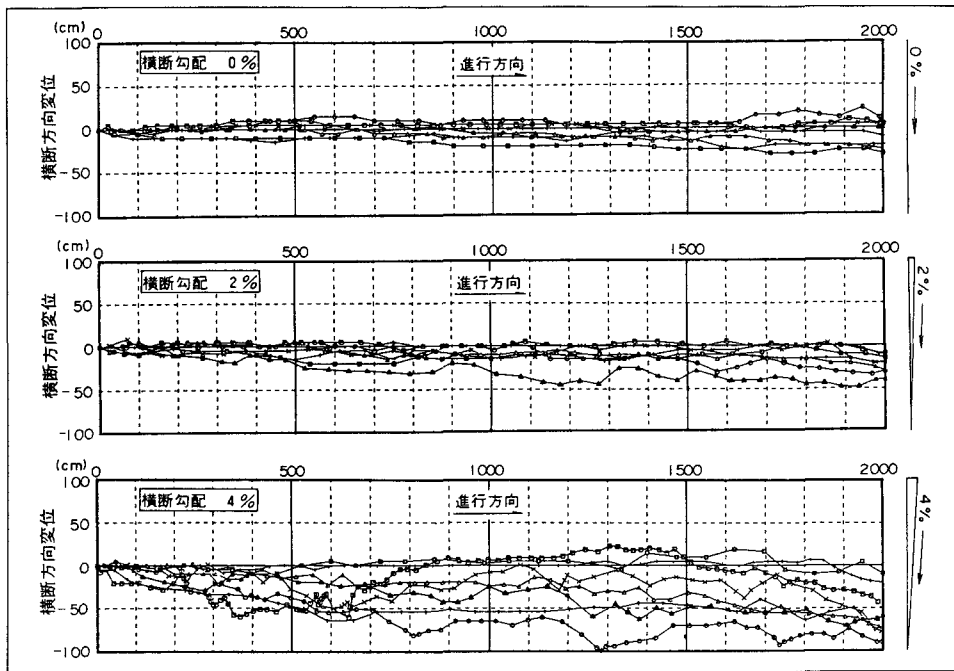


図-10 重心位置軌跡図（自力走行）

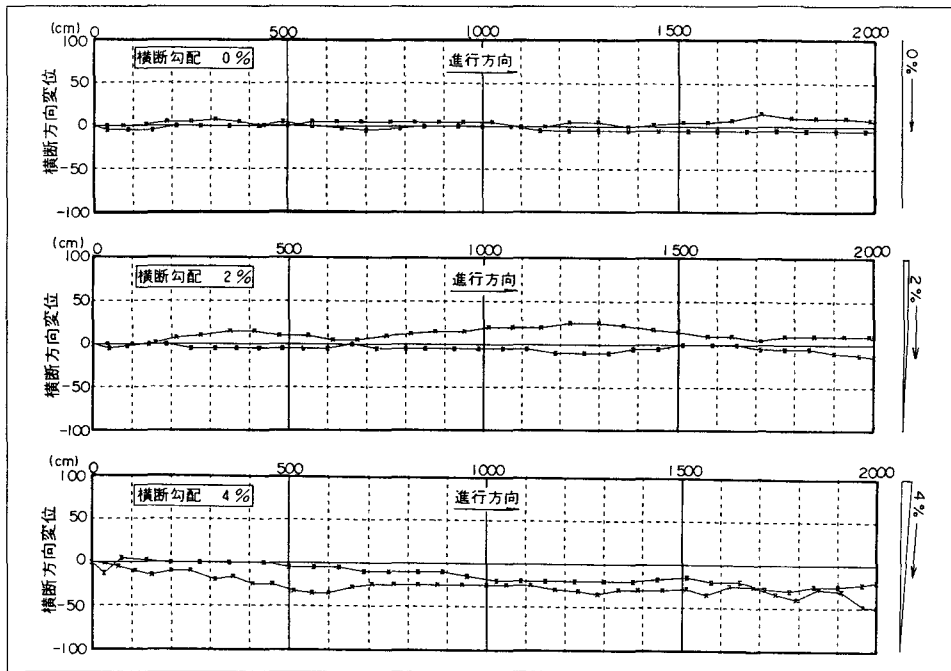


図-11 重心位置軌跡図(介助走行)

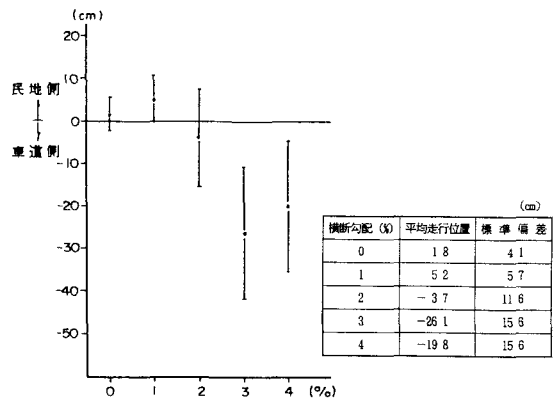
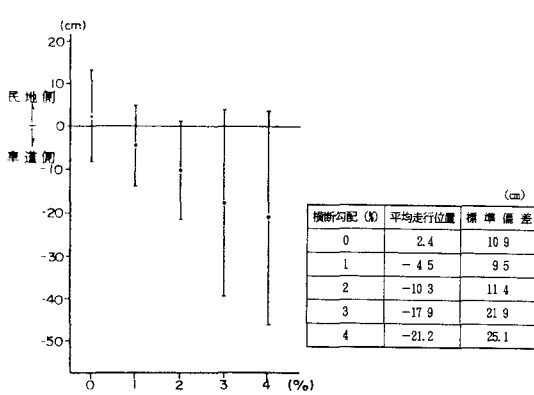


図-12 平均走行位置および標準偏差(自力走行)

図-13 平均走行位置および標準偏差(介助走行)

表-3 平均走行速度および標準偏差

横断勾配 (%)		0	1	2	3	4
自力 走行	平均走行速度(m/sec)	1.04	1.15	1.06	1.02	0.72
	標準偏差(m/sec)	0.23	0.21	0.20	0.27	0.32
介助 走行	平均走行速度(m/sec)	1.41	1.48	1.29	1.28	1.21
	標準偏差(m/sec)	0.21	0.20	0.18	0.20	0.24

(4) 走行時の振れ角

横断勾配による車椅子の回頭は、車道へ向かい走りだすこともあり、恐怖感を伴うものである。

各横断勾配での回頭の程度を把握するため、歩道縦断方向からの回転角を振れ角と定義し(図-14)、

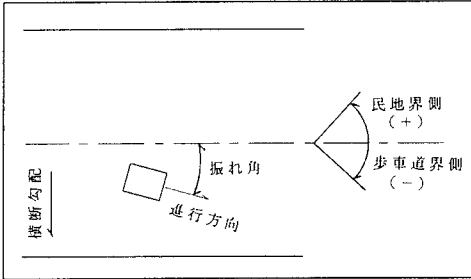


図-14 振れ角

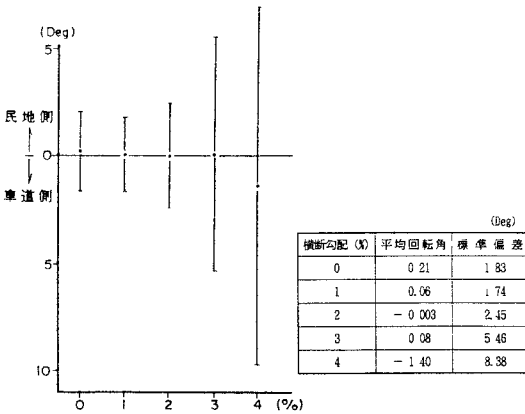


図-15 平均振れ角および標準偏差(自力走行)

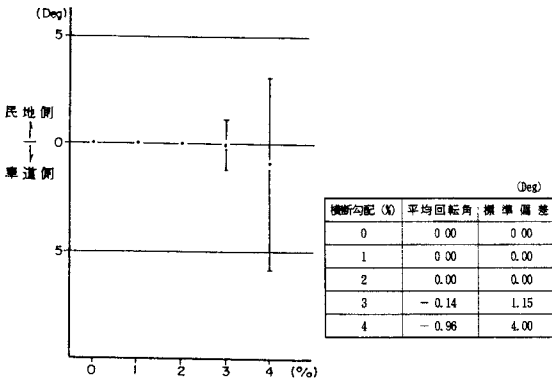


図-16 平均振れ角および標準偏差(介助走行)

試験走行での0.5秒毎の振れ角の度数分布から平均値と標準偏差を求めた。(図-15、16)

なお、ここでも前節と同様、民地界側(高さの高い側)への振れを+(プラス)とする。

振れ角の平均値と標準偏差は、自力走行・介助走行とも基本的に直進していることから平均振れ角は0度付近となっているが、自力走行時の横断勾配4%区間においては平均振れ角が-1.40度と、他区間に比べて著しく大きな値となっており、大きな蛇行と修正の発生状況が反映されている。

さらに、標準偏差に着目すると、自力走行時の横断勾配1%以下の区間では2度以内ではほぼ一定であったものが、横断勾配2%以上では2度を越え、3%以上では直線的に著しく増加しており、横断勾配2%以上は車椅子の方向を安定させづらい、あるいは大きな方向修正が必要な状況と考えられる。

これは、介助走行時にも同様の傾向が見られ、横断勾配2%までは全く回転しなかったものが横断勾配3%以上で回転角が生じるものとなっている。

(5) 意識調査結果

走行実験とは別に、試験歩道を用いて意識調査を実施し走行状況の裏付けを行った。なお、本調査は自力走行に限って行った。

調査は被験者に各勾配の20m区間を1往復してもらい、その後にアンケート調査を行った。なお被験者は健康者19人であり、過去に長期間の車椅子利用経験のある者は含まれていない。

走行時の行動や感覚に関する設問は表-4に示す5問であり、各々5段階評価(無~弱~強)とした。また、各区間の総合評価として表-5に示すABCからひとつを選択することとした。

各被験者の回答を、表-6に従って点数化した。

いずれも0~2点の間での換算とし、点数が低いほど影響が小さいことを示している。各勾配における各設問の平均点数を図-17に、総合評価の平均点数を図-18に示す。

いずれの設問に対しても勾配が大きいくほど点数が高くなっており、中でも動作への影響を問うQ2、Q3、Q4への回答においては他よりも強く勾配の影響が表れている。

また、総合評価においては3%以上の場合著しく

高い点数となっており、改善の要望が強く表れている。

表-4 各設問

準備	Q 1 : 勾配に対抗するために体重を移動した
動作への影響	Q 2 : 片手こきとなった
	Q 3 : 意思と違う方向へ進んだ(ふれた)
	Q 4 : 方向修正をした
疲労	Q 5 : 腕に疲労を感じた

表-5 総合評価

A : 許容範囲であり、特に改善の必要は感じない
B : 許容範囲ではあるが、できれば改善して欲しい
C : 是非とも改善が必要

表-6 点数換算

Q 1 ~ Q 5	総合評価
(無) : 0.0	A : 0.0
~ : 0.5	B : 1.0
(弱) : 1.0	C : 2.0
~ : 1.5	
(強) : 2.0	

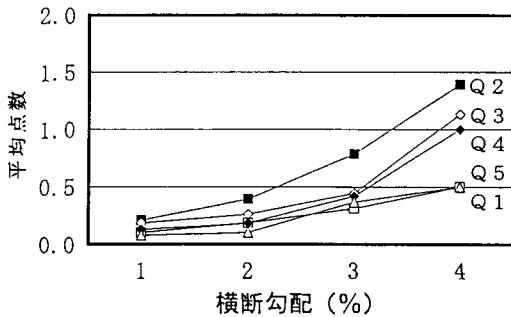


図-17 各設問の平均評価値

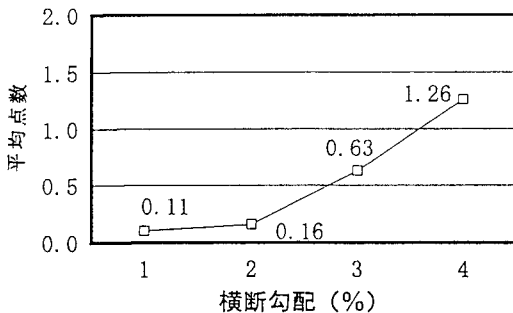


図-18 総合評価の平均評価値

5. 調査結果からの検討

(1) 望ましい横断勾配

走行実験の結果、横断方向変位および蛇行状況、振れ角のいずれにおいても横断勾配3%以上では安定した走行状況とはならないことが数値として得られた。車椅子の走行性において蛇行や振れ角が多いことは、路上施設や他の歩行者との接触の可能性が増し、安全性や快適性を損なうことに直結する。

また、意識調査により、横断勾配3%以上では動作への影響が大きく、改善への要望が高まるという結果が得られた。

これらのことから、車椅子走行における望ましい横断勾配は2%程度以下と考えられる。

車椅子走行への影響は安全性にもかかわることであり、高齢化社会の進展や近年の車椅子利用者の社会進出という社会的背景を考慮すれば、横断勾配は2%を上限とすることが望ましく、不等沈下などには、適切な維持管理あるいは歩道構造の変更で対処していくことが必要と考えられる。

(2) 車椅子通行幅員

4.で述べた走行試験時に、被験者の両ひじ間距離を計測するとおおむね77.0~82.5cmの間であった。

車椅子駆動にあたって、手先の軌跡は両ひじ間距離より幅広くなるとしても、車椅子の蛇行を考慮しなければ90cmの幅で車椅子の操作は可能と考えられる。これを車椅子操作幅とする。

車椅子通行幅員は、この車椅子操作幅に変位量を加えたものとなる。

横断勾配2%以下の場合の変位量は、横断方向変位の標準偏差から約10cmであると確認されており、車椅子通行幅員は、先の車椅子操作幅と合わせると100cm程度必要となる。

このことは、道路構造令に示される車椅子通行幅を用いる場合、横断勾配は2%以下とする必要があることを示している。

6. 今後の課題

ここまで歩道横断勾配車椅子通行幅員について、車椅子走行実験結果等に基づき検討を行い1%の勾

配変化が車椅子通行に対し大きな影響を及ぼすことを明らかにすると共に、そのあるべき方向について示すことができた。

今後の課題として、通行にあたってより望ましい横断勾配0%を実現する排水性舗装の配合検討はもとより、歩道占用物件の処理をはじめとし表-1に示す問題点について検討を進める必要がある。

7. あとがき

車椅子利用者の中には、車椅子マラソンに出場するような筋力の強い人から、複数の障害を持ち平坦な所を進むのがやっとの筋力の弱い人（本文中の被験者は長期間の車椅子経験のない健常者であり、車椅子利用者の中でも、比較的操作能力が低い人に近いと考えられる）など多様である。また、路面勾配や段差に対して、転倒の不安を抱くなど、心理的な面への影響も大きいことを考慮し歩行環境を整備していく必要がある。

また、今後歩道部の計画・設計等にあたって次の点を考慮すべきものと考えられる。

(1) 計画・設計時の課題

歩道部は、一般に各種ライフラインの収納空間であり道路と建物の接点であることから次の点が課題となる。

- ・ライフライン工事による掘りかえしを減ずる方策（共同溝、C. C. BOX等導入）の検討
- ・建物出入口高さ、道路中心計画高さの整合を図る方策（道路計画と土地利用、建築計画の整合）の検討

(2) 施工、維持管理面の課題

近年、積雪寒冷地における歩道は機械除雪の対象となっていることから、載荷重および凍上の可能性について検討する必要がある。次の点が課題となる。

- ・経年変化に強い（メンテナンスフリー）構造の検討

最後に、試験歩道の施工や調査にご協力いただいた岩見沢道路事務所の方々ならびにデータの収集に御協力いただいたの方々に対し、この場をかりて謝意を表します。

参考文献

- 1) 北海道開発局建設部道路計画課、建設部道路維持課、札幌開発建設部：高齢者・身体障害者等移動制約者の視点による問題事例集。一歩道部に関する問題事例一
- 2) 札幌開発建設部道路調査課、開発土木研究所、札幌市土木部道路建設課：人に優しい道路整備に関する調査業務報告書、平成6年2月
- 3) 元田良孝、西岡南海男：「車椅子の走行特性と道路構造について」、交通工学 Vol. 24-6 PP21-30、1989
- 4) May A. D, Leake G. B, and Berrett B. :Provision for disabled people in pedestrian areas., HIGHWAYS AND TRANSPORTATION pp12-18, 1991-1
- 5) 佐鹿博信：「介助による障害者の街の中の移動」、総合ハビテーション Vol 16-5 PP403-411、1988-5

「人にやさしい道路」を目指して — 歩道横断勾配が車椅子の挙動に及ぼす影響 —

中川 伸一、栗山 清、小笠原 章、横山 哲

超高齢社会への移行が予想され、ノーマライゼーション社会の実現が求められる現在、それに対応した道路構造、特に歩道構造の検討はこれまで以上に重要となっている。

歩道構造の中でも歩道横断勾配は車椅子走行の操作性や快適さに大きな影響を及ぼす。そこで、各横断勾配区間における試験走行において挙動を調査したところ、横断勾配が2%を越えると、利用者の意図しない車椅子の挙動が大きくなった。また併せて行ったアンケート調査においても、2%を越えると改善の要望が高まっており、車椅子走行を想定した場合、横断勾配は2%を上限とすることが望ましいものと考えられる。

A new road-system for diversified human activities

The effect on behavior of wheel-chair by side-walk crossfall

Shin'ichi NAKAGAWA, Kiyoshi KURIYAMA, Akira OGASAWARA and Tetsu YOKOYAMA

As society is expected to continue to age rapidly, we need to realize what is called a "normalized society", one where the "limited mobility group (aged and disabled persons)" can live independently. Given this, review of roads and related facilities, especially of sidewalks, has become increasingly important.

Sidewalk crossfall greatly influences the maneuverability and convenience afforded to wheelchair use. Experimental use on certain crossfall sections showed that the wheelchair experiences major unintended behaviors when the crossfall's gradient exceed 2%.

Questionnaires given along with the experimental use also revealed that more users began to call for crossfall improvement when this gradient was exceeded. In light of wheelchair use, crossfalls should not exceed 2%.
