

橋の歩道部の縦断勾配の捉え方

PEDESTRIAN'S RECOGNITION ON THE LONGITUDINAL GRADIENTS OF SIDEWALKS OF BRIDGES

神田 睦*, 宇都宮 英彦**, 長尾 文明***

Mutsumi KANDA, Hidehiko UTSUNOMIYA and Fumiaki NAGAO

*工修 株式会社 ^{かのう} 和 設計専務取締役 (〒770 徳島市春日1丁目6番9号)

**工博 徳島大学教授 工学部建設工学科 (〒770 徳島市南常三島町2丁目1番地)

***工博 徳島大学助教授 工学部建設工学科 (〒770 徳島市南常三島町2丁目1番地)

In process of the investigations on the pedestrians' hardness to cross the sidewalks of bridges, it was made clear that the definition of a longitudinal gradient of the sidewalk was more complex than our expectation and it was difficult to express that with only single quantity like some X% of gradient. According to the results of a questionnaire, pedestrians recognized the hardness to cross the sidewalks by three quantities as "mean gradient", "deference of elevation" and "maximum gradient". It was understood that the thoughtful consideration should be paid to realize the design concept of bridges respecting to human being.

Key Word: longitudinal gradients of sidewalks of bridges, questionnaire of pedestrians' hardness to cross the bridges

1. はじめに

著者らは2度にわたって、徳島市の中心部にある橋に関して、それらの橋を渡り終えた人から、橋の渡り易さに関するアンケート調査を行った。その過程において、橋によって作られた人工の坂道を「人はどう捉えているのか」、言葉を替えれば、人工の坂道を「如何なる数値で表現すべきか」に関するきめ細やかな規定が確立していないことに気づいた。本報は、橋による小さな坂道の勾配の表現方法に関する基礎的研究の報告である。調査の対象となった徳島市内の中心部の橋の特色については、以下の通りである。

徳島市は日本のオランダと言われるように、街全体が海面近い低地に位置している。当然市内を流れる多くの川も干満差のある、いわゆる潮入り川である。図-1に示すように、中心部には川にとりまかれたヒョウタン形の島があり、人々はこれをヒョウタン島と呼んでいる。川は図の西及び北西から流入し、図の東及び北東へ流れ出している。いわゆる繁華街は鉄道と南側の山とに囲まれた部分にあり、その中央部を流れているのが新町川で、北側を流れているのが助任川である。

ヒョウタン島内の一部及び周辺に住宅街等が形成されている。それ故人々にとって、徒歩または自転車でヒョウタン島の橋を通行する機会は非常に多いのである。

この街は近頃、水郷の街として見直され始めて居り、川を通行する舟の立場からも現橋の見直しが話題になりつつあるが、著者らは、陸上から現橋の渡り具合（渡り易さ）を追求している。前述のように、低地に架かっているのが、以下の理由から、いわゆる太鼓橋状を成している橋が多いのである。

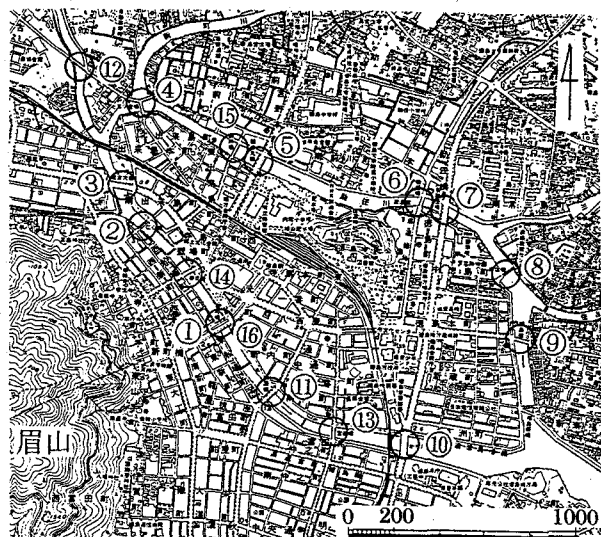


図-1 ヒョウタン島の図

(5) 一回目の調査の概要（2回目の調査との相違）

- a. アンケートの対象人物は、一橋につき被験者総数を40名（通行者数により若干名増減あり）とし、年齢、性別、通行手段、橋を渡る方向には特にこだわらず、現地で面接による聴き取り調査を平成5年7月に行った。
- b. 調査は内容的には良く似ているが、1回目には「橋の勾配を急に感じる理由」の項が無かった。ほとんどの項目は、「ハイ」と「イイエ」の2者択一で行った。他に、一番違う所は渡り易いかどうかの項に、1回目には普通という選択肢を設けていた。

(6) 一回目の資料を採用しなかった理由

前項(5)で示したように、一橋につき被験者総数を40名前後としたことで、通行手段、年齢、橋を渡る方向等の多様性を考慮すれば、サンプル数が少な過ぎたこと、2者択一の質問項目にも聴き取り班によっては無回答（どちらでもない）を認めるなど作業の統一性を欠いた面があったこと、さらに、「渡り易さ」の回答に「普通」というあいまいな選択肢を設けた結果、この答の取り扱いを難しくしたことなどにより、1回目の資料は参考に留めることにした。

3. 歩道部の現状

文献¹⁾の第3章によると、自転車道、自転車歩行者道及び、歩道が明確に定義されて居り、それに合わせて道路交通法による標識が各々設置されている。しかし、一般の歩行者および自転車はそれらの区別をほとんど意識せず、混用しているような現状に合わせて本報では、歩道部という名称で全てを包括して論じることとした。

通常の道路においては、道路の中心線が滑らかな曲線（縦断曲線）を描く様に設計されている。橋梁部（スリ付け区間を含めて橋梁部と呼ぶことにする）においても全く同様である。しかし、これは車道部の縦断曲線が滑らかに設置されていることであって、歩道部では必ずしもそうでなくて、縦断的にも、平面的にも少々複雑な曲線となっている。

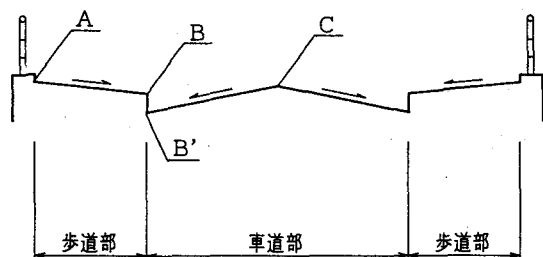


図-2 橋梁標準断面図

この原因としては、次のようなものが考えられる。

- a. 歩道部には、マウンドアップ（図-2のBB'）があり、それを端部でスリ付けていること。

- b. 通常横断勾配が車道部と歩道部で逆になっていることから、A部ではさらにスリ付け量が増えること。（図-2のCB'とABの勾配）
- c. 橋の始、終点部またはすぐ近くで横方向の道路（脇道）と交差する場合が多く、脇道の勾配と歩道部の勾配が逆向きになることがあり、さらにスリ付け量が増えること。
- d. 経済的理由から橋梁部の道路幅が縮小されることがあり、スリ付けが複雑になること。
- e. 川の両サイドの町の発展の具合で、道路の中心線がくい違い、これを橋梁部で調整しており、スリ付けのしわ寄せを歩道部が被ること。

4. 勾配の評価方法について

4.1 曲線の性質を表わす数値

橋により生じる縦断曲線の性質を表わす数値とは、この曲線の緩急の評価が客観的に行える数値ということにする。客観的な指標を得る為に、比較的縦断方向の高さの変動の少ない側線として、図-2'のB(B')の位置を選び、前記16橋の縦断方向を実測した所、どの橋も相当複雑な曲線を成していることが認められた。今、16橋の内では、交通量、及び勾配共に中程度のものとして橋⑬を例示する。

図-3を細かく見ると、右岸側のアプローチ部に勾配15%（区間長3.80m、高低差0.57m）の個所がある。この15%という数値は大変急な勾配であるが、次のように考えれば、別に不思議な現象ではない。例えば、勾配7%の個所で、マウンドアップ等のスリ付けを8%で行ったとすれば、合成された勾配は15%となる。このようにして、他の橋も大なり小なり急勾配の個所が見られる。（表-1参照）8%を越しているのが5橋あり、7%を越しているのも5橋ある。地覆側は測量していないが、スリ付け量が多い傾向があり、ここで示した車道側のスリ付け勾配より大きくなっている可能性が高いであろう。

著者らは、図-3のような複雑な曲線の緩急について客観的な評価をする指標としては、次の3つの要素すなわち、平均勾配、高低差、および最急勾配が適当であることを以下に指摘する。

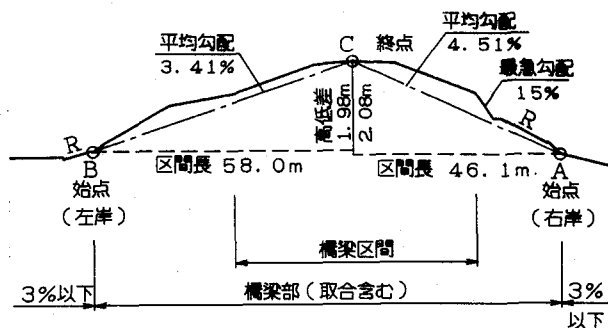


図-3 橋梁縦断図および用語の定義

4.2 勾配等に関する用語の定義
使用する用語を次のように定義づける。

(1) 急勾配の橋

アンケートで、急勾配感を持つ人が3人に1人以上の割合で生じた橋を「勾配の急な橋」と決めた。3人に1人という数値には理論的な根拠はないが、次のような理由で採用した。

- a. 「人に易しい橋」を念頭に置いて居るので、単純な過半数よりは率を下げた方がよいこと。
- b. 余り厳し過ぎると「急な橋」が増え過ぎる恐れを感じたこと。
- c. とりあえず、3人に1人という基準で考査を進めて、現行の諸基準などとの関連を見てみようとしたこと。

(2) 平均勾配

橋梁区間へのアプローチ道路は、必ずしも水平であるとは限らない。昇り勾配あるいは下り勾配でやって来て、橋梁部で盛り上がる場合が普通である。橋梁部の昇り勾配の始点と終点をどこにするかを以下のように定めた。終点はもちろん頂点（最上部）とした。本調査における始点は便宜的に橋に向かっての昇り勾配が3%（正確には、水平距離1.5 m以上の割線勾配が3%）に達した地点とした。

図-3では、始点としては、右岸はA点、左岸はB点で頂点はC点である。平均勾配としては、右岸が4.5%、左岸は3.4%となる。この3%の点を便宜的に基準とした根拠となり得るものは見つけて居ないが、以下のような判断に基づく。

- a. 自転車は、ある勾配を境にして急に勾配を意識するものであるとみなした。その境の勾配で区切りのよい数値の3.0%の点を始点とすることにした。
- b. 文献²⁾の「5-5縦断勾配の基準」に降り勾配については、「3%以上の区間がある距離続くと、3%未満の勾配をある区間設けなさい。」という主旨の個所がある。昇り勾配に関する規定ではないが、一応3%という数字に注目した。
- c. 本調査の第1回目の橋の中に、進入道路がほとんど一様な勾配で1部3.7%の区間もあるが、全長150 m以上（150 mで測量を打ち切った）に渡って、平均勾配2.9%で取り付けられているものが含まれていた。第1回目の聞き取り調査によると、徒歩11人、自転車20人についての混合データではあるが、急勾配感を選択した割合は32.3%（10人）であった。急勾配感のグループ分けの数値の33.3%とほとんど一致している値である。よって、上記a, b, cより本報では便宜上勾配3.0%の点を始点としたものである。

(3) 高低差

平均勾配に採用した始点と終点の鉛直距離を高低差とした。図-3では、右岸は2.08 m、左岸は1.98 mと

なる。

(4) 最大勾配

本調査では便宜上、前述の始点から頂点に至る間の任意の水平距離1.5 m間の割線勾配の最大値を用いることにする。従って、図-3では右岸で15.0%、左岸で6.0%となった。

(5) その他の用語

その他の用語として、始点と頂点との水平距離を区間長と呼ぶ。ただし、この区間長は、結果的には勾配の表現の要素には用いなかった。

5. アンケート結果の分析

5.1 急勾配感とその要因

各橋について、勾配を急とした回答の百分率と、その理由（要因）を表-3（自転車）、および表-4（徒歩）に示す。

表-3 各橋の急勾配感とその理由（自転車）

橋梁番号	急勾配感 (%)	平均勾配 (人)	最急勾配 (人)	区間長 (人)	高低差 (人)	その他 (人)	合計 (人)
①	88.9	21	7	3	17	0	48
②	11.1	1	3	0	0	0	4
③	38.9	7	3	4	0	0	14
④	88.9	17	10	5	4	0	36
⑤	55.6	9	8	3	0	0	20
⑥	55.6	2	16	1	1	0	20
⑦	100	20	16	3	19	0	58
⑧	19.4	1	6	1	0	0	8
⑨	83.3	22	4	2	9	0	37
⑩	91.7	12	22	7	4	0	45
⑪	83.3	10	17	0	7	0	34
⑫	100	34	12	10	19	1	76
⑬	61.1	7	15	0	1	0	23
⑭	8.3	2	1	0	0	0	3
⑮	11.1	2	1	0	1	0	4
⑯	13.9	3	1	0	0	0	4
合計 (人)	—	170	142	39	82	1	434
割合 (%)	—	39.2	32.7	9.0	18.9	0.2	100

表-4 各橋の急勾配感とその理由（徒歩）

橋梁番号	急勾配感 (%)	平均勾配 (人)	最急勾配 (人)	区間長 (人)	高低差 (人)	その他 (人)	合計 (人)
①	55.6	12	4	3	2	0	21
②	2.8	0	1	0	0	0	1
③	16.7	3	2	1	0	0	6
④	75	15	5	9	1	0	30
⑤	25	5	2	2	1	0	10
⑥	25	0	9	0	0	0	9
⑦	80.6	18	9	5	12	0	44
⑧	8.3	0	3	0	1	0	4
⑨	41.7	10	3	2	6	0	21
⑩	63.9	11	8	6	4	0	29
⑪	47.2	6	9	0	4	0	19
⑫	94.4	31	10	14	19	0	74
⑬	22.2	5	3	0	1	0	9
⑭	5.6	1	0	0	1	0	2
⑮	0	0	0	0	0	0	0
⑯	2.8	0	1	0	0	0	1
合計 (人)	—	117	69	42	52	0	280
割合 (%)	—	41.8	24.6	15.0	18.6	0.0	100

これによると、自転車、徒歩共に、勾配を急に感じる理由（要因）は予め推定した平均勾配、最急勾配、高低差、区間長となっている。その他を指摘したのは、全回答中1人であったことから、前者4要素が重要で、その他の条件は考慮しなくて良いことが判る。次の5.2で詳述するが、勾配要素とアンケートで急勾配を感じるとした回答の百分率とを両軸にとった散布図の相関図から見る限りでは、自転車、徒歩共に、相関関係が大であるのは、平均勾配と高低差とである。(図-4~7 参照)

最急勾配は相関関係が小さくなっているが、特異例である2つの橋⑥と⑬のサンプルを除くと、ある程度強い相関が認められる。区間長に至っては、相関がないと言う結果が得られた。(図-8~11 参照) よって、区間長を除く3要素、すなわち、平均勾配、最急勾配、高低差で評価するのが適当である。後述する数量化Ⅱ類による解析でもそのことは確かめられた。

5.2 散布図による分析

(1) 平均勾配

散布図(図-4, 5)を見る限りでは、自転車、徒歩共に比較的に纏まっており、相関係数Rも0.87(自転車)、0.83(徒歩)となっている。自転車の方は、平均勾配3.5%を境にただ1個のデータ橋⑥を例外とするだけで、急なグループとそうでないグループにはっきり別れている。徒歩については、3.5%を越えても急でないというグループに属する橋が3橋(③, ⑤, ⑬)有る。例外となっている橋を少し補足説明したい。

自転車での例外の橋⑥は、端部で1mぐらいの区間で、急激なスリ付けが行われており、さらに親柱が歩道部の1部を占拠していて自転車を通り難く、それが原因で間接的に勾配評価に影響したのかもしれない。徒歩での例外的な橋③, ⑤, ⑬に共通している点としては、交通量の多い橋③, ⑤は車道から完全にガードレールあるいは防護壁で隔てられており、橋⑬は交通量がそう多くない。すなわち、通行に対する安心感が存在する事実が有る。それ以外の共通点は、今の所見つかっていない。あるいは、一般的な傾向として徒歩の方が勾配に対して鈍感(急勾配感を持つ率が低い)な傾向があり、これらの橋にはこれらが強く現れたのかも知れない。

(2) 高低差

坂道を昇る場合の仕事量は、水平方向の移動に要するエネルギーを仮に無視するとすれば、高低差による位置エネルギーであるから、勾配を急に感じる度合いとエネルギーの大きさ、すなわち高低差とは相関関係が強いのは、当然のこととして理解できる。ただし、急勾配感との相関関係を平均勾配のそれと比べると、徒歩ではほとんど同じだが、自転車では、若干高低差の方が劣る。(図-6, 7 参照)

高低差が2.0 m~2.25 mある橋の中で、直線から下へ

離れている橋⑧, ③は、平均勾配が2.9%と3.8%、一方上へ離れている橋①, ⑨は平均勾配が5.0%, 4.0%を示している。このことから、同じ高低差が生じる橋を設計する場合、平均勾配を緩くする方が、区間長は若干延びるが、急勾配感は減らすことができる。この高低差 2.0 m~2.25 mの間の橋の評価の違いについては、(4)区間長の項で説明する。

(3) 最急勾配

最急勾配の散布図は図-8, 図-9のように、相関係数Rは大変小さく、自転車で0.41, 徒歩で0.31である。図中の橋の最急勾配は定義に従って、水平距離1.5 m間についての最大勾配である。橋⑥は、29cmの高さを約1.5 m間でスリ付けているので、19.3%という大きな最急勾配が得られている。最急勾配が10%を越している橋⑥, ⑬, ⑫のスリ付け水平距離をみると、橋⑥→1.5 m, ⑬→3.8 m, ⑫→3.0 mである。だから仮りに定義の水平距離として、1.5 mに代えて例えば、5.0 mなどのような長い区間を採用すれば、かなりまとまった散布状態となり、相関も良くなると考えられる。ただし、水平距離を幾らにするかについては、全く研究資料がないので、数値遊びに近いと判断してあえて相関の悪いまま報告する。

交通手段別に見ると、自転車の方が急勾配感を多く持つことが判る。自転車の場合勾配6%~8%間に急勾配感の評価の分岐点がある。勾配6%~8%間では評価が分散している。最急勾配が8%を越すと、例外なく急勾配と評価されている。徒歩については、若干例外が見られる。このことから、日常経験しているように、自転車の方が勾配に対しては敏感であることが判る。

(4) 区間長

図-10, 図-11のように急勾配感と区間長との間には相関が見られない。急勾配感の要因として、複数個回答を許した質問には、区間長を選んだ人も相当数見られたが、相関は認められなかった。これは、対象とした橋の区間長が40 m~80 mであることから距離による精神的な負要因よりも、例えば、平均勾配により、坂かどうか判定されていて、区間長の定義そのものに個人差が大きいのではなからうか。すなわち、坂道だという認識は3%より急な勾配のときに生じていて、本調査で定義づけた橋梁部の坂道の始点とは違う個所から各人が「坂道」の区間を描いて居るのかも知れない。しかし、始点を3%とした本調査の有効性は以下のことから確かめられる。

同程度の区間長の橋を比べた場合、例えば、橋①と②, 橋⑩と⑨, 橋⑦と③あるいは⑤, 橋⑪と⑫あるいは⑬, 橋④と⑧などの例では、いずれも平均勾配の急な方が急勾配感が大きくなっている。(図-10, 表-1 参照) また、同程度の高低差ならば、区間長の長い方が急勾配

感も少なくなっている。図-6で高低差2.0m～2.25mの間で評価が分かれている部分に注目すると、橋①、⑨、⑬は区間長50m程度以下、橋③、⑤、⑥は区間長55m～67m、橋⑧は区間長73m程度となっている。(表-1参照) 以上の2事実は、同じ区間長ならば、勾配が緩い方を緩く感じ、同じ高さならば区間長が長い方、すなわち緩い方を緩く感じるという常識を示している。

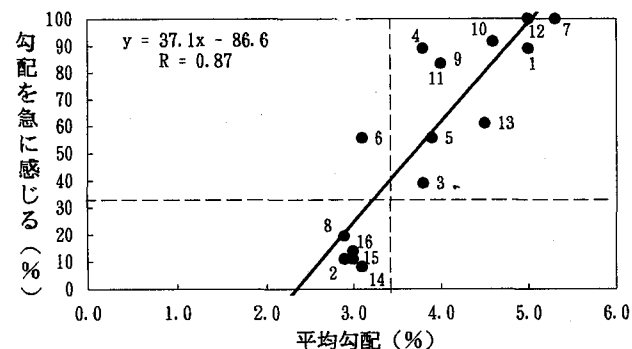


図-4 平均勾配と勾配の感じ方の関係(自転車)

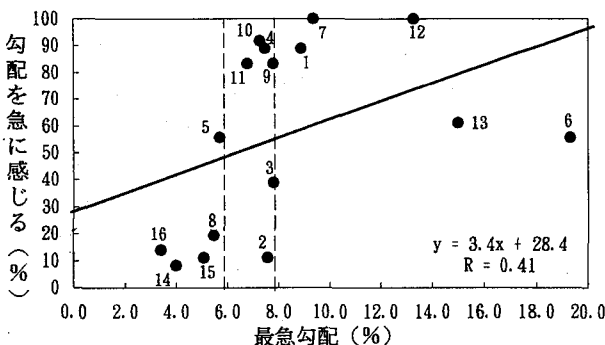


図-8 最急勾配と勾配の感じ方の関係(自転車)

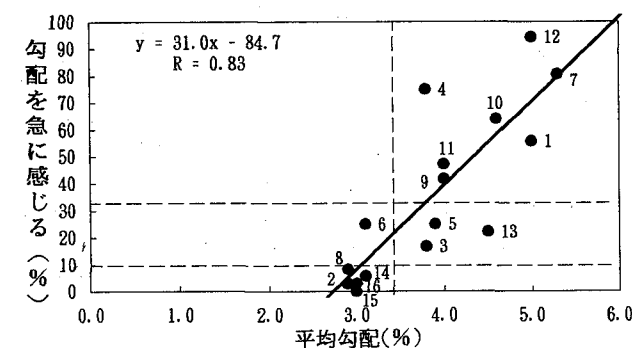


図-5 平均勾配と勾配の感じ方の関係(徒歩)

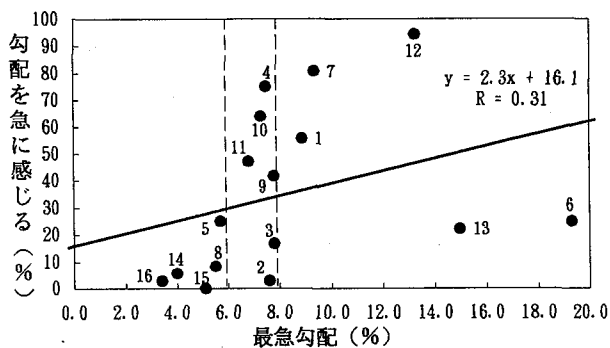


図-9 最急勾配と勾配の感じ方の関係(徒歩)

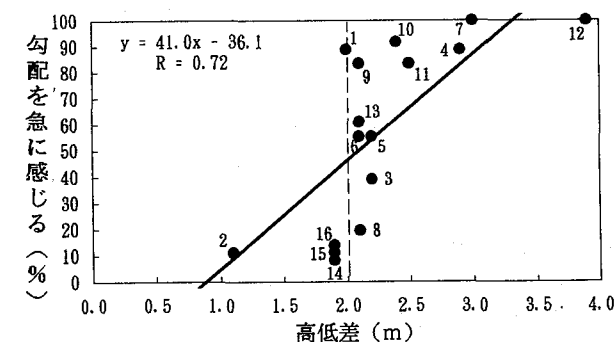


図-6 高低差と勾配の感じ方の関係(自転車)

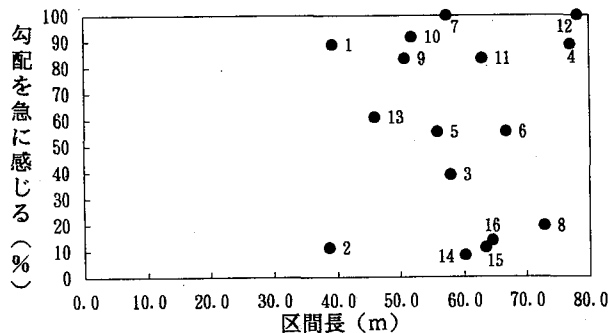


図-10 区間長と勾配の感じ方の関係(自転車)

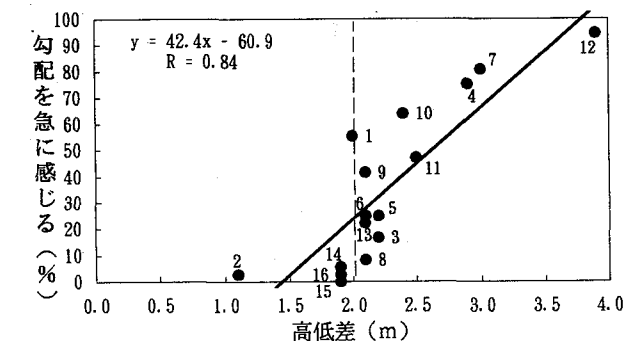


図-7 高低差と勾配の感じ方の関係(徒歩)

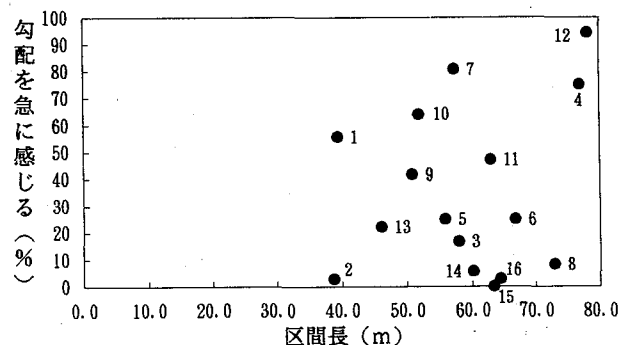


図-11 区間長と勾配の感じ方の関係(徒歩)

判別) するために数量化Ⅱ類を用いた。「勾配を急に感じる」を外的基準にする時、数ある要因の組合せの内、次に示す「平均勾配」、「高低差」、「最急勾配」の3項目を説明要因とした場合が大変良く判別されることが判った。自転車か徒歩かにより、データは若干異なるのであるが、自転車の方が勾配に対して敏感に反応する傾向があり、データのバラツキも少ないので、自転車について、説明をする。(表-5、表-6、図-12 参照)

表-5 勾配に関する分類データ (自転車)

橋梁 番号	平均勾配	高低差	最急勾配	勾配を 急に感じる
①	2	2	3	2
②	1	1	2	1
③	2	2	2	2
④	2	2	2	2
⑤	2	2	1	2
⑥	1	2	3	2
⑦	2	2	3	2
⑧	1	2	1	1
⑨	2	2	2	2
⑩	2	2	2	2
⑪	2	2	2	2
⑫	2	2	3	2
⑬	2	2	3	2
⑭	1	1	1	1
⑮	1	1	1	1
⑯	1	1	1	1

	1	2	3
平均勾配 (%)	3.5未満	3.5以上	
高低差 (m)	2.0未満	2.0以上	
最急勾配 (%)	6.0未満	6.0-8.0	8.0以上
急勾配感 (%)	33.3未満	33.3以上	

表-6 勾配に関する分析結果 (自転車)

アイテム	カテゴリ	例数	カテゴ リー 数量	範囲 (偏相関係 数)
平均勾配	1. 緩	6	-0.623	0.997
	2. 急	10	0.374	(0.683)
高低差	1. 低い	4	-0.677	0.902
	2. 高い	12	0.226	(0.594)
最急勾配	1. 緩	5	-0.370	0.682
	2. 中	6	0.049	(0.547)
	3. 急	5	0.311	
勾配が急	1. 緩	5	-1.406	$\eta_1^2 = 0.898$
	2. 急	11	0.639	

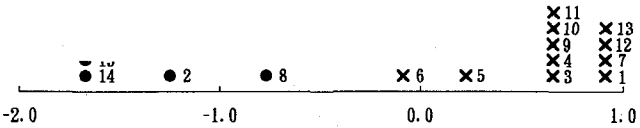


図-12 勾配の判別 (自転車)

表-6によれば、相関比として $\eta^2 \approx 0.9$ が得られていて、非常に良く判別されていることが判る。視覚的には、図-12を見れば、このことが納得できる。表-6中のカテゴリー数量は数値が大きい程急勾配感を高める要因となるというもので、本分析では、カテゴリーの内容とカテゴリー数量とは矛盾していないことも判る。また、急勾配感に与える影響の大きさに関係する項目である「範囲」及び「偏相関係数」の数値の大きさの順番は、どちらも平均勾配、高低差、そして最急勾配の順になっている。

このことから、数量化Ⅱ類によれば、人が勾配を急だと判断する要素は平均勾配、高低差、最急勾配の順であるということになる。しかし、アンケートによると、平均勾配、最急勾配、高低差の順になっている。ところで、前節の区間長の項で説明したように、区間長の回答も相当あるが、散布図(図-10および図-11)の相関関係が悪く、良い判別方法が発見できず、判定の要素から除外することにした。

なお、数量化Ⅱ類とアンケート資料の順番の違いについて若干説明をする。アンケートは複数解答を認めた結果であり、回答を一つだけとすれば、順位の入れ替えがあるかも知れない。また、坂道の緩急の判定は、直感的か、あるいは水平に対して負の要因を体感して下されている事実に対して、その要因を考えさせて(選択させて)回答を得るという手法が感覚と原因との結びつきについて100%正解が得られる手法かどうかという疑点も無くは無い。自分自身が被験者になった時、急勾配感を持つという感覚は正直に回答が出来てもその要因はとなると100%正確に言えないものである。その意味で、急勾配感の要因としての順序は、アンケートの順序にこだわらず、数量化Ⅱ類による順序とみなして良いものと考ええる。

7. 勾配の緩急の判定方法

わずか16橋の調査からの結論ではあるが、これまでの検討結果に基づき、歩道部の急勾配感を規定するための判定基準を以下のように定め得る。すなわち、

条件A : 平均勾配 3.5%

条件B : 高低差 2.0 m

条件C : 最急勾配 8.0%

として、対象の歩道部の数値がA、Bを同時に下回れば○、同時に上まわれば×としA、Bのいずれか一方のみの場合はCの数値を下回る場合にのみ○と判定する。これを適用した結果を表-7に示す。判定区分とアンケートの評価区分とは良く一致した。

表一 7 急勾配感の評価

橋梁 番号	A 平均勾配 3.5(%)	B 高低差 2.0m	C 最急勾配 8.0(%)	判定 区分	アンケート 区分
①	×	×	×	×	×
②	○	○	×	○	○
③	×	×	×	×	×
④	×	×	×	×	×
⑤	×	×	○	×	×
⑥	○	×	×	×	×
⑦	×	×	×	×	×
⑧	○	×	○	○	○
⑨	×	×	×	×	×
⑩	×	×	×	×	×
⑪	×	×	×	×	×
⑫	×	×	×	×	×
⑬	×	×	×	×	×
⑭	○	○	○	○	○
⑮	○	○	○	○	○
⑯	○	○	○	○	○

8. 判定結果について

著者らは、健常者で、しかも 20 才そこそこの若者を被験者とした調査結果から導いた数値（平均勾配 3.5%、高低差 2.0 m、最急勾配 8.0%）を使ったのであるが、前述のように有効な判定法であることが分った。この数値と現在一般的に設計に使用されている数値や障害者用に推奨されている一般的な数値と対比すべく、身近な文献 1)～3)に示されている数値と比較を行った。

1) 道路構造例の解説と運用¹⁾

第 10 章 解説 10-2-2 (3)勾配より抜粋（後略）
「歩行者専用道路の最急縦断勾配は、歩行者の安全性、快適性を勘案して 8%を標準とする。」

第 10 章 解説 10-1-3 線形・勾配等より抜粋
「線形・勾配その他の構造については「自転車道等の設計基準について」（昭和 49 年 3 月 5 日付 建設省都市局長、道路局長通達に定められているので、実際の設計にあたってはこの基準によらなければならない。」

2) 自転車等の設計基準解説²⁾

第 5 章 5-5 縦断勾配 より抜粋（後略）
「最急縦断勾配は、原則として 5%とする。ただし、立体交差、橋及び高架の自転車道等の取り付け部については、この限りではない。」

第 8 章 解説 (2) 取付部の勾配より抜粋（前後略）
「地形等の状況、その他やむを得ない場合については、斜路では 12%以下、また、斜路付階段では 25%以下とすることが望ましい。」

3) 徳島県障害者等社会環境改善整備指針³⁾

Ⅲ 道路 1 歩道 (4) 歩道段差の切り下げより抜粋（前後略）
「スリ付け勾配は、8%（約 1/12）を標準とする。」

「水平区間のとれる所は、水平区間を 150cm 以上とることが望ましい。」

Ⅱ 公園 2 園路 から抜粋（前後略）

「園路の縦断勾配は 4%（1/25）以内とし、3～4%（1/30～1/25）の勾配が 50 m 以上続く場合は、途中で 150cm 以上の水平部分を設ける。」

I 公共的建築物 5 スロープ

「(1) 勾配と有効巾員

勾配は、1/20 以下が望ましいが、困難な場合は、屋外においては 1/15 以下、屋内においては 1/12 以下とし、原則として直線とする。ただし、高低差が 75cm 以下の場合は勾配を緩和することができる。（以下略）」

(2) 踊り場

「スロープが長い場合には、高低差（垂直距離）75cm ごとに 180cm の水平の踊り場を設ける。以下略）」

著者らの得た勾配要素の数値は、最も「人にやさしい」条件を要求している公園部分の数値と比較しても公園が 4%に対して、判定の基準は 3.5%なので、むしろ厳しいぐらいである。

公園に関してはいえば、文献 3)は勾配要素の数値が 1 個でも不適合は許されないのに対し、著者らの方法では場合によれば、1 個許されるケースがあるので、全体的には似たことになるのかも知れない。ただし、道路の橋とすれば、文献 1)～3)の法令や通達及び、福祉的な指針よりはるかに厳しい条件であることが判る。

言葉を替えれば、障害者用の対策指針にしたがって橋を設計したとしても、なおかつ、「勾配がきつい」と感ずる人（それも 20 才そこそこの健常者）が存在するという事実を指摘する。

9. おわりに

結論としては、人は勾配を主に次の 3 要素、即ち、平均勾配、高低差、最急勾配で捉えている。平均勾配 3.5%、高低差 2.0 m、最急勾配 8.0%程度が緩急の判定基準となっている。これらの数値を更なる研究により普遍化し、「人にやさしい設計」にのっての最低の基準を再構築し、以後の橋づくりにフィードバックされることを望む。

最後にこれらの調査、分析に御協力頂いた徳島大学工学部学生（当時）藤田 幸さん、三宅正徳氏、西尾有美子さん、および徳島大学技官の宗田和之氏 他関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 道路構造例の解説と運用 昭和 58 年 10 月社団法人日本道路協会
- 2) 自転車等の設計基準解説 昭和 49 年 10 月社団法人日本道路協会
- 3) 徳島県障害者等社会環境改善整備指針 平成 2 年 3 月 徳島県

（1996 年 9 月 6 日受付）