

渡り易い橋の条件について

株式会社 和設計 フェロー○神 田 睦
徳島大学 工学部 フェロー 宇都宮 英彦
徳島大学 工学部 正会員 長 尾 文明
パシフィックコンサルタンツ㈱ 西尾 有美子

1. はじめに

人々の快適な移動を保証し得る土木構造物の具備すべき条件を探った。対象は大多数の交通弱者である自転車と歩行者とし、構造物は若干のアプローチを含めた橋梁とした。被験者を異にした同様の試みは既に報告している。^{1)・2)} 今回は、被験者を若者に限定した。理由は、データのバラツキを少なくする事と、かりに若人が渡り難ければ、他の人はもっと渡り難だろうと推定し得るから、少なくとも橋梁の具備すべき最低条件は探り得ると判断した故である。

なお、被験者の殆どが渡り難いという橋を渡り難い橋と規定した。

2. アンケート調査(実験)方法及び内容

被験者は大学生(男子24名、女子12名)とし、橋梁は徳島市内の16橋とした。各橋について、最も渡り難いと思われる方向を指定し、各人に自転車および徒歩で渡橋させ、その都度アンケートをとった。夏の平日の日中2日間に渡って実施した。

内容の主なものとして、①基本事項(性別、通行手段)、②構造的事項(勾配、線形、待ちスペース、舗装、車に対する恐怖感など)、③景観的事項(デザイン、好感度)、④渡り難さなど

3. 渡り難さと他の変数(項目)との相関

相関を知るため、散布図および単回帰分析による回帰直線と相関係数を用いた。自転車、徒歩共に相関係数 0.8以上を示したのは、急勾配感、恐怖感、および好感度であった。

0.7 以上は、線形、待ちスペース、衝突感であった。

1 例として、図-1(勾配感)、図-2(恐怖感)に示す。

4. 渡り難さの判定：数量化Ⅱ類の利用

「渡り難さ」を外的基準とし、アイテムは、「勾配感」、「恐怖感」、「歩道幅」の3つを用いた。比較的良好な相関比が得られた。例えば徒歩の分類データを表-1に、カテゴリー数量、偏相関係数などを表-2にスコアを図-3に示す。図-3によれば、スコア 0.0 付近で渡り難さと渡り易さが分れている。

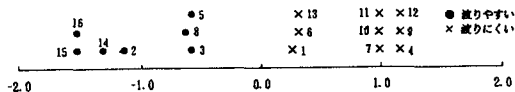


図-3 渡りにくさの判別(徒歩)

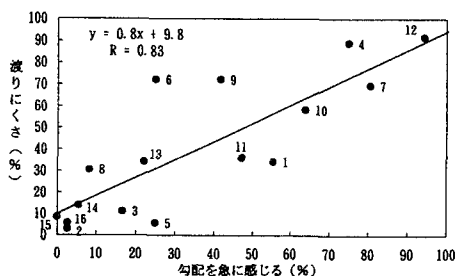


図-1 勾配の感じ方と渡りにくさの関係(徒歩)

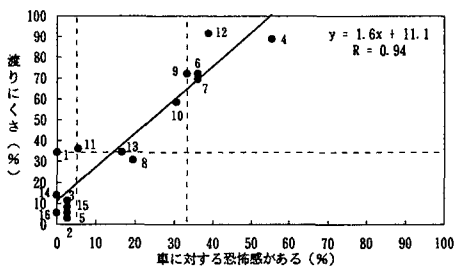


図-2 車に対する恐怖感と渡りにくさの関係(徒歩)

表-1 渡りにくさに関する分類データ(徒歩)

No.	橋名	勾配が急	恐怖感がある	歩道幅	渡りにくい
1	新町橋(旧)	3	1	1	2
2	仁心橋	1	1	3	1
3	佐古大橋	2	1	1	1
4	三ッ合橋	3	3	3	2
5	西の丸橋	2	1	1	1
6	助任橋	2	3	3	2
7	助任新橋	3	3	2	2
8	徳住橋	1	2	3	1
9	福島橋	3	3	3	2
10	かちどき橋	3	2	2	2
11	両国橋	3	2	2	2
12	煙硝蔵橋	3	3	3	2
13	富田橋	2	2	3	2
14	春日橋	1	1	2	1
15	前川橋	1	1	1	1
16	新町橋(新)	1	1	1	1

	1	2	3
勾配を急に感じる(%)	10未満	10-33.3	33.3以上
車に対する恐怖感がある(%)	5未満	5-33.3	33.3以上
歩道幅(cm)	400.0以上	300.0-400.0	300.0未満
渡り難い(%)	33.3未満	33.3以上	

※これらの歩道幅は、すべて自転車道と歩行道を合わせたものとする。

表-2 渡りにくさに関する分析結果(徒歩)

アイテム	カテゴリ	例数	カテゴリ 数値	範囲 (係数相関係数)
勾配が急	1.緩	5	-1.018	1.789
	2.中	4	-0.075	(0.799)
	3.急	7	0.770	
恐怖感がある	1.ない	7	-0.289	0.516
	2.普通	4	0.221	(0.292)
	3.ある	5	0.227	
歩道幅	1.広い	5	-0.221	0.383
	2.普通	4	-0.008	(0.230)
	3.狭い	7	0.162	
渡りにくい	1.渡りやすい	7	-1.045	$r_1^2=0.8501$
	2.渡りにくい	9	0.813	

表-3 渡りにくさの判定表

No.	橋名	平均勾配	最急勾配	高低差	歩道幅	分離	判定結果	アンケート結果
1	新町橋(旧)	×	×	×	×	×	×	×
2	仁心橋				×	×	○	○
3	佐古大橋	×		×			○	○
4	三ツ合橋	×		×	×	×	○	○
5	西の丸橋	×		×			○	○
6	助任橋		×	×	×	×	×	×
7	助任新橋	×	×	×	×	×	×	×
8	徳住橋			×	×	×	○	○
9	福島橋	×		×	×	×	×	×
10	かちどき橋	×	×	×	×	×	×	×
11	両国橋	×		×	×	×	×	×
12	煙硝蔵橋	×	×	×	×	×	×	×
13	富田橋	×	×	×	×	×	×	×
14	春日橋			×	×	×	○	○
15	前川橋				×	×	○	○
16	新町橋(新)						○	○

注) ×:悪い条件を満足している場合、または渡りにくい橋
○:渡りにくくない(渡りやすい)橋

5. 評価判定方法の提案

次の5項目中4項目以上が悪い場合には、

「渡り難い橋」だと評価する方法である。

評価項目は、1.平均勾配は3.5%以下 2.高低差は2.0m以下 3.最大勾配が8%以下 4.自歩道幅は4.0m以上 5.自転車道、歩道、車道の分離が完全の5項目である。表-3に示す通り、本法による判定とアンケート結果とは16橋全てで合致している。

6. ニューラルネットワークの利用

人の脳の動きはもっと複雑だが、簡単にシナプスの重み変化で情報処理を行なうとみなしたニューラルネットの研究³⁾がある。筆者らの試みの一端を中間報告する。教師入力データとして物理的9項目(平均勾配, 最急勾配, 高低差, 歩道幅, 区間長, 歩車道分離, 自転車と分離, 信号の数, 交差点数)とアンケート調査から得られる13項目(勾配感, 歩道幅感, 恐怖感など)を加えた計22項目に対する解析結果を表-4および図-4に示す。この様に沢山の教師入力項目を選定すれば、平均学習回数25回で収斂した。ただ、物理的9項目だけだと、1,000回の繰返し計算でもほとんどのケースは収束しなかった。また、教師入力項目にアンケート結果を直接使用しているため、新しい橋梁への設計段階での予測に利用することは難しく、客観的データのみで予測ができなければならぬ。

7. おわりに

橋梁の設計時に完成後の「渡り難さ」に対する評価を行うには、表-3による評価方法が簡単で正鵠を得たものと言える。ただ、評価5項目の数値の微妙な部分は被験者によって若干異なるかも知れないが、相当汎用性があるものと確信している。ニューラルネットワークの手法に関しては今後の課題としたい。

参考文献

- 「橋の渡り易さに関する2,3の考察」神田 陸, 宇都宮 英彦, 長尾 文明, 藤田 幸: 第46回平成6年度土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集
- 「利用者による評価を橋梁設計に反映させる為の基礎的考察」神田 陸, 宇都宮 英彦, 長尾 文明, 藤田 幸; 土木学会第49回年次学術講演会(平成6年9月)
- 「ニューラルネットによるアーチ橋の景観評価システム」白木 渡, 松保 重之, 高岡 宣善; 構造工学論文集. Vol.37A, No. II, pp.687~697, 1991.3

表-4 渡りにくさの判定表

橋名	学習回数(回)	平均勾配(%)	最急勾配(%)	高低差(m)	歩道幅(m)	分離(%)	実測値に対する判定結果
V1. 新町橋(旧)	25	0.0788	34.3	15.9	13.3	0.53	0.53
	21	0.0499	34.3	12.6	21.7	0.53	0.53
V2. 仁心橋	23	0.0657	2.9	22.0	-28.1	-0.54	-0.54
	19	0.0877	2.9	20.1	-11.2	-0.54	-0.54
V3. 佐古大橋	17	0.0240	2.9	24.5	-21.6	-7.45	-7.45
	24	0.0677	11.1	12.1	-1.0	-0.59	-0.59
V4. 三ツ合橋	25	0.0787	11.1	8.5	2.6	0.74	0.74
	20	0.0222	11.1	12.0	-0.9	-0.58	-0.58
V5. 西の丸橋	21	0.0895	88.9	85.4	3.5	0.04	0.04
	25	0.0515	88.9	85.4	3.5	0.06	0.06
V6. 助任橋	21	0.0985	88.9	85.7	3.2	0.04	0.04
	25	0.0649	5.6	8.0	-4.4	-0.59	-0.59
V7. 助任新橋	25	0.0887	5.6	5.9	-3.3	-0.55	-0.55
	26	0.0350	5.6	7.1	-1.5	-0.58	-0.58
V8. 徳住橋	29	0.0558	72.2	72.0	-0.6	-0.51	-0.51
	28	0.0558	72.2	72.0	-0.6	-0.51	-0.51
V9. 福島橋	20	0.0689	72.2	72.0	-1.6	-0.52	-0.52
	30	0.0844	68.4	82.1	-12.7	-0.18	-0.18
V10. かちどき橋	30	0.0644	68.4	82.1	-12.7	-0.18	-0.18
	24	0.0636	68.4	77.8	-0.8	0.10	0.10
V11. 両国橋	23	0.0738	30.6	27.0	3.0	0.11	0.11
	25	0.0738	30.6	27.0	3.0	0.11	0.11
V12. 煙硝蔵橋	25	0.0536	30.6	27.0	3.0	0.11	0.11
	19	0.0685	72.2	71.3	0.9	0.01	0.01
V13. 富田橋	25	0.0674	72.2	75.3	-3.1	-0.54	-0.54
	22	0.0515	72.2	74.7	-3.2	-0.58	-0.58
V14. 春日橋	23	0.0646	58.3	82.1	-23.8	-0.41	-0.41
	18	0.0406	58.3	81.5	-23.2	-0.40	-0.40
V15. 前川橋	25	0.0552	58.3	81.5	-23.2	-0.40	-0.40
	27	0.0772	36.1	19.0	17.1	0.47	0.47
V16. 新町橋(新)	28	0.0648	36.1	18.4	17.5	0.49	0.49
	22	0.0552	36.1	18.4	17.5	0.49	0.49
V17. 煙硝蔵橋	22	0.0840	81.7	82.0	-1.1	-0.51	-0.51
	26	0.0906	81.7	83.2	-1.5	-0.52	-0.52
V18. 富田橋	21	0.0864	81.7	82.1	-1.5	-0.52	-0.52
	32	0.0824	34.3	25.9	8.4	0.06	0.06
V19. 春日橋	20	0.0608	34.3	23.1	11.2	0.33	0.33
	21	0.0581	34.3	20.1	6.2	0.12	0.12
V20. 春日橋	24	0.0758	13.9	9.7	4.2	0.1	0.1
	25	0.0620	13.9	11.6	2.3	0.17	0.17
V21. 春日橋	20	0.0512	13.9	11.8	2.1	0.15	0.15
	19	0.0731	8.3	3.5	4.8	0.58	0.58
V22. 春日橋	16	0.0816	8.3	3.6	4.7	0.57	0.57
	15	0.0738	8.3	3.5	4.8	0.58	0.58
V23. 新町橋(新)	17	0.0492	5.6	8.0	-5.0	-0.54	-0.54
	18	0.0406	5.6	8.1	-3.5	-0.52	-0.52
	15	0.0227	5.6	8.1	-3.5	-0.52	-0.52

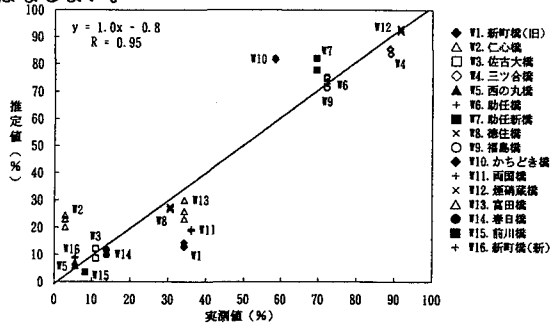


図-4 実測値と推定値の相関図(徒歩)