

I-160 橋梁形式選定のためのエキスパートシステムにおける走行性の評価方法について

川田工業(株) 正員 ○西土 隆幸 川田工業(株) 正員 前田 研一
 川田工業(株) 島田 清明 川田工業(株) 正員 野村 国勝

1. まえがき

著者らは、先に、河川橋梁を対象にした橋梁形式選定のためのエキスパートシステムを開発した¹⁾。このシステムでは、自動的に選定された形式に対してエキスパンションジョイントの数のみから走行性の評価が行われる。しかし、橋上通過時の運転者にとって、ジョイント位置での振動が与える影響が最も大きいのは無論であるが、ジョイント以外の桁の振動が与える不快感(振動特性)や橋梁形式が与える圧迫感(視界)も走行性の評価にとっては無視できない要素である。

そこで、これら3つの要素を考慮して走行性を評価する方法を提案した²⁾。すなわち、振動特性と視界とは、ジョイントと異なり運転者の主観が大きく影響し、定性的な評価が困難であることから、あいまいさの程度を表現できるファジイ理論を用いた。各橋種に対する振動特性と視界とのメンバーシップ関数に整合性を持たせるために、一人の熟練設計者がこれらの関数を作成し、さらに、それらが妥当であるかを、複数の熟練設計者が再度検討し、微調整を行った。その結果、実際に行われた比較設計案とほぼ同じ走行性の評価が得られ、これらのメンバーシップ関数がほぼ妥当であることが分かった。

本報告は、さらにメンバーシップ関数を決定するための別の方法として、複数の橋梁上部工の設計者にアンケートを行い、その結果からメンバーシップ関数を作成する方法についても検討を加えた。また、走行性の評価は、メンバーシップ関数を合成することにより得られるが、その方法により最終結果が異なると思われ、これに関しても新たな方法を提案した。

2. メンバーシップ関数の決定方法

アンケートは、図-1の方法で10名の橋梁上部工の設計者に対して行われた。これらの結果から、径間長では、小さい、普通、大きい各項目に対して、各設計者がアンケートで答えた径間長の範囲を度数として計算する。そして、径間長に対する最大の度数を使って各々の径間長の度数を除し、それらを結んでやれば、それが確からしさを表すものと考え、径間長のメンバーシップ関数とした。振動特性と視界も同様の方法で得られる。連続非合成I桁橋を例にとり、図-2に径間長の、そして、図-3に振動特性のメンバーシップ関数を示す。なお、図-2、3に比較のため一人の熟練設計者が決定したメンバーシップ関数も示す。

3. メンバーシップ関数の合成方法

メンバーシップ関数の合成方法は、一般には図-4の方法で行われる。しかし、メンバーシップ関数が重なっている部分は、その確からしさがより高いことを示している。また、図-5に示すように重心をとる場合には、両者の評価値は同様の方法で得られるが、実際は、(b)の方があいまいさの程度は大きくなる。

そこで、メンバーシップ関数を合成する場合には、両者の確からしきの値を加算し、最大値となるものでそれらを除する³⁾。また、あいまいさの程度を明確にするために、まず、メンバーシップ関数を合成し、その最大値(Hとする)とメンバーシップ関数の幅とを求める(Lとする)。そして各々の H/L を計算し、その値が最も大きくなる数値で各 H/L を除し、それらを各評価値に乘じることにより最終値を得る。

4. 走行性の評価結果の比較とその考察

図-6に走行性の評価に用いた各橋種を示す。そして、表-1に文献2)の方法を用いた場合(以下、方法1と呼ぶ)と、複数の設計者が決定したメンバーシップ関数を使い、3.の方法を用いた場合(方法2)との走行性の評価結果を示す。表-1の結果から、方法2を用いれば、比較設計例とほぼ同じ結果が得られる。また、方法1と方法2とでは、各順位の比率が異なるが、これは合成方法の違いが原因と思われる。すなわち、方法2を用いても妥当なメンバーシップ関数を決定することができ、合成方法もメンバーシップ関数のあいまいさの程度を考慮できることから、方法1と同様に実用的であると思われる。

1. 各橋種に対して径間長が、小さい、普通、大きいと確実にいえる範囲は何mから何mまでですか。小さい、普通、大きい の範囲が重ならないようにして下さい。

連続非合成1桁
 小さい 50~60 m
 普通 70~100m
 大きい 100~200m

2. 橋梁上を自動車で走行するとき、各橋種のジョイント以外の桁の揺れ(振動)に対する不快の程度はどれくらいですか。(最も不快と感じる場合を1、全く不快と感じない場合を5とする) 1から5までの整数でお答え下さい。

連続非合成1桁 径間長が小さい 5 普通 4 大きい 4

3. 橋梁上を自動車で走行するとき、各橋種が与える視界、あるいは圧迫感ほどの程度ですか。(最も視界が悪い、あるいは圧迫感が大きい場合を1、視界が良い、あるいは圧迫感を全く感じない場合を5とする) 1から5までの整数でお答え下さい。

連続非合成1桁 径間長が小さい 5 普通 5 大きい 5

図-1 アンケート様式

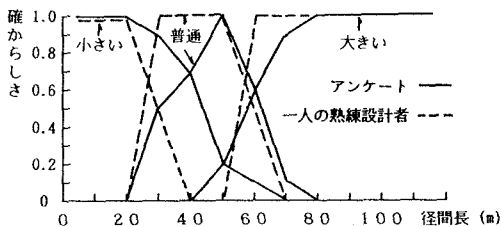


図-2 径間長のメンバーシップ関数(連続非合成1桁橋)

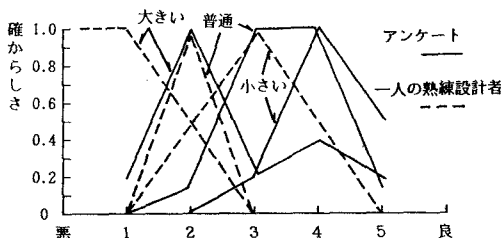


図-3 振動特性のメンバーシップ関数(連続非合成1桁橋)

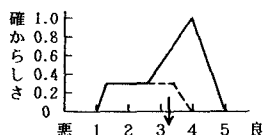


図-4 ファジ理論の評価方法

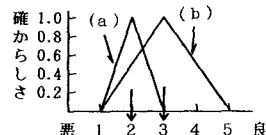


図-5 メンバーシップ関数の重心

CASE No.

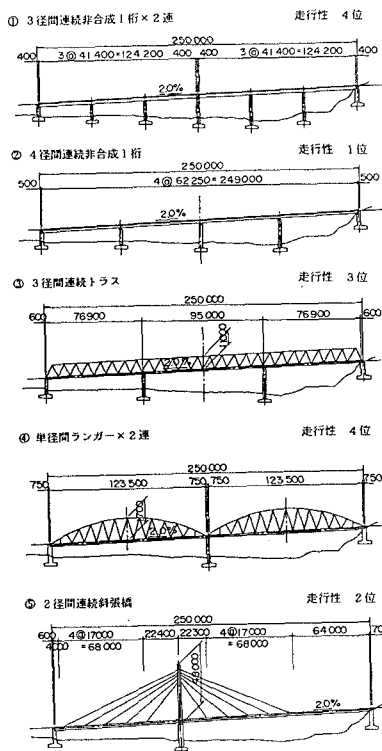


図-6 走行性の評価に用いた比較設計例

表-1 走行性評価結果一覧表

CASE No.	評価項目	ジョイント	振動特性	視界	走行性評価	提案した方法による順位	比較設計例の順位
①	方法1	1.00	2.63	4.65	4.11(0.50)	4	4
	方法2	1.00	3.62	4.31	4.12(0.54)	4	4
②	方法1	5.00	3.00	4.65	8.23(1.00)	1	1
	方法2	5.00	2.18	3.86	7.61(1.00)	1	1
③	方法1	5.00	4.70	1.30	7.06(0.86)	3	3
	方法2	5.00	2.13	1.85	6.50(0.85)	3	3
④	方法1	1.00	4.00	2.70	3.55(0.43)	5	4
	方法2	1.00	1.69	1.40	2.21(0.29)	5	4
⑤	方法1	5.00	3.30	2.75	7.37(0.90)	2	2
	方法2	5.00	2.37	3.13	7.28(0.96)	2	2
重み(練設計者)		1.00	0.30	0.50	() は各順位の比率を示す。		

方法1: 一人の熟練設計者によって決定されたメンバーシップ関数を用いる。
 方法2: アンケートの結果より決定されたメンバーシップ関数を用いる。

参考文献

- 1) 西土、前田、野村: 河川橋梁の上下部工形式選定のためのエキスパートシステム構築に関する一考察, 構造工学論文集, Vol.35A, pp489~502, 1989年3月。
- 2) 西土、前田、島田、野村: 橋梁形式選定エキスパートシステムにおける橋上走行時の運転者の感覚評価に関する研究, 構造工学論文集, Vol.36A, pp513~524, 1990年4月。
- 3) 水本: わかりやすいファジ理論Ⅲ ファジ理論とファジ制御, コンピュータロール, Vol.28, PP32~45, 1989年10月。