

I-226

橋梁の形態設計における体系的方法についての研究

ーアーチ橋を例としてー

鹿島建設 正員 野田 武
千葉大学 正員 杉山和雄

東京大学 正員 伊藤 學
東京大学 正員 藤野陽三

1. はじめに 近年、土木構造物に対しても、景観の配慮が積極的に求められるようになってきた。特に橋梁については、周辺環境に対する景観の影響が大であり、橋梁が存在することで周辺の景観が向上したり、悪化したりすることが多い。本研究では、この様に景観に対して大きい影響を持つ、橋梁の好ましい形態を選択するために、その形態設計をいかに進めるかということを経る。橋梁の形態は景観の側面のみから決定されるものでないので、まず図1のように橋梁の形態設計過程を捉えた。つまり、橋梁に対する種々の要求項目や周辺環境などからなる設計コンセプトなるものを考え、それを基

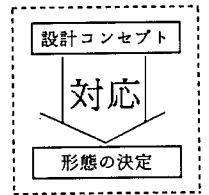


図1 形態決定過程

に適切な形態を選択する過程である。実際には橋梁の設計コンセプトと一口に言っても、その内容は曖昧であり、明確に捉えることが難しい。また、図1のような設計コンセプトとそれに適する形態との対応関係と言うのも明確に表現された形ではない。このため、実際の設計に当たっては、景観的要求をも含めた、優れた設計コンセプトを持ったにもかかわらず、それに適する形態を選択することに失敗している例がある。しかし、設計コンセプトと形態の明確な対応があれば、橋梁の設計の初期段階において適当な形態を選択することが可能である。従って、本研究では、この設計コンセプトの捉え方、そして、設計コンセプトからそれに適する形態との対応関係を求めることを試みた。さらに、その結果を用いて、橋梁の形態決定過程をモデル化し、若干の例題について適用を試みた。但し、橋梁の形式は数多いので、例として、アーチ橋を取り上げたが、このために普遍性を失うことはないと思われる。

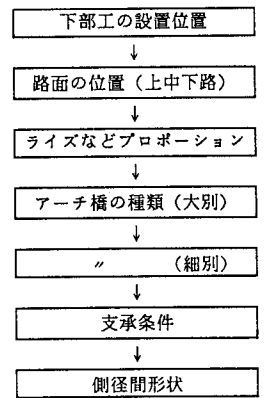


図2 形態要素とその階層構造

2. アーチ橋の形態決定過程の構造同定とファジー理論を用いたモデル化 図1のように示されるものを形態決定過程と呼ぶことにする。アーチ橋の形態は、数種のパラメータが決定することによって確定する。これらパラメータ個々をアーチ橋の形態要素と呼ぶことにすると、形態要素として、図2のようなものが考えられた。形態要素は図2に示す通り、順番に決定される多段的な階層構造を有していることが明らかになった。また、これら形態要素個々の決定に際し、影響を与える要因(影響因子と呼ぶことにする)は表1で示されるような項目で網羅されることが分かった。従って、表1で示される各影響因子が各形態要素の決定に対して有意であることから、設計コンセプトのうち、実際の形態の選択に対して有意なものは、これら、各影響因子に関して表現を行なうことで捉えることができると考えられる。次に、アーチ橋の形態決定過程は、前述の通り階層構造であるので、各階層において、特定の影響因子から特定の関係によってその階層の形態要素が決定することから、これら影響因子と形態要素の関係をルール化した。結果として、図3に示すような形式でアーチ橋の形態決定過程をモデル化することができた。但し、設計コンセプトを各影響因子によって分割展開するとき、その表現は言語的なものとなり、また各影響因子と形態要素の関係も言語的な関係で示されるものが多いので、モデル化にあたってはファジー集合的な

- 地盤条件
- 設計荷重
- 経済性の重視
- 閉塞感、視認性
- 振動、動揺への配慮
- 維持管理性の重視
- 桁下空間を架設中利用すること
- 一括搬入できること
- 周囲景観の混雑度
- 周囲の地形条件
- 橋がみられる視距離
- 視覚的適合性
- 景観の中での目立ち度
- 橋の持つイメージの重み

表1 コンセプトを記述するための影響因子

記述、そして、モデル中にはファジー推論的な機構を用いた。

3. 例題 数種試みた例題のうちの1つを示す。山岳部にあり、深い峡谷に架かる場合を考え、架設地点の地盤の形状と強度、及び、路面の計画高

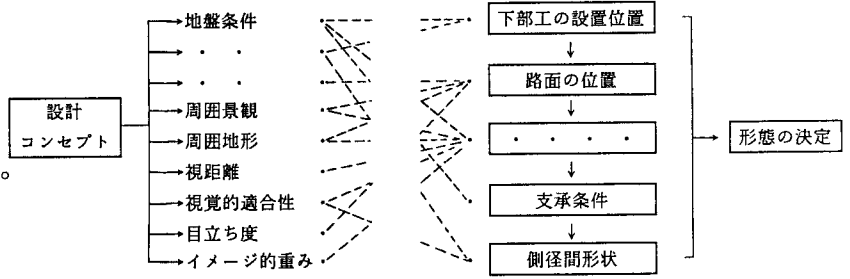


図3 アーチ橋の形態決定過程のモデル

を図4のように与える。また、設計コンセプトを表2のように展開して与える。これらを入力として、モデルを用いて、入力条件に対して適するアーチ橋の形態を選択した。出力としては設計コンセプトに対してどの程度適合しているのかを示す適合度（0.0～1.0）が与えられる。そのうち、上位2種を図化したものが図5である。

4. まとめ

アーチ橋を例として、橋梁の形態決定過程を体系的に調査することで、モデル化を行なうことができた。これによって、橋梁

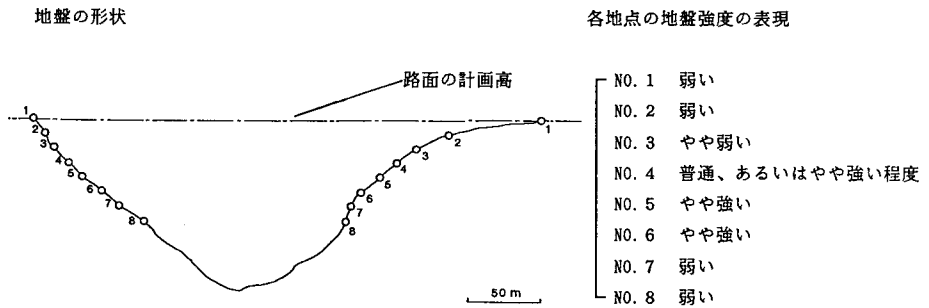


図4 例題の架設地点の地盤形状、強度、及び路面の計画高

における設計コンセプトから形態への対応のさせ方を示すことができた。従って、本研究のような方法を用いることで、橋梁の形態とその背後に存在する設計コンセプトの関係を明確にすることができ、橋梁の形態設計を支援することができる。本研究のモデルはまだ、完全なものであるとはいえないが、今後の橋梁の形態設計における方向性を提示することができた。

1) 設計荷重	かなり大きい
2) 経済性	やや重視したい
3) 閉塞感、視認性	良いものにしたい
4) 振動、動揺への配慮	やや配慮したい
5) 維持管理性	やや重視したい
6) 桁下空間を架設中利用すること	難しい
7) 一括搬入できること	難しい
8) 周囲景観の混雑度	こんでいない
9) 周囲の地形条件	起伏とんでいる
10) 視覚的適合性	特に配慮しなくはない
11) 景観の中での目立ち度	どちらかといえば目立つものにしたい
12) 橋のイメージの痛み	重厚で力強いものにしたい
13) 視距離	比較的遠距離から眺められることが多い

表2 展開された設計コンセプト

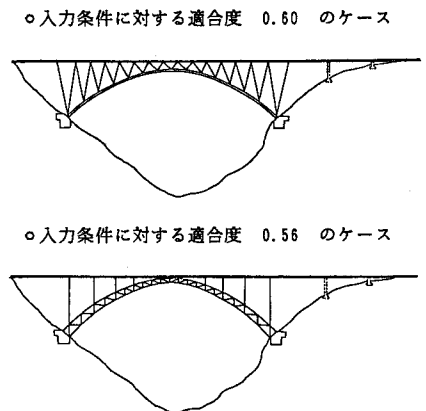


図5 出力結果の図化例

参考文献) 大貫 学他：アーチ橋の形態設計における設計者の思考プロセスのモデル化、土木学会第42回年次学術講演会論文集、千葉大学工学部工業意匠研究室：ファジ理論の応用によるデザイン思考過程のモデリングその1、その2