

I-215

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

東京電力 正員 大貫 学
 東京大学 正員 伊藤 学
 東京大学 正員 藤野 陽三
 千葉大学 正員 杉山 和雄

1. 研究の位置づけと目標 橋梁設計においては橋種、構造形式の選定を含む形態設計は橋の視覚的印象を支配するという点で重要である。しかしながら、その設計プロセスは種々の要因とのからみから複雑であり、設計者の長年の経験に基づく判断の中で処理されているのが現状である。そこで、熟練した設計者の思考プロセスを抽出しモデル化することは、今後の形態設計のあり方を考えていく上で重要な資料となると同時に、橋梁の形態設計におけるエキスパートシステムの開発の一端を見いだすことにつながると考えた。本研究では、定型的な思考を範囲とし形態設計を解集合からの選択行為としてとらえている。設計者の各設計ステップにおける創意工夫は当然考えられ、また歓迎すべきことではあるが研究の対象からははずしている。ケーススタディの対象としたアーチ橋（道路橋、直橋に限定）は、数多くの種類を持ち、形式は細部に行くに従い選択枝が増えてくる。その中で与えられた条件（地形など）、要求項目（経済性、景観など）のもとで各選択枝の選定理由を明らかにするようにつとめた。方法としては、数名の橋梁設計のエキスパートの方へのインタビューを通して、アーチ橋の形態要素、それらに影響を与える要求項目ならびにその占める割合（重み）を抽出し、それらの間の関係をモデル化していくという形をとった。

2. アーチ橋の形態要素 アーチ橋の形態設計の思考プロセスを分析するには、まず、形態要素の構成を整理し、それらの間の関係を明らかにしなければならない。それらを検討した結果、図1のように順序付けが行えることがわかった。

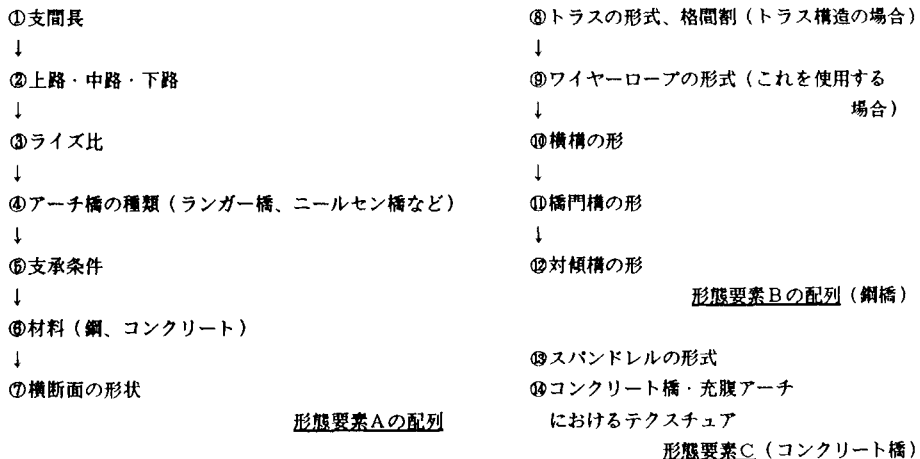


図1. 形態要素とその順序

ここで形態要素Aは、アーチ橋の基本形を決定する要素である。これらは一概に形態に関する要素ばかりとは限らないが、便宜上、形態要素Aとした。また、形態要素B、Cは設計プロセスの順序としては形態要素Aよりも後位に位置する形態要素である。これらの項目の性質をよく検討した結果、①支間長が先に決まり他の項目に影響因子的に働くが、それ以下の項目は互いに影響を及ぼすというよりも、後続の形態要素における選択の範囲を限定する、すなわち、多段階決定過程になっていることが判明した。

3. 形態要素と要求項目との関係 各形態要素（解集合）に影響を与える要求項目（要求集合）を抽出し、どのような基準で選択枝が選定されるかを明らかにする。これはモデル化においては最も本質的なことであり、インタビューを通じてここを重点的に意見聴取を行った。インタビューの結果を基に、形態要素と要求項目の関係を作成した（図2）。なお要求項目の中には地形条件などの設計条件などの影響因子も含ませている。図2においては、③ライズ比を例にとりそれに影響を与える要求項目とその「重み」を示している。重みは1（影響が弱い）、2（やや強い）、3（強い）の3段階とした。図2のような関連モデルを各形態要素ごとに作成してある。また、各形態要素において要求項目に応じてどの選択枝（例えばライズ比の値）が選ばれるかについてもインタビューの結果から作成してある。

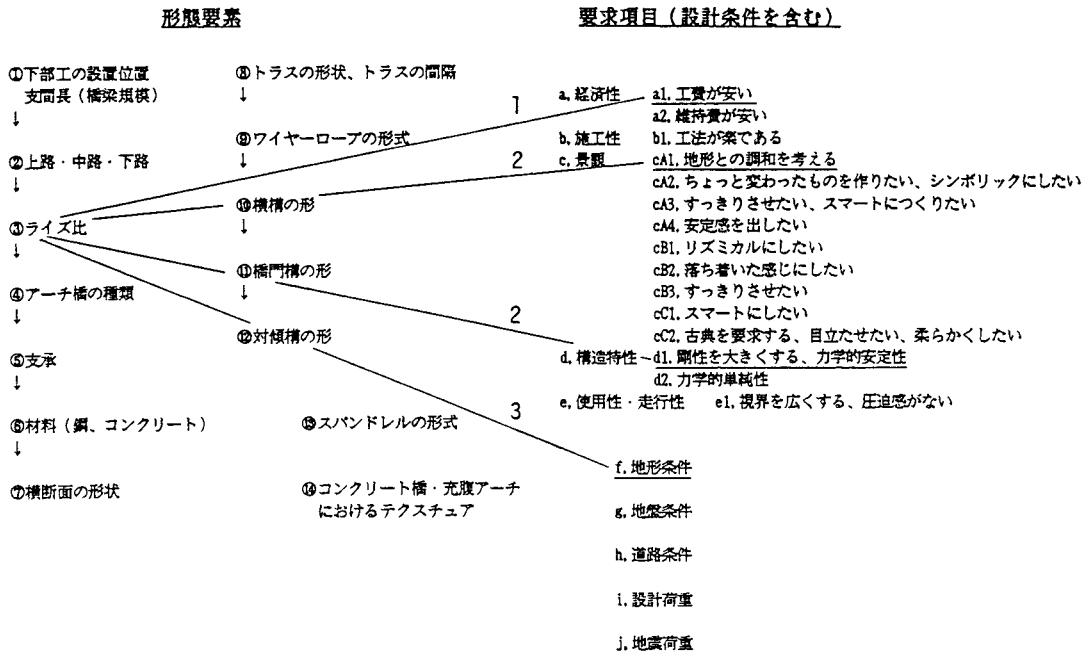


図2. 形態要素と要求項目の関係（図中の数字は影響度の大きさ、重みを表す）

4. 形態設計への利用法の一例 設計においてはaからeまでの要求項目のうち当然オーナー（発注者）あるいは設計技術者が重視する項目があるはずである。そこで、重視する項目に平均3.0となる重視係数を与えさせる（例えば図2の要求項目において $a1=2.5$, $cA1=4.5$, $cA3=3.5$, $d1=1.5$ とする）。このとき他の要求項目の重視係数は1.0とする。この重視係数と図2に示す「重み」をかけあわせた値が最も高い要求項目で各形態要素の選択枝を選ぶ。ライズ比の場合では $a1=2.5 \times 1$, $cA1=4.5 \times 1$, $d1=1.5 \times 2$, $f=1.0 \times 3$ 。よって $cA1$ がライズ比の要求項目と考え、それに応じてライズ比が決まる仕組みになっている。このようにして形態設計の大枠が行えるようになる。当然、重視項目の選び方、重視係数の与え方を変えればアーチ橋の形態は異なったものとなる。

5. むすび 本研究では、アーチ橋の形態設計における設計者の思考プロセスをエキスパートへのインタビューを通じてモデル化し、その一利用法を提示した。しかしながら、このモデルは、予備的な検討の段階であり、完成に向けて、より詳細な検討、あるいは違った観点からのアプローチを加味することを考えてゆきたい。御協力をいただいた（株）長大の山崎、近藤、深谷氏に感謝申し上げる。