

IV-21 高架構造に関する統計的設計処理

首都高速道路公団 小村 敏
福山コンサルタント 福山 俊郎
福山コンサルタント ○宮野 和幸

1 はじめに

高架橋の形式は上部工、下部工、あるいは基礎工の形式、大きさなどで分類されるが、それを属性とよぶことにする。これらの属性は、高架橋が設置されるべき位置の交通の状態、高架下の土地利用、地形・地質条件、社会的環境、高架橋の線形その他の幾何学的な要因により左右され、この決定は、長年の技術者の経験によるところである。

しかし、これらの属性と要因との関連を統計的にとらえておけば、新しい高架橋を設計しようとするとき、あらかじめ求められている統計資料を利用することにより、容易に新設される高架橋の属性すなわち設計諸元を求めることができるであろう。首都高速道路の高架構造物に対して、これら属性の統計的予測を行なつことを試みた。もちろん、新しい設計による斬新な案を求めることは、別の観点から探求されるべきである。

2 数量化Ⅱ類分類

いままで統計的手法として、多変量解析という手法が研究され、実用に供されている。属性を目的変数とし、要因を説明変数とし、その間の関連を回帰係数として求めるのであるが、これらの属性、要因は数量の場合である。構造物の形式や環境要因は名義尺度で与えられるものであり、この目的にはあてはまらない。要因が非常に少く、1つか2つであれば、2次元クロス表、3次元クロス表を作れば容易に判別できるが、要因が多数となった場合で、要因の変化が同時におこるとき、直感的に判断は期待できない。そこで統計数理研究所、林知己夫博士の開発した数量化Ⅱ類分類を用いて構造物の質的属性の判別予測モデルを作成する。

たとえば、高架橋の橋脚の形式を予測する場合には、要因として、高架下の状況、交通量、地下埋種類、橋脚と地下埋の同時施工、条件工事、クリチカルスパン長、その位置、クリチカルクリアランスの位置、曲線半径、勾配、地盤から路面までの高さ、支持地盤までの深さ、施工期間、ランパ種類を用いた。

表-1は、数量化Ⅱ類分類の結果、それらの要因の、おのおののカテゴリーに与えられた数量（カテゴリー・スコア）であり一般の場合の回帰係数に相当する。図-1は、橋脚の形式を判別するための集中だ円である。

3 新しいサンプルの属性予測

いま仮に新しく高架橋を作るとし、その橋脚の形式を過去の設計例のパターンから予測したいとすれば、表-1の、おのおのの要因で反応したカテゴリー・スコアの和（サンプル・スコア）を各軸ごとに求め、その座標を図-1にプロットし、各だ円へのマハラノビス距離を計算する。この距離計

にあって、この集中だ円へのユークリッド距離は意味がないことに注意を要する。なぜならばこのだ円は確率密度分布であり、図-2のような、だ円からの距離の異なる2点も同じ確率に位置するからである。

このようにして高架構造の属性を予測することが出来る。なお末尾ながら、この研究は首都高速道路協会の統計設計委員会の方々の御助言によるものであります。

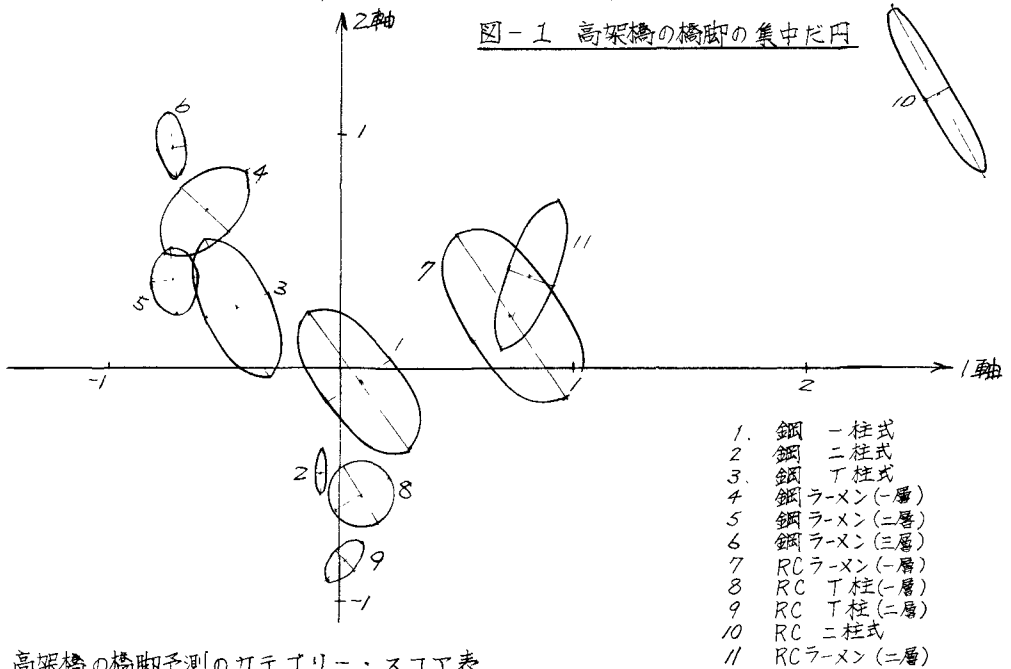


表-1 高架橋の橋脚予測のカテゴリ-スコア表

要因	カテゴリ	1軸カテゴリスコア	2軸カテゴリスコア	要因	カテゴリ	1軸カテゴリスコア	2軸カテゴリスコア
高架下の状況	1 河川	-0.273	-0.529	クリチカル クリアランス 測点からの 距離	1 Tなし	-0.075	0.074
	2 国道	-0.193	0.052		2 10M以下(m)	0.460	0.024
	3 都道	3.150	1.069		3 10~20	3.015	-4.112
	4 その他	-0.633	-1.144		4 20M以上	0.179	0.474
交通量	1 30000(%)	-1.136	-0.196	曲線半径	1 直線	0.005	-0.058
	2 30000~40000	0.256	-0.223		2 100M以下(m)	0.079	-0.077
	3 40000以上	1.351	0.556		3 100~200	0.038	0.009
地下理 種類	1 Tなし	-0.031	-0.361		4 200~350	-0.008	0.229
	2 地下鉄	-0.267	0.109		5 350~500	0.020	-0.028
	3 本道	0.344	-0.031		6 500~800	0.038	0.076
	4 共同溝	0.623	1.144		7 800M以上	-0.142	0.124
同時施工	1 同時	0.000	0.443	勾配	1 0.5M以下(%)	0.069	0.018
	2 ちがう	-0.000	-0.721		2 0.5~2.5	0.015	-0.133
条件 工事	1 Tなし	-0.115	-0.015		3 2.5M以上	-0.047	0.109
	2 南運街路	-1.525	-0.815		4 平地	-0.122	-0.050
	3 付属街路	2.880	1.505	地盤から 路面までの 高さ	1 6M以下(m)	0.357	0.220
	4 私鉄	-0.273	-0.486		2 6~8	-0.051	0.096
	5 私有	-1.375	-0.632		3 8~10	0.090	-0.112
	6 その他	0.774	0.315		4 10~12	0.080	0.013
クリチカル スパン長	1 Tなし	-0.004	0.074		5 12~14	-0.136	0.042
	2 20M以下(m)	0.042	-0.045		6 14~16	-0.347	-0.002
	3 20~30	-0.413	-0.721		7 16M以上	-0.412	0.010
	4 30M以上	0.071	-0.006	支持地盤 までの高さ	1 14M以下(m)	-0.093	0.007
クリチカル スパン測点 からの距離	1 Tなし	0.080	-0.075		2 14~16	-0.106	0.117
	2 10M以下(m)	-0.569	0.045		3 16~18	0.225	-0.078
	3 10~20	-2.633	3.937		4 18~24	0.162	-0.006
	4 20M以上	-0.460	-0.211		5 24M以上	-0.118	-0.018
施工期間	1 2年以下	-0.706	-0.807	ランプロ	1 Tなし	-0.009	0.002
	2 2年以上	0.229	0.197		2 あり	0.070	-0.021



図-2 集中だ円の等確率点