

空間的解像度別の煩雑性に着目した都市内高架橋の修景デザイン

The Beautified Design of Urban Viaducts according to Spatial Resolution Complexity

Takeshi INUKAI

人間社会計画学講座空間計画科学分野 犬飼 武

指導教員 平野 勝也講師

審査委員 稲村 肇教授, 森杉 壽芳教授, 岩熊 哲夫教授(工学研究科), 平野 勝也講師

There are many types of beautified design of urban viaducts. This paper is aimed at analyzing the interconnection between the viaducts design and its complexity. First, I propose the spatial resolution analysis method based on characteristics of viaducts design and a human visual perception. As a result, I find the difference in complexities among each beautified design. Eventually, under a psychology experiment, the preferable design is suggested according to the complexity.

Key Words: viaducts design, beautification, spatial resolution, complexity, directionality

1. はじめに

昨今、都市内高架橋が都市景観を阻害しているとの見方が支配的になっている。そうした負のイメージを払拭するために、修景あるいは美装化が現在までに数多く行われてきた。現状の修景方法を見ると、桁裏や側面の煩雑さをなくすことが一般にマニュアル等¹⁾で謳われている。しかし、写真-1に見られるように、修景に用いられるルーバーやパネルのスリットなどによって、細部においてより煩雑になっていると捉えることもできる。つまり、修景されていない非修景高架橋に比べ、修景された修景高架橋の方が、細部において煩雑性が増していると捉えられる。また、修景方法によっても、ルーバーやパネルなど使用部材によって煩雑性が異なってくる。では、実際には修景によってどの程度の煩雑性が変化し、また、どの程度の煩雑性を持った修景デザインとすることがふさわしいのであろうか。

ここで、既往の研究について述べる。高架橋の研究に関しては、井口らの住宅地内の高架橋を対象とした、高架橋の橋脚の形式などの構成要素と周辺環境への調和の関係を明らかにした研究²⁾や、佐々木の都市高速道路のイメージと景観について、その変遷と事業者の景観への取組みを考察した研究³⁾などがある。しかし、都市内高架橋の修景デザインに関する研究はいまだにない。また橋梁景観に関するものとして、その定量化を試みた研究が数多くある。例えば、フラクタル次元を用いた保田らの研究⁴⁾などである。こうした既往の研究に用いられている分析手法は本研究を進めるにあ

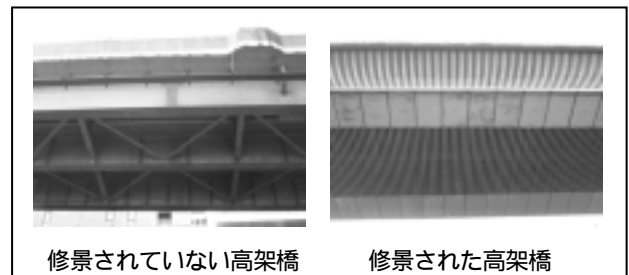


写真 - 1 修景の例

たり参考にはなるが、煩雑性に着目した研究はなく、修景デザインと煩雑性の特徴をおさえた新たな分析手法が必要になると考える。

そこで、本研究では以下を目的とし、研究を行った。

- 以下の目的を達成するために、適当な分析方法を提案する。
- 非修景高架橋と修景高架橋の煩雑性の変化を明示する。
- 修景方法の違いによる煩雑性の違いを明示する。
- 以上の結果を利用し、煩雑性の観点からふさわしい修景デザインの示唆を得る。

2. 空間的解像度の導入

(1) 高架橋の修景デザインの特徴

高架橋の煩雑性を分析するにあたり、高架橋の修景デザインの特徴をおさえる。まず、高架橋の煩雑を発生させる要因はその構成部材にある。そこで、高架橋の構成部材について考えてみると、高架橋には様々な大きさの部材が存在している。非修景高架橋と修景高

表 - 1 高架橋の大きさ別の主要構成部材性

部材の大きさ	非修景高架橋	修景高架橋
小	ボルト, 吊ピース, 配線類	ルーバー, パネルの スリット
中	配管, 補剛材, 横構, 横桁, 縦桁	
大	主桁, 床版	主桁, パネル

架橋ごとに相対的定性的に部材の大きさを表 - 1 に示した。高架橋のデザインにおいては、部材の大きさ、つまりスケールの違いによって、非修景高架橋と修景高架橋とで構成部材が異なっていることさらに、修景方法によっても構成部材が異なるが分かる。そこで、分析を行うにあたり、そのスケールの違いを考慮する必要があると考える。

(2) 視覚心理学の観点から

次に、人間が高架橋をどのように視覚するのかという立場から、基本的な視覚心理学を考える。一般に橋梁景観を考える際に、視距離の概念が導入される。これは、視距離によって見えが異なってくるからである。この視距離による見えの異なりの要因は、人間の視力つまり、空間的解像力である。また人間の視知覚はトップダウン処理を行っているものと考えられ、高架橋の場合では、まず、大まかな高架橋のかたちを知覚し、より注視することによって、ボルトやルーバーなどの細部を知覚すると捉えられる。

(3) 空間的解像度の概念の導入

以上から、本研究では空間的解像度の概念を導入する。空間的解像度とは一般に画像処理などの分野で用いられる解像度のことであり、空間的解像度の概念を用いることで、スケールごとに異なる修景デザインの特徴を適切に表現可能であり、また視覚心理学の観点から妥当であると考えられる。よって、本研究では空間的解像度別の分析を提案し、空間的解像度ごとに都市内高架橋の煩雑性について議論を行うこととする。

3. 空間的解像度別分析方法

(1) サンプル

分析に用いるサンプルは、高架橋の竣工図面とする。写真ではなく図面とする理由は、視点場に拠らないこと、より部材が明確に判別できることなどである。利用図面は、桁裏平面図と橋軸方向側面図で、全て1径間分で支間長は30mに統一した。非修景高架橋として、構造形式の違い、配管・配線類の有無により、6サンプルを、さらに修景高架橋として、実際の首都高速道

表 - 2 図面サンプルとして用いた高架橋

非修景高架橋		
主桁タイプ	主桁数	配管類
I桁	3	配水管
I桁	3	配水管 + 配管群
I桁	6	配水管
I桁	6	配水管 + 配線群
箱桁	4	配水管
箱桁	4	配水管 + 配線群

修景高架橋			
モデル	構造形式	修景部材	
		桁裏	側面
赤坂	I桁3主桁	L+P	L+P
四ノ橋	I桁6主桁	L+P	L+Ps
向島	I桁6主桁	L	Ps
日本橋	箱桁4主桁	L+P	P
上野	箱桁4主桁	L	L+P
秋葉原	箱桁4主桁	P	P
古川橋	箱桁4主桁	L+P	L+Ps
六本木六丁目	箱桁4主桁	L	Ps
六本木交差点	箱桁4主桁	L	Ps

Lはルーバーを、Pはパネルを、Psはスリット入りパネルを表す

表 - 3 全サンプルの部材幅分布

部材幅 mm	総延長 km	割合 %	累積割合 %	解像度レベル
0-33	9.32	30.56	100.0	レベル1
34-66	11.49	37.69	69.44	レベル2
67-100	2.03	6.65	31.75	レベル3
101-133	1.58	5.18	25.11	
134-166	0.64	2.09	19.92	レベル4
167-200	1.51	4.94	17.83	
201-233	0.21	0.69	12.89	レベル5
234-266	0.00	0.00	12.21	
267-300	0.51	1.67	12.21	
301-333	0.00	0.01	10.54	
334-366	0.00	0.00	10.53	
367-400	0.08	0.27	10.53	
401-433	0.01	0.04	10.26	
434-466	0.03	0.10	10.22	
467-500	0.33	1.07	10.12	
501-	2.76	9.05	9.05	レベル6

路の高架橋で実施された美装化をモデルとして修景方法の異なる9サンプルを用意した。表 - 2 に示す。

(2) 空間的解像度別サンプルの作成

次に空間的解像度別に分析用の図面サンプルを作成する。空間的解像度をその空間的解像度における最小幅部材の部材幅と定義する。次に、空間的解像度の変化に伴う図面上の操作を定義する。元の図面が最も空間的解像度が高く、空間的解像度の低下に伴い消滅と群化の法則により、部材最小幅の小さい部材から、消滅または群化する。群化の法則とは、同部材が隣り合う場合に群化が起こり、部材がまとまって大きな部

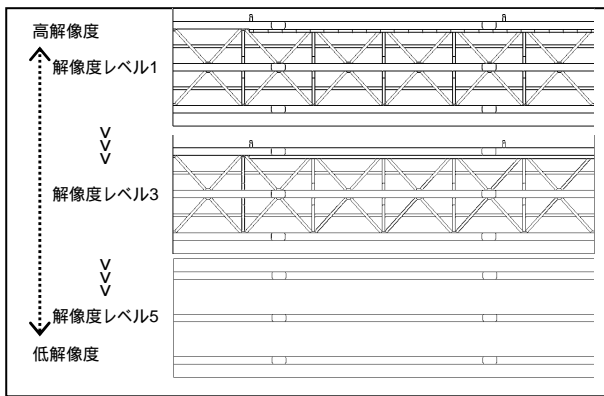


図 - 1 空間的解像度別の図面の例

材になることである。次に、空間的解像度を設定する。解像度の設定は、部材幅の分布から決定する。表 - 3 は全サンプルの全部材幅を 100/3mm ずつに区分けした時の各部材幅部材の総延長分布表である。この分布から表 - 3 に示す 6 段階の解像度レベルを設定した。そして以上のことから、図 - 1 に示されるような、全 15 サンプルの空間的解像度別の図面サンプルを作成し、以下で煩雑性の分析を行う。

(3) 煩雑性の定義付けと分析方法

次に本研究での高架橋の煩雑性について定義する。まず、煩雑性として、視覚的な複雑性が挙げられる。複雑であるほど、煩雑性が高い。また、修景された高架橋をみると、ルーバーや化粧板の継目によって、新たな線が加わり、その線によって方向感が生じている。これは、複雑性だけでは説明ができないため、方向性の分析も行う。以上より、本研究では、部材輪郭線の複雑性と部材の方向性を煩雑性と定義づけ、空間的解像度別に分析を進める。

a) 複雑性分析

複雑性の分析では、部材の輪郭線のフラクタル次元を求めることにより、複雑性を求める。ここで、フラクタル次元を用いる理由は、フラクタル次元が複雑な形や現象を記述する観測尺度として有効で、広く用いられていること⁵⁾、さらには、保田ら⁴⁾の研究によってフラクタル次元を用いた橋梁景観の定量化に有用な結果が得られていることである。本研究では、Box-Counting 法により、空間的解像度別の高架橋図面のフラクタル解析を行う。

b) 方向性分析

方向性の分析は、空間的解像度別に、橋軸方向、橋軸直角方向、その他の 3 方向について、その方向に設置されている部材を抽出し、方向別に部材総延長を算出する。そして、橋軸方向は支間長で、直角方向は総幅員または桁高で除した値を用い、3 方向の割合を算出し、最も割合の高い方向をその解像度における優位方向とし、その優位方向の違いを分析する。

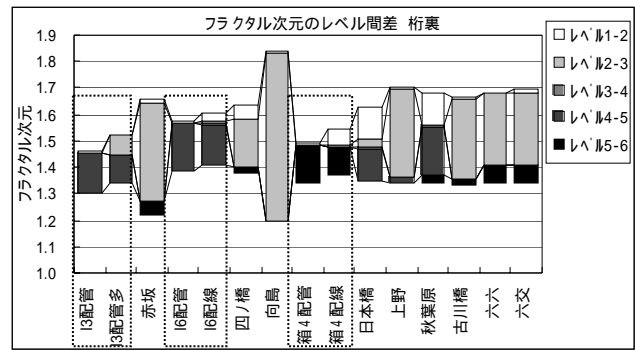


図 - 2 空間的解像度別のフラクタル次元 桁裏

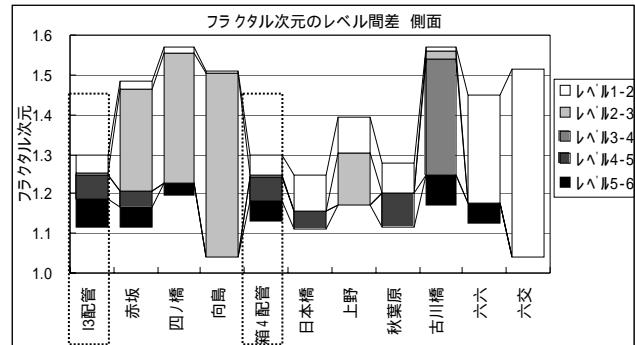


図 - 3 空間的解像度別のフラクタル次元 側面

4. 煩雑性の分析結果と考察

(1) 複雑性分析

各サンプルの空間的解像度ごとのフラクタル次元を桁裏は図 - 2 に側面は図 - 3 に示す。ただし、非修景高架橋の側面に関しては、桁の形式が同形式の場合、側面図は同一としたため、I 桁と箱桁の結果を示した。

a) 非修景・修景間の比較

まず、非修景・修景間の違いをみる。桁裏では、解像度レベル 1 及び 2 の高解像度域では、修景高架橋のほうがよりフラクタル次元が高い。次に、レベル 3 及び 4 の中解像度域では、概して修景高架橋のほうがより低い。側面でも桁裏と同様なことが言える。つまり、修景によって、細部は複雑に変化した、やや巨視的に見ると複雑さが減少している。また、桁裏、側面両方とも、非修景高架橋のほうが解像度低下に伴うフラクタル次元の低下が小さい。このことは巨視的に見ても、注視しても見えに大差がないことを示唆している。

b) 修景方法の違いによる差異

桁裏では、箱桁の修景方法の違いによる違いは大差がない。これは、箱桁の修景方法にバリエーションが少ないことを示している。また、向島の全体のフラクタル次元差が際立って大きいのは、全面にルーバーを用いているためである。側面では、桁裏よりも分布形のバリエーションに富んでいることがわかる。日本橋と秋葉原は比較的大きいパネルのみで構成されているため全体のフラクタル次元差が小さい。

表 - 4 空間的解像度別の優位方向

解像度レベル	桁裏						側面					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
I3配管	*	*	*	*	*	*	*	*				
I3配管多	*	*	*	*	*	*	*	*				
赤坂												
I6配管	*	*	*	*	*	*	*	*				
I6配管配線	*	*	*	*	*	*	*	*				
四ノ橋	*								*	*	*	*
向島												
箱4配管	*				*	*	*	*				
箱4配管配線	*				*	*	*	*				
日本橋	*											
上野									*	*	*	*
秋葉原	*											
古川橋									*	*		
六本木六丁目												
六本木交差点												

○:橋軸方向優位, □:直角方向優位, *:他方向優位

(2) 方向性分析

各サンプルの空間的解像度ごとの優位方向を表 - 4 に示す。非修景高架橋では、高・中解像度域でその他方向が優位であり、方向性がないため、より煩雑であると考えられる。一方、修景高架橋は、高解像度域では、概ね橋軸または直角方向が優位であり、修景によって方向性が発生している。修景方法の違いをみると赤坂や上野などでは、橋軸方向にルーバーを設置しているため高解像度域で橋軸方向優位となっている。また四ノ橋は桁裏に正方形のパネルを用いているため高解像度域で無方向のその他方向となっている。

5. 人の認識との比較

最後に、前章で求めた煩雑性がどのような意味をもつのか評価するために心理実験を行った。実験方法は順位法により、都市内高架橋として好ましいものを順に被験者に選択させた。順位法によって、人間のもつ潜在的な意識が抽出できるものと考えた。被験者は土木系学生 19 名を含む 20 名で、刺激として表 - 5 にある 11 の高架橋の 1/133 の模型を提示した。そして、平均順位を求め順位化したものが表 - 5 である。

まず、高評価である高架橋の煩雑性の特徴を考察する。1 位から 4 位までの図 - 2 の桁裏フラクタル次元分布をみると、解像度レベル 2 から 3 にかけて中庸に低下しその後、緩やかに低下する傾向を示している。また側面では、1 位と 2 位はともに解像度レベル 1 から 2 にかけて急激にフラクタル次元が低下している。次に、方向性では、1 位と 2 位はともに全域で橋軸方向が優位であり、3 位から 5 位は、高解像度域で橋軸直角方向が優位であるという特徴がみられる。以上から、桁裏ではルーバー等の細かい部材を橋軸方向または直角方向に設置することと、パネルや箱桁などの大

表 - 5 順位法による順位

	順位		順位
六本木交差点	1	向島	7
六本木六丁目	2	秋葉原	8
上野	3	四ノ橋	9
古川橋	4	箱桁4主桁配管配線	10
赤坂	5	桁6主桁配管配線	11
日本橋	6		

きな部材を組み合わせることで、さらに側面では細かい部材のみを用いることまたは、直角方向に細かい部材を用いることが高評価に繋がる可能性を示唆している。

次に低評価の考察を加えると、まず高解像度域のフラクタル次元が比較的小さくフラクタル次元差の小さい高架橋が桁裏では 9, 10, 11 位に、側面では 6, 8, 10, 11 位と低評価に位置している。さらにそれらの高架橋は、桁裏の方向性が高解像度域でその他方向が優位であるという特徴が見られる。このことから細かい部材が少ないために部材のスケール変化が小さく且つ、方向性がないと評価を得にくいと示唆される。また向島は側面のフラクタル次元分布と方向性が 1 2 位と酷似しているが評価が低い。この要因として桁裏のフラクタル次元差が大きいたことが可能性として考えられ、桁裏では一様に細かい部材のみを使用することは評価が下がるという示唆を得ることができる。

6. まとめ

橋梁景観の分析手法として、新たに空間的解像度別分析を提案した。そして、非修景高架橋と修景高架橋の煩雑性の差異、また修景方法の違いによる煩雑性の差異を明らかにした。さらに、心理実験による評価と煩雑性を比較することにより、好ましい修景デザインの組み合わせと、好ましくない修景デザインの示唆を得た。本結果によって、修景デザイン方法に対して有用な知見を与えたものと考えられる。

参考文献

- 1) 例えば、土木学会：美しい橋のデザインマニュアル [第 2 集], 土木学会, 1993 など。
- 2) 井口進, 馬場智, 村山隆之, 日野伸一, 太田俊昭：都市高架橋に対する形態評価の定量化に関する基礎的研究 構造工学論文集, 土木学会, Vol.44A, pp. 545-552, 1998。
- 3) 佐々木葉：都市高速道路のイメージと景観, 国際交通安全学会誌, Vol.28, No.4, pp. 34-41, 2004。
- 4) 保田敬一, 白木渡, 角野大樹, 堂垣正博, 安達誠：桁橋の景観設計における感性評価とフラクタル次元の適用に関する研究, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.47A, pp. 327-334, 2001。
- 5) 高安秀樹：フラクタル, 朝倉書店, 1986。