橋梁照明においての足元灯利用に関する一考察

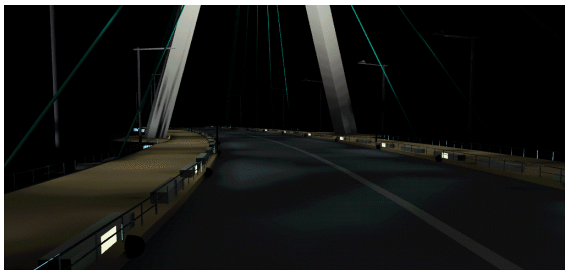
千葉工業大学工学部　　正　会　員　吉田　雄司
千葉工業大学工学部　フェロー会員　足立　一郎

1. はじめに

近年、技術の進歩により橋梁設計者が橋全体のデザインを統括することが困難となり、橋上の装飾が分化し橋梁本体とは独立したものとして設けられることが多くなった。例えばライトアップが盛んに行われているのに対して橋梁内部における照明の定義・検討が不十分であると思われる。なぜなら、高速自動車国道・一般国道の照明計画の定義はほぼ確立されているにもかかわらず、日常で利用頻度の高い中型橋梁については局部照明の分類にありながら連続照明の定義に基づいて計画されているのが現状である。そこで本研究では安全性に影響する橋梁照明の検討を行うとともに、最近歩道橋においては多く実用化されている足元灯をシミュレーションに用い、輝度・均斉度・グレアの総合数的評価、またアンケートデータを利用した因子分析法・数量化理論Ⅰ類の解析による人間の感性評価という二つの面から安全性について考察を行い、max－min 法による最適カテゴリーパターンの推定も行った。

2. 研究概要

夜間の安全性を確保するためには物がはっきりと見えるということが重要である。そして物をはっきりと見せるためには輝度、均斉度、グレアのコントロールが関係する。そこでまず本研究では対象橋梁を中央大橋（東京都）と設定した。ＣＡＤで再現（図－1）し表－1 の調査項目についてシミュレーションに変化を与えることにより、輝度、均斉度、グレア、それぞれの値から総合評価をしてシミュレーションの順位付けを行った。次に上記のシミュレーションで上位を占めた項目を用い、新たに足元灯を含めた調査項目（表－2）を設定したシミュレーションを作成して感性表現を使用するＳＤ法アンケートによってデータを採取した。そのデータから因子分析法を行い、それぞれの感性表現の相関性からグルーピングをし、各アイテムが因子にどのように作用しているかを明らかにした。また、各カテゴリーデータよりアイテムパターンを推定するために数量化理論Ⅰ類を用いての分析も行った。



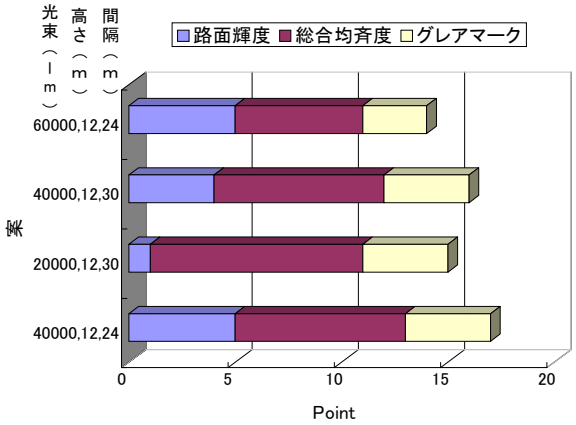
図－1　シミュレーション

表－1　数的評価の調査項目

	カテゴリー				
ポール照明の光束(lm)	20000		40000		60000
ポール照明の高さ(m)	8		10		12
ポール照明の間隔(m)	12	18	24	30	36

表－2　感性評価の調査項目

	カテゴリー			
足元灯の間隔(m)	なし	1	2	3
ポール照明の光束(lm)	20000	40000		60000
ポール照明の高さ(m)	12			
ポール照明の間隔(m)	24		30	



図－2　総合評価

3. 数的評価

調査項目について 45 パターンのシミュレーションを作成し、視認に関わる要素（路面輝度、均斉度、グレア）をわかり易く判断するためにパラメータを設定し定量化した。特にグレアに関しては道路照明施設設

キーワード：橋梁照明，足元灯，因子分析，数量化理論Ⅰ類
連絡先：〒275-8588　千葉県習志野市津田沼 2-17-1，Tel 047-478-0440 Fax 047-478-0474

置基準・同解説からグレアマークGを引用し定量化を行った。図－2 に上位 4 つのパターンを示す。

4. 因子分析

数的評価によって絞込んだ調査項目から新たに 24 パターンのシミュレーションを作成し、ＳＤ法によるアンケート調査を実施した。得られたデータの平均値から因子分析を行い、その結果、固有値 14.134、2.182、…が 1.0 以上の数値であったため、因子数を 2 と定めた。累積パーセントより、設定した２因子だけで感性表現 20 語全体の 81.58 パーセントを説明することができる。また、感性表現のグルーピングを表－3 に、因子軸回転（バリマックス回転）後の因子負荷量を図－3 に示す。

表－3　感性表現のグルーピング

第一因子	第二因子
1.個性的	10.統一感のある
2.開放的	12.リラックス
3.暖かみのある	13.バランスがよい
4.シンプルな	17.スムーズな
5.ゆったりしている	
6.華やかな	
7.特徴のある	
8.強い感じ	
9.明るい	
11.見通しのよい	
14.安心	
15.面白い	
16.質感のある	
18.先進的な	
19.親しめる	
20.印象の強い	

5. 数量化理論Ⅰ類

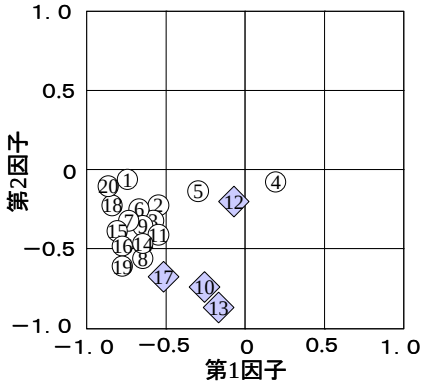
表－2 に示した調査項目について数量化理論Ⅰ類で「見通しのよい－見通しの悪い」という形容詞対の分析した結果を表－4 に示す。「見通しのよい」という感性表現に貢献するカテゴリー評点を正の数で、逆に「見通しの悪い」に貢献するカテゴリー評点を負の数で表している。また、偏相関係数は感性表現に対するアイテムの影響度を表す。

6. 考察と推論

数的評価について考察すると、灯具の高さと間隔には道路縦断方向の輝度均斉度に関係があり、光源の光束と灯具の高さにはグレアを一定に保つためにも必要とされる関係であることが明らかになった。均斉度においては「運転者は障害物が存在するときに障害物を視認できるだけでなく、障害物が存在しないときに存在しないことを確認することが必要である」ということより、本研究における安全性 3 項目の中でも特に視認に深く関わるため重要な項目として扱うべきであると考察した。

次に感性評価について考察を行う。因子分析の結果を参照すると「見通しのよい」「明るい」「安心」という安全性に関わる感性表現の相関が強いことが明らかとなった。また、数量化理論Ⅰ類においては、複数の感性表現についての推定結果を表－5 に掲載した。表－5 に用いた max－min 法の推定方法は各感性表現の評点を評点範囲として算出することで、ウエイトとして標準化することができ、その最小値を選択することによって最適とされるカテゴリーを推定することが可能となった。

以上より足元灯を小さい間隔で連続して配置することで通行者の心理によい効果が期待できるということが明らかになった。



図－3　因子負荷量

表－4　安全性要素の推定

アイテム	カテゴリー	評点	偏相関係数
ポール照明の光束 (lm)	20000	−0.127	0.507
	40000	−0.315	
	60000	0.442	
ポール照明の間隔 (m)	24	−0.625	0.113
	30	0.625	
足元灯の間隔 (m)	なし	−1.181	0.823
	1	1.048	
	2	−0.011	
	3	0.144	

表－5　複数の感性表現からの安全性要素の推定

アイテム	カテゴリー	見通しのよい			明るい			安心			ウエイト	候補
		評点	範囲	基準化評点	評点	範囲	基準化評点	評点	範囲	基準化評点	min	max
ポール照明の光束 (lm)	20000	−0.127	0.757	−0.168	−0.180	1.116	−0.161	0.010	0.631	0.016	−0.168	
	40000	−0.315		−0.416	−0.468		−0.419	−0.321		−0.509	−0.509	
	60000	0.442		0.584	0.648		0.581	0.310		0.491	0.491	*
ポール照明の間隔 (m)	24	−0.625	1.250	−0.500	−0.156	0.312	−0.500	−0.199	0.398	−0.500	−5.000	
	30	0.625		0.500	0.156		0.500	0.199		0.500	5.000	*
足元灯の間隔 (m)	なし	−1.181	2.229	−0.530	−1.186	2.249	−0.527	−0.961	2.104	−0.457	−0.530	
	1	1.048		0.470	1.063		0.473	1.143		0.543	0.470	*
	2	−0.011		−0.005	0.158		0.070	−0.420		−0.200	−0.200	
	3	0.144		0.065	−0.033		−0.015	0.239		0.114	−0.015	