

# コンピュータグラフィックスを用いた橋梁の色選定に関する一考察

## A Study on the Bridge Color Selection Using Computer Graphics

鳥羽 勇 造\* 植田 純 一\*\*  
Yuzou TOBA Jun-ichi WASADA

### Summary

Although many methods of selecting paint colors for steel bridges have been proposed, no particular method has become established so far because of both difficulties stemming from people's subjectivity and also because the selection requires special knowledge about colors. In our method, the appropriateness of bridge colors was examined with a photomontage that uses computer graphics to simulate the bridge painted in colors that were selected according to a theory for the harmony of colors. Hence, our study proposes a simplified procedure for color selection of medium- and small-bridges for which there is little time to select color.

キーワード：景観設計，橋梁塗装色，CG，色彩調和，景観図

### 1. まえがき

戦後復興のため、機能重視であった土木構造物に景観重視の機運が訪れたのは、生活に余裕が生まれ社会が安定した大阪万博の頃からである。その後、各自治体での美観条例の制定、歴史的町並みの保存運動などが次第に展開されてきた。近年、橋梁建設においても、景観設計の概念が広く認識され、これを配慮した設計が多く見られるようになってきた。

橋梁景観を左右する大きな要素として造形と色彩（以下、単に色とする）があげられる。造形は機能的な要素が介在するため自由度に制約があるが、色は普遍的な法則がほとんどなく自由な選定が可能である。このため、色検討は楽しい反面、決定的な決め手がないため、難しく面倒な作業となっている。

人工物である橋梁はその色設計により、構造物の環境との融和、対比、明るさ、識別性、量感などを大きく変える。ロンドンテムズ川のブラックフライア橋はその名の通り黒色であったが投身自殺者が多く、その後、薄緑色に塗り替えられた。その結果、自殺者は1/3以下になり「自殺名所」の汚名を返上したといわれている。色の選定は周囲の環境、住民の生活環境、強いては精神意識まで影響するほど重要であることを示す一例である。

橋梁色の選定に関しては多くの論文や手引きが発表されている。しかし、本格的な色検討の実施にはかなりの作業と色に関する知識や熟練が必要となる。本稿は色検討に多くの時間が割けない中小の橋梁を対象とし、主として主橋体の色決定作業をコンピュータグラフィックス（以下CGとする）による景観図を利用して作業を簡略化し、かつ実用しやすい形として提案するものである。

### 2. 橋梁塗装色選定の手順

#### (1) CGを用いた橋梁景観図とは

従来、景観図は背景となる景色も含め、その多くは手書きによって作成されていた。手書き景観図はその作成に専門的な技術が必要であり、高額な費用を掛けて専門会社に委託することが一般的である。近年、景観図を作成する手段として、CGの利用が一般化しつつある。高価なGWS（Graphic workstation）が必要であったCG作成も、パーソナルコンピュータの大容量・高速化、画像処理アプリケーションの普及、低価格化により、専門的な技術を持たない者でも作成できる環境が整ってきている。

CGを利用した景観図とは、三次元モデラー（三次元モ

\* 千葉工場生産設計部次長

\*\*千葉工場生産設計部電算課

表-1 橋梁塗装色の選定手順

	作業項目	検討内容
1	色検討範囲の決定	色検討の対象とする構造部材を決定する。色検討は主桁・塔など主橋体決定後、この色との調和を考え付属物である高欄・ケーブル・照明柱を決定
2	色コンセプトの決定	対象とする橋梁の色選定思想（目立たせる、景観と調和、目立たせない）を決定
3	橋梁モデルの作成	パソコン上で三次元橋梁モデルを作成
4	視点位置の設定	架設する橋梁形式が最も美しい景観を与える視点（位置・方向）をCG上でシミュレート
5	現地撮影	上記条件に極力合致する撮影位置・角度で背景を撮影
6	CGによる 橋梁パース作成	背景特性の把握、背景パターンへの単純化と色分析、景観色の調整、景観色の決定、撮影背景写真と三次元橋梁モデルの合成
7	第1次候補色の選定	景観色と色コンセプトよりより調和する候補色を塗装標準見本色から抽出したリストより選択
8	第2次候補色の選定	色選定に反映すべき条件を考慮し、カラーシミュレーションの対象とする数色を決定する
9	カラーシミュレーション	選定色をモデルに着色し、レンダリングなどの処理を実施
10	決定	決定グループによるアンケートの実施、最終決定
11	付属品の色選定	主桁との調和を考慮し、色選定の方針により決定

表-2 色コンセプト区分と橋色イメージ

基本コンセプト			
区分	色選定方針	適用構造物	イメージ
目立たせる	・橋を景観の中心に据え、自然物とは異なる橋梁の個性、差異性を的確に表現しシンボル化する（強調） ・新しい景観の創生	ランドマークとなる橋梁 ダイナミックな橋梁 公園・観光地の橋	派手な、 個性的な 風格のある ダイナミック
景観と調和	・橋梁と周辺環境とを融合し景勝との調和させる（融和） ・存在を否定も強調もしない	山岳、田園、海岸などの 一般橋梁	自然な 調和した 静かな
目立たせない	・橋の存在が環境やおもむきを壊さないように環境の中に没入させ、橋梁の存在を隠す（消去）	歴史的町なみの橋 跨道橋 都市内の橋	柔和な やさしい 安全な おとなしい

“橋色のイメージ”言葉		
色相	暖かい	丈夫、活力
		温和、歓喜
	クール	快活、幸せ
		新鮮、安息 沈静、清涼

デルを作成するソフト）で作成した橋梁モデル（以後モデルとする）からレンダリング（6.（1）参照）出力したものに背景写真を合成させたものをいう。CGを使用したフォトモンタージュである。橋梁景観図に三次元CGを使用する利点として以下があげられる。

- ①三次元データであるため、モデルをさまざまな視点から検討できる。
- ②橋体の色や季節や時間帯等の自然環境の変化を、素材、光源等の条件設定の変更で簡単に再現でき、ディスプレイ上でリアルタイムに確認できる。
- ③任意視点から撮影された背景写真に三次元モデルの視点を合わせるにより容易に合成できる。

### （2）塗装色検討の手順

本稿で提案するCGを用いた橋梁塗装色の選定手順とその検討内容を表-1に示す。

## 3. 色コンセプトの決定

対象橋梁の色決定時の基本的な考え方、狙い（以下、色コンセプトとする）が明確でない場合、候補色が絞り込めず、最終案決定に意見集約できないこととなる。色コンセプトの決定には構造物の造形や下部工、護岸を含めた総合的な景観設計との融合を考慮し、色がその一部を分担することを忘れてはならない。

色コンセプトは架設場所のシンボル性、個性、現代性、調和性、快適性などを考慮（表-2参照）して“目立たせる”、“景観と調和”、“目立たせない”のいずれかに単純化し決定する。また、同時に色相（以下色用語は7.（1）参照）を絞り込むために“橋色のイメージ”言葉から“暖かい”または“クール”を選定する。

色コンセプトの決定にはその地域性の他、その橋梁形式が一つの要素となる。

- ①広がりを感じさせる形式は目立たせ、人工物と自然と

の調和により、構造美を強調する場合が多い。

- ②逆に広がりがない形式は景観と調和または目立たせない場合が多い。
  - ③小規模橋梁は背景の大きさに比し構造物が小さく、かつシンボルとしてより機能面での比重が重く目立たせない場合が多い。
  - ④都市内では特に安全面からも目立たせないことが必要な場合が多い。
  - ⑤架け替えの場合には旧橋のイメージを踏襲する場合がある。
  - ⑥既設構造物がある場合には既設構造物と一連の物となって相乗効果をあげることを考慮する。
- などがあげられる。

構造物の造形と色は直接的な関係はないものの、造形との調和は橋の印象を強める働きがあり、形式美、機能美を始めとする造形作業の最後の仕上げとして重要である。一般的な構造形式に対するイメージを表-3に示す。例えば造形でシンボル化し、色でさらにシンボル性を高める場合と逆に色で落ち着いた雰囲気を出す場合もあり、形式のイメージと色コンセプトが必ず一致するとは限らない。その組み合わせは色選定の基本となるため決定には十分な検討が必要である。

表-3 橋梁形式とイメージ

	桁橋	トラス	アーチ橋	ラーメン橋	吊橋と斜張橋
山間部	△	○	○	○	○
田園	△	△	○	○	△
海浜部	△	△	○	○	△
都市・工業	×	×	×	×	×
跨道	×	×	×	×	×
構造イメージ	平面的 リズム感 人口的な	立体感 圧迫感 人工的な 重々しい 大きい 力強い	立体感 大きい 重々しい リズム感 自然な	平面的 リズム感 人工的な	立体感 リズム感 自然な 大きい

○：目立たせる場合が多い △：景観と調和 ×：目立たせない場合が多い

#### 4. 橋梁CGモデルの作成とその精度

当社で運用している鋼橋景観設計システムを中心に、CGを使用した景観図の作成過程とその要点について述べる。

##### (1) モデルの精度

三次元CGは構造物全てを忠実に再現して描画すると、システムに掛かる負荷が大きく、処理に時間がかかる。従って景観図の目的に合わせた精度でモデルを作成する

ことは後処理の効率面で重要である。

景観図作成の目的として、橋梁形式の選定、桁の色検討および高欄など付属物の形状・色検討があげられる。形式検討の場合、橋梁と周辺環境を含んだ遠景からの景観図になるため、形式の特徴を反映することが重要であり、高欄などの付属物を詳細に描画する必要はない。桁の色検討であれば遠景でもよいが、付属物の形状選定であれば、近景でより精密に描画しなければならない。このように景観図の目的は何か、それは遠景からの図なのか、それとも近景からの図なのかによって橋梁モデルに求める精度は変わってくる。何を重点的に捉え、何を省略するか、橋梁モデルの制作に入る前に十分検討しておく必要がある。

##### (2) モデルの作成

モデルの作成は、三次元CG用ソフトウェアを使用する。三次元CG用ソフトウェアは、ハイエンドからローエンドまで、さまざまなメーカーから発表されているが機能や操作法もソフトウェアごとにまちまちであり、得意とする適用分野もさまざまである。

当社の景観設計システムはモデルの作成にSolidWorks社の「SolidWorks2000」を使用している。本製品は三次元モデラー、シェーディング(陰影づけ)、レンダリング機能を含めた統合三次元CADシステムであり、機械設計の分野では定評のあるミッドレンジCADである。その特徴はアセンブリ言語によりモデルのカスタマイズが可能なことで、景観設計システムでは、床版、主桁、横桁等を部品としてモデル化し、その部材モデルの寸法をパラメトリック化している。この機能により、部材寸法値を入力するだけで部材モデルが作成できる特徴がある。これら部材モデルをプラモデルの様に組み立てることにより、短時間でモデルを完成させることが可能である。モデル化の対象は橋梁の上部工だけでなく、下部工も含めて作成する。CG景観図において下部工は現実の背景写真と接点となる部分であり、このモデリングが稚拙だと景観図もリアルさに欠けてしまうので注意する必要がある。

#### 5. 背景写真の撮影

##### (1) 撮影視点の設定

CGによる景観検討は理想的には通行の多い場所、遠距離、近距離、見上げる位置、見下げる位置など、でき

距離、近距離、見上げる位置、見下げる位置など、できるだけ多くの視点が好ましい。中小橋梁を対象とし、景観検討を簡略化する本提案では、「橋が最も引き立つ場所」つまり、見栄えのいい場所（可能な限り）一点に絞り撮影視点として選定する。

## (2) 下部工施工位置の把握

視点の検討に入る前に、橋台や橋脚などの正確な施工位置をよく把握し、現場写真にその位置を書き込んでおく。その位置をポイントにすることで、視点の位置をイメージしやすくなる。

## (3) 橋梁形式ごとの引き立つ視点

桁橋ではベストな視点だと思っても、同じ視点でアーチ橋を見ると迫りに欠けることがある。橋が引き立つ視点とは、その橋の特徴が際立つ視点でもある。しかし、橋の景観評価とは多分に主観的な要素が多く、定量的に評価することは難しい。視覚を刺激して人々の関心を引き起こす心理的な力として、この「誘引力」を表す概念に「サイコ・ベクトル」がよく使用される。

「サイコ・ベクトル」とは、「事物の形態がもつ心理的誘引力を示すものであり、その概略の形態を表すもの」と定義される<sup>8)</sup>。それは力の伝わり合う様子に重なり、一貫した力の流れが無理なくリズムを持って連続するサイコ・ベクトルは、見た目にも快く安定しているといわれる。橋梁形状にサイコ・ベクトルの概念を適用し、形式ごとにまとめると図-1のようになる。

① 桁橋、トラス橋：水平方向に左右へ延びる力が感じられ、これがこの形式の橋梁に横に広がる緊張感を与えている。トラス橋は多数の部材を組み立てた骨組が露出するので、桁橋のような単純な形状ではなく、やや無骨さを含んでいる。視点としては桁をやや斜め横から見通して、風景の広がりや左右に伸びる桁のベクトルを合わせるとよい。

② アーチ橋：この形式の特徴は、力の緊張をはらんだアーチ・リブが美しい弧を描いて、大スパンを一跨ぎにするところにある。アーチ・リブの付け根よりそれを見上げるような視点が、大きな円を描いて伸びるアーチ・リブを力強く見せる。この形式は上路式、中路式、下路式の3形式があるが、アーチ・リブと桁の位置関係によって引き立つ視点の高さが順に上に移動していく。渓谷のように深くV字形に落ち込んだ地形では、曲線を上に張り上げたアーチが地形と対比し、全

体として安定感を感じさせる絵となる。この場合は山の稜線とアーチのラインが見渡せる横視点からの遠景がよい。

③ 吊橋と斜張橋：この形式は垂直にそそり立って天に向かって伸びようとするベクトルを示す主塔に特徴がある。橋を見る人の視線はまず主塔に注がれるといってもよい。吊橋では張り渡されたケーブルがリズムカルな連続性を見せて、視線を奥へ導き奥行きを感じさせてくれる。上に伸びる縦ベクトルと、左右に広がる横ベクトルのバランスがこの形式の美しさである。この形式では塔が林立すると中心がぼやけてしまう感があるので、ひとつの塔を中心に据えて、桁をやや縦に見通す。桁を眺める角度によって横の広がりを調整し、塔の上に伸びるベクトルとのバランスを取るのがよい。

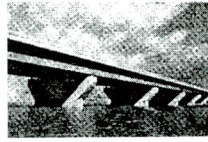
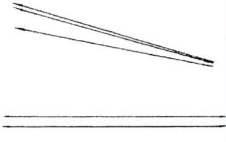

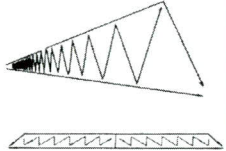
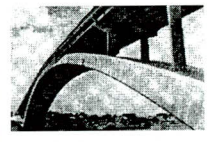
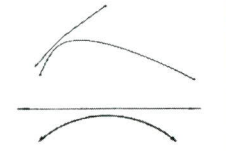

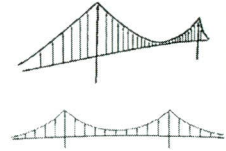
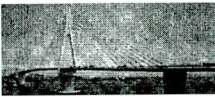
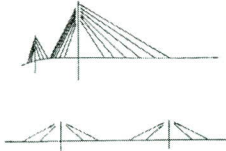
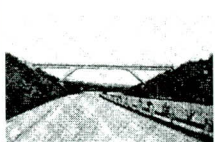
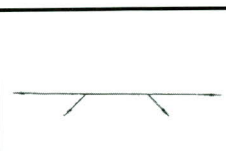
	形式	サイコ・ベクトル
桁橋		
トラス橋		
アーチ橋		
吊橋		
斜張橋		
ラーメン橋		

図-1 サイコベクトルによる橋梁形式の見え方

④ ラーメン橋：この形式は下部構造と上部構造が一体となっているのが特徴であり、この両者の調和がこの形式の美しさを決定づけている。この形式のサイコ・ベクトルは骨組みの形そのもので、真横からの視点がその特徴をよく表してくれる。高速自動車道で幅員を跨いで交差するラーメン橋を見かけるが、運転者から見る視点が最もラーメン橋の特徴を表しているといえる。

サイコ・ベクトルは構造物の力学原理から導かれる機能美を評価する一手法であるが、橋梁形式によって最も見栄えのする視点は何かを考える上で参考になる。

これを参考に三次元CAD上でどの視点から眺めるのが最も良いか検討する。三次元モデルはCADのビュー画面であらゆる視点をリアルタイムで確認することができる。相応しい視点が決ったなら、どの位置から眺めればCAD上で検討した視点になるのか地形図等で確認する。現場でその視点から撮影すれば、最適な背景写真が撮影できる。しかし、現場の状況によってはその地点に足を踏み入れることができないこともある。その場合は、極力その地点に近い撮影可能な場所から撮影することになる。

#### (4) 遠近法を考えた画面構成

被写体の立体感や遠近感を表現することを遠近法という。写真は平面上に表現されるものであり、当然、画面自体が平面的になりやすい。この場合、道や川などを縦に見通すような画面構成をすると、道や川は見る人の目を画面の奥へと導き、深い奥行きを表現できる。カメラのレンズ自体も機械的に遠近感を表現するが、深い奥行きや立体感を生み出すような画面構成を心がけるとよい。ただし奥行きに気を取られて、橋の特徴を損なうような画面構成になってはならない。

#### (5) 光（太陽光）

いうまでもなく光の特徴を知ることは、よい写真を撮る条件である。光源がカメラ側にある時を「順光」、斜めから当たっている時を「斜光」、被写体の背後にある時を「逆光」という（図-2参照）。

- ① 順光：被写体の正面からまんべんなく当たるため、隅々まで明るく、クリアな画面になる。しかし影ができない分のっぺりした印象を与えてしまう。
- ② 斜光：被写体に陰影をつけるので立体感のある画面になり背景写真には最も適している。しかし、いい写真を撮ろうとするには、太陽が被写体にうまく陰影を

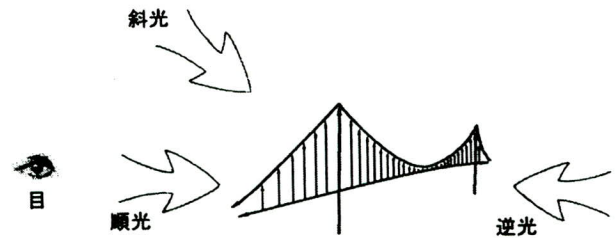


図-2 撮影視点と太陽光

与えてくれる位置に来るまで待たなければならない。四季の中では比較的長く斜光の位置を保ってくれる秋から春にかけて、時間は朝の10時頃と夕方の4時頃がよい。

- ③ 逆光：被写体が黒いシルエットになるため、それを生かした絵もあるが、色検討を目的とした景観図には向いていない。背景写真を撮影する時点では、被写体となるべき橋梁がまだないため、うっかり逆光で撮影してしまうことがあるので注意する。

背景写真は橋が実在する前にそれを予想して撮影位置や範囲を定めなければならないため、ある程度数多く撮っておくことが安全である。

写真の撮り方一般についての入門書や参考書を参考にし、風景写真についての知識を深めておくこともよい<sup>7)</sup>。

#### (6) 撮影機器と写真精度

##### 1) 撮影機器

最近、デジタルカメラの売り上げがフィルムカメラを上回り、個人ユースでの使用に止まらず、建設業を始め業務分野での普及も著しいものがある。デジタルカメラの特徴として以下があげられる。

- ① フィルムを介さずデジタル情報として画像が保存されるため、写したその場で画像を確認ができる。
- ② 画像をパーソナルコンピュータに取り込んで簡単に加工・編集ができる。

景観図の背景写真はパーソナルコンピュータ上で加工することが前提なため、デジタルカメラでの撮影が好ましい。デジタルカメラは露出、ピント合わせ等、全自動のものが多く撮影自体は簡単である。ただ、フィルムカメラで風景写真を撮影する場合によく使われる広角レンズを搭載したものがまだ少なく、価格も高いという問題点もある。

##### 2) 写真精度

デジタルカメラで一番重要となるのが画素数である。画素数とは、光を電気信号に変換するCCD（半導体受光

素子)の総数を指し、この数値が高いほどきめの細かい画像を撮影することができる。近頃、画素数300万画素のデジタルカメラが一般化し、A3サイズの大さきで印刷しても写真画質は見劣りしない。しかし画素数が高いと、保存される画像ファイルの容量が大きくなり、編集に使うパーソナルコンピュータに大きな負荷を掛けることとなる。A3サイズの景観図を作成する場合でも、200万画素のデジタルカメラで十分で、それ以上の画素数で撮影しても画像品質に大きな向上はなく、むしろ編集の作業性を下げてしまう。

フィルムカメラで撮影した場合、写真をスキャナーで取り込み、デジタル画像に変換しなければならない。スキャナーの解像度は1インチ幅に印刷できる点(ドット)の数で表し、単位はdpiである。解像度を上げればより写真に近い品質のデジタル画像に変換できる。しかしこれもデジタルカメラと同じで、解像度を上げれば画像のファイル容量は大きくなり作業性も低下する。一般的な24bitカラー(1677万色)200dpiで取り込んだ画像であれば、十分景観図に使用できる画像品質と画像ファイルの容量が得られる。

## 6. 橋梁景観図の作成

### (1) 橋梁モデルのレンダリング

#### 1) レンダリングとは

CGでは、三次元CADで作られたモデルはオブジェクト空間と呼ばれる三次元世界に置かれる。絵のように画面に描き出されたモノは、スクリーン空間と呼ばれる二次元世界に存在している。オブジェクト空間の対象物を眺める人の視点に向かってスクリーン空間に投影すると、スクリーン空間にオブジェクト空間の対象物が絵として焼き付けられる。背景写真に合成されるモデルの画像は、三次元で作られたモデルを二次元の画像に変換したものである(図-3参照)。

CGの種類には線描画と面描画の2つがある。線画は対象物を線で描いただけで、対象物の構造表現だけを目的としており、面描画は陰影つきの画面で実際の対象物を撮った写真に非常に近いものである。

背景図におけるモデルの描画とは、面描画によって写真に限りなく近い画像を作成することである。この面描画による精密描画のことを一般に「レンダリング」と呼ぶ。レンダリングとは(render=精密描画する)からき

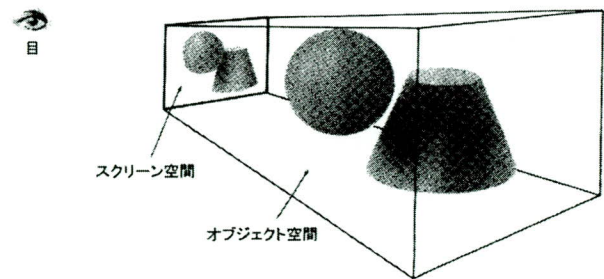


図-3 背景写真と三次元モデル(出典:参考文献(6))

たCG用語である。

#### 2) 光に対する素材特性

三次元CGにおいて、面の光に対する特性を決めることは非常に重要である。モデルに光を照射した時、そのモデルがどのように見えるかに影響してくるからである。モデルが希望通りに見えるようにするには、単に面に色を割り当てるだけでなく、さまざまな素材の特性を設定しなければならない。面の光に対する特性は大きく2つに分類できる。光を反射するか、透過するかである。

橋梁を構成するの素材とは、主構造を構成する鋼材であり、床版のコンクリート、舗装のアスファルト等である。いずれも透過性のないつや消しの、表面が粗い素材である。橋梁モデルでは主に反射についての設定を行うことになる。

#### 3) 素材面の反射

鏡や非常になめらかでつやのある素材では、光は面に当たって完全にはねかえる。これを「鏡面反射」という。これに対して、鋼材やプラスチックのように非常に細かい粒子レベルで面が粗い仕上げになっていると、光は予測不可能な方向へ反射する。岩の多い原野のような地面にボールを当てると、予測できない方向にボールが飛んでいくのと似ている。どの方向へも同じ確率で反射しているということが出来る。入射光の方向に関係なくどの方向へも同じ確率で反射することを「拡散反射」という。

鏡面反射も拡散反射も理想上の現象であり、どちらか一方だけを起こす反射面はなく、全てはこの両方の反射を行っている。拡散反射が目立つ面の場合、マット(つや消し)面といい、鏡面反射が目立つ場合、その面は光沢があるという。CGにおける素材のプロパティには、その面がどのくらい拡散反射を起こすのか、どのくらい鏡面反射を起こすかを示す2つの値が含まれている。これを拡散反射係数、鏡面反射係数という。

橋梁モデルは、拡散反射に比重の掛かった面の設定になる。塗装された鋼材の表面は、プラスチック近い反射

係数に設定にすると上手に表現できる。

#### 4) シェーディング

CGによる橋梁景観図において、季節感や時間帯をうまく演出しリアルな情景を作成するには、シェーディングをいかに効果的に行うかで決まるといってよい。有効なシェーディングを得るには、対象物の光に対する特性と、光源の特性を知らなければならない。

CGにおける光源は、光を単一の色と光の強さを持つものとして単純化し、電球のように情景の中に実際に配置して照らし出すものを「ローカル光源」、自然界の太陽光のように無限に遠いところから照らし出すと仮定する光源を「遠隔光源」と呼ぶ。現実の情景における光源とは主に太陽であり、三次元CGにおいても遠隔光源を多く使い、特定の効果をねらう場合のみローカル光源を使うことになる。

もうひとつ、より現実的なシェーディングを行うには、間接光をどのようにシミュレートするかも問題である。間接光とは「あらゆる方向から到達する光」のことをいい、光源から直接到達するのではなく、情景内のいたるところにぶつかってきて1つの面に到達する光をいう。

間接光を厳密に再現することは非常に困難であり、一般には情景内のあらゆるモデル面に一定量の色と光の強さを単純に加算してシミュレートしている。間接光は少なすぎると、直接光を受けていない面が暗すぎてしまったり、逆に多すぎると白っぽい絵になってしまう。適量の間接光を設定することが重要である。以上、モデルの素材特性を設定し、光源を配置すればレンダリングの準備は整う。レンダリングは一度で求める結果が得られることはまずなく、結果を検討しながら光源の素材のパラメータを調整し、相応しい結果が得られるまでレンダリングを繰り返すことになる。

### (2) 背景写真の修整

河原の芝生や、自然の緑など撮影する季節によって色が変わる。また、撮影時間は前節で述べたような時間帯の撮影がベストだが、実際にその時間に現場に行けるとは限らないし、天候が良くない時もあるだろう。背景写真は、その撮影時における季節、時間、天候等によってかなり印象が違ったものになる。さらに自然界の条件だけでなく、撮影時のピンぼけや光の効果や露出を違えて、思ったような写真が撮れないこともある。

見栄えのいい景観図の作成が目的である。冬の河原の芝生や自然の緑などは、春や秋の色鮮やかな色相と彩度

の高い色が相応しい。これら背景写真の補正や変化は、画像処理ソフトを使用して修整する。背景写真を補正する項目として①ピンぼけ②画面の明るさ③空の色④草木の色があげられる。

以下は当社鋼橋景観設計システムで使用している画像処理ソフト「PhotoShop」について述べるが、他の画像処理ソフト一般についても同様である。

①については、画像にフィルタをかけることによって、ある程度修正する。ピンぼけによって滲んでしまった輪郭線は「シャープネス」フィルタによって、線を浮き上がらせることができる。しかしあまり「シャープネス」が強すぎると中間色が吹き払われて、粗い画像になってしまう。

②の補正については「明るさ」と「コントラスト」パラメータを操作する。ただし「明るさ」は色彩に与える影響が大きいため、安易に変更すると画像全体のイメージが変わってしまう恐れがある。画像全体の影響を最小限に抑えて、画像の明るさを補正するには、「トーンカーブ」と呼ばれるグラフを利用する（「トーンカーブ」については、参考文献9）P239を参照）。

③、④については春、夏頃に撮影された写真から、空、草木の色を参考し、色調補正を行う。補正は色の3属性である「色相」、「彩度」、「明度」の各パラメータを操作する。草木などは、そこだけを別レイヤーとして、全体のカラーバランスを考える。

彩度も明度と同じ割合で変化させるとよいが、彩度の変化による色への影響はあまり大きくない。色相の操作は、色合いそのものを変化させることであり、慎重に操作すべきである。ポイントとしては属性を一度に操作するのではなく、まずは明度から操作し、次に彩度を、それでも好ましい色が得られない時は色相を操作する順序が良い。

空の場合は、その部分をそっくり切り取ってしまい、他の写真や市販されている素材集から空の部分を流用してはめ込んだ方が効果的な場合もある。この場合、背景写真の視点や光の具合を観察して、それにあった空の画像を利用する。視点の合わない空をはめ込むと、違和感の残る画像になるので注意を要する。また、一見、空に視点など関係ないように思えるが、雲や高度差による青みのグラデーション等によって、奥行きや視点が感じられる。

### (3) 合成

スクリーン空間に投影された橋梁のレンダリング画像は、背景写真の上に投影されただけであり、橋梁は背景から浮き上がっている。また背景写真は橋梁が完成する前に撮影されたものであるから、当然完成後の情景とは異なっている。橋台が据えられる場所の樹木等は取り払われ、岸の護岸工事が行われることもある。

橋梁のレンダリング画像と背景写真を重ねただけでは写実的な景観図は完成しない。仮想的に作られた橋梁画像を現実の背景写真に違和感なく合成しなければならない。最近の画像処理ソフトはますます多機能化が進んでいるが、景観図の修整は基本的な機能を理解していれば誰にでも可能である。レイヤー機能を使って背景と橋梁とに絵を分けて順に重ねていく。レイヤーはアニメーションのセル画のように、上にくるレイヤーが下のレイヤーを隠してくれる（図-4参照）。橋脚、橋台で地中に埋もれる部分や草木で覆われて隠れるような場所は、背景写真から画像の一部をレイヤー化して隠したいレイヤーの上に置けばよい。

河川改修や取り付け道路など環境が大きく変わるような場合は、その計画図などを参照して一から絵を起こさなければならない場合もある。修整と違い技量を要する作業なので、時間も作業量も多く取られてしまう。多大な労力を掛けて絵を起こしても、それだけの成果が上がると限らない。景観図にどれだけ反映させるかは、景観図の目的と、どれだけ工数を掛けるかの経済性を考え決めるべきである。

## 7. 色と配色

色理論はまさに多彩であり、色の表現のみをとっても幾つもの体系が存在する。これらの詳細は専門書によることとし、ここでは本報告に関連する理論についてのみ



修正前

抽出し概要を記する。

### (1) 色の表現とイメージ

#### 1) 色のものさし・表現方法

太陽光は電磁波であり、そのうち人の目で見える可視光線と言われる範囲は380～780nmの波長範囲である。可視光線には赤、橙、黄、緑、青、藍、青紫などの色の光が含まれている。物体の表面色が赤く見えるのは物体の表面が赤の光を反射し、他の光を吸収してしまうからであり、全ての光を反射する場合は白く見え、全てを吸収してしまうと黒く見える。従って物体の色は光源つまり自然光（太陽光）や人工光（白熱灯など）によって見え方が異なってくる。百貨店の店内で選んだ服の色が屋外の自然光のもとで違った色に見えるのはこのためである。このため、JISでは標準となる照明光が規定されている。

多くの色を正確に表し、利用するためには、色の物差しが必要であり、一定のルールに従った数値化による表現が決められている。物体の表面色を表す物差しは色知覚の心理的な三属性である明度、色相、彩度によって位置づけがなされる顕色系と言われる体系がよく使用される（このほかに波長によるXYZ表色系などがある）。JIS標準色票、修正マンセル色票がこれにあたる。マンセル色立体はアメリカの画家マンセルが創案した体系であり、JISにも取り入れられ広く普及している。図-5、6にマンセル色立体とJIS色名（マンセル色相環）を示す。

- ①色相 (H)；赤み、黄みなどの色どりを特徴づける属性（円環上で表示）であり、赤黄緑青紫5色をもとに中間色を挟んで示される。
- ②明度 (V)；色の明るさ、暗さを表す属性（縦軸で表示）であり白から黒まで10分割（白はV=10、黒はV=0）で表わす。
- ③彩度 (C)；色の鮮やかさの度合いを表す属性（円環中心



修正後

図-4 背景写真の修整（護岸工事）



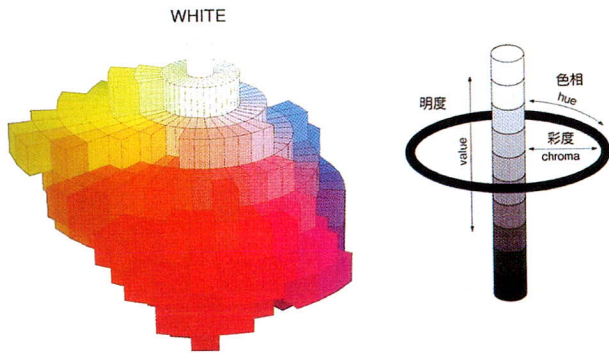


図-5 色の三属性による色立体の構造図

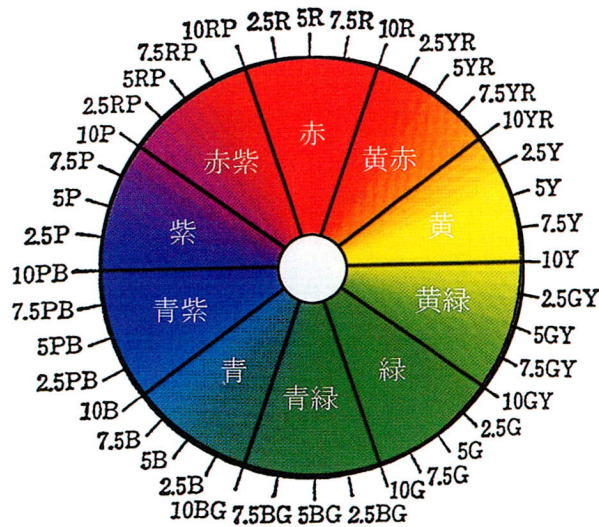


図-6 JIS系統名と色相環図

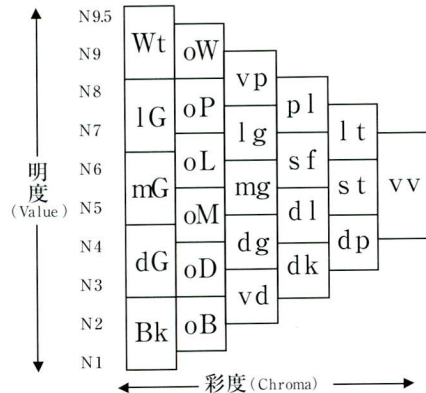
からの距離)であり、無彩色を0、鮮やかさを増すごとに高い数字で表す。マンセル体系の場合、色相によって最も彩度の高い値は異なる。

マンセル体系による色の表記法を以下に示す。

表記法の例：5R4/14 (「5アール、4の14」と読む。  
色相=5R、明度=4、彩度=14 (5Rは最も赤らしい赤)

明度と彩度を組み合わせた複合概念を色調またはトーンと呼び、ごくうすい赤、明るい青紫のように表現する。図-7にトーン分類と記号の意味を示す。その色相で最も鮮やかな、つまり彩度の高い色を純色と呼びトーン記号はvvで表す。vvに白を少しずつ混ぜていくとlt,pl,vpとなり、これを「明清色トーン」、同様にvvに黒を混ぜたものがdp,dk,vdであり「暗清色トーン」と呼ぶ。また、vvに灰色を少しずつ混ぜたものがst,sf,dl,lg,mg,dgであり「濁色トーン」と呼ぶ(図-8参照)。

トーン分類の概念図



トーン分類の記号と意味

	記号 Tone Mark	意味 Color Tone	
無彩色 Neutral	W t	White	白
	l G	light Gray	明るい灰色
	m G	medium Gray	灰色
	d G	dark Gray	暗い灰色
	B k	Black	黒
有彩色 Chromatic	o W	off White	} (準無彩色)
	o P	off Paie Gray	
	o L	off Light Gray	
	o M	off Medium Gray	
	o D	off Dark Gray	
	o B	off Black	
	v p	very paie	ごくうすい
	l g	light grayish	明るい灰
	m g	medium grayish	灰
	d G	dark grayish	暗い灰
	v d	very dark	ごく暗い
	p l	paie	うすい
	s f	soft	やわい
d l	dull	くすんだ	
d k	dark	暗い	
l t	light	明るい	
s t	standard	(原色名)	
d p	deep	こい	
v v	vivid	あざやかな	

図-7 トーン図

## 2) 色のイメージ

黄や紫などを見て嫌な感じを受けたり、青、緑、白等を見て良い印象を受けたり色にはその色の持つイメージがある。また、色の明暗や彩度の高低によってもイメージは変わってくる。いわゆる色の好みの問題である。各色相とトーンのイメージを表-4に示す。“橋色のイメージ”言葉により色を絞る場合の参考となる。

色相のイメージ：

<暖冷感> 暖色—暖かい感じの色は赤・橙・黄  
寒色—寒い感じの色は青、緑青、緑

同一色相では高明度程(白に近い)涼しさを増し、低明度程(黒に近い)暖かさを増す。

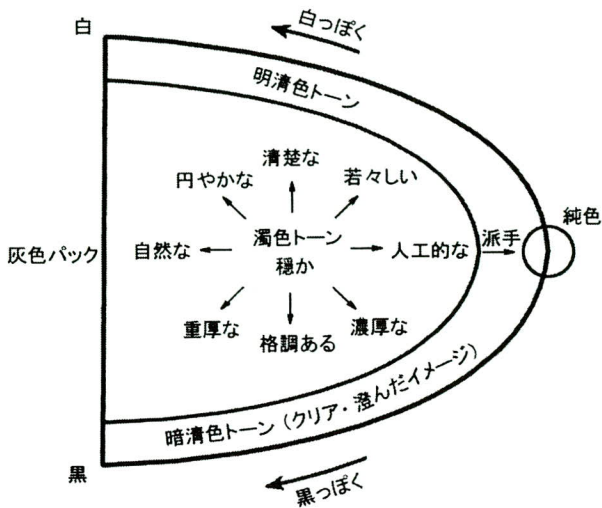


図-8 トーンのイメージ図

<進出と後退> 二色以上の配色をした場合、暖色、高明度の色は前に進出して見え、寒色は後退して見える。  
 <膨張と収縮> 暖色は膨張、寒色は収縮して見える。  
 <誘目性> 誘目性とは色が人を引きつける度合いであり、暖色は誘目性が高く、寒色は低い  
 <重量感> 暖色は重く、寒色は軽い 明るい色は軽く、暗い色は重たいイメージがある。

トーンのイメージ：

清色トーンは明るさがはっきりし、清らかなのでクリアで澄んだイメージがあり、濁色トーンは濁りみを感じられるため、穏かなイメージがある (図-8 参照)。

表-4 色相とトーンのイメージ

<色相>

色相	色のイメージ					
赤	暖かい	明るい	進出	膨張	誘目性 高い	丈夫な、活力
橙						温和、歓喜
黄						快活、幸福
緑	クール	暗い	後退	収縮	誘目性 低い	新鮮、安息
青						沈静、清涼

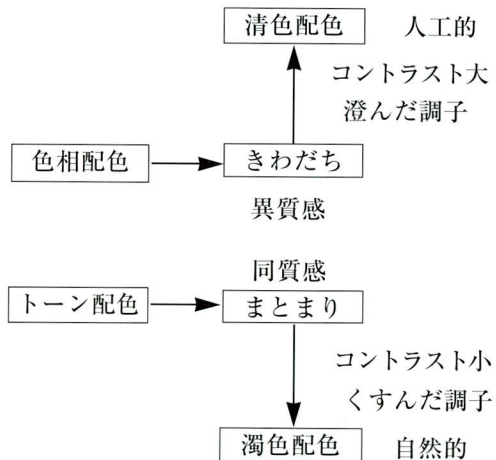
<トーン>

トーン	トーンイメージ	連想イメージ
v p	ソフトな、涼しい、淡泊な	清潔な、上品な
p l	柔らかい、軽い	クールな、さわやかな
l t	さえた、澄んだ、みずみずしい	若い、新鮮な、繊細な
l g	静的な	おとなしい、あっさりした
s f	柔らかな	穏やかな、温和な
d l	しぶい	古風な、落ち着いた
s t	動的な	丈夫な、メカニクな
v v	さえた、鮮やかな	華やかな、生き生きした
d p	こくのある	粋な、充実した、伝統的な

(2) 配色と調和

1) 配色の方法

背景色とは、橋周辺の背景の色をいい、背景色に対する橋梁色の選定は色彩論における配色の調和問題に帰する。配色は色の3属性の組み合わせにより、人にさまざまな心理効果を与えるが、それには経験的にある程度ルール化された原理があり、それに従えば配色に秩序が得られ、色の矛盾や衝突が起こらないように調和させることができる。配色の要点は色、トーンなど共通な条件をまず揃えることであり、これにより配色全体に統一感やなじみ感をつくり出すことができる。遠くから眺め、よく見える色とそうでない色がある。この色の視認性の良否は、前章の背景写真の修正で述べたように、第1に背景との明度差の大小、第二に彩度差、第三に色相差が影響する。視認性を高めるにはこの順に差を大きく取ればよい。配色法によるイメージの変化を図-9に示す。



色相配色とトーン配色の組み合わせによるイメージ

	同一色	類似色	対比色
同一トーン	——	目立たせない	目立たせる*1
類似トーン	目立たせない	調和	さわだち
対比トーン	調和	まとまり	どぎつい

\*1：高彩度 (vv, lt, st, dp) の場合は明度差が強調される

太字は本稿の橋梁色選定に使用した配色法

図-9 配色法によるイメージ

- ① 色相を基準とした配色：色相差が小さいほどなじみやすく、差が大きくなるにしたがって、明瞭性が高まる。配色の最も基本的で重要な要素である。
- ② 明度を基準とした配色：ギリシャ彫刻でも判るように濃淡は立体感を与え、形態や奥行きの認識に関わる。

明度差が大きい場合、明瞭性が高く、明度差が小さい場合、曖昧となる。配色上重要な要素である。

- ③ 彩度を基準とした配色：彩度差が大きくなるに従って対比は強調される。低彩度から中彩度の範囲の配色では彩度を統一し、適度の明度差をつけることによって調和が得られやすい。ただし、高中彩度同士で対比色相の配色ではお互いを強調し合う関係となる。
- ④ トーンを基準とした配色：
  - <同一トーンによる色調和>なじみやすい色調和が得られる。
  - <類似トーンによる色調和>縦横に隣り合うトーンの関係であり、やさしい調和が得られやすい。
  - <対比トーンによる色調和>明度、彩度の対比関係にあるトーンの関係であり明瞭性が強く強調される。
- ⑤ 自然の法則による配色：自然界の観察から導かれた原理であり、色相環の二色間において色相黄に近い方の色明度を高くすると自然な調和が得られる。
- ⑥ セパレーション効果：二色間の配色でその関係が曖昧であったり、対比が強すぎる場合にセパレーションカラー(分離色)を挿入することにより調和をはかる。教会のステンドグラスが良い例である。桁と地覆と背景は一種のセパレーション効果となる。コンクリート色のような無彩色は分離色として最適であり明快感が増す。

### 2) 配色による見え方の変化

背景と橋梁構造物のように、大きな面積比を持つ配色では面積効果により見え方に変化が生じるので注意が必要である。

- ① 明度・彩度対比：背景色の明度または彩度が構造物よ

り高い場合、構造物の明度または彩度は実明度・彩度より低く見える。また、その逆もいえる(トーン差が加算される方向に見える)。

- ② 色相對比：背景色の心理補色(ある色をしばらく見つけた後、白い紙などに目を転じた場合に残像として現れる色)が構造物にプラスされた色に見える(色相環で離れる方向に見える)。
- ③ 心理補色による彩度対比：背景色と構造物の色が同一トーンでも心理補色関係にあるときは構造物の彩度は強められる(対比効果が増す)。

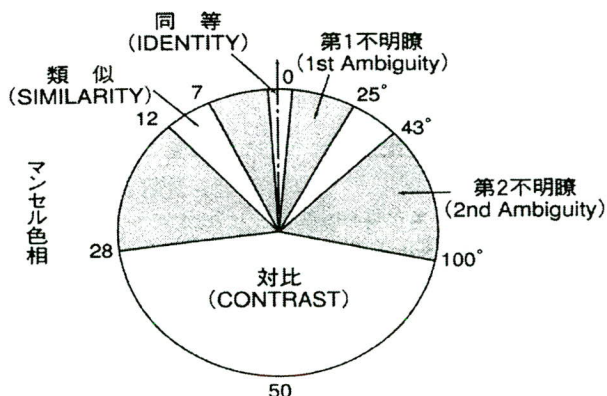
この他、同じ色でもその面積の大小によって、色の見え方が変化することは色見本のみで色を指定する場合、注意が必要である。明るい色は大きい面積の方がより明るく、あざやかに感じられ、暗い色はその逆となる。これを色の面積効果という。

### 3) 色彩調和論

配色を個人の主観に伴う好き嫌いなどの判断に頼らず、客観的にとらえ普遍的原理を導きだそうとするのが色彩調和論である。

色彩調和論は古代ギリシャの時代から現代まで、さまざまな研究があるが、色を量的に取り扱うムーン・スペンサーの提案方法が文献に多く紹介されている。理論の詳細は参考文献3)を参照されたい。本理論はマンセルの色相、明度、彩度から色を組み合わせる場合、快感を与える調和色と不快感を与える不調和色を定義している。調和色は同一調和(同じ色の調和)、類似調和(似た色の調和)、対比調和(反対色の調和)に区分される(図-10参照)。

(a) マンセル色相における調和と不調和の範囲



(b) マンセル明度、彩度における調和と不調和の範囲

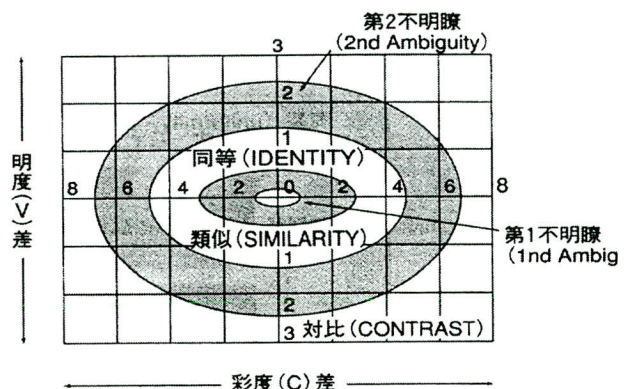


図-10 調和と不調和

### (3) 橋梁に使用される色

#### 1) 橋梁塗装色の選出

塗装色の選定には(社)日本塗装工業会塗装用標準色見本帳がよく参照される。本見本は塗装によく使用される色のうち、使用頻度が高く塗料で色出しができる色を選定し、標準色として343色(Y版)にまとめたものである。

中小橋梁ではこの色見本の標準色をそのまま橋梁色として採用するケースが多いため、本提案ではこの見本より選出用のカラーチャートを作成した。橋梁の塗装色として相応しくない無彩色、準無彩色、トーンのmg,dg,vd,dkおよび色相の紫系統を除き、122色を塗装候補色として抽出したものを表-5に示す。なお見本帳に付記されているマンセル値はあくまでも参考値であることは注意されたい。

#### 2) 塗装色間の調和

本カラーチャートにムーン・スペンサーの色彩調和論を適用し、カラーチャート塗装色34色について各色相間で調和する色のみを抽出し、対比調和色(以後、対比色とする)および類似調和色(以後、類似色とする)に区分したものを表-6に示す。

## 8. カラーシミュレーションによる色選定

### (1) 色選定の方針とその手順

#### 1) 候補色選定の方針

本稿の色選定に対する提案の特徴を以下に示す。

- ①背景写真は、橋梁が最も美しく見える視点で撮影したものを春、夏などの代表景観の色へパソコンソフトで修整したものを使用する。
- ②簡単な色コンセプトの選定により候補塗装色を絞り込む。
- ③検討に用いる色相はマンセル色相環、トーンは塗装見本に合わせた方式(図-7参照)に限定した。
- ④塗装色は塗装見本標準色を元に今回作成したカラーチャート(表-5参照)から選出する。
- ⑤背景を八つのパターンに区分し、パターンごとに背景の主調色(専有面積が大きいまたは強い印象を与えるなど支配的な色であり以下、景観色とする)を構成する背景対象物(山,空,田,町など)を特定すると共に景観色の標準を設定する(表-7参照)。
- ⑥配色法はムーン・スペンサーの調和論により景観色に

調和する色として対比調和色(以後、対比色とする)または類似調和色(以後、類似色とする)を色コンセプトにより選定する。

- ⑦上記選定を容易とするため、景観色に対する候補色が34色相から選定できるように表化する(表-6参照)。
- ⑧トーンは景観色のトーンに近いまたは離れたトーン、を対比色、類似色との組み合わせから選定する(表-8参照)。

#### 2) 選定の手順

候補色の一次候補は色彩調和の主調色となる景観色と色コンセプトを元に抽出する。抽出の手順を以下に示し、そのフローを図-11に示す。

- ①架橋地点の色修正された景観写真を表-7に当てはめ、背景対象物から主調色となる景観色を決定する。景観色は背景写真から合致する色相、明度およびトーンを色見本との対比で決めるが、標準景観色をそのまま使用してもよい。
- ②色相をマンセル色相環の40色相に当てはめる。
- ③色コンセプトにより景観色に対する類似色または対比色を抽出する。
- ④色コンセプトがない場合は地域嗜好色などを参考として抽出する。
- ⑤選定された塗装色の明度、トーンを景観色と変えた時は図-10(b)により調和色にあることを確認する。
- ⑥一次候補の決定。
- ⑦上記で抽出された色を地域嗜好色、維持管理面、橋梁構造での配慮事項を参考とし、数案に絞り込む(二次候補の決定)。
- ⑧選定された数案について景観図を作成する。
- ⑨出力景観図をもとにアンケート調査を行い決定する。

### (2) 景観色と調和色

景観色と調和色とは判りやすくいえば、人の頭髮の黒さは立派な景観色である。どうしもなくつきまとう色だからである。どのような服を着るかが調和色の選定といえる。背景主調色の抽出つまり、背景色特徴の量的な把握には景観カラーメッシュ法が知られている。この方法は背景写真を10×10程度のメッシュに切り、各メッシュで最大面積を占める対象の色を集計し、色の割合を把握し、景観色の代表色を把握する手法である。しかし都市は別として背景色は郊外では四季や天候によりその色は変化し、ある時点で撮影された写真はその瞬間的な背

表-5 橋梁塗装色カラーチャート

色	色番号	Y	マンセル値								原色名(st)	あざやかな(vv)	
			こい(dp)	くすんだ(dl)	やわい(sf)	明るい灰(lg)	ごくうすい(vp)	うすい(pl)	明るい(ht)	原色名(st)			
赤	2.5 R	Y 02									70 T (9/2)		
	5.0 R	Y 05	30 Y (3/10)		70 L (7/6)					80 L (8/6)		40 V (4/12)	40 X (4/14)
	7.5 R	Y 07	40 X (4/14)	40 P (4/8)			80 H (8/4)					50 V (5/12)	
	10.0 R	Y 09		40 L (4/6)	60 L (6/6)	80 D (8/2)					70 T (7/10)	50 T (5/10)	50 X (5/14)
黄赤	2.5 YR	Y 12		50 L (5/6)	70 L (7/6)	80 H (8/4)					70 T (7/10)	50 V (5/12)	60 X (6/14)
	5.0 YR	Y 15				80 F (8/3)							70 V (7/12)
	7.5 YR	Y 17		50 P (5/8)	70 L (7/6)	80 H (8/4)	90 D (9/2)						70 X (7/14)
	10.0 YR	Y 19	60 T (6/10)		80 L (8/6)	80 F (8/3)	90 D (9/2)						75 X (7.5/14)
黄	2.5 Y	Y 22	50 P (5/8)	50 H (5/4)	80 L (8/6)	80 D (8/2)	90 D (9/2)	85 H (8.5/4)					80 X (8/14)
	5.0 Y	Y 25	60 P (6/8)		80 P (8/8)		90 D (9/2)						80 W (8/13)
	7.5 Y	Y 27		60 L (6/6)		70 D (7/2)		85 H (8.5/4)					
	10.0 Y	Y 29			75 H (7.5/4)			85 D (8.5/2)	90 H (9/4)	85 P (8.5/8)			
黄緑	2.5 GY	Y 32		50 L (5/6)		80 D (8/2)							70 T (7/10)
	5.0 GY	Y 35		50 H (5/4)	80 H (8/4)	80 D (8/2)							70 V (7/12)
	7.5 GY	Y 37		50 L (5/6)				80 L (8/6)					60 T (6/10)
	10.0 GY	Y 39			80 H (8/4)	80 D (8/2)					60 L (6/6)		
緑	2.5 G	Y 42		40 H (4/4)		70 D (7/2)					50 L (5/6)		
	5.0 G	Y 45	40 P (4/8)	50 H (5/4)	60 H (6/4)	80 D (8/2)				70 P (7/8)			50 T (5/10)
	10.0 G	Y 49		50 H (5/4)	70 H (7/4)				80 H (8/4)	60 P (6/8)	40 P (4/8)	40 T (4/10)	
青緑	2.5 BG	Y 52				70 D (7/2)					60 L (6/6)		
	5.0 BG	Y 55	30 L (3/6)			80 D (8/2)			80 H (8/4)	70 P (7/8)			50 P (5/8)
	7.5 BG	Y 57		50 H (5/4)		70 D (7/2)							
	10.0 BG	Y 59			60 H (6/4)	80 D (8/2)				70 L (7/6)			40 P (4/8)
青	2.5 B	Y 62							80 H (8/4)				50 P (5/8)
	5.0 B	Y 65				80 D (8/2)			80 H (8/4)	70 L (7/6)			40 P (4/8)
	7.5 B	Y 67		40 H (4/4)									
	10.0 B	Y 69	30 P (3/8)		60 H (6/4)				80 H (8/4)	70 L (7/6)			50 T (5/10)
青紫	2.5 PB	Y 72				80 D (8/2)				70 L (7/6)			40 T (4/10)
	5.0 PB	Y 75	30 P (3/8)			70 D (7/2)				70 L (7/6)			
	6.25 PE	Y 76							80 H (8/4)				50 T (5/10)
	7.5 PB	Y 77	30 T (3/10)							60 L (6/6)			40 V (4/12)
赤紫	2.5 RP	Y 92							80 H (8/4)				40 V (4/12)
	5.0 RP	Y 95			70 H (7/4)								50 V (5/12)
	10.0 RP	Y 99				70 H (7/4)							50 X (5/14)

マンセル値は参考値

表-6 景観色と調和色

景観色		類似				対比																	
色相	Y	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
赤	02	2.5 R	10 R	2.5 YR	2.5 RP	5 RP	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB
	05	5 R	2.5 YR	5 YR	5 RP		5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	
	07	7.5 R	5 YR	7.5 YR		10 RP	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	
	09	10 R	7.5 YR	10 YR	10 RP	2.5 R	10 GY	2.5 G	5 G	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB	
黄赤	12	2.5 YR	10 YR	2.5 Y	2.5 R	5 R	2.5 G	5 G	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB		
	15	5 YR	2.5 Y	5 Y	5 R	7.5 R	5 G		10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB		
	17	7.5 YR	5 Y	7.5 Y	7.5 R	10 R		10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB			
	19	10 YR	7.5 Y	10 Y	10 R	2.5 YR	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB				
黄	22	2.5 Y	10 Y	2.5 GY	2.5 YR	5 YR	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP
	25	5 Y	2.5 GY	5 GY	5 YR	7.5 YR	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP	5 RP
	27	7.5 Y	5 GY	7.5 GY	7.5 YR	10 YR	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP	5 RP	
	29	10 Y	7.5 GY	10 GY	10 YR	2.5 Y	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP	5 RP		10 RP
黄緑	32	2.5 GY	10 GY	2.5 G	2.5 Y	5 Y	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R
	35	5 GY	2.5 G	5 G	5 Y	7.5 Y	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R
	37	7.5 GY	5 G	7.5 G	7.5 Y	10 Y	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R
	39	10 GY	7.5 G	10 G	10 Y	2.5 GY	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB				2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R		
緑	42	2.5 G	10 G	2.5 BG	2.5 Y	5 Y	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R
	45	5 G	2.5 BG	5 BG	5 Y	7.5 Y	5 B	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R
	47	7.5 G	5 BG	7.5 BG	7.5 Y	10 Y	7.5 B	10 B	2.5 PB	5 PB	6.25 PB	7.5 PB					2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R
	49	10 G	7.5 BG	10 BG	10 Y	2.5 G	7.5 PB							2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R			
青緑	52	2.5 BG	10 BG	2.5 B	2.5 Y	5 Y				2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	
	55	5 BG	2.5 B	5 B	5 Y	7.5 Y				2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	
	57	7.5 BG	5 B	7.5 B	7.5 Y	10 Y				2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	
	59	10 BG	7.5 B	10 B	10 Y	2.5 BG				2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	
青	62	2.5 B	10 B	2.5 PB	2.5 GY	5 GY	2.5 RP	5 RP	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY
	65	5 B	2.5 PB	5 PB	5 GY	7.5 GY	5 RP			2.5 R	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY
	67	7.5 B	5 PB	7.5 PB	7.5 GY	10 GY	10 RP			2.5 R	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY
	69	10 B	7.5 PB	10 PB	10 GY	2.5 B	10 RP	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY
青紫	72	2.5 PB			2.5 B	5 B	2.5 R	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G
	75	5 PB			5 B	7.5 B	5 R	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G
	77	6.3 PB			7.5 B	10 B	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G	
	79	7.5 PB			7.5 B	10 B	7.5 R	10 R	2.5 YR	5 YR	7.5 YR	10 YR	2.5 Y	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G	
赤紫	92	2.5 RP	10 RP	2.5 R			2.5 Y	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B
	95	5 RP	2.5 R	5 R			5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	
	97	7.5 RP	7.5 R	10 R			7.5 Y	10 Y	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	
	99	10 RP	10 R		2.5 RP	10 Y	2.5 GY	5 GY	7.5 GY	10 GY	2.5 G	5 G	10 G	2.5 BG	5 BG	7.5 BG	10 BG	2.5 B	5 B	7.5 B	10 B		

景色でしかない。そこで背景を判りやすい形にパターン化し、背景対象物から代表的な景観色を定めてしまう方法が考えられる。この標準景観色はそのまま使用するか、あるいは明度、彩度を現地の代表色に合うように6.(2)で述べたように修整し、これを景観色とする方法である。

この方法は一見荒っぽいように考えられるが、前述のように撮影条件に多くの要素が絡みあった景観色を考えると、大きく真から外れるものでなく、十分実用的と考えられる。

市街地、住宅地、海岸、河川の水辺など背景の各代表パターン、背景対象物それに対する標準景観色、類似色(融合)および対比色(強調)を表-7に示す。

(3) 色コンセプトからの抽出

色コンセプトに対して使用する色相(対比色、類似色の区分)および配色方法を表-8に示す。色コンセプトが

- ①「目立たせる」の場合は、色相は対比色を選定し、トーンは景観色に対して明清色トーンから同一または隣接トーンを選定する。
- ②「景観との調和」の時は、色相は同一または類似色を選定し、トーンは景観色に対して濁色トーンから類似色の時は隣接トーンまたは離れたトーンから選ぶ。同一色の時は離れたトーンから選定する。
- ③「目立たせない」の場合は、色相は同一色または類似

色を選定し、トーンは景観色に対し明るいトーンから類似色の時は同一トーン、同一色の時は近いトーンを採用する。

なお、上記において隣接トーン、離れたトーンはいずれも明度の変わる方向を選び出す。

選ばれた色は背景とトーン、色相に差が無ければ橋は背景になじみ、トーン、色相に差があれば橋は強調される。

色相は類似色または対比色に応じて標準景観色を使用する場合は表-7より、使用しない場合は表-6から選定する(この場合、表の左端を景観色に当てはめる)。上記で選ばれた色相、トーンを“橋色のイメージ”言葉から表-4を参照としてさらに絞り込む。

(4) 候補色の絞り込み

1) 候補色選定に配慮する条件

色の物差しにより正確な色の伝達は可能であるが、現実には我々が見る色は前述のように環境色の影響や色の面積効果などいろいろな影響を受け、同じ色でも違って見えることがある。一方、配慮すべき事項が多すぎると候補色が絞り込めない。従って、全てを網羅するより幾つかを選定する方法を取ったほうが良い。ここでは多くの配慮すべき事項から以下に示す三つの要素を掲げる。この三つの要素の中から任意にいくつか参考となるものがあれば候補色を絞り込み二次候補色とする。

表-7 景観色と調和色

構成背景	山間部			田園		海浜部	都市・工業	跨道橋
	山-山	山-空	山-河	空-山-田	空-河	空-海(湖)	空-町	空-道路
背景代表物	山	空	山	田	空河	海	町	空
景観パターン								
標準景観色 (主調景観色)	緑系 10G4/8 (s t) 常盤色(常緑樹の葉)に近い色	青系 10B7/6 (l t) スカイブルー(晴れた空)に近い色	緑系 10G4/8 (s t) 常盤色(常緑樹の葉)に近い色	黄緑系 7.5GY6/10 (l t) 若葉色(新鮮な木葉、草葉)に近い色	青系 5B7/6 (l t) 水色(自然の水の色)の代表色に近い色	青系 5B6/8 (l t) シアン(緑みの青)に近い色	灰色系 2.5PB7/2 (l g) コンクリート色	—
近似40色相	10G	10B	10G	7.5GY	5B	5B	2.5PB	—
一般的な適合色(シンボル化などの時は別)	山、空と類似色を使用し自然環境との調和を図る。			田園と類似色を用い穏やかな田園景観に溶けこませる。	空、海、川などと類似色を用いるがトーンを景観色よりやや上げ、鮮やかさをつける。	都市景観になじませる明るめの低彩色	安全面から目立たせない色・桁下を明るく見せる色	
類似色(融和・消去)	G, GY, BG系	B, PB, BG系	G, GY, BG系	G, Y系	PB, BG系	PB, BG系	Y, YR, GY系	Y, YR, GY系
対比色(目立ち)	R, PB, RP, YR系	RP, R, YR, Y, GY系	R, PB, RP, YR系	B, PB, RP, R系	RP, R, YR, Y, GY系	RP, R, YR, Y, GY系	不適	不適

表-8 色コンセプトと配色

色コンセプト	配色方法		標準トーン(明度)	トーンイメージ	ポイント	代表色
	色相	トーン				
目立たせる	対比色	同一・類似トーン 明清色	v v, l t, s t, p l	際だつ人工的な	明るい暖色系を使用し色相差をつけ、背景と明度差はあまり付けない	R, Y, YRB, PB, RP, GY
景観と調和	同一色 類似色	類似・対比トーン 清色トーン	p l, v p, l g, s f, d l, d p	まとまり自然な	色相差はつけず背景と明度差をつける	Y, B, G, GY, PB, BG
目立たせない	同一色 類似色	類似トーン 同一トーン 明度の高いトーン	l g, v p, p l	溶け込む穏やかな	背景と色相差、明度差をつけない	Y, R, G, GY, PB, BG, YR

2) 地域嗜好色

色嗜好には自然環境、風土環境による地域差があり、これは最も無意識的性格といわれている。これは地球の緯度差により、太陽光の主波長が異なり、色眼鏡をかけたように物の色の見え方に差が出てくるのが原因といわれる。

特に主たる色コンセプトを持たない場合、この地域嗜好色を参考とした類似色の採用が無難と考える。表-9は参考文献2)を参考とし、よく使用される橋梁色を当てはめたものである。欧米の都市などでは地域内全体が条例などで色統一が計られているケースが多い。日本に

おいては個々の色検討がなされても、福島県のエリアカラーなどの例はあるものの地域全体での統一といったケースは非常に少ない。

3) 橋梁構造と色の関連

橋梁構造と色の関係は色コンセプトの項で述べた橋梁形式以外にも以下の配慮が考えられる。

- ① 開放的な架橋地点：径間数の多い橋では高明度域の色を用いると効果的。
- ② 桁高が低い場合：低明度域の色を用いると引き締まった感じが出る。
- ③ ルートとして色の傾向を統一する場合もある。

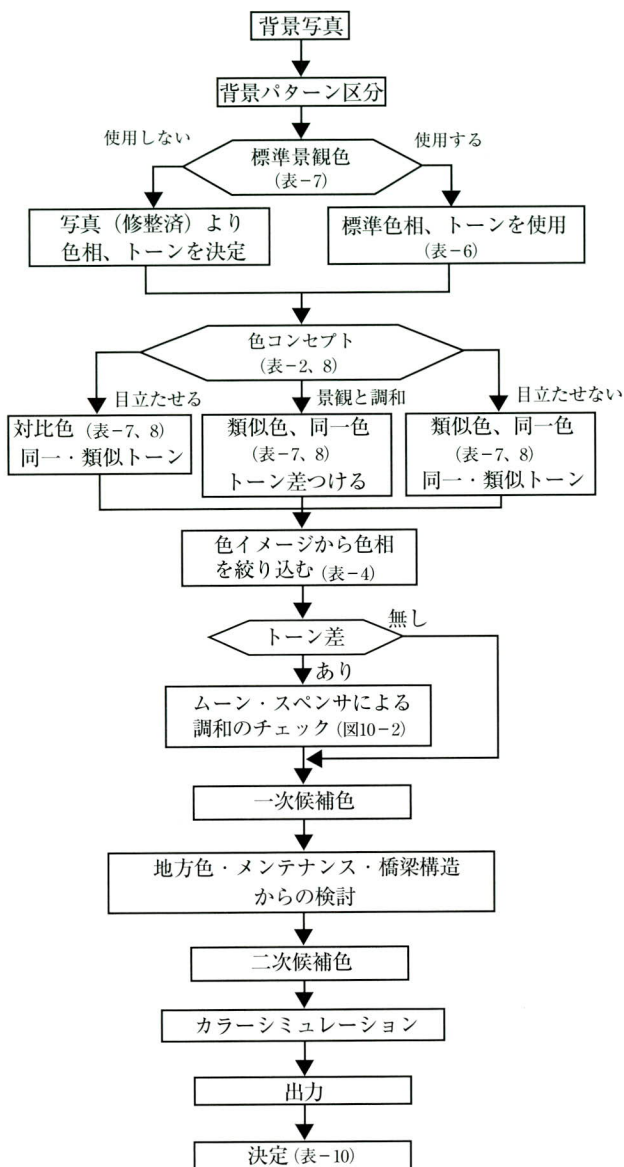


図-11 候補色の抽出手順

表-9 地域嗜好色

地区	嗜好色の傾向	使用トーン	嗜好色
北海道	濁、寒、暗	d l, mg	B, PB
道南(日本海側)	清、寒、暗	d p, dk	B, BG
東北	清、寒、暗	d p, dk	B, BG
西(日本海側)	濁、寒、暗		B, BG, G
関東	清、寒、暗	d l, mg	B, BG, G, YG
中部	清、暖、明	v v, l t, p l, v p	R, YR, Y
山陰	濁、暖、明	l g, s f, s t	R, YR, Y
近畿	清、暖、明	v v, l t, p l, v p	R, YR, Y
南日本	山陽、四国、九州	v v, l t, p l, v p	R, YR, Y
沖縄	清、暖、明	v v, l t, p l, v p	R, YR

濁：濁色系（地味好み） 寒：寒色系（涼しい好み） 暗：暗い好み  
 清：清色系（派手好み） 暖：暖色系（暖かい好み） 明：明るい好み

④張り出しが大きい床版の桁は、日光のあたらない面が暗くなるのを防ぐため明度を上げるとよい。

⑤下路トラス・アーチなどで橋長が長い場合は目立つ色とすると走行車に目障りとなる。

#### 4) 維持管理

維持管理の面では、初期の色相を長期に渡り維持できるような耐久性の有る色相および多少の汚れや白亜化、変褪色などの目立たない色相の選定が経済性の面から好ましい。

<汚れ> 都市型汚れは白、黄系で目立ち、濃赤、青が目立たない。一般に淡色系（明度高く、彩度低い色）は目立たない。

<耐黒変性> 汚染した河川、港湾などから発生する硫化水素などの硫黄化合物の蒸気に対する抵抗性である。耐黒変性はオレンジ、黄、クリーム、ライトグリーン系はやや劣る。

<変色・退色> 変色とは色相、彩度、明度のどれかが変化すること、退色とは彩度が小さくなり、明度が上がることを言う。色相面からの傾向として暖色は寒色、無彩色に比べ変退色しやすく、トーン面からは淡色系が変退色しやすい。

①赤色系は一般に変退色しやすいが濃色よりも淡色の方が変褪色し易い（赤系は価格も高い）。

②黄色系は青、緑系に比べるとやや変褪色する。

③青・緑色系は色の変化は目立たない。

④濃色よりも淡色の方が色の変化が少ない。

⑤灰色系の変化は少ない。

これら上塗塗料の耐久性は、顔料の選択によりかなり変化し避けられるため一概にはいえないが、できれば避けたほうが無難である。

## 9. 調和の評価（モニタリング）

色論から選定された配色は目安であり、最終的には人間の主観による評価が必要となる。評価者としては設計者、計画者、専門家などが参画したアンケート評価による。評価者には可能であれば、一般大衆（付近住民）の意見も含めると良い。特に女性の方が反応は強い傾向がある。なお、評価者には色コンセプトをあらかじめ示しておく必要がある。アンケート項目の例を表-10に示す。アンケート結果を元に意見集約を実施する。

このような色の心理効果を多面的に分析するにはSD法があり、景観設計の評価によく使用される。SD法は対



になった言葉（例えば「上品な」・「下品な」）を抽出し、その尺度のどの位置になるかを印象的に決定させる方法である。イメージにデメリット語を使うことによる曖昧さ（0ポイントがあると曖昧さへの逃げ込み傾向がでやすい）の発生、同義語が多い、価値観のはっきりした語に支配されやすいなどの問題があり、本稿では用いなかった。

表-10 アンケートによる評価（橋体）の例

色コンセプト		①目立たせる	②景観と調和	
橋色のイメージ言葉		③目立たせない		
評価項目		評 価		
配 点		2	1	0
	美しい	良い	やや良い	あわない
	色どり	良い	やや良い	あわない
	明るさ	良い	やや良い	あわない
	上品な	良い	やや良い	あわない
	落ち着いた	良い	やや良い	あわない
	周囲の景観と違和感はない	良い	やや良い	あわない
	橋梁形式との調和	良い	やや良い	あわない
色 コン セプ トに あっ て い る か	① 派手な・個性的な・ 風格のある・ダイナ ミック	的確	ほぼ 当てはまる	不適格
	② 自然な・調和した・ 静かな	的確	ほぼ 当てはまる	不適格
	③ 柔和な・やさしい・ 安全な・おとなしい	的確	ほぼ 当てはまる	不適格
総合点				
総合的によい		良い	やや良い	あわない

## 10. 付属品

付属品の色検討は主橋体との調和が大切であり、主橋体と重複せず、不足するものを補うカラーバランスの形成が要求される。付属品の中で特に高欄、照明柱は景観上の見栄えにおおいに影響し、橋本体とトーン差をつけることがコントラストの面から好ましい。これにより主橋体の構造美が一層明確となる。その一方、配水管などはトーン差をなくし、目立たせない工夫が必要である。短区間の橋梁では安全の見地から、高欄、照明柱などは明るい色が好ましく、橋長の大きい橋は照明柱を空の色に溶け込ますなど、走行中の圧迫感の軽減を計っている例が多い。

## 11. CGによるシミュレーションの問題点

CGによるカラーシミュレーションはディスプレイ上ではRGBの三原色により数値表現される。ディスプレイではマンセル表色系では表現できないため、RGB数値にプログラムで変換することとなる。この場合、正しく変

換できてもディスプレイ上での表示色、さらに出力したプリント色に正確な色がでないことがある。背景写真をスキャナー入力した場合も色変化が発生する。このような誤差は使用する機器の選定によってある程度は押さえられるが、最終的な微調整はRGB数値の操作で調整するしかない。

## 12. あとがき

東京都の公営バスは過去5回、車体の塗り替えを行っている。その中で昭和55年に採用した黄色いバスは品がない、信号の色と紛らしい、都市景観と違和感があるなど、多くの不評をかい僅か2年でクリームに緑の帯をつけた現在の色に至っている（最近では広告バスが出始めている）。色選定の難しさ・大切さの一例である。本稿では多くの支配要素が多い色検討にかなりの割り切りと独断を持ちこんだが、色論はもともと曖昧さが存在する学問である。基本の原理は守っており、最善の配色と言うことになると問題は残るが大きくのは外れてはいないと確信する。今後、これら手順のシート化と景観設計システムとの統合を図り、さらに利便性を高める考えである。

## 〈参考文献〉

- 1) 日本塗料工業会：「塗装用標準色見本帳（Y版）」、1999年
- 2) 佐藤邦夫：「風土色と嗜好色」、青娥書房、1998年
- 3) 大井義男 他：「色」、日本色研事業、2000年
- 4) 日本規格協会：「JISハンドブック色 1999」
- 5) 日本橋梁建設協会：景観マニュアル「橋と景観」
- 6) ANDREWS.GLASSNER：「最新3次元コンピュータグラフィックス」、(株)アスキー、1991年
- 7) 三輪 薫：「風景写真の撮り方」、成美堂出版(株)、1999年
- 8) 山本 宏：「橋梁美学」、森北出版(株)、1980年
- 9) エクスメディア：「Photoshop 5.0 for Windows98 MENU MASTER」、1998年

2000.11.1 受付