資 料

照明設計におけるコンピュータ支援への期待と課題[†]

専門会員 海宝 幸一*

1. はじめに

ここ数年の間、CGを用いた照明シミュレーション手法が急速に普及してきている。現在、照明設計に用いられているシミュレーションソフトはその成り立ちから大きく2種に分けることができる。1つは逐点法による照度分布計算から発展してきた3次元解析ソフトであり、もう一つはアニメーションなどの3次元のCGアウトプットをよりリアルにするために光源の概念を取り入れたソフトである。

照明設計の作業の中で用いられるコンピュータシミュレーションの多くは輝度分布を3次元空間で計算し、その結果をCRT上にピクセルのRGBデータで表示する方法がとられている。この場合、他のコンピュータシミュレーション（温度分布、気流計算、応力計算など）と大きく異なるのは、その表示方法と現実の現象とが、発光現象という点において極めて似ていることである。すなわち、照明空間のシミュレーション結果をCRTで見る場合、その映像は実際の空間を目でみる行為とほぼ同一の印象を与えてくれることになる。（図1、2. 口絵参照）

このため、照明シミュレーションの結果は照明の専門家でなくとも評価することが可能となる。近年、照明シミュレーションが急速に普及してきた理由の一つはここにあるものと思われ、コンピュータの処理速度の向上、CRT装置の表示能力の向上等によりこの傾向は今後ますます強くなるであろう。

2. 照明設計作業における可視化の意味

照明設計を行う場合、設計者はその空間を頭の中でイメージしながら光を作り上げてゆく。この場合、そのイメージは主観的なものであり、また他の人にそれを伝えるのは、言葉、スケッチなど、別の方法を用いることになる。しかしながら、時として設計者のイメージとその他の人（建築設計者、施主、器具製作者、施工者など）の理解との間にギャップが生じる場合がある。また、照明設計者自身のイメージが実際のものと異なっている場合も有り得る。このような場合、ある程度客観的な結果の得られるコンピュータシミュレーションは大変有効な武器となる。また、スポットライティング、壁面照明など、照明器具の選定、設置位置の決定などの作業において非常にデリケートな検討が

必要となる場合などに、実物実験に代わる手法として設計者自身が実行することのできる手法となっている。（図3. 口絵参照）

データを変更するだけで極めて容易にケーススタディーを繰り返すことが可能なこの手法は、これまで実現することが困難だったきめの細かい検討を設計者自身で行うことを可能としつつある。

3. CGによる各種シミュレーション

3.1 照明シミュレーション手法

照明設計における照明シミュレーションは、大きく模型あるいは実物による実験とコンピュータによる実験（シミュレーション）の2つの方法が採られる。模型実験はかなり以前から行われていた手法であるが、特に近年光ファイバーが使用されるようになり極めてレベルの高いシミュレーションが可能となっている。（図4. 口絵参照）

照明設計の各プロセスに対応して多くの手法が確立されており、基本構想段階から現場での実験まで設計者、施主あるいは施工者に対し多くの情報を与えている。

コンピュータによる光環境のシミュレーションは比較的新しい手法であるが、周辺技術の急速な進歩によりこのような模型実験に次第にとって変わりつつあるといえよう。したがってこの手法も模型実験と同様、照明設計の各段階に対応した種々のレベルが存在する。

3.2 CGによる各種照明シミュレーションの使い分け

照明計画の各段階においてCGを利用する場合、その内容に応じてシミュレーションソフトを使い分ける、あるいは使い方を変えることが必要となる。各種照明シミュレーションは、照明計画のプロセスから概ね下記のように分類することができる。

(1) 正確で客観的な結果が必要な場合

相互反射を含み、各表面の反射特性、テクスチャーなどをできるだけ正確に計算する。照明計画の効果を最終的に確認する、あるいはオーナーなどへのプレゼンテーションに利用する場合、ある程度時間をかけて正確なシミュレーションを行う必要がある。（図5. 口絵参照）

(2) 照明計画の作業においてケーススタディーに用いる場合

照明設計者あるいは建築設計者が空間の光の状態を把握するために必要最低限のレベルで行うシミュレーションである。この場合、データの作成、変更が容易で計算時間も数分から数十分で結果が得られるものが必要となる。場合

[†] Expectation and Problems on Computer Support to Lighting Design

* 日建設計 〒112 文京区後楽1-4-27 Koichi Kaihou

によっては相互反射処理を省くことも必要となろう。(図6. 口絵参照)

(3) 設計者のイメージを表現する

設計者が自分のもつ光のイメージをスケッチするためにCGを用いる。このような用途は一般的なコンピュータシミュレーションの範疇からははずれることになるが、CGの持つ優れた操作性を生かした新しい表現手法として各種プレゼンテーションに応用することが可能である。この場合にはシミュレーションソフトのほか、各種画像加工ソフトなどを併用することが多くなる。(図7. 口絵参照)

3.3 照明設計用ツールとしてのCGに求められる機能

照明設計の作業においてコンピュータによるシミュレーションを利用する場合、単に正確なアウトプットがえられるだけでは実用的であるとはいえない。日常の設計作業においてシミュレーションに割ける手間、時間を考えると操作性、実用性の観点から、必要な機能として次の3点をあげることができる。

(1) データ作成、追加、変更が容易

3次元データの変更、追加が容易に行えるような、高機能なグラフィックによるモデリングツールをもっている。また照明器具、光源のデータは新製品の開発に伴って常に更新する必要がある。特に近年、特殊な配光特性を持つ器具が多く開発されており、新たなデータの追加、更新が必要不可欠である。

(2) 計算時間が実用範囲に納まる

ケーススタディーに用いる場合、数分~数十分で一回のスタディーを終わらせる必要がある。またある程度計画が進んだ時点で、精度を上げた計算を行う場合でも数時間から一晩程度で計算を終わらせたい。

(3) ソフトの計算理論が公開されている

アウトプット結果をみて何らかの判断をする場合、どのような経緯でその結果に至っているのか把握しておくことが必要である。一般的に、計算ソフトは高速処理のために多くのテクニックを用いており、厳密に物理現象のプロセスを再現しているわけではない。従って、場合によってはそのテクニックが結果に影響を及ぼすことが有り得る。

以上の3点が完備されたソフトは現在市販されているものの中には存在しない。多くの場合、データベース、デモラ一等をユーザー自身が開発しているのが実情であろう。照明設計においてコンピュータシミュレーション手法を普及させるためにはこれらの機能を備えたソフトの開発が望まれる。

4. 照明シミュレーションの問題点と課題

4.1 視環境と照明シミュレーション

照明シミュレーションでは発光現象をCRT面の発光で再現するため、それをみた人(特に施主などの非専門家)は、あたかも自分がその空間にいるかのように受け取ることが多い。確かに、ある一定の条件では極めて現実に近いイメージを与えることが可能ではあるが、空間における光はあくまでも人間の目が感じるものであり、その目は順応

という形で外界の物理量を非線形にとらえる。例えば、同じ明るさ(輝度)の面であっても、外光の存在の有無あるいはその空間に至るまでどのような光環境を経験してきているかによって全く異なる印象を与えることなど、その典型例であろう。このように、物理的な照明環境と人間の感覚としての視環境との関係はCGだけではなく、照明設計における大きなテーマであろう。

4.2 シミュレーションの精度の向上

照明シミュレーションの精度を上げるために必要となるのが反射特性の再現性の向上である。現在、一般的に照明シミュレーションで扱う面の反射特性は完全拡散反射、完全正反射およびこの両者の合成だけである。実際の反射面ではほとんどの場合拡散反射と正反射の中間の微妙な反射特性をもっており、これがその面の質感を決定する大きな要因となっている。また、光源の写り込みなど、面の反射特性が照明計画上、重要な要因になる場合も少なくない。このような反射特性を再現するためには、各素材ごとに反射特性を実測し、これをデータベースとして蓄える必要がある。また、相互反射計算は、現在一般的に採用されている手法より時間のかかるものとなるためハードの処理速度のいっそうの向上、あるいは新たな計算理論の開発が必要となろう。

4.3 照明シミュレーションの一般化

現在、照明シミュレーション用のソフトとして使用可能なものは極めて少なく、またかなり高価なものとなっている。照明設計においてコンピュータによるシミュレーションを広く一般化するためには建築CADなどと同様に、パーソナルコンピュータのレベルで利用可能でかつ、優れたモデラーを持つソフトの開発が求められよう。ここ数年の、パーソナルコンピュータの処理能力の向上、大容量化によりハード側は十分対応可能であろう。現在、建築3次元CADにおいて扱える光源データが急速に高度化しており、いずれは相互反射を含む複雑な照明計算が一般的なパソコンで可能になるものと思われる。

5. おわりに

空間は光がなければ目で見ることができない。従って、光の概念を含まない3次元CGは決して現実の環境を再現することはできない。逆に、光の効果を考慮した3次元CGであれば、専門家に限らずだれでもその空間を理解することが可能となる。

現在、3次元CGにおいては、CRT上にいかにリアルな画像を創り出すかが最大の開発課題となっている。照明計算理論は処理速度の向上技術も含めて、ほぼ完成されているといって良からう。従って早晚、CADの世界において光の概念(光源の配光特性、面の反射特性等)を取り入れた、照明検討にも使用可能なソフトが安価に供給されるようになり、誰にでも簡単に光環境の検討が可能となるものと期待される。

(受付1993年6月23日)

著者紹介は37頁