70. 採光ダクトの建築空間への適用に関する研究

(その1) 昼光利用における採光ダクトの有効性の予備的検討

海宝幸一(日建設計) 近藤靖史(同左) 滝澤総(同左) 渡邊薫(同左)

1 はじめに

オフィスで消費されるエネルギーの1/3程度が照明のために消費されるといわれている。いうまでもなく照明における省エネルギーの最も有効な手法が自然光の利用である。特にオフィスの使用時間帯をみれば、昼間の人工照明削減がきわめて大きな省エネルギーにつながる可能性をもっていることが予測できる。

現状のオフィスビルは天井高に対して奥行き比率の大きな断面形状が一般的となっており自然光のある時間帯において、窓面付近が高照度となるのに対し、室奥が暗い、コントラストの強い光環境となってしまうことも多い。このため昼間はブラインドを下ろして自然光を遮蔽して作業を行うことが多くなっている。本報告は、奥行きの深いオフィス空間において自然光を有効に取り入れるために、これまで多く研究されてきた光搬送用の内面鏡面仕上げのダクト(以降採光ダクト)をオフィスの執務空間に適用するための採光部、導光部、放光部の形状、建物への設置方法等を検討したものである。^{註1)}

本報では採光ダクトによる自然光利用の有効性の検討について記述し、次報(その2)にて1/2スケールの模型実験による解析結果を示す。

2 システムの概要

これまで研究されてきた採光ダクトは採光装置が単独で建物の屋上、あるいは外壁部分に設置され、ここから光を利用する空間まで光ダクトにより導くものである。このシステムの場合、建物に設置するのが比較的容易であり、小規模のシステムが多く実現されている。

オフィスの執務空間に適用する場合の、これまでの採光ダクトシステムの問題点と本システム(図1)の改善策は以下の3点にまとめることができる。

1) 採光量を多くする

オフィスの執務空間のような大面積を照明するには、従来の採光システムは小容量のものが大半であったため採光量の問題がある。この問題を解決するためには大量の光を取り込むことが可能な採光装置を用意する必要があるが、オフィスの執務空間において自然光を取り込むのに最も接近した部分は外壁面である。このためには、建築断面を採光に最も適した形状とし、各階の外壁からの採光により各階の照明を賄うことが必要となる。

2) 導光距離を短くする

これまで建物の屋上等に採光装置を設置し、取り込んだ光を使用場所までかなり長い距離を運ぶことが必要であった。本システムにおいては外壁から取り込んだ光を最寄りの執務部分で利用することにより、導光距離は必要最小限で済むことになる。

図1 採光ダクト概念図

写真1 1/5実験模型外観

図2 採光ダクト内照度分布実測例

Study on Daylighting through Mirror-Duct into Room
(Part 1) Study on Efficiency of Mirror-Duct System for Daylighting

Koichi Kaiho, Yasushi Kondo, So Takizawa and Kaoru Watanabe

3) 照度を安定させる

自然光は常に変動しており、室内に取り入れた光もこの変動につれて変化してしまう。この結果、室内照度も変化して落ちつきのない光環境となる可能性がある。本システムではこの変動を打ち消すような人工照明制御を採光ダクト内において行い、発光面においてできるだけ一定の明るさを確保することを予定している。^{註1)} このシステムについては現在継続して検討しており、今後報告する予定である。

3 効果予測

1) 1/5 模型による実測

採光ダクト単体の効率の把握を目的として幅2m、高さ1mの採光ダクトを想定した1/5スケールの模型による実測実験を行った。(写真1) 採光ダクト内面は伝送効率を高めるために、表面に銀蒸着処理を施した特殊フィルム(可視光反射率95%)を張ってある。採光ダクト内下面の水平面照度の実測例を図2に示す。

この結果、この採光ダクトを3.2m間隔で設置した場合の室内の予想机上面照度は外部水平面照度67,500ルクス時12.8mの奥行きの部屋にて800ルクス～300ルクスとなった。^{註3)} (図3)

2) 1/10 模型による実測

採光ダクトを適用した空間の光環境を予測するために1/10スケールの模型実験を行った。この模型は天井高さ2.6mの執務空間を想定して3.2m間隔で採光ダクトを設置した場合の室内光環境を観察するためのものである。(図4、写真2)

放光部を拡散シート(乳白アクリル)としたため、垂直面照度が高く、明るさ感の高い空間となっている。机上面において外部水平面照度の1%～2%の総合昼光率となっておりアンビエント光としては十分な明るさとなった。^{註4)} (図7)

4 おわりに

外壁面から自然光を直接取り込む本採光ダクトシステムはオフィスの照明補助として利用できる可能性が大きいことが確認された。この手法は室内の輝度コントロールに十分な配慮を行なうことが必要であり、特に窓面についてはライトシェルフ、庇等により開放感を損なうことなしに外光の制御を行うことが求められよう。

自然光を大量に取り入れた室内空間がどのような光環境になるかは実際にその空間の中で評価する必要がある。とくにアンビエント光としてこのシステムを使用する場合、空間の明るさ感がどのようになるのか、自然光の変化につれて光環境がどのように変化するかはその空間の中で評価が必要不可欠となる。採光ダクトシステム(その2)では更に1/2スケールの模型による採光効率の実測および光環境の評価実験について報告する。

註1) 自然光を室内で利用することにより得られる効果は省エネルギーだけではなく、太陽光の連続スペクトル光のもつ自然な演色性による明るさの向上等のメリットもあるものと思われる。これについては今後、人工光との比較実験を行う予定である。

註2) 採光ダクト内に調光式の蛍光灯を設置し、自然光と人工光を混合した光を乳白アクリル面を介して室内に放出するシステムを計画している。昼光の変動が室内照度に大きく影響を与えないよう採光面照度を常時監視し、自然光の変化を補償するよう調光制御を行う。これについては次報(その2)で報告する1/2実験模型を用いた実測を行う予定である。

註3) 採光ダクト内下面の実測照度に基づき、乳白アクリルカバーを介して室内に放光した場合をシミュレーションしたもの。

註4) 照明率は方位、時刻、天候状態により変動する。

図3 採光ダクト内の実測照度に基づく室内机上上面照度予測例

(a) 実験模型外観

(b) 実験模型平面

(c) 実験模型断面

(注) 図示したスケールは実験上のスケール。実スケールはこれの2倍

図4 1/10実験模型及び測定点(西面採光)

写真2 1/10実験模型内部
(窓面を黒ボードで遮蔽した場合)

図7 1/10実験机上上面昼光率