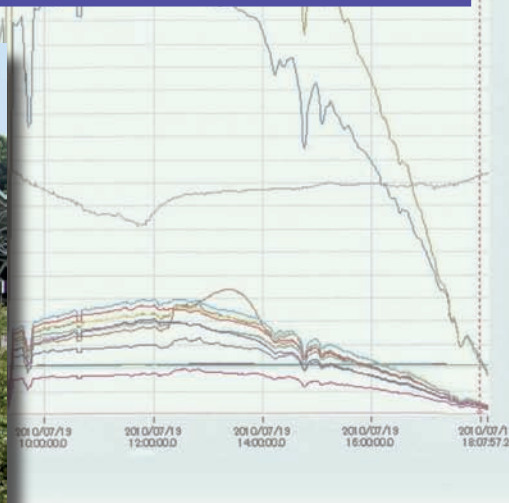


太陽の光を照明に利用する金属屋根用天窓

『スカイトップライト L-デザイン』

断熱、直射日光拡散、紫外線防止機能付、改修工事も可能

株式会社スカイプランニング
代表取締役 外山 勸



1. はじめに

省エネ法や改正省エネ法では照明設備について、その設備の使用電力を低減させる電灯やLED照明を奨励している。一方、太陽の光を利用する(以下昼光利用という)ことも推奨している。ただし、昼光利用においては「①作業の障害となる眩しい光がないこと ②明るさの不均一がないこと ③明るさに大きな変化がないこと ④熱の侵入がないこと」など問題点が指摘されている。その問題点について前法ではブラインドやカーテン等で制御する必要性を言及している。壁面開口からの昼光利用は大空間では開口部近傍でしか望めない。一方、屋根面は大空間を覆っており天窓による昼光利用はバランスの良い明るさを構成することが可能である。また、建築基準法には屋根面からの昼光利用が有効であるとの記載もある。ただし、天窓を利用するにあたっては前述の問題を取り除くことが肝要である。

そこで、本稿では、その問題点を取り除きバランスの良い明るさを導入する弊社製品の特徴を紹介すると共に、前出の「天窓照明シミュレーション」を活用した新製品である「スカイトップライト L-デザイン」についても紹介する。

2. 「天窗」によるCO₂削減の可能性

経済産業省、環境省などから省エネ改正法や永続的な低炭素社会構築に向けた情報が多く発信されている。自治体も東京都に続いて、埼玉県が来春から県内事業主に対して具体的な省エネ削減目標を義務付けるなど、今や世界的な規模でその義務を果たさなければならないことが身近に感じられる。

現状の金属屋根は、広大な面積を覆い自然光を遮蔽し、主に化石燃料から生み出される電気を使用し続けている。それだけに天窗で省エネ対策に参加できる大きなチャンスが存在しているともいえる。

表1に金属屋根の下で昼間に消費している照明電力によって発生するCO₂（概算）を示す。我々のこれまでの実験で、従来からの弊社の製品である「スカイトップライト」において標準的な設置で昼間の照明を70%以上消灯可能であることを確認した。屋根全面に設置できない場合も多くあるかと思われるが、屋根の3割に施工できたとしても非常に大きな電力量の削減が実現できると考えている。加えて、近年、昼光による明るい環境下で仕事をすることで、生体リズムの乱れの防止や、作業効率の向上が図られるという報告もある。

折板屋根と照明消費電力・CO₂発生量

断熱・拡散機能付き「スカイトップライト」で昼間の70%の時間、照明を消すことができる

(東京電力：19年9月排出係数)

内容	消費電力	電力費	CO ₂	
条件	500lux・24W/㎡	週6日・9時～17時稼働2,500時間/年	15円/kWh	0.339kg-CO ₂ /kWh
単位当たり	1㎡	60kWh/㎡・年	900円/㎡・年	20.3kg-CO ₂ /㎡・年

折板屋根直下の発生量(上記条件)

CO₂発生量

s51～h18年度累計(推計)

	面積	消費電力	電力費	CO ₂
既設屋根	9億㎡	540億kWh/年	8,100億円/年	1,827万t-CO ₂ /年
新設屋根	0.37億㎡	22億2,000kWh/年	333億円/年	75万t-CO ₂ /年

雇用促進

(働き：1mの場合)

(屋根面積の約5%設置)

	人数	面積	雇用
既設屋根	5人1組	30㎡	約1,000万人工
新設屋根	3人1組	30㎡	約25万人工/年

電気消費、CO₂発生量(計算値) 表-1

現在検討している物流センター(建築規模：幅100m、横125m、高さ9m)においては、250luxの照度が平均的に得られるよう、今回開発した「天窗照明シミュレーション」(前項参照)を利用し、新製品である「スカイトップライト L-デザイン」を用いた設計を行っているところである。弊社試算では天井面積の約5.2%の採光面積で、照明電気代で年間340万円、CO₂で72tの削減が実現できると推定している。

3. 明るさを損なわず「暑くない」天窗は施主の限らない要望から生まれました

天窗に関する要望は、以下のように様々である。

- ① 高齢者が多くなるので工場を明るくしたい。
- ② 明るさを損なわずに暑くない天窗を。
- ③ 既設の屋根に取り付けたい。

これらの要望に対応すべく、多くの採光板の選定や部材の改良・改善を実施してきた。関連するメーカーからは、技術情報の提供を受け製品開発にご協力頂いた。また前出の「天窗照明シミュレーション」開発の主体メンバーとして参画したことは我々の技術力の大きな向上につながった。

4. 「暑くない」「結露・漏水しない」「均斉度が高い」商品+丁寧な「施工」が徹底

試験センターにおける一例。

(網入型硝子だけの場合と網入型硝子+拡散板(SPシート)の場合を比較)

従来の天窗採光は春分から夏至・秋分までの太陽高度が高い時には多くの直射光が入射する。そのため、拡散板のない天窗では直射光による陽だまりが発生し、かつ、時間とともにその位置が移動する。そのことは作業環境としては不相当と考えられる。また、赤外線の建物内部への入射による暑さも問題である。この問題点を改善するため、採光板に「網入型硝子+拡散板(SPシート)」を使用することで問題点を解消した。建物の用途や形状によってより機能性を高める必要がある場合を考慮し、各種実証試験・測定を行っているところである。

参考例として写真2～3や表2～3を示す。

写真4・5に拡散板(SPシート)を取付けたことによる改善事例を示す。

弊社では天窓をクレームのない省エネ商品として信頼してもらうため、引き合いを頂いたユーザーには、網入型硝子だけの物件については拡散板(SPシート)を追加して積算する旨お伝えし、かつ、過去の問題点等を解消している製品であることをお話しするように努めている。

このことは最終のユーザーである施主や実際に使用される方々へ明るく快適な空間を提供することにつながるものと自負しているところである。

写真で観る(輝度計他)



写真-2 網入型硝子

写真-3 網入型硝子+拡散板

測定値で観る グローバル照度(太陽直射光+天空光)と天窓から取り込んだ各作業面照度

上表-2 網入型硝子

下表-3 網入型硝子+拡散板(SPシート)

網入型ガラス(6.8mm)だけのトップライト

日付	測定箇所 時間	屋外照度	屋内照度1	屋内照度2	屋内照度3	屋内照度4	屋内照度5	屋内照度6	屋内照度7	屋内照度8
		(グローバル照度)								
2010年 1月16日	9:00:00	45,450	319	352	386	360	377	392	344	252
	10:00:00	63,850	528	543	522	541	502	494	423	347
快晴	11:00:00	73,910	2,758	4,309	852	910	4,444	709	505	320
	12:00:00	76,290	5,765	4,618	1,332	2,449	3,755	709	515	350
	13:00:00	71,270	5,494	2,446	1,429	2,678	2,107	659	497	320
	14:00:00	59,610	1,255	1,000	616	675	879	491	405	334
	15:00:00	38,740	416	417	377	389	347	323	292	268
	16:00:00	13,820	150	175	180	189	182	211	171	114

スカイトップライト 網入型ガラス(6.8mm)+拡散板(SPシート)

日付	測定箇所 時間	屋外照度	屋内照度1	屋内照度2	屋内照度3	屋内照度4	屋内照度5	屋内照度6	屋内照度7	屋内照度8
		(グローバル照度)								
2009年 7月20日	6:00:00	7,475	106	105	111	110	128	115	97	95
	7:00:00	60,550	680	666	675	694	778	715	666	678
晴天	9:00:00	113,800	1,863	1,707	1,677	1,778	2,066	1,788	1,749	1,816
	10:00:00	139,600	2,801	2,443	2,429	2,692	3,111	2,580	2,623	2,737
	11:00:00	130,500	3,012	2,525	2,577	2,899	3,315	2,682	2,873	2,900
曇天 ~大雨	12:00:00	23,270	422	409	407	439	472	434	430	420
	13:00:00	50,550	938	888	900	950	1,071	945	930	935
	14:00:00	63,030	1,219	1,122	1,134	1,230	1,377	1,200	1,208	1,192
	15:00:00	22,710	410	386	395	426	459	421	416	407
	16:00:00	15,700	281	269	247	268	293	268	264	257
	17:00:00	11,350	211	199	185	207	217	204	194	190
18:00:00	7,709	141	129	123	134	128	115	125	108	



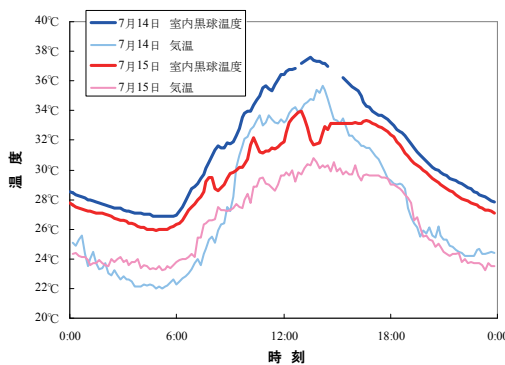
写真-4



写真-5 改善後

次のグラフは、網入り型硝子+拡散板(SPシート)の天窓が採光によって室内の温度を上昇させていないことを示している。

【室内温度の測定結果】



- 室内の黒球温度は、昼夜に関わらず気温より2~4°C高い値を示す。
- これは、工場の室温や、壁、天井、床からの輻射熱の影響と考えられる。
- 日中の黒球温度に顕著な上昇が全く見られないことから、室内の温度上昇にトップライトから入射する光の影響は少ないと考えられる。

(注) 2ヶ所の黒球温度の差は、最大0.8度、2日間平均は0.1度であった。そのためグラフは2ヶ所の平均値を示す。黒球温度は輻射熱の計測指標であり、労働環境や熱中症危険度など評価する際に使われる。測定は、空調、換気、トップライト以外の採光を行わない条件で実施した。気温はアメダス(天竜)。

5. 新製品「スカイトップライト L-デザイン」について

前出の「天窓照明シミュレーション」技術の開発によって、建物用途や使用目的に応じた天窓の採光設計や昼光照明デザインの提供が可能となった。そこで、弊社では、個別の建屋の場所や方角に対応したシミュレーションを実施し、天窓施工時の室内照度分布を事前に計算するとともに、要求照度を実現する最適な天窓設計を行った製品を「スカイトップライト L-デザイン」として販売する運びとなった。

「スカイトップライト L-デザイン」の販売にあたっては、事前に照明シミュレーションでその効果を検討することが可能である。その際には、以下の3つのステップで採光設計を実施する。

- ステップ1 採光計画に当たってご計画の建物概要、目的とする室内照度の設定
- ステップ2 その上で天窓の配置計画の立案
- ステップ3 天窓照明シミュレーションによる検証→必要に応じて配置計画の変更

6. 最後に

以上、述べたように、天窓の問題点を解決と、その照明性能をシミュレーションで予測する技術の開発により、天窓は昼光照明設備としての新たなステージに入ったと考えている。是非、省エネ、CO₂削減の一つの有効なツールとして注目していただきたい。

ある自動車メーカーの社長のインタビュー記事に「電気と水、空気はカネがかかるが、太陽と重力はタダ」という言葉がある。その自動車メーカーにおいては、工場、倉庫、販売店に至るまで太陽光を取り入れた天窓が設置され、作業場や整備スペースが明るく、しかも暑く感じない。また、最近、某コーヒースョップの郊外店にも弊社天窓が採用され、工場や倉庫だけでなく、一般のお客さんがくつろぐ店舗においてもトップライトの市場が広がってきている。今回、販売を開始する「スカイトップライト L-デザイン」も含め、今後の天窓の普及に期待している。

問合せ先 本社 住所 〒431-141 静岡県浜松市北区三ヶ日町三ヶ日344
電話 053-524-1880 FAX 053-524-0496

E-mail:wbs50049@mail.wbs.ne.jp
http://www.sky-planning.co.jp/