

工場用天窓のアジア新興国への普及検討

— ベトナムを例として —

機械科

株式会社スカイプランニング

加藤俊文* 鈴木敬明

外山 勸 小野巳吉

Feasibility study on the spread of emerging Asia industrial skylights

— Vietnam as an example —

Toshifumi Kato, Takaaki Suzuki, Susumu Toyama and Miyoshi Ono

1 はじめに

静岡県工業技術研究所では、(独) 科学技術振興機構より委託を受けて、天窓の研究を行っている。これは、従来からある天窓を新しい技術により改善して、省エネルギー効果の大きな設備として普及しようとするものである。具体的には、ガラス層、断熱空気層、拡散板層の3層を設け、従来の天窓の暑い、まぶしいという問題点を改良した構造の天窓である。また、それぞれガラス層および拡散層材料の透過率を計測し、それらの天窓を設置したときの、室内の照度をシミュレーションできるようにした。これらの、技術成果は、平成22年度(第43回)照明学会全国大会で「光学特性に基づく天窓用透過材の配光計算」として発表した。また、工場等へ天窓を設置した時の経済効果比較を「照明エネルギーからみた、トップライト(天窓)と太陽光発電の比較」として、静岡県工業技術研究所報告第3号に報告した。

エネルギー問題は全世界的な問題であるが、特に今後工業化が進む新興国にとって、必要エネルギー増大は大きな問題である。天窓の省エネルギー効果は、広い面積を明るくするために一日中照明を点灯する工場において大きい。これらの工場の建設は、新興国において多い。このため工場への天窓設置の可能性と課題を、新興国において検討する。特に今回は、新興国として注目されているベトナムを例として検討した。

2 ベトナム経済概要

ベトナムは、1986年にドイモイ政策に転換してから、高い経済成長を維持している。初期には経済成長率が8～9%台を、1997年の通貨危機後も5%台を維持している。特に通貨危機後は、それまでの国有企業・重工業中心から、民間企業や外資の導入に力をいれ、海外からの投資を呼び込み成長を維持している。また、2007年にはWTOにも加盟し、より投資環境も整ってきたのに加え、中国プラスワンとして注目をあつめ、日本からの投資も増えている。一方では、新興国共通の課題として、インフラ等の整備が成長に追いついていないという現状もある。このため、成長を続けるアジア諸国への工場立地の典型としてベトナムを考えた。

3 ベトナムのエネルギー事情

ベトナムでは、産業の発展とそれに伴う国民生活の向上により、エネルギー消費量が拡大している。そのエネルギー消費全体における産業用のエネルギーの使用量は、40%を超えており、中国(54%)同様大きいのが特徴である。これは、29%の日本、18%の米国などの先進国と比較して、新興国の特徴となっている。これらの国では、産業用エネルギーの増加を抑制することが、省エネルギーのために重要である。

*) 現 退職

表1 全消費エネルギーに対する用途別消費量
(石油換算百万トン)

	全消費 エネルギー	産業用	交通	民生・農業
米国	1572.0	281.00	649.00	482.00
日本	352.0	102.00	91.10	120.00
中国	978.0	526.00	126.00	225.00
ベトナム	22.7	9.63	6.93	5.92

出典：エネルギー・経済統計要覧（EDMC編）2006年のデータを編集

ベトナムでは全体のエネルギー使用量が増加する中で、電力使用量も増えている。ベトナムの国家エネルギー開発計画によると2020年までに、国内の電力需要は毎年15～20%増加する予想である。図1は電力発電量である。2009年の電力供給量は850億kWhで、前年比14%増となった。しかしそれでも、需要には対応できていない。このため、計画停電がおきており、工場の操業にも多くの影響が出ているのが現状である。今回調査したホーチミン市のタンロン工業団地は、電力を優先的に供給してもらっている。しかし、それでも停電が起きている。中には、電力供給総量を規制されている工業団地もあるようである。これらの電力不足のため、ラオスや中国等の近隣諸国からの電力の購入とともに、原子力発電所を初めとしての更なるインフラ整備が計画されている。同国にとっても、省エネルギーは大きな課題となっている。

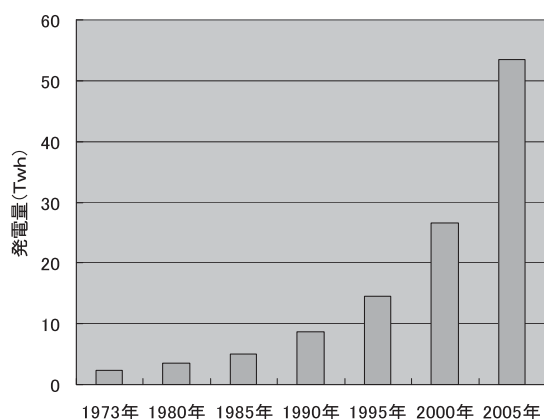


図1 発電量の推移

出典：エネルギー・経済統計要覧（EDMC編）を編集

4 ベトナムの電力価格

ベトナムでは、電力はすべてベトナム電力公社（EVN）が供給している。表2は、工場用電力価格である。2010年3月1日より6.3%の値上げになった。これは、2009年度の8.9%の値上げに引き続いての値上げである。

表2 ベトナム工場用電力価格（2010年）
(ベトナムドン/kWh)

	～2月28日		年3月1日～	
送電電圧	22KV未満	22KV以上	22KV未満	22KV以上
通常時	955	870	1023	935
ピーク時	1900	1755	1938	1825
22:00-04:00	540	475	589	518

* ピーク時 9:30-11:30、17:00-20:00

ベトナムドンの日本円の為替は2011年1月1日で、0.004163円/ドンであるため、産業用6KV～22KVの通常電力料金が3.8円/kWhとなる。これは、先進国に対して、安い価格となっている。ただし、収入・物価の安いベトナムの人たちは、相対的に高いと感じているようだ。

表3 各国の電力料金
(USセント/kWh)

	日本	米国	英国	フランス	ドイツ	イタリア
産業用	11.7	6.2	11.7	5.1	9.4	21
家庭用	17.8	10.4	18.6	14.4	22.2	22.6

5 ベトナムの日照時間

ベトナムは日本より南方に位置するが南北に長く、首都ハノイの緯度は約北緯21度、ホーチミンは北緯11度で、北部は温帯性気候、南部は熱帯性気候となっている。特徴的なのは、地域によって日照時間の差が大きな事である。これは日本より、かなり大きい。また、南の国だからといって日照時間が長いわけではない。ハノイは、日本の県庁所在地で一番日照時間が短い秋田市よりも、短くなっている。特に、雪の日が多く太陽の出る日があり無いといわれる2月の秋田より、日照時間が短いのは特筆される。

表4 ベトナムと日本の都市の日照時間（2008年）

	ブンタウ	ハノイ	静岡市	秋田市
1月	209	63	168	30
2月	211	26	230	43
3月	286	68	227	133
4月	249	73	184	189
5月	203	143	177	204
6月	223	116	90	182
7月	240	144	159	124
8月	196	124	201	166
9月	152	123	146	212
10月	208	92	154	153
11月	164	148	168	100
12月	168	114	205	58
計	2509	1234	2108	1594

出典：General statistics office of VIETNAM

日本気象庁

ブンタウはホーチミン近郊の海岸部都市

日照時間とは、直達日照量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上の時間を言う。これは、直射日光により影が認められる程度の日照である。このため、日照時間外が暗いというわけではないが、天窓による明るさには影響する。静岡市では梅雨時期に、日照時間が短くなるが、ハノイ市などは、乾季の1月～4月に短くなっている。在ハノイ日本大使館によれば、「この時期は、連日曇り空で晴れの日は殆どない」との事であった。

天窓の設置には、現地での気象の調査が欠かせない。ベトナムの日照時間の短さは実際の設置には、検討が必要であろう。直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以下でも天窓により明るさを確保することは十分に可能であるが、やはり天窓面積等に考慮が必要となる。加えて、日射時は南に行くほど光が強くなる。ベトナムでは、ハノイおよびホーチミンが北回帰線より南にある。このため、真上から太陽が照る時期があり、天窓のガラスへの入射角が小さな強い太陽光が進入する時間が長くなる。これらの太陽高度が高いときの特性確認も必要となる。

6 工場建設の現状

6-1 日系企業の工場の構造

ベトナムへ多くの日系企業が進出している。建物は、その国の風土や建築基準などに左右されその国独自のものになるが、日系企業工場の構造は、おおむね日本と同様の構造にすることが多い。



写真1 建設中の工場

日本の工場とまったく同じ構成、同じ配置にしている企業もあった。また、現地の建築施工方法を取り入れ安くしたが、不具合が生じて、日本方式にしたという声もあった。写真1は、建設中の工場、壁を現地のようにレンガで作り、屋根は日本と同じような金属屋根かスレートにすると思われる。この様な構造の工場にする場合が多いとの話である。いずれにしても、日本のゼネコンが契約と設計などを行い、現地の建設会社が資材の調達から施工を行う分担となる。ベトナムなど新興国では、進出する企業が属する国の建設会社が請け負っている場合が多く、最近は韓国や中国の建設会社が目に付くとの事であった。このため、天窓のアジア新興国への普及といっても、まず日系企業の工場への設置を目標にしたい。それも、施主である日本企業か設計する日系ゼネコンへの販売となるであろう。

6-2 ローカル企業の工場の現状

現地の小企業の工場の概念は、なるべくお金をかけなく、雨や日の光をさえぎることだけを目的としたものになっている場合が多い。現地で新築工場といっても、材料が新品とは限らず、トタン屋根が穴だらけという場合もあるようだ。中古のトタンを利用するために以前止めた穴がのこっており、当然雨漏りがする。見かけた小工場は、明かりとりのために、透明樹脂を乗せた従来の天窓は使用していた。ただ、ローカル企業の工場は、そのレベルから、今回検討中の天窓設置の対象からとりあえずはずすことになるであろう。

6-3 施工の現状

ベトナムは現在建設ラッシュであるが、その工事は、かなり危険を伴うような状態であった。写真2

は、ハノイ中心部のニッコーホテル前の工事現場のもので、ビルの出っ張りで足場も無く作業をしていた。施工現場は日本とかなり異なっている。

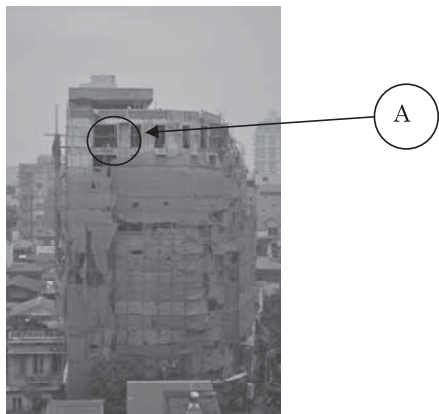


写真2 建築現場写真



写真3 A部拡大

7 天窓の設置状態

今回、ハノイのノイバン国際空港に近い、日系の工業団地であるタンロン工業団地を訪問した。タンロン工業団地は住友商事子会社（58%所有）と、国営企業（42%）の合弁の工業団地で、入居企業87社のうち日系企業が79社を占めている。これら日系企業においても、夏に空調が入らず扇風機だけの工場も多い。精密部品加工工場やアセンブリ工場には空調が入っているが、機械加工工場や大型機械組み立て工業では、ファンのみのようである。このため、工場内で火などを使う加工工場では、40℃以上になるとの話であった。工業団地内の工場の一部を外部から見ただけではあるが、空調が入っていると思われる（空調の室外機がある）工場は密閉式であり、入っていない（ドアや窓が開けてある）工場は、従来型の天窓が付いているものが見受けられた。現地の駐在員の話では、感覚的に30%程度の企業に空調が入っているではとの事であった。いずれにしても、

【ノート】

日本の後を追う形になるが、工場での空調の普及と省エネルギーへの関心は、今後増大して行くものと判断する。

8 輸出に関して

海外の工場での、天窓の設置には、どの様に資材を供給するかも大きな課題となる。長尺物の部材を使用することがある折板屋根の工場建設では、その物流が重要である。日本国内でも、短い場合はトラックで、トラックで運ぶのが難しい長尺物は、現場で天窓資材の成形が行われている。この場合、成形機を現場に持ち込むことになる。これは、継ぎ目のない長尺物の方が、雨漏りなどに有利になるためである。

海外の場合は、成形機の持ち込みと持ち出しが輸出入を伴うという事で難しくなる。海外輸出用のコンテナは40フィートコンテナ（内寸2.3×2.3×11.9 m）と、20フィートコンテナ（内寸2.3×2.3×5.8m）である。このため、輸出用には、10mか5 mにユニット化した天窓の開発が必要になると考える。

9 まとめ

省エネルギーのための設備として、天窓が有効である事は間違いない。特に、インフラが十分でなく電力が足りない新興国において、今後の更なる産業発展のために有効である。そして、東南アジア等南の国は日射が強いので、今回研究を行った拡散板付き天窓の効果がより高いと思われる。

ただし、天候はその国によって違っており、基本の天窓構造は同じとしても、現地の気象条件を考慮した設計も必要となる。また、日本からの輸出には、国内と違う物流を考慮したユニット化の検討も必要になると考える。

参考文献

1. EDMCエネルギー・経済統計要覧（財）日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編
2. <http://www.gso.gov.vn> (General statistics office of VIETNAM)