

屋上・壁面緑化による冷暖房負荷低減効果

名古屋工業大学 大学院工学研究科 産業戦略工学専攻 教授 水谷 章夫

Professor Akio Mizutani
Techno Business School
Nagoya Institute of Technology



はじめに

一般に、工場施設の外壁は、熱容量の小さい材料で施工されている場合が多く、しかも断熱されていない場合が多い。そのため、夏季での冷房負荷が多いことが問題視されている。2004年に工場立地法(工場敷地内の緑化を義務化)が改正され、建物の屋上・壁面緑化面積も緑地面積に算入することが可能となった。省エネの観点からも屋上・壁面緑化工法の普及が進むものと思われる。

本稿では、熱容量の小さい建物を対象として、屋上・壁面緑化による熱環境緩和効果について検討したところを紹介する。

実験棟および実験方法

写真1に示すように、実験棟は、某工場施設と同様の壁面・構造仕様を有する床面積9.1m²(2.7m×3.6m)の鉄骨造平屋建2棟で、周囲に障害物の無い同一敷地内(愛知県西加茂郡三好町黒笹)に建築した。本稿では、緑化無施工および寒冷紗覆面施工の実験棟をA棟、緑化施工の棟をB棟とする。壁は外側から角波鉄板(厚0.8mm)、空気層(厚115mm)、プラスターボード(厚12.5mm)の構成とした。屋根はシート防水仕上の鉄板(厚4.5mm)葺き、天井はプラスターボード(厚12.5mm)仕上げとした。壁面の緑化にあたっては、ヤシガラマット(厚8mm)にヘデラを絡ませた緑化パネルを設置した。屋上の緑化は、防水層(厚30mm)、培養土(厚80mm)、芝生(厚30mm、コウライシバ)により構成した。一方、寒冷紗覆面について、壁面では寒冷紗3枚重ね、屋上面では4枚重ねとし、いずれも日射遮蔽率が90%以上になることを確認した。



写真1 実験棟の概要

第1表に測定項目と測定機器を示す。冷房機は東芝製 ルームエアコン(RAS-2855DV、エネルギー消費効率COP=4.34)を使用した。1年目の実験では緑化による熱環境緩和効果を検証するために、緑化棟と非緑化棟の比較および緑化面の設置方位に関する検討を行い、2年目の実験では緑化の日射遮蔽効果を検証するために、緑化棟と寒冷紗覆面施工棟の比較を行った。

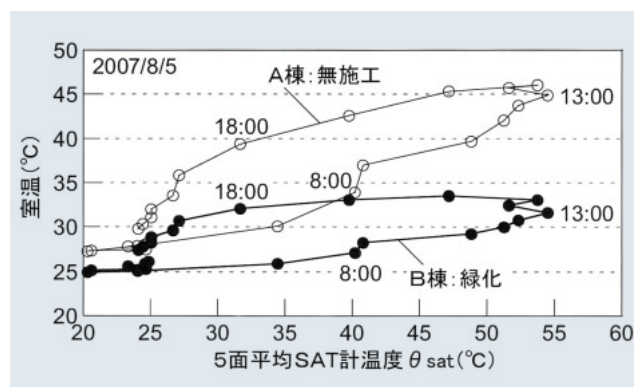
第1表 測定項目と測定機器

測定項目	測定機器
日 射 量	英弘精機 ネオ日射計 MS-42
相当外気温	SAT計 計6面 (上面、東面、南面、西面、北面、下面)
熱 流 量	英弘精機 MF-200
表 面 温 度	江藤電機 Thermodac-F model 5030A、熱電対(T)
グローブ温度	SHIBATA グローブサーモメーター
温 湿 度	ESPEC RS-11
電 力 量	HIOKI 電圧ロガー 3671 HIOKI コミュニケーションベース 3912

結果と考察

3.1 室温および壁面温度における緑化の影響

緑化棟と非緑化棟の室温の違いを調べるために第1図に5面平均SAT計温度とA棟(非緑化)およびB棟(屋上・南・西面を緑化)の室温の関係を示す。いずれの棟も、午前中は日射量に対して概ね比例的に室温が上昇しており、その傾向はA棟でより顕著である。

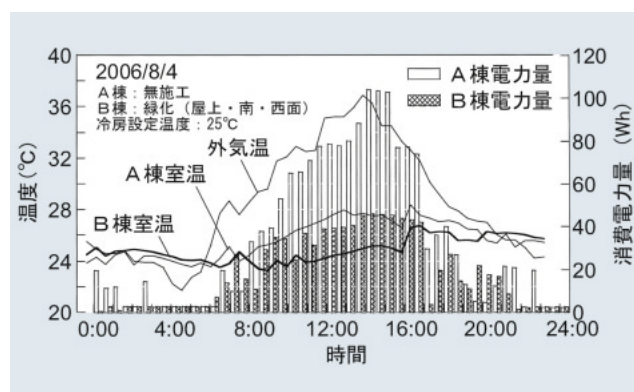


第1図 非冷房時での5面平均SAT計温度と室温の関係

一方、午後になると、A棟の室温は日射量に比例して低下するが、B棟では18時頃まで室温が変化していない。これより、A棟では日射の影響を強く受けて室温が変動するが、B棟では緑化によりその影響が軽減され、また緑化層が保温層になっていることがわかる。

3.2 緑化による冷房消費電力量の低減効果

本節では、無施工時、緑化時、寒冷紗覆面時の消費電力積算量を比較し、その効果の程度について検討した。第2図に、外気温、A・B各棟の室温およびルームエアコンの冷房消費電力量の一例を示す。これより、外気温の変動に伴い両棟の室温が変動し、さらにその室温変動に応じて消費電力量が推移している。また、15時頃のピーク時におけるB棟の消費電力量はA棟の半分以下であった。



第2図 室温・外気温・消費電力量の経時変化

第2表 測定ケース間での消費電力量の比較

A棟 緑化	B棟 緑化	消費電力量の比 (B棟/A棟)	A棟 寒冷紗	B棟 緑化	消費電力量の比 (B棟/A棟)
無	屋上・南・西	0.53	無	屋上・南・西 東・北	0.59
無	屋上・南	0.71	東・南・西・北	屋上・南・西 東・北	0.73
無	屋上・西	0.73	東・西・北	屋上・南・西 東・北	0.66
無	屋上	0.65	屋上・東・南・西・北	屋上・南・西 東・北	0.85

そこで、8～18時の積算消費電力量についてA棟に対するB棟の比を調べ、第2表に測定ケース毎の平均値を示した。まず、屋上・南・西面緑化の場合は消費電力量比が0.53(設定温度25℃)であり、また東・北面を寒冷紗覆面した場合は0.59である。両者間に大差がないことから、東・北面からの日射熱流入の影響は小さく、いずれの場合も、無施工時(A棟)と比べて消費電力量が約6割に低減されることがわかる。次に、寒冷紗との比較では、全面寒冷紗と屋上・南・西面緑化(東・北面は寒冷紗)とした場合の消費電力量比は0.85であった。すなわち、冷房消費電力量の低減効果は緑化の方が全面寒冷紗覆面よりも若干大きいことが確かめられた。緑化面の設置方位の影響では、まず、屋上面のみを緑化した場合では、非緑化に対して0.6程度の消費電力量比となり、

屋上緑化のみでもかなりの日射遮蔽効果が期待できるものと考えられる。

3.3 壁面周辺の輻射温度

寒冷紗覆面および緑化した壁体からの輻射温度を測定するために、グローブ温度計を建物南面に設置した。寒冷紗覆面からの輻射温度は、特に9～13時は緑化面からの輻射温度より5℃以上高かった。これより、寒冷紗覆面は、室内に対しては緑化面に準ずる熱環境緩和効果を有するものの、建築外部に対する熱影響は緑化面より大きいといえる。

まとめ

本稿では、熱容量の小さい実験棟2棟を対象とした実験を行い、屋上・壁面緑化の熱的特性を非緑化面および寒冷紗覆面との比較から調べた。さらに、屋上・壁面緑化による冷房負荷低減効果を定量的に評価した。得られた結果は次の通りである。

- (1) 非冷房時(自然状態)の場合、緑化棟の室温は非緑化棟に比べてかなり低くなり、緑化による日射遮蔽効果の大きいことが明らかとなった。
- (2) 両棟の室温を同一になるように冷房した場合も、緑化棟の方が消費電力量の大幅な低減効果が認められた。特に、屋上・南・西面を緑化した場合には非緑化棟と比べて40～45%減となり、大きな省エネルギー効果が得られた。
- (3) 寒冷紗覆面した場合にも緑化と同様に日射遮蔽効果が認められたが、壁体表面温度において両者の間に違いが見られた。

今後の課題として、屋上・壁面緑化の蒸散による蒸発冷却効果の定量化と冬季での暖房負荷におよぼす緑化(日射遮蔽)の影響ならびに年間を通じた省エネルギー効果の定量化が挙げられる。

〔参考文献〕

日本建築学会技術報告集 第15巻 第29号、155-158、2009年2月

水谷 章夫(みづたに あきお)氏 略歴

昭和54年 3月 名古屋工業大学大学院工学研究科修士課程修了
昭和55年 4月 岐阜工業高等専門学校助手
昭和58年 4月 名古屋工業大学助手
平成元年 3月 工学博士(東京工業大学)
平成 4年 4月 名古屋工業大学助教授
平成10年 4月 名古屋工業大学教授

主として、建築環境工学の熱・湿気分野の教育と研究に従事