

技術報告

壁面緑化による鋼板壁面の温度低減事例 (つる植物と登はん補助資材の相乗効果)

木村裕喜¹⁾・村岡義哲²⁾・小嶋正之³⁾

- 1) トヨタルーフガーデン(株)
- 2) ダイトウ テクノグリーン(株)
- 3) 豊田ケミカルエンジニアリング(株)

摘要：つる植物による壁面緑化を行った鋼板壁面に対して、温度低減効果を調査した。鋼板にヤシガラ系登はん補助資材を設置し、鋼板面への直射日光を遮るだけで、外壁の温度が最大 13.5℃ 低下した。更につる植物が被覆する事で、最大 24.8℃ の温度低下を観測した。次に壁面の構造と、外壁面の温度データより、壁から室内に伝わる日中の積算流入熱量を推定し比較した。鋼板にヤシガラ系登はん補助資材を設置することで、流入熱量は鋼板露出部に比べて最大 4 割削減された。更にヘデラ類が繁茂することで流入熱量は最大 6 割削減された。

キーワード：鋼板、壁面緑化、工場緑化、温度低減効果、つる植物、登はん補助資材

1. はじめに

地球温暖化・ヒートアイランド現象の緩和が叫ばれる中、官民一体となって推進されてきた屋上緑化も、一般に認知され普及が進んできた。現在、新たな課題として壁面緑化が注目されている。

愛知万博では様々な壁面緑化手法で構成された世界最大級の緑化壁「バイオラング」が登場し、緑の価値と存在感を示す会場の中心的なモニュメントとして機能した。壁面は視認性が高い上、壁面緑化による温熱環境改善や心理的效果も大きく、対象となる面積は屋上よりも建築壁面の方が広いなど、壁面が緑化対象地として活用される意義は大きい。

このような状況下、工場でも壁面緑化が利用されることが期待されている。2004 年工場立地法が改正され、屋上・壁面緑化面積が緑地として算入可能となった。東京都では自治体の裁量権を踏まえ、2005 年 4 月より登はん補助資材を用いた壁面緑化に関しては、その補助資材設置面全体を緑化面積として認めるなど⁶⁾、壁面緑化を行いやすい環境が整備され始めた。このような中、壁面緑化の効果を数値的に明らかにし

ていく事が科学的にも、またその流れを加速させるという社会的な意味でも重要である。

これまで、壁面緑化が有する各種の効果のうち、温熱環境の改善に関する内容は幾つか報告されているが、コンクリート壁面が主要な対象であり^{1,3,5)}、工場や倉庫で見られるような鋼板を外壁材にもちいた建築物での研究報告事例はほとんどない。

そこで本研究では環境対策として壁面緑化を実施した愛知県工場内の鋼板壁面建築物を対象にして、壁面緑化による温度低減効果を検証したので報告する。

2. 試験の概要と方法

壁面緑化を開始して 1 年 3 ヶ月が経過した豊田ケミカルエンジニアリング(株)研究棟(愛知県半田市)にて外壁面温度の測定を行った。壁面緑化には、つる植物の被覆が早い天然ヤシ繊維のマットと立体金網が一体になったヤシガラ系登はん補助資材²⁾である壁面緑化パネル(以下緑化パネルとする)を用いた。壁面(133 m²)に緑化パネルを設置し、前面の花壇につる植物のヘデラ・ヘリックス(*Hedera helix* L.)、ヘデラ・カナリエンシス(*Hedera canariensis* Willd)、ノウゼンカズラ(*Campsis chinensis* Voss)を 1 m あたり 4 株混植して登はんさせた。測定を開始した時点で、ノウゼンカズラは部分的に壁面最上部(約 H=10 m)まで生育、それを追うようにヘデラ類は H=2 m 前後まで登はんしていた(写真-1)。

測定を行った研究棟の西面外壁は厚さ 0.5 mm の角波状ガルバリウム鋼板(55 %アルミニウム・亜鉛合金めっき鋼板)製で、2004 年 8 月 4 日～10 月 28 日まで T 型熱伝対(以後センサとする)を用いて、気温並びに外壁温度を 1 時間毎に測定した。センサの取り付け部位は、鋼板露出面、緑化パネルの裏鋼板面、つる植物が被覆した緑化パネル裏鋼板面の計 3 箇所とした(写真-1)。なお、計測箇所は、ノウゼンカズラの葉が疎である壁面下部で、ヘデラ類によって被覆されていた。



写真-1 豊田ケミカルエンジニアリング(株) 研究棟正面 (西向き, 外壁:ガルバリウム鋼板) 試験開始時の壁面緑化状況と鋼板面へのセンサ設置箇所
 : 鋼板露出部
 : 壁面緑化パネル裏鋼板面 つる植物なし
 : 壁面緑化パネル裏鋼板面 つる植物被覆部
 気温は底の直下にて測定した

3. 結果と考察

測定開始直後の8月初旬、鋼板の表面温度は最大 65 にまで上昇した。この値を記録した8月9日の1時間毎の温度変化を図-1に記す。鋼板露出部と緑化パネル裏鋼板面の温度差は最大で 13.5、鋼板とつるが覆った緑化パネル裏鋼板面の温度差は 24.8 となった。

野島ら³⁾、梅干野ら¹⁾はコンクリート壁面では、壁面緑化による外壁面の温度低減は最大 10 程度と報告している。鋼板の場合、日差しによる壁面の温度上昇は著しく、今回これらの報告よりも大きな温度低減が観測された。ただ補助資材設置により、鋼板面への直射日光が遮られる事で壁面温度は 10 以上低くなり、植物による遮光や蒸散作用に基づく温度低減効果は、これまでの報告同様最大 10 程度であった。

本現場は方位の関係で、午前中植物の遮光による温度低減は期待できないが、つるで覆われた鋼板部は、7時~13時の間気温よりも低い値となった。これより植物の蒸散による冷却効果は壁面緑化による温度低減に確実に寄与していると考えられた。

以上より、鋼板壁面での温度低減効果は最大約 25 にも達したが、これは壁面緑化補助資材による遮光と、つる植物の被覆の相乗効果によるものである事が確認された。

今回、温度差のピークは夕方5時に観測されたが、西側壁面の場合、方位の関係でこの時間帯に日射量がピークを迎える事が予測される。実際、梅干野ら(1985)は西向き建築壁面にて、16時前後に受熱日射量、壁面温度とも最大になり、壁面緑化が夏場の西日除けに有効である事を報告しており¹⁾、本結果にほぼ一致する。これより鋼板壁面においても壁面緑化による西日除け効果は十分にあると考えられた。

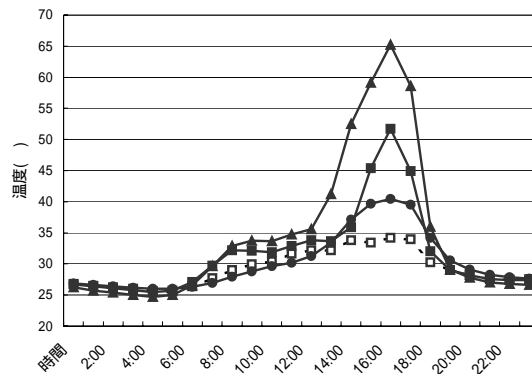


図-1 鋼板壁面温度の経時変化 (04年8月9日)
 : 気温 : 鋼板露出部 : 壁面緑化パネル裏鋼板面 つる植物なし
 : 壁面緑化パネル裏鋼板面 つる植物被覆部

試験区ごとの一日の温度変化に着目すると、つるで覆われた緑化パネル裏の鋼板面は他の区に比べてその変動が一番小さく、これは試験期間を通じて同様の傾向であった。これよりつる植物の被覆により壁面の温度変化が小さくなる為、熱で生じる壁材の膨張・収縮による劣化は減少する事が予想される。

図-1の元データを使い、壁面緑化によって屋内への熱の流入がどの程度削減されたかを推定した。壁面の構造は外側から 0.5 mm のガルバリウム鋼板、空隙を挟み、その内側が 12 mm のプラスターボード(石膏ボード)となっている。熱伝達が壁の断面方向のみと仮定すると、壁面の断熱性能である熱貫流率は 4.0 W/m²・Kとなる(表.1)。

表-1 試験実施壁面構造と熱貫流率の算出根拠

壁面仕様	厚さ: d (mm)	熱伝導率: (W / m ² ・K)	熱(貫流)抵抗: R [= d / λ] (m ² ・K / W)
ガルバリウム鋼板	0.5	43.0	0.00001
中空層	10.0 以上	-	0.09
プラスターボード	12.0	0.22	0.05
室内表面熱伝導抵抗	-	-	0.11
合計			0.25

中空層の熱抵抗・室内表面熱伝導抵抗・プラスターボードの熱伝導率は木造住宅工事共通仕様書⁷⁾参照、ガルバリウム鋼板の熱伝導率はメーカー等の情報に基づく。

熱貫流率(W/m²・K)は熱抵抗の逆数 [= 1/R = 1/0.25 = 4.0]

各時間における壁面から室内への流入熱流 (m²あたり)は (外壁面温度 - 室内温度) × 熱貫流率により算出した(表.2, 3)。その際、室内温度は執務時間中(AM8:00 ~ PM7:00)空調により 27.0 一定と仮定した。

表-2 鋼板壁面(露出部)から室内への流入熱流 (04年8月9日)

時間	外気温()	室内温度()	鋼板露出部() 温度()	鋼板面()から室内 への流入熱流(W/m ²)
8:00	27.7	27.0	29.6	-
9:00	29.0	27.0	32.9	17.0
10:00	29.9	27.0	33.8	25.4
11:00	30.4	27.0	33.6	26.8
12:00	31.6	27.0	34.7	28.6
13:00	32.2	27.0	35.6	32.6
14:00	33.2	27.0	41.3	45.8
15:00	33.8	27.0	52.5	79.6
16:00	33.4	27.0	59.1	115.2
17:00	34.2	27.0	65.2	140.6
18:00	34.0	27.0	58.6	139.6
19:00	30.3	27.0	36.0	81.2

8:00-19:00の積算熱量(kJ/m²) 2636.6

室内温度は執務時間中(AM8:00~PM7:00)エアコンにより27.0一定と仮定。
8時と9時の流入熱流の平均を8-9時の流入熱流として表記。
8:00-19:00の積算熱量[kJ/m²]は各時間の熱量(=流入熱流[W/m²]×3600[s])
の総和。

表-3 壁面緑化パネルを設置した鋼板外壁から室内への
流入熱流 (04年8月9日)

時間	つる植物 無し() 温度()	鋼板面()から 室内への 流入熱流(W/m ²)	つる植物 被覆部() 温度()	鋼板面()から 室内への 流入熱流(W/m ²)
8:00	29.7	15.8	27.0	1.8
9:00	32.2	20.6	27.9	5.4
10:00	32.1	20.0	28.8	9.0
11:00	31.9	21.6	29.7	11.8
12:00	32.9	25.4	30.2	15.0
13:00	33.8	27.0	31.3	21.6
14:00	33.7	31.2	33.5	33.2
15:00	35.9	54.6	37.1	45.6
16:00	45.4	86.2	39.7	52.2
17:00	51.7	85.2	40.4	51.8
18:00	44.9	45.8	39.5	39.4
19:00	32.0	-	34.2	-

8:00-19:00の積算熱量(kJ/m²) 1560.2 8:00-19:00の積算熱量(kJ/m²) 1032.5

室内温度は表-2同様、27.0一定と仮定。算出方法も同様。

朝8時から夜7時までの外壁からの積算流入熱量(11時間分)は、鋼板が露出している場合、2636.6 kJ/m²であった。緑化パネルを設置することで、流入熱量は1560.2 kJ/m²と、遮へい効果により約4割(1076.4 kJ/m²)削減された。更にヘデラ類が繁茂することで流入熱量は1032.5 kJ/m²と、約6割(1604.1 kJ/m²)が削減された。

野島ら(2004)は種々のつる植物の壁面緑化事例を調査し、壁面緑化を行うことで、室内への熱流入の59.3~86.4%が

削減されると報告している⁴⁾。又、梅干野ら(1985)はツタで被覆される事で、日射吸収熱の3/4は外壁に届かず削減される事を示した¹⁾。本試験でもほぼ近いレベルの削減量になる事が推定値より示された。今回、植栽から1年3ヶ月が経過した比較的新しい壁面緑化事例にて調査を実施したが、つる植物による被覆が今後進行する事で、壁面の温度と熱流入低減効果はより大きくなる可能性がある。

4. おわりに

鋼板を壁材とした工場内建築物の壁面で壁面緑化による温度低減効果を調査した。鋼板の場合、日差しによる壁面の温度上昇が著しく、ヤシガラ系登はん補助資材の設置とつる植物の被覆による相乗効果により最大約25%の外壁面の温度低減が観測された。これにより壁からの室内への流入熱量は最大6割削減されたと推定された。

現在、壁面緑化への注目度が高まり、環境・景観対策としての有効性も認識されつつあるが、工場緑化の中でも壁面緑化が広く取り上げられていく事を期待したい。

引用文献

- 1) 梅干野晃, 茶谷正洋, 八木幸二(1985)ツタの西日遮へい効果に関する実験研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 第351号:11-17
- 2) 牧隆, 渡辺裕之, 柏木秀公, 金田尚也(2001)ヤシガラ系登はん補助資材を利用した各種ツル性植物の登はん状況, 造園技術報告集, No.1:54-57
- 3) 野島義照, 沖中健, 小林達明, 坊垣和明, 瀬戸裕直, 倉山千春(1993)壁面緑化による建築物の壁面温度の上昇抑止効果の実証的研究, 造園雑誌, 56(5):115-120
- 4) 野島義照, 鈴木弘孝(2004)壁面緑化による夏季の壁面から屋内への熱流および熱流量の軽減効果, ランドスケープ研究, 67(5):447-452
- 5) 渋谷圭助, 佐藤済仁(2004)パネル設置型および下垂型壁面緑化における温熱環境評価, 日緑工誌, 30(1):211-214
- 6) 東京都産業労働局(2005)工場立地法届出のてびき 東京都産業労働局商工部地域産業振興課, 74-75
- 7) 住宅金融公庫(2003)木造住宅工事共通仕様書, 財団法人住宅金融普及協会, 130-132

(2005.6.25 受理)