

参考資料 9 暑熱対策技術の施工上もしくは運用上の留意点の整理

本事業で検証した技術について、設置・運用時に留意すべき項目ごとに再整理を行った。2章で示した技術情報収集と、本事業での施工・運用時に明らかになった留意点をまとめた。

1) 水の使用

技術の運用に際して必要な水量や留意点について下記に示した。

技術	水の供給方法	使用水量	水質・水温への配慮	留意点及び運用方法等
オーニング				(水は使用しない)
フラクタル形状の日除け				(水は使用しない)
メッシュ日除け+散水	間欠	約2ℓ/日		<ul style="list-style-type: none"> ・日除けのみでも効果はあるが、散水で日除け表面温度を低下させることで効果が高くなる。 ・大阪ビジネスパークでの検証では、15秒噴霧、180秒停止の間欠運転で散水をしていた。
冷却ルーバー	連続	約120ℓ/日	要	<ul style="list-style-type: none"> ・風が強い環境では風下に水滴が飛散することがあるため、水質への配慮や、ルーバー前面に植栽を置いて風を抑えるなどの対応が必要 ・少量の水を連続的に流すことで冷却面を保つしくみで、堺市綾ノ町電停での検証で幅3.6m×高さ1.7mのルーバーに14ℓ/h程度使用 ・ルーバー下部まで流れた水は地面に落ちるため、保水性の高い路面や土が適している。 ・下水道料金については、給水した水が公共下水道に流れ込まない場合、地方自治体によっては減免される場合があるが、当該自治体に問い合わせる必要がある。
緑化冷却ルーバー	3回/日	約70ℓ/日		<ul style="list-style-type: none"> ・間欠的にルーバー状に配した保水性のブロックに水を供給し冷却面を保つしくみで、ルーバーの保水量や蒸発量を考慮し、適正な灌水量の設定が必要である。 ・東京ビッグサイト前海上公園の検証では、幅5m×高さ1.8mのルーバーに1日3回(7:00, 11:00, 15:00にタイマー設定)、23ℓ/回程度使用した。 ・暑熱対策として使用しない夏季以外にも植栽への適度な水の供給が必要。
樹木ポット	1回/日	樹種・サイズによる		<ul style="list-style-type: none"> ・植物の管理のため、日々給水が必要となる。
保水ブロック	1回/日	約270ℓ/日		<ul style="list-style-type: none"> ・散水システムを導入するか、人による打ち水を行う方法でもよい。 ・舗装材下部から給水するタイプについては、耐荷重の制限があるため、導入場所への車両通行頻度等について予め検討する必要がある。 ・水資源の有効な活用に配慮し、下水再生水や雨水等を利用することが望ましい。 ・一度に多量の散水をしても保水されずに排水されてしまうため、表面が湿潤となる適量を数回に分けて散水することが望ましい。

(保水ブロック つづき)				<ul style="list-style-type: none"> ・朝に水を供給し日陰に保つと湿潤状態が保たれ効果が継続する。 ・歩行者や一般車両の安全走行への影響を考慮して、散水時刻等を計画する必要がある。 ・東京ビッグサイト前海上公園での検証では、早朝に1回 6.7l/m^2 を 40 m^2 の面積に散水した。 ・スプリンクラー等で散水する場合は、通行人への配慮が必要。
水景施設	連続	約 1440ℓ / 日	要	<ul style="list-style-type: none"> ・水を連続的に流すことで冷却面を保つしくみで、熊谷市役所前バス停での検証では、$1.5\text{m} \times 1\text{ m}$ サイズの足水部分と手水鉢を備えた施設で地下水を 180l/h 使用した。 ・手や足を直接濡らして涼むため、低い水温のほうがより冷たさを感じる。 ・人が直接水に触れる施設なので、水質への配慮が必要。 ・排水施設の整備が必要である。
送風機付き微細ミスト噴霧	連続または間欠	約 32ℓ / 日 ※1	要	<ul style="list-style-type: none"> ・噴霧水が人に触れるもしくは吸入するため水質への配慮が必要。 ・堺市綾ノ町電停での検証では水の使用量を抑えるため、人感センサーを設置し、人が近づいたときに稼働するシステムを採用した。 ・商業街路等で実施する場合、店舗の商品等によっては、わずかな濡れも適さない場合があるため、噴霧場所に留意する必要がある。 ・給水装置として水道に接続する場合には、水道法施行令第4条第2項の規定に基づく「給水装置の構造及び材質の基準に関する省令(平成9年3月)」に適合させる必要がある。
天井冷却ルーバー	連続(循環)	約 80ℓ / 日 (循環水量目安) ※2	要	<ul style="list-style-type: none"> ・冷水の確保が必要である。 ・JR 前橋駅での検証では、天井冷房システムの循環水温度を地下水同等と想定した $17\text{ }^\circ\text{C}$ 設定とし、ヒートポンプ式熱源機で冷却した。循環流量は、今回設置したシステム全体で 16 [L/min] とした。 ・地下水を用いる際に、直接設備に通水する水の水質について事前に詳細な検討を要する。 ・地下水を熱源とした水冷式のヒートポンプで熱交換のみ行うという方法も考えられる。 ・天井冷房システムの冷却に伴う結露水の排水配管が必要となる。
水冷ベンチ	連続	約 620ℓ / 日		<ul style="list-style-type: none"> ・冷水の確保が必要である。 ・水を連続的に流すことで座面を冷やすしくみで、熊谷市役所前バス停での検証では、3人がけのベンチ3台におよそ 78l/h の水を使用した。 ・水で冷やされた座面に人が着座して涼むもので、低い水温のほうがより冷たさを感じる。ベンチの表面温度が $30\text{ }^\circ\text{C}$ 以上になると、体感温度の

※1 噴霧ノズル4個が設置され、一回あたり5分間の稼働で、10時から19時の電車本数(40本)分稼働していた場合の水量

※2 天井冷房システム配管内の冷水保留量を、配管距離と配管径から概算した。

				<p>改善効果が少なくなる一方、低すぎると、ベンチ表面に結露が発生し、座ると臀部の着衣が濡れてしまうため注意が必要。</p> <p>・排水施設の整備が必要である。熊谷市役所前の検証では、水冷ベンチの排水を水景施設に導水していた。</p>
--	--	--	--	--

2) 電気の使用

技術の運用に際して、電気を使用する場合がある。水を使用する技術で、水の供給を水道ではなく井戸や貯水タンクから行う場合、ポンプが必要となり電気を使用する。また、給水の ON/OFF などのためにタイマー機能を付加する場合には微量の電力が必要となるが、電池式のものをを用いることもできる。

技術	留意点及び運用方法等
オーニング	・基本的に電気の使用はないが、熊谷市役所前の検証で導入していたような開閉式のオーニングで自動開閉を行う場合には、タイマー制御と開閉動作に電力を使用する。
フラクタル形状の日除け	(電気は使用しない)
メッシュ日除け+散水	・散水をタイマー制御で行う場合、微量の電力を使用する。 ・水の供給が水道ではなく井戸や貯水タンクからの場合、ポンプが必要となり電気を使用する。
冷却ルーバー	(水道を使う場合、電気は使用しない)
緑化冷却ルーバー	(水道を使う場合、電気は使用しない)
樹木ポット	(電気は使用しない)
保水ブロック	・散水をタイマー制御で行う場合、微量の電力を使用する。東京ビッグサイト前での検証では、電池式のタイマーを設置していた。
水景施設	(水道を使う場合、電気は使用しない)
送風機付き微細ミスト噴霧	・送風機の運転とミスト噴霧のために電気を使用する。 ・堺市綾ノ町電停での検証では、3.1kwh/日(9時間)の電力を使用した。 ・稼働時の消費電力が比較的大きいため、堺市綾ノ町電停での検証では人感センサーを設置し、人が近づいたときに稼働するシステムを採用した。
天井冷却ルーバー	・天井冷房システムは冷水の循環に電力が必要となる。前橋の検証で実施したように、ヒートポンプ式熱源機を用いて冷水を生成して運転する場合は、熱交換にも電力が必要となる。 ・前橋の検証では、晴天日の多い8月には平均 16.8 kWh/日(最大 21.0 kWh/日、最少 13.8 kWh/日)の電力を使用した。循環ポンプのみの場合は、3.1 kWh/日(設備の稼働状況に寄らず一定)の電力使用量であった。
水冷ベンチ	(水道を使う場合、電気は使用しない)

※井戸ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水を用いる際には井戸ポンプに電気を使用する。 ・熊谷市役所前での検証では、1日(8時間)2400ℓの水の汲み上げに 1.5kwhの電力を使用した。
--------	---

3) 風向・風速への配慮

技術	強風に気をつけるべきもの	静穏下が適しているもの	風向への配慮が必要なもの	留意点及び運用方法等
オーニング	○			・台風などの強風に煽られる危険性があるため、強風が予測される場合にはオーニングを巻き上げるなどの対応が必要である。熊谷市役所前の検証では、風速計が付き、一定以上の風速で自動的にオーニングが巻き上げられるものを採用した。
フラクタル形状の日除け				(風への配慮は不要)
メッシュ日除け+散水	○			・強風時にもミストが飛散せずにメッシュに付着するよう、風の影響の小さい位置にミストのノズルを設置する(例:メッシュを2重としてその間に設置) ・風の影響を受ける場合は強風時に自動停止可能な制御システムとする
冷却ルーバー	○		○	・風が遮られると体感温度改善効果が小さくなるため、夏の主風向を把握し、なるべく風と平行に設置するのが望ましい。 ・風速が強い場所等に設置する場合には、ベンチがルーバーの風下になった際に水が飛散し、人が濡れる可能性があるため、ルーバー前面に植栽等を設置し、ルーバーに当たる風を弱めることも有効である。
緑化冷却ルーバー			○	・風が遮られると体感温度改善効果が小さくなるため、夏の主風向を把握し、なるべく風と平行に設置するのが望ましい。
樹木ポット			○	・風が遮られると体感温度改善効果が小さくなってしまうため、夏の主風向を把握し、風を遮蔽しない設置方法が望ましい。
保水ブロック				(風への配慮は不要)
水景施設				(風への配慮は不要)
送風機付き微細ミスト噴霧				・送風機付きでない微細ミストの場合は、風が吹くとミストが風に流されてしまうことに留意する必要がある。 また、車道際に設置する場合には、噴霧量や風向きにより道路にミストが流され、交通の視認性の悪化が懸念される可能性があることに留意する必要がある。
天井冷却ルーバー		○		水を通水した冷却フィンによって冷やされた空気は、自然対流によって空間内を循環する。自然対流は気流の影響を受けやすいため、半屋外環境でも気流の流れが少ない場所に導入するのが効果を得るのに適する。
水冷ベンチ				(風への配慮は不要)

4) 定期的なメンテナンスや夏季以外の季節における配慮

技術により夏季技術稼働中やシーズンオフの間に点検等のメンテナンスが必要なものがある。下記に、技術毎に必要な管理内容を示した。

技術	留意点及び運用方法等
オーニング	<ul style="list-style-type: none"> 定期的なメンテナンスは不要。素材によっては定期的な拭き掃除や専門業者による清掃が必要な場合もある。 冬には日射しを取り込めるように巻き上げ式のオーニングを採用するなどの配慮が必要である。
フラクタル形状の日除け	(定期的なメンテナンスは不要)
メッシュ日除け+散水	(定期的なメンテナンスは不要)
冷却ルーバー	(定期的なメンテナンスは不要)
緑化冷却ルーバー	<ul style="list-style-type: none"> 植物の剪定や枯れた植物の交換などのメンテナンスを月1回程度行うことが推奨されている。
樹木ポット	<ul style="list-style-type: none"> 植物の管理のため、日々給水が必要となる。
保水ブロック	<ul style="list-style-type: none"> 常時日陰の場所などで常に湿潤状態に保たれると、アオコやヌメリが発生することがあるほか、冬季には保水された水が凍って溶けにくくなることがあるため、定期的に乾燥させたり清掃が必要な場合がある。
水景施設	<ul style="list-style-type: none"> 足水部分の清掃などが使用状況により必要。
送風機付き微細ミスト噴霧	<ul style="list-style-type: none"> ミスト噴霧装置は年に1~2回の点検が推奨されている。
天井冷却ルーバー	<ul style="list-style-type: none"> 天井冷房システムは、水を通水した冷却フィンと、冷却フィンに付着した結露水を排水するためのドレンを内蔵した化粧ルーバーからなる。冷却フィン表面の汚れは冷却効率を阻害する可能性を有する。また、ドレンレール内に埃や虫などが留まることで、ドレン水のオーバーフローの可能性がわずかだが存在する。各部の定期的な清掃が必要となる。 熱源機、配管については定期的なメンテナンスは不要。
水冷ベンチ	(定期的なメンテナンスは不要)

5) その他個々の留意点

上記以外で、本検証での設置・運用で留意した点をそれぞれ下記に示した。

技術	留意点及び運用方法等
オーニング	<ul style="list-style-type: none"> 色が白いもの、高反射加工が施されているものほど効果は大きくなる。 オーニングが大きいほど、日陰となる面積が大きくなり、効果は大きくなる。 設置工事の際、基礎の掘削が必要である。
フラクタル形状の日除け	<ul style="list-style-type: none"> 設置時に製品の設置方位に留意が必要。 日除け面積が大きいほど、日陰となる面積が大きくなり、効果は大きくなる。 設置工事の際、基礎の掘削が必要である。
メッシュ日除け+散水	<ul style="list-style-type: none"> メッシュ日除け面積が大きいほど、日陰となる面積が大きくなり、効果は大きくなる。 メッシュ日除けへの含水量の増加が効果向上に寄与するため、含水量を増加させるような給水方法を採用する。さらに屋外の耐候性を確保し、且つより親水性の高い材料を採用することが望ましい

冷却ルーバー	<ul style="list-style-type: none"> ・冷却面に囲まれる面積がより大きくなるように設置することで、放射環境の改善効果が高くなるが、4) で挙げたとおり、風を遮ると体感温度改善効果が小さくなってしまふことに注意が必要。 ・ルーバーで遮蔽する敷地は、緑地であるより高温化しやすい日向のアスファルト等の人工被覆である方が効果が高い。 ・西日時の利用が想定される場所では、ルーバーを西面に置くことで、西日よけとしての効果も加わる。 ・設置工事の際、基礎の掘削が必要である。
緑化冷却ルーバー	<ul style="list-style-type: none"> ・冷却面に囲まれる面積がより大きくなるように設置することで、放射環境の改善効果が高くなるが、4) で挙げたとおり、風を遮ると体感温度改善効果が少なくなってしまうことに注意が必要。 ・ブロックの側面が日陰に保たれているほうが、表面温度が低く保たれて体感温度改善効果が大きくなるため、緑化冷却ルーバーを日陰に設置する工夫や、灌水チューブの位置の工夫が必要である。 ・ルーバーで遮蔽する敷地は、緑地であるより高温化しやすい日向のアスファルト等の人工被覆である方が効果が高い。 ・西日時の利用が想定される場所では、ルーバーを西面に置くことで、西日よけとしての効果も加わる。 ・設置工事の際、基礎の掘削が必要である。
樹木ポット	<ul style="list-style-type: none"> ・日除けが作り出す影が小さい場合に追加的に設置したり、太陽高度が低くなった場合に日陰を作り出すための補完的な役割を果たすため、設置場所の日射環境を把握して設置することが望ましい。 ・重量が軽いものは、転倒防止対策や防犯対策が必要となる。
保水ブロック	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロックの敷設面積が大きい方が効果が大きくなる。 ・路面が日向になると、表面が乾きやすくなるため、日除けなどで日陰に保つことが有効である。一方で、常時日陰の場所などで常に湿潤状態に保たれると、アオコやヌメリが発生することがある。 ・ブロックを新たに設置する場合は、既設舗装部分との段差が生じないよう配慮する必要がある。
水景施設	<ul style="list-style-type: none"> ・水面をできるだけ多く確保するほうが冷却面が大きくなり効果が大きくなる。 ・少ない水量で冷水の流れを確保するために水面に日射を当てないように、また安全性も考慮し、水深の浅い設計が望ましい。 ・設置工事の際、排水施設整備等に掘削が必要である。
送風機付き微細ミスト噴霧	<ul style="list-style-type: none"> ・人の上半身を冷却するように送風機の向きを調節するとよい。
天井冷却ルーバー	<ul style="list-style-type: none"> ・設備直下での効果が最も高いため、設置面積がより大きくなる設置方法が望ましい。 ・放射環境の改善効果もみられるため、比較的高い天井に設置する場合には放射環境改善効果が小さくなる可能性がある。 ・天井部分に設置するため、既設の天井に比べ設備高さ分（330mm）低くなる。そのため、天井近くの案内サイン等への視認性への配慮が必要となる場合もある。
水冷ベンチ	<ul style="list-style-type: none"> ・日射の影響によりベンチ表面温度が上がらないよう、日陰に保たれる場所に設置することが望ましい。