

作業所事務所における環境配慮技術の適用事例

奥田 信康・高崎 英人・安藤 邦明・三坂 育正・村谷 優

地球温暖化防止は全人類共通の課題であり、わが国の各業界では環境自主行動計画を掲げてCO₂削減活動を実施している。建設業界においても、建設発生土・建設副産物の発生抑制、建設車両等の省燃費運転をはじめ、種々のCO₂削減活動が積極的に実施されている。竹中工務店では、さらに、作業所事務所でのCO₂排出量の低減を目指した活動を進めている。これら取り組みの内、本稿では、最新の2件の環境配慮技術適用事例を紹介する。

キーワード：エコフィス、地下水有効利用、暑熱対策

1. 作業所における省CO₂への取り組み事例 ～「エコフィス」

(1) 「エコフィス」とは (図-1)

ここ数年、オフィスからのCO₂排出量が増加傾向で、省エネルギー法の改正などによる、オフィスにおける省エネが注目されている。一方で、施工段階における工事でのCO₂削減活動は行われているが、オフィス(作業所事務所/分類上は「施工」に含まれる)での省エネ活動は進んでいるとは言えない。そこで、朝日機材、三協フロンティア、ネクストエナジーアンドリソース、と共同で検討を重ね、環境にやさしい(エコ)+作業所事務所(オフィス)＝「エコフィス」の開発に至った。

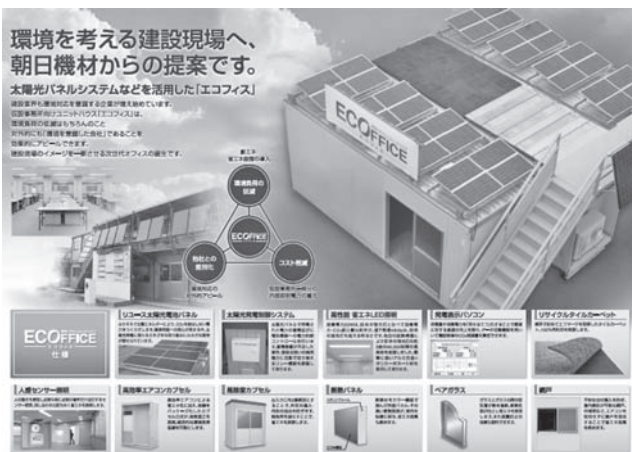


図-1 「エコフィス」パンフレット

(2) 取り組みの目的

施工段階におけるオフィスでのCO₂排出量を削減

するために、エコフィスに導入する高効率設備機器や建築資材などについて検討した。作業所事務所は数年間の有期限建築(仮設)であることから、事務所を設置するたびに機器等を新しく購入して取り付けるのではなく、設置・解体・転用が容易に繰り返すことができ、しかも低コスト化が図れるようなレンタル方式での運用を検討した。

その際、費用対効果や視覚的アピール効果、作業所内の啓発効果という観点も踏まえた。

(3) 要素技術

CO₂排出量を削減するうえで、太陽光発電パネルは、使用時の排出量がゼロである「再生可能エネルギー」であり、視覚的効果の高い要素技術となる。過去の設置事例では、新規購入して短期間使用した後に廃棄(またはリユース)しており、導入コストが高くなる欠点があった。そこで、ハウスレンタルを行っている朝日機材とレンタル方式ができるように協議して、ユニットハウスに付け外しが容易にできる専用の取り付け金物を開発するなど、仕組みを構築した。太陽光発電パネルには、ネクストエナジーアンドリソースが展開している整備済の中古パネルを採用し、資源の有効活用をはかった。

レンタル方式を採用することで、設備導入コストとパネル製造時エネルギーの削減ができ、さらに、使用後のリユースを確実にし、資源有効利用を大いに促進することができる。

仮設建物に設置した太陽光発電パネルでの余剰電力は、システムに充電池を加え、日中や休日等に発生す

る余剰電力を、発電できない夜間にも活用できるようにした。蓄えた電気はLEDによる事務所照明に使用し、現場で作りに出した電気エネルギーを余すことなく有効に活用しうるシステム構成とした。

以上をエコオフィスの試作一号棟として作業所に設置し、試験運用を行った。

(4) 実施例

エコオフィス試作一号棟は、日本企業投資千葉みなとビル新築工事業所に設置した(写真-1)。太陽光発電パネルは、壁掛けタイプとした。発電効率は、通常の屋上設置に比べ、やや劣るものの、環境啓発には高い効果を見込むことができる。さらに、LED照明管は8本取り付けした。

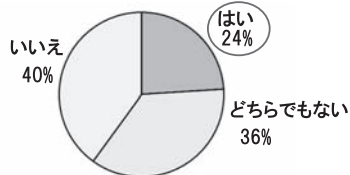
このシステム構成での省エネルギー効果のシミュレーションを行った結果、太陽光発電パネル設置により5 kg-CO₂/月、LED照明管設置により9 kg-CO₂/月のCO₂削減効果が算定された。

また、当該作業所では、「見せるエコ」をコンセプトとした活動を行い、エコオフィスを、社外への環境活動PRに使うことはもちろん、作業所内の人にも環境活動に取り組んでいる姿勢を見せることでの環境啓発を狙い、環境情報発信基地という位置づけにした。



写真-1 エコオフィス試作一号棟

Q1:今まで環境について考えることはありましたか？



Q2:活動を通して環境に対する意識は変わりましたか？

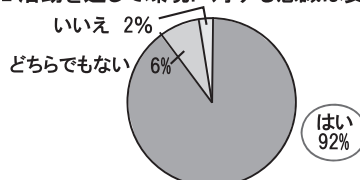


図-2 作業員の環境意識に対するアンケート結果

取り組み実施後の作業員の環境意識アンケート結果(図-2)をみると、「見せるエコ」により、作業員の環境への意識が向上し、作業所の環境活動の活性化に繋がることが明らかとなった。

以上より、当初の狙い通り、エコオフィス導入により、CO₂削減はもちろん、環境PRや啓発にも効果があることが確認できた。

2. 建設工事で発生する余剰地下水の作業所内での有効利用事例

(1) 適用の経緯・現場概要

大規模建築工事に伴う地下工事に際して、ドライワークでの作業環境を確保するために、工事範囲周辺の地下水を揚水し、地下水水位を低下させる工法が採用される。そのため工事期間中は大量の余剰地下水が発生し、多くのケースではそのまま下水道等へ放流されている。本項では、都内の建築現場(仮称 麻布台2丁目計画新築工事)において、ディープウエル揚水を場内で水処理し、作業所トイレの洗浄水・夏場の作業所屋上での屋根散水用水として再利用することで、未利用資源の有効利用を行った事例を紹介する。

(2) 地下水のろ過処理・再利用システム

① システム構成

地下水の有効利用システムフローを図-3に、処理システムの外観を写真-2に示す。ディープウエルより、地上部へ汲み上げられた地下水を、沈砂槽、サイクロン、高速繊維塊ろ過装置の順に処理を行い、処理水貯留槽に清澄な処理水を貯留し、現場内での使用状況に応じ圧力感知式ポンプで供給を行う構成である。仮設事務所の2F、3Fおよび休憩所のトイレにろ過・滅菌処理した地下水を供給し、直接人に接触しない洗浄水のみを使用し、手洗い等には水道水を使用した。屋根散水の詳細は、次節(3)で述べる。

② 環境負荷低減効果の測定方法

水処理および処理水の有効利用の効果を把握するために、サイクロン・ろ過処理装置の処理水量と水質(SS)およびトイレ使用水量、屋根散水使用水量の計測を行った。

③ 実施結果

(a) ろ過処理結果(水質)(図-4)

ディープウエル揚水中の浮遊物質(SS)は、揚水開始直後や降雨時には、一時的にSSが増加するが、連続揚水中のディープウエル揚水のSSは比較的清澄で、概ね1~4 mg/Lであった。サイクロンおよび高

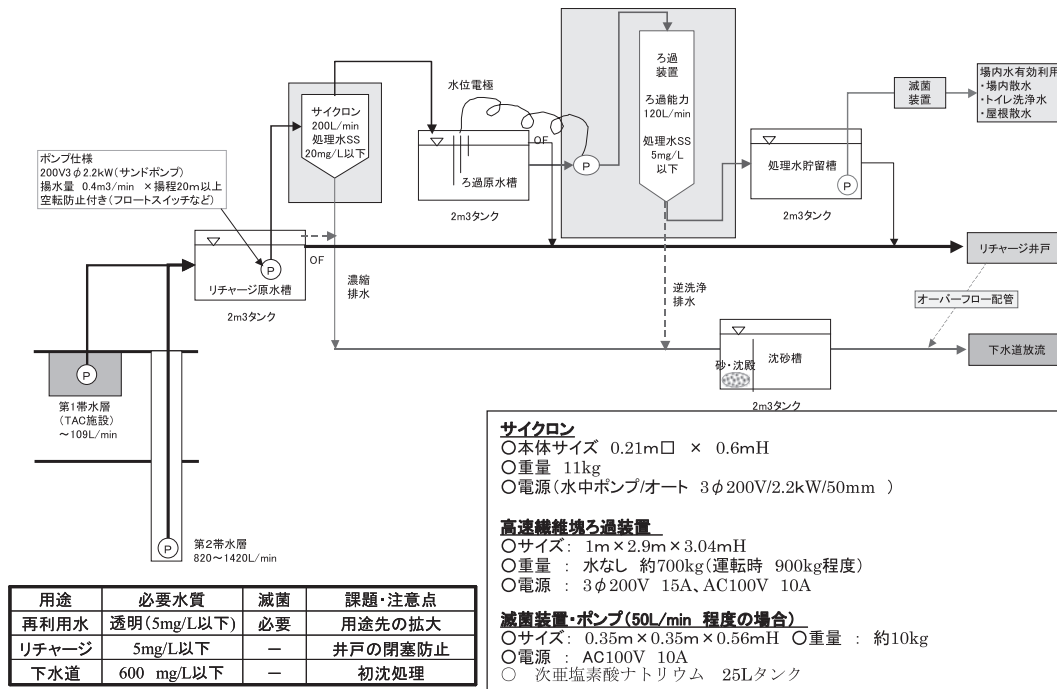


図-3 地下水有効利用システムフロー図

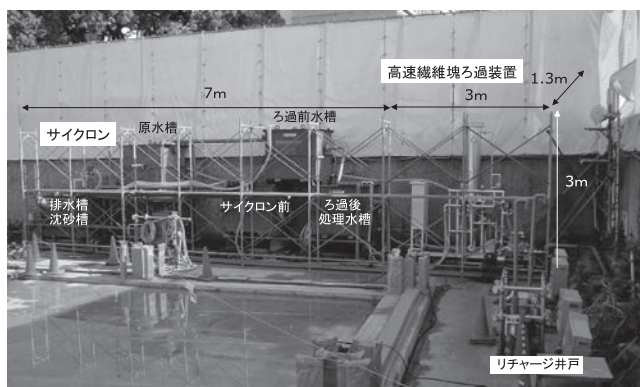


写真-2 地下水有効利用システム外観

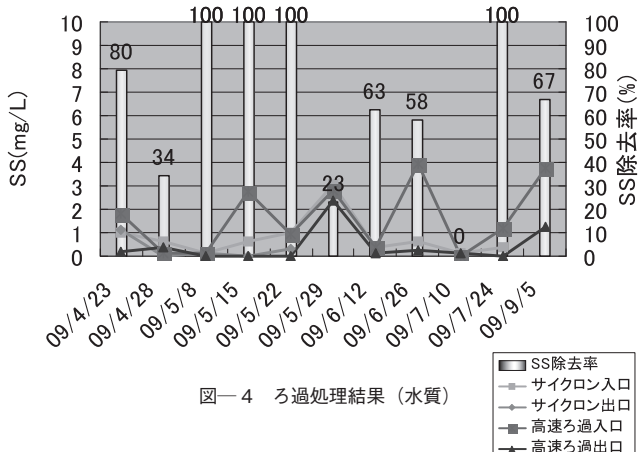


図-4 ろ過処理結果 (水質)

速繊維塊ろ過装置により、処理期間中の処理水 SS は概ね 1 mg/L 以下となり、再利用上問題を生じない水質が維持された。

(b) ろ過処理結果 (水量) (図-5)

計測期間 (2009/4/23 ~ 9/30 : 延べ 160 日間) での

処理水量は、サイクロン (累計 31,163 m³, 195 m³ / 日)、高速繊維塊ろ過装置 (累計 22,830 m³, 140 m³ / 日) であり、サイクロンおよび高速繊維塊ろ過装置は設置期間中、機械的トラブルも無く安定的に稼動した。

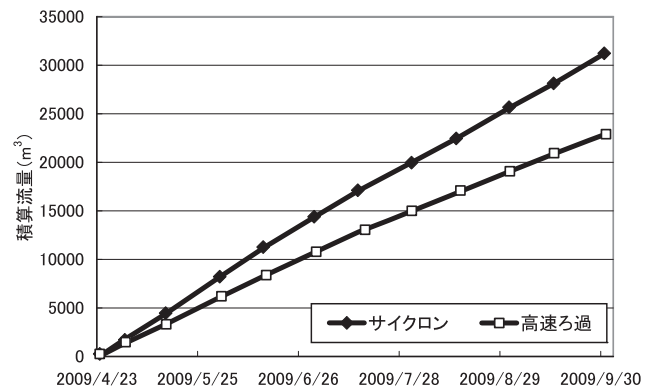


図-5 ろ過処理結果 (水量)

(c) 再利用水使用水量

トイレは、2009/5/18 ~ 9/30 までの期間に、累計 527 m³ の処理水を使用した。この間使用水量は平均 5 m³ / 日、場内作業員数は平均 346 人 / 日であり、トイレの使用水量原単位は、14.7 L / 人 / 日と推定された。屋根散水は、2009年7月~9月初めまで実施し、累計 190 m³ の処理水を使用した。その他のろ過処理水は、リチャージウエルから帯水層へ戻した。

本現場では、再利用期間約 5 カ月で、累計 717 m³ の水道使用水量を削減でき、未利用資源の有効利用を図ることができた。

(3) 屋根散水システム

①システム構成

本システムは、ろ過処理した地下水を、屋根散水として有効利用し、夏季の省エネルギー効果とヒートアイランド緩和効果を狙ったものである。本項では、システムの概要と実測による効果の定量評価結果について述べる。

システム概要を図-6に示す。表-1に示す散水条件で、スプリンクラー形式の散水ノズルを計9個設置し、仮設事務所の屋根ほぼ全域(約320m²)を散水範囲とし、西側の1スパンのみを比較対象用の非散水範囲とした。散水時間を8時から17時とし、降雨時には散水を停止した。散水概況を写真-3に示す。

散水ノズル毎に流量調整バルブを取り付け、水量を

表-1 ろ過処理結果(水量)

水圧	水量	飛半径
[Mpa]	[L/min]	[m]
0.2	6.2	2.1

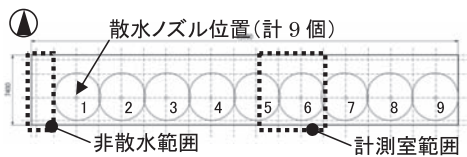
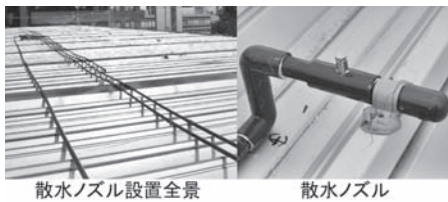


図-6 作業所屋根散水範囲



散水ノズル設置全景 散水ノズル

写真-3 散水システム概況

均等とした。

②環境負荷低減効果の測定方法

実測概要を図-7に示す。省エネルギー効果については主に4F計測室の空調機に設けたワットチェッカーで消費電力量を計測することにより把握し、ヒートアイランド緩和については屋外に設置した各測定機器により効果を定量的に把握した。

③実施結果

(a) 表面温度低減効果

図-8に折半屋根凸部におけるSAT(相当外気温度:日射の影響を加味した外気温度)と表面温度の関係を示す。散水により10℃程度の低減効果が確認できた。また、写真-4に折半屋根上の表面温度分布を示す。これより、

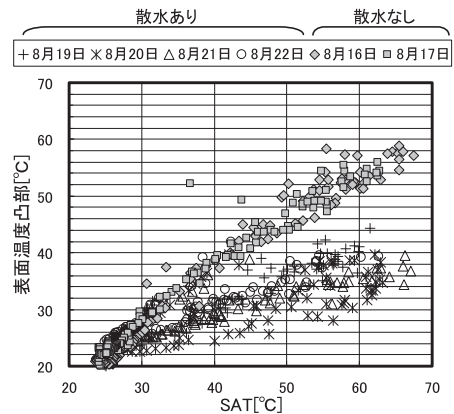


図-8 SATと凸部表面温度の関係

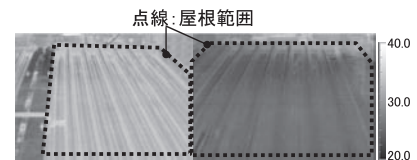


写真-4 サーモ画像(左:非散水,右:散水)

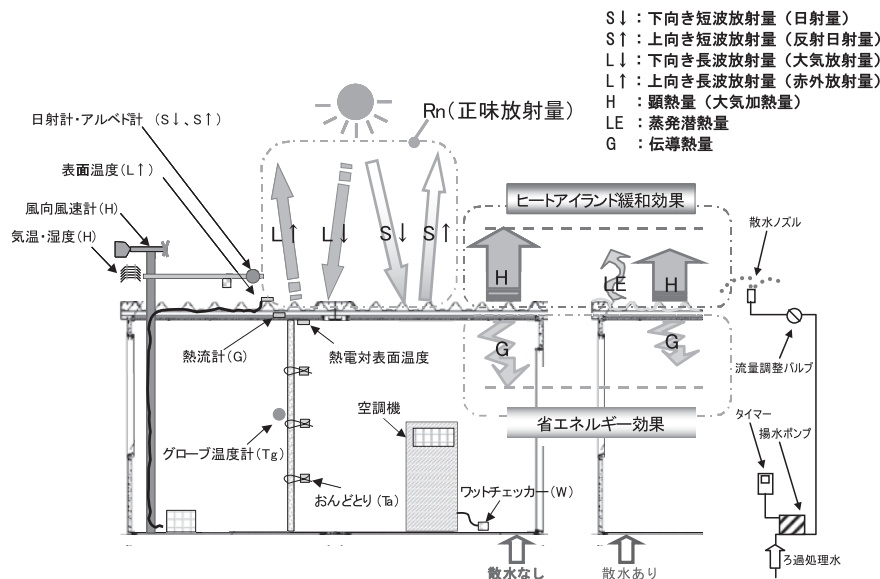


図-7 実測および散水システム概要

- S↓: 下向き短波放射量(日射量)
- S↑: 上向き短波放射量(反射日射量)
- L↓: 下向き長波放射量(大気放射量)
- L↑: 上向き長波放射量(赤外放射量)
- H: 顕熱量(大気加熱量)
- LE: 蒸発潜熱量
- G: 伝導熱量

計測室屋根上は均一に散水されており、約 10℃の散水による表面温度低減効果が散水範囲で確認できた。

(b) 消費電力量削減効果

図-9 に計測日の平均外気温と消費電力量（1日積算値）の関係を示す。平均外気温が 30℃の時、2.5 KWh 程度の散水による消費電力削減量が推定できた。本作業所では同等性能の空調機が最上階に計 8 台あるため、夏季 3 カ月間を空調稼働期間として、作業所全体で 1 年間に約 1ton-CO₂ の散水による CO₂ 削減量と推定できる。計測条件として、空調設定温度は 28℃で空調時間・散水時間共に 8 時～ 18 時とした。

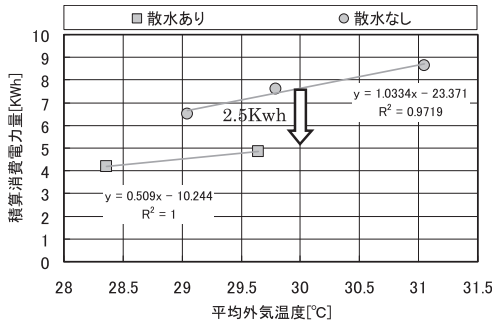


図-9 平均外気温と積算消費電力量の関係

(c) ヒートアイランド緩和効果

図-10, 11 に散水の有無による熱収支の経時変化のグラフを示す。散水によって顕熱フラックス量（大気過熱量）が半分程度となっていることが確認できた。

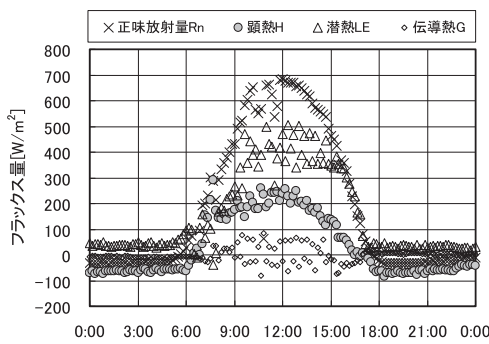


図-10 熱収支の経時変化（散水あり、8/27）

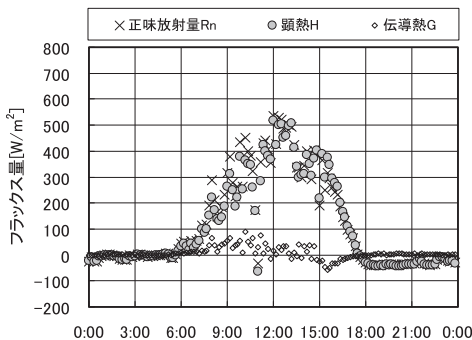


図-11 熱収支の経時変化（散水なし、8/17）

3. 今後の展望

エコフィス導入による効果は、CO₂削減はもちろん、環境PRや啓発にも効果があることが分かった。今後は、複層ガラスや高効率蛍光灯、トップライトなど、作業所の特性に合わせて選択できるよう、エコフィスに設置できるアイテムを充実していくことで、作業所条件に左右されず環境配慮活動を実践できるようにしたいと考えている。導入効果を把握できるように、導入アイテムによる CO₂ 削減効果を算出できるツールを検討中である。

また、建築工事における未利用地下水の有効活用は、うまく導入すれば、大幅な省資源およびヒートアイランド緩和にも効果があることが、確認できた。

今後も、作業所において環境配慮技術を積極的に採用し、社内・協力会社等建築関係者の環境への意識の向上をはかると共に、先進的な技術を実際に適用し、その良し悪しを肌で感じることで、有効な技術を選択し、生産活動の現場においても CO₂ 排出量の削減や未利用資源の有効利用の促進に寄与していきたいと考える。

J C M A

[筆者紹介]



奥田 信康 (おくだ のぶやす)
 (株)竹中工務店
 技術研究所 先端技術研究部
 エコエンジニアリング部門 環境浄化 G
 GL, 主任研究員



高崎 英人 (たかさき ひでと)
 (株)竹中工務店
 地球環境室
 課長代理 技術担当



安藤 邦明 (あんどう くにあき)
 (株)竹中工務店
 技術研究所 先端技術研究部
 エコエンジニアリング部門 都市環境 G
 研究員



三坂 育正 (みさか いくせい)
 (株)竹中工務店
 技術研究所 先端技術研究部
 エコエンジニアリング部門 都市環境 G
 GL, 主任研究員



村谷 優 (むらたに まさる)
 (株)竹中土木
 技術・生産本部
 研究員