

濡れたネットによる施工現場の暑熱環境緩和に関する研究

実測調査による暑熱緩和効果

梅田和彦^{*1}・矢島清志^{*2}・杉山由子^{*2}・奥畠浩一郎^{*2}・守田進^{*3}・寺崎透^{*4}・伊藤永三郎^{*4}

Keywords : net, water supply, evaporative cooling, construction site, temporary enclosure, air temperature, SET*

ネット, 給水, 蒸発冷却, 施工現場, 仮囲い, 気温, SET*

1. はじめに

我が国の大都市では、ヒートアイランド現象が大きな社会問題となっている。特に、大阪は真夏日や熱帯夜の日数が東京や名古屋よりも多く^{1) 2)}、ヒートアイランド現象が全国で最も深刻な場所で、熱中症患者の搬送者数も毎年100人を越えている³⁾。建設工事現場においても、作業員の健康管理のための屋外暑熱対策が重要である。

本研究では、大阪市でヒートアイランド現象が最も深刻な地域にある施工現場において、屋外暑熱環境の緩和を目的として、工事用ネット全面を濡らす方法⁴⁾で施工環境の改善を試みた。

本報では、濡れたネット（以降、水のカーテン）の給水方法を紹介し、施工現場での実測で確認した気温とSET*の低減効果を報告する。

2. 実測調査の概要

2.1 水のカーテンの概要

施工現場の仮囲い内側の安全通路において、通路と現場との境界に設営した単管の枠に工事用の化学合成繊維製ネット（以降、ネット）を張り、最上部に敷設した給水管から給水してネット全体を濡らした。システム概要を図-1に示す。施工時に通常使用する仮設資材が構成部材なので、通常のネット張り作業で構築できる。給水源には地下工事で汲み上げた地下水を使用した。貯留した地下水（水温約21°C）を約4.2L/分で、8時から12時までと13時から17時まで（一部の日は8時から17時まで）の時間帯に、ネット（面積約102m²）へ給水した。給水管からの水でネット全面を濡らしやすくするために、管

周囲にネットを巻いたうえから不織布を巻いてホッチキスで固定した。ネットに給水した水は糸の隙間と表面を伝って流下する。流下する際の水分蒸発による気化熱でネット周囲の暑熱環境緩和が可能になる。

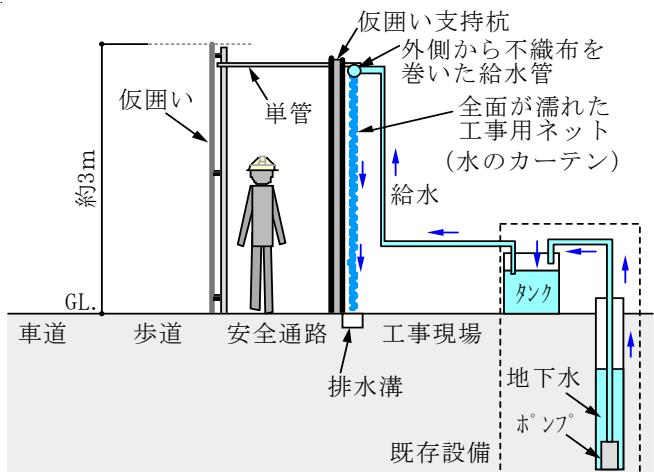


図-1 水のカーテンの給水方法
Fig.1 Water supply method of “water curtain”

2.2 測定の概要

2008年9月の連続晴天3日間において、図-2に示す大阪御堂筋に面した2ヶ所の施工現場で測定した。水のカーテンによる暑熱緩和効果を比較する目的で、水のカーテン用のネットを設営した施工現場のなかで、ネットを濡らさなかった場所（以降、エリアA）とネットを濡らした場所（以降、エリアB）の他に、ネットを張っていない施工現場（以降、エリアC）の合計3ヶ所の温熱環境を測定した。なお、3ヶ所共、御堂筋側仮囲いの現場側で測定した。

表-1に示す日射量、気温、湿度、グローブ温度、風向、風速、表面温度を1分間隔で測定した。測定位置を図-3に示す。3ヶ所共、地上高さ約4.2mで水平面全日射量と風向・風速を測定した。エリアAとエリアBではネットの通路側と現場側で、エリアCでは仮囲いの現場

* 1 技術センター建築技術開発部建築生産技術開発室

* 2 関西支店積水ハウス御堂筋本町ビル新築工事作業所

* 3 関西支店建築部

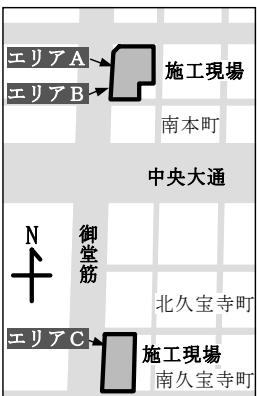
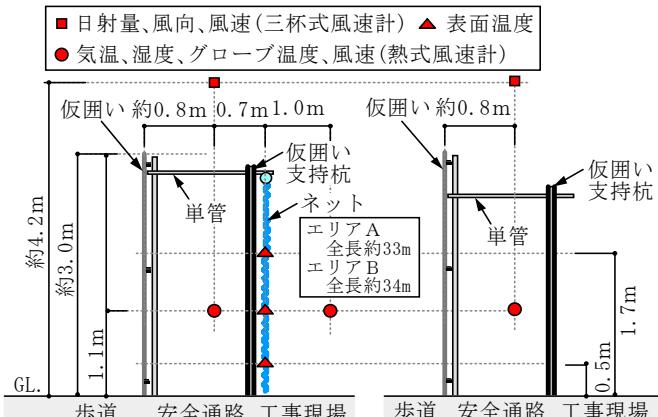
* 4 建築本部建築部

側で、高さ1.1mの気温、湿度、グローブ温度、風速を測定した。表面温度は、エリアAの濡らしていないネットで1ヶ所を、エリアBの濡らしたネットで5ヶ所を各々測定した。

表-1 実測調査の概要

Table 1 Field measurements

期間	2008年9月10日～2008年9月12日
場所	エリアA 大阪市中央区南本町3丁目5番 エリアB 同上 エリアC 大阪市中央区南久宝寺町3丁目5番
項目	機器 主な仕様
①日射量	日射計 範囲：波長305～2800nm 精度： $\pm 0.12\%/\text{C}$
②気温	熱電対 T型、0.3mm φ 日射遮蔽通風管内で測定。
③湿度	湿度計 感温部：高分子 範囲：相対湿度10～95% 精度： $\pm 5\%$ (25°C, 50%RH)
④グローブ 温度	グローブ 黒塗り銅中空球(7.5cm φ) 温度計 温度計 T型熱電対(0.3mm φ)
⑤風向	風向計 範囲：風向16方位 精度： $\pm 3.0^\circ$
⑥風速	三杯式 風速計 範囲：風速0.2～30m/s 精度： $\pm 3\%$ 程度 熱式 風速計 範囲：風速0.1～30m/s 風速計 精度： $\pm (3\%+0.1)\text{m/s}$
⑦表面 温度	熱電対 T型、0.3mm φ

図-2 測定場所
Fig.2 Measurement sites図-3 測定位置
Fig.3 Measurement points

3. 実測調査の結果

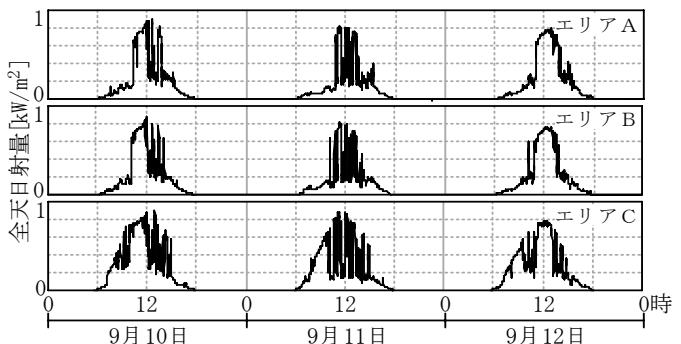
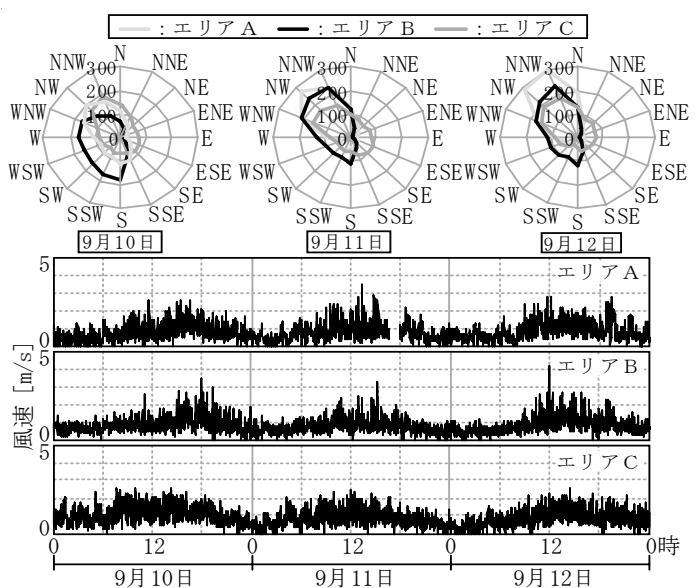
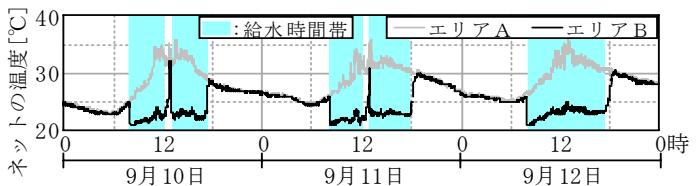
3.1 日射量、風向、風速

水平面全日射量を図-4に示す。午後はどのエリア共ほぼ同様の日射量であった。エリアCの午前で日射量が多い理由は、仮囲い東側の現場内に日射遮蔽物がないためである。

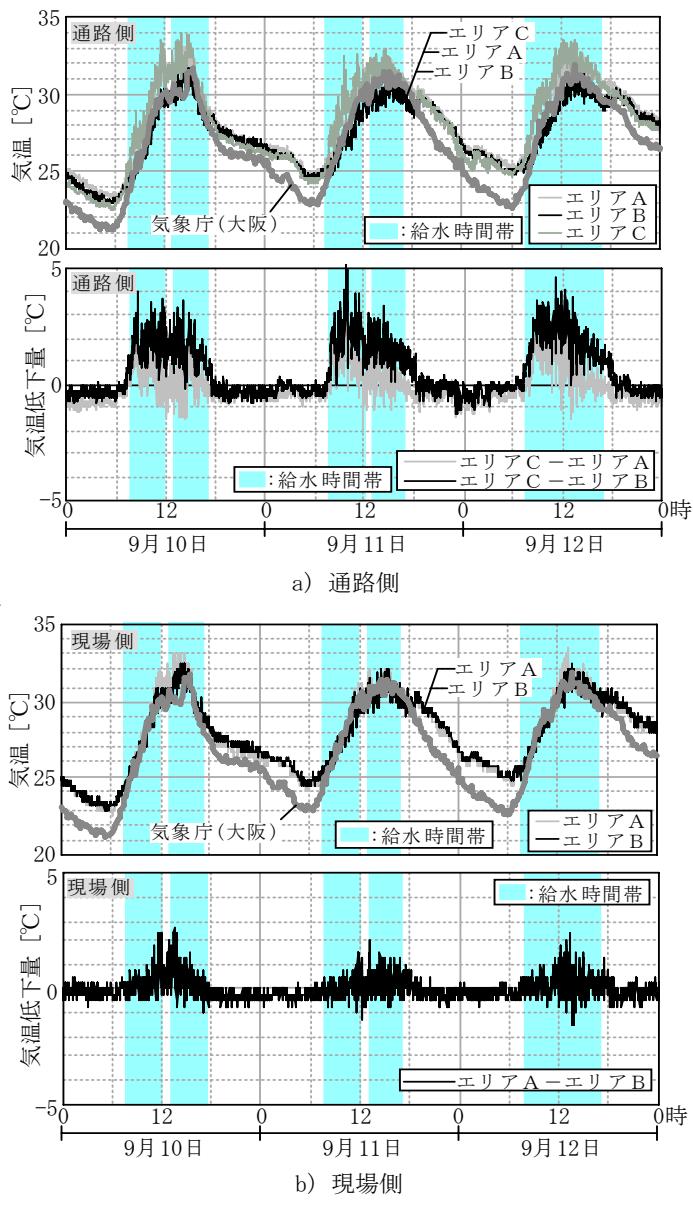
風向と風速を図-5に示す。どのエリアも御堂筋側から現場側へ風が流れ、最大風速は2m/s程度であった。

3.2 ネットの温度、気温

ネットの温度を図-6に示す。エリアBの濡れたネットの平均温度は、エリアAの濡らさなかったネットより最大で12.8°C低かった。

図-4 水平面全日射量
Fig.4 All solar radiation図-5 風向・風速
Fig.5 Air direction and wind speed図-6 ネットの温度
Fig.6 Temperature of net

気温を図-7に示す。気象庁観測値より8時から17時の平均で、エリアAは0.5°C前後、エリアCは約1.5°C高かった。通路側の最高気温は午後に発生し、エリアCで最も気温が高く(最大で34.0°C)、エリアBで最も気温が低い(最大で31.7°C)傾向があった。日射条件が同等の13時から17時の気温低下量の平均は、エリアCを基準にしてエリアAで0.1°Cから0.2°C程度で、エリアBで約1.5°Cであった。一方、現場側においても、エリアBがエリアAよりやや低い傾向があり、気温低下量の平均は約0.3°Cであった。

図-7 気温
Fig.7 Air temperature

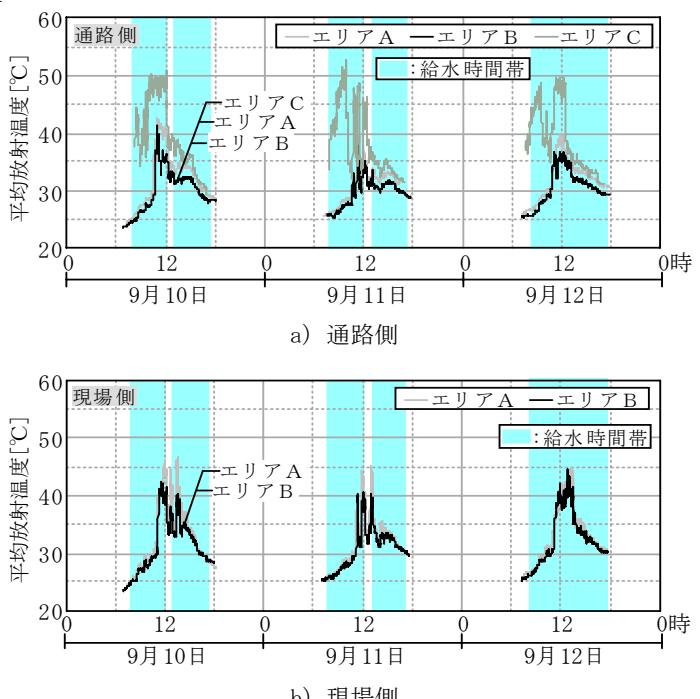
4. 暑熱緩和効果の分析

4.1 平均放射温度

平均放射温度(以降, MRT)の推移を図-8に示す。MRT [°C]は、実測した風速 v [m/s]と、グローブ温度 θ_g [°C]と気温 θ [°C]を式(1)⁵⁾に代入して算出した。

$$MRT = 0.247 \times v^{1/2} \times (\theta_g - \theta) + \theta_g \quad (1)$$

午前中はエリアCの仮囲い東側現場内に日射遮蔽物がない理由でMRTが他のエリアより高くなる。そこで、どのエリアも日射条件がほぼ同じになる13時から17時までの給水時間帯で比較した。その結果、通路側のMRTはエリアCが最も高く、エリアBが最も低い傾向を示し、エリアBはエリアCより平均で約3.0°C低く、エリアAより平均で約1.7°C低かった。一方、現場側のMRTもエ

図-8 平均放射温度
Fig.8 Mean radiant temperature

リアBがエリアAよりやや低い傾向を示し、エリアBはエリアAより平均で約1.3°C低かった。従って、午後の給水時間帯で、濡れたネットによる放射環境の改善効果を確認できた。

4.2 SET*

SET*⁶⁾の推移を図-9に示す。SET*の計算には、気温、湿度、風速、グローブ温度の実測値を用いた。また、人体は体重60kgで体表面積1.6m²、着衣量は0.6clo、代謝量は1.4metとし、現地気圧には大阪の気象庁観測値を用いた。

SET*も午後の給水時間帯で比較した。通路側のSET*もMRTと同様に、エリアCが最も高く、エリアBが最も低い傾向を示し、エリアBはエリアCより平均で約1.5°C低く、エリアAより平均で約1.4°C低かった。一方、現場側も同様にエリアBがエリアAよりやや低い傾向を示し、エリアBはエリアAより平均で約0.7°C低かった。従って、午後の給水時間帯で暑熱環境が最も緩和されていたのはエリアBで、濡れたネットによる暑熱緩和効果を確認できた。

4.3 SET*の温熱要素による影響（通路側）

暑熱緩和効果が現場側より大きかった通路側の13時から17時までの給水時間帯のSET*について考察する。

4.3.1 ネットの温度と平均放射温度 (MRT)

ネットの温度とMRTの関係を図-10に示す。ネットの温度は、ネットが濡れていない状態のエリアAで平均

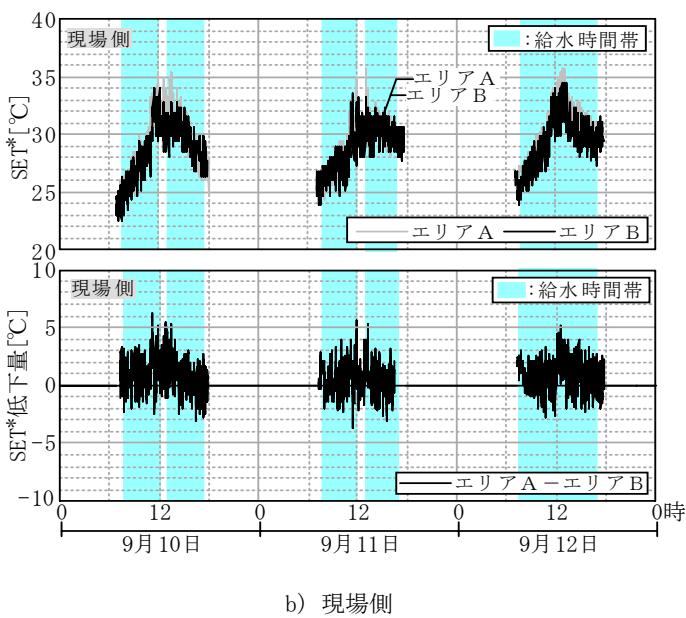
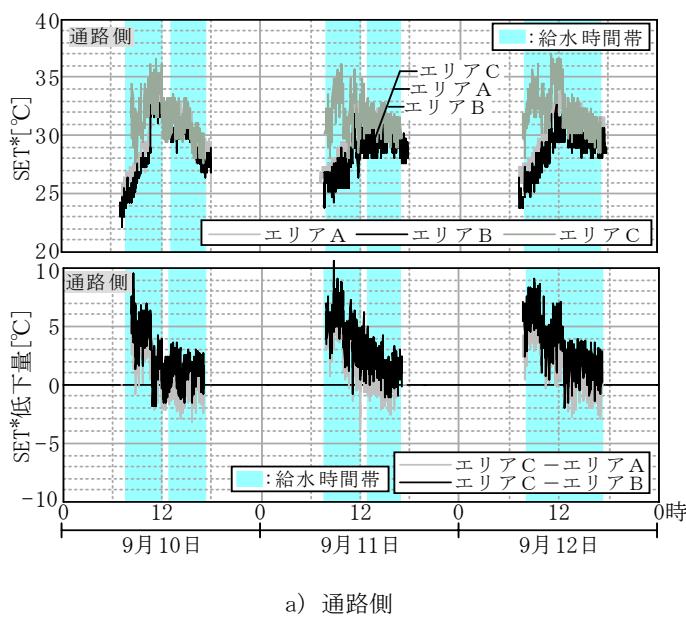


図-9 SET*
Fig.9 SET*

31.9°Cに対し、濡れた状態のエリアBで平均23.2°Cで8.7°C低かった。その結果、エリアBのMRTがエリアAよりも平均1.7°C低くなったと考えられる。

MRTとSET*との関係を図-11に示す。エリアBのMRTがエリアAよりも平均1.7°C低い結果が、エリアBのSET*をエリアAよりも平均1.4°C低くした一因と考えられる。

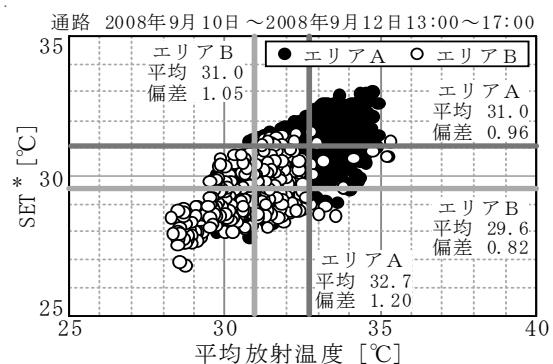


図-11 平均放射温度とSET* (通路側)

Fig.11 Mean radiant temperature and SET*

4.3.2 絶対湿度

絶対湿度の推移を図-12に示す。絶対湿度は給水時間帯でエリアBがエリアAよりやや高い傾向を示し、13時から17時までの給水時間帯において平均約0.5g/kgDA高かった。

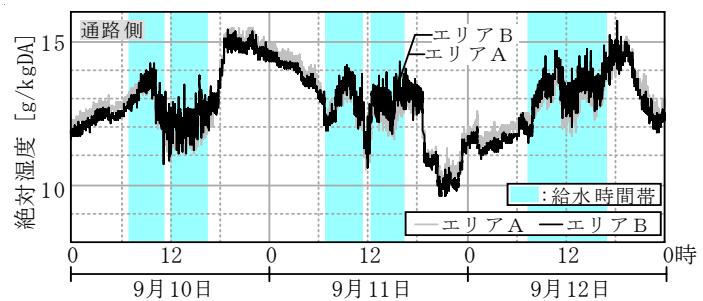


図-12 絶対湿度 (通路側)

Fig.12 Absolute humidity

絶対湿度とSET*との関係を図-13に示す。エリアBの絶対湿度が濡れたネットによってエリアAより平均約0.5g/kgDA高いが、エリアBのSET*はエリアAより平均約1.4°C低かった。従って、濡れたネットによる絶対湿度の増加が暑さを助長する傾向はないことがわかった。

4.3.3 風速

風速とSET*の関係を図-14に示す。風速が速くなればSET*が低下するが、エリアBのSET*の最大値がエリアAよりも元々低い結果、風速が速くなればエリアBの暑熱環境がエリアAよりも緩和されることになる。現地実測中に、濡れたネット近傍で風が吹くとやや涼しくなること

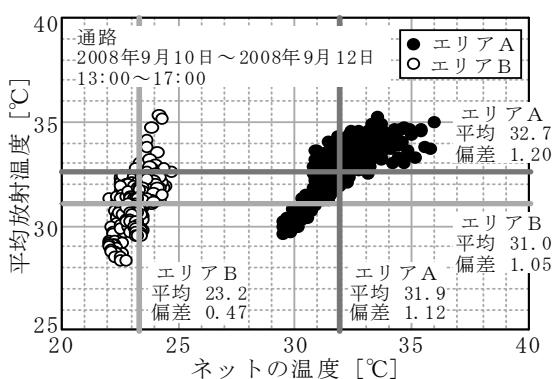


図-10 ネットの温度と平均放射温度 (通路側)
Fig.10 Temperature of net and mean radiant temperature

を感じていたが、図-14に示す結果からその状況を類推できる。

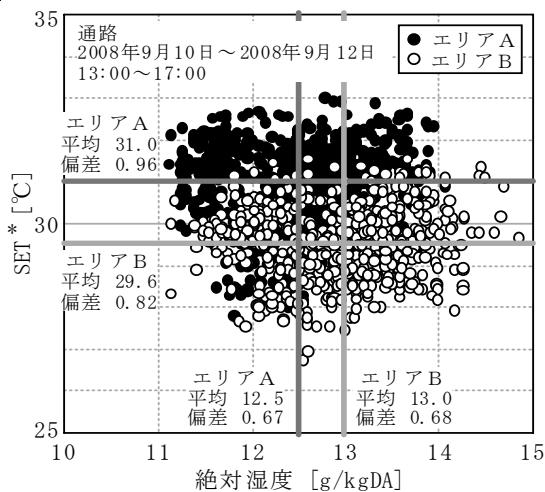


図-13 絶対湿度とSET*（通路側）

Fig.13 Absolute humidity and SET*

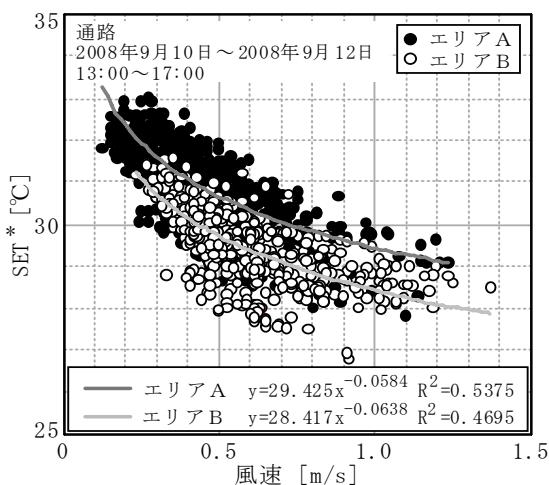


図-14 風速とSET*（通路側）

Fig.14 Wind speeed and SET*

5. おわりに

ヒートアイランド現象が全国で最も深刻な大阪市中心部の施工現場において、工事用ネット全面を地下水で濡らして屋外暑熱環境を緩和する試みを実施した。

夏季晴天日に測定した結果、対策を施さない場合に比べて、日射条件がほぼ同じ13時から17時の平均で約1.5°Cの気温低下量を確認した。

実測結果を用いて計算したSET*で評価した結果、濡れたネットが無対策の場合よりSET*を低減することや、絶対湿度が増加しても暑熱環境を緩和する傾向があることを確認した。

謝辞

本研究を進めるにあたり、積水ハウス㈱と㈱鴻池組の関係者の方々には多大なるご協力を戴きました。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 大阪府：大阪府ヒートアイランド対策推進計画～ヒートアイランドに配慮したまちづくり～, pp. 3～4, 2004年6月
- 2) 大阪府：ヒートアイランド対策ガイドライン概要版, 2007年3月
- 3) 大阪市：大阪市ヒートアイランド対策推進計画, p. 12, 2005年3月
- 4) 梅田：ネットへの給水による仮設事務所の二酸化炭素排出量削減に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2 環境工学II, pp. 539～540, 2008年9月
- 5) 田中, 武田, 足立, 土屋共著：最新建築環境工学, ㈱井上書院, p. 55, 1999. 9
- 6) A.P.Gagge, A.P.Fobelets, L.G.Berglund:A Standard Predictive Index of Human Response to the Thermal Environment, ASHRAE Transactions, Vol.92, Part 2, pp.709-731, 1986