

コンクリート地盤面の熱収支特性の実測

～準実スケールモデルサイトの微気候特性と周辺影響の把握～

1003110 阿部 欽也 1003144 小川 正徳

指導教員 成田 健一

1. 研究目的 都市の気温上昇（ヒートアイランド）を解明するためには、その場所特有のエネルギー交換の過程を把握することが不可欠である。本研究は屋外にて、準実物大スケールモデルを用いることにより、風洞実験などでは再現が難しい実際の自然環境の中でのデータを得ることを目的としている継続研究である。本年はその基礎的研究として、バックグラウンド(周辺環境)の季節変化、建物模型搬入前のコンクリート平盤における熱収支特性の把握、およびサイトに及ぼす周辺影響について検討することを目的としている。

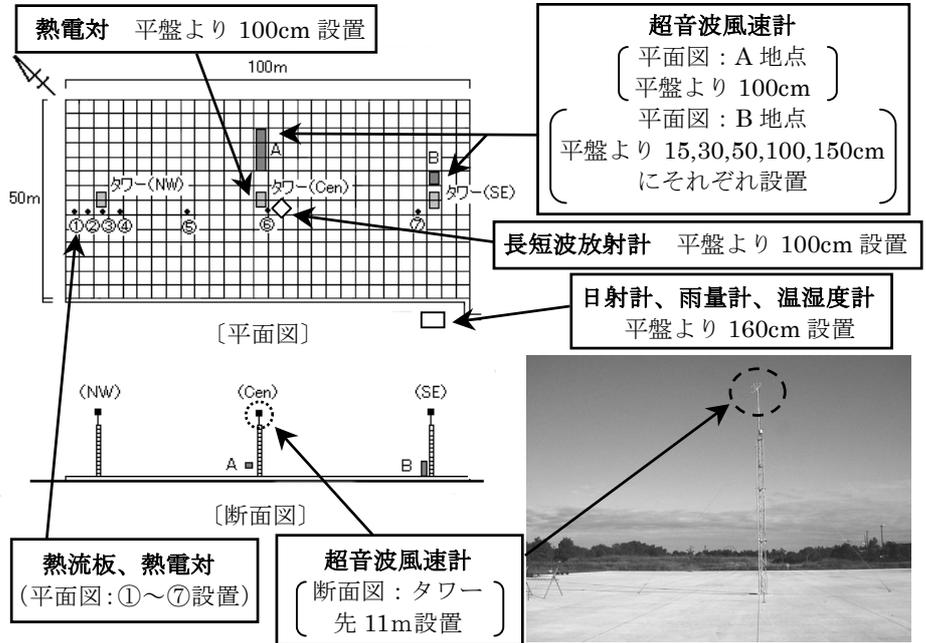


図1 準実物大スケールモデルサイトの測器設置状況

2. 測定概要 日本工業大学敷地内に建設された準実スケールモデルサイトのコンクリート平盤において、2003 年 8 月から以下の項目に関して 24 時間常時測定を継続している。サイトの大きさは 100m×50m で、長軸方向はほぼ北西-南東方向となっている。コンクリート基盤の厚さは 150mm で、1/200 の導水勾配がつけられ南西側 U 字溝に排水、南東端の集水枡に集まるよう設計されている。各測定器を設置したポイント、測定開始時期を図 1 と表 1 に示す。

表 1 測定要素と測器設置概要

測定項目	測定器	測定ポイント(測定期間)	測定高さ(cm)
風速 (U)	超音波風速計	A(8/11~11/7)	{1~5}100
風向 (W. D)		B(11/7~)	{1}15{2}30{3}50
顕熱輸送量 (H)	超音波風速計	タワー[CT]、タワー[NW](8/11~)	{4}100{5}150
気温 (T _a)			{CT,NW}1100
潜熱輸送量 (LE)	湿度変動計	タワー[CT]、タワー[NW](11/18~)	{CT}100{NW}1100
日射量	全天日射計	(8/22~)	160
雨量	雨量計	(8/22~)	平盤面
下向き日射量 (S↓)	長短波放射計	(11/18~)	100
上向き日射量 (S↑)			
下向き赤外放射量 (L↓)			
上向き赤外放射量 (L↑)			
気温 (T _a)	熱電対	(11/18~)	100
地表面温度 (T _s)	熱電対(①~⑦)	①,②,③,④,⑤,⑥,⑦(11/18~)	平盤面
地中伝導熱量 (W/m ²)	熱流板(①~⑦)	①,②,③,④,⑤,⑥,⑦(11/18~)	平盤面

表 2 大気熱収支式

$$R_n = H + LE + G \quad \text{---①式}$$

$$= S\downarrow - S\uparrow + L\downarrow - L\uparrow \quad \text{---②式}$$

R_n : 正味放射量 (W/m²) $S\downarrow$: 下向き日射量 (W/m²)
 H : 顕熱輸送量 (W/m²) $S\uparrow$: 上向き日射量 (W/m²)
 LE : 潜熱輸送量 (W/m²) $L\downarrow$: 下向き赤外放射量 (W/m²)
 G : 地中伝導熱量 (W/m²) $L\uparrow$: 上向き赤外放射量 (W/m²)

3. 測定結果と考察 データのサンプリングは、超音波風速温度計に関しては 50Hz、その他については 1Hz で行っているが、以下の解析ではすべて 30 分平均値を使用している。また今回は、雨の降っていない時間のみを対象とした。

表 3 顕熱輸送量の算出方法

$$H = \alpha_c (T_s - T_a) \quad \text{---①式}$$

$$= C_p \rho w' t' \quad \text{[---: 時間平均(30分)] ---②式 (渦相関法)}$$

α_c : 対流熱伝達率 (W/m²·K) C_p : 空気比熱 (J/kg·K)
 T_s : 表面温度 (°C) ρ : 空気密度 (kg/m³)
 T_a : 気温 (°C) w' : 鉛直成分風速の平均からの偏差 (W/m²)
 t' : 気温の平均からの偏差 (K)

3-1. コンクリート平盤の熱収支特性 地表面の熱収支は、一般に表 2 の式で表わされる。図 2 は、天候が安定した 12 月初旬の 3 日間の変化を抽出したもので、上段は各熱収支項の変化を表している。日中は、地表面に吸収された日射量である正味放射量(R_n)の

ほとんどが地盤への蓄熱成分である地中伝導熱量 (G) になっている点が特徴的である。両者の差 (Rn - G) が大気を暖める顕熱輸送量(H)と考えられるが、その値はわずかである。冬季とはいえ、正味放射量が 200W/m²程度と小さいのは、コンクリート面の日射反射率 (アルベド) が 0.5 程度と大きいためである。12月3日0時前後にはGがRnより大きくなっている。中段のグラフを見るとわかるように、その時間帯は風速が強い。風速が強くなると対流熱伝達率(α_c)が大きくなる。地表面の熱伝達率が大きくなることにより、流れる熱の量が増える。よってHがマイナス方向に増えている。12月3日の深夜からRnが上がっている。これは天気が曇り、雲からの下向き長波放射量(L↓)が天空からのL↓よりも大きいためである。下段のグラフは、Rn-Gと地上1m高さで測定した渦相関法(表3)によるHを比較したもので、地表面と気温の温度差もあわせて表示している。両者の変化は概ね一致しているが、その値は必ずしも一致していない。

3-2. コンクリート平盤と周辺の顕熱流量比較

中央タワー先端 (CT) におけるフラックスは、サイト風上側の周辺地表面の値を意味していると考えられる。そこで、この値と高さ 1m で測定したコンクリート平盤面の顕熱輸送量との関係を検討した (図 3)。季節を問わずに、Hの絶対値は周辺の方が大きかった。夜間に注目すると、周辺のHがマイナスになっているのに対し、コンクリート平盤のHはプラスとなっており、夜間も大気に対する加熱源となっている。これはコンクリートの蓄熱によるものだと考えられる。図 4 は 9月と 12月の周辺とコンクリート平盤のHの差を、日中と夜間に分け、風向との関係を検討したものである。夜間、日中ともに9月は北西方向の風で、12月は東からの風で差が大きい。しかし、月毎に風向に偏りがあるため、季節や時間帯によりどの風向で差が大きくなるかという関係を見るのは難しい。

4. まとめ 今回の実測で、コンクリート平盤の微気象特性、熱収支の実態について把握することができ、コンクリート地盤面が周辺から受ける影響についても確認できた。本研究は継続研究の初年であり、今後は今回得た基礎的データをもとに都市の熱環境研究を進めていくことが課題である

1003144 小川 正徳 1003110 阿部 欽也

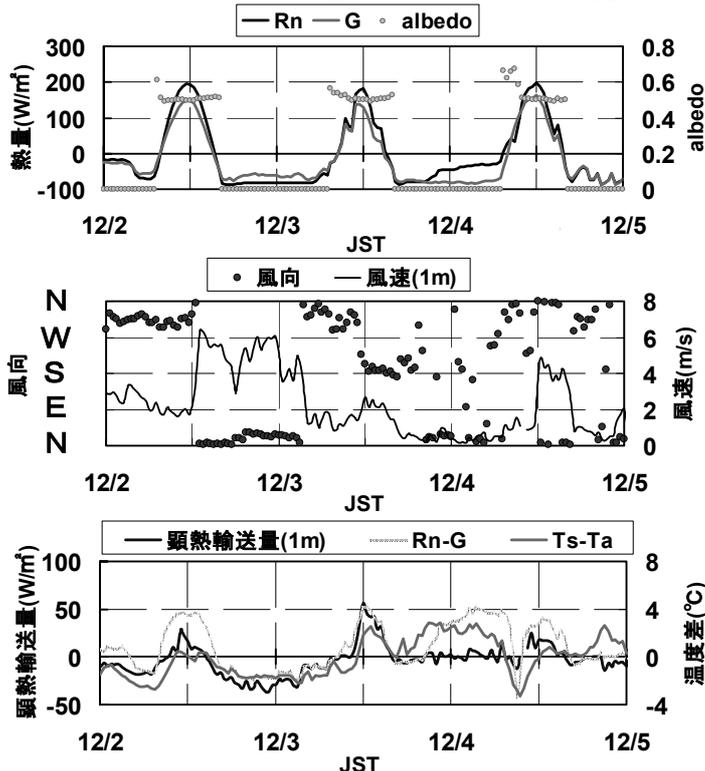


図 2 コンクリート平盤内の各測定値の時間変化

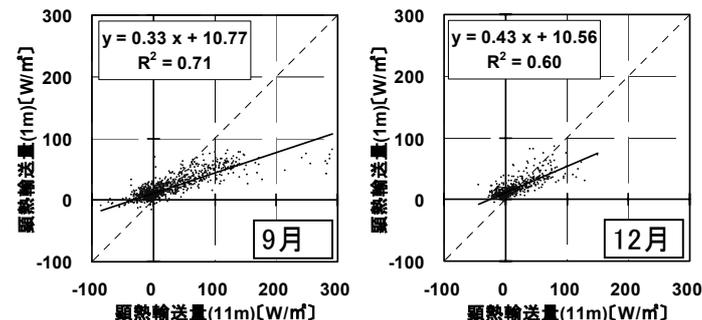


図 3 周辺とコンクリート平盤の顕熱輸送量の関係

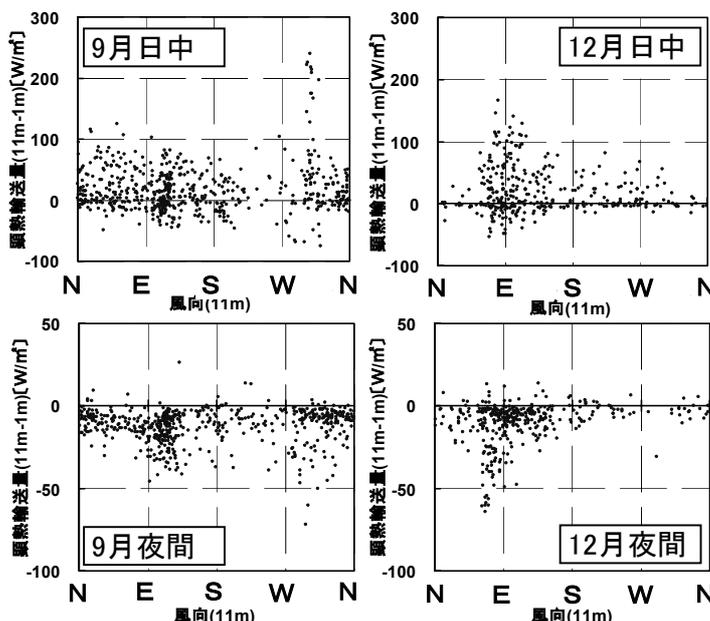


図 4 観測サイト内での顕熱輸送量の差と風向の関係