

### 集合住宅団地における棟間気流性状および外壁面对流熱伝達率の実測

1013433 宮本 徹也 1013327 得丸 貴史  
 指導教員 成田 健一

**1. 研究背景・目的** 高層高密度化が進む大都市圏では、ヒートアイランド現象と呼ばれる都市温暖化が進んでいる。この都市の気温上昇の解明には、その場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、桜堤団地内を対象に、都市の代表的な構成要素である集合住宅団地のエネルギー交換の把握を目的としている。

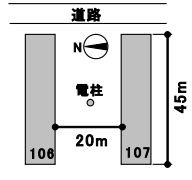
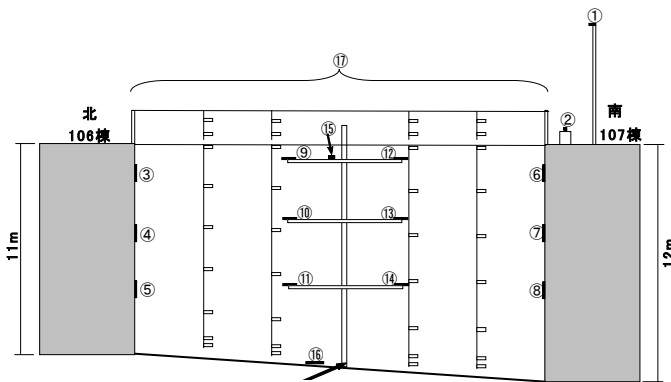


図1 建物平面配置図

**2. 測定概要** 測定場所は、東京都武蔵野市にある建替えが行われることになった桜堤団地内で行い、その中の 106 棟、107 棟の間の棟間内で測定を行った。建物は、4 階建てで、

表1 測定要素と測器設置概要

測定項目	測器	測定ポイント
風速・風向・気温	3次元超音波風速計	①、③～④、⑩、⑬
顕熱輸送量	SAT計	③～⑧、⑯
湿度変動	湿度変動計	①
日射量	全天日射計	②～⑧
赤外放射量	長波放射計	③～⑧
上・下向き日射量	長短波放射計	⑮
上・下向き赤外放射量	長短波放射計	⑮
壁面温度	熱電対	③～⑧
気温	通風管付熱電対	⑰
壁面伝導熱量	熱流板	③～⑧
雨量	雨量計	②



電柱 (10月18日設置。⑨～⑮は10月22日から測定開始)

図2 測器配置状況



写真1 各住棟の様子

地面は緩い勾配を形成している。測定期間は、9月18日から12月2日まで24時間常時測定を行った。配置図を図1、各測器の設置場所、測定要素を図2と表1に示す。③～⑧の風速計は壁面から1m離して設置した。風速計はベクトル成分にすることができ様々な解析に応用できる。③～⑧、⑯のSAT計は50cm×50cm×5cmの断熱材の表面に黒色塗装した銅板を貼り付けたもので、風を円滑に流すよう周囲には斜面をつけている。SAT計は裏面を断熱しているため放射収支量＝顕熱輸送量とみなせ、対流熱伝達率を求めることができる。今回の実験は九州大学と防衛大学との共同研究である。

**3. 団地内の棟間気流性状** この場所は北風と南風が多く吹く場所で測定期間中もその傾向が見られた。図3は上空風が2m/s以上で連続に吹いた時の平均風速で上空風と棟間の循環流および水平風向の関係を示している。上空風向が北風の場合、棟間内で循環流を形成し、南風の場合は北風の場合の逆の循環流を形成する。次に上空風が4m/s以上の時の循環成分が強い住棟3階（106側、107側）の壁面近傍風と上空風向との関係を示す。図4は上空風向と壁面近傍風向の関係を、また図5は上空風向と壁面近傍の住棟平行成分と鉛直成分の比の関係を示している。図5は、比が1より大きいほど明確な循環成分があり、1より小さいほど住棟に沿って気流が流れていることを示している。図4、図5から106側では住棟と平行な気流（風向90°、270°）が卓越していることがわかり、図3のような循環流が水平方向にも移動している「らせん状」の気流となっている。107側では水平風向にばらつきがあり、気流の流れも循環流成分、住棟平行成分ともに発生していて一定ではない。これは南側にある階段踊場の突出し部分（写真1参照）による風の乱れが原因と思われる。

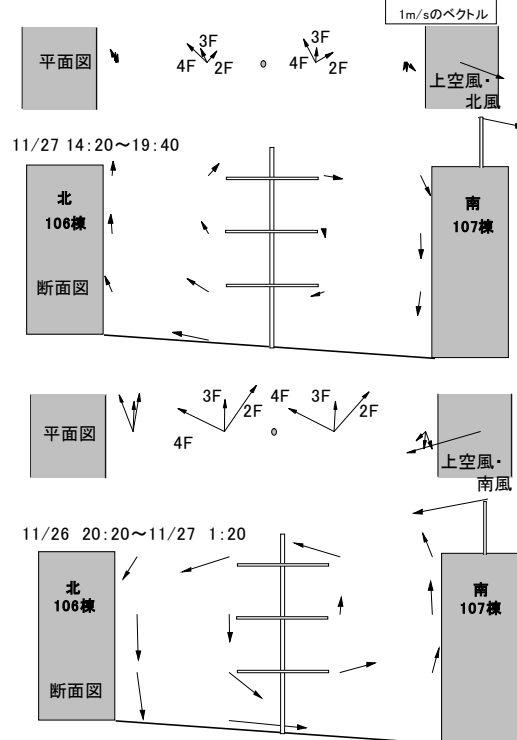


図3 上空風と棟間循環流および水平風向の関係

図3 上空風と棟間循環流および水平風向の関係

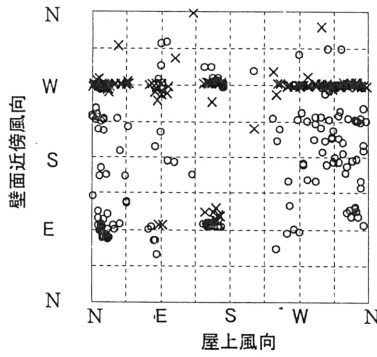


図4 上空風向と壁面近傍風向の関係

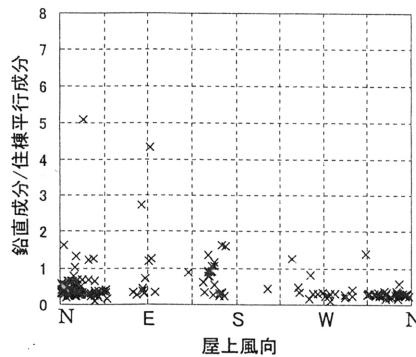
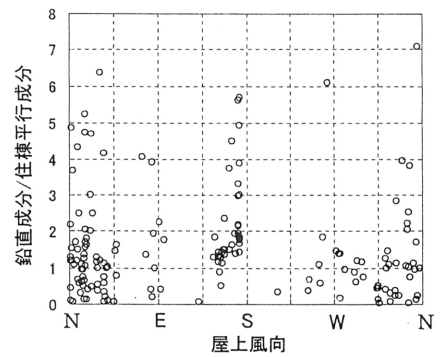


図5 上空風向と壁面近傍風速の住棟平行成分と鉛直成分の比の関係



**4. 外壁面对流熱伝達率** 壁面の各位置における対流熱伝達率と近傍風速の関係、また対流熱伝達率に及ぼす浮力の効果および壁面近傍の温度差の影響について検討した。地上部分では、濾紙面蒸発量法を用いて対流伝達率を計測している。これは水分蒸発量の差異から対流伝達率を求め、単に蒸発した物理量である水分を測定するだけである。熱の放射・伝導・対流といったように、移動形態が複数存在せず、重量が減った分に関しては全て、対流によって表面からの蒸発した水分量となる。図5は、対流熱伝達率と風速の関係を示したものである。濾紙を用いて測定した地上地点はSAT計で測定した2・3・4階と比較すると、ばらつきが少なく高い精度で測定できたと言える。図6は、各位置の対流熱伝達率と風速の関係を回帰直線で比較したものである。これを見ると107棟3・4階が他より大きく外れている。図4に示したように、106側はほぼ東西から風が吹いているのに対して、107側は色々な方向から風が吹いているため、同じ風速でも風の乱れが大きくなり対流熱伝達率が大きくなったと考えられる。

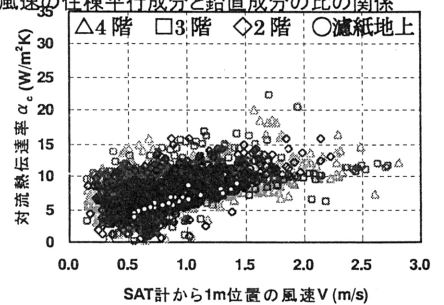


図5 対流熱伝達率と風速の関係 106棟

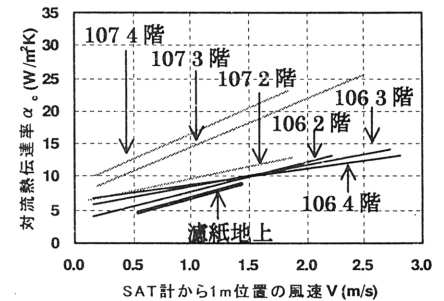


図6 対流熱伝達率と風速の関係 回帰直線

次に、気温と表面温度の温度差による対流熱伝達率の変化について検討した。図7は、日向となりSAT計の表面温度が高温化する106棟について、無次元化した対流熱伝達率であるバルク係数と、大気安定度を表すバルクリチャードソン数の関係を示したものである。横軸のマイナスの値が大きくなる(大気が不安定になる)ほど、バルク係数が大きくなっていることから、浮力によって熱が運ばれる効果が現れている。

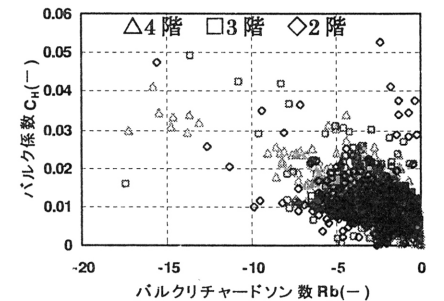


図7 バルク係数とRbの関係 106棟

図8はバルク係数と棟間空間の上下温度差(2階-4階)の関係を示す。棟間空間全体の上下温度差(大気安定度)については、それによる対流熱伝達率の系統的な変化は認められなかった。

**まとめ** 今回の実測で、集合住宅団地の棟間気流性状および外壁面の対流熱伝達率の実態について把握することができた。棟間ではらせん状の気流が卓越すること、わずかな建物の突起が大きく影響することが分かった。

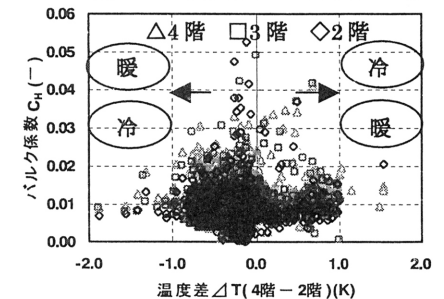


図8 バルク係数と温度差の関係 106棟

$$H = \alpha_c (T_s - T_a) \quad H: \text{顕熱輸送量 (W/m}^2\text{)} \quad T_s: \text{表面温度 (K)} \quad T_a: \text{気温 (K)}$$

$$\text{バルク式 } H = c_p \rho C_H (T_s - T_a) \quad c_p \rho: \text{空気の熱容量 (J/m}^3 \cdot \text{K)} \quad C_H: \text{バルク係数 (-)}$$

$$\text{バルクリチャードソン数 } Rb = \frac{gz}{(T_a + T_s)/2} \cdot \frac{(T_a - T_s)}{V^2} \quad g: \text{重力加速度 (m/s}^2\text{)}$$

$$z: \text{SAT計までの距離 (m)} \quad V: \text{合成風速 (m/s)} \quad \alpha_c: \text{対流熱伝達率 (W/m}^2 \text{K)}$$