

ヒートアイランド現象の風による緩和

Mitigation of the Heat Island phenomena

Abstract

In recent years, the Heat Island phenomena of urban temperatures being higher than those in the suburbs has been found. The purpose of our research is to devise an urban structure that is more effective by focusing on airflow. In order to study airflow, we conducted wind tunnel experiments using a model of a city. We clarified how changing the building-to-land ratio, building height, and layout would change the airflow.

1. はじめに

ヒートアイランド現象を進行させているものには、風通しの悪化、緑地の減少、人口排熱の増加など、様々なものが挙げられるが、この研究では“風通し”に注目し、研究をすることとした。目的は、“最も風通しの良い都市構造”はどのようなものなのか明らかにし、提案することである。

2. 仮説

・予備実験

アスファルトを敷き詰めたものを二つ用意し、日光を当て、片方だけに風を当て、三十分ごとに温度を測定する。(場所は大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎の屋上)

結果…風を当てたアスファルトが、風を当てていないアスファルトの温度上昇率が約 1/8 に抑えられた。(図 1 を参照)

この結果を受け、【仮説 1】を立てた。

【仮説 1】地面に接する風の量を増加させることで気温上昇を抑えられるのではないかと。

・文献調査

→都市部における風の乱れによって外部からの風が取り込めなく(風通しが悪く)なっているということが分かった。このことから、【仮説 2】を立てた。

【仮説 2】風の乱れを緩和することにより、風通しを緩和することができる。

3. 実験方法

都市部における風通しを調べるため、都市に見立てたモデルを作成し、風洞実験を行った。(図 2 を参照)

- ①建物のモデルを風洞装置内に置き、線香の煙で風通しを観察する。
- ②煙の動きを上と横から観察、スマートフォンで撮影する。
- ③煙の動きの特徴を図中に矢印で示す。

アスファルトの風の有無による温度上昇の違い

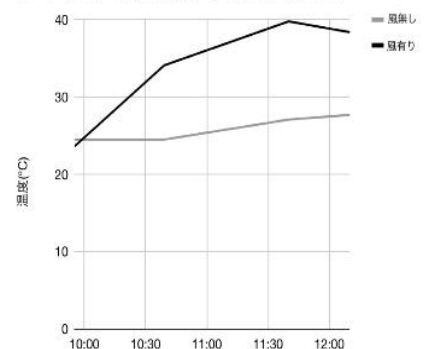


図 1

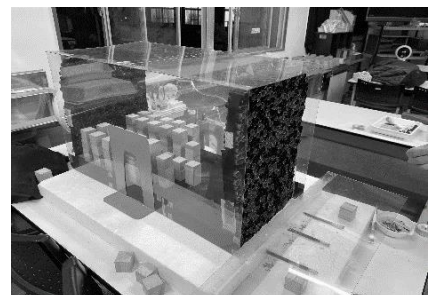


図 2 風洞装置

【風洞装置作成】

- ・風洞部分…塩ビ板、整流を作るためのフィルターは直径 1.2cm のストローを使用。
- ・建物…木材（縦 3cm 横 3cm 高さ 3cm の立方体を積み上げる。）
※縮尺は 1/1000 とし、3cm=30m とする。

【風洞実験】

※以下、図の中の数字は立方体を積み上げた数として示す。敷地面積は $25\text{ cm} \times 25\text{ cm} = 625\text{ cm}^2$ である。
また、敷地内の建物の数は(風向き方向の数)×(風向きに垂直方向の数)で表す。

(1) グロス建蔽率での比較

建物の高さは 9cm、道は直交させたまま、グロス建蔽率を 29%、36%、43% と高めた。

- (i) グロス建蔽率=29% 敷地内に建物を 4×5 個敷き詰めた。
- (ii) グロス建蔽率=36% 敷地内に建物を 5×5 個敷き詰めた。
- (iii) グロス建蔽率=43% 敷地内に建物を 6×5 個敷き詰めた。

(2) 高さでの比較

建蔽率は 36%、道は直交させたまま、建物の高さを 9cm、12cm、15cm と変化させた。

- (i) 9cm(90m) (ii) 12cm(120m) (iii) 15cm(150m)

(3) バラエティーランダム

①高さをランダムに設定

グロス建蔽率は 36%、道は直交させたまま、高さをランダムに設定した。

- (i) 6cm と 9cm の建物を風向きに水平方向に交互に並べた。
- (ii) 6cm と 9cm の建物を風向きに鉛直方向に交互に並べた。
- (iii) 中央に行くほど低い建物を並べた。
- (iv) 中央に行くほど高い建物を並べた。

② 配置をランダムに設定

グロス建蔽率は 36%、高さは 9cm のまま配置をランダムに設定した。

- (i) クロスバージョン (ii) バラバラ (無秩序)

③高さと配置をランダムに設定

グロス建蔽率は 36%、②の (i)、(ii) の配置で、高さをランダムに設定した。

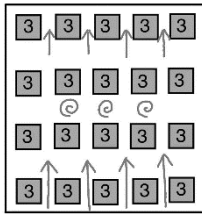
※グロス建蔽率を 36% のままにすることで商業地域の風の通り道を調べることができる。

4. 実験結果・考察

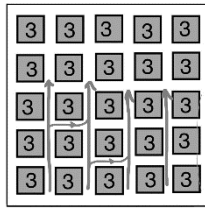
*以下の図では、下層、上空の風の通り道を矢印で表している。

(1) グロス建蔽率での比較

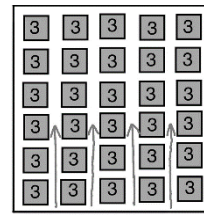
(i) 29%



(ii) 36%



(iii) 43%

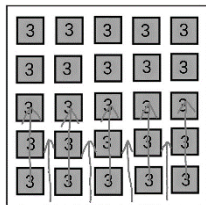


・建蔽率が高いほど風下まで届く風の量が少なくなり、モデル全体にかぜが広がりにくくなった。しかし、風はまっすぐに進むものがほとんどであるため、乱流はほとんど発生しなかった。

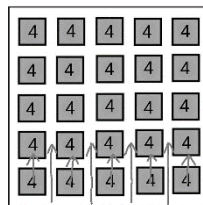
・建蔽率が低くても、建物の後方で「吹き上げ」という建物後方で巻き上げる風が発生し、それにより風下まで届く風量が減少した。そのため、乱流が発生するスペースが確保できるからだと考えた。これについてはさらに調べる必要がある。

(2) 高さでの比較

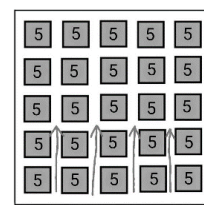
(i) 9cm (90m)



(ii) 12cm (120m)



(iii) 15cm (150m)



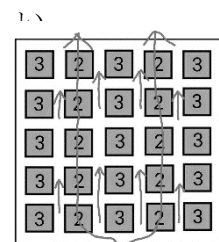
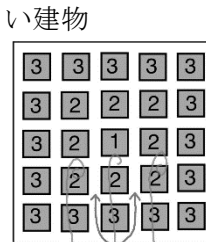
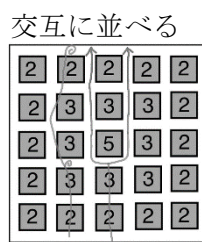
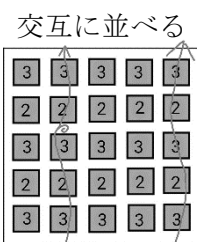
・建物の高さのある程度の高さまで引きあげると、建物によって上に押し上げられる風が少なくなり、都市内部へ風が入り込んでいた。しかし、高くなるほど、建物に当たった後の風の速度が速くなった。よって、ビル風は主に高さ起因すると考えられるが、これについてはさらに調べる必要がある。

・また、乱流はいずれの高さもほとんど起きなかった。

(3) バリエーティーランダム

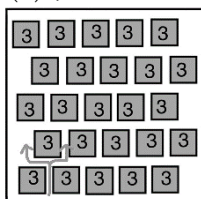
①高さをランダムに設定

(i) 風向きに水平方向に 交互に並べる (ii) 風向きに鉛直方向に 交互に並べる (iii) 中央に行くほど低い建物 (iv) 中央に行くほど低い建物

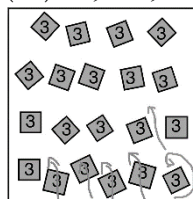


②配置をランダムに設定

(i) クロスバージュ

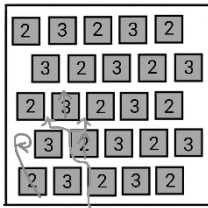


(ii) バラバラ

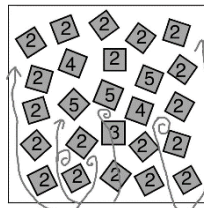


③高さ、配置をランダムに設定

(i) クロスバージョン

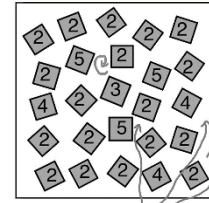


(ii) バラバラ (中央に超高層ビルを密集させる)



(ii) バラバラ

(超高層ビルを分散させる)



- ・高い建物に当たった後の風の速度が著しく上がった。→ビル風は高さ起因と考えられる。
- ・高さがバラバラであると、カルマン渦などと呼ばれる多くの乱流が発生した。その原因としては上空の風の乱れからだと考えられる。
- ・風の進路が複雑化すると、乱流が多く発生し、一部風が全く届かないところも出てきた。このことから、クロス、バラバラな配置は風通しを悪化させ、さらに乱流が多いほど風通しが悪化するといえる。
- ・風は基本的に下層部の風は建蔽率の低い方へ、上空の風は高さの低い方へ流れていくことが分かる。

(4) まとめ

【最も効果的と思われる街モデル】(図3を参照)

- ・建物の高さは同じであること。
- ・風上地域の建蔽率を低くすること。
- ・道は直交していること。

問題点：すべて同じ形、高さのため、建物の多様性を維持できない。平地の場合のみでの風通しのため、様々な地域で応用できるとは言えない。

実際の都市に適応させるのは不可能である。また、商業地域の建蔽率に合わせているため、建蔽率が高く、都市全体に風がいきわたりにくい。よって、都市部において、乱流を抑えることと、風通しを良くすることを両立することは極めて難しいといえる。

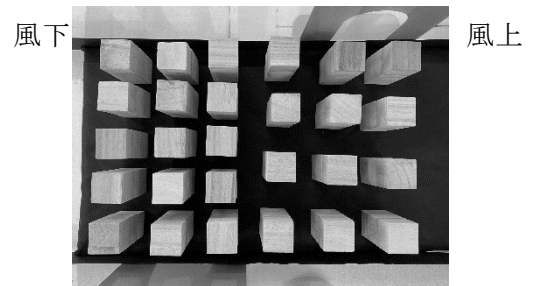


図3

5. 今後の展望

- ・建蔽率と高さの変化と風通し、配置と乱流量、高さビル風の関係や乱流が発生するスペースについて明らかにするため、実験方法を見直し、実験の回数を重ねる。また、仮説1を検証するために、地面の温度と気温の関係を調べるための方法を確立する。
- ・建物の形や配置の多様性を維持するため、建物の形に注目しつつ、様々な配置で実験していく。
- ・本研究では、風の通り道をモデル化したに過ぎず、ヒートアイランド現象を緩和させる方法を検討する必要がある。そのため、さらに風による熱の拡散や、様々な地形を想定した実験を行う。

6. 参考文献

- ・高層密集市街地における建物群の形態が歩行者レベルの風通しと気温に及ぼす影響
出典：義江龍一郎、他 日本建築学会環境系論文集 73 巻 627 号 p.661-667 2008 年
- ・「都市気象の風洞実験」気象研究ノート第 224 号:都市の気象と気候 日本気象学会 2012 年 2 月