海風の有効利用を目的とした街路形態と風通しの関係の分析

神戸大学大学院 工学研究科 建築学専攻
都市環境・設備計画研究室
竹林　英樹

研究背景

ヒートアイランド現象による都市部の高温化

↓

熱中症や睡眠障害等，健康面への影響
生態系や気象・大気質の変化
エネルギー消費に関する影響

↓

夏季日中のヒートアイランド緩和対策として，
海風の有効利用が注目されている．

↓

ヒートアイランド現象の対策の1つとして，この海風を市街地内へ積極的に誘導することが検討されている．

↓

街区形態と街路空間の風通しとの関係を分析

既往の研究

久保田ら
:グロス建蔽率が小さいほど風通しが良い
義江ら
:街路の風通し評価を行う際には建物高さのバリエーションの考慮が必要

これら既往の研究では，対象領域全体の空間的な平均風速比（評価風速/上空風速や基準風速）によって風通しを評価している
→街路空間内の風の分布までは検討されていない

街路形態及び面的な建物特性によって風の性状は変化すると考えられる

↓

都市の街路形態（道路方向・道路幅・建物高さ）及び面的な建物特性（グロス建蔽率・建物高さのばらつき）が風通し環境に及ぼす影響について考察する

研究目的

整列配置街路モデルを対象とした数値計算
・街路空間内の風の性状を把握し，道路方向・道路幅・建物高さ等の街路形態が風通しに及ぼす影響を個別に把握する
・各道路方向について，風通しの影響因子を検討する

＋

実街区を対象とした数値計算
・街路形態及び面的な建物特性が風通しに及ぼす影響を考察する

↓

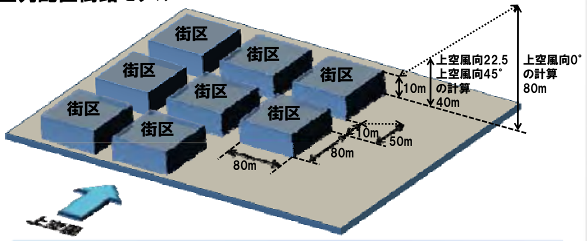
風通しの良い街路空間の設計手法について検討する

風通しの指標として，風速比（評価風速/上空風速）を用いる

整列配置街路モデルを対象とした数値計算による風通しの考察

整列配置街路モデル概要

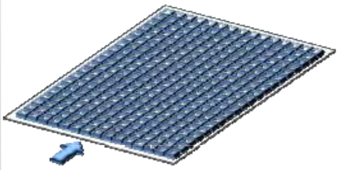
整列配置街路モデル



1つの街区の規模は，大阪の中心部を参考に，80m×80mとした．
上空風向:0°，22,5°，45°の3ケース
道路幅:10m～50mで変化（10m間隔）
建物高さ: 10m～80mで変化（10m間隔）←上空風向0°の計算
10m～40mで変化（10m間隔）←上空風向22.5°，45°の計算

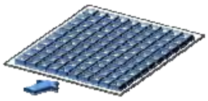
解析領域

・上空風向0° の計算



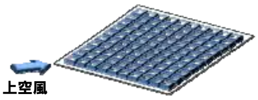
上空風

・上空風向22.5° の計算



上空風

・上空風向45°



上空風

上空風向0° の計算：15×20個
上空風向22.5°，45° の計算：10×10個

・計算領域
解析対象とする整列配置街路モデル周辺の流れが計算領域の影響を受けないようにするため，解析対象領域よりも十分広い大きさの領域を設定する必要がある.
また，流れの下流の方が対象物に当たった流れが乱れることが予想されるので，上流側よりも下流側の領域を広くとる必要がある.

計算条件

・境界条件

上空風向0° の計算

乱流モデル	標準k-εモデル
流入境界	Xmin・Ymin面 高さ50mを5m/sとした1/4べき乗則
流出境界	Xmax・Ymax面 自然流入流出境界（法線速度勾配0）
上空境界	free-slip条件
地表面境界 建物壁面境界	no-slip条件（一般化対数則）

上空風向22.5°，45° の計算

乱流モデル	標準k-εモデル
流入境界	高さ50mを5m/sとした1/4べき乗則
流出境界	自然流入流出境界（法線速度勾配0）
側面境界	対称境界
上空境界	free-slip条件
地表面境界 建物壁面境界	no-slip条件（一般化対数則）

・格子間隔
水平方向：
解析対象領域内は5m間隔
ただし，上空風向22.5° で道路幅10mの計算については，2.5m間隔
解析対象領域外は徐々に広がる不等間隔
鉛直方向：
最高建物高さまでは1m間隔
最高建物高さ以上は徐々に広がる不等間隔

計算ケース

上空風向0° の計算

道路幅 / 建物高さ	10m	20m	30m	40m	50m
10m	Case-0-1	Case-0-2	Case-0-3	Case-0-4	Case-0-5
20m	Case-0-6	Case-0-7	Case-0-8	Case-0-9	Case-0-10
30m	Case-0-11	Case-0-12	Case-0-13	Case-0-14	Case-0-15
40m	Case-0-16	Case-0-17	Case-0-18	Case-0-19	Case-0-20
50m	Case-0-21	Case-0-22	Case-0-23	Case-0-24	Case-0-25
60m	Case-0-26	Case-0-27	Case-0-28	Case-0-29	Case-0-30
70m	Case-0-31	Case-0-32	Case-0-33	Case-0-34	Case-0-35
80m	Case-0-36	Case-0-37	Case-0-38	Case-0-39	Case-0-40

W/Hで整理できるのではないか？

上空風向22.5°

道路幅 / 建物高さ	10m	20m	30m	40m	50m
10m	Case-22. 5-1	Case-22. 5-2	Case-22. 5-3	Case-22. 5-4	Case-22. 5-5
20m	Case-22. 5-6	Case-22. 5-7	Case-22. 5-8	Case-22. 5-9	Case-22. 5-10
30m	Case-22. 5-11	Case-22. 5-12	Case-22. 5-13	Case-22. 5-14	Case-22. 5-15
40m	Case-22. 5-16	Case-22. 5-17	Case-22. 5-18	Case-22. 5-19	Case-22. 5-20

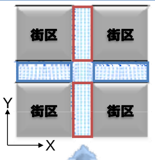
上空風向45°

道路幅 / 建物高さ	10m	20m	30m	40m	50m
10m	Case-45-1	Case-45-2	Case-45-3	Case-45-4	Case-45-5
20m	Case-45-6	Case-45-7	Case-45-8	Case-45-9	Case-45-10
30m	Case-45-11	Case-45-12	Case-45-13	Case-45-14	Case-45-15
40m	Case-45-16	Case-45-17	Case-45-18	Case-45-19	Case-45-20

解析方法

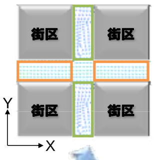
上空風向と道路方向の関係によって，以下のように道路分類を行い，考察する

・上空風向0° の計算



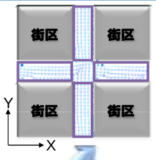
上空風向0°
…平行道路
…直交道路

・上空風向22.5° の計算



上空風向22.5°
…22.5° 道路
…67.5° 道路

・上空風向45° の計算



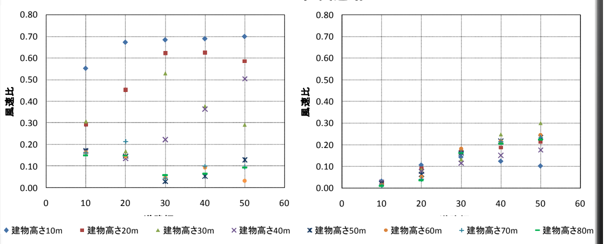
上空風向45°
…45° 道路

$$風速比 = \frac{地上高さ2mにおける風速}{地上高さ50mの風速(5m/s)}$$

道路ごとに空間平均値を算出し，考察を行う

道路幅と風速比-上空風向0° の計算-

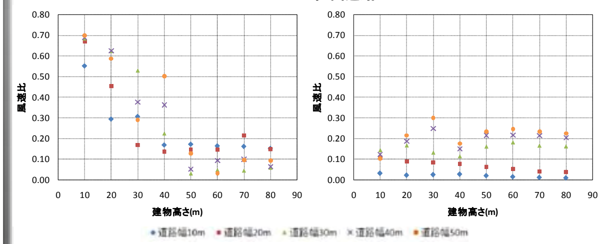
平行道路　　直交道路



・平行道路
建物高さ40m以下では，道路幅が広くなると風速比が大きくなる.
建物高さ50m以上では，道路の拡幅による影響があまり見られない
・直交道路
道路幅が広くなると風速比が大きくなるが，変化の割合は小さい

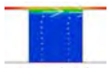
建物高さと風速比-上空風向0° の計算-

平行道路　　直交道路

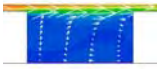


・平行道路
建物高さが高くなると風速比が小さくなる.
建物高さが50m以上では，道路幅が広い程，風速比が小さくなる傾向がある
・直交道路
道路幅20m以下では，建物高さの影響があまり見られない

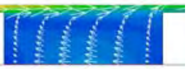
街路空間内の流れ-直交道路-



道路幅10m，建物高さ10m

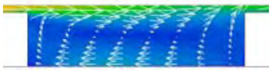


道路幅20m，建物高さ10m



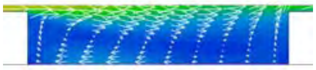
道路幅30m，建物高さ10m

道路幅の拡大に伴って渦の発達



道路幅40m，建物高さ10m

上空風の侵入により渦が弱まる

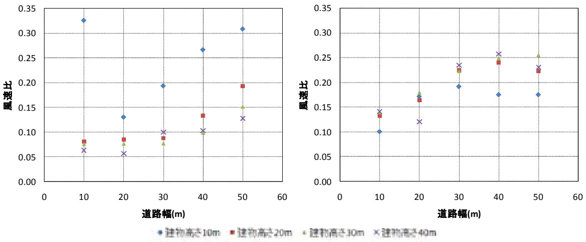


道路幅50m，建物高さ10m

上空風の侵入により2つの渦が生じ，地上の逆流が弱まる

道路幅と風速比-上空風向22.5°の計算-

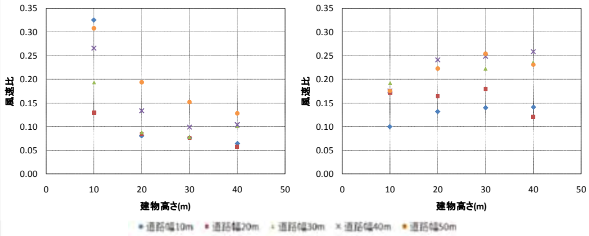
22.5°道路　　67.5°道路



・22.5°道路
道路幅20m以上では，道路幅が広くなると風速比が大きくなる
建物高さが高い程，変化の割合が小さくなる
・67.5°道路
道路幅が広くなると風速比が大きくなるが，道路幅30m以上ではほとんど変化しなくなる

建物高さと風速比-上空風向22.5°の計算-

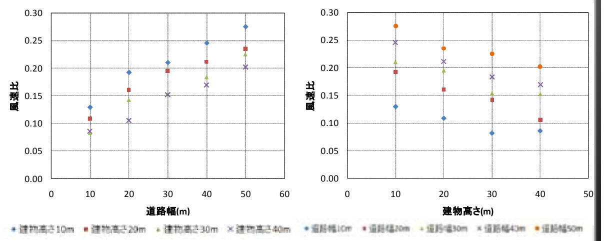
22.5°道路　　67.5°道路



・22.5°道路
建物高さが高くなると風速比が小さくなる
変化の割合は，道路幅が広いほど大きい
・67.5道路
直交道路と同様に，渦の発達によって変化する

道路幅，建物高さと風速比-上空風向45°の計算-

・道路幅と風速比　　・建物高さと風速比



・道路幅と風速比
道路幅が広くなると風速比が大きくなっている
変化の割合は建物高さによらず，ほとんど同じである
・建物高さと風速比
建物高さが広くなると風速比が小さくなっている
変化の割合は道路幅によらず，ほとんど同じである

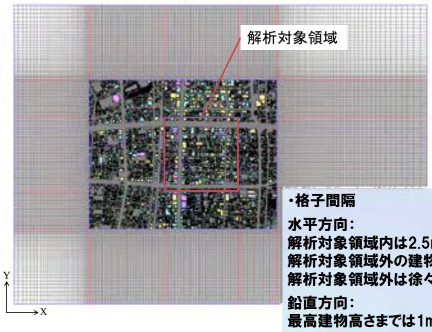
実街区を対象とした数値計算による風通しの考察

-街路形態と風速比の関係-

計算対象地域

・流入風向
西風
・流入風速
基準高さ47mを4.5m/s
・解析対象領域
東西3600m
南北2700m

各計算領域の格子間隔

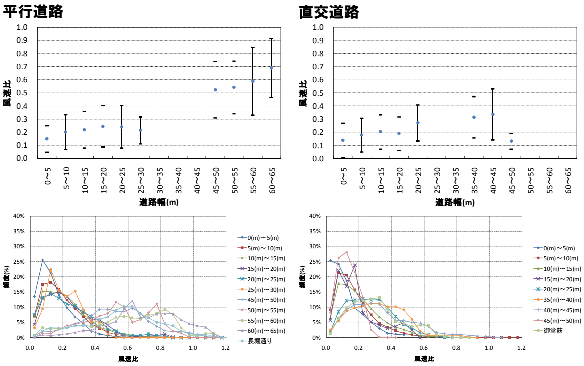


・格子間隔

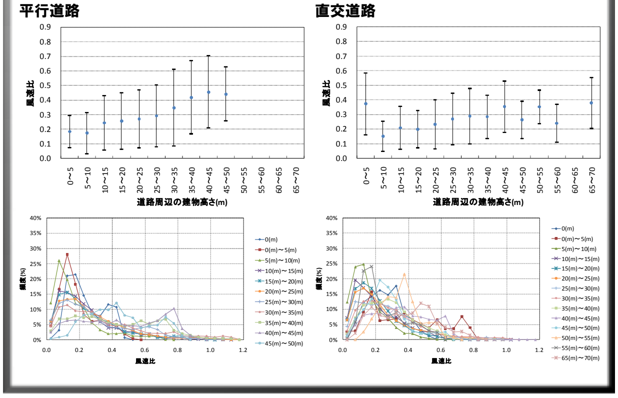
水平方向：
解析対象領域内は2.5m間隔
解析対象領域外の建物群は5m間隔
解析対象領域外は徐々に広がる不等間隔

鉛直方向：
最高建物高さまでは1m間隔
最高建物高さ以上は徐々に広がる不等間隔

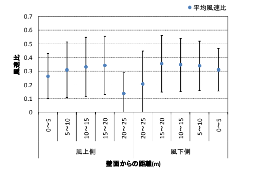
道路幅と風速比



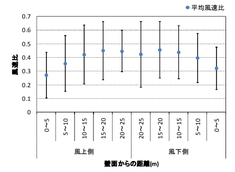
周辺建物高さと風速比



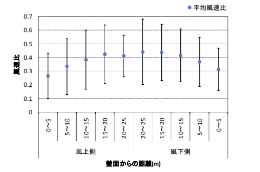
周辺建物高さと風速比-直交道路（道路幅40m）-



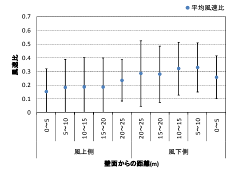
建物高さ10m～15m



建物高さ25m～30m



建物高さ40m～45m



建物高さ55m～60m

実街区を対象とした 数値計算による風通しの考察

-面的な建物特性と風速比の関係-

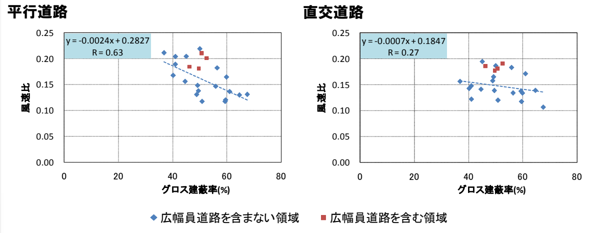
計算対象地域

・流入風向
西風

・流入風速
基準高さ47mを4.5m/s

・解析対象領域
300m四方の領域（23ヵ所）

グロス建蔽率と平均風速比



建物高さのばらつき指標

$$建物高さのばらつき = \frac{\sum_i^n S_i |h_{ave} - h_i|}{S \cdot h_{ave}}$$

$$h_{ave} = \frac{\sum_i^n S_i \cdot h_i}{\sum_i^n S_i}$$

h_{ave} ：面積加重平均建物高さ

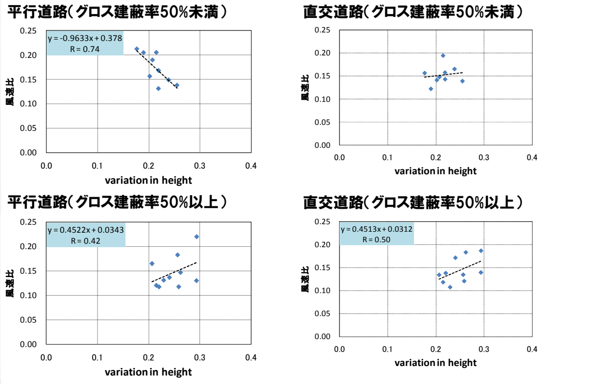
h_i ：各建物の高さ

S ：敷地面積

S_i ：各建物の建築面積

n ：対象敷地内の建物戸数

建物高さのばらつきと平均風速比



まとめ

- 街路形態と地上付近の風通しの関係を考察しようとすると，W/Hでは整理しずらいと考えた．
- 整列配置モデルの検討からは重要な知見が得られるが，実街区の風通しの特徴と異なる場合もあると思われる．
- 地域の主風向（大阪の夏は西風）と道路方位の関係，道路幅，建物高さが街路空間内の風通しに対する重要なパラメータであり，従来の研究で指摘されている面的な空間特性（グロス建蔽率，建物高さのばらつき）との関係も確認された．