

風雪シミュレーションを用いた都心再開発の空間像とデザインガイドラインの提案 積雪寒冷都市における都市デザイン その8

正会員 ○松山 倫之*

同 瀬戸口 剛**

同 堤 拓哉***

同 高梨 潤****

都市デザインプロセス 積雪寒冷都市 雪処理エネルギー
都心再開発 風雪シミュレーション デザインガイドライン

1. 研究の背景と目的

積雪寒冷都市における冬季の風雪は、吹き溜まりによる歩行障害など、屋外活動を大きく制限する。冬季の快適な歩行空間の確保のため、札幌市では、駅前通に地下歩行空間が整備された。効果がある一方で、地上の歩行環境の悪化の軽減も必要である。従って、地上の整備が求められると同時に、地上と地下の一体的な連結も必要とされる。

更に、積雪寒冷都市において除雪に要するエネルギー量は大きく、伴って排出されるCO2量の削減が求められる。

また、日本の都市デザインプロセスは、用途地域ごとの容積率制から街区単位のボリュームコントロール（以下、VC）を経ずに、建築単体のデザイン規制へ進むため、統一性のある都市空間が形成されない。特に都心再開発では、街区単位で建物の共同化や協調化をするために、VCを行い、将来像を定める必要がある。

本論は、積雪寒冷都市の都心再開発において、建物の共同化を踏まえた街区単位のVCを行うため、風雪による環境・エネルギー評価を導入し、都心再開発の空間像とデザインガイドラインの提示を目的とする。

2. 研究の方法

①積雪寒冷都市である札幌市の都心から、駅前通（以下St.1,2）と北三条通（以下St.3,4）が交差し、建物の共同化を考慮した再開発の動きがある札幌駅前通北三条の4街区を対象敷地（図1）とする。②参考文献¹⁾よりA：再開発の手法（個別更新・共同更新に加え、都心において重視される協調更新を追加）B：デザイン（壁面の統一・D/H・屋外OS・

表1 街区空間の評価視点・基準と方法

評価視点	評価基準	評価方法
A 再開発手法	建物共同化	個別・協調・共同
B デザイン	「街並み」 「OS」	更新時の建物の共同化の有無に合わせて可能になった都市空間像を評価 ①壁面の統一 ②D/H≧2.0 ③表の通りに対する壁面後退を評価 ④表の通りに対しヒューマンスケールを評価 ⑤屋外OS/アトリウム St.2沿道への集約/アトリウムの設置を評価
C 歩行空間の風雪環境	「雪環境」 「風環境」	①積雪深さ ②積雪乱れ ③吹き溜まり ④St.1,2,3,4,5の積雪深さのグラフを評価 ⑤St.1,2,3,4,5の積雪乱れのグラフを評価 ⑥積雪深さの等高線図から分布を評価 積雪乱れの偏分布係数ヒストグラム 値が1に向かって低くなる谷の形の時、積面乱れが大きいことを示す (積雪乱れの偏分布係数)=(ある点の積雪深さ)/(積雪深さの平均値) 積雪深さの等高線図を作成し、St.1,2,3,4,5の吹き払い・吹き溜まりの分布から評価
D 雪処理エネルギー	「CO2排出」	①運搬排雪 ②ロードヒーティング ③21日の街区積雪総量から日射や都市の潜熱等による自然融解量を引き、運搬排雪やロードヒーティングの処理に必要なCO2排出量を算出 【算出データ】 ²⁾ 雪の自然融解高さ：37.6mm/日 ■運搬排雪（車道） 札幌市の雪の密度：393.9kg/m ³ 10t ダンプ燃費（軽油）：2.5km/L 雪堆積場までの往復距離：10.6km 軽油CO ₂ 排出量：2.58kgCO ₂ /L ■ロードヒーティング（歩道・敷地内SB部） 雪融解熱：333MJ/ton 灯油発熱熱：36.7MJ/L ロードヒーティング熱効率：20% 灯油CO ₂ 排出量：2.49kgCO ₂ /L

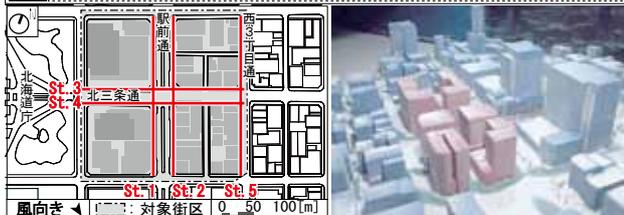


図1 対象街区図

写真1 実験状況

アトリウム)C：歩行空間の風雪環境(St.1,2,3,4,5の積雪深さ・積雪乱れ・吹き溜まり・風の強弱)D：雪処理エネルギー(以下雪処理E)(運搬排雪・ロードヒーティング)を評価視点(表1)とする。③②より更新パターンを決定する。④③に対し風雪シミュレーションを行う(写真1)。実験には、北海道立北方建築総合研究所の粉体風洞装置を使用する。風向きは、過去5年間の気象データ³⁾より北西方向とする。風速は参考文献⁴⁾より算出し、4.0[m/s]とする。また、模型の縮尺は1/500とする。⑤②より実験結果を評価する。⑥⑤より積雪寒冷都市都心再開発の空間像とデザインガイドラインを提示する。

3. 更新パターンの決定(図2、図3-A,B)

街区単位の空間像を求めるために、更新パターンを設定した。

まず、建物を共同化しない個別更新・協調更新と共同化する共同更新に分類した。

次に、VCせずに築30

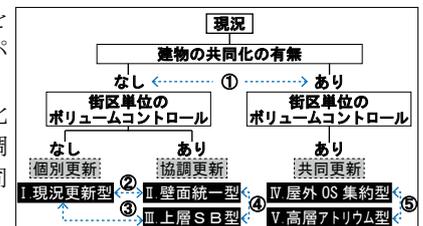


図2: 更新フロー図

年を超える建物のみ個別更新する現況更新型(図3-I)、全ての建物を協調更新し、2m壁面後退する壁面統一型(図3-II)と、更に上層部をセットバック(以下SB)(D/H≧2)させた上層SB型(図3-III)、共同更新し、表の通りから5m、St.2から10m壁面後退して、屋外OSを設けた屋外OS集約型(図3-IV)と、更に上層部をSBさせ、高層化して、低層部にアトリウムを設けた高層アトリウム型(図3-V)を決定した。街区容積率は現況更新型のみ86%で、その他の更新パターンはいずれも91%とした。

4. 各更新パターンの評価(図2、図3)

各更新パターンを都心再開発の方向を表す更新フロー(図2)に対応させて比較し、実験結果の評価を行った。

[図2の①]共同更新と個別更新・協調更新を比較する。共同更新のパターンについて述べる。【歩行空間の風雪環境】St.4とSt.5の交差点付近で吹き溜まりが拡大し(図3-c3)、St.4の東側で積雪深さが50[mm/日]ほど高くなる(図3-c1)が、風は弱まる。【雪処理E】少なくとも2.10[ton/日]減少する(図3-D)。表の通りから5m、St.2から10m壁面後退し、街路幅を広げたことで、風の流量が増え、吹き払いが大きくなるためである。

[図2の②]I. 現況更新型とII. 壁面統一型を比較する。II. 壁面統一型について述べる。【歩行空間の風雪環境】St.2の北側で積雪深さが50[mm/日]ほど低くなる(図3-c1)。2mの壁面後退を行い壁面を揃えた事で、風が建物に沿って流れ、雪が吹き払われるためである。【雪処理E】差が見られない。

[図2の③]I. 現況更新型とIII. 上層SB型を比較する。III. 上層SB型について述べる。【歩行空間の風雪環境】St.1の南側の積雪深さが80[mm/日]ほど低くなり(図3-c1)、St.5は全体的に積雪深さが低くなる(図3-c1)。【雪処理E】CO



図3: 各更新パターンの評価・比較図

2 排出量が 1.94[ton/日] 減少する (図 3-D)。2m の壁面後退に加え、上層部の SB により、風上側で低層部が上層部からの逆流を防ぎ、吹き払いが小さくなるためである。また、風下側において上層部から吹き下ろされた雪が、低層部屋上に積もるためである。

[図 2 の④] II. 壁面統一型と III. 上層 SB 型を比較する。III. 上層 SB 型について述べる。【歩行空間の風雪環境】 St. 2, 3, 4 における積雪乱れが弱まり (図 3-c2)、St. 1 の南側の積雪深さが 150[mm/日] (図 3-c1)、St. 5 は全体的に低くなる (図 3-c1)。【雪処理 E】 CO2 排出量が 2.55[ton/日] 減少する (図 3-D)。上層部の SB により、風上側で低層部が上層部からの逆流を防ぎ、吹き払いが小さくなるためである。また、風下側で上層部から吹き下ろされた雪が、低層部屋上に積もるためである。

[図 2 の⑤] IV. 屋外 OS 型と V. 高層アトリウム型を比較する。V. 高層アトリウム型について述べる。【歩行空間の風雪環境】 St. 1, 5 の積雪深さが全体的に低くなる (図 3-c1)。一方、St. 5 では吹き溜まりが縮小して交差点の風が強くなり (図 3-c3)、全ての通りで積雪乱れが大きくなる (図 3-c2)。【雪処理 E】 0.91[ton/日] 増加する (図 3-c1)。一方、St. 5 では吹き溜まりが縮小して交差点の風が強くなり (図 3-c3)、全ての通りで積雪乱れが大きくなる (図 3-c2)。【雪処理 E】 0.91

[ton/日] 増加する (図 3-D)。上層部を SB し、高層化した事で、吹き下ろしの風が強くなり、雪が吹き払われるためである。

5. 風雪を考慮した都心再開発のデザインガイドライン

4 章より積雪寒冷都市の都心再開発におけるデザインガイドラインは、以下のように整理できる。

- (1) 協調更新での壁面統一は、歩道上の雪が吹き払われるため、歩行空間の風雪環境の悪化を軽減し、望ましい。
- (2) 協調更新での上層部の SB は、風上側の吹き払いを小さくし、風下側の積雪を軽減するため、歩行空間の風雪環境の悪化を軽減する。雪処理 E も削減し、より望ましい。
- (3) 共同更新で 5m 壁面後退し、屋外 OS を設けると、吹き払いが大きくなり、歩行空間の風雪環境の悪化を軽減する。雪処理 E を削減し、望ましい。
- (4) 共同更新での高層化は、上層部を SB しても吹き下ろしが強く、局所的な強風や吹き溜まりが発生し、歩行空間の風雪環境が悪化する。雪処理 E も増加し、望ましくない。

以上より、従来の都市デザイン手法に加え、環境・エネルギー評価の視点からも良好な歩行空間の形成に寄与する、積雪寒冷都市都心オリジナルのデザインガイドラインが提案された。本研究は、科学研究費補助金基盤研究 (A) の助成を受けて行われた。

注釈 1) 街並みの美学 / 芦原義信ほか 2) 次世代北方型住宅の除雪に配慮した配置計画に関する研究 / 北海道立北方建築総合研究所ほか 3) 気象庁 HP データ 4) Requirements for modeling of a snowdrift, Cold Regions Science and Technology / Y. Anno ほか

* 北海道大学大学院 修士課程
** 北海道大学大学院工学研究院 教授 博士 (工学)
*** 北方建築総合研究所 主査 博士 (工学)
**** 国土交通技官

* Master course Graduate School of Eng., Hokkaido Univ
** Prof., Faculty of Eng., Hokkaido Univ., Dr.Eng.
*** Senior Researcher, Hokkaido Research Organization, Dr.Eng
**** Engineering Official of Land, Infrastructure and Transport