

## 3D レーザースキャナを用いた模擬住宅地の吹きだまり測定

飯沼弘一，小金森聖陽，荒川逸人（野外科学(株)），堤拓哉（北海道立総合研究機構）

### 1. はじめに

これまでに建物周囲における吹きだまりの実測データの取得を目的として，北海道工業大学にて実大モデルを用いた長期野外観測をおこなってきている．2008年度の観測では単体モデル，2009年度の観測では12棟から成る複数モデルと条件を変えている．2008年度の観測では，プレハブの周囲に赤白ポールを設置し，赤白ポールの読み取り値から積雪深を判読した．2009年度の観測では，これに加え3Dレーザースキャナを用いた積雪深分布の測定をおこなった．今回は2009年度の結果について報告する．

### 2. 3D レーザースキャナ概要

3Dレーザースキャナとは，レーザーによるスキャニングをおこない，対象物の3次元座標を測定する測量機器である．レーザー光を対象物に照射したときの反射光の到達時間から得られる距離と角度をもとに，多数の点群データが取得される．この点群データを取得する作業をスキャニングという．観測では，スキャニング（点群データの取得）と解析（専用ソフトによる3次元座標データの生成）という2つの手順が必要となる．

表-1は今回使用した3Dレーザースキャナの主な仕様であり，図-1はその外観である．スキャニング範囲は，水平360°垂直270°で測器の真下90°以外は測定が可能である．測定範囲は対象物の反射率によって異なり，最大で200m程度である．測定距離の精度は50m離れた点において4mm，座標の精度は同じく50m離れた点において6mmである．50mより近い点の精度はこれよりも良く，離れた点の精度はこれよりも悪くなる．ターゲットの測定精度は50m離れた点において1.5mmとなっている．ターゲットは，複数回観測をおこなった時のデータの重ね合わせ，公共座標との結合に用いるために使用し，反射板を素材としているため対象物と比較して測定精度は高い．3Dレーザースキャナによるスキャニングは1回の観測で，地点を変え複数回おこなう．対象物の凹凸によって3Dレーザースキャナから影になる部分ができるため，地点を変え観測することで影になる部分の点群データを取得することができる．

表-1 3Dレーザースキャナ機器仕様

項目	仕様	備考
距離精度	4mm	50mにおいて
座標精度	6mm	50mにおいて
ターゲット測定精度	1.5mm	
角度精度	水平・垂直とも12秒	
測定範囲	約200m	対象物の反射率による
スキャニング範囲	水平360度 垂直270度	
スキャニング速度	約1800点/秒	



図-1 レーザースキャナ

測定データを専用の解析ソフトを使って合成し、3次元座標データを生成する。3次元座標データから、平面図、断面図（縦横断図）を作成することができる。観測データと地盤、または日にちの違う観測データとを重ね合わせることで、積雪量や積雪の増加（減少）量を算出することができる。また、レーザー照射部と同軸のデジタルカメラを装備しており、3次元座標データを3D表示する際にデジタルカメラ画像を重ね合わせることができる。

### 3. 観測方法

札幌市手稲区の北海道工業大学内の運動場にて観測をおこなった。たて2.4m×横5.4m×高さ2.7mのプレハブを12棟、2.7m間隔で卓越風向に直交するように配置した（図-2）。また、冬期の気象状況を把握するために、プレハブの風上側50mの位置に風向風速計などの気象観測機器が設置された。プレハブの風上側約100m、風下側約20mは平坦地となっている。

赤白ポールをプレハブ群の周囲および内部に、卓越風向に対して直交する方向に4.0m間隔、平行する方向に2.5m間隔に設置した。プレハブの外には、風上側50m、風下側20mまで5m間隔に赤白ポールを設置した。

3Dレーザースキャナによる測定は、2010年1月7日と2月8日の2回おこなった。今回は、1月7日の観測結果について報告する。

1月7日の風上側平坦地の積雪深は30cmであった。観測では、3Dレーザースキャナのスキニングを7箇所からおこなったが、図-3の矢印で示すように一部データの欠測箇所（黒い部分）が生じた。

### 4. 観測結果

図-4に点群データを3D表示したものを示した。図では、運動場の外側の戸建て住宅の壁面なども確認できる。点群データにデジタルカメラ画像を合成し、3D画像に色を付けて表示することも可能である。

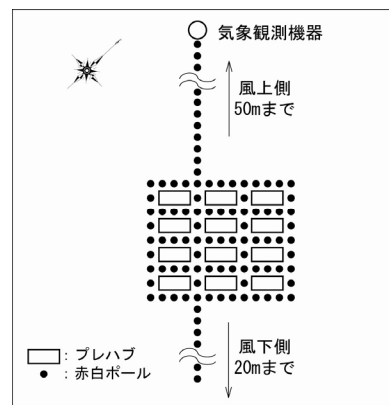


図-2 プレハブと赤白ポールの配置図

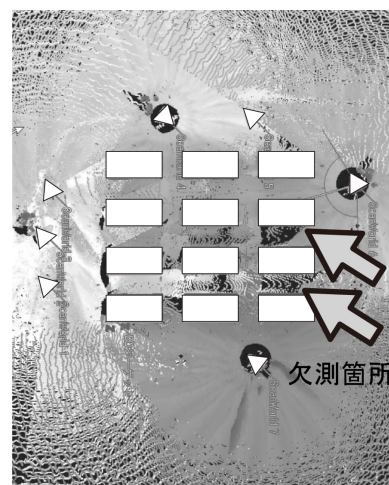


図-3 プレハブ配置



図-4 点群データの3D表示

図-5 は点群データを 0.5m 間隔のグリッドデータに変換し，平面図（積雪表面の等高線図）を作成したものである．図面の下が風上側，上が風下側となっている．色の白い箇所ほど積雪表面の標高が高く，黒い箇所ほど積雪表面の標高が低い．地盤は平坦であり，標高が高い箇所ほど積雪深は多い．図-5a では，風上側の積雪深が多いが，これは運動場の端部で戸建て住宅が隣接しており，その影響によるものと考えられる．図-5b では，風上側のプレハブ群を囲む箇所で積雪深が多い．また，プレハブ群内部では，積雪深の違いが明瞭に分かる．

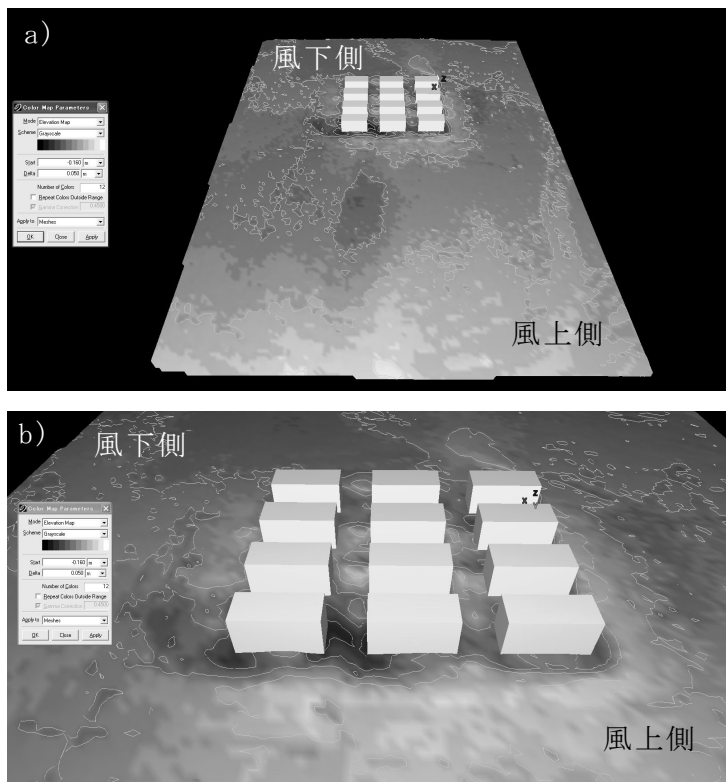


図-5 3D レーザースキャナ観測結果（積雪深分布）  
a) 全体の俯瞰 b) 建物周辺の拡大

得られたグリッドデータと赤白ポールによる積雪深測定の結果との比較をおこなった．まず，季節風と平行方向におけるプレハブ間の吹きだまり状況を示す．図-6 に示した測線は，代表的な吹きだまり箇所である．図-7 は測線の写真と積雪深分布である．図の左側が風上側，右側が風下側となっている．プレハブ間隔は 2.7m で，グリッドデータは 6 点、赤白ポールによる測点は 1 点であった．グリッドデータによる断面図からは，風上側プレハブ背面の積雪深の増加（吹きだまり箇所），風下側プレハブ前面の積雪深の減少（吹き払い箇所）などの詳細な形状が明らかとなる．

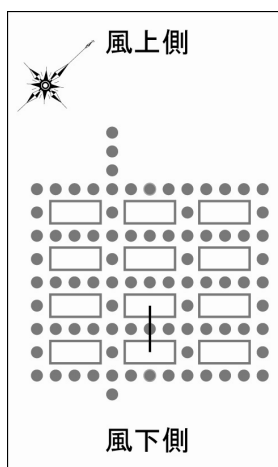


図-6 測線位置図

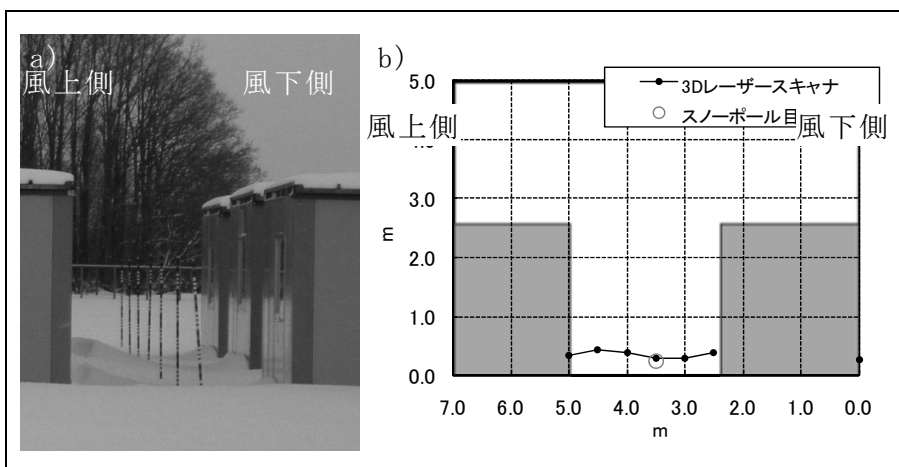


図-7 季節風に対して平行する測線における  
a) 吹きだまり状況写真と b) 積雪深分布

次に, 季節風と直交方向のプレハブ間の吹きだまり状況を示す. 図-8 はその測線で, 図-9 は測線の積雪深分布である. プレハブを含む測線では, プレハブの前後で積雪深の減少が見られたが, プレハブを含まない測線では積雪深は一様であり, 積雪深分布の傾向に違いがみられた.

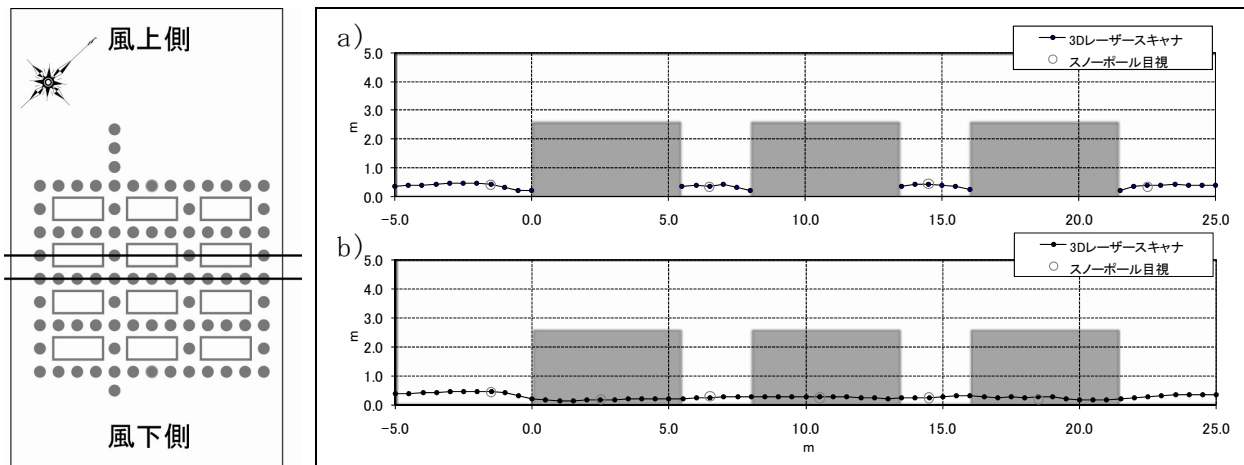


図-8 測線位置図

図-9 季節風に対して直交する測線の吹きだまり分布  
a) プレハブを含む測線 b) プレハブを含まない測線

## 5. まとめと今後の課題

実大規模のモデルを対象とした吹きだまり観測に, 3D レーザーキャナによる測量を導入した. 従来からの赤白ポールによる積雪深測定と比べ, 高密度のデータを得ることができた. グリッドデータから平面図や任意の縦横断図を作成でき, プレハブ群内部の吹きだまり形状の特徴を再現することが可能となった.

今後は2月8日のデータを解析し, 吹きだまり量の算出などをおこなう予定である.