

## 除雪作業で形成される雪堤の力学的特性の基礎的評価

### — 雪層境界面の明瞭化による強度測定の改善 —

河田剛毅<sup>1</sup>・永井悠都<sup>2</sup>・本間翔大<sup>2</sup>・上村靖司<sup>3</sup>

(1:長岡工業高等専門学校 2:長岡工業高等専門学校専攻科 3:長岡技術科学大学)

#### 1. はじめに

道路除雪により路肩に形成される雪堤は、高さが増すほど崩れたときの危険性が増す。図1に示すように、雪堤は層構造を持つことに加えその強度には様々な要素が影響する。そこで著者らはそうした複雑な雪堤をなるべく単純化し、「1つの雪層(単層)」と「2つの雪層の境界面」の2カ所に着目して、それぞれの箇所での崩れに関する力学的特性と主要因子の関係を明らかにすることに取り組んでいる。これまで単層の強度について、時間経過とともに増加する傾向はつかめたが、境界面の強度についてはデータ不足に加え、データのばらつきが大きく定性的な傾向も不明確であった(河田ら, 2019)。その原因の1つとして、2層の境界面が不明瞭であることが考えられたので、著者らは強度に影響を与えることなく2層の境界面を明瞭にする方法を考案した(河田ら, 2020)。今回はそれを適用して強度試験を行った。

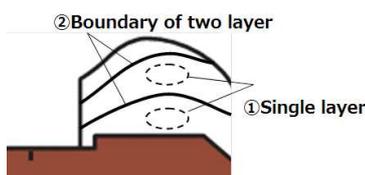


図1 調査対象箇所

#### 2. 実験方法

##### 2.1 試料雪

試料雪は製氷機で作った氷を削氷機で削って作成した人工ざらめ雪である。この雪をふるいにかけて粒径を4 mm 弱以下に揃えた。試料雪の保存ならびに強度試験はいずれも気温 0~1°Cの低温室で行った。単層の強度試験用に、内径270mm、厚さ40 mm、高さ1 mの発泡パイプ内に試料雪を自然充填した。2つの雪層の境界面の強度試験用に簡易2層モデルを作成した。内寸法300 mm×300 mm、厚さ40 mmの発泡角パイプ内に、まず1層目として高さ300 mmの雪を積み上げ、その7日後に2層目として高さ300 mmの雪を積み上げ、さらに境界面に約1 mの積雪に相当する荷重がかかるよう重りを載せた。2層の境界面を明瞭にするため、図2のような型を用いて1層目の上面に試験片の輪郭(60 mm×100 mmの長方形)に沿って粒度60のアルミニウム砥粒を0.2 mm程度の厚さで均一に撒いた。

発泡パイプの周囲は砕石で囲い、内部の試料雪が融けないようにした。

##### 2.2 強度試験

前節で説明した保存試料から所定寸法の直方体形状の試験片を切り出し、せん断強度試験を行った。実験条件として、単層の強度試験は保存してからの経過日数、2つの雪層の境界面の強度試験は2層目を積み上げてからの経過日数を変えた。また境界面の強度試験については重りを無しとした(すなわち境界面にかかる荷重を小さくした)場合のデータも取った。

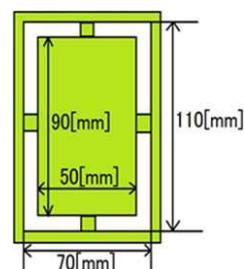


図2 砥粒を撒く型

#### 3. 結果

図3と図4に単層、および2つの雪層境界面のせん断強度と経過日数の関係を示す。どちらも測定値にある程度の分布幅があるが日数経過とともにせん断強度が増す傾向が認められる。それだけでなく強度分布そのものが両者でかなり近い。2つの雪層境界面のせん断強度について、経過日数7日の条件で重りを無しとした場合のせん断強度は重りありの場合とほとんど差がなかった。これらのことから、積み上げてからの経過日数が1週間程度の雪層表面と新たに積み上げた雪の間の結合力は、最初から一体として保存された雪塊の結合力とほとんど変わらないこと、およびその結合力には積雪1 m程度の加圧力は影響しないことが示唆される。但し後者については2層目積み上げ後の経過日数をより大きくした場合にどうなるかなど更なる検証が必要である。

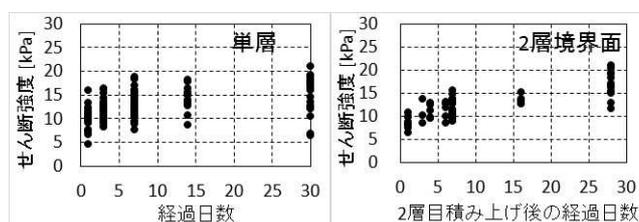


図3 単層、および雪層境界面のせん断強度と経過日数の関係

#### 文献

河田, 永井, 上村(2019):除雪作業で形成される雪堤の力学的特性の基礎的評価—測定値のばらつき低減の工夫と結合度合いの評価—, 雪氷研究大会講演要旨集, 277.  
河田, 永井, 上村(2020):除雪作業で形成される雪堤の力学的特性の基礎的評価—雪層境界面の明瞭化—, 雪氷研究大会講演要旨集, 150.