

震動台による積雪の震動実験（序報）

上石 勲、（防災科研・雪氷）、町田 敬（町田建設）、加藤 務（テクノかとう）

1. はじめに

2012年3月12日に発生した長野県北部では多数の表層雪崩、全層雪崩が発生した。その発生のメカニズムを解明するために、積雪の震動台実験を行った。湿雪の震動台による本格的な実験は今回が初めての例であるので、実験方法の確立も目的とした。

2. 震動台の概要

装置は永久磁石震動加振装置で震動させている。水平震動台（2×2m）と垂直震動台（0.5×0.5m）があり、垂直震動台を水平震動台上部に設置することによって2軸の震動を同時に与えることもできる。装置は雪氷防災研究センター低温室（-5～0℃）に設置した。載せることができる試験体の重量は垂直震動台で約40kg、水平震動台で1500kgである。積雪内と震動台に設置してある加速度センサーの電気的信号を記録した。また、破壊現象を記録するためにビデオ撮影を行った。

3. 積雪試験体の切り出しと固定方法

勾配を持った自然積雪を震動台に固定するために、つぎのような手順を考案した。

- ①試験体底面合板を平地積雪の断面に勾配を付けて差し込むみ、さらに背面、側面をスノーソーで切り出し後、試験体を平面に立てる(図1)。
- ②低温室まで移動(数枚の合板上を滑らせて)し、チェーンブロック(小さな試験体の場合は人力)で震動台上に設置する。

震動台に固定した10cm突き出た10本のねじを積雪底面に差し込んだほか、大きな積雪試験体では積雪内部にLアングルなどを貫通したり、小さな試験体では積雪の周りに補強板を設置するなど、試験体の固定について工夫した。



図1 積雪サンプルの切出し

表1 積雪振動実験結果の一例

震動	弱層削り	駆動力		弱層剪断強度	積雪安定度	破壊状況
		重力	震動			
gal	cm	N/m2	N/m2	N/m2		
50	0	157.3	78.6	300	3.63	×
100	0	157.3	78.6	300	3.46	×
200	0	157.3	78.6	300	3.17	×
300	0	157.3	78.6	300	2.92	○

4. 実験結果

垂直震動台に試験体を載せ、正弦波震動制御システム(加速度を一定として周波数と振動数を自動制御)によって震動を与え、破壊の状況を観測した。与えた加速度は50～600galで、加速度を大きくすると、試験体の共振により震動台から外れて転倒する状況も見られたため、上記のような固定方法を考案した。また、弱層を左右、前後4方向から一定の幅で削って上載荷重による駆動力を大きくした。積雪の弱層は断面観測から把握し、弱層の剪断強度をシアフレームを用いて測定するとともに、積雪密度と弱層の上部層の厚さから上載荷重を求めた。弱層の種類は降雪結晶とぬれざらめ雪であった。



図2 振動による積雪の破壊

表1は水平震動実験結果の一例を示したもので、加速度を50,100,200,300galとしてそれぞれ周波数を1～10Hzまで5分間で増加させ、破壊しなかった場合は×としてある。この場合、加速度300galで周波数が約2.0Hzとなった時に、降雪結晶の弱層を境に積雪が破断した。ここに示す震動による駆動力は $Wk \cos^2 \theta$ （水平震度）、 $Wk \cos \theta \cdot \sin \theta$ （垂直震度）によって求めたものである。図2はぬれざらめ雪を弱層として破断した例である。

同じ試験体で行った水平と垂直の2種類の震動実験では、破壊時の震動を考慮した積雪安定度は、水平では1.75であったのに対し垂直では0.58と小さかった。また、弱層が降雪結晶では2.7～3.7と大きな値で破壊しているのに対し、ぬれざらめ雪では1.2～2.0の場合が多かった。

5. 今後の予定 本実験をもとに、さらに各種条件での実験と解析を進める予定である。