

卷末資料

- ・ 積雪断面観測と積雪移動量観測

積雪断面観測は、斜面方向の積雪深変化や層厚の変化を確認し、予防柵斜面側への堆雪状況や杭によるグライド抑制状況を把握することを目的に実施したものである。実施はもみ殻による積雪移動状況（グライド量・クリープ量）の計測と合わせて行った。

【観測日】

積雪断面観測は以下の日程で実施した。

表 1 積雪断面観測実施日

調査斜面	断面観測実施日	斜面近傍積雪深 (新潟県観測所観測値)
十日町試験地	平成 30 年 3 月 15 日	十日町観測所： 115cm
小白倉	平成 30 年 3 月 29 日	高柳観測所： 137cm
十二峠	平成 30 年 3 月 31 日	上野観測所： 54cm
子安トンネル下部	平成 30 年 4 月 2 日	松代観測所： 29cm
子安トンネル上部	平成 30 年 4 月 2 日	

また、グライド量・クリープ量の観測のため、事前にもみ殻を調査対象予防柵の山側斜面に上下 2 箇所ずつセットした。もみ殻設置日と断面観測実施日までの日数を以下に示す。

表 2 もみ殻設置期間一覧表

調査斜面	もみ殻設置日	断面観測実施日	日数
十日町試験地	平成 30 年 2 月 23 日	平成 30 年 3 月 15 日	20 日間
小白倉	平成 30 年 2 月 23 日	平成 30 年 3 月 29 日	34 日間
十二峠	平成 30 年 2 月 25 日	平成 30 年 3 月 31 日	34 日間
子安トンネル 下部	平成 30 年 2 月 25 日	平成 30 年 4 月 2 日	36 日間
子安トンネル 上部	平成 30 年 2 月 26 日	平成 30 年 4 月 2 日	35 日間

【もみ殻設置時の積雪深と密度】

もみ殻の設置は、積雪表面から地面までスノーサンプラーで筒状に積雪を採取し、その空洞にもみ殻を充てんする方法で実施した。

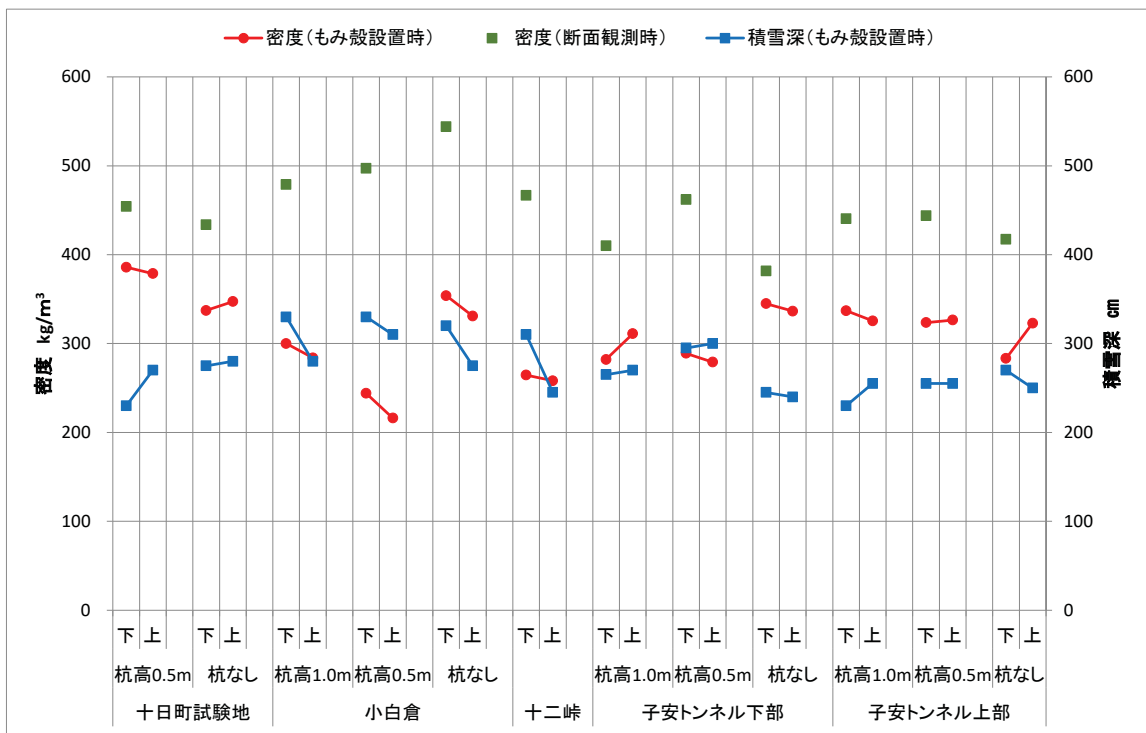
その際、採取した積雪の重量を計測し、積雪深とあわせて全層密度を整理した。

次ページに、もみ殻設置時の積雪深と全層密度、及び断面観測実施時の全層密度の整理結果を示す。

積雪深は 230cm～330cm、全層密度はもみ殻設置時が $216\text{kg/m}^3\sim 386\text{kg/m}^3$ 、断面観測時が $382\text{kg/m}^3\sim 544\text{kg/m}^3$ とばらつきがやや多かった。

また、斜面の上下ではグライドなどの影響により、下側の積雪深が大きくなるのが一般的と考えられるが、十日町試験地の杭設置斜面では逆の傾向が顕著であった。子安トンネル上部の杭設置斜面（杭高 1.0m）でも同様の傾向が大きかった。

調査斜面		上下	もみ殻設置時				断面観測時			
			積雪深 cm	重量 kg	体積 m ³	密度 kg/m ³	積雪深 cm	重量 kg	体積 m ³	密度 kg/m ³
十日町試験地	杭高0.5m	下	230	1.775	0.0046	386	195	1.772	0.0039	454
		上	270	2.045	0.0054	379				
	杭なし	下	275	1.855	0.0055	337	230	1.995	0.0046	434
		上	280	1.945	0.0056	347				
小白倉	杭高1.0m	下	330	1.980	0.0066	300	172	1.648	0.0034	479
		上	280	1.590	0.0056	284				
	杭高0.5m	下	330	1.610	0.0066	244	138	1.372	0.0028	497
		上	310	1.340	0.0062	216				
	杭なし	下	320	2.265	0.0064	354	165	1.795	0.0033	544
		上	275	1.820	0.0055	331				
十二峠		下	310	1.640	0.0062	265	135	1.260	0.0027	467
		上	245	1.265	0.0049	258				
子安トンネル下部	杭高1.0m	下	265	1.495	0.0053	282	125	1.025	0.0025	410
		上	270	1.680	0.0054	311				
	杭高0.5m	下	295	1.705	0.0059	289	120	1.109	0.0024	462
		上	300	1.675	0.0060	279				
	杭なし	下	245	1.690	0.0049	345	60	0.458	0.0012	382
		上	240	1.615	0.0048	336				
子安トンネル上部	杭高1.0m	下	230	1.550	0.0046	337	68	0.599	0.0014	440
		上	255	1.660	0.0051	325				
	杭高0.5m	下	255	1.650	0.0051	324	80	0.710	0.0016	444
		上	255	1.665	0.0051	326				
	杭なし	下	270	1.530	0.0054	283	78	0.651	0.0016	417
		上	250	1.615	0.0050	323				



【積雪深】

- ・斜面の上下では下側の積雪深が多くなるのが一般的（グライドなどの影響により）
- ・十日町試験地の杭設置斜面では逆の傾向が顕著
- ・子安トンネルの杭設置斜面でも逆の傾向

図1 積雪深・密度 整理結果

【斜面毎の断面観測結果】

(1) 十日町試験地の断面状況

積雪断面写真を以下に示す。

■木杭設置予防柵斜面（杭高0.5m）



写真1 木杭設置予防柵斜面（杭高0.5m）

■木杭設置なし予防柵斜面



写真2 木杭未設置予防柵斜面

積雪断面形状（雪面、積雪層）を以下に示す。

杭無し予防柵斜面では積雪層（層位置、層厚など）に顕著な変化は見られないが、杭設置予防柵斜面では3番目の層に杭の影響と思われる変化（褶曲）が顕著である。

予防柵支持面最下部位置の積雪深は、杭無し予防柵斜面では断面の中で最も深く2.3mとなっているのに対し、杭設置予防柵斜面では2.1mと杭無し斜面に比較し約1割の低減がみられる。また、谷側の杭位置付近が最も積雪が多い。積雪深と同様に1番目から3番目の層位置についても1割から2割の低減となっている。

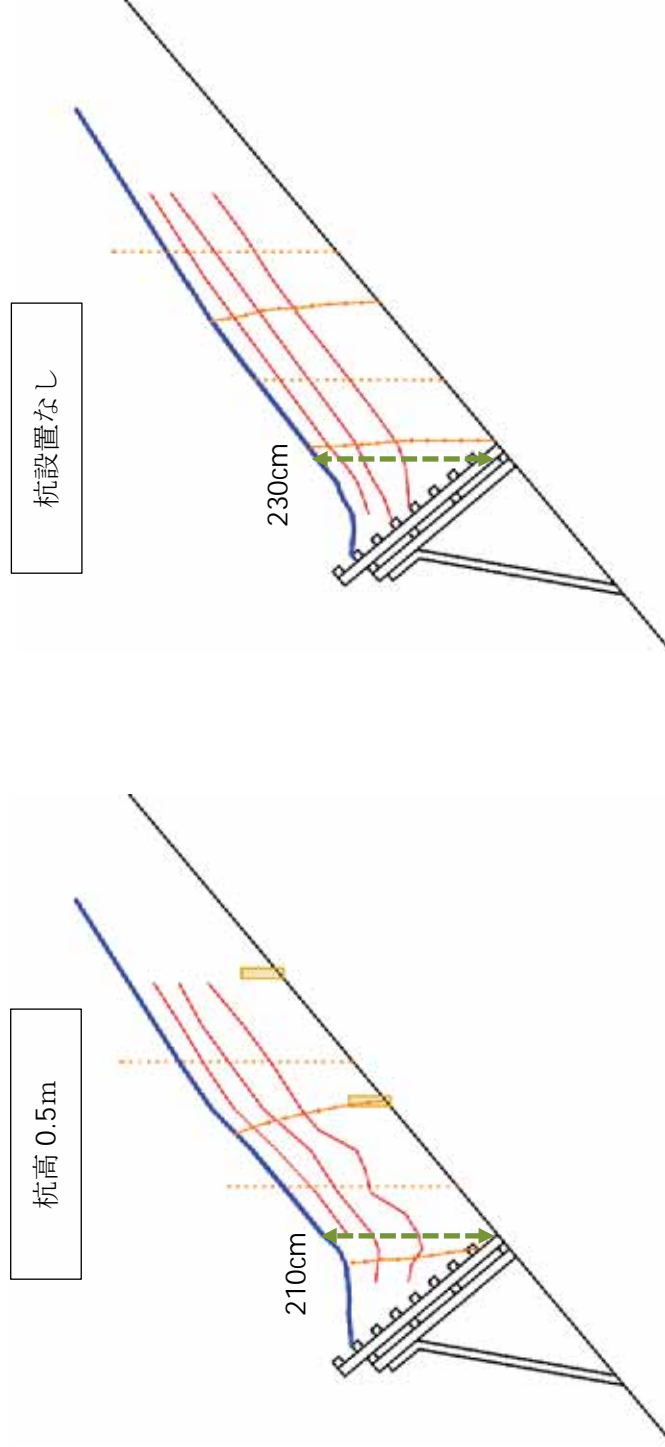


図2 十日町試験地積雪断面形状

(2) 小白倉の断面状況

積雪断面写真を以下に示す。

■トライパイル設置予防柵斜面（杭高 1.0m）

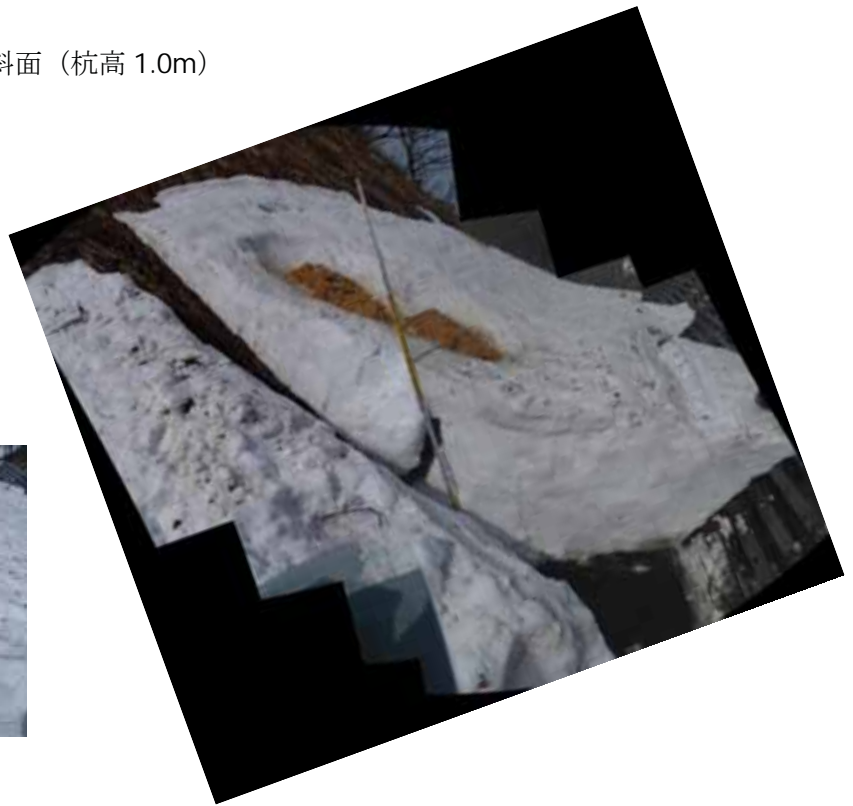


写真3 トライパイル設置予防柵斜面（杭高 1.0m）

■トライパイル設置予防柵斜面（杭高 0.5m）

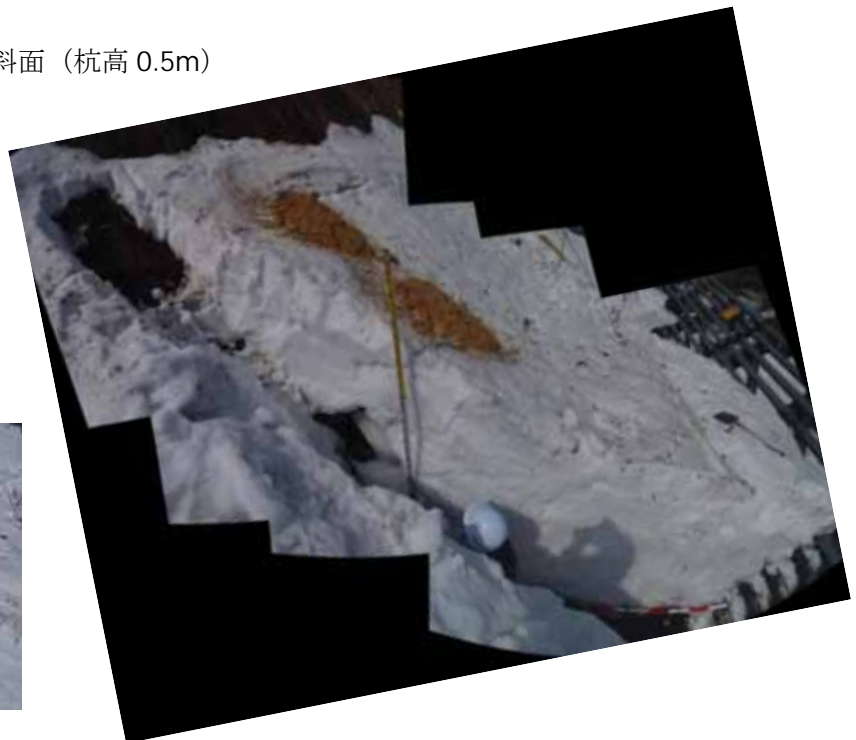


写真4 トライパイル設置予防柵斜面（杭高 0.5m）

■ トライパイル設置なし予防柵斜面



写真5 トライパイル未設置予防柵斜面

積雪断面形状（雪面、積雪層）を以下に示す。

杭無し予防柵斜面では、斜面と予防柵間への堆雪が多く、積雪表面や積雪層は斜面から予防柵に向かって一様に下がっている。対して杭設置予防柵斜面は、杭（トライパイル）設置位置直下の堆雪が少なく、積雪層の傾きは斜面から予防柵に向かって一様に下がっているものの、予防柵支持面近くは緩く水平に近い部分もある。杭（トライパイル）によるグライダー抑制効果によるものと判断される。

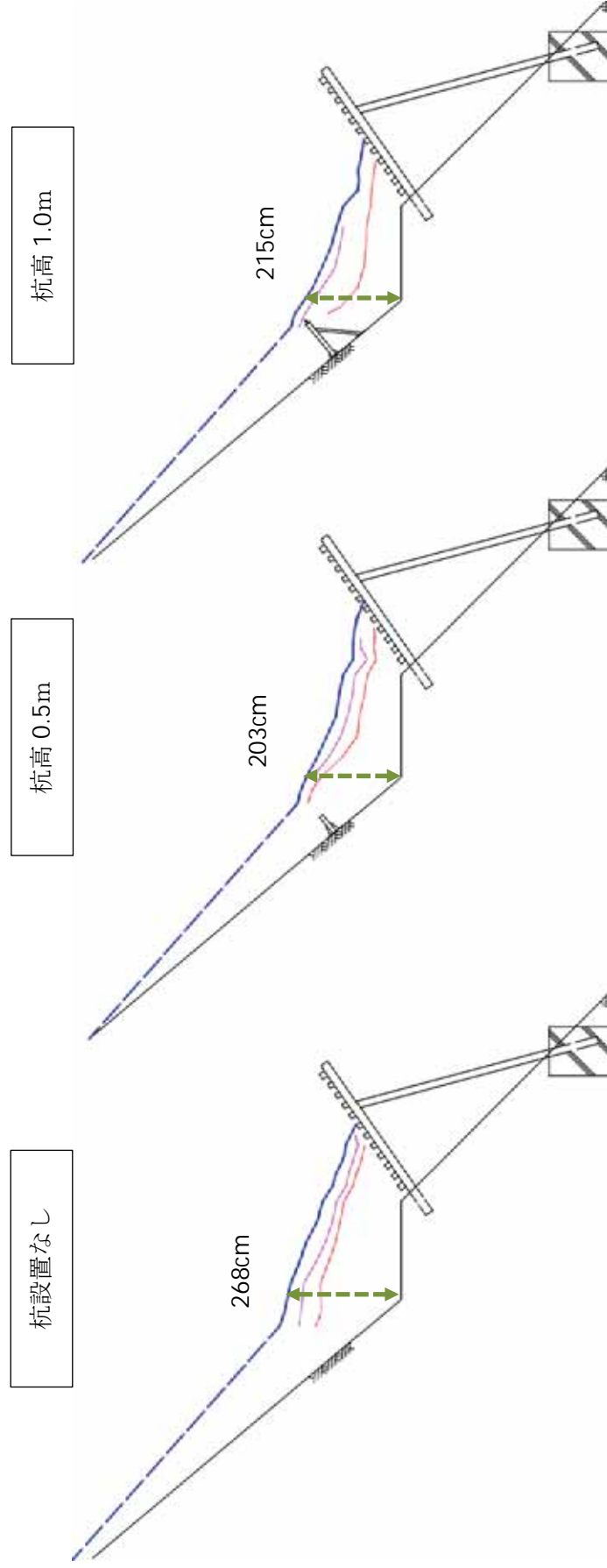


図 3 小白倉積雪断面形状

(3) 十二峠の断面状況

積雪断面写真を以下に示す。



写真 6 十二峠積雪断面

積雪断面形状（雪面、積雪層）を以下に示す。

雪面や積雪層の変化（褶曲）を見ると予防柵に近づくに従って緩やかになっており、予防柵支持面の下部に崩落またはグライドにより斜面積雪が堆雪している様子が確認できる。

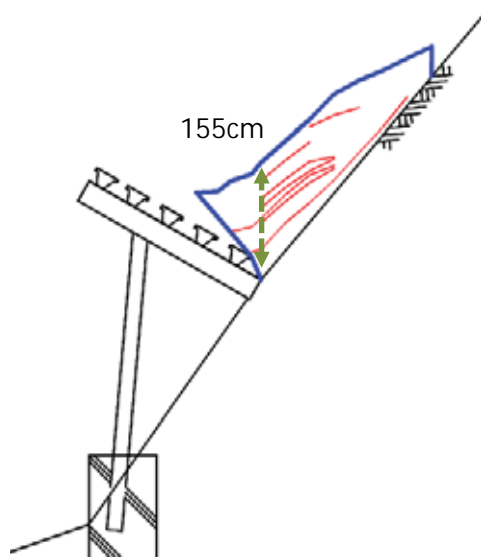


図 4 十二峠積雪断面形状

(4) 子安トンネル下部斜面の断面状況

子安トンネル下部斜面については、斜面縦断面形状の関係（柵近くが平坦で急勾配斜面が続く）で、杭の設置位置を予防柵より約 4m 程度離して設置したこと、また、結果として雪庇の発生が確認されなかつたことなどから、積雪断面は予防柵位置まで掘り出さず、グライド量・クリーブ量の計測に必要な範囲のみの断面とした。積雪深さについては予防柵から斜面上部の予防柵位置まで、斜距離 1 m 毎に計測を行った。

積雪断面形状（雪面）を以下に示す。積雪深は、杭設置無し予防柵斜面が最も少なかったが、斜面形状が一様でなく凸凹部分などの地形の影響が大きいと推測される。

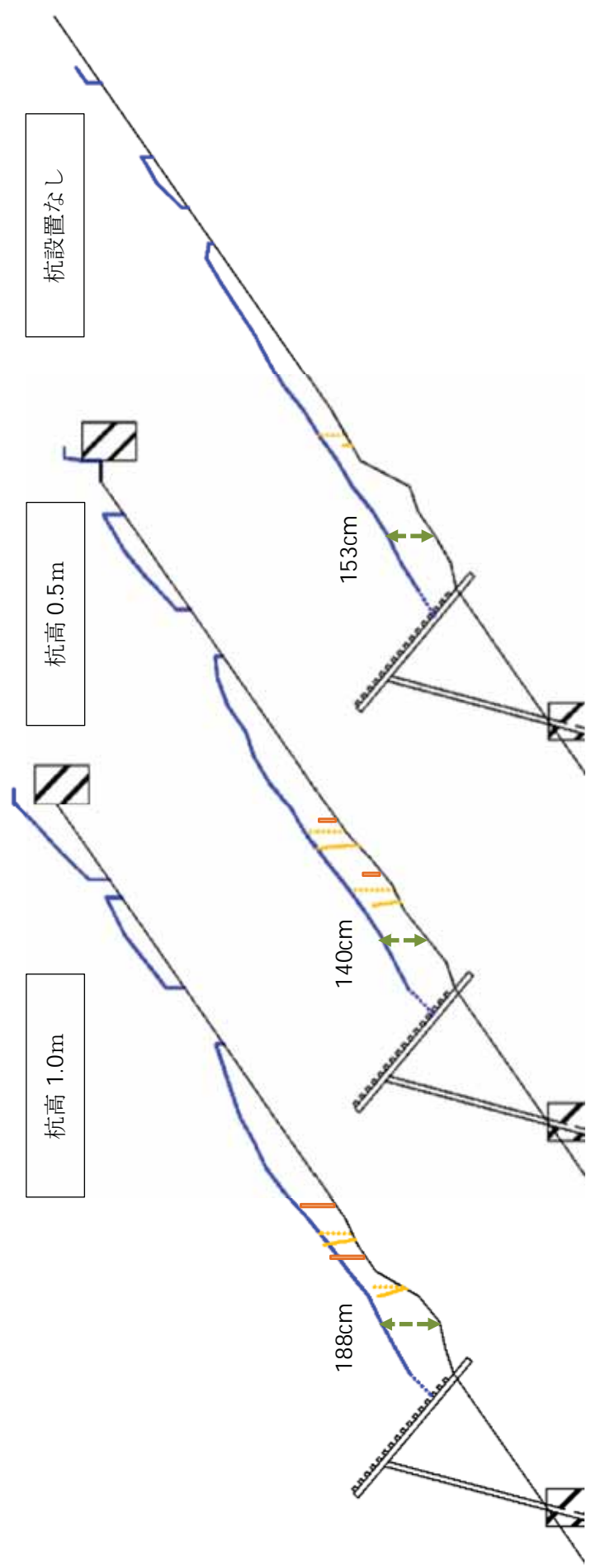


図 5 子安トンネル下部積雪断面形状

(5) 子安トンネル上部斜面の断面状況

子安トンネル上部斜面についても、下部斜面と同様の理由で、積雪断面は予防柵位置まで掘り出さず、グライド量・クリーブ量の計測に必要範囲のみの断面とした。積雪深さについては予防柵から斜面上部の予防柵位置まで、斜距離1 m毎に計測を行った。

積雪断面形状（雪面）を以下に示す。杭設置無し斜面のクラックに対して、杭高0.5mの杭設置斜面にクラックが無いのは、杭によるグライド抑制の影響と推測される。杭高1.0mの杭設置斜面の中間部の積雪が少ないのは、斜面形状が一樣でなく凸凹部分などの地形の影響が大きいと推測される。

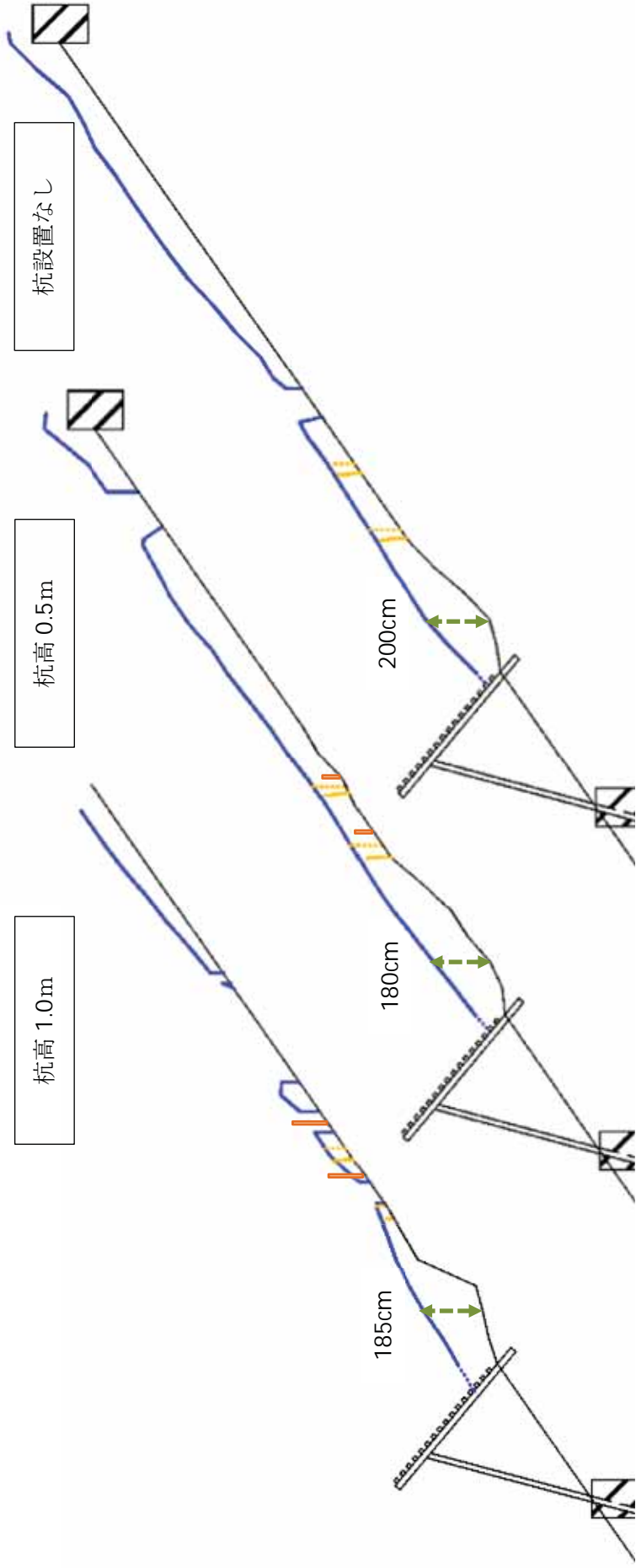


図 6 子安トンネル上部積雪断面形状

【積雪移動状況（グライド量・クリープ量）の観測】

前記した通り、調査対象斜面全てでもみ殻によるグライド・クリープ量の観測を行った。前項の積雪断面観測と同日に断面を掘り出して移動量の観測を行った。

(1) 十日町試験地のもみ殻断面状況

■木杭設置予防柵斜面（杭高0.5m）

グライドは山側で62cm、谷側で96cm、クリープも山側表面で40cmと大きな値が観測された。斜面形状が一様で地形の凸凹などが少ないためと推測される。

クリープが杭無し斜面と比較し大きかったのは、杭によりグライドが抑えられた影響と推測される。



写真7 グライド・クリープ状況

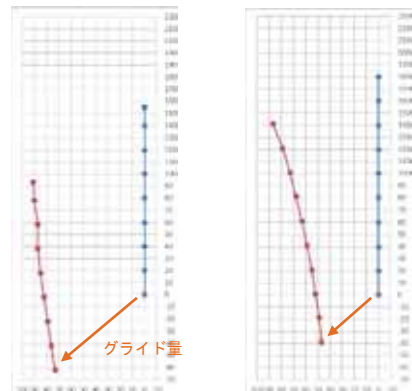


図7 グライド量・クリープ量 谷側（左）、山側（右）

■木杭設置なし予防柵斜面

グライドは山側で78cm、谷側で95cm、クリープは山側表面で23cmが観測された。杭設置斜面と比較し、山側でグライドが大きかった。



写真8 グライド・クリープ状況

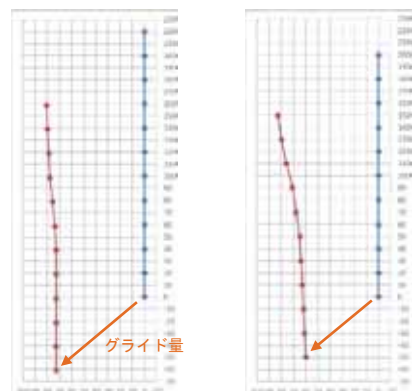


図8 グライド量・クリープ量 谷側（左）、山側（右）

(2) 小白倉のもみ殻断面状況

■ トライパイル設置予防柵斜面 (杭高 1.0m)

山側のもみ殻はグライドが 23cm、谷側は 12cm と少ない。クリープは谷側の表面近くが 7cm であった。

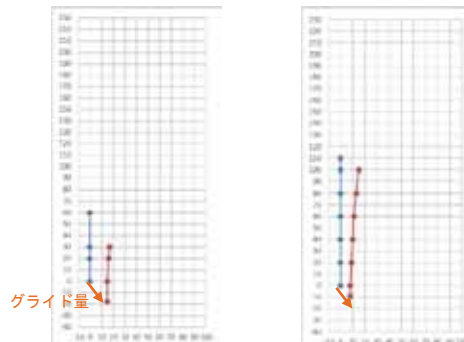


写真9 グライド・クリープ状況

図9 グライド量・クリープ量 山側 (左)、谷側 (右)

■ トライパイル設置予防柵斜面 (杭高 0.5m)

山側のもみ殻はグライドが 30cm、谷側は 31cm。クリープは谷側の表面近くが 10cm であった。

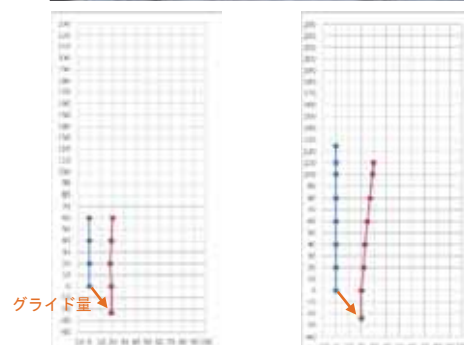


写真10 グライド・クリープ状況

図10 グライド量・クリープ量 山側 (左)、谷側 (右)

■ トライパイル設置なし予防柵斜面

山側のもみ殻はグライドが47cm、谷側は26cmで、トライパイル設置斜面と比較して大きい。クリープは谷側の表面近くが11cmであった。

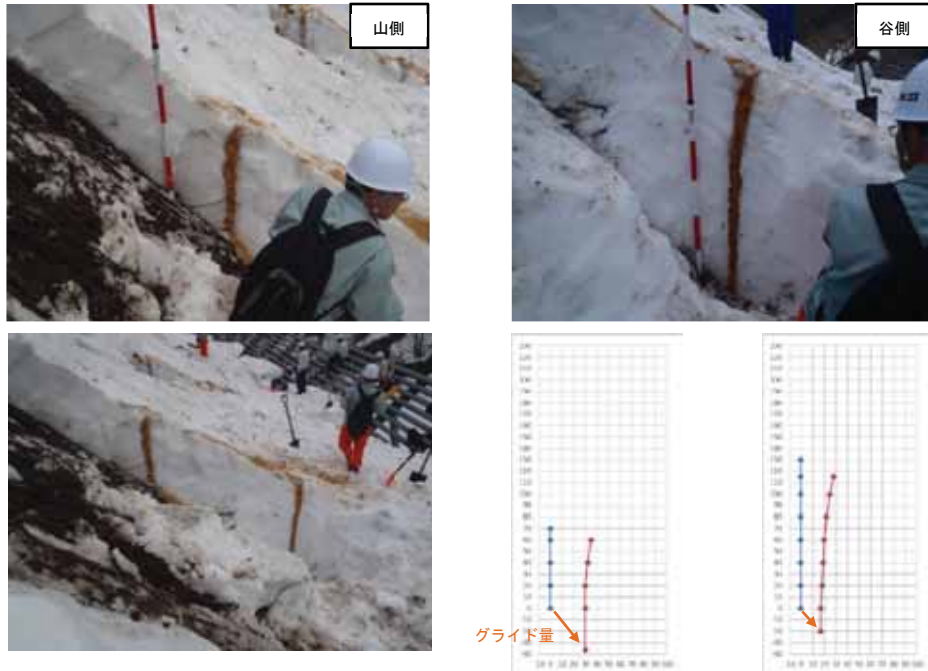


写真 11 グライド・クリープ状況

図 11 グライド量・クリープ量 山側 (左)、谷側 (右)

(3) 十二峠のもみ殻断面状況

谷側のもみ殻はグライドが34cmで、クリープはほとんどなかった。山側のもみ殻は融雪により計測できなかった。



写真 12 グライド・クリープ状況

図 12 グライド量・クリープ量 谷側

(4) 子安トンネル下部斜面のもみ殻断面状況

■木杭設置予防柵斜面（杭高 1.0m）

山側のもみ殻はグライドが 21cm、谷側は 12cm。クリープは谷側の表面近くが 23cm であった。

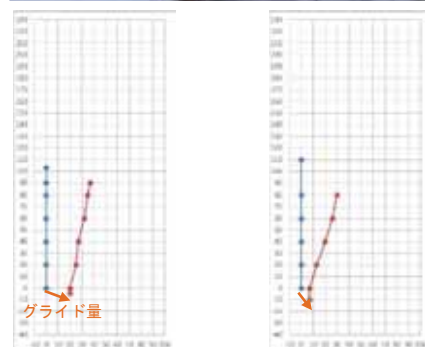


写真 13 グライド・クリープ状況

図 13 グライド量・クリープ量 山側（左）、谷側（右）

■木杭設置予防柵斜面（杭高 0.5m）

山側のもみ殻はグライドが 56cm、谷側は 46cm。クリープは山側谷側とも表面近くが 10cm であった。

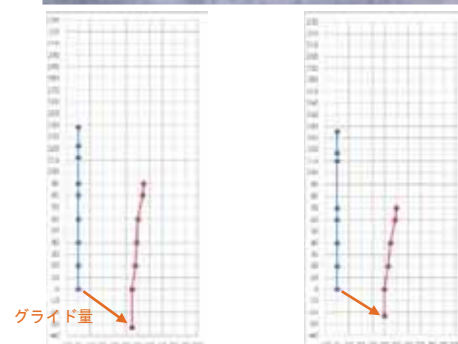


写真 14 グライド・クリープ状況

図 14 グライド量・クリープ量 山側（左）、谷側（右）

■木杭なし予防柵斜面

山側のもみ殻はグライドが45cmで、クリープはほとんどなかった。谷側のもみ殻は計測できなかった。



写真 15 グライド・クリープ状況



図 15 グライド量・クリープ量 山側（左）、谷側（右）

(5) 子安トンネル上部斜面のもみ殻断面状況

■木杭設置予防柵斜面（杭高 1.0m）

山側のもみ殻はグライドが38cm、谷側は53cm。クリープは山側の表面近くが5cmであった。



写真 16 グライド・クリープ状況

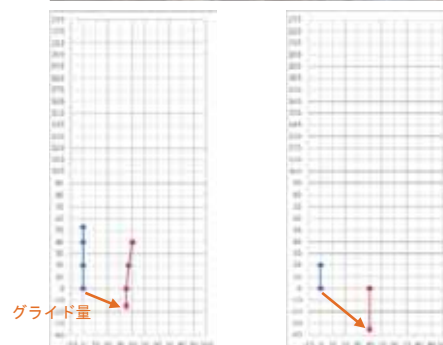


図 16 グライド量・クリープ量 山側（左）、谷側（右）

■木杭設置予防柵斜面（杭高 0.5m）

山側のもみ殻はグライドが 23cm、谷側は 46cm。クリープは山側の表面近くが 7cm であった。



写真 17 グライド・クリープ状況

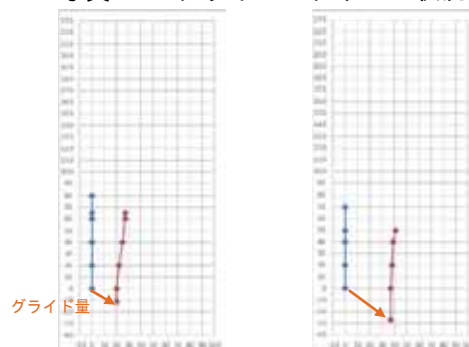


図 17 グライド量・クリープ量 山側（左）、谷側（右）

■木杭なし予防柵斜面

山側のもみ殻はグライドが 38cm、谷側は 32cm。クリープは谷側の表面近くが 9cm であった。

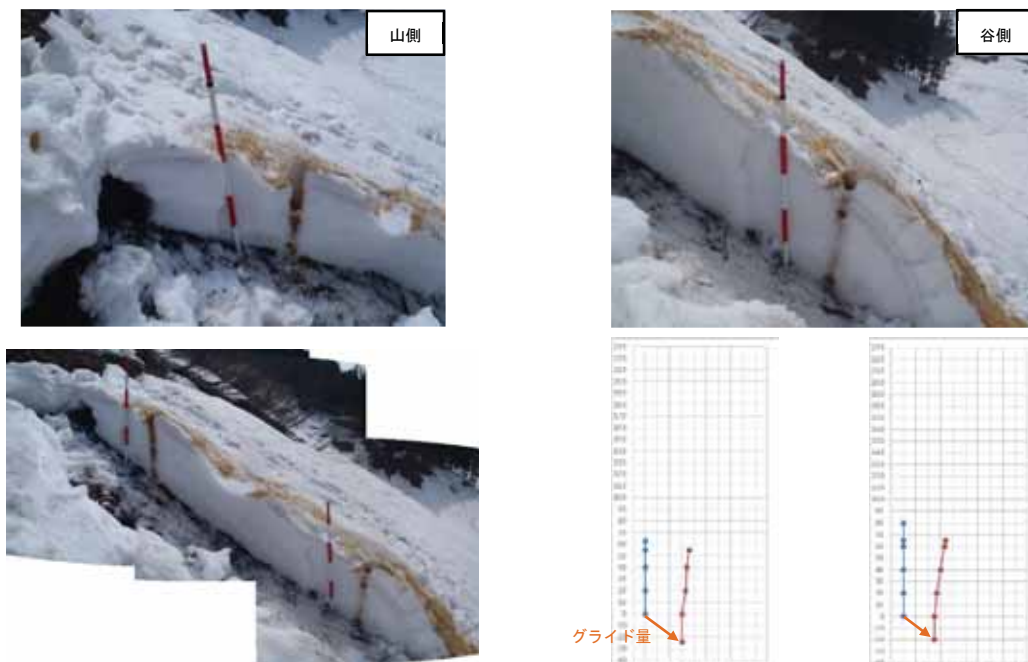


写真 18 グライド・クリープ状況

図 18 グライド量・クリープ量 山側（左）、谷側（右）