



Title	斜面積雪の歪速度と応力 VII (昭和59~60年冬)
Author(s)	清水, 弘; SHIMIZU, Hiromu; 藤岡, 敏夫 他
Citation	低温科学. 物理篇. 資料集, 44, 21-30
Issue Date	1986-03-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18745
Type	departmental bulletin paper
File Information	44_p21-30.pdf



Hiromu SHIMIZU, Tosio HUZIOKA, Hideki NARITA, Mitsuo OH'IZUMI and Yasuo HIRABAYASHI 1985 Strain Rates and Stresses of Snow on a Mountain Slope, Toikanbetsu, Northern Hokkaido VII. (1984-1985 winter). *Low Temperature Science, Ser. A, 43, Data Report.*

斜面積雪の歪速度と応力 VII*

(昭和 59-60 年冬)

清水 弘・藤岡 敏夫・成田 英器

(低温科学研究所)

大泉三津夫・平林 康男

(北海道大学大学院理学研究科)

(昭和 61 年 1 月受理)

I. ま え が き

この報告は、北海道大学天塩地方演習林地内に在る雪崩観測所の実験斜面において行なった斜面積雪の挙動、すなわち内部歪、匍匐、底面滑の測定結果、および歪速度から求めた主応力の計算結果をまとめたものである。昭和 46-47 年冬期から、58-59 年冬期までの測定結果はすでに報告されている³⁻⁸⁾。著者達の計算方法⁹⁾による主応力の値の正当性の吟味については、吉田¹⁰⁻¹³⁾ および藤岡⁹⁾ が述べている。又、圧力計による測定から σ_1 , σ_3 を算出する一般的な方法が大泉¹⁴⁾ によって報告されているが、この方法をとるためには、測定雪層のポアソン比と横圧力の測定が必要である。

このため、この報告では従来通りの計算方法で得られた主応力の値を記述することにした。

II. 測 定

測定場所は、従来と同じ北斜面の稜線下約 50 m の D 地点、および同斜面の稜線下約 30 m の C 地点であった。D 地点には傾斜面 33 度の一様な斜面を造成して、その中央部に測定点(基線) D を設置した。また C 地点には、図 1 のような断面をもつ人工斜面を造り、C 1, C 2 および C 3 の 3 つの測定点(基線)を設置した。

各測定点において 4 個の特定の雪層を選び、各層内の雪の匍匐と歪を 9-18 日の間隔で測定した。この測定には孔あけ法¹²⁾を用いた。測定孔は 5 孔(正方形の 4 頂点と中心)を一群とし、匍匐

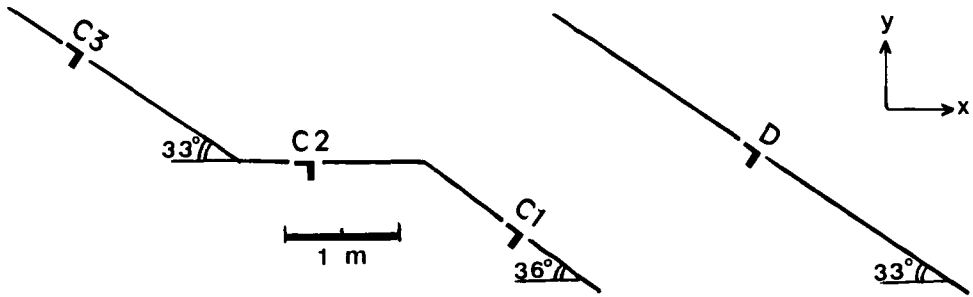


図1 C地点, D地点の斜面断面

の測定には中心孔を用い、歪の測定には中心孔と隣接2頂点孔の作る三角形によって計算し、その平均値を求めた。

また、各測点（基線）の積雪底層に標識を埋設して、各測定期間の底面滑り量を測定した。

測定結果は表に示した。表中の記号は以下のように使っている。

測定雪層：（測点名）－（層番号）。例えば、D－1は、測点Dに於ける、下から1番目の測定雪層を示す。

測定孔群：（測点名）－（層番号）－（測定期）。例えば、C1－2－3は、測点C1に於ける、下から2番目の測定層の、第3期（2月16日から3月6日までの18日間）の測定に使われた測定孔群（5孔）を指す。

M：測定開始時の、測定孔群中心孔の位置の地面に垂直な高さ（cm），

\dot{R} ：測定期間中の、中心孔の平均匍匐速度（cm/day），

θ ：x軸（斜面の最大傾斜線に沿った鉛直面に含まれる水平軸）から反時計方向に測った匍匐角（degree），

$\dot{\epsilon}_1, \dot{\epsilon}_3$ ：歪楕円の長軸，短軸の歪速度（ $\text{/day} \times 1000$ ），

$\dot{\Delta}$ ：歪楕円の面積歪速度（ $\text{/day} \times 1000$ ），

α, α' ：x軸から反時計方向に測った応力の第1主軸，および歪楕円の長軸の方向，

σ_1, σ_3 ：計算⁸⁾により求めた第1主応力，第3主応力（ g/cm^2 ）。第2主応力の方向は、斜面の等高線に平行である。応力は張力を正，圧力を負にとることにする。

W：測定期間平均の上層積雪荷重（ g/cm^2 ），

U_0 ：測定期間平均の底面滑り速度（ mm/day ）。

この観測は、雪崩研究に対する文部省特別事業費によって行なわれた研究の一部である。

測定雪層	C 1 - 1				1985年
斜面方位(傾斜)	北斜面 (36°)				
測定孔群	C 1 - 1 - 2	C 1 - 1 - 3	C 1 - 1 - 4		
測定開始日 (日数)	2月7日 (9日)	2月16日 (18日)	3月6日 (13日)		
M	22.8	21.1	18.5		
\dot{R}	0.18	0.26	0.12		
θ	-68	-69	-61		
$\dot{\epsilon}_1$	-2.05	1.79	-0.33		
$\dot{\epsilon}_3$	-6.22	-4.66	-3.69		
$\dot{\Delta}$	-8.17	-3.02	-4.00		
α	27	-7	20		
α'	24	-9	19		
σ_1	-5.94	6.78	-5.18		
σ_3	-31.5	-17.5	-29.5		
W	16.1	15.4	17.7		
U_G	0.2	0.7	0.6		

註 $\dot{\epsilon}_1$, $\dot{\epsilon}_3$, $\dot{\Delta}$ は1000倍した値を記入してある(各表共通)。

測定雪層	C 1 - 2				1985年
斜面方位(傾斜)	北斜面 (36°)				
測定孔群	C 1 - 2 - 2	C 1 - 2 - 3	C 1 - 2 - 4		
測定開始日 (日数)	2月7日 (9日)	2月16日 (18日)	3月6日 (13日)		
M	35.8	35.1	34.2		
\dot{R}	0.26	0.37	0.18		
θ	-64	-63	-48		
$\dot{\epsilon}_1$	2.44	3.88	-0.01		
$\dot{\epsilon}_3$	-9.53	-7.70	-4.52		
$\dot{\Delta}$	-7.25	-4.38	-4.51		
α	10	-5	9		
α'	8	-11	6		
σ_1	-0.79	2.09	-1.80		
σ_3	-15.1	-10.6	-13.2		
W	11.5	10.7	12.1		
U_G	0.2	0.7	0.6		

測定雪層	C 1-3				1985年
斜面方位(傾斜)	北斜面 (36°)				
測定孔群	C 1-3-2	C 1-3-3	C 1-3-4		
測定開始日 (日数)	2月7日 (9日)	2月16日 (18日)	3月6日 (13日)		
M	49.9	45.0	43.5		
\dot{R}	0.44	0.46	0.21		
θ	-56	-61	-52		
$\dot{\epsilon}_1$	-0.19	2.60	-0.72		
$\dot{\epsilon}_3$	-9.34	-6.47	-4.19		
$\dot{\Delta}$	-9.59	-4.17	-4.88		
α	-9	-1	8		
α'	-13	-6	6		
σ_1	11.6	0.14	-0.80		
σ_3	-6.44	-8.01	-9.90		
W	7.3	7.4	9.0		
U_G	0.2	0.7	0.6		

測定雪層	C 2-1				1985年
斜面方位(傾斜)	北斜面 (0°)				
測定孔群	C 2-1-2	C 2-1-3	C 2-1-4	C 2-1-5	
測定開始日 (日数)	2月7日 (10日)	2月17日 (18日)	3月7日 (13日)	3月20日 (13日)	
M	12.4	13.1	9.6	10.4	
\dot{R}	0.15	0.19	0.09	0.19	
θ	-77	-68	-60	-66	
$\dot{\epsilon}_1$	-1.08	-1.04	-1.83	-1.19	
$\dot{\epsilon}_3$	-5.82	-2.58	-3.47	-2.96	
$\dot{\Delta}$	-6.85	-3.57	-5.22	-4.10	
α	-5	-14	41	-9	
α'	-6	-16	42	-10	
σ_1^*	—	—	—	—	
σ_3^*	(-46.6)	(-39.3)	(-43.4)	(-33.7)	
W	31.8	31.9	32.4	32.9	
U_G	0.2	0.6	0.3	0.9	

* C 2は幅の狭い平坦地であるため、両側の斜面積雪の影響を強く受ける。このため、一様な傾斜を仮定した藤岡の主応力計算の方法⁹⁾は適用できない。但し、主軸が鉛直に近い場合は、 σ_3 は上層積雪荷重 W に近くなるため、計算による σ_3 の値を()に入れて示した。

測定雪層		C 2 - 2				1985年
斜面方位(傾斜)		北斜面 (0°)				
測定孔群		C 2 - 2 - 2	C 2 - 2 - 3	C 2 - 2 - 4	C 2 - 2 - 5	
測定	開始日 (日数)	2月7日 (10日)	2月17日 (18日)	3月7日 (13日)	3月20日 (13日)	
M		31.2	33.5	27.5	30.1	
\dot{R}		0.10	0.22	0.07	0.21	
θ		-56	-74	-79	-55	
$\dot{\epsilon}_1$		-2.66	-0.98	0.01	-2.84	
$\dot{\epsilon}_3$		-6.27	-2.92	-3.73	-3.46	
$\dot{\Delta}$		-4.05	-3.85	-3.72	-6.14	
α		-18	26	2	-4	
α'		-19	26	1	-5	
σ_1		—	—	—	—	
σ_3		(-24.1)	(-22.2)	(-23.0)	(-21.2)	
W		23.3	23.2	23.8	24.0	
U_G		0.2	0.6	0.3	0.9	

測定雪層		C 2 - 3				1985年
斜面方位(傾斜)		北斜面 (0°)				
測定孔群		C 2 - 3 - 2	C 2 - 3 - 3	C 2 - 3 - 4	C 2 - 3 - 5	
測定	開始日 (日数)	2月7日 (10日)	2月17日 (18日)	3月7日 (13日)	3月20日 (13日)	
M		50.5	51.3	42.2	44.3	
\dot{R}		0.26	0.29	0.07	0.26	
θ		-65	-75	-86	-62	
$\dot{\epsilon}_1$		-2.81	0.14	1.66	1.39	
$\dot{\epsilon}_3$		-8.03	-4.94	-3.99	-8.58	
$\dot{\Delta}$		-10.6	-4.80	-2.41	-7.38	
α		12	15	1	11	
α'		12	13	1	8	
σ_1		—	—	—	—	
σ_3		(-16.7)	(-15.8)	(-17.4)	(-15.7)	
W		16.6	16.8	18.0	18.2	
U_G		0.2	0.6	0.3	0.9	

測定雪層	C 2 - 4				1985年
斜面方位(傾斜)	北斜面 (0°)				
測定孔群	C 2 - 4 - 2	C 2 - 4 - 3	C 2 - 4 - 4	C 2 - 4 - 5	
測定開始日 (日数)	2月7日 (10日)	2月17日 (18日)	3月7日 (13日)	3月20日 (13日)	
M	77.2	75.9	61.3	65.4	
\dot{R}	0.60	0.42	0.05	0.36	
θ	-68	-75	-75	-59	
$\dot{\epsilon}_1$	-0.02	-0.45	1.10	2.07	
$\dot{\epsilon}_3$	-11.9	-7.41	-3.70	-13.1	
\dot{J}	-12.0	-7.81	-2.63	-11.4	
α	20	10	6	12	
α'	20	8	6	8	
σ_1	—	—	—	—	
σ_3	(-8.42)	(-7.75)	(-10.4)	(-7.99)	
W	8.4	8.9	10.5	10.8	
U_G	0.2	0.6	0.3	0.9	

測定雪層	C 3 - 1				1985年
斜面方位(傾斜)	北斜面 (33°)				
測定孔群	C 3 - 1 - 2	C 3 - 1 - 3	C 3 - 1 - 4	C 3 - 1 - 5	
測定開始日 (日数)	2月8日 (9日)	2月17日 (18日)	3月7日 (14日)	3月21日 (12日)	
M	21.4	20.5	19.3	19.0	
\dot{R}	0.33	0.32	0.22	0.32	
θ	-69	-65	-64	-70	
$\dot{\epsilon}_1$	-2.74	-1.23	-0.68	-0.57	
$\dot{\epsilon}_3$	-4.49	-4.23	-5.51	-3.81	
\dot{J}	-7.11	-5.36	-6.14	-4.38	
α	-42	-64	-31	-42	
α'	-42	-66	-33	-43	
σ_1	-33.0	-25.5	35.9	-27.8	
σ_3	-221.0	-88.9	-327	-165	
W	38.0	38.4	39.1	39.0	
U_G	0.9	1.7	1.4	1.9	

測定雪層		C 3-2				1985年
斜面方位(傾斜)		北斜面 (33°)				
測定孔群		C 3-2-2	C 3-2-3	C 3-2-4	C 3-2-5	
測定	開始日 (日数)	2月8日 (9日)	2月17日 (18日)	3月7日 (14日)	3月21日 (12日)	
M		39.8	38.6	36.8	34.3	
\dot{R}		0.47	0.40	0.25	0.36	
θ		-62	-65	-66	-70	
$\dot{\epsilon}_1$		14.1	-1.42	0.25	-1.93	
$\dot{\epsilon}_3$		-5.14	-4.40	-3.99	-4.34	
$\dot{\Delta}$		8.71	-5.71	-3.76	-6.17	
α		-3	14	45	13	
α'		-5	11	44	11	
σ_1		18.1	-10.8	-22.5	-3.74	
σ_3		-34.4	-46.5	-105	-34.9	
W		29.0	29.1	30.1	30.1	
U_G		0.9	1.7	1.4	1.9	

測定雪層		C 3-3				1985年
斜面方位(傾斜)		北斜面 (33°)				
測定孔群		C 3-3-2	C 3-3-3	C 3-3-4	C 3-3-5	
測定	開始日 (日数)	2月8日 (9日)	2月17日 (18日)	3月7日 (14日)	3月21日 (12日)	
M		56.2	53.9	47.2	44.3	
\dot{R}		0.57	0.50	0.28	0.39	
θ		-62	-64	-64	-70	
$\dot{\epsilon}_1$		-1.28	-0.73	-1.72	-1.15	
$\dot{\epsilon}_3$		-7.32	-5.65	-4.06	-4.26	
$\dot{\Delta}$		-8.50	-6.30	-5.67	-5.35	
α		20	9	14	-2	
α'		18	5	13	-3	
σ_1		-7.10	-5.97	-8.82	10.7	
σ_3		-41.0	-34.5	-37.8	-22.1	
W		22.2	22.5	24.9	25.1	
U_G		0.9	1.7	1.4	1.9	

測定雪層	C3-4				1985年
斜面方位(傾斜)	北斜面(33°)				
測定孔群	C3-4-2	C3-4-3	C3-4-4	C3-4-5	
測定開始日 (日数)	2月8日 (9日)	2月17日 (18日)	3月7日 (14日)	3月21日 (12日)	
M	74.4	78.0	69.4	67.5	
\dot{R}	0.73	0.74	0.33	0.49	
θ	-62	-65	-57	-68	
$\dot{\epsilon}_1$	3.55	0.86	2.72	-0.58	
$\dot{\epsilon}_3$	-9.22	-9.68	-5.91	-11.4	
\dot{A}	-6.03	-8.94	-3.43	-11.9	
α	12	3	18	5	
α'	10	-2	17	2	
σ_1	-1.37	0.06	-6.99	-0.31	
σ_3	-25.2	-22.2	-31.3	-12.3	
W	15.8	15.3	15.4	15.2	
U_G	0.9	1.7	1.4	1.9	

測定雪層	D-1				1985年
斜面方位(傾斜)	北斜面(33°)				
測定孔群	D-1-2	D-1-3	D-1-4	D-1-5	
測定開始日 (日数)	2月7日 (9日)	2月16日 (18日)	3月6日 (13日)	3月19日 (14日)	
M	23.4	22.2	18.7	16.6	
\dot{R}	0.46	0.48	0.30	0.33	
θ	-67	-65	-61	-63	
$\dot{\epsilon}_1$	4.01	2.00	1.62	-0.26	
$\dot{\epsilon}_3$	-5.74	-4.98	-3.30	-4.65	
\dot{A}	-1.96	-3.14	-1.80	-4.84	
α	17	21	36	36	
α'	14	18	34	32	
σ_1	-7.96	-12.9	-21.4	-15.7	
σ_3	-40.0	-54.6	-77.1	-325	
W	21.4	23.8	27.2	27.9	
U_G	0.9	2.2	2.3	3.0	

測定雪層		D-2				1985年
斜面方位(傾斜)		北斜面(33°)				
測定孔群		D-2-2	D-2-3	D-2-4	D-2-5	
測定	開始日 (日数)	2月7日 (9日)	2月16日 (18日)	3月6日 (13日)	3月19日 (14日)	
M		42.7	40.8	35.8	34.2	
\dot{R}		0.72	0.62	0.39	0.44	
θ		-59	-64	-60	-60	
$\dot{\epsilon}_1$		8.11	3.01	22.12	0.29	
$\dot{\epsilon}_3$		-12.1	-8.66	-5.85	-7.42	
$\dot{\Delta}$		-4.83	-6.16	-3.84	-7.18	
α		14	11	13	16	
α'		10	5	12	19	
σ_1		-2.69	-5.00	-5.83	-7.05	
σ_3		-20.2	-26.1	-33.5	-30.4	
W		14.5	17.3	21.2	21.4	
U_G		0.9	2.2	2.3	3.0	

測定雪層		D-3				1985年
斜面方位(傾斜)		北斜面(33°)				
測定孔群		D-3-2	D-3-3	D-3-4	D-3-5	
測定	開始日 (日数)	2月7日 (9日)	2月16日 (18日)	3月6日 (13日)	3月19日 (14日)	
M		56.8	53.3	47.0	44.7	
\dot{R}		1.01	0.77	0.46	0.53	
θ		-59	-63	-59	-59	
$\dot{\epsilon}_1$		5.65	3.98	2.07	3.27	
$\dot{\epsilon}_3$		-19.3	-11.7	-8.97	-12.6	
$\dot{\Delta}$		-14.6	-8.53	-7.15	-10.2	
α		6	3	13	0	
α'		-3	-3	10	-5	
σ_1		-0.27	-1.28	-3.67	1.67	
σ_3		-12.4	-19.6	-29.5	-20.6	
W		10.8	13.7	17.4	17.4	
U_G		0.9	2.2	2.3	3.0	

斜面方位	D-4				1985年
斜面方位(傾斜)	北斜面(33°)				
測定孔群	D-4-2	D-4-3	D-4-4	D-4-5	
測定 開始日 (日数)	2月7日 (9日)	2月16日 (18日)	3月6日 (13日)	3月19日 (14日)	
M	66.5	63.0	54.9	52.3	
\dot{R}	1.34	0.93	0.54	0.64	
θ	-58	-64	-59	-61	
$\dot{\epsilon}_1$	7.38	1.16	0.62	3.49	
$\dot{\epsilon}_3$	-31.7	-13.6	-7.95	-12.5	
$\dot{\Delta}$	-26.4	-12.8	-6.69	-9.57	
α	1	2	12	7	
α'	-10	-8	10	2	
σ_1	-0.11	-0.74	-2.87	-2.39	
σ_3	-8.95	-15.9	-25.2	-18.8	
W	8.4	10.9	14.5	14.5	
U_C	0.9	2.2	2.3	3.0	

文 献

- 1) 清水 弘 1968 斜面積雪の内部歪 I. 低温科学, 物理篇, 26, 113-142.
- 2) Hiromu SHIMIZU, Eizi AKITAYA, Mitsuo OH'IZUMI and Yasuo HIRABAYASHI 1985 Measurements of strain and pressures in a snow cover on a slope. Annals of Glaciology, Vol. 6. (in print)
- 3) 藤岡敏夫・清水 弘・秋田谷英次・成田英器・川田邦夫・和泉 薫・岡野 正・竹森史郎 1978 斜面積雪の歪速度と応力 I. 低温科学, 物理篇, 36-37, 資料集, 39-69.
- 4) 藤岡敏夫・清水 弘・秋田谷英次・成田英器・岡野 正 1979 斜面積雪の歪速度と応力 II. 低温科学, 物理篇, 38, 資料集, 33-37.
- 5) 藤岡敏夫・清水 弘・秋田谷英次・成田英器 1980 斜面積雪の歪速度と応力 III. 低温科学, 物理篇, 39, 資料集, 13-33.
- 6) 藤岡敏夫・清水 弘・秋田谷英次・成田英器 1981 斜面積雪の歪速度と応力 IV. 低温科学, 物理篇, 40, 資料集, 15-25.
- 7) 藤岡敏夫・清水 弘・秋田谷英次・成田英器・大泉三津夫 1983 斜面積雪の歪速度と応力 V. 低温科学, 物理篇, 41, 資料集, 9-25.
- 8) 清水 弘・藤岡敏夫・秋田谷英次・大泉三津夫・平林康男 1984 斜面積雪の歪速度と応力 VI. 低温科学, 物理篇, 43, 資料集, 25-39.
- 9) 藤岡敏夫 1974 斜面積雪の挙動の研究 IV. 斜面積雪の応力. 低温科学, 物理篇, 32, 105-112.
- 10) 吉田順五 1980 斜面積雪の挙動の研究 VII. 低温科学, 物理篇, 39, 1-16.
- 11) 吉田順五 1981 斜面積雪の挙動の研究 VIII. 低温科学, 物理篇, 40, 25-35.
- 12) 吉田順五 1981 斜面積雪の挙動の研究 IX. 低温科学, 物理篇, 40, 37-49.
- 13) 吉田順五 1982 斜面積雪の挙動の研究 X. 低温科学, 物理篇, 41, 25-42.
- 14) 大泉三津夫・藤岡敏夫 1982 斜面積雪の挙動の研究 XI. 低温科学, 物理篇, 41, 43-54.