

卷末添付資料Ⅱ：地質調査結果

巻末添付資料 II

地質調査結果

2.1 調査地周辺の地質

Figure 2.1.1 に調査地周辺の地質図を示す。調査地周辺には、先カンブリア紀の Raduwa Formation に属する変成岩が広く分布している。それらは岩相により、下位から石英片岩、緑色片岩、雲母片岩、眼球状片麻岩に分けられる。

Table 2.1.1 に、それぞれの岩相の特徴と工学的性質を示す。

Table 2.1.1 岩相による特徴と工学的性質

Location	Lithofacies	Character	Engineering Property	Boundary
Upper Sta17+700	Schist with wide schistosity	Light grey blue Base rock: sandstone Thickness of strata is more than 10cm in width	Very hard and fresh. Sheeting joints are developed. Wedged failures with schistosity and joint occurred	Fracture zone with foliated structure 2m in width
Sta17+560	Schist with tight schistosity	Light grey blue (dark brown on weathered part). Base rock: sandstone Thickness of strata is 5mm~10cm in width	Due to thin strata, bending often occur on back slope. The progress of weathering is fast due to the tight schistosity.	
Sta17+440	Augen gneiss	Light white grey. Augen structure comprised of biotite, muscovite, and quartz. quartz vein	Resistant to weathering. Consist of steep slope due to hard and fresh.	Sharp bedding plane
Sta17+420				Gradual change
Sta17+360	Mica schist	Dark brown ~ dark grey. Due to intense re-crystalline grain size is very coarse (biotite, muscovite and quartz) Foliated structure biotite along the schistosity 1mm~a few mm interval between schistosity	The progress of weathering is fast due to the tight schistosity. Collapses fell away along the biotite cleavage due to congestion of exfoliative biotite along schistosity,.	Sharp bedding plane
Sta17+320	Green schist	Light green Base rock: sandstone Many shear plane and microscopic-fold Quartz vein Some part is massive, other have crenulation cleavage	Spring water has occurred due to difference of water permeability with the lower schist. Resistant to weathering due to siliceous.	Sharp and gentle shear plane (thrust) cuts schistosity of lower schist.
Sta17+300	Quartzite schist	Quartzite-fine grained schist sequence with black schist Dark brown ~ light white grey Base rock: sandstone and mudstone Kink fold of outcrop scale Thickness of strata is a few cm ~ 10cm	Resistant to weathering and fresh on outcrop due to quartzite produced by crystalline.	
Lower				

Source: study team

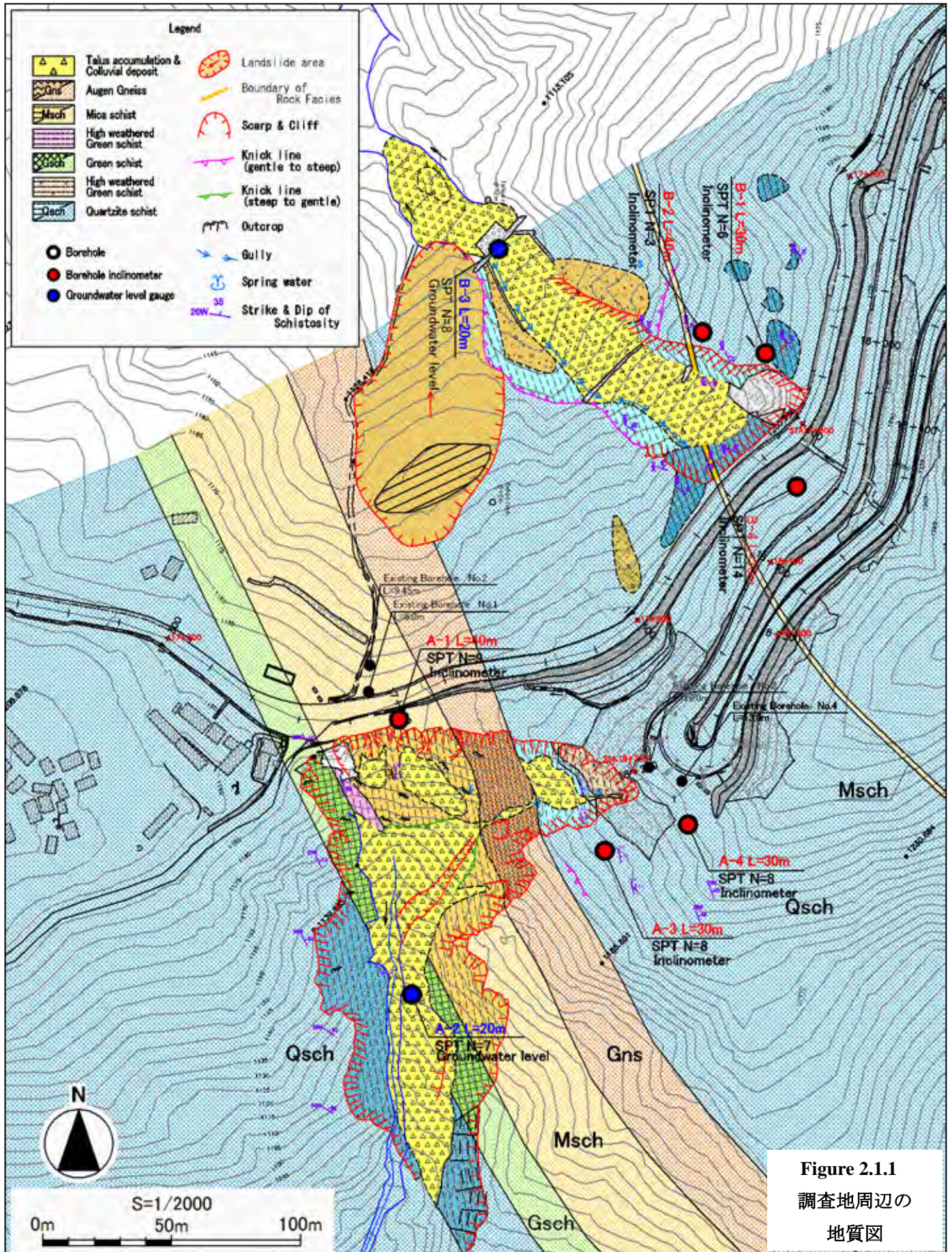


Figure 2.1.1
調査地周辺の
地質図

Figure 2.1.1 に、調査地における片岩、片麻岩露頭で計測した片理面の姿勢をシュミットネットコンター図に示す。

新鮮で変形を被っていない片岩、片麻岩の元々の片理面は、全体的に北北西—南南西走向で北東へ 40~65° の傾斜を示す。また Sta.17+600 周辺の上部石英片岩に見られるシーティングジョイントは北北東—南南西走向を西へ 40~50° の傾斜で多く発達している。一方で、風化の進行した岩盤斜面における走向・傾斜は、クリープ変形により、シュミットネットコンター図において集中が悪く、新鮮な露頭の片理面に比べ、傾斜が緩やかである。

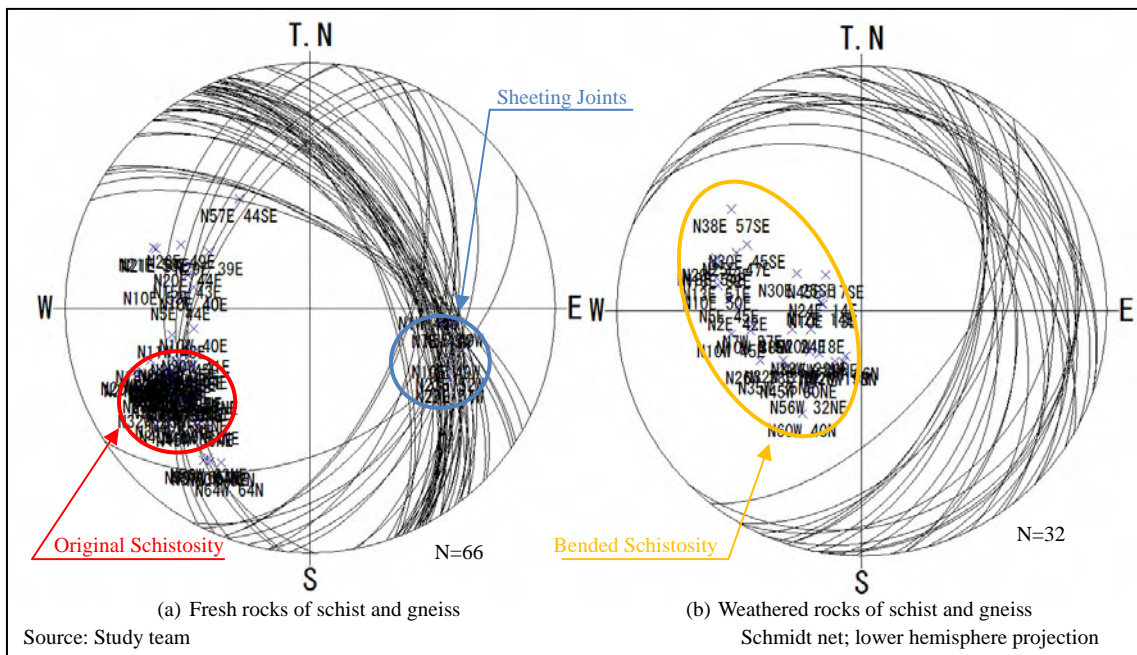


Figure 2.1.1 調査地における片理面のシュミットネットコンター図

2.2 調査ボーリング

Table 2.2.1 に示すように、本調査において調査ボーリングを 8 か所実施した。地質柱状図を次頁以降に示す。

Table 2.2.1 調査ボーリング箇所一覧

Location	Borehole	Drilled Depth	Monitoring Devices
Sta.17+400	A-1	40m	Borehole Inclinator
	A-2	20m	Ground Water Gauge
Sta.17+600	B-1	30m	Borehole Inclinator
	B-2	40m	Borehole Inclinator
	B-3	20m	Ground Water Gauge
	B-4	30m	Borehole Inclinator
Sta.18+200	A-3	30m	Borehole Inclinator
	A-4	30m	Borehole Inclinator

Source: study team

BOREHOLE LOG: A1																
Sindhuli Road (II)																
Borehole No.: A1				Drilling Machine: Voldrill												
Inclination: Vertical				Drilling Method: Rotary												
Total depth: 40 m				Water Table: Not Available												
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core								Permeability	Water return or loss	Remarks/Test results	
					Recovery %		RQD %		SPT							
					Maximum Size, cm	RFC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value				
1	0-1	Brownish grey clayey sand	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	1-2	Brown coarse sand (Feldspar, Quartz)	Mw	-	-	-	-	-	-	3	4	3	10			
3	2-2.05	Brown grey coarse sand	Mw	-	-	-	-	-	-	3	4	3	10	Loss		
4	2.05-3									3-3.45	No Recovery	-	-			
5	3-3.45	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	50/10			≥50	Loss		
6	3.45-4	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	50/6			≥50			
7	4-5	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	50/8			≥50			
8	5-6	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	50/9			≥50			
9	6-7	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	50/6			≥50			
10	7-8	Brown grey fine silty sand	Mw	-	-	-	-	-	-	50/3			≥50			
11	8-9	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	50/5			≥50			
12	9-10	Dark grey fine to medium sand	Hw	-	-	-	-	-	-	50/10			≥50			
13	10-10.05	Dark grey to black clayey sand	Hw	-	-	-	-	-	-	50/10			≥50			
14	10.05-11	Light grey silty clay	Hw	-	-	-	-	-	-				≥50			
15	11-12	Light grey fine sand	Hw	-	-	-	-	-	-							
16	12-13	Grey sand (Fine)	Hw	-	-	-	-	-	-							
17	13-14	Grey sand (fine)	Hw	-	-	-	-	-	-							
18	14-15	Fractured, slightly weathered schist	Sw	-	7	9	-	52	-	-	-	-				
19	15-16	Brownish grey Fractured and slightly weathered quartz and schist	Sw	-	7	9	-	50	-	-	-	-				
20	16-17	Weathered fine sand	Hw	-	-	-	-	-	-							
21	17-18	Medium grained sand (High Mica)	Mw	-	-	-	-	-	-							
22	18-19	Fine sand (High Mica)	Hw	-	-	-	-	-	-							
23	19-20															

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: A1															
Sindhuli Road (II)															
Borehole No.: A1				Drilling Machine: Voldrill											
Inclination: Vertical				Drilling Method: Rotary											
Total depth: 40 m				Water Table: Not Available											
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core								Permeability	Water return or loss	Remarks/Test results
					Recovery %		RQD %		SPT						
					Maximum Size, cm	RFC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value			
21	20-21	Light grey fine sand sludge	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
22	21-22	Light grey fine sand sludge	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
23	22-23	Light grey fine sand sludge	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
24	23-24	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
25	24-25	Grey clayey sand sludge	Hw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
26	25-26	Grey clayey sand sludge	Hw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
27	26-27	Grey clayey sand sludge	Hw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
28	27-28	Grey clayey sand sludge	Hw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
29	28-29	Grey clayey sand sludge	Hw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
30	29-30	Dark grey medium sand sludge (High Mica)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
31	30-31	Dark grey medium sand sludge (High Mica)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
32	31-32	Dark grey medium sand sludge (High Mica)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
33	32-33	Dark grey medium sand sludge (High Mica)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
34	33-34	Dark grey medium sand sludge (High Mica)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
35	34-35	Dark grey medium sand sludge (High Mica)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
36	35-36	Dark grey medium sand sludge (High Mica)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
37	36-37	Brown grey fine sand and silty sand sludge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
38	37-38	Brown grey fine sand and silty sand sludge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
39	38-39	Brown grey fine sand and silty sand sludge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
40	39-40	Brown grey fine sand and silty sand sludge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
 FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: A2															
Sindhuli Road (II)															
Borehole No.: A2				Drilling Machine: Toho/Koken											
Inclination: Vertical				Drilling Method: Rotary											
Total depth: 20 m				Water Table: 4.0-5.0 m											
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core								Permeability	Water return or loss	Remarks/Test results
					Recovery %				RQD %						
					Maximum Size, cm	REC %	RQD %	Dip Amount	SPT						
									10 cm	10 cm	10 cm	N value			
1	0-1	Filling rock fragments schist/ Quartzite	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Loss	Side fall happens and hole goes slightly out
2	1-2	Dark grey rock fragments Schist and quartzite (Deposited)	Sw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	2-3	Brown grey medium sand sludge	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4	3-4	Brown grey medium sand sludge	W	-	-	-	-	-	5	23	29	>50	-		
5	4-5	Brown grey medium sand sludge	W	-	-	-	-	-	3	27	27	>50	-		
6	5-6	Brown grey fine sand sludge	W	-	-	-	-	-	5	30	38	>50	-		
7	6-7	Brown grey fine sand sludge	W	-	-	-	-	-	8	22	30	>50	-		
8	7-8	Brown grey fine sand sludge	W	-	-	-	-	-	10	16	38	>50	-		
9	8-9	Brown grey fine sand sludge	W	-	-	-	-	-	20	24	40	>50	-		
10	9-10	Brown grey fine sand sludge and highly weathered schist fragments	Hw	-	3	4	-	-	15	23	40	>50	-		
11	10-11	Weathered rock fragments of fine grain quartzite	Sw	-	3	7	-	-	50/7			>50	-	From 9.2 slightly easy in drilling	
12	11-12	Grey fine grained quartzite	Sw	-	3	9	-	-	-	-	-	-	-		
13	12-13	Grey fine grained quartzite	Sw	-	1	8	-	-	-	-	-	-	-		
14	13-14	Grey fine grained quartzite	Sw	-	1	8	-	-	-	-	-	-	-		
15	14-15	Grey fine grained quartzit and schist	Sw	-	1	9	-	-	-	-	-	-	-	Slightly difficult to drill	
16	15-16	Fresh dark grey fragmets of schist	F	-	4	6	-	68	-	-	-	-	-		
17	16-17	Fresh dark grey fragmets of schist	F	-	2	7	-	62	-	-	-	-	-	Contineous and rapid drilling	
18	17-18	Fresh dark grey fragmets of schist	F	-	1	7	-	70	-	-	-	-	-		
19	18-19	Fresh dark grey fragmets of schist	F	-	2	7	-	70	-	-	-	-	-		
20	19-20	Fresh dark grey fragmets of schist	F	-	3	26	-	67	-	-	-	-	-		

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: A3															
Sindhuli Road (II)															
Borehole No.: A3				Drilling Machine: Toho/Koken											
Inclination: Vertical				Drilling Method: Rotary											
Total depth: 30 m				Water Table: Not Available											
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core				SPT				Permeability	Water return or loss	Remarks/Test results
					Recovery %										
					RQD %										
Maximum Size, cm	REC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value								
1	0-1	Fine sand sludge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Return	
2	1-2	Colluvial (Fragments of schist gneiss)	Sw	-	4	13	-	-	50/3				>50	Return	
3	2-3	No Recovery	-	-	-	-	-	-	50/5				>50	Loss	
4	3-4	Fracture rocks of schist/gneiss and clayey sludge	Sw	-	6	65	-	35	50/4				>50	Loss	
5	4-5	Weathered fractured schist and gneiss	Sw	-	3.5	20	-	22	50/3				>50	Return	
6	5-6	Weathered fractured schist and fine sand sludge	Mw	-	3	20	-	40	30	50/5			>50	Return	
7	6-6.45 6.45-7	Weathered fractured schist and fine sand sludge	Mw	-	4	15	-	38	13	19	48		>50	Return	
8	7-8	Weathered fractured schist and fine sand sludge	W	-	2	5	-	34	-	-	-	-	-	Loss	
9	8-9	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Loss	
10	9-10	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Loss	
11	10-10.5 10.5-11	Clayey sand	-	-	6	30	-	35	17	16	17		50	Loss	
12	11-12	Highly weathered schist, contain biotite, muscovite, feldspar, quartz	Sw	-	7	20	-	37	-	-	-	-	-	Return	
13	12-13	Highly weathered schist, contain biotite, muscovite, feldspar, quartz	Sw	-	10	15	10	32	-	-	-	-	-	Return	
14	13-14	Highly weathered schist, contain biotite, muscovite, feldspar, quartz	Sw	-	5	40	-	30	-	-	-	-	-	Return	
15	14-15	Brown grey soft, highly weathered and fractured schist, clayey sand	Sw	-	5	68	-	37	-	-	-	-	-	Return	
16	15-16	Slightly weathered fractures schist rock(Mica, Feldspar, Quartz)	Sw	-	3	25	-	32	-	-	-	-	-	Return	
17	16-17	Slightly weathered fractures schist rock(Mica, Feldspar, Quartz)	Sw	-	3	25	-	33	-	-	-	-	-	Return	
18	17-18	Slightly weathered fractures schist rock(Mica, Feldspar, Quartz)	Sw	-	6	35	-	35	-	-	-	-	-	Loss	
19	18-19	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Loss	
20	19-20	Weathered Schist	Sw	-	4	35	-	30	-	-	-	-	-	Loss	

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: A4															
Sindhuli Road (II)															
Borehole No.: A4				Drilling Machine: Boyles											
Inclination: Vertical				Drilling Method: Rotary											
Total depth: 30 m				Water Table: Not Available											
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core				SPT				Permeability Water return or loss	Remarks/Test results	
					Recovery %										
					RQD %										
Maximum Size, cm	REC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value								
1	0-1	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	1-1.18 1.18-2	Fresh, fractured Schist Fragments	Sw	-	2	10	-	19	50/3	-	-	-	>50		
3	2-2.5 2.5-3	Fresh fractured Schist Fragments	-	-	3	20	-	14	50/3	-	-	-	>50		
4	3-3.5 3.5-4	Fresh fractured Schist with medium sand	Sw	-	3	20	-	30	50/4	-	-	-	>50		
5	4-4.5 4.5-5	Fresh Schist / sludge	Sw	-	4	20	-	22	50/10	-	-	-	>50		
6	5-5.25 5.25-5.5 5.5-6.3	Grey fresh and fractured schist	Sw	-	6.5	34	-	33	-	-	-	-	-		
7	6.3-7.35 7.35-7.85	Fresh to weathered schist	F	-	9.5	41	-	31	50/3	-	-	-	>50		
8	7.85-8.45 8.45-9	Fresh schist	F	-	4	37	-	33	-	-	-	-	-		
9	8.45-9	Fresh schist	F	-	5.5	-	-	37	-	-	-	-	-		
10	9-10	Fresh brown sand and fresh schist	F	-	3	20	-	25	50/6	-	-	-	>50		
11	10-11	Fragments of fresh schist	F	-	1.5	10	-	11	-	-	-	-	-		
12	11-12	Fresh fragments of schist	F	-	2	10	-	10	-	-	-	-	-		
13	12-13.5	Brown grey, medium sand sludge	-	-	-	-	-	-	50/7	-	-	-	>50		
14	13.5-15	Fresh to weathered schist fragments	F	-	2	8	-	13	-	-	-	-	-		
15	15-16	Light grey fine sand sludge and slightly weathered schist	Sw	-	1.5	9	-	12	-	-	-	-	-		
16	16-17	Fresh fragments of schist	F	-	1.5	9	-	-	-	-	-	-	-		
17	17-18	Fresh fragments of schist	F	-	2	7	-	8	-	-	-	-	-		
18	18-19	Fresh fragments of schist	F	-	4	20	-	27	-	-	-	-	-		
19	19-20	Fresh fragments of schist	F	-	3	10	-	15	-	-	-	-	-		
20	19-20	Fresh fragments of schist	F	-	1.5	19	-	10	-	-	-	-	-		

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: B1																
Sindhuli Road (II)																
Borehole No.: B1			Drilling Machine: Toho/Koken													
Inclination: Vertical			Drilling Method: Rotary													
Total depth: 30 m			Water Table: Not Available													
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core				SPT				Permeability	Water return or loss	Remarks/Test results	
					Maximum Size, cm	REC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value				
1	0-1	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1-2	Light grey sand to rock fragments	-	-	-	-	-	-	-	50/5	-	-	-	>50	-	-
3	2-3	Brownish grey fine sand with rock fragments	-	-	-	-	-	-	-	50/8	-	-	-	>50	-	-
4	3-4	Slightly weathered rock fragments of quartzite	Sw	-	2	33	-	10	50/5	-	-	-	-	>50	-	-
5	4-5	Slightly weathered rock fragments of quartzite	F-Sw	-	1	5	-	-	50/5	-	-	-	-	>50	-	-
6	5-6	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F	-	-	-	-	-	50/5	-	-	-	-	>50	-	-
7	6-6.6	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F	-	7	70	-	32	50/4	-	-	-	-	>50	-	-
8	6.6-6.8	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F	-	7	70	-	32	50/4	-	-	-	-	>50	-	-
9	6.8-7.4	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F-Sw	-	11	90	11	25	-	-	-	-	-	-	-	-
10	7.4-8.35	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	Sw	-	15	90	15	22	-	-	-	-	-	-	-	-
11	8.35-9.0	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	Sw	-	11	50	11	28	-	-	-	-	-	-	-	-
12	9-9.3	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	Sw	-	11	50	11	28	-	-	-	-	-	-	-	-
13	9.3-10.2	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F-Sw	-	14	65	14	25	-	-	-	-	-	-	-	-
14	10.2-11	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F-Sw	-	12	50	12	24	-	-	-	-	-	-	-	-
15	11-12	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F-Sw	-	10	50	10	22	-	-	-	-	-	-	-	-
16	12-13	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F-Sw	-	15	45	15	26	-	-	-	-	-	-	-	-
17	13-14	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F-Sw	-	10	25	10	22	-	-	-	-	-	-	-	-
18	14-14.65	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F-Sw	-	10	25	10	22	-	-	-	-	-	-	-	-
19	14.65-15	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	Sw	-	4	18	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-
20	15-16	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	Sw	-	10	35	10	18	-	-	-	-	-	-	-	-
21	16-17	Slightly weathered fractures of quartzitic schist	Mw	-	10	59	10	17	-	-	-	-	-	-	-	-
22	17-18	Light grey fine grain sand and sludge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	18-19	No recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	19-20	No recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: B2																
Sindhuli Road (II)																
Borehole No.: B2				Drilling Machine: Toho/Koken												
Inclination: Vertical				Drilling Method: Rotary												
Total depth: 40 m				Water Table: Not Available												
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core				SPT				Permeability	Water return or loss	Remarks/Test results	
					Recovery %											
					RQD %											
Maximum Size, cm	REC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value									
1	0-1	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1-2	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	50/2				>50	-	-
3	2-3	Fragments of quartzitic schist	-	-	2	10	-	-	-	50/3				>50	-	-
4	3-3.85	Fresh fractured quartzitic schist	F	-	5	37	-	60	-	50/5				>50	-	-
5	3.85-4.35	Fresh quartzitic schist to slightly weathered grey fine grained quartzitic	F-Sw	-	10	65	10	60	-	-	-	-	-	-	-	-
6	4.35-4.85	Fresh quartzitic schist to slightly weathered grey fine grained quartzitic	F-Sw	-	14	65	14	32	-	-	-	-	-	-	-	-
7	4.85-5	Fresh grey to light grey fractured quartzitic schist with gneiss traces	F-Sw	-	7	28	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-
8	5-5.45, 5.45-5.79, 5.79-6	Fresh grey to light grey fractured quartzitic schist	F-Sw	-	9	43	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-
9	6-6.6	Fresh grey to light grey fractured quartzitic schist	F-Sw	-	8	18	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-
10	6.6-7	Fresh grey to light grey fractured quartzitic schist	F-Sw	-	4	19	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-
11	7.0-7.45	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	35	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-
12	7.45-8	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	32	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
13	8-9	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	10	33	10	30	-	-	-	-	-	-	-	-
14	9-9.75	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	22	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
15	9.75-10	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	32	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
16	10-10.6	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	32	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
17	10.6-11	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	10	33	10	30	-	-	-	-	-	-	-	-
18	11-11.45	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	22	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
19	11.45-12	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	22	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
20	12-13	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	22	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
21	13-13.4	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	22	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
22	13.4-14	Fresh fracture grey to dark grey schist	F-Sw	-	6	22	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
23	14-15	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	15-16	Slightly weathered fragment of schist	Sw	-	2	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-
25	16-16.55	Slightly weathered fragment of schist	Sw	-	4	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-
26	16.55-17	Slightly weathered fragment of schist	Sw	-	4	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-
27	17-18	Slightly weathered light grey to dark grey schist	Sw	-	8	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-
28	18-18.8	Slightly weathered light grey to dark grey schist	Sw	-	7	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-
29	18.8-19	Slightly weathered light grey to dark grey schist	Sw	-	7	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-
30	19-20	Slightly weathered light grey to dark grey schist	Sw	-	6	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: B2														
Sindhuli Road (II)														
Borehole No.: B2				Drilling Machine: Toho/Koken										
Inclination: Vertical				Drilling Method: Rotary										
Total depth: 30 m				Water Table: Not Available										
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core				SPT				Permeability Water return or loss	Remarks/Test results
					Maximum Size, cm	REC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value		
21	20-21	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F-Sw	-	7	15	-	58	-	-	-	-	Loss	
22	21-22	Fresh to slightly weathered rock of quartzitic schist	F-Sw	-	5	18	-	55	-	-	-	-		
23	22-23	Grey to light grey rock fragments of fine grained quartzitic schist	F-Sw	-	8	30	-	55	-	-	-	-		
24	23-24	Grey to light grey rock fragments of fine grained quartzitic schist	F-Sw	-	5	21	-	50	-	-	-	-		
25	24-25	Grey to light grey rock fragments of fine grained quartzitic schist	F-Sw	-	5	30	-	55	-	-	-	-		
26	25-26	Grey to light grey rock fragments of fine grained quartzitic schist	Sw	-	2	15	-	30	-	-	-	-		
27	26-27	Grey to dark grey schist and dark grey clayey sand	F-Sw	-	8	10	-	-	-	-	-	-		
28	27-28	Grey to brown grey fine grained semi consolidated schist (sludge form)	F-Sw	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
29	28-29	Slightly weathered fragments of quartzitic schist	F-Sw	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
30	29-30	Slightly weathered fragments of quartzitic schist	F-Sw	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
31	30-30.35	Slightly weathered fragments of quartzitic schist	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
32	30.35-31	Slightly weathered fragments of quartzitic schist	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
33	31-32	Slightly weathered fragments of quartzitic schist	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
34	32-33	Slightly weathered fragments of quartzitic schist	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
35	33-34	Slightly weathered fragments of quartzitic schist	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
36	34-35	Slightly weathered fragments of quartzitic schist (Sludge)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		Return
37	35-36	Slightly weathered fragments of quartzitic schist (Sludge)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
38	36-37	Slightly weathered fragments of quartzitic schist (Sludge)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
39	37-38	Slightly weathered fragments of quartzitic schist (Sludge)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
40	38-39	Slightly weathered fragments of quartzitic schist (Sludge)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	39-40	Slightly weathered fragments of quartzitic schist (Sludge)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: B3																	
Sindhuli Road (II)																	
Borehole No.: B3			Drilling Machine: Toho/Koken														
Inclination: Vertical			Drilling Method: Rotary														
Total depth: 20 m			Water Table: Not Available														
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core				SPT				Permeability	Water return or loss	Remarks/Test results		
					Maximum Size, cm	REC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value					
1	0-1	Filling rock fragments schist/ Quartzitic schist	Hw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1-2	Light grey to grey fresh fine grain quartzitic schist	F	-	1	7	-	10	50/4					>50			Loss
3	2-3	Light grey to grey fresh fine grain quartzitic schist	F	-	10	15	10	19	50/6					>50			
4	3-4	Light grey to grey fresh fine grain quartzitic schist	F	-	5	23	-	35	50/5					>50			
5	4-5	Light grey to grey fresh fine grain quartzitic schist	F	-	2	15	-	22	50/3					>50			
6	5-6	Medium grained highly weathered deposit (Fine sand sludge)	Hw	-	4	6	-	20	50/4					>50			
7	6-7	Fresh fine grained grey quartzitic schist	F-Sw	-	3	5	-	20	50/3					>50			
8	7-7.5 7.5-8	Fresh fine grained grey quartzitic schist	F	-	8	12	-	10	-	-	-	-	-	-			
9	8-9	Fine grained, grey to green quartzitic schist	F	-	4	8	-	10	-	-	-	-	-	-			
10	9-9.3 9.3-10	Fine grained, grey to green quartzitic schist	F	-	5	17	-	16	50/4					>50			
11	10-11	Fine grained, grey to green quartzitic schist	F	-	6	30	-	18	-	-	-	-	-	-			Return
12	11-12	Greenish grey quartzitic schist with garnet traces	F	-	7	9	-	18	-	-	-	-	-	-			
13	12-13	Grey to dark grey medium grain schist in form of sand (sludge)	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
14	13-14	Grey to dark grey medium grain schist in form of sand (sludge)	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
15	14-15	Fine grain grey to light grey schist (Sandy sludge)	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
16	15-16	Dark grey fine grained schist (Sandy sludge)	Mw	-	-	-	-	-	50/6					>50			
17	16-17	Dark grey fine grained schist (Sandy sludge)	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
18	17-18	Brown grained semiconsolidated fine grained schist (Sandy sludge)	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
19	18-19	Dark brown grey semi consolidated fine grained schist (Sandy sludge)	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
20	19-20	Dark brown grey semi consolidated fine grained schist (Sandy sludge)	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: B4															
Sindhuli Road (II)															
Borehole No.: B4				Drilling Machine: Voldrill											
Inclination: Vertical				Drilling Method: Rotary											
Total depth: 30 m				Water Table: Not Available											
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core				SPT				Permeability	Water return or loss	Remarks/Test results
					Recovery %										
					RQD %										
Maximum Size, cm	REC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value								
1	0-1	Coarse grain brown to grey sandy sludge	Mw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	1-2	Fine grain light grey schist (Sandy sludge)	Mw	-	-	-	-	-	50/7				>50		
3	2-3	Fine grain light grey schist (Sandy sludge)	Mw	-	-	-	-	-	50/9				>50		
4	3-4	Fine grain light grey schist (Sandy sludge)	Mw	-	-	-	-	-	50/3				>50		
5	4-5	Fresh fragments of quartzitic schist	Sw	-	6	10	-	-	50/4				>50		
6	5-6	Sludge weathered	-	-	-	-	-	-	50/6				>50		
7	6-7	Weathered and fractured quartzitic schist	Sw	-	2	4	-	40	50/3				>50		
8	7-8	Medium grained fractured schists (Sandy sludge)	Sw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9	8-9	No Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10	9-10	Weathered grey fractured quartzitic schist	Sw	-	3	6	-	42	50/5				>50		
11	10-11	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	Sw	-	6	14	-	48	-	-	-	-	-		
12	11-12	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	F-Sw	-	4	12	-	42	50/6				>50		
13	12-13	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	F-Sw	-	7	12	-	45	-	-	-	-	-		
14	13-14	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	F-Sw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
15	14-15	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	F-Sw	-	2	6	-	48	-	-	-	-	-		
16	15-16	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	F-Sw	-	4	10	-	35	50/3				>50		
17	16-17	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	F-Sw	-	8	12	-	35	-	-	-	-	-		
18	17-18	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	F-Sw	-	4	9	-	35	50/3				>50		
19	18-19	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	F-Sw	-	5	10	-	35	-	-	-	-	-		
20	19-20	Light grey weathered and fractured quartzitic schist	F-Sw	-	13	10	13	35	-	-	-	-	-		

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

BOREHOLE LOG: B4																
Sindhuli Road (II)																
Borehole No.: B4				Drilling Machine: Voldrill												
Inclination: Vertical				Drilling Method: Rotary												
Total depth: 30 m				Water Table: Not Available												
Depth, m	Run Depth, m	Description of Rock/Soil	Alteration/Weathering	Filling Materials	Core								Permeability	Water return or loss	Remarks/Test results	
					Recovery %		RQD %		SPT							
					Maximum Size, cm	REC %	RQD %	Dip Amount	10 cm	10 cm	10 cm	N value				
21	20-21	Dark grey fractured rock with fine grain	F-Sw	-	8	14	-	30	50/4							
22	21-22	Dark grey fractured rock with fine grained quartzite	F-Sw	-	2	14	-	30	-	-	-	-				
23	22-23	Grey fine grained fresh to slightly weathered and fractured quartzite with	F-Sw	-	4	7	-	15	-	-	-	-				
24	23-24	Grey fine grained fresh to slightly weathered and fractured quartzite with	F-Sw	-	3	5	-	25	50/3							
25	24-25	Grey fine grained fresh to slightly weathered and fractured quartzite with	F-Sw	-	5	10	-	25	-	-	-	-				
26	25-26	Grey fine grained fresh to slightly weathered and fractured quartzite with	F-Sw	-	8	10	-	43	-	-	-	-				
27	26-27	Grey fine grained fresh to slightly weathered and fractured quartzite with	F-Sw	-	2	10	-	42	50/3							
28	27-28	Grey fine grained fresh to slightly weathered and fractured quartzite with	F-Sw	-	8	13	-	40	-	-	-	-				
29	28-29	Grey fine grained fresh to slightly weathered and fractured quartzite with	F-Sw	-	8	12	-	45	50/4							
30	29-30	Grey fine grained fresh to slightly weathered and fractured quartzite with	F-Sw	-	10	40	10	45	-	-	-	-				

Abbreviations: F-Fresh, SW-Slightly Weathered, MW- Moderately Weathered, HW-Highly Weathered, CW-Completely Weathered
 FZ- Fractured zone, MB-Mechanical Break, IR-Irregular, PI-Planar, Sm-Smooth, R-Rough, CL-Clay, Si-Silt, CL- Coreless

2.3 LABORATORY TEST

Laboratory tests shown as below were conducted. The result of laboratory tests is shown as the following pages. The samples picked in the site were shown as Table 2.3.1.

- (1) Specific gravity of soil (ASTM D854, D136)
- (2) Moisture content (ASTM, D4959)
- (3) Particle size analysis by sieve and hydrometer (ASTM D422, C136)
- (4) Test of Soil compaction using a rammer (JIS 1210)

Table 2.3.1 Samples for the Laboratory Tests

Location	Location	Condition
Sta.17+400	Around borehole of A-1	Gravel and soil
Sta.17+600	The bottom of B-3 survey line	High weathered rocks and soil

Source: study team

SPECIFIC GRAVITY TEST						
Project : Landslide Monitoring						
Location : Sindhuli Road Section II						
Client : JICA						
Sample No.			A1	A2	B1	B2
Depth, m			0.5	0.5	0.5	0.5
Wt. Pycnometer + Water + Soil	gm		180.92	180.26	173.00	180.00
Temperature T in c	°C		29	29	29	29
Wt. Pycnometer + Water	gm		162.10	161.40	154.30	161.40
Wt. Soil	gm		30.0	30.0	30.0	30.0
Specific Gravity of Water			0.9960	0.9960	0.9960	0.9960
Specific Gravity of Soil			2.673	2.682	2.644	2.621

NATURAL MOISTURE CONTENT							
Project : Landslide Monitoring							
Location : Sindhuli Road Section II							
Client : JICA							
Sample No.	Depth, m	Wt. of Cont. + Wet Soil	Wt. of Cont. + Dry Soil	Wt. of Water	Wt. of Empty Container	Wt. of Dry Soil	Moisture Content (%)
Borehole No		1					
B1	0.5	86.65	80.46	6.19	12.25	68.21	9.07
B2	0.5	84.23	80.16	4.07	13.00	67.16	6.06
A1	0.5	98.28	94.22	4.06	12.20	82.02	4.95
A2	0.5	95.55	88.83	6.72	11.90	76.93	8.74

GRAIN SIZE ANALYSIS

Test Method : IS: 2720 (Part 4) - 1985

Project : Landslide Monitoring

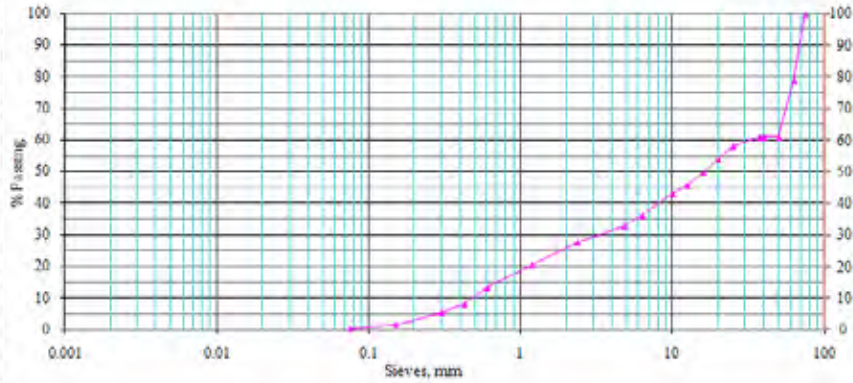
Location : Sindhuli Road Section II

Client : JICA

Borehole: 1 - A1

Depth: 0.50 m

Sieve	% Passing
75.000 mm	100.00
63.000 mm	78.87
50.000 mm	60.98
40.000 mm	60.98
37.500 mm	60.98
25.000 mm	58.01
20.000 mm	53.87
16.000 mm	49.65
12.500 mm	45.72
10.000 mm	42.96
6.300 mm	36.05
4.750 mm	32.60
2.360 mm	27.69
1.180 mm	20.51
0.600 mm	13.19
0.425 mm	7.94
0.300 mm	5.46
0.150 mm	1.59
0.075 mm	0.28
0.070 mm	
0.051 mm	
0.037 mm	
0.026 mm	
0.019 mm	
0.014 mm	
0.010 mm	
0.007 mm	
0.005 mm	
0.003 mm	
0.002 mm	
0.001 mm	



GRAIN SIZE ANALYSIS

Test Method : IS: 2720 (Part 4) - 1985

Project : Landslide Monitoring

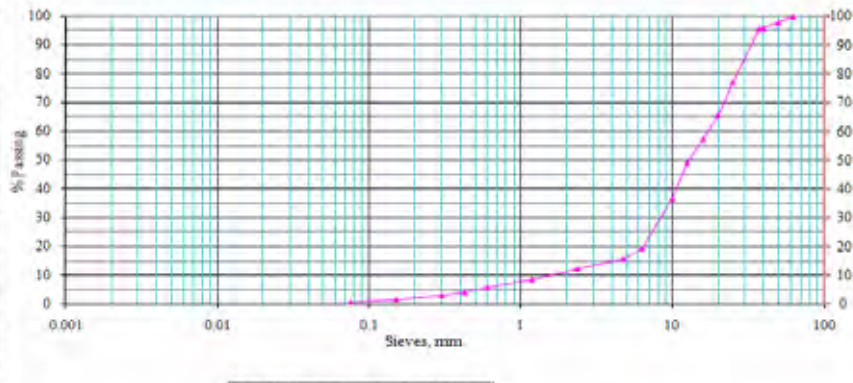
Location : Sindhuli Road Section II

Client : JICA

Borehole: 1 - A2

Depth: 0.50 m

Sieve	% Passing
75.000 mm	100.00
63.000 mm	97.86
50.000 mm	95.83
40.000 mm	95.83
37.500 mm	95.83
25.000 mm	77.21
20.000 mm	65.66
16.000 mm	57.51
12.500 mm	49.07
10.000 mm	36.65
6.300 mm	19.29
4.750 mm	15.68
2.360 mm	12.18
1.180 mm	8.51
0.600 mm	5.74
0.425 mm	3.99
0.300 mm	2.98
0.150 mm	1.47
0.075 mm	0.53
0.070 mm	
0.051 mm	
0.037 mm	
0.026 mm	
0.019 mm	
0.014 mm	
0.010 mm	
0.007 mm	
0.005 mm	
0.003 mm	
0.002 mm	
0.001 mm	

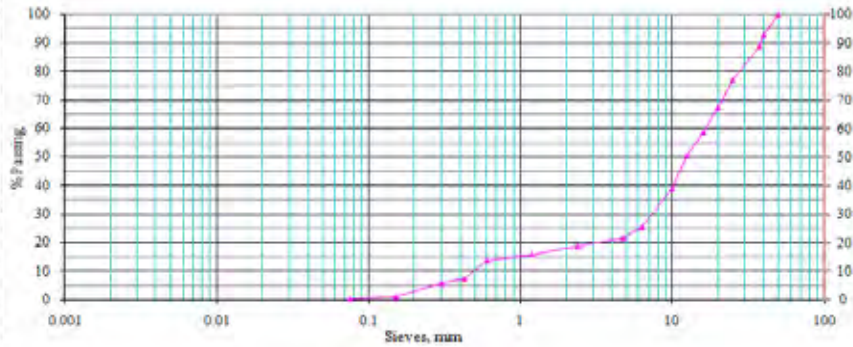


GRAIN SIZE ANALYSIS

Test Method : IS: 2720 (Part 4) - 1985
 Project : Landslide Monitoring
 Location : Sindhuli Road Section II
 Client : JICA

Borehole: 1 - B1
 Depth: 0.50 m

Sieve	% Passing
75.000 mm	
63.000 mm	
50.000 mm	100.00
40.000 mm	92.98
37.500 mm	88.98
25.000 mm	77.30
20.000 mm	67.42
16.000 mm	58.76
12.500 mm	50.59
10.000 mm	39.00
6.300 mm	25.36
4.750 mm	21.68
2.360 mm	18.66
1.180 mm	15.80
0.600 mm	13.68
0.425 mm	7.23
0.300 mm	5.68
0.150 mm	0.94
0.075 mm	0.16
0.070 mm	
0.051 mm	
0.037 mm	
0.026 mm	
0.019 mm	
0.014 mm	
0.010 mm	
0.007 mm	
0.005 mm	
0.003 mm	
0.002 mm	
0.001 mm	

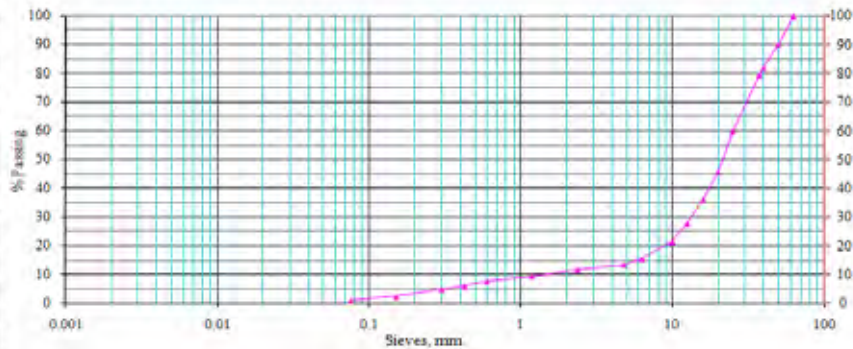


GRAIN SIZE ANALYSIS

Test Method : IS: 2720 (Part 4) - 1985
 Project : Landslide Monitoring
 Location : Sindhuli Road Section II
 Client : JICA

Borehole: 1 - B2
 Depth: 0.50 m

Sieve	% Passing
75.000 mm	
63.000 mm	100.00
50.000 mm	90.10
40.000 mm	82.07
37.500 mm	79.56
25.000 mm	60.30
20.000 mm	45.55
16.000 mm	36.25
12.500 mm	27.86
10.000 mm	21.48
6.300 mm	13.63
4.750 mm	13.44
2.360 mm	11.73
1.180 mm	9.51
0.600 mm	7.71
0.425 mm	6.14
0.300 mm	5.05
0.150 mm	2.42
0.075 mm	0.86
0.070 mm	
0.051 mm	
0.037 mm	
0.026 mm	
0.019 mm	
0.014 mm	
0.010 mm	
0.007 mm	
0.005 mm	
0.003 mm	
0.002 mm	
0.001 mm	

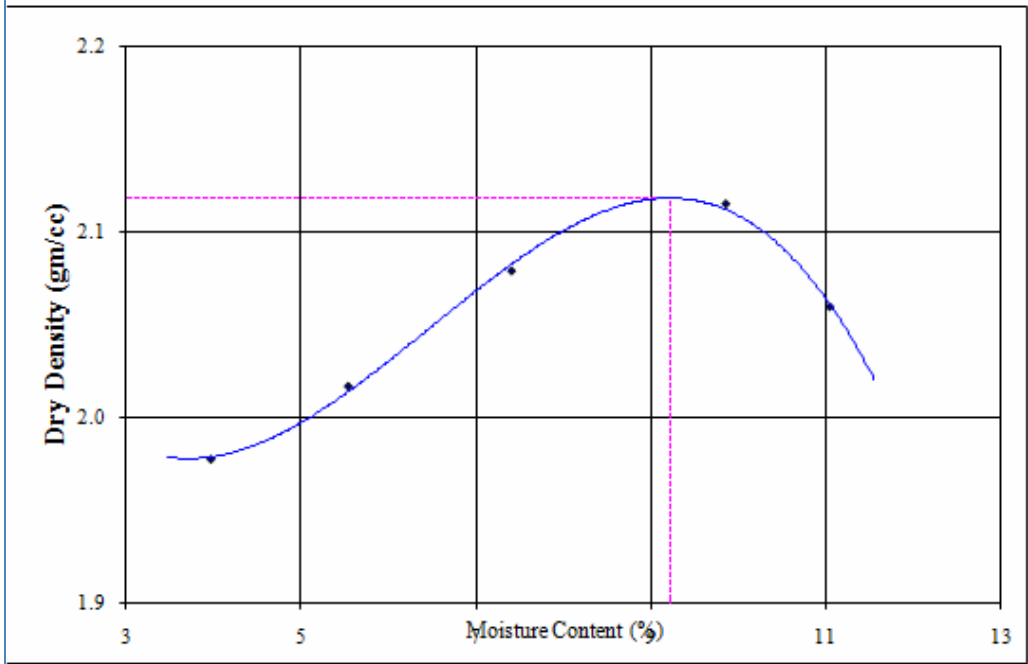


**JICA STUDY TEAM
SINDHULI RAOD
SECTION II
COMPACTION TEST RESULT**

Location : A1

Weight of Hammer	: 4.5 kg.	Height of Drop	: 45 cm
Number of Layers	: 5	Blows per Layer	: 56
Mould Volume :	: 2207.81 cc		

		Test Number =>	1	2	3	4	5
Mass of mould + base + compacted specimen	gm		12,390	12,550	12,780	12,980	12,900
Mass of mould + base	gm		7,850	7,850	7,850	7,850	7,850
Mass of compacted specimen	gm		4,540	4,700	4,930	5,130	5,050
Bulk density	gm/cc		2.06	2.13	2.23	2.32	2.29
Moisture content	%		3.97	5.54	7.41	9.86	11.05
Dry density	gm/cc		1.98	2.02	2.08	2.12	2.06



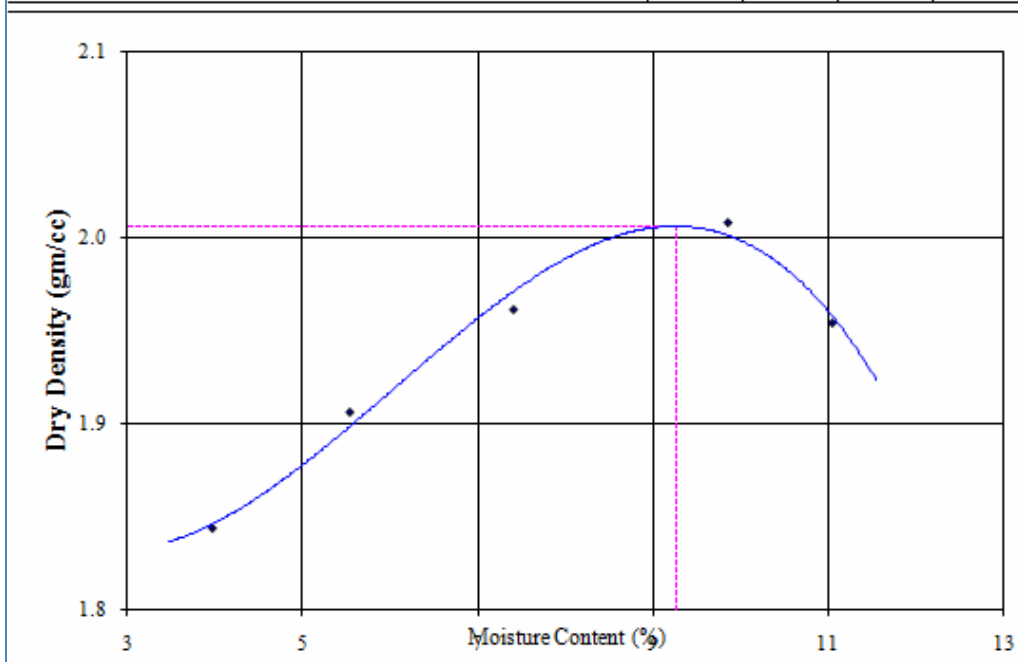
Optimum moisture Content =	9.2 %
Maximum Dry Density =	2.12 gm/cc

**JICA STUDY TEAM
SINDHULI RAOD
SECTION II
COMPACTION TEST RESULT**

Location : A2

Weight of Hammer	: 4.5 kg.	Height of Drop	: 45 cm
Number of Layers	: 5	Blows per Layer	: 56
Mould Volume :	: 2207.81 cc		

		Test Number =>	1	2	3	4	5
Mass of mould + base + compacted specimen	gm		9,740	9,950	10,160	10,380	10,300
Mass of mould + base	gm		5,508	5,508	5,508	5,508	5,508
Mass of compacted specimen	gm		4,232	4,442	4,652	4,872	4,792
Bulk density	gm/cc		1.92	2.01	2.11	2.21	2.17
Moisture content	%		3.97	5.54	7.41	9.86	11.05
Dry density	gm/cc		1.84	1.91	1.96	2.01	1.95



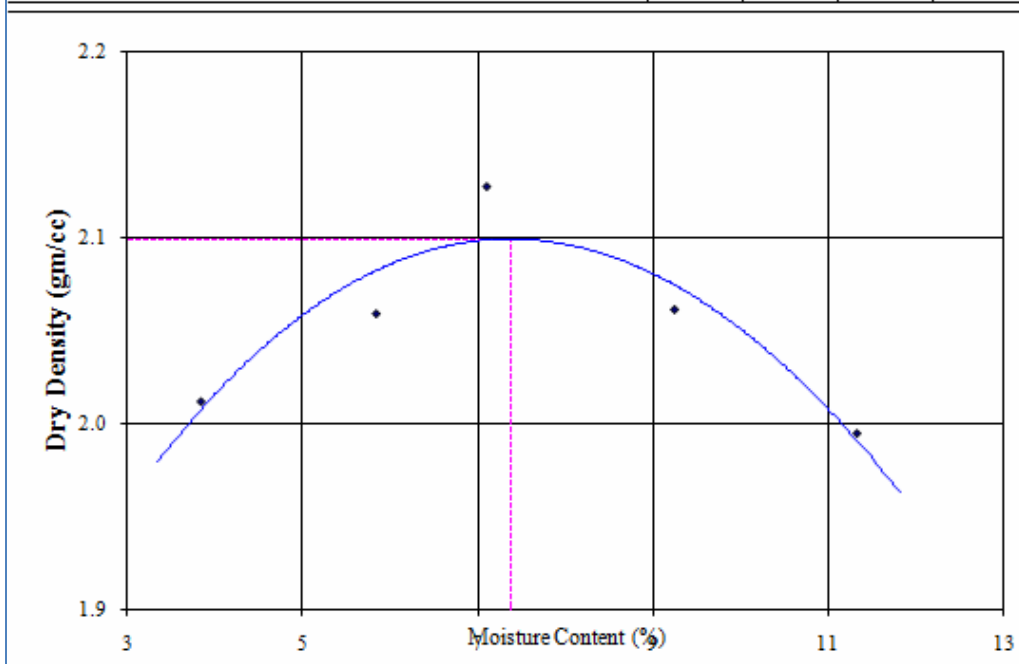
Optimum moisture Content =	9.3 %
Maximum Dry Density =	2.01 gm/cc

**JICA STUDY TEAM
SINDHULI RAOD
SECTION II
COMPACTION TEST RESULT**

Location : B2

Weight of Hammer	: 4.5 kg.	Height of Drop	: 45 cm
Number of Layers	: 5	Blows per Layer	: 56
Mould Volume :	: 2207.81 cc		

		Test Number =>	1	2	3	4	5
Mass of mould + base + compacted specimen	gm		10,120	10,320	10,540	10,480	10,410
Mass of mould + base	gm		5,508	5,508	5,508	5,508	5,508
Mass of compacted specimen	gm		4,612	4,812	5,032	4,972	4,902
Bulk density	gm/cc		2.09	2.18	2.28	2.25	2.22
Moisture content	%		3.84	5.84	7.10	9.24	11.32
Dry density	gm/cc		2.01	2.06	2.13	2.06	1.99



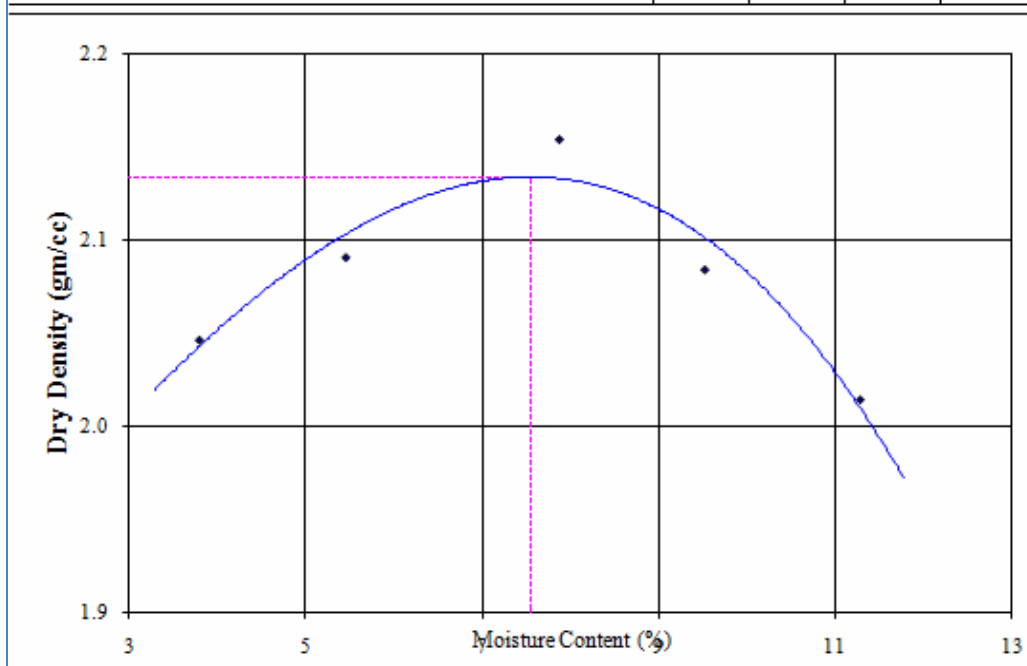
Optimum moisture Content =	7.4 %
Maximum Dry Density =	2.10 gm/cc

**JICA STUDY TEAM
SINDHULI RAOD
SECTION II
COMPACTION TEST RESULT**

Location : B1

Weight of Hammer	: 4.5 kg.	Height of Drop	: 45 cm
Number of Layers	: 5	Blows per Layer	: 56
Mould Volume :	: 2207.81 cc		

		Test Number =>	1	2	3	4	5
Mass of mould + base + compacted specimen	gm		12,540	12,718	12,980	12,890	12,800
Mass of mould + base	gm		7,850	7,850	7,850	7,850	7,850
Mass of compacted specimen	gm		4,690	4,868	5,130	5,040	4,950
Bulk density	gm/cc		2.12	2.20	2.32	2.28	2.24
Moisture content	%		3.79	5.45	7.87	9.52	11.28
Dry density	gm/cc		2.05	2.09	2.15	2.08	2.01



Optimum moisture Content = 7.5 % Maximum Dry Density = 2.13 gm/cc
--

卷末添付資料 III : 雨量解析結果

卷末資料 III

降雨と崩壊の関係

3.1 降雨と崩壊の関係

これまでの降雨データと崩壊データを整理し、降雨と崩壊の関係について考察した。

安定計算

3.1.1 雨量データ収集整理

調査箇所に最も近い Sta.17+100 雨量観測所のデータを収集し、整理した。崩壊箇所からの離隔は 300m 程度ではほぼ調査位置の雨を観測しているものと考えられる。

これまでは、日雨量のみの整理であったが、より精度を高めるために、今回は自記用紙から時間雨量を読み取り時間雨量を整理した。また、観測は雨期のみであったため、観測期間以外は 0mm として整理した。なお、今回設置した半自動式のデータも含めている。

表 3.1 整理した雨量データのスペック

観測所	Sta. 17+100	備考
観測機械	転倒ます型雨量計	自記式
入手先	間・安藤共同企業体	
入手データ	自記様式 (1週間巻)	
観測期間	2003年6月25日～10月31日	8年間
	2004年4月26日～10月31日	
	2005年5月1日～10月31日	
	2006年4月25日～10月31日	
	2007年4月27日～10月31日	
	2008年4月27日～10月31日	
	2009年4月26日～11月6日	
	2010年6月29日～11月3日	今回観測期間

3.1.2 雨量と崩壊の関係

(1) 検討方法

崩壊の多くは豪雨を誘因として発生するため、危険時期の予知法として検討すべき事項は雨の降り方と災害発生との関係を明らかにすること（危険雨量の問題）である。崩壊の発生を簡単に言えば、斜面や溪床堆積物の中に雨量が貯留され、ある貯留量以上になると発生すると言われている。したがって、崩壊が発生する短期的な雨量強度の他に、災害発生までの長期的な雨量も影響する。この関係を示す図を図 3.1 崩壊発生時の雨の条件と解析例に示す。当サイトにおいても、長期雨量と短期雨量が今回のサイトで発生した崩壊に関係しているものと考えられ、この関係を検討した。長期雨量の算出は様々な方法が提案されているが、今回は最も単純な連続雨量を採用した。連続雨量は図 3.2 に示すように 24 時間無降雨に挟まれた降雨を連続雨量とし、計算した。また、サイトで発生した崩壊は発生時間が不明なため、一連の降雨の間の最大時間雨量を短期雨量として想定した。

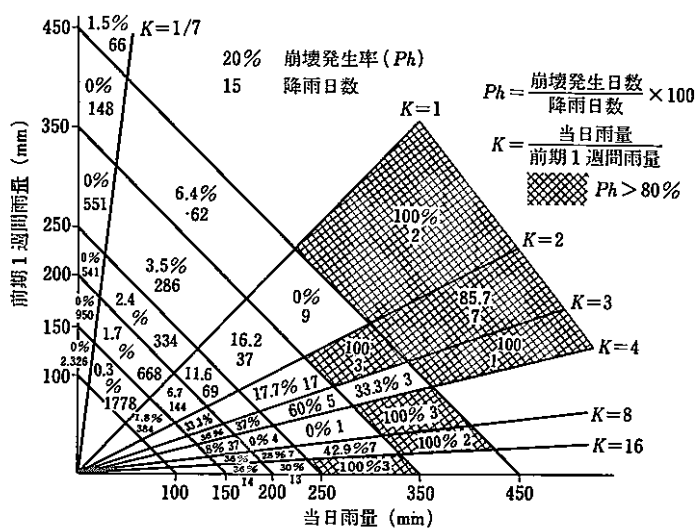


図 3.1 崩壊発生時の雨の条件解析例

「新砂防工学 朝倉書店」より転記

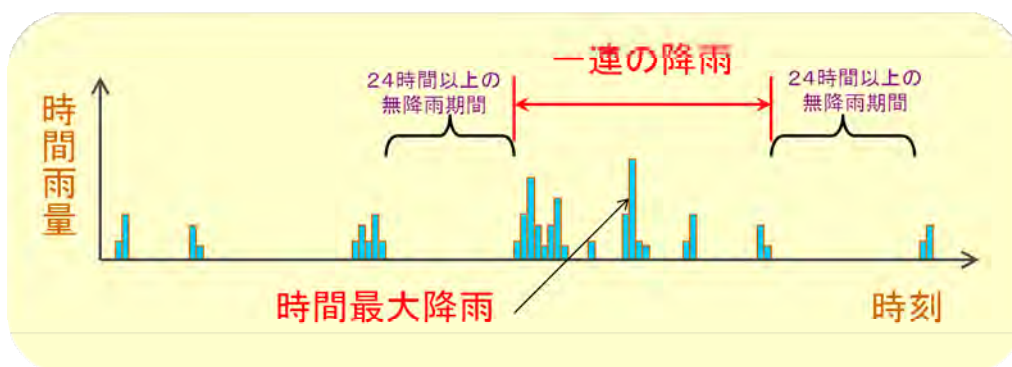


図 3.2 連続雨量の考え方

(注)前後に24時間雨量の無降雨(雨量0mmを含む)期間があるひとまとまりの降雨を一連の降雨といいその雨量を一連続雨量とした。また連続雨量が20mm以上の降雨のみを対象とした。

(2) 雨量特性

月間観測雨量は以下に示すとおりである。

表 3.2 月間雨量

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	合計
2003						197.5	457.5	291	328.5	44.5	0	0	
2004	0	0	0	36	105.5	207.5	764	216.5	264	129.5	0	0	1,723
2005	0	0	0	0	56	86.5	362.5	746	239.5	142	0	0	1,633
2006	0	0	0	0	323.5	556.5	281.5	243	534.5	26.5	0	0	1,966
2007	0	0	0	59.5	190.5	546	796	465	540	217.5	0	0	2,815
2008	0	0	0	14	205	554.5	540.5	475	339.5	138	0	0	2,267
2009	0	0	0	15	120	87	352.5	295.5					870
2010	0	0	0			15.5	439.5	478	377	74.5			1,385
平均	0	0	0	21	167	281	499	401	375	110	0	0	1,854
平均観測日数	0	0	0	1	14	18	27	23	20	11	0	0	

また、降雨が観測された日数を表 3.3 にとりまとめた。

表 3.3 降雨が観測された日数一覧

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2003						3	29	27	25	11	0	0
2004	0	0	0	2	12	23	26	22	19	14	0	0
2005	0	0	0	0	11	16	26	29	20	17	0	0
2006	0	0	0	0	17	24	25	18	26	6	0	0
2007	0	0	0	2	10	22	30	26	23	13	0	0
2008	0	0	0	2	22	28	28	27	23	7	0	0
2009	0	0	0	2	13	10	22	14	1	0	0	0
2010	0	0	0	0	1	2	27	26	27			
平均日数	0	0	0	1	14	18	27	23	20	11	0	0

時間雨量および連続雨量の分布は表 3.4 の通り、時間 50mm 以上の雨量は 4 回/8 年である。また、連続雨量 500mm 以上の降雨は 2 回/8 年となっている。

表 3.4 時間雨量および連続雨量の分布

時間雨量(mm)	回数	連続雨量(mm)	回数
0	61,244	20-100	94
0-10	2,875	100-200	30
10-20	275	200-300	8
20-30	73	300-400	4
30-40	30	400-500	0
40-50	7	500-600	1
50-60	4	600-700	1

※連続雨量は 20mm 以上の降雨を対象としている。

(3) 崩壊発生時間の推定

崩壊が発生した日付は明らかであるが、発生時刻が不明である。このため一連の降雨の最後で崩壊が発生したと仮定して崩壊時刻を推定した。また、前節において崩壊履歴の整理を行っている。これらは既往資料を整理したものであり、なおかつ雨量観測所も異なることから、今回整理した雨量とは必ずしも一致していない。現地作業期間中に5回小崩壊が発生している。今年度は作業を実施しており、軽微な崩壊を正確に把握できているが、例年このような崩壊は断続的に発生しているものと推定される。

表 3.5 崩壊発生時刻 (推定)

Sta.	Sta. 17+400	Sta. 17+600	Sta. 18+200
崩壊 履歴	1回; 2003年7月20日4時	1回; 2007年8月1日1時※2	1回; 2003年7月20日4時
	2回; 2004年7月11日5時	2回; 2007年9月7日1時	2回; 2004年7月11日5時
	3回; 2005年8月13日18時	3回; 2007年9月26日1時※3	3回; 2005年8月13日18時
	4回; 2005年9月26日23時※1	4回; 2007年9月30日1時※3	4回; 2005年9月26日23時※1
	5回; 2007年7月30日1時※2	5回; 2007年10月12日7時	5回; 2007年7月30日1時※2
	6回; 2010年7月12日0時	6回; 2009年7月27日23時	6回; 2008年7月23日9時
	7回; 2010年8月24日7時※4		7回; 2010年8月13日20時
	8回; 2010年8月25日11時※4		8回; 2010年8月24日17時
	9回; 2010年8月27日10時※4		

※1 連続雨量が20mm以下であった。

※2 同じ一連の降雨である。

※3 9月3日～9月11日にかけて250mmの先行降雨あり

※4 同じ一連の降雨

※2003年11月および2007年12月にSta.17+400、18+200で崩壊拡大の記録があるが、雨量データがないため対象外とした。

(4) 降雨と崩壊の関係

崩壊が発生した降雨および崩壊が発生しなかった降雨の連続雨量および最大時間雨量を図 3.3 にプロットした。プロットに際しては、Sta.17+400、18+200 および Sta.17+600 の地区ごとにも分けてプロットした。また、表 3.6 に連続雨量順位を示した。

時間雨量が 30mm 連続雨量が 200mm を超えると崩壊が発生しやすい傾向にあることが分かる。特に 500mm を超えると大崩壊が発生している。

時間雨量が 50mm 程度の降雨を 8 回経験しているが崩壊が発生したのは連続雨量が 500mm を超えた時のみであり、時間雨量と崩壊の間に関係は認められない。

小さい降雨で崩壊が発生しているのは、過去の崩壊により崩壊面が急傾斜となっていることと崩壊面に残った不安定な土塊が小さい降雨に反応して崩落しているためと推定される。

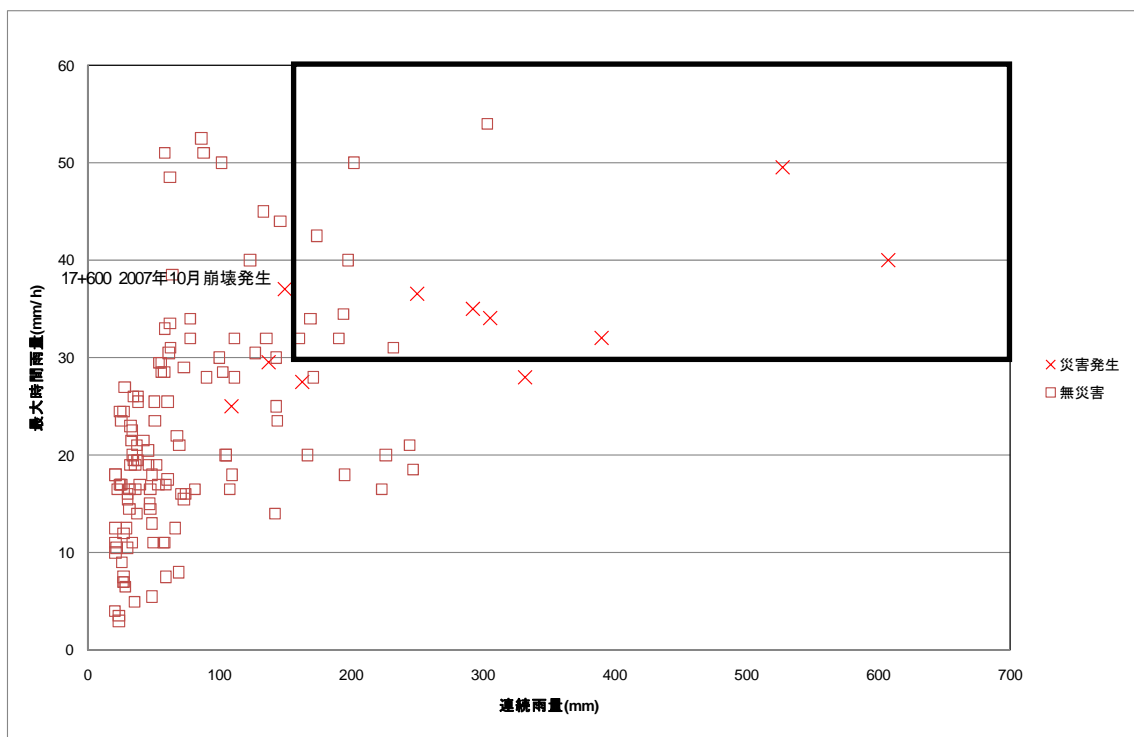


図 3.3 降雨と崩壊の関係 (3 地区)

① Sta.17+400

時間雨量約 30mm、連続雨量が 150mm を超えると崩壊が発生する傾向にある。また、連続雨量が 500mm を超えると大崩壊が発生する傾向にある。連続 300mm 程度の降雨は毎年経験しており、毎年崩壊が発生していることとなる。

時間 50mm 程度の降雨を 8 回経験しているが、このうち崩壊が発生しているのは連続雨量が 500mm を超えた 1 回のみで、時間雨量と崩壊発生に関係は認められない。

2004 年 7 月および 2007 年 7 月に発生した大崩壊後、崩壊面が急勾配となり、不安定な斜面が残存する形となった。このため、この不安定土塊が小さな降雨に反応して落下しているものと考えられる。

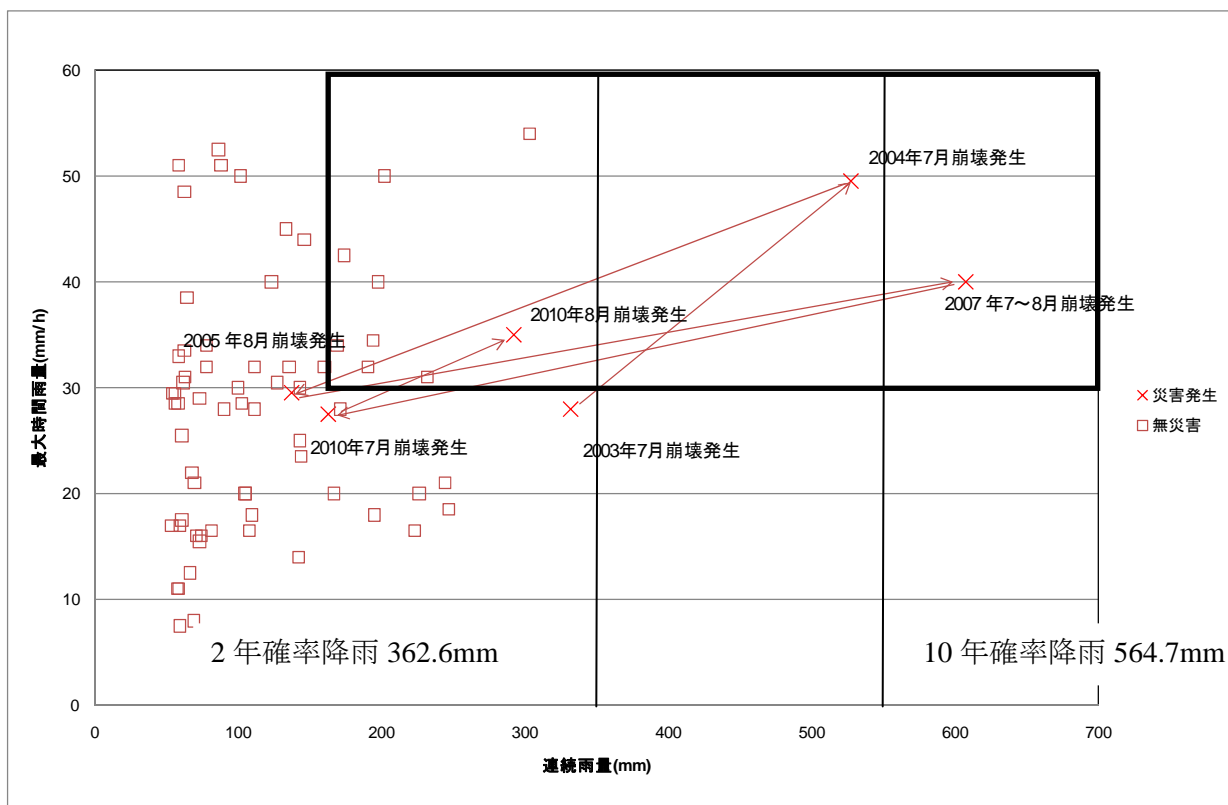


図 3.4 降雨と崩壊の関係 (Sta.17+400)

② Sta.17+600

連続雨量 607mm を記録した 2007 年 7 月～8 月の降雨で 1 回目の大崩壊が発生している。その後 150mm～300mm 程度の降雨で小崩壊が発生している。時間雨量 50mm 程度の降雨を 8 回経験しているが、崩壊が発生していない。時間雨量と崩壊の間には関係は認められない。

2007 年 7 月に発生した大崩壊後、崩壊面が急勾配となり、不安定な斜面が残存する形となった。このため、この不安定土塊が小さな降雨に反応して落下しているものと考えられる。

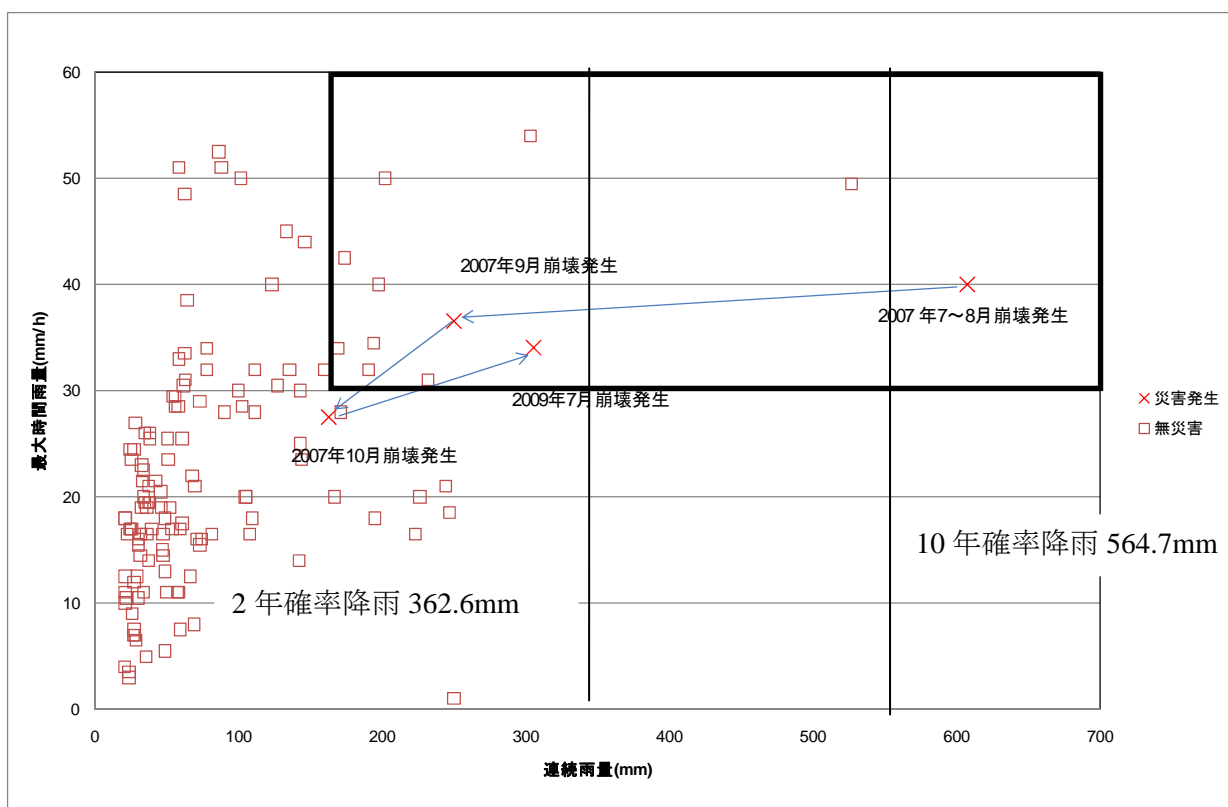


図 3.5 降雨と崩壊の関係 (Sta.17+600)

③ Sta.18+200

時間雨量約 30mm、連続雨量が 150mm を超えると崩壊が発生する傾向にある。また、連続雨量が 500mm を超えると大崩壊が発生する傾向にある。連続 300mm 程度の降雨は毎年経験しており、毎年崩壊が発生していることとなる。

時間 50mm 程度の降雨を 8 回経験しているが、このうち崩壊が発生しているのは連続雨量が 500mm を超えた 1 回のみで、時間雨量と崩壊発生の間に関係は認められない。

2004 年 7 月および 2007 年 7 月に発生した大崩壊後、崩壊面が急勾配となり、不安定な斜面が残存する形となった。このため、この不安定土塊が小さな降雨に反応して落下しているものと考えられる。

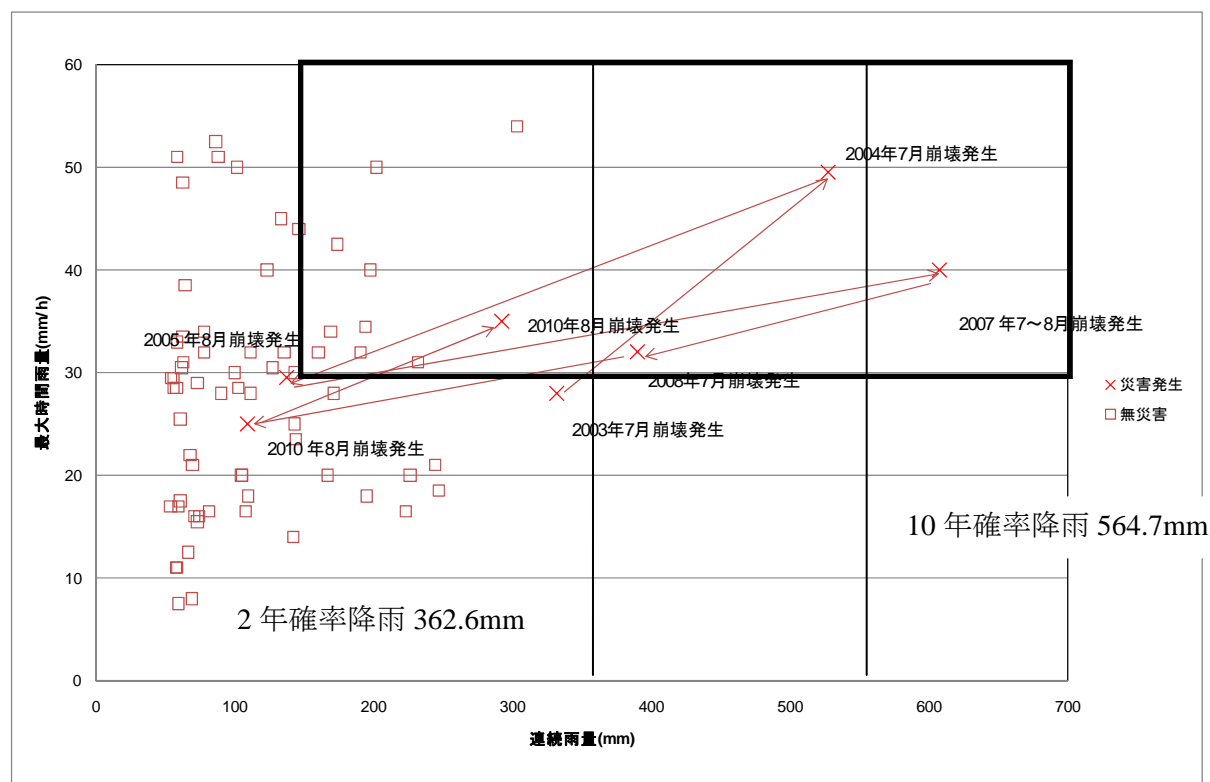


図 3.6 降雨と崩壊の関係 (Sta.18+200)

表 3.6 連続雨量順位と崩壊発生の関係 (2003年～2010年)

順位	生起年	年順位	開始日	終了日	累積雨量	発生箇所
1	2007	1	7月18日	8月2日	607	17+400,17+600,18+200
2	2004	1	7月4日	7月12日	527	17+400,18+200
3	2008	1	7月8日	7月27日	390	18+200
4	2003	1	7月6日	7月20日	331.5	17+400,18+200
5	2009	1	7月25日	8月1日	305.5	17+600
6	2006	1	9月6日	9月13日	303	
7	2010	1	8月20日	8月27日	292.5	17+400,18+200
8	2007	2	9月3日	9月11日	250	17+600
9	2005	1	8月18日	8月27日	246.5	
10	2007	3	8月12日	8月17日	244	
11	2006	2	6月22日	7月2日	232	
12	2008	2	6月22日	7月2日	226	
13	2005	2	7月15日	7月25日	223	
14	2008	3	6月1日	6月7日	202	
15	2003	2	6月25日	6月28日	197.5	
16	2006	3	7月6日	7月20日	195	
17	2003	3	9月18日	9月24日	194	
18	2007	4	6月11日	6月15日	190.5	
19	2007	5	7月8日	7月17日	174	
20	2005	3	8月5日	8月7日	171	
21	2005	4	8月8日	8月12日	169	
22	2008	4	8月25日	9月2日	166.5	
23	2010	2	7月8日	7月16日	162.5	17+400
24	2007	6	6月16日	6月20日	160	
25	2007	7	10月8日	10月12日	149.5	17+600
26	2010	3	7月20日	7月25日	146	
27	2010	4	9月9日	9月20日	144	
28	2006	4	5月26日	5月29日	143	
29	2007	8	6月5日	6月10日	143	
30	2006	5	9月20日	9月26日	142	
31	2005	5	8月13日	8月17日	137	17+400,18+200,
32	2008	5	7月3日	7月7日	135.5	
33	2008	6	9月3日	9月6日	133	
34	2006	6	6月8日	6月10日	127	
35	2009	2	8月3日	8月7日	123	
36	2008	7	8月4日	8月9日	111.5	
37	2004	2	9月22日	9月25日	111	
38	2009	3	8月8日	8月14日	109.5	
39	2010	5	8月13日	8月17日	109	18+200
40	2004	3	7月15日	7月20日	107.5	

3.1.3 対象地区での確率雨量

観測データから生起確率年別の確率雨量を算出した。確率雨量は、時間雨量、日雨量、連続雨量で整理した。

参考までにシンズリ・ガリ観測所の日雨量データから算出した生起確率年別の24時間最大雨量を以下に示す。算出に用いられた雨量データは1956年～1994年(38年間)のデータでこの間の最大雨量は1993年7月21日の403mm/日である。

表 3.7 対象地区での確率雨量

生起確率年	連続雨量(mm)	時間雨量(mm)	日雨量(mm)	日雨量(参考)(mm)※1
2	362.6	45	128.6	170
5	481.5	52	167.7	250
10	564.7	56.1	197.1	302
30	697.4	61.7	246.4	369
50	758.9	64.1	270.8	419

※1：ネパール王国 シンズリ道路建設計画(第二工区)基本設計調査報告書 平成11年

2回の大規模な崩壊は10年確率雨量程度で発生している。このことから今後このような豪雨を経験した場合には、同規模の崩壊が発生する可能性が高い。

また、崩壊によって斜面が急勾配となり、徐々に拡大が後退する傾向が認められる。このような崩壊は毎年発生しており、現在の道路が崩壊頭部にあることから崩壊が拡大し、道路が被災する可能性が高い。