


添付資料 9-6
工事完了証明書

Inspection Certificate
(Passed)

1. Name of Consulting Service Assignment	The Pilot Project for Landslide and Rock fall mitigation works (Lot 1) under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project
2. Performance Period	28/01/2016 – 28/07/2018
3. Contract Amount	LKR 38,268,930.00 (Final confirmed price: LKR 37,361,900.36)
4. Name of Contractor	ELS Construction (Pvt) Ltd
5. Progress of Work	As per progress report
6. Amount Payable by this Inspection	LKR 10,437,206.77
7. Note	Work progress in the report is 97.51% (Rs. 33,923,186.36) which is the progress percentage to the contract amount without contingency (10%). After this inspection on the completion of the work, defect liability period commences at the date of issuance and approval of Certificate of Completion for one year. The contractor should submit Maintenance Security to JICA for the defect liability.

It is confirmed that the work mentioned above has been completed according to contract, TOR, and other relevant documents.

28/08/2017
Inspection Staff


Mr. Fusato Tanaka
Chief Representative
JICA Sri Lanka Office

(Note)

1. Write the latest information if an amendment has been made.
2. List observation, findings from the on-site inspection, etc. in #7 if necessary.
3. In case of partial payment or other payments made before the completion of the contract, describe the type of the payment in #7 and put the payment amount approved by this inspection in #6. (If it is a one-time payment, put "N.A." in #6)
4. Attach related documents such as reports by supervisory staff/supervisor and On-site Inspection Record as needed.

CERTIFICATE OF PRACTICAL COMPLETION

Contract Name	Certificate of Completion of the Construction Work for the Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 1), Badulusirigama-Badulla, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP).
Consulting Agency	National Building Research Organization (NBRO).
Name & Address of the Contractor	ELS construction (Pvt) Ltd. No:62/3, Neelammahara Road, Katuwawala, Boralesgamuwa

Contract Price (excluding taxes)	Rs. 38,268,930.00
Date of Start	16/02/2016.
Date of Completion	28/07/2017.
Defects notification period	28/07/2017 – 28/07/2018 (one year).
Date of handing over	28/07/2017.

Description of completed work	Remarks
Horizontal Drain drilling and installation of PVC Pipe- 2655m length(51 holes up to 45m,55m & 60m length)	Satisfactory
Surface Drain Ditch TYPE A -44m length Surface Drain Ditch TYPE B -101m length Surface Drain Ditch TYPE C -69m length Surface Drain Ditch TYPE D -212m length Surface Drain Ditch TYPE E -338m length Surface Drain Ditch TYPE F -80m length Surface Drain Ditch TYPE GC -50m length	Satisfactory

Collecting pits- 11 numbers	Satisfactory
Gabion Box Dam at the toe of horizontal drain outlet- 58m ³ (1m*1m*1m boxes)	Satisfactory

Defects to be rectified by the Contractor: None



Dr. Asiri Karunawardana

Director General

National Building Research Organization

(NBRO)

Democratic Socialist Republic of Sri Lanka



Mr. Fusato Tanaka

Chief Representative

Japan International Cooperation

Agency

(JICA)

Inspection Certificate (Passed)

1. Name of Consulting Service Assignment	The Pilot Project for Landslide and Rock fall mitigation works (Lot 2) under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project
2. Performance Period	02/02/2016 – 15/03/2017
3. Contract Amount	LKR 12,973,702.50 (Final confirmed price: LKR 12,889,701.36)
4. Name of Contractor	Geo Engineering Consultants (Pvt) Ltd
5. Progress of Work	As per project completion report
6. Amount Payable by this Inspection	LKR 4,027,530.36 (LKR 644,485.07 out of the amount can be paid upon the submission of maintenance security)
7. Note	After this inspection on the completion of the work, defect liability period commences at the date of issuance and approval of Certificate of Completion for one year. The contractor should submit Maintenance Security to JICA for the defect liability.

It is confirmed that the work mentioned above has been completed according to contract, TOR, and other relevant documents.

21 / 03/2017
 Inspection Staff

 Mr. Fusato Tanaka
 Chief Representative
 JICA Sri Lanka Office

(Note)

1. Write the latest information if an amendment has been made.
2. List observation, findings from the on-site inspection, etc. in #7 if necessary.
3. In case of partial payment or other payments made before the completion of the contract, describe the type of the payment in #7 and put the payment amount approved by this inspection in #6. (If it is a one-time payment, put "N.A." in #6)
4. Attach related documents such as reports by supervisory staff/supervisor and On-site Inspection Record as needed.

CERTIFICATE OF PRACTICAL COMPLETION

Contract Name	Certificate of Completion of the Construction Work for the Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 2), Udamadura-Nuwara Eliya, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP).
Consulting Agency	National Building Research Organization (NBRO).
Name & Address of the Contractor	Geo Engineering Consultants (Pvt) Ltd. No: 929/18, Kahandawala Road, Thalangama North, Malabe.

Contract Price (excluding taxes)	Rs. 12,900,000.00
Date of Start	02/02/2016.
Date of Completion	15/03/2017.
Defects notification period	30/03/2017 – 30/03/2018 (one year).
Date of handing over	15/03/2017.

Description of completed work	Remarks
Horizontal Drain drilling and installation of PVC Pipe- 500m length(10 holes up to 50m length)	Satisfactory
Surface Drain Ditch TYPE A -134.2m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch TYPE B -217.4m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch TYPE C -114.1m length	Satisfactory
Water Collecting pits- 3 numbers	Satisfactory

Gabion Box Dam- 5m long ,2m high	Satisfactory
Concrete Small Dam- 1 number	Satisfactory
Gabion wall for cut slope- 5m long ,2m high	Satisfactory

Defects to be rectified by the Contractor: None

30th March 2017

Director General
National Building Research Organisation
09/1, Jawatta Road, Colombo 05.

Dr. Asiri Karunawardana

Mr. Fusato Tanaka

Director General

Chief Representative

National Building Research Organization

Japan International Cooperation

(NBRO)

Agency

Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

(JICA)

Inspection Certificate

(Passed)

1. Name of Consulting Service Assignment	The Pilot Project for Landslide and Rock fall mitigation works (Lot 3) under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project
2. Performance Period	28/01/2016 – 16/03/2017 (Work Period)
3. Contract Amount	LKR 32,168,235.00
4. Name of Contractor	Sanguine Engineering (Pvt) Ltd
5. Progress of Work	As per final completion report
6. Amount Payable by this Inspection	LKR 13,706,720.03 (LKR 1,531,343.12 out of the amount can be paid upon the submission of maintenance security)
7. Note	After this inspection on the completion of the work, defect liability period commences at the date of issuance and approval of Certificate of Completion for one year. The contractor should submit Maintenance Security to JICA for the defect liability.

It is confirmed that the work mentioned above has been completed according to contract, TOR, and other relevant documents.

3 / 03/2017

Inspection Staff



Mr. Fusato Tanaka
Chief Representative
JICA Sri Lanka Office

(Note)

1. Write the latest information if an amendment has been made.
2. List observation, findings from the on-site inspection, etc. in #7 if necessary.
3. In case of partial payment or other payments made before the completion of the contract, describe the type of the payment in #7 and put the payment amount approved by this inspection in #6. (If it is a one-time payment, put "N.A." in #6)
4. Attach related documents such as reports by supervisory staff/supervisor and On-site Inspection Record as needed.

CERTIFICATE OF PRACTICAL COMPLETION

Contract Name	Certificate of Completion of the Construction Work for the Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 3), Alangumale-Matale, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP).
Consulting Agency	National Building Research Organization (NBRO).
Name & Address of the Contractor	Sanguine Engineering (Pvt) Ltd. No: 51/25, Lumbini Mawatha, Dalugama, Kalaniya.

Contract Price (excluding taxes)	Rs. 32,168,235.00
Date of Start	18/01/2016.
Date of Completion	16/03/2017.
Defects notification period	30/03/2017 - 30/03/2018 (one year).
Date of handing over	16/03/2017.

Description of completed work	Remarks
Excavation for canal (ditch)- 1232.7m ³	Satisfactory
Rock excavation for structures/reshaping the slope/berms using control blasting and disposal of excess materials -464.1m ³	Satisfactory
Filling to embankment using existing soil at downside of the slope including compaction-730.8015m ³	Satisfactory
Levelling of excavated channel and disposal of materials-90.04m ³	Satisfactory

Supplying and placing of rubble stone pitching top of the earth embankment and bottom of the canal-676.7m ²	Satisfactory
Temporary road construction-100m	Satisfactory
Supplying, assembling and placing of PVC coated gabion wall boxes-213m ³	Satisfactory
Surface drainage work- 1 item	Satisfactory

Defects to be rectified by the Contractor: None

30th March 2017


Director General
National Building Research Organisation
99/1, Jawatta Road, Colombo 05.

Dr. Asiri Karunawardana
Director General
National Building Research Organization
(NBRO)
Democratic Socialist Republic of Sri Lanka



Mr. Fusato Tanaka
Chief Representative
Japan International Cooperation
Agency
(JICA)

添付資料 9-7

瑕疵担保期間完了証明書

Defects Liability Certificate

Contract Name	Certificate of Satisfaction of the Construction Work for the Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 1), Badulusirigama-Badulla, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP)
Consulting Agency	National Building Research Organisation (NBRO)
Name & Address of the Contractor	ELS Construction (Pvt) Ltd. No:62/3, Neelammahara Road, Katuwawala, Boralesgamuwa

Contract Price (excluding taxes)	Rs.38,268,930.00
Date of Start	16/02/2016
Date of Completion	28/07/2017
Defects notification period	28/07/2017 – 28/07/2018(one year)
Date of handing over	28/07/2017

Description of completed work	Remarks
Horizontal Drain drilling and installation of PVC Pipe – 2,655m length (51 holes up to 45m, 55m and 60m length)	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type A- 44m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type B- 101m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type C- 69m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type D- 212m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type E- 338m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type F- 80m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type G- 50m length	Satisfactory
Water Collecting Pits – 11 numbers	Satisfactory
Gabion Box Dam at the toe of horizontal drain outlet - 58m3 (1m*1m*1m boxes)	Satisfactory

Defects to be rectified by the Contractor: None



Dr. Asiri Karunawardana
Director General
National Building Research Organisation
(NBRO)
Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

24/07/2018

National Building Research Organisation
No. 99/1, Jawatta Road,
Colombo 05.

Final Report

20th July, 2018

Project: The Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 1), Badulusirigama-Badulla, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP)

1. Outline of Defect Liability Inspection

Site: Badulusirigama, Badulla (Lot 1)

Date: 19th July 2018 9:30-11:30 AM

Participants:

Mr. Hiroki Hashimoto (JICA)

Mr. Takayuki Nagai (JICA Long Term Expert)

Mr. R.M.S. Bandara (NBRO HQ)

Dr. Pathmakumara Jayasingha (NBRO HQ)

Mr. C.M.U. Moremada (NBRO Badulla District Office)

Ms. A.D.Harshani Jeewanthi Perera (NBRO Badulla District Office)

Mr. R.M Palitha Madurasingha (NBRO Badulla District Office)

Mr. Ryuichi Hara (TCLMP)

Mr. Akira Ohkawara (TCLMP)

Mr. Kyoichi Kawakami (TCLMP)

Mr. Takashi Ogino (TCLMP)

Mr. Tomoyuki Nishikawa (TCLMP)

Ms. G. Dilupa P. De Zoysa (ELS Constructions)

2. Result of the Inspection

1) Horizontal Drainage drilling

There are no defects at these facilities.

2) Surface Drainage Ditch

There are no defects at these facilities.

3) Other Facilities

There are no defects at these facilities such as gabion walls, and water collecting pits.

3. Recommendations

1) Horizontal Drainage Drillings

When monitoring will be conducted, water flow rate should be measured at every drilling point. If the

water flow rate is fewer than before, necessary actions should be taken such as cleaning of the PVC pipes.
Also if the catch pits in front of the gabion walls are filled by soils, the soils should be removed and keep the proper functions of the catch pits.

2) Surface Drainage Ditch

If the surface drainage ditches and the catch pits are blocked by soils/ rocks, the soils/ rocks should be removed. Also any damages such as cracks are found, the damages should be repaired immediately.

3) Other Facilities

If any damages are found at other facilities, the damages should be repaired. Also wild fires occurred in the site, check the damages of the facilities and equipment for monitoring such as extensometers, and the damages should be repaired immediately. It is better to continue monitoring by equipment at least three years and monitor the movement of the landslide.

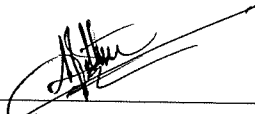
4) Maintenance

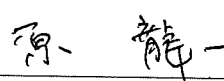
Maintenance should be conducted according to the Minutes of Meeting of the JCC held on 4th October 2017 shown below.

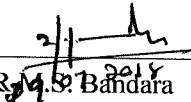
3 Recommendations and lessons learned:

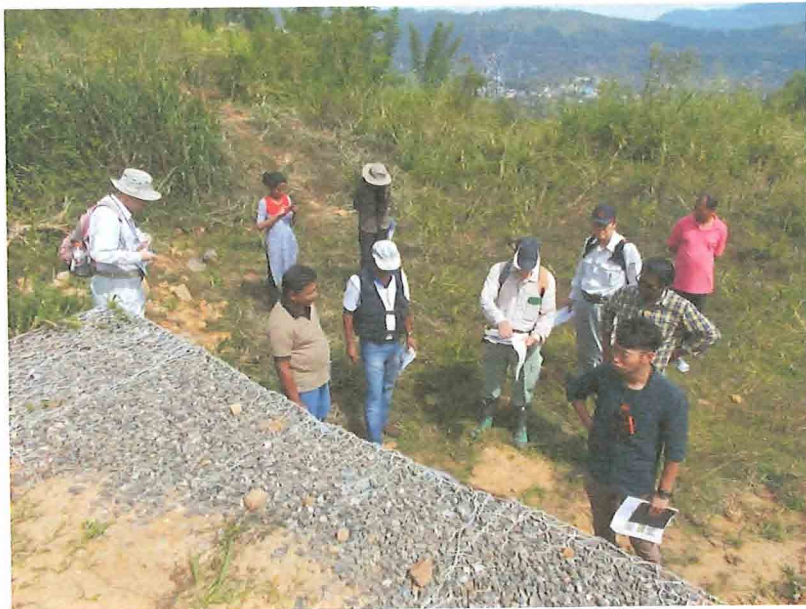
b- Proper maintenance of the Facilities after the completion of the Project

The Team pointed out the importance of the continuous monitoring and proper maintenance of the Facilities after the completion of the Project so as to secure sustainability. NBRO agreed to make monitoring with a check sheet at least two times per year after the rainy seasons (monsoons), especially after heavy rainfall and maintain the Facilities properly by themselves. NBRO also agreed that whenever necessity arises, such as any major damages occur, NBRO should inform it with its actions to be taken to JICA Sri Lanka Office.


Dr. Pathmakumara Jayasingha
NBRO LRRMD


Mr. Ryuichi Hara
TCLMP


Mr. R.M.S. Bandara
Director, NBRO LRRMD



Defect Liability Inspection at the site



Wrap up meeting after the inspection

Monitoring Sheet
Summary Sheet (Badulusirigama)

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017		

Facility	Location No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Damage level	Comment, countermeasure, etc.
Surface drainage ditch	1	Side part of the ditch is eroded by surface water flow.	III (b)	Already corrected. However, continuous monitoring is required.
	2	Side part of the ditch is eroded by surface water flow.	III (b)	Already corrected. However, continuous monitoring is required.
	3	The slope near the ditch is eroded by surface water flow.	III (b)	Already corrected. However, continuous monitoring is required. (This location has been move to Horizontal drilling No.1)
	4	Soils are flowing into the ditch due to the surface water flow. At the moment, the ditch is not blocked by the soils.	III (b)	At the moment, the ditch is not blocked by the soils. If soils block the ditch completely, soils should be removed. (Soils were washed away.)
	5	Small crack is appeared on the shoulder of the ditch due to the inappropriate compaction or other causes.	III (b)	The crack at the side walls and base concrete has been corrected.
	6	The ditch is blocked by a rock. At the moment, the ditch is not blocked by the soils completely.	III (b)	If soils/ rocks block the ditch completely, soils/ rocks should be removed. (Already removed)
	7	Soils are flowing into the ditch due to the surface water flow. At the moment, the ditch is not blocked by the soils.	III (b)	Already removed. However, continuous monitoring is required.
	8	Soils are flowing into the ditch due to the surface water flow. At the moment, the ditch is not blocked by the soils.	III (b)	Already removed. However, continuous monitoring is required.
	9	Soils are flowing into the ditch due to the surface water flow. At the moment, the ditch is not blocked by the soils.	III (b)	Already removed. However, continuous monitoring is required.
	10	A crack is appeared on the ditch.	III(b)	Already corrected. However, continuous monitoring is required.
	11	A crack is appeared on the ditch.	III(b)	Already corrected. However, continuous monitoring is required.
Water collecting pit	1	Water is leaked from the weep holes.	III (b)	Already corrected. However, continuous monitoring is required.
	2		IV(a)	
	3		IV(a)	
	4		IV(a)	
	5		IV(a)	
	6		IV(a)	
	7		IV(a)	
	8	Soils flow into the pit due to surface water.	III (b)	Already removed. However, continuous monitoring is required.
	9		IV(a)	
	10	Soils flow into the pit due to surface water.	III (b)	Already removed. However, continuous monitoring is required.
	11	Soils flow into the pit and almost block the pit due to surface water.	III (b)	Already removed. However, continuous monitoring is required. If possible, it is better to conduct planting.

	12	Soils flow into the pit due to surface water.	III (b)	Already removed. However, continuous monitoring is required.
Horizontal drilling	1	The slope behind the gabion wall is eroded by surface water flow.	III (b)	Already reshaped. If possible, it is better to conduct planting.
	2		IV (a)	
	3		IV (a)	
	4		III (b)	If possible, it is better to conduct planting at the slope.
	5		III (b)	If possible, it is better to conduct planting. At the slope
	6	One of drilling pipe has been broken.	III (b)	If possible, it is better to conduct planting at the slope. One PVC connecting pipe of the Point 6 was repaired.
Ground condition around ditch	1			
	2			
	3			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	i	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) Upper part of the landslide, some erosion occurs around the ditches. Also lower part of the landslide, soils flow into the ditches and water collecting pits. This time all of the defects have been corrected, however, continuous monitoring is required.
	ii	Detailed investigation		
	iii	Continuous monitoring		
	iv	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	i	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	ii	Detailed investigation		
	iii	Continuous monitoring		
	iv	Record storage		

Evaluation standard for damage level of facilities

Damage level	Description
Damage Deformation /Alteration Corrosion /Blockage	A (IV) There are no damage/ alteration/ blockage and so on (hereinafter referred to as damage) of facility itself. Or there are slight damages observed, however there are no decreases of functional status by the damage. Therefore no countermeasure is required.
	B (III) There are some damages such as cracks or rusting observed however there are no decreases of functional status by the damage. At the moment there are no necessity for countermeasures, however continuous monitoring is required by periodic inspection in order to clarify causes of damages or to observe expansion of the cracks.
	C (I, II) There are extremely damages of facility itself. There are obvious decreases of functional status by the damage, or stability of member and decreases of strength are concerned.

Member of monitoring

NBRO: Ms. Harshani (Badulla District Office)

TCLMP: Mr. Hara, Kawakami, Ogino

Monitoring Sheet Surface Drainage Ditch

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: 1,2	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment			
Side of ditch	Damage Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement			
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence	1	Loc. 1,2: Already corrected	1(2) 2(1) III (b)
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Crack			
Base concrete	Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement			
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence			
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment			
Ground condition around ditch	Damage Deformation	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) Already corrected. However, continuous monitoring is required.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Surface Drainage Ditch

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: 3	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment			
Side of ditch	Damage Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement			
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Crack			
Base concrete	Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement			
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence			
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment			
Ground condition around ditch	Damage Deformation	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil 7. Erosion	7	Already reshaped. However, continuous monitoring is required.	3 III (b)

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) Already reshaped. However, continuous monitoring is required. This item has been moved to horizontal drilling Point No.1.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Surface Drainage Ditch

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: 4	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation		1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding		
	Alteration Corrosion		1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color		
	Blockage		1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment	(4)	III (b)
Side of ditch	Damage Deformation		1. Gap 2. Uneven settlement		
	Sediment outflow		1. Scouring 2. Subsidence		
	Alteration Corrosion		1. Surface deterioration 2. Crack		
Base concrete	Deformation		1. Gap 2. Uneven settlement		
	Sediment outflow		1. Scouring 2. Subsidence		
Water collecting pit	Damage Deformation		1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage		
	Alteration Corrosion		1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color		
	Blockage		1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment		
Ground condition around ditch	Damage Deformation		1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil 7. Erosion		

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) At the moment, there is no problem at this location. However, in the near future, soils could be flowed into the ditch again. If soils are blocked the ditch, soils should be removed.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Surface Drainage Ditch

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: 5, 10, 11	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation ① Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding	1	Loc. 5, 11: The cracks have been corrected. However, continuous monitoring is required. Loc. 10: The crack at the side walls and the base concrete has been corrected.	4(5) 8(10) 9(11)	5,11: III (b) 10: III (b)
	Alteration Corrosion 1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage 1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment				
Side of ditch	Damage Deformation 1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow 1. Scouring 2. Subsidence				
	Alteration Corrosion 1. Surface deterioration 2. Crack				
Base concrete	Deformation 1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow 1. Scouring 2. Subsidence				
Water collecting pit	Damage Deformation 1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage				
	Alteration Corrosion 1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage 1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment				
Ground condition around ditch	Damage Deformation 1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) The cracks of Loc. 5 and 11 have been corrected. The crack of Loc. 10 has not been corrected completely. The crack of Loc. 10 should be corrected before the end of the defect liability period.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Surface Drainage Ditch

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: 6, 12	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation		1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding		
	Alteration Corrosion		1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color		
	Blockage		1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment	6(12)	III (b)
Side of ditch	Damage Deformation		1. Gap 2. Uneven settlement		
	Sediment outflow		1. Scouring 2. Subsidence		
	Alteration Corrosion		1. Surface deterioration 2. Crack		
Base concrete	Deformation		1. Gap 2. Uneven settlement		
	Sediment outflow		1. Scouring 2. Subsidence		
Water collecting pit	Damage Deformation		1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage		
	Alteration Corrosion		1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color		
	Blockage		1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment		
Ground condition around ditch	Damage Deformation		1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil 7. Erosion		

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) The rocks have been removed. However, continuous monitoring is required.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Surface Drainage Ditch

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: 7, 8, 9	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)		No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
	Damage Deformation					
Surface drainage ditch	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding				
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment	3	Loc. 7, 8, 9: The soils have been removed. However, continuous monitoring is required. If soils flow into the ditches again, the soils should be removed.	5(7) 6(8) 7(9)	III (b)
Side of ditch	Damage Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence				
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Crack				
Base concrete	Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence				
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage				
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment	3	Catch pit 9, 10, 12: The soils have been removed. However, continuous monitoring is required. If soils flow into the pits again, the soils should be removed.	5(9) 6(10) 7(12)	III (b)
Ground condition around ditch	Damage Deformation	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil 7. Erosion				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) The soils have been removed at all of the locations. However, continuous monitoring is required. If soils flow into the pits again, the soils should be removed.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Surface Drainage Ditch

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: Catch pit No.1	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment	3		
Side of ditch	Damage Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement			
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Crack			
Base concrete	Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement			
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence			
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage	8	The leakage has been corrected. However, continuous monitoring is required.	12 III(b)
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment			
Ground condition around ditch	Damage Deformation	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil 7. Erosion			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) Weep holes has been blocked on order to prevent leakages from the weep holes.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Horizontal Drainage Drilling

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: Drilling Point 1, 4	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
PVC pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Connecting pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Gabion wall	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring			
	Alteration Corrosion	1. Rusting 2. Change color			
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment			
Drainage pipe connecting to ditch	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Ground condition around drilling point	Damage Deformation	① Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil	1	The small slip has been reshaped. However, continuous monitoring is required.	3(1) 10(4) III (b)

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.)
	II	Detailed investigation		The small slip has been corrected. However, continuous monitoring is required. If possible, it is better to conduct planting at the reshaped slope.
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
	I	Countermeasure		
Comprehensive judgement by facility administration organization	II	Detailed investigation	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
	I	Countermeasure		

Monitoring Sheet
Horizontal Drainage Drilling

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: Drilling Point	2, 3, 5 (shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
PVC pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Connecting pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Gabion wall	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring			
	Alteration Corrosion	1. Rusting 2. Change color			
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment			
Drainage pipe connecting to ditch	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Ground condition around drilling point	Damage Deformation	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) No problem (Almost same condition as the last monitoring) No.5: If possible, it is better to conduct planting at the slope around the gabion. (Almost same condition as the last monitoring)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Horizontal Drainage Drilling

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: Drilling Point 6	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
PVC pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Connecting pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending	2	Broken PVC connecting pipe of the Point 6 was repaired.	12 IV (a)
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Gabion wall	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring			
	Alteration Corrosion	1. Rusting 2. Change color			
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment	3	The soils have been removed. However, continuous monitoring is required.	11 III (b)
Drainage pipe connecting to ditch	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Ground condition around drilling point	Damage Deformation	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) The soils have been removed. However, continuous monitoring is required. If possible, countermeasures such as planting on the slopes should be considered. Broken PVC connecting pipe of the Point 6 was repaired.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Horizontal Drainage Drilling
Flow Rate

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: Drilling Point	(shown in the map)

Point	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	Total (l/min)
1	*	*	*					*	/	0.65
2									/	0
3									/	0
4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3.91
5				*		*	*	*	*	1.29
6				*	*	*	*	*	*	2.98

Note: If it's difficult to measure flow rate one by one, measure total rate.

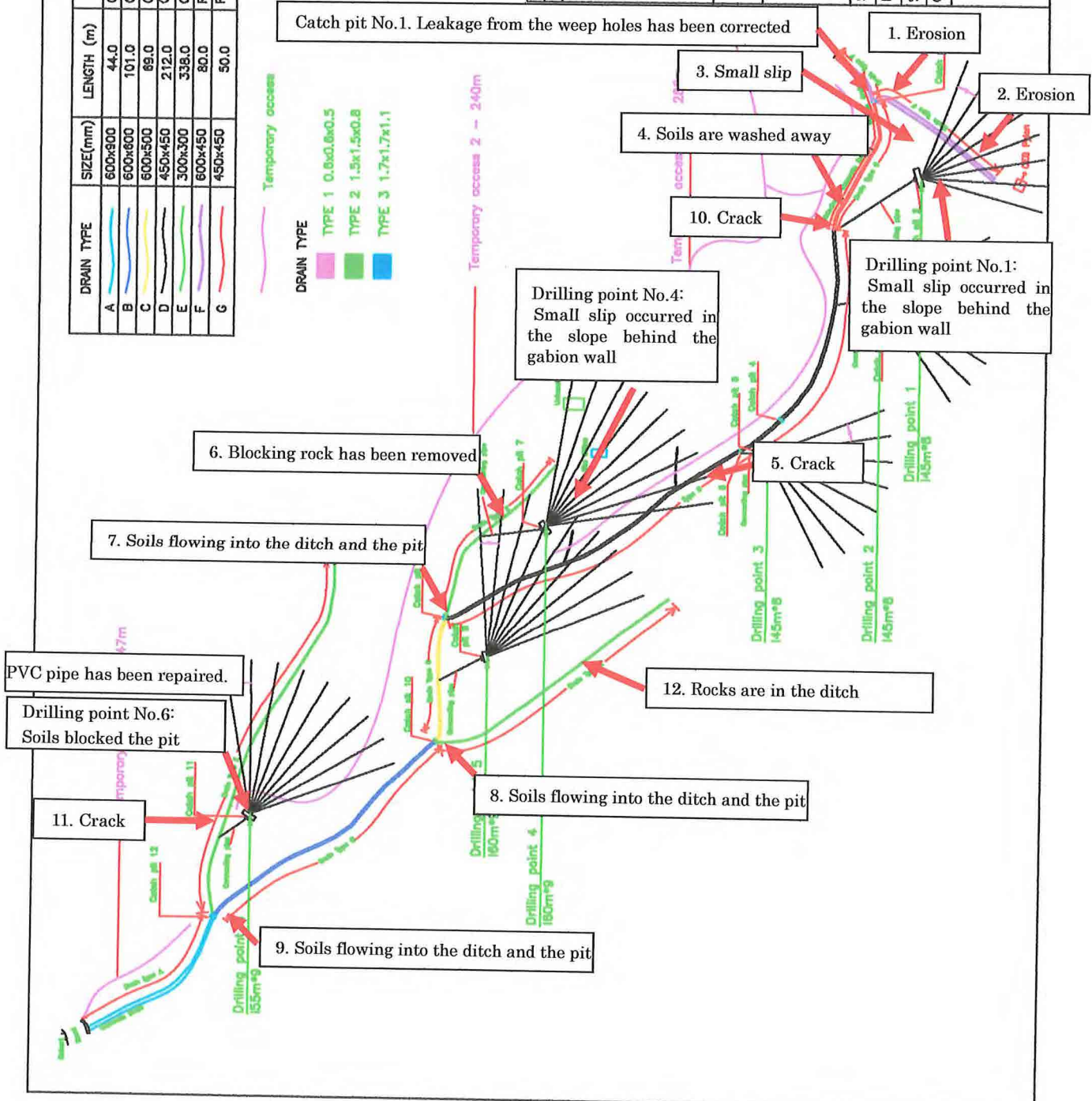
*: Water from the hole

DRAIN TYPE	SIZE(mm)	LENGTH (m)	DETAIL
A	600x800	44.0	CONCRETE DRAIN
B	600x800	101.0	CONCRETE DRAIN
C	600x500	89.0	CONCRETE DRAIN
D	450x450	212.0	CONCRETE DRAIN
E	300x300	338.0	CONCRETE DRAIN
F	600x450	80.0	RUBBLE-CONC.-RUBBLE DRAIN
G	450x450	50.0	RUBBLE DRAIN



NOTES :-
ALL DIMENSIONS ARE IN METRES UNLESS OTHERWISE STATED.

REV.	DESCRIPTION	APPR.	DATE
PROJECT TITLE :- PILOT PROJECT FOR LANDSLIDE AND ROCK FALL MITIGATION WORKS - LOT 1 BADULLA			
DRWG. STATUS :- AS BUILT DRAWING			
DRWG. TITLE :- SURFACE DRAINAGE DITCH & HORIZONTAL DRAIN LAYOUT			
SCALE :			SHEET SIZE : A3
DRG. No. ELS/JICA/AB/01/17			
SURVEY: R.R.J.R.JAYAKODY			
DRWN : MAHINDA			
CHKD : R.R.J.R.JAYAKODY			
DATE : 28/07/2017			
 ELS CONSTRUCTION (Pvt.) LTD. No. 62/3, NEELAMAHARA Rd., KATUWAWALA, BORALESGAMUWA. Tel: 011-4309494, 011-2517037, Fax: 011-2506806 E-mail: els@elslanka.com, Web: www.elslanka.com			



Monitoring Sheet

Photo

Date: 19 July 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province

Badulla District

Badulusirigama

Completed year: 2017

Location:

(shown in the map)



Photo 1: Erosion has been corrected (Loc.2)



Photo 2: Erosion has been corrected (Loc.1)



Photo 3: Small slip has been reshaped (D. P. 1)



Photo 4: Cracks have been corrected (Loc.5)



Photo 5: Soils have been removed (Loc.7)



Photo 6: Rocks have been removed (Loc.12)

Monitoring Sheet

Photo

Date: 19 June 2018

Affiliation: TCLMP

Name: NBRO, TCLMP

Site: Uva Province

Badulla District

Badulusirigama

Completed year: 2017

Location:

(shown in the map)



Photo 7: Soils have been removed (Loc.8)



Photo 8: Soils have been removed (Loc.9)



Photo 9: Crack has been corrected (Loc.11)



Photo 10: The small slip has been reshaped (D.P.4)



Photo 11: Soils have been removed (D.P.6)



Photo 12: PVC pipe has been repaired (D.P.6)

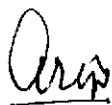
Defects Liability Certificate

Contract Name	Certificate of Satisfaction of the Construction Work for the Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 2), Udamadura-Nuwara Eliya, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project(TCLMP)
Consulting Agency	National Building Research Organisation (NBRO)
Name & Address of the Contractor	Geo Engineering Consultants (Pvt) Ltd. No.929/18, Kahandawala Road, Tha

Contract Price (excluding taxes)	Rs.12,978,377.5
Date of Start	02/02/2016
Date of Completion	15/03/2017
Defects notification period	30/03/2017 – 30/03/2018(one year)
Date of handing over	15/03/2017

Description of completed work	Remarks
Horizontal Drain drilling and installation of PVC Pipe – 500m length (10 holes up to 50m length)	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type A-134.2m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type B-2127.4m length	Satisfactory
Surface Drain Ditch Type C-114.1m length	Satisfactory
Water Collecting Pits – 3 numbers	Satisfactory
Gabion Box Dam – 5m long, 2m high	Satisfactory
Concrete Small Dam – 1 number	Satisfactory
Gabion wall for cut slope 5m long, 2m high	Satisfactory

Defects to be rectified by the Contractor: None



Dr. Asiri Karunawardana

Director General

National Building Research Organisation
(NBRO)

Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

Director General
National Building Research Organisation
197/1, Jawatta Road, Colombo 03.

Final Report

15th March 10, 2018

Project: The Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 2), Udamadura-Nuwara Eliya, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP)

1. Outline of Defect Liability Inspection

Site: Udamadura, Nuwara ELiya (Lot 2)

Date: 8th March 2018 10:00-11:30 AM

Participants:

Mr. Hiroki Hashimoto (JICA)

Mr. Takayuki Nagai (JICA Long Term Expert)

Dr. Pathmakumara Jayasingha (NBRO HQ)

Mr. Malaka Hettiarachchi (NBRO Nuwara Eliya District Office)

Mr. Ryuichi Hara (TCLMP)

Mr. Kyoichi Kawakami (TCLMP)

Mr. Akira Sasaki (TCLMP)

Mr. Dilum Wanigasekara (Geo Engineering)

2. Result of the Inspection

1) Horizontal Drainage drilling

A collapse occurred at the right side of the gabion wall on 29th January.

The cause of the collapse was excessive precipitation therefore this collapse is not a defect by the Contractor.

There is no defect at this facility.

2) Surface Drainage Ditch

A part of surface drainage ditch under the water collecting pit was not corrected properly at the time of the inspection. After the instruction by the Engineer, the Contractor has corrected the ditch properly after the inspection.

Also there are some leakages and erosions at the ditches. However, it was very difficult to find the exact place of those phenomena in this inspection.

3) Other Facilities

There is no defect at these facilities such as gabion dam, concrete dam and water collecting pit.

3. Recommendations

1) Horizontal Drainage Ditch

The collapse is not a defect by the Contractor, however, countermeasures against the collapse should be conducted.

The Engineer (NBRO, TCLMP) should discuss with the Contractor and take necessary action immediately.

2) Surface Drainage Ditch

The leakages and erosions should be inspected during the dry season. Based on the inspection, necessary actions such as correction should be taken.

Farmers use water from the holes of the ditch for their paddy field. The purpose of the surface drainage ditch is to drain the surface water inside the landslide area to the outside of the landslide area. To get the water from the ditch to the farmer's paddy field through natural ditch is not good for the landslide. Therefore, the natural ditch should be covered by such as polyethylene sheets to avoid the infiltration of ground water to under the ground.

3) Other Facilities

There is no recommendation.

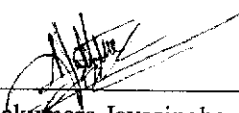
4) Maintenance

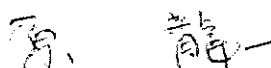
Maintenance should be conducted according to the Minutes of Meeting of the JCC held on 4th October 2017 shown below.


3 Recommendations and lessons learned:

b- Proper maintenance of the Facilities after the completion of the Project

The Team pointed out the importance of the continuous monitoring and proper maintenance of the Facilities after the completion of the Project so as to secure sustainability. NBRO agreed to make monitoring with a check sheet at least two times per year after the rainy seasons (monsoons), especially after heavy rainfall and maintain the Facilities properly by themselves. NBRO also agreed that whenever necessity arises, such as any major damages occur, NBRO should inform it with its actions to be taken to JICA Sri Lanka Office.

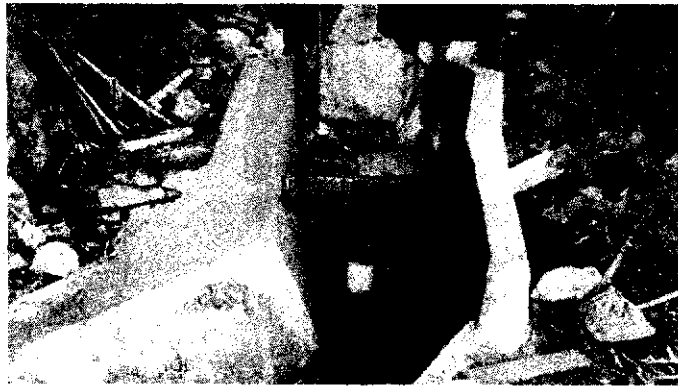
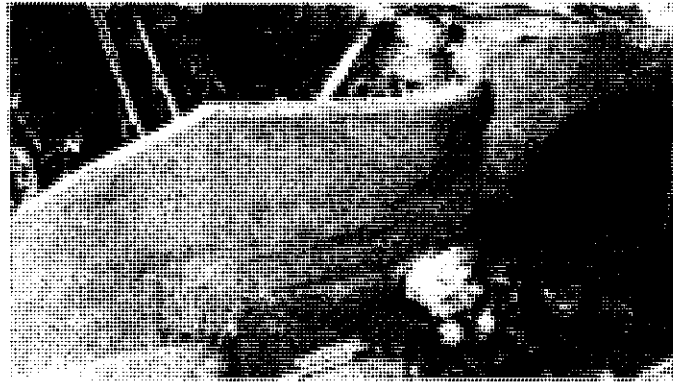

Dr. Pathmakumara Jayasingha
NBRO LRRMD


Mr. Ryuichi Hara
TCLMP


Mr. R.M.S. Bandara
Director, NBRO LRRMD



Defect Liability Inspection at the site



After the correction of the ditch near the catch pit

Monitoring Sheet
Summary Sheet (Udamadura)

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)

Facility	Location No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Damage level	Comment, countermeasure, etc.
Surface drainage ditch	1	Crack is appeared on the ditch side.	III (b)	The crack has been corrected. However, at the moment continuous monitoring is necessary.
	2	Leakages are found at the base concrete.	III (b)	The leakages have been corrected. However, at the moment continuous monitoring is necessary
	3	Ditch is not constructed properly.	I,II (c)	The ditch should be constructed properly before the end of the defect liability period.
	4	Leakages are found at the base concrete.	III (b)	The leakages have been corrected. However, at the moment, amount of flowing water is too much. Therefore, it is quite difficult to find the exact places of leakages. Still continuous monitoring is necessary.
	5	Crack is appeared on the ditch side.	III (b)	The crack has been corrected. However, at the moment continuous monitoring is necessary.
	6	Sedimentation in the ditch.	III (b)	Sediments have been removed. However, before the rainy season, it should be monitored.
	7	The wall of the pit is eroded	III (b)	The wall of the pit has been corrected. However, at the moment continuous monitoring is necessary.
	8	Crack is appeared along the expansion joint.	III (b)	The crack has been corrected. However, at the moment continuous monitoring is necessary.
	9	Base concrete has been eroded by water flow.	III (b)	At the moment, amount of flowing water is too much. Therefore, it is quite difficult to find the exact places of erosion. Continuous monitoring is necessary.
	10	Leakages are found at the base concrete.	III (b)	The leakages have been corrected. However, at the moment, amount of flowing water is too much. Therefore, it is quite difficult to find the exact places of leakages. Still continuous monitoring is necessary.
	11	Connection part of side wall and base concrete is eroded by water.	III (b)	The erosion has been corrected. However, after the correction, the same part has been eroded again. The leakages should be corrected before the end of the defect liability period.
	12	Base concrete has been eroded by water slow.	III (b)	At the moment, amount of flowing water is too much. Therefore, it is quite difficult to find the exact places of erosion. Continuous monitoring is necessary.
	13	Leakages are found at the side wall of the ditch	III (b)	The leakages have been corrected. However, at the moment, amount of flowing water is too much. Therefore, it is quite difficult to find the exact places of leakages. Still continuous monitoring is necessary.
	14	Overflow	III(b)	The overflow has been corrected by an additional wall. However continuous monitoring is necessary.

Water collecting pit	1	Some parts are eroded and washed away. (Same as No.7 of ditch)	III (b)	The wall of the pit has been corrected. However, at the moment continuous monitoring is necessary.
Horizontal drainage drilling	1	Damaged horizontal drainage pipe by collapse.	I, II (c)	Right side of the gabion wall collapsed at the end of January, 2018. Regarding the horizontal drainage drilling, broken connection joint should be repaired. And around the collapsed slope area should be back filling and stabilized.
		Overflow from the pit during heavy rain.	III (b)	Water collecting pit is overflowing at the time of heavy rain. Continuous monitoring is necessary.
Ground condition around ditch	1			
	2			
	3			

<Comprehensive judgement>

Gave	I	Countermeasure	Outline	<p>(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.)</p> <p>Most of the defect has been corrected such as cracks, leakages, etc. However, regarding the leakages, it is quite difficult to find the exact places due to the too much flow water as last month. Therefore continuous monitoring is necessary. Regarding the improper ditch, the Engineer gave an instruction to the Contractor to correct the ditch properly. Around the horizontal drilling, broken connection joint by collapse has been repaired. But the collapsed slope area has not been back filling and stabilized. The collapse is not a defect by the Contractor, however countermeasures against the collapse should be conducted.</p> <p>The Engineer (NBRO, TCLMP) should discuss with the Contractor and take necessary action immediately.</p> <p>When heavy rain fall, too much ground water come from the drilling holes and the pit is overflowed. Necessary countermeasures should be conducted in the future.</p>
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	<p>(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)</p>
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Evaluation standard for damage level of facilities

Damage level		Description
Damage Deformation /Alteration Corrosion /Blockage	a (IV)	There are no damage/ alteration/ blockage and so on (hereinafter referred to as damage) of facility itself. Or there are slight damages observed, however there are no decreases of functional status by the damage. Therefore no countermeasure is required.
	b (III)	There are some damages such as cracks or rusting observed however there are no decreases of functional status by the damage. At the moment there are no necessity for countermeasures, however continuous monitoring is required by periodic inspection in order to clarify causes of damages or to observe expansion of the cracks.
	c (I, II)	There are extremely damages of facility itself. There are obvious decreases of functional status by the damage, or stability of member and decreases of strength are concerned.

Member of monitoring

NBRO: Dr. Pathmakumara Jayasingha (HQ), Mr. Malaka Hettiarachchi (Nuwara Eliya District Office)

TCLMP: Mr. Ryuichi Hara, Mr. Kyoichi Kawakami, Mr. Akira Sasaki

Monitoring Sheet

Surface Drainage Ditch

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location: 1, 5, 8	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No.	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation 1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding	1	Loc. 1, 5, 8: Cracks have been corrected.	1(1) 6(5) 10(8)	III (b)
	Alteration Corrosion 1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage 1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment				
Side of ditch	Damage Deformation 1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow 1. Scouring 2. Subsidence				
	Alteration Corrosion 1. Surface deterioration 2. Crack				
Base concrete	Deformation 1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow 1. Scouring 2. Subsidence				
Water collecting pit	Damage Deformation 1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage				
	Alteration Corrosion 1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage 1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment				
Ground condition around ditch	Damage Deformation 1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) The cracks have been corrected. However, at the moment continuous monitoring is necessary.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Surface Drainage Ditch

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location: 2, 4, 10, 13	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation	8	Loc. 2: Leakage has been corrected. Loc. 4, 10, 13: Leakages have been corrected. But it is quite difficult to find the exact places of leakages.	2(2) 4(10) 9(13)	III (b)
	Alteration Corrosion				
	Blockage				
Side of ditch	Damage Deformation				
	Sediment outflow				
	Alteration Corrosion				
Base concrete	Deformation				
	Sediment outflow				
Water collecting pit	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion				
	Blockage				
Ground condition around ditch	Damage Deformation				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) Leakages have been corrected. However, at the moment, amount of flowing water is too much. Therefore, it is quite difficult to find the exact places at the almost part of the leakages. Still continuous monitoring is necessary.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet

Surface Drainage Ditch

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location: 3	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation	10	The ditch lower part of the pit has not been constructed properly. It has been corrected once, but a little gap remains at the side wall.	3(3)	I, II(c)
	Alteration Corrosion				
	Blockage				
Side of ditch	Damage Deformation				
	Sediment outflow				
	Alteration Corrosion				
Base concrete	Deformation				
	Sediment outflow				
Water collecting pit	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion				
	Blockage				
Ground condition around ditch	Damage Deformation				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) The ditch has been corrected once. However the function is not satisfied original design. Therefore the ditch shall be corrected property before the end of the reliability period. .
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet

Surface Drainage Ditch

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location: 6	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion				
	Blockage	3	Sands and soils are washed away.		III(b)
Side of ditch	Damage Deformation				
	Sediment outflow				
	Alteration Corrosion				
Base concrete	Deformation				
	Sediment outflow				
Water collecting pit	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion				
	Blockage				
Ground condition around ditch	Damage Deformation				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) Sediments have been washed away. However, continuous monitoring is necessary.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet

Surface Drainage Ditch

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location: 7, 9, 11, 12	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No.	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc No.)	Damage level	
Surface drainage ditch	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding	4	No. 9, 12: Base concretes have been corrected. However, at the moment, amount of flowing water is too much. Therefore, it is quite difficult to find the exact places No.11: Eroded part was corrected once, same part have been eroded again.	4(9) 7(11) 8(12)	III (b)
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment				
Side of ditch	Damage Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence				
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Crack				
Base concrete	Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence				
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage				
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment				
Ground condition around ditch	Damage Deformation	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) The ditch and pit has been corrected. But some parts of the ditch seem to be eroded by the water flow. Also the pit should be cleaned and keep its function. Continuous monitoring is necessary. At the moment, amount of flowing water is too much. Therefore, it is quite difficult to find the exact places of eroded part.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet Surface Drainage Ditch

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location: 14	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc No.)	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion				
	Blockage	1	Additional side wall has been constructed for the overflowing.	11(14)	III (b)
Side of ditch	Damage Deformation				
	Sediment outflow				
	Alteration Corrosion				
Base concrete	Deformation				
	Sediment outflow				
Water collecting pit	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion				
	Blockage				
Ground condition around ditch	Damage Deformation				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) The overflow has been corrected by an additional wall. However continuous monitoring is necessary.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet

Horizontal Drainage Drilling

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location: Drilling Point	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No.	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc No.)	Damage level
PVC pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4.			
	Deformation	Bending			
	Alteration	1. Surface deterioration 2. Rusting 3.			
Connecting pipe	Corrosion	Perforation 4. Change color			
	Blockage	1. Blockage 2. Clogging			
	Damage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4.			
	Deformation	Bending			
Gabion wall	Alteration	1. Surface deterioration 2. Rusting 3.			
	Corrosion	Perforation 4. Change color			
	Damage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring			
Water collecting pit	Deformation	1. Rusting 2. Change color			
	Damage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage			
	Alteration	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
Drainage pipe connecting to ditch	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment	1	When a heavy rain falls, the pit is overflowed.	III (b)
	Damage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
Ground condition around drilling point	Alteration	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
	Corrosion	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil	2	Right side of the gabion wall collapsed at the end of January. Broken drainage pipe No. 10 has been repaired.	I, II (c)
	Damage				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) Regarding the horizontal drainage drilling, broken connection joint has been repaired. And around the collapsed slope area should be back filling and stabilized. The pit is overflowed by heavy rain. In the future, countermeasure works should be necessary.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Horizontal Drainage Drilling
Flow Rate

Date: 8 March 2018

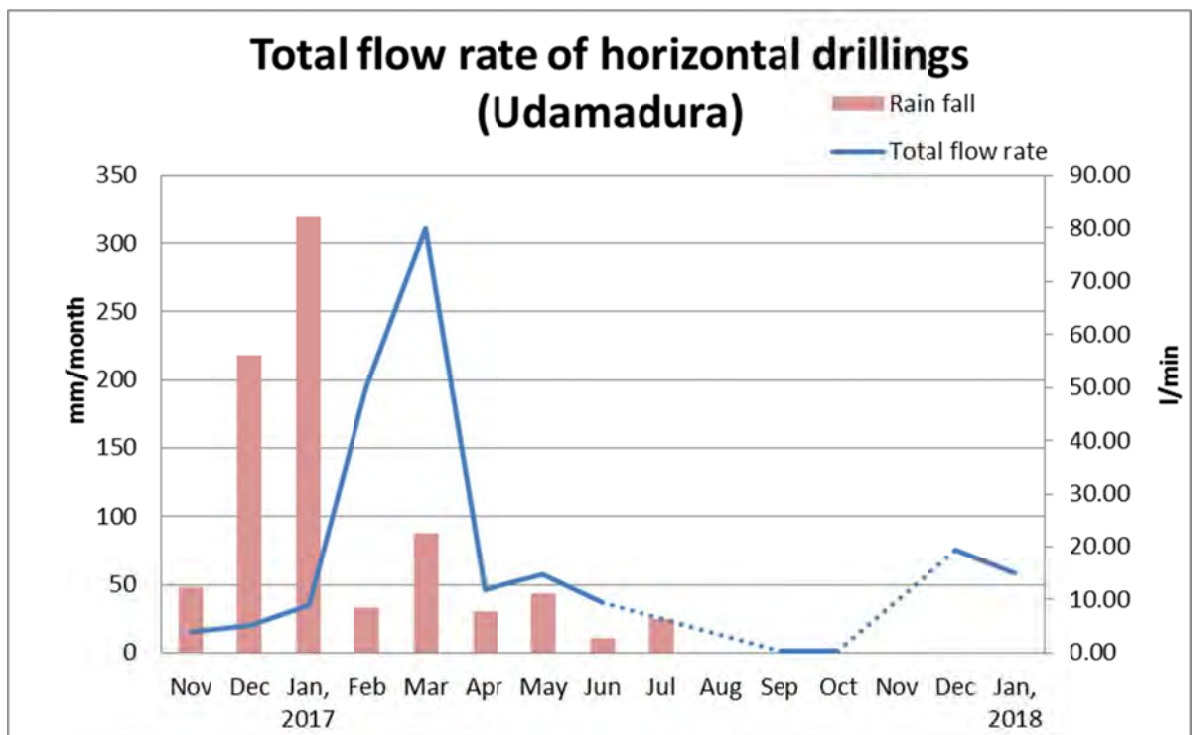
Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location: Drilling Point	(shown in the map)

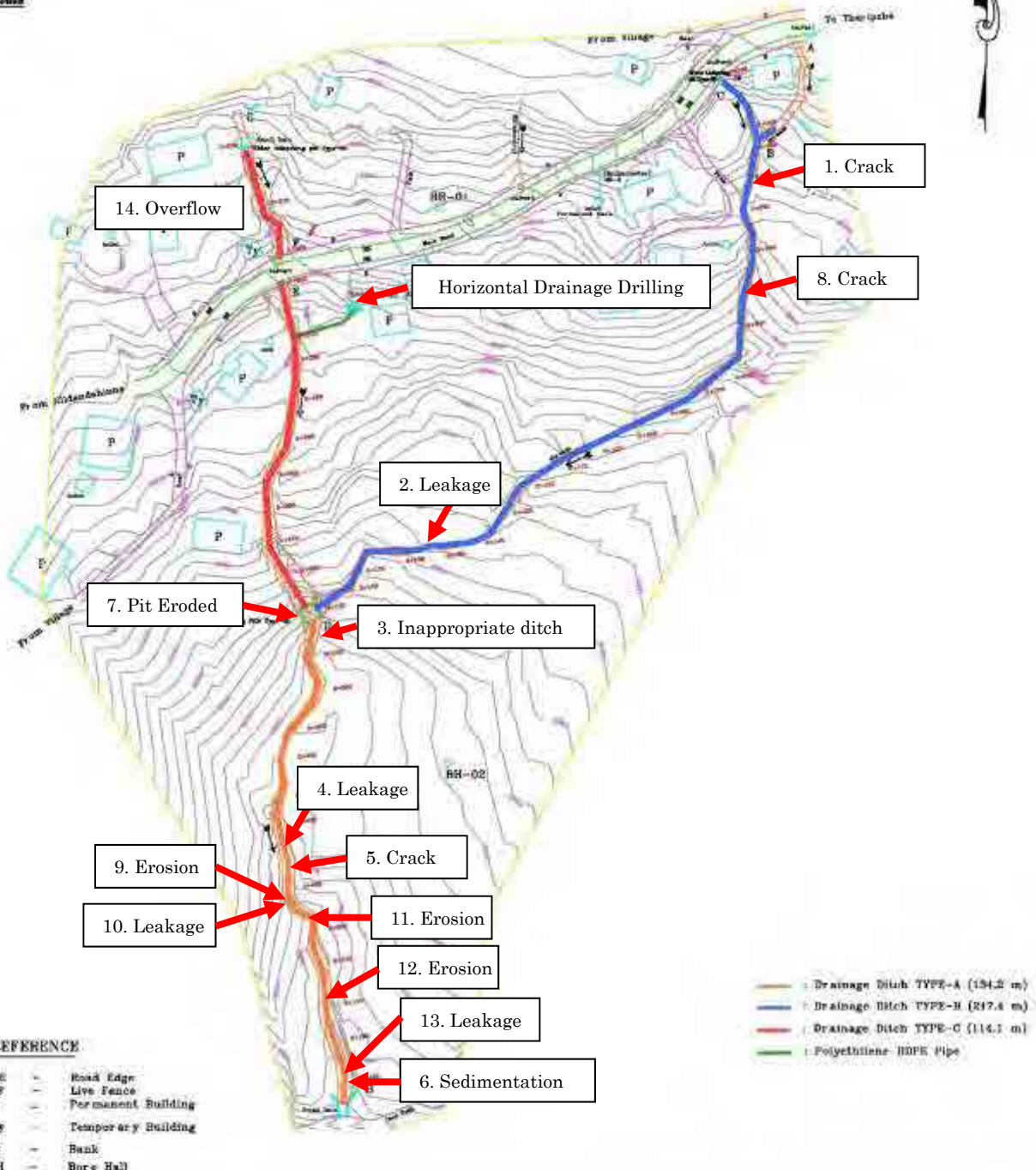
Drilling No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Flow Rate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Note: If it's difficult to measure flow rate one by one, measure total rate.



**THE PILOT PROJECT FOR LANDSLIDE AND ROCK FALL MITIGATION WORKS
UDAMADURA, NUWARAELIYA
Finalized Survey Plan of the Area**

F.K.K.Thilakarini
Licensed Surveyor & Leveller
No.172/1
Bandaruwatta
Mandawala



Employer : Japan International Cooperation Agency	Contractor : Geo Engineering Consultants Pvt Ltd	Surveyed on _____ Certified By: _____
Engineer : National Building Research Organization		

Monitoring Sheet

Photo

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)



Photo 1: Crack on the ditch has been corrected.
(Loc. 1)



Photo 2: Leakages have been repaired.(Loc. 2)



Photo 3: The ditch lower part of the pit has not been constructed properly. After the inspection, it has been corrected.(Loc. 3)



Photo 4: Leakages have been repaired.(Loc. 10)



Photo 5: Crack on the ditch has been corrected. (Loc. 9)



Photo 6: Crack has been corrected. (Loc. 5)

Monitoring Sheet

Photo

Date: 8 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)



Photo 7: Erosion at the connecting point of base concrete and side wall. Repaired once, but eroded (Loc. 11)



Photo 8: Eroded part was repaired once, but it is very difficult to find the exact place of erosion. (Loc. 12)



Photo 9: Leakage has been repaired. (Loc. 13)



Photo 10: Crack along the expansion joint has been corrected. (Loc. 8)



Photo 11: Additional wall for the overflowing has been constructed. (Loc. 14)



Photo 12: Collapse at the right side of gabion wall. (Horizontal drainage drilling No.10 was repaired)

Defects Liability Certificate

Contract Name	Certificate of Satisfaction of the Construction Work for the Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 3), Alagumale - Matale, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project(TCLMP)
Consulting Agency	National Building Research Organisation (NBRO)
Name & Address of the Contractor	Sanguine Engineering (Pvt) Ltd. No: 51/25, Lumbini Mawatha, Dalugama, Kalaniya

Contract Price (excluding taxes)	Rs.32,168,235.00
Date of Start	18/01/2016
Date of Completion	16/03/2017
Defects notification period	30/03/2017 – 30/03/2018(one year)
Date of handing over	16/03/2017

Description of completed work	Remarks
Excavation for canal (ditch) – 1232.7m ³	Satisfactory
Rock excavation for structures/ reshaping the slope/ berms using control blasting and disposal of excess materials – 464.1m ³	Satisfactory
Filling to embankment using existing soil at downside of the slope including compaction – 730.8015m ³	Satisfactory
Levelling of excavated channel and disposal of – 90.04m ³ Supplying and placing of rubble stone pitching top of the earth embankment and bottom of the canal 67.67m ²	Satisfactory
Temporary road construction – 100m	Satisfactory
Supplying assembling and placing of PVC, coated gabion wall boxes – 213m ³	Satisfactory
Surface drainage work – 1 item	Satisfactory

Defects to be rectified by the Contractor: None



Dr. Asiri Karunawardana

Director General

National Building Research Organisation
(NBRO)

Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

Director General
National Building Research Organisation
111, Jawatta Road, Colombo 11.

Final Report

15th March 10, 2018

Project: The Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 3), Alagumale - Matale, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP)

1. Outline of Defect Liability Inspection

Site: Alagumale, Matale (Lot 3)

Date: 7th March 2018 14:00-15:00 PM

Participants:

Mr. Hiroki Hashimoto (JICA)

Mr. Takayuki Nagai (JICA Long Term Expert)

Dr. Pathmakumara Jayasingha (NBRO HQ)

Ms. Bimali Amunugama (NBRO Matale District Office)

Ms. Ayomi Wimalasinghe (NBRO Matale District Office)

Mr. Ryuichi Hara (TCLMP)

Mr. Kyoichi Kawakami (TCLMP)

Mr. Akira Sasaki (TCLMP)

Mr. Ashoka Weerasinghe (Sanguine Engineering)

2. Result of the Inspection

1) Dyke (Ditch and Embankment with Gabion)

There is no defect at this facility.

2) Surface Drainage Ditch

Some parts have been eroded, however these are not so big problems. Therefore there is no defect at this facility.

3) Other Facilities

Some cracks and erosions have been appeared on the embankment. However, this facility is not included in the contract between JICA and the Contractor. Therefore there is no defect at this facility.

3. Recommendations

1) Dyke (Ditch and Embankment with Gabion)

At the moment there is no problem. However, in the future, soils could be flowed in to the ditch from the upper slope of the ditch and fill the ditch. Or some rocks could be fallen from the upper slope to the ditch.

The function of the ditch is quite important as the rock fall countermeasure. Therefore, these soils and

rocks should be removed immediately. If these phenomena occur, necessary actions should be taken.

2) Surface Drainage Ditch

If ditch is eroded, necessary actions should be taken such as repairing work.

3) Other Facilities

If the cracks and erosions are expanded, necessary actions should be taken such as removal of the embankment.

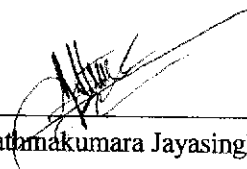
4) Maintenance

Maintenance should be conducted according to the Minutes of Meeting of the JCC held on 4th October 2017 shown below.

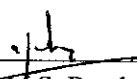
3 Recommendations and lessons learned:

b- Proper maintenance of the Facilities after the completion of the Project

The Team pointed out the importance of the continuous monitoring and proper maintenance of the Facilities after the completion of the Project so as to secure sustainability. NBRO agreed to make monitoring with a check sheet at least two times per year after the rainy seasons (monsoons), especially after heavy rainfall and maintain the Facilities properly by themselves. NBRO also agreed that whenever necessity arises, such as any major damages occur, NBRO should inform it with its actions to be taken to JICA Sri Lanka Office.


Dr. Patmakumara Jayasingha
NBRO LRRMD


Mr. Ryuichi Hara
TCLMP


Mr. R.M.S. Bandara
Director, NBRO LRRMD



Defect Liability Inspection at the site

Monitoring Sheet
Summary Sheet (Alagumale)

Date: 7 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Matale District	Alagumale
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)

Facility	Location No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Damage level	Comment, countermeasure, etc.
Gabion wall	1			
	2			
	3			
	4			
Earth dyke	1			
	2			
	3			
Catch pocket	1			
	2			
	3			
Surface drainage ditch	1(Loc.3)	Water way of the cascade drainage ditch is eroded and some rocks are moved.	III (b)	Continuous monitoring is necessary. If the erosion is expanded, countermeasure is required. (Almost same condition as the last monitoring)
	2			
	3			
Ground condition around dyke	1(Loc.1)	Small crack is appeared on the shoulder of the embankment.	III (b)	The cracks of drying shrinkage have been disappeared. However, other small cracks have been appeared. If cracks appear at the shoulder of the embankment, continuous monitoring is necessary.
	2(Loc.2)	The shoulder of the embankment is eroded by surface water flow.	III (b)	Continuous monitoring is necessary. If the erosion is expanded, countermeasure is required.
	3(Loc.4)	Piping holes have been appeared on the embankment.	III (b)	Piping holes by erosion have been appeared. If the piping holes are expanded, countermeasure may be required.

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) At the moment there is no problem. There is no defect at the site. However continuous monitoring is necessary. If the cracks and eroded part is expanded, countermeasure is required.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Evaluation standard for damage level of facilities

Damage level	Description
Damage Deformation /Alteration Corrosion /Blockage	a (IV) There are no damage/ alteration/ blockage and so on (hereinafter referred to as damage) of facility itself. Or there are slight damages observed, however there are no decreases of functional status by the damage. Therefore no countermeasure is required.
	b (III) There are some damages such as cracks or rusting observed however there are no decreases of functional status by the damage. At the moment there are no necessity for countermeasures, however continuous monitoring is required by periodic inspection in order to clarify causes of damages or to observe expansion of the cracks.
	c (I, II) There are extremely damages of facility itself. There are obvious decreases of functional status by the damage, or stability of member and decreases of strength are concerned.

Member of monitoring

NBRO: Dr. Pathmakumara Jayasingha (HQ), Ms. Ayomi Wimalasinghe, Ms. Bimali Amunugama (Matale District Office)

TCLMP: Mr. Ryuichi Hara, Mr. Kyoichi Kawakami, Mr. Akira Sasaki

Monitoring Sheet
Ground condition around dyke

Date: 7 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Matale District	Alagumale
Completed year: 2017	Location: 1	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No.	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
Gabion wall	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion				
Earth dyke	Damage Deformation				
Catch pocket	Blockage				
	Damage Deformation				
Surface drainage ditch	Damage Deformation				
	Blockage				
Ground condition around dyke	Damage Deformation	3	The cracks of drying shrinkage have been disappeared. However, other small cracks have been appeared. If cracks appear at the shoulder of the embankment, continuous monitoring is necessary.	1 (1)	III (b)

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) At the moment there is no problem. Small cracks have been appeared. It is better to monitor the cracks at the shoulder of the embankment.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Ground condition around dyke

Date: 7 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Matale District	Alagumale
Completed year: 2017	Location: 2, 4	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No.	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
Gabion wall	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion	1. Cracking 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring			
Earth dyke	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion	1. Rusting 2. Change color			
Catch pocket	Blockage				
	Damage Deformation	1. Blockage by rock fall 2. Blockage by sediment			
Surface drainage ditch	Damage Deformation				
	Blockage	1. Cracking 2. Fracture 3. Gap 4. Jutting 5. Souring 6. Erosion			
Ground condition around dyke	Damage Deformation		1	Loc.2: The shoulder of the embankment is eroded. Loc.4: Piping holes by erosion on the embankment have been appeared.	2(2) 4(4)
	Alteration Corrosion	1. Cracking 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring 8. Erosion of surface 9. Removal of pitch stone			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) At the moment there is no problem. However continuous monitoring is necessary. If the erosion and the piping holes are expanded, countermeasure is required.
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Surface drainage ditch

Date: 7 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Matale District	Alagumale
Completed year: 2017	Location: 3	(shown in the map)

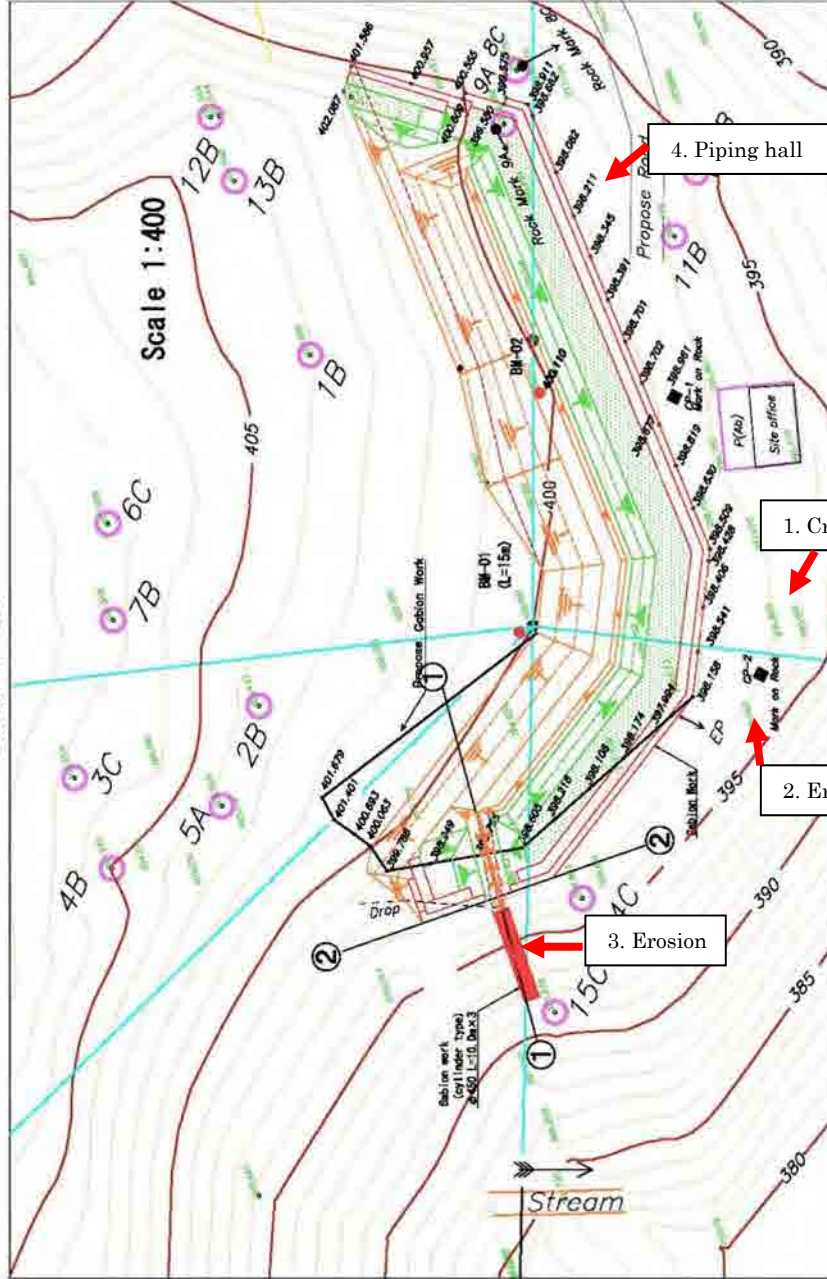
Facility	Phenomena (Check item)	No.	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No. (Loc.No.)	Damage level
Gabion wall	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring			
Earth dyke	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion	1. Rusting 2. Change color			
Catch pocket	Blockage				
	Damage Deformation	1. Blockage by rock fall 2. Blockage by sediment			
Surface drainage ditch	Damage Deformation	9	Water way of the cascade ditch is eroded, and some rocks are moved. (Almost same condition as the last monitoring)	3 (3)	III (b)
	Blockage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring 8. Erosion of surface 9. Removal of pitch stone			
Ground condition around dyke	Damage Deformation				
	Alteration Corrosion	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.) Continuous monitoring is necessary. (Almost same condition as the last monitoring)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

**Plan of Matale RockFall
Propose Drawing**
Scale 1:500

SURFACE DRAINAGE DITCH



Gabion Work setting out done by:

W. A. U. Senarath
Licensed Surveyor and Leveller
2016. 04. 29

Monitoring Sheet

Photo

Date: 7 March 2018

Affiliation: NBRO

Name: NBRO, TCLMP

Site: Central Province	Matale District	Alagumale
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)

	
Photo 1: Cracks at the shoulder of the embankment	Photo 2: Erosion at the shoulder of the embankment
	
Photo 3: Erosion on the waterway of cascade ditch	Photo 4: Piping hole by erosion on the embankment
	
Photo 5: Actual condition of the earth dyke	Photo 6:

添付資料 9-8

管理移譲に関するレター

Letter of Handing Over.

Under the pilot project for landslide and rock fall mitigation work (Lot 1) of The Technical Cooperation For Landslide Mitigation (TCLMP) Project funded by the Japan International Cooperation Agency (JICA), Badulusirigama Rock falling Site at University of Uwa Wellassa, Badulla of Badulusirigama Grama Niladhari Division in Badulla Divisional Secretariat Division has been successfully mitigated by the contractor; ELS constructions (Pvt) Ltd, No: 62/3, Neelammahara Road, Katuwawala, Boralessgamuwa under supervision of National Building Research Organisation (NBRO) in July, 2017.

Under this mitigation project, 2655 m long horizontal drainage drilling and 894 m long surface drainage ditches, as the mitigation measure was constructed. The mitigation project of which the cost is Rs. 38,268,930.00 (without taxes) was started 16th February, 2016 and completed in 28th July, 2017. One year defect liability period was over on 28th July, 2018. Continuous monitoring is proposed and a guideline is annexed.

After successful completion of the mitigation work, we, NBRO, hereby declare the handing over the project site to the Vice Chancellor, University of Uwa Wellassa , Badulla.

Handing over by,



Dr (Eng) Asiri Karunawardana
Director General
National Building Research Organization

Date : 08.08.2018

Taking over by,



Dr. Jayantha Lal Rathnasekara,
Vice Chancellor,
University of Uwa Wellassa,
Badulla.

Date : 08.08.2018

Recommendations

8th August, 2018

Project: The Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 1), Badulusirigama-Badulla, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP)

1. Horizontal Drainage Drillings

When monitoring will be conducted, water flow rate should be measured at every drilling point. If the water flow rate is decreasing, necessary actions should be taken such as cleaning of the PVC pipes.

Also if the catch pits in front of the gabion walls are filled with soils/ other materials, the soils should be removed to secure the proper functions of the catch pits.

Especially, at the slopes behind or around the gabion walls, erosions or small slips might be occurred. It should be carefully monitored after any heavy rainfall.

2. Surface Drainage Ditch

If the surface drainage ditches and the catch pits are blocked by soils/ rocks, the soils/ rocks should be removed. If any damages such as cracks are found, the damages should be repaired immediately.


3. Other Facilities

If any damages are found at other facilities, the damages should be repaired. If wild fires occurred in the site, check the damages of the facilities and equipment for monitoring such as extensometers, and the conditions should be informed to NBRO Badulla District Office immediately.

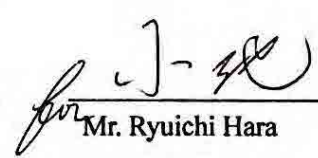
The landslide area will be covered by forests and/or bushes in future. For the proper maintenance, at least 3m buffer area from each facility should be weeded and cleanly preserved.

4. Maintenance


Maintenance and monitoring should be conducted at least two times per year after the rainy seasons (monsoons), especially after heavy rainfall and maintain the facilities properly by Uva Wellasa University with paying attention to above recommendations. If damages are found on the facilities including monitoring equipment, the University should inform NBRO Badulla District Office immediately and take necessary actions.



Dr. Pathmakumara Jayasingha
NBRO LRRMD



Mr. Ryuichi Hara
TCLMP



Mr. R.M.S. Bandara
Director, NBRO LRRMD

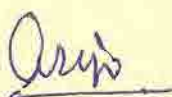
Letter of Handing Over of mitigated Alangumale rock fall site in Harasgama in Matale district

Under the **Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 3)** of the **Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP)** funded by the Japan International Cooperation Agency (JICA), **Alangumale Rock Fall Site** at the Alangumale Village of Harasgama Grama Niladhari Division in Matale Divisional Secretariat Division was successfully mitigated under the supervision of National Building Research Organisation (NBRO).

In order to minimize the risk faced by the community this mitigation project was initiated by NBRO and 103 m long earth and rock embankment was constructed as the main mitigation measure. The project was started on 18th January 2016 and completed on 16th March 2017 at a project cost of Rs. 32.2 Mn. (without taxes). The project contractor was Sanguine Engineering (Pvt) Ltd, No: 51/25, Lumbini Mawatha, Dalugama, Kelaniya. The one-year defect liability period was over by 29th March 2018.

After successful completion of the mitigation work, National Building Research Organisation intends handing over of the project site to the custody of Matale Divisional Secretariat. Maintenance Guideline of the project site is attached herewith as Annexure I.

We, the undersigned hereby declare that, the National Building Research Organisation, handed over after successful mitigation works the said Alangumale project site to the Divisional Secretary of Matale Divisional Secretariat, and that, the Divisional Secretary of Matale Divisional Secretariat, accepted the possession of said project site on 16th July 2018, by placing our signatures and seals of respective institutions on 16th July 2018 in Colombo.



Dr. (Eng.) Asiri Karunawardana
Director General
National Building Research Organisation



Mrs. K. P. K. L. P. Maduwanthi
Divisional Secretary
Divisional Secretariat of Matale

**Director General
National Building Research Organisation
No. 99/1, Jawatta Road,
Colombo 05.**

Recommendations

16th July , 2018

Project: The Pilot Project for Landslide and Rock Fall Mitigation Work (Lot 3), Alagumale - Matale, under the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP)

1) Dyke (Ditch and Embankment with Gabion)

At the moment there is no problem. However, in the future, soils could be flowed in to the ditch from the upper slope of the ditch and fill the ditch. Or some rocks could be fallen from the upper slope to the ditch.

The function of the ditch is quite important as the rock fall countermeasure. Therefore, these soils and rocks should be removed immediately. If these phenomena occur, necessary actions such as information to NBRO District Office, removal of soils and rocks should be taken by the Divisional Secretariat of Matale.

2) Surface Drainage Ditch

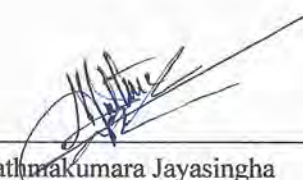
If ditch is eroded, necessary actions should be taken such as repairing work.

3) Other Facilities


If the cracks and erosions are expanded, necessary actions should be taken such as removal of the embankment.

4) Maintenance

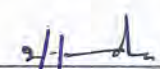
Maintenance and monitoring should be conducted at least two times per year after the rainy seasons (monsoons), especially after heavy rainfall and maintain the Facilities properly by the Divisional Secretariat of Matale.



Dr. Pathumakumara Jayasingha
NBRO LRRMD



Mr. Ryuichi Hara
TCLMP



Mr. R.M.S. Bandara
Director. NBRO LRRMD

添付資料 9-9

土砂災害対策設計・施工マニュアル

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

The Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

**Technical Cooperation for
Landslide Mitigation Project
(TCLMP)**

**Manual for Design and Supervision of
Countermeasure Works against
Landslide (Sediment Disaster)**

September, 2018

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Earth System Science Co., Ltd.

Nippon Koei Co., Ltd.

**Manual for Design and Supervision of Countermeasure Works against Landslide
(Sediment Disaster)**

Table of Contents

Chapter 1	INTRODUCTION	1
1.	General	1
1.1.	Purpose of this manual	1
1.2.	Scope of the manual	1
Chapter 2	TYPE OF COUNTERMEASURES	2
1.	General	2
2.	Basic concept	2
3.	Criteria for Selection of Countermeasures	3
4.	Selection of countermeasure for landslides	5
5.	Selection of countermeasures for slope failures	7
6.	Selection of countermeasures for Rock Fall	10
Chapter 3	DESIGN CONSIDERATION OF TYPICAL COUNTERMEASURES	13
1.	General	13
2.	Design Considerations of Typical Countermeasures	13
2.1.	Cutting Works (Excavation)	13
2.2.	Filling Work (Embankment)	15
2.3.	Surface Drainage Ditch	15
2.4.	Horizontal Drainage Drilling	20
2.5.	Earth Dyke/ Ditch for Rock Fall	22
Chapter 4	SUPERVISION CONSIDERATION OF TYPICAL COUNTERMEASURES	29
1.	Construction Supervision Standard	29
2.	Construction Management Standard (finished shape of constructed facilities)	30
3.	Earthwork (Cutting Work and Filling Work)	32
4.	Surface Drainage Ditch	35
5.	Horizontal Drainage Drilling	38
Chapter 5	MONITORING/ MAINTENANCE	42
1.	General	42
2.	Surface Drainage Ditch	42
3.	Horizontal Drainage Drilling	43
4.	Earth Dyke	44

Appendix

Appendix 1	References
Appendix 2	Construction Management Standard
Appendix 3	Measurement Sheet (Sample)
Appendix 4	Monitoring Sheet

List of Tables

Table 2.1	Applicability of Countermeasures against Landslide (sediment disasters)....	4
Table 2.2	Classification of Countermeasures against Landslides.....	5
Table 2.3	Classification of Countermeasures against Slope Failures.....	7
Table 2.4	Classification of Countermeasures against Rock Fall.....	10
Table 3.1	Geometric Suggestion of Cutting Slopes.....	14
Table 3.2	Recommended Standard Fill Slopes.....	15
Table 3.3	Runoff coefficient.....	18
Table 3.4	Roughness coefficient.....	19
Table 3.5	Main triggers of rock fall.....	23
Table 3.6	Type of rock fall movement and description.....	24
Table 4.1	Construction Management Standard (Draft).....	31
Table 5.1	Type of monitoring/ maintenance.....	42

List of Figures

Figure 2.1	Flow chart for selection of countermeasures against landslides.....	6
Figure 2.2	Flow chart for selection of countermeasures against slope failures.....	9
Figure 2.3	Flow chart for selection of countermeasures against rock falls.....	12
Figure 3.1	Flow chart of run off calculation.....	17
Figure 3.2	Typical locations of horizontal drain holes.....	21
Figure 3.3	Schematic diagram of rock fall movement.....	23
Figure 3.4	Example of fallen rock survey in Matale.....	24
Figure 3.5	Flow chart of rock fall simulation.....	25
Figure 3.6	Relationships between bounce height and drop height.....	26
Figure 3.7	Rough indication of range of application for the countermeasure works against rock fall.....	27
Figure 3.8	Examples of earth dyke/ ditch.....	27
Figure 3.9	Cross section of earth dyke / ditch in the pilot area in Matale.....	28
Figure 4.1	Cutting from the top of the slope.....	33
Figure 4.2	Cutting step by step.....	33
Figure 4.3	Filling work/ embankment in potential landslide area.....	34
Figure 5.1	Damages along surface drainage ditch.....	43
Figure 5.2	Damages at horizontal drainage drilling.....	43
Figure 5.3	Water flow rate of horizontal drillings in Nuwara Eliya.....	44

Figure 5.4 Damages at earth dyke..... 44

List of Photos

Photo 4.1 Small landslide caused by cutting work..... 34
Photo 4.2 Honeycombs of surface drainage ditch (already corrected)..... 35
Photo 4.3 Spacing of steel bars do not follow the design (already corrected)..... 35
Photo 4.4 Sudden curves of ditch (already corrected)..... 36
Photo 4.5 Sudden curves of ditch..... 36
Photo 4.6 Pond before the construction (left) During the construction (right)..... 37
Photo 4.6 After the construction..... 37
Photo 4.7 Wrapping of geotextile to PVC pipes (left: improper wrapping, right: proper wrapping)..... 39
Photo 4.8 Rotary drilling machines: Small type drilling machine (left), horizontal drilling machine (right)..... 40
Photo 4.9 Rotary percussion drilling machines: Crawler type (left), skid type (right)... 40
Photo 4.10 Cracks appeared on the wall of the house..... 41

Abbreviations

DiMCEP	Disaster Management Capacity Enhancement Project Adaptable to Climate Change
DM	Disaster Management
DMC	Disaster Management Centre
DEM	Digital Elevation Model
DOM	Department of Meteorology
EWS	Early Warning System
GN	Grama Niladhari
GPS	Global Positioning System
JICA	Japan International Cooperation Agency
LA	Local Authority
LDPP	Landslide Disaster Prevention Project
LRRMD	Landslide Research and Risk Management Division
MDM	Ministry of Disaster Management
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
MOU	Memorandum of Understanding
NBRO	National Building Research Organization
NCDM	National Council for Disaster Management
NDMCC	National Disaster Management Coordination Committee
NDMP	National Disaster Management Plan
NDRSC	National Disaster Relief Service Centre
NGOs	Non-Governmental Organizations
RDA	Road Development Authority
SLRCS	Sri Lanka Red Cross Society
SOP	Standard Operation Procedure
UNDP	United Nations Development Programme
UNICEF	United Nations Children's Fund
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction
WB	World Bank

CHAPTER 1 INTRODUCTION

1. General

1.1. Purpose of this manual

This manual aims to disseminate knowledge and lessons learnt mainly from pilot projects of the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP) to staffs of the National Building Research Organisation (NBRO) and relevant organizations. Therefore the manual does not include investigations and surveys, these contents are already explained in other existing manuals such as a manual prepared by the Disaster Management Capacity Enhancement Project (DiMCEP). The manual provides mainly design and supervision consideration for ordinary countermeasures against landslides/ sediment disasters in Sri Lanka. The manual would not be part of existing manuals introducing Japanese techniques, the manual is based on the knowledge and lessons learnt from actual pilot projects implemented by the JICA TCLMP as mentioned above. Therefore the manual aims to be more practical and to be utilized in ordinary/ daily works in Sri Lanka.

1.2. Scope of the manual

As described above, the manual is based on the experiences of the pilot projects. There were three (3) Lots in the projects. Lot 1 at Badulusirigama in Badulla and Lot 2 at Badurusirigama in Nuwara Eliya were for landslides and Lot 3 at Alagumale in Matale was for rock fall. In Lot 1 and 2, surface drainage ditches and horizontal drainage drillings were constructed. In Lot 3, an earth dyke by an embankment and a pocket by excavation were constructed.

Chapter 2 introduces general information regarding countermeasures against landslides/ sediment disasters. Chapter 3 discusses design considerations learnt from the experiences of the pilot projects. Chapter 4 provides supervision consideration learnt from the experiences of the pilot projects. Chapter 5 provides monitoring for the condition of the facilities after the completion of the construction works.

Therefore the main scope of the manual is design and supervision considerations of the above countermeasures. The manual is applicable to ordinary countermeasures for landslides and rock falls in Sri Lanka.

CHAPTER 2 TYPE OF COUNTERMEASURES

1. General

Most of the landslides/ sediment disasters prone areas in Sri Lanka are distributed in hilly and mountainous terrain with steep slopes and highly weathered and fractured rocks. Landslides/ sediment disasters, therefore, frequently affect major road networks, buildings and agricultural lands, etc.

The plan of countermeasures against landslides (sediment disasters) shall be formulated with objectives of preventing or mitigating disasters due to landslide (sediment disasters).

2. Basic concept

Adequate countermeasures against landslide (sediment disasters) should be based on a better understanding of characteristics of the type of landslides/ sediment disasters. In undertaking planning to mitigate landslide (sediment disasters), extreme care should be paid to the following points.

- 1) Field investigations should start with a comprehensive evaluation of general conditions (topography, geology, vegetation, etc.). Investigators should not be unduly absorbed in details from the beginning, because initial impressions of such details may often mislead them from understanding the true condition of the site. An aerial survey with aerial photos or Unmanned Aerial Vehicle (UAV: drone) should be conducted before site reconnaissance in order to study the actual condition of disaster sites. Or at least disaster sites should be observed from opposite side of the slope of disaster sites in order to know the overall/ comprehensive condition of disaster sites instead of the aerial survey.
- 2) Large-scale fills or slope cutting in landslide-prone areas sometimes cause unforeseen disasters. Even construction of an access road or temporary cutting of the area for horizontal drainage drilling or other similar activities for cutting and filling cause unexpected landslide disasters. Especially extreme care should be paid in active or potential landslide areas. These cuttings and fillings should be checked and approved by the Engineer or the Employer before commencement of construction. These cutting or filling works including temporary works should be discussed in a Construction Plan prepared by the Contractors, if necessary.
- 3) Water is an essential factor in controlling slope stability. Drainage is the most important factor for the stability of both natural and artificial slopes. Treatment of surface water, spring water and drainage of groundwater to achieve the largest possible drawdown of its level are important methods for stabilizing slopes. Therefore essential understanding for surface drainage ditches and horizontal drainage drillings are quite important to design and supervise these countermeasures.

- 4) Management/ maintenance of countermeasure facilities shall be one of the most important factors to keep the function of countermeasures and find malfunction. Periodical site inspection along the facilities is a highly important activity. Site inspection sheets (monitoring sheets) should be the most important records/ histories to manage and maintain the facilities and for future design and supervision of countermeasures.
- 5) Safety management is recently one of the most important management activities during construction. Design and supervision of countermeasures should be conducted with extreme care for safety management and a Safety Management Plan should be submitted by the Contractors before commencement of construction and approved by the Engineer and the Employer.

3. Criteria for Selection of Countermeasures

Countermeasures for landslides/ sediment disasters are classified into several groups, in consideration of size, purpose, application, and design method, and the classifications are given in Table 2.1. Classification of the type of landslides/ sediment disasters should be the most important factors in order to conduct adequate design against landslide (sediment disasters) because the type of countermeasure should be different according to the type of landslides/ sediment disasters. A suitable combination of these methods should be implemented after consideration of the mechanism and dimension of landslide/ sediment disasters, the importance of the objects to be protected, and cost-effectiveness. Generally, countermeasures involve some or all of the following objectives:

- 1) Mitigating erosion and weathering of the slope surface by the use of vegetation, shotcrete and surface drainage;
- 2) Reducing pore-water pressures in the slope by surface and subsurface drainage;
- 3) Reducing shear (or destabilising) force by removing the unstable materials from the upper part of the unstable slope;
- 4) Increasing shear strength (or stabilising force) by adding weight to the toe of an unstable slope or by increasing shear strength along the slip surface;
- 5) Supporting the unstable area of the slope by the construction of retaining walls and similar structures;
- 6) Reducing or mitigating the damages from landslide (sediment disasters) by catch works, etc.;
- 7) Avoiding the unstable area by relocating a route/ building etc. or by the construction of a bridge or similar structures.

Table 2.1 gives the classification and their applicability of countermeasures for mitigating landslides/ sediment disasters.

Table 2.1 Applicability of Countermeasures against Landslide (sediment disasters)

Classification		Type of works	Type of Sediment Disasters			
			LS	SF	RF	DF
1. EARTHWORK	Earthwork	Removal	○	○	○	×
		Rock Cutting	○	○	○	×
		Rock Pre-Splitting	△	○	○	×
		Soil Cutting	○	○	○	×
		Filling	○	○	○	×
2. VEGETATION	Vegetation	Re-Vegetation	○	○	○	○
		Hydro seeding	○	○	○	△
3. WATER DRAINAGE	Surface Drainage	Drainage Ditch	○	○	△	×
		Culvert	○	○	×	×
	Subsurface Drainage	Horizontal Drainage	○	○	○	×
		Drainage Well	○	×	×	×
		Drainage Tunnel	○	×	×	×
4. SLOPE WORK	Shotcrete Work	Shotcrete (mortar)	×	○	○	×
		Shotcrete (concrete)	×	○	○	×
	Crib Work	Crib work (Precast)	△	△	○	×
	Pitching	Stone Pitching	×	○	△	×
5. ANCHORING	Anchoring	Soil Nail	△	○	○	×
		Ground Anchor	○	○	○	×
6. WALL AND RESISTING STRUCTURES	Retaining Wall	Stone Pitching Wall	○	○	△	×
		Concrete Block Wall	○	○	△	×
		Supported Wall	△	○	△	×
		Crib Wall	○	○	△	×
		Gabion Wall	○	○	○	×
		Pile Wall	○	○	○	×
		Reinforced Soil Wall	○	○	○	×
	Catch Work	Earth dyke (Catch Fill)	×	△	○	×
		Catch Gabion	×	△	○	×
		Catch Concrete Wall	×	△	△	×
7. PILING WORK	Piling Work	Steel Pipe Pile	○	△	×	×
		H Steel Pile	△	△	×	×
		Shaft Work	○	△	×	×
8. PROTECTION WORK	Protection Work	Rock Fall Catch Net	△	△	○	×
		Rock Fall Catch Fence	△	△	○	×
	Rock Shed	Rock Shed	×	△	○	×
		Debris Shed	×	△	○	×
	Sabo (Check) Dam	Slit Dam	△	×	×	○
Check Dam (Sabo Dam)	○	×	×	○		
9. OTHERS	Avoiding Problem	Diversion (Shifting)	○	○	○	○
		Relocation	○	○	○	○

○ : Applicable △ : Limited case × : Not applicable

LS : Landslide SF : Slope failure RF : Rock Fall DF : Debris Flow

Bold type letter shows the countermeasures installed in the pilot projects.

Source: Modified from DESIGN GUIDE - EARTHWORKS, Published by Japan Highway Public Corporation, May, 1998.

4. Selection of countermeasures for landslides

Countermeasures for landslides belong to one of two broad categories, (A) control works; and (B) restraint works. Control works involve modifications to natural conditions such as, topography, geology, groundwater, or other conditions that indirectly control portions of the entire landslide movement. Restraint methods rely directly on the construction of structural elements. When the potential landslide is large-scale, it may be more cost-effective to relocate the route or building, etc.

Table 2.2 Classification of Countermeasures against Landslides

CLASSIFICATION			TYPE OF WORK
CONTROL WORK	1. EARTH WORK	Earth Work	Cutting (Excavation)
			Filling (Embankment)
	2. VEGETATION	Vegetation	Hydro seeding
			Re-Vegetation
	3. WATER DRAINAGE	Surface Drainage	Drainage Ditch
			Culvert
		Subsurface Drainage	Horizontal Drainage Drilling
Drainage Well			
RESTRAINT WORK	4.SLOPE WORK	Crib Work	Crib Work
	5. ANCHORING	Anchoring	Rock Bolt (Soil Nail)
			Ground Anchor
	6. WALL AND RESISTING STRUCTURES	Retaining Wall	Gabion Wall
			Retaining Wall
	7. PILING WORK	Piling Work	Steel Pipe Pile
			Shaft Work for Resistance Slide
	9.OTHERS	Avoiding Problem Work	Diversion (shifting)
Route Relocation			
Bridge, Tunnel			
Relocation of buildings, etc.			

Bold type letter shows the countermeasure installed in the pilot projects.

Source: Modified from Highway Earthwork Series, MANUAL FOR SLOPE PROTECTION, Published by Japan Road Association, June 2009

Figure 2.1 shows a flowchart for selection of countermeasures against landslides. Adequate works should be selected in consideration of the following points.

- 1) The works selected should address the mechanism(s) of the landslide, the relationship between precipitation, groundwater and landslide movement, geological, topographical and soil properties, the scale and type of landslide and its likely movement velocity.

- 2) Control works should be regarded as the main method of landslide control, while restraint works should be adopted for the stabilization of small landslides to directly protect public facilities, houses, etc.
- 3) Where landslide movement is closely related to rainfall, surface drainage work should be immediately performed to minimise the infiltration of rainwater.
- 4) When a landslide continues to move, control works should be performed first; restraint works can then be done after reduction or arresting the landslide movement by the control works.
- 5) An adequate combination of various works is cost-effective and should be selected.

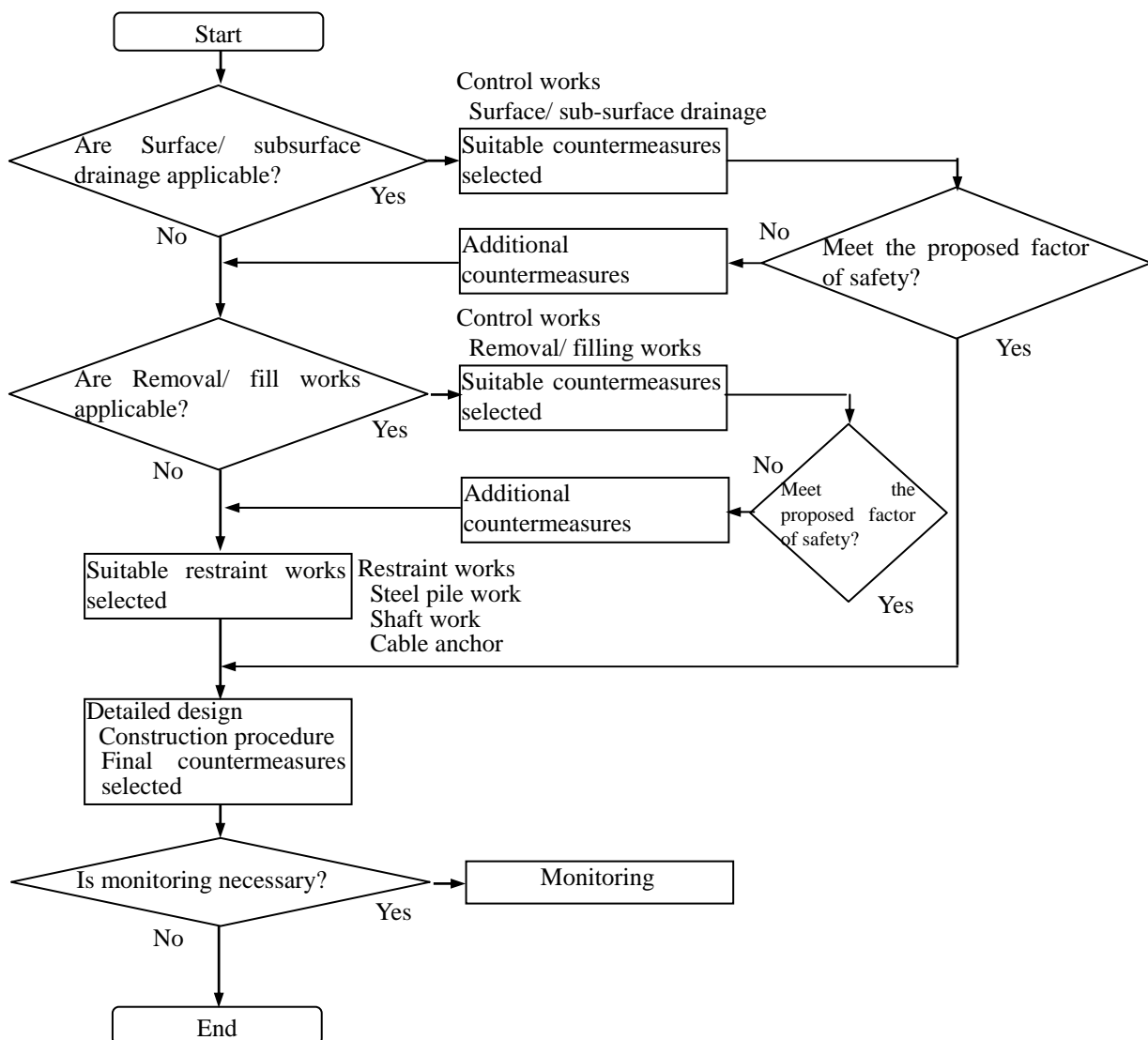


Figure 2.1 Flow chart for selection of countermeasures against landslides

Source: Highway Earthwork Series, MANUAL FOR SLOPE PROTECTION, Published by Japan Road Association, June 2009

5. Selection of countermeasures for slope failures

Heavy rainfall frequently causes collapses in steep slopes. Many steep slopes are stable during normal conditions but become unstable during or after heavy rainfall. To prevent slope failures, either the sliding force must be decreased or sufficient resistance to overcome the sliding force must be added by structures. Any prevention plan should be suitable for the field conditions.

Table 3.3 shows the classification of countermeasures for preventing slope failures.

Table 2.3 Classification of Countermeasures against Slope Failures

CLASSIFICATION		TYPE OF WORK
1. EARTH WORK	Earth Work	Cutting
		Filling
2. VEGETATION	Vegetation	Hydroseeding
		Re-Vegetation
3. WATER DRAINAGE	Surface Drainage	Subsoil Drainage Hole (shorter)
		Drain Ditch and Cascade or Catch Pit
	Subsurface Drainage	Culverts
		Horizontal Drainage Drilling
4. SLOPE WORK	Pitching Work	Stone Pitching
	Shotcrete Work	Shotcrete (mortar)
		Shotcrete (concrete)
5. ANCHORING	Anchoring	Soil Nail (Rock Bolt)
		Ground Anchor
6. WALL AND RESISTING STRUCTURES	Retaining Wall	Gabion Wall
		Stone Pitching Wall
		Concrete Block Wall
		Retaining Wall (Supported Type)
7. PILING WORK	Piling Work	Catch Work
		Catch Concrete Wall
		Steel Pipe Pile
		H Steel Pile

Bold type letter shows the countermeasure selected in the pilot project.

Source: Modified from MANUAL FOR COUNTERMEASURE WORKS AGAINST SLOPE FAILURE, Japan Sabo Association, July 1996

Figure 3.2 shows a flow chart for the selection of countermeasures to prevent slope failures. An adequate and effective measure for preventing slope failures should be selected in consideration of the anticipated causes, shape, mechanism, and scale of failure, as well as appearance and through discussion. Generally, the following criteria must be used for selection.

- 1) Wherever possible, cutting work should be selected, especially in the case of overhanging slopes and highly jointed or weathered rock slopes. In planning

cutting work, slope stability and harmony with the surrounding environment should be considered.

- 2) In principle, surface drainage work should be planned positively. Subsurface drainage works should be adopted if spring water exists during the normal time and/or rainfall, or a depression exists near the top of the slope.
- 3) In most cases, vegetation is low-cost, if it is an available option (gradient and soil). Vegetation should be applied to prevent erosion due to rainfall by growing plants on the face of the slope. Where slopes are unsuited to vegetation, such as jointed or weathered rock slopes, pitching work, shotcrete work, and crib work should be considered.
- 4) Retaining wall works should be selected if the foot of a slope must be stabilized or if it is to be used as the foundation of other measures.
- 5) Even though they are costly, anchoring or piling works should be planned if other methods are not expected to control collapses.

The success of such prevention measures is influenced greatly by topographical, geological and meteorological conditions. In principle, cutting work, drainage work, retaining walls and vegetation are the preferable choices. Structural methods such as crib work and anchor work are adopted only when soil and gradient conditions are unsuitable for vegetation and slope stability cannot be secured by cutting and/or drainage works alone.

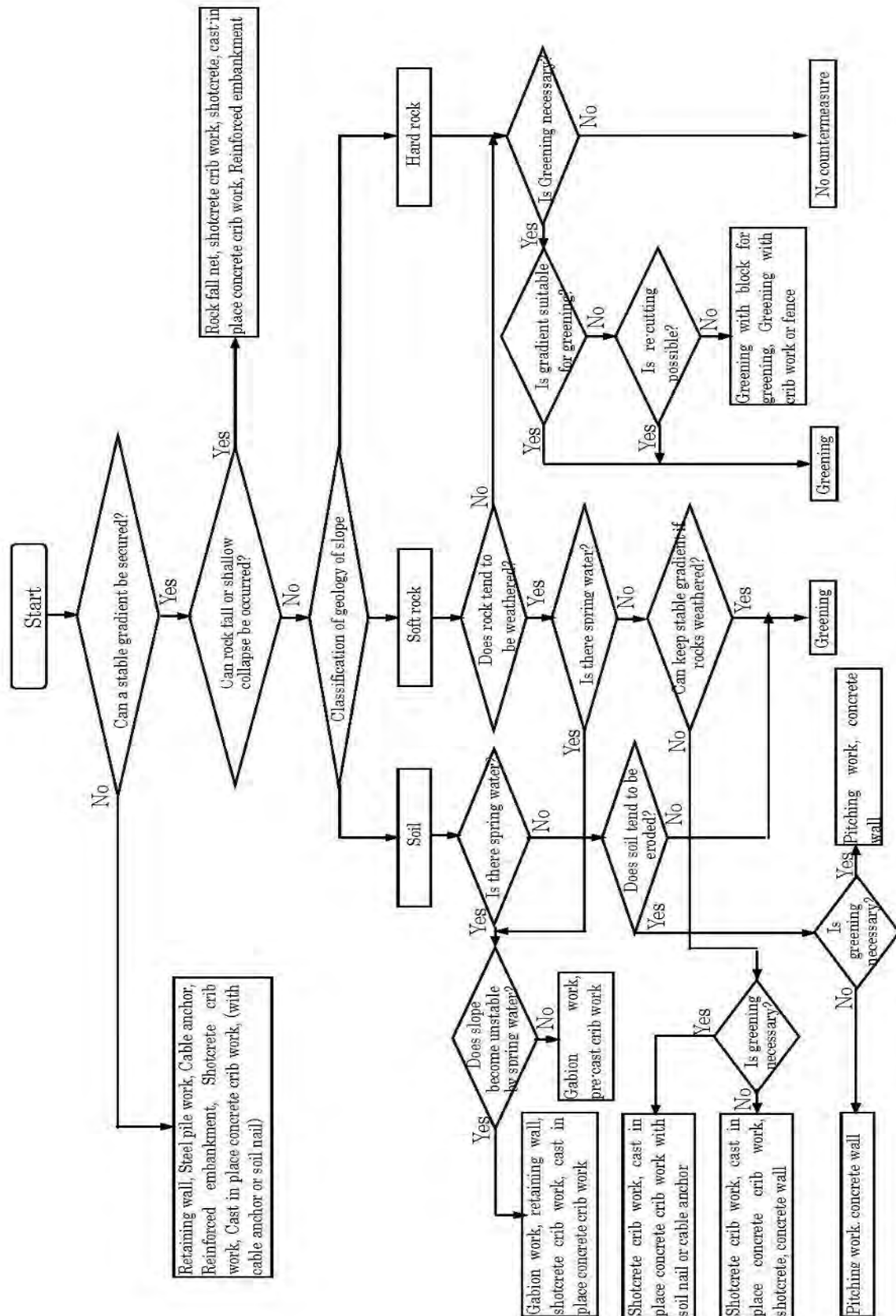


Figure 2.2 Flow chart for selection of countermeasures against slope failures

Source: Highway Earthwork Series, MANUAL FOR SLOPE PROTECTION, Published by Japan Road Association, June 2009

6. Selection of countermeasures for Rock Fall

Heavy rainfall, earthquakes and freezing/ thawing frequently cause rock fall. In Sri Lanka, only it might not be necessary to consider earthquakes, freezing and thawing. Countermeasures against rock fall are classified into two categories, A: Rock Fall Mitigation Works and B: Rock Fall Protection Works.

Rock fall mitigation works are countermeasures for the source of the rock fall. The mitigation works are generally to cut or remove the source of the rock fall, or fix the source of rock fall by foot protection, rock bolt or cable anchor. The purpose of the rock fall mitigation works are the following;

- 1) Mitigation of weathering caused by such things as surface water, freezing and thawing, alteration of temperature, wet-dry cycle and wind-force, etc.
- 2) Possible rock fall source materials should be directly prevented in situ.
- 3) Possible rock fall source materials should be removed or cut.
- 4) Rock fall caused by slope failure should be prevented.

Rock fall protection works are countermeasures for protection of objects to be preserved. The protection works are generally to construct a fence, wall or earth dyke in front of the objects to be preserved, or install steel wire net onto rock fall prone slopes. The rock fall protection works consist of two (2) types as following based on the location of installation.

a) Countermeasures installed slopes from the source of the rock fall to the objects to be prevented are cutting, removing, rock fall protection steel wire net, shotcreting and rock fall protection retaining wall, etc.

b) Countermeasures installed in front of the objects to be preserved are rock fall protection steel wire net, rock fall protection shelf, rock fall protection retaining wall, rock shed and rock fall protection earth dyke/ ditch, etc.

Any mitigation plan should be adequate for site conditions. Table 2.4 shows the classification of countermeasures against rock fall and Figure 2.3 shows the flow chart for selection of countermeasure works against rock falls.

Table 2.4 Classification of Countermeasures against Rock Fall

CLASSIFICATION	TYPE OF WORK
Rock Fall Mitigation Works	Cutting
	Removal Works
	Foot Protection
	Gluing Works
	Ground Anchor
	Wire Rope
	Drainage Works
	Wicker Works
	Planting
	Shotcrete
	Pitching

	Crib Works
	Retaining Wall
	Rock Fall Protection Works + Rock Bolt
	Shotcrete + Rock Bolt
	Pitching + Rock Bolt
	Crib Works + Rock Bolt
	Crib Works + Cable Anchor
	Retaining Wall + Cable Anchor
Rock Fall Protection Works	Cover Type Rock Fall Protection Steel Wire Net
	Pocket Type Rock Fall Protection Steel Wire Net
	Rock Fall Protection Fence
	Multiple Step Rock Fall Protection Fence
	Rock Fall Protection Shelf
	Rock Fall Protection Retaining Wall
	Rock Shed
	Rock Fall Protection Earth Dyke/ Ditch

Bold type letter shows the countermeasure installed in the pilot projects.

Source: MANUAL FOR COUNTERMEASURES AGAINST ROCK FALL, Published by Japan Road Association, June 2000.

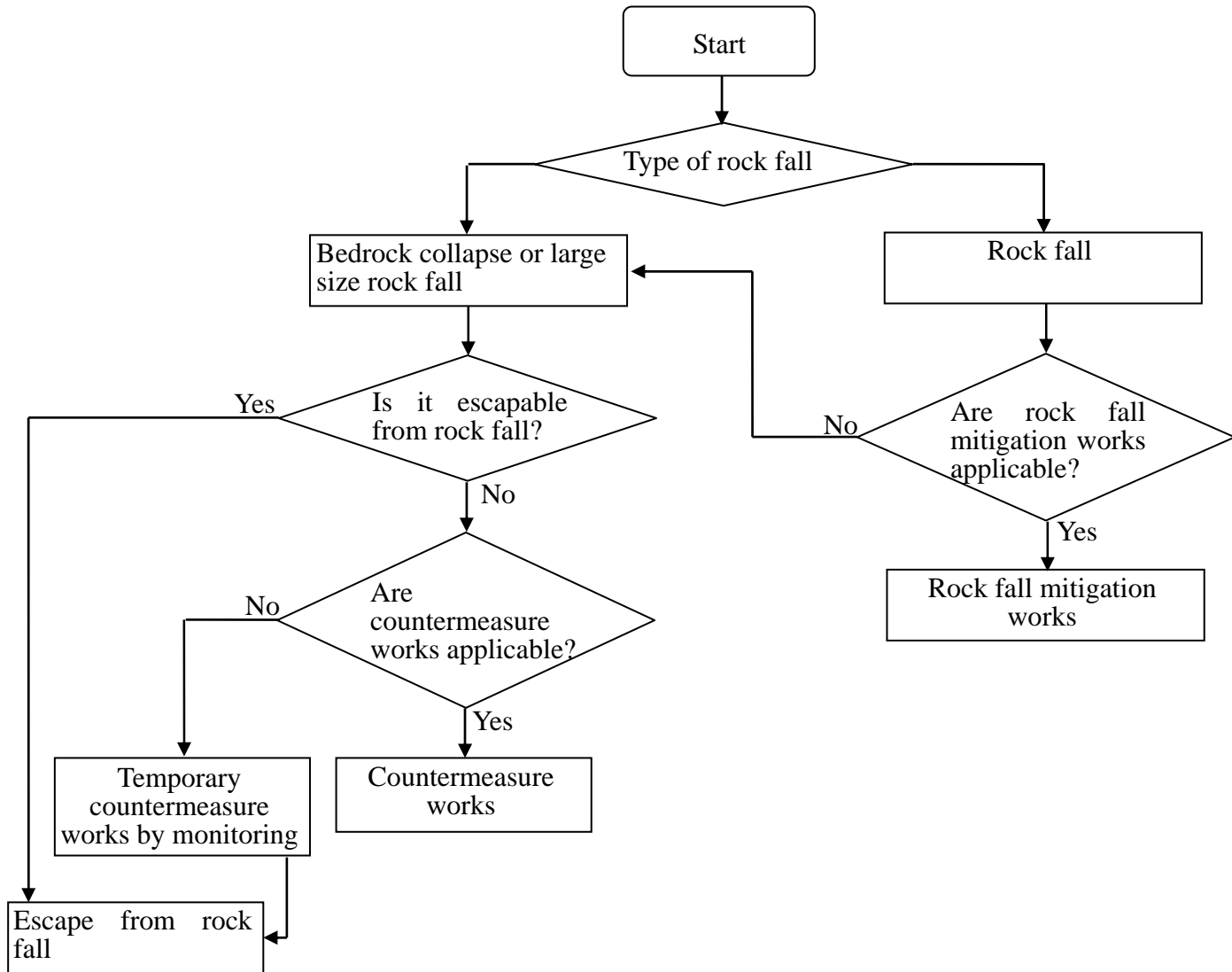


Figure 2.3 Flow chart for selection of countermeasures against rock falls

Source: MANUAL FOR COUNTERMEASURES AGAINST ROCK FALL, Published by Japan Road Association, June 2000.

CHAPTER 3 DESIGN CONSIDERATION OF TYPICAL COUNTERMEASURES

1. General

In designing countermeasures against landslides/ sediment disaster, adequate considerations shall be made to ensure that the proposed countermeasures may be carried out safely, effectively and in an appropriate manner.

In designing countermeasures, it is most important to understand the mechanism of the landslides/ sediment disaster. Countermeasures against landslide/ sediment disaster should be different according to types of landslides/ sediment disaster. Based on the classifications of landslides/ sediment disaster, adequate countermeasures should be proposed.

Regarding general matters such as stability analysis, there are some existing manuals in Sri Lanka. These manuals cover general matters described in Japanese manuals. Therefore this chapter presents information and know-how based on the experiences of the TCLMP.

2. Design Considerations of Typical Countermeasures

2.1. Cutting Works (Excavation)

(1) Purpose

Cutting work is applied to remove unstable soil and rock and to reduce the load, and hence shear force, at the head of an unstable or potentially unstable slope.

(2) Design Considerations

The gradient and vertical height of the cutting slope should be determined on the basis of the geological conditions, etc. The gradient should be between 1V to 0.3H and 1V to 1.5H depending on subsurface conditions and characteristics (Table 3.1). Berms 1 to 4 m wide should be created at intervals of 5 to 10 m in the vertical direction. Careful investigation of the stability of the back slope should be conducted prior to cutting. This suggestion is shown only in the normal gradient, therefore the applied gradient should be approved by the Engineer.

In designing a cut slope, the following geological conditions should be considered with the utmost care.

1) Colluvial deposit slope

Colluvium such as talus, landslide deposits and debris flow deposits, being poorly consolidated, usually forms a slope with a critical angle of stability. When excavated, the cut slope formed will become unstable. For this reason, a wide berm near the boundary between the bedrock and the upper colluvial deposit should be designed. Especially, extreme care should be paid for cutting or excavation in potential landslide areas. In potential landslide areas, more than three (3) m slope length excavation or two (2) m height

excavation should require approval by the Engineer with submission of a proposal for countermeasure works.

2) Erosive sandy soil

Sandy soils, such as disintegrated granite and terrace gravel, are easily eroded by surface water resulting in small shallow collapse.

3) Erodible soft rocks

Cut slopes of soft rocks such as heavily weathered rocks or fractured rocks sometimes become unstable after the completion of cutting because of the weak internal strength of the rock and stress release.

4) Fractured rock slope

The stability of fractured rock slopes is governed by the degree of fissure development and their distribution.

Table 3.1 Geometric Suggestion of Cutting Slopes

Character of soil or bedrock		Height (m)	Gradient (i =V:H)
Hard rock			1:0.3 ~ 1:0.8
Soft rock			1:0.5 ~ 1:1.2
Sand	Those not dense, not solid and of bad grade distribution.		1:1.5 ~
Sandy soil	Those are dense and solid.	Less than 5 m	1:0.8 ~ 1:1.0
		5~10 m	1:1.0 ~ 1:1.2
	Those not dense, not solid.	Less than 5 m	1:1.2 ~ 1:1.5
		5~10 m	1:1.5 ~ 1:1.8
Sandy soil mixed with gravel or rock mass	Those are dense and solid or of good grade distribution	Less than 10 m	1:0.8 ~ 1:1.0
		10~15 m	1:1.0 ~ 1:1.2
	Those not dense, not solid or of bad grade distribution.	Less than 10 m	1:1.0 ~ 1:1.2
		10~15 m	1:1.2 ~ 1:1.5
Residual soil		Less than 10 m	1:1.5 ~ 1:1.8
Cohesive soil mixed with rock mass or cobble stones		Less than 5 m	1:1.0 ~ 1:1.2
		5~10 m	1:1.2 ~ 1:1.5
Landslide deposit	Deposit in potential landslide area	Less than 2m Slope length: less than 3m	1:1.0 ~ 1:1.2
		More than 2m height or 3m slope length: Approval for adequate countermeasures by the Engineer should be required.	

Note1: This table is only a preliminary suggestion. Further detailed analysis should be carried out by an engineer.

Note2: Silt is placed under cohesive soil. Individual consideration is given to soils not be indicated in the table.

Source: No.2 Highway Earthwork Series, MANUAL FOR SLOPE PROTECTION, Published by Japan Road Association, June 2009.

To prevent erosion of the cutting natural slope, protection of the slope and the foot of slope should be considered. Slopes should be protected by a retaining wall or soil nailing when it is unavoidable to form a cut slope with a gradient steeper than the standard gradient.

2.2. Filling Work (Embankment)

(1) Purpose

Filling work is used at the toe of unstable or potentially unstable slopes to balance the driving force of additional loading.

(2) Design considerations

The main considerations for embankments chiefly concern stability analysis as well as the selection of slope gradient in proportion to fill materials. In selecting fill materials, their strength and deformation characteristics should be considered. Table 3.2 gives the recommended standard fill slope for different fill materials. These can only be applied where the foundation ground has sufficient bearing capacity.

Table 3.2 Recommended Standard Fill Slopes

Fill Materials	Height (m)	Gradient (V:H)
Well graded sand, gravels and sand or silt mixed with gravels (GW, GP, GM, GC)	Less than 5 m	1:1.5 ~ 1:1.8
	5 ~ 15 m	1:1.8 ~ 1:2.0
Poorly graded sand (SP).	Less than 10 m	1:1.8 ~ 1:2.0
Rock masses (including muck).	Less than 10 m	1:1.5 ~ 1:1.8
	10 ~ 20 m	1:1.8 ~ 1:2.0
Sandy soils (SM, SC), hard clayey soil and clays (CL, ML).	Less than 5 m	1:1.5 ~ 1:1.8
	5 ~ 10 m	1:1.8 ~ 1:2.0
Soft clayey soils	Less than 5 m	1:1.8 ~ 1:2.0

Note) Height of fill is the vertical height from the toe to the top of the fill.

Source: Highway Earthwork Series, MANUAL FOR SLOPE PROTECTION, Published by Japan Road Association, June 2009.

Furthermore, for high fills consisting of different kinds of materials, a standard gradient suitable to each material should be applied to each slope. The stability of the foundation ground of the fill should be reviewed prior to construction.

Especially embankments in potential landslide areas extreme care should be paid. If the height of the embankment is more than 2-3m, it would be better to discuss with the Engineer and acquire approval from the Engineer.

2.3. Surface Drainage Ditch

In most cases, surface water should be prevented from infiltrating the landslide areas to avoid any hydraulic thrusts. Especially where landslides are closely related to short-term rainfall, surface drainage work should be immediately performed regardless of the results

of stability analyses. A U-shaped gutter, centrifugal reinforced concrete or corrugated pipe may be used to construct the drainage ditch.

(1) Purpose

Surface drainage control includes works for drainage collection and drainage channels.

(2) Design Considerations

Surface drainage works are designed to collect surface flow by installing lined ditches along the slopes, which are then connected to a drainage channel. The drainage channel works are designed to remove the collected water out of the landslide zone as quickly as possible, and are constructed from the same materials as the surface drainage works. The surface drainage control works are often combined with subsurface control works.

The drainage ditch beds should, in principle, be covered. Water collecting pits should be installed at the confluence with tributaries, curves and points of change in gradient.

The shoulders and cut slope faces of the ditches must be protected with vegetation, boulder covers, and so on.

(3) Run off calculation

The cross section of the surface drainage ditch shall be designed based on the planned high-water discharge. The parameters for design can be obtained by the following methods. The catchment area is estimated by a map with a field survey. If Digital Elevation Model (DEM) data is available instead of map, it could be easier to measure the catchment area. The design rainfall amount shall be estimated using past rainfall data. In the project, 150mm/hr was used because past rainfall data was insufficient. However, in the future, rainfall data should be recorded and utilized for run off calculation.

The process of calculation is shown in Figure 3.1 as a flowchart. The process of run off calculation is shown below.

- ✓ Assumption of reaching time from the upper stream (At this stage, discharge has not been calculated yet, so calculation of flow time is impossible. Therefore the time should be an assumption at this stage.)
- ✓ The probable rainfall rate should be determined. (As described above, 150mm/hr was used in the project)
- ✓ Based on the probable rainfall rate, planned peak discharge is calculated.
- ✓ Reaching time is calculated again based on the planned peak discharge. Reaching time should be checked with assumed reaching time. If the difference is too large, assumption of the reaching time should be given again and recalculated. If the assumed reaching time is smaller than the calculated reaching time, the calculation can be finished in principle. It is recommended that the difference between the assumed reaching time and calculated reaching time be smaller than 20%.

The formula for rational runoff and parameters for Badurusiligama are shown below as an example. The flow chart of run off calculation is shown in Fig 3.1.

Rational formula (Natural flow by rainfall)

$$Q_p = C \times (1/3.6) \times r \times A$$

Q_p: Peak Discharge (m³/s)

C: Coefficient of Runoff (mountain area 0.8)

r: Probable Rainfall Rate in reaching time (Estimate 150mm/hr)

A: Catchment Area (0.196km²)

$$Q_p = 0.8 \times (1/3.6) \times 150 \times 0.196 = 6.533 \text{ m}^3/\text{s}$$

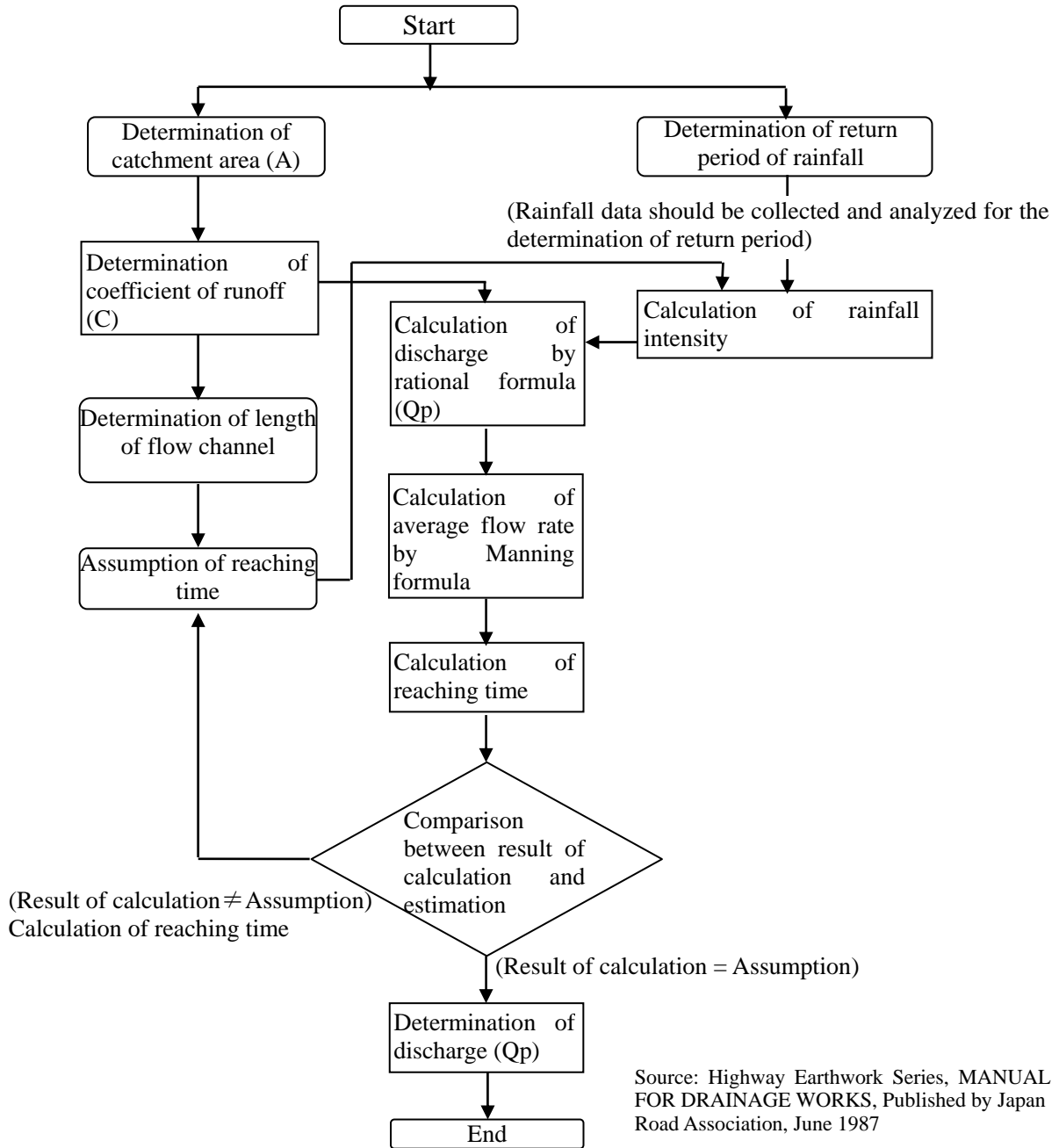


Figure 3.1 Flow chart of run off calculation

The runoff coefficient (C) is a dimensionless coefficient relating the amount of runoff to the amount of precipitation received. It is a larger value for areas with low infiltration and high runoff (pavement, steep gradient), and lower for permeable, well vegetated areas (forest, flat land).

It is important for flood control channel construction and for possible flood zone hazard delineation. A high runoff coefficient (C) value may indicate flash flooding areas during storms as water moves fast overland on its way to a river channel or a valley floor.

It is measured by determining the soil type, gradient, permeability and land use. The values are taken from the table below. The larger values correspond to higher runoff and lower infiltration.

Table 3.3 Runoff coefficient

Land Use (soil type, gradient)	C	Land Use (soil type, gradient)	C
Business: Downtown areas Neighbourhood areas	0.70-0.95 0.50-0.70	Lawns: Sandy soil, flat, 2% Sandy soil, avg., 2-7% Heavy soil, flat, 2% Heavy soil, avg., 2-7% Heavy soil, steep, 7%	0.05-0.10 0.10-0.15 0.13-0.17 0.18-0.22 0.25-0.35
Residential: Single-family areas Multi units, detached Multi units, attached Suburban	0.30-0.50 0.40-0.60 0.60-0.75 0.25-0.40	Agricultural land: Bare packed soil *Smooth *Rough Cultivated rows *Heavy soil, no crop *Heavy soil, with crop *Sandy soil, no crop *Sandy soil, with crop Pasture *Heavy soil *Sandy soil Woodlands	0.30-0.60 0.20-0.50 0.30-0.60 0.20-0.50 0.20-0.40 0.10-0.25 0.15-0.45 0.05-0.25 0.05-0.25
Industrial: Light areas Heavy areas	0.50-0.80 0.60-0.90	Streets: Asphaltic Concrete Brick	0.70-0.95 0.80-0.95 0.70-0.85
Parks, cemeteries	0.10-0.25	Unimproved areas	0.10-0.30
Playgrounds	0.20-0.35	Drives and walks	0.75-0.85
Railroad yard areas	0.20-0.40	Roofs	0.75-0.95

Note: The designer must use judgment to select the appropriate "C" value within the range. Generally, larger areas with permeable soils, flat slopes and dense vegetation should have the lowest "C" values. Smaller areas with dense soils, moderate to steep slopes, and sparse vegetation should assigned the highest "C" values.

(Source: <http://water.me.vccs.edu/courses/CIV246/table2b.htm>)

If land uses are not simple, the weighted average efficiency based on the area ratio (Pi) should be used.

$$C = \sum (P_i \times C_i)$$

Average flow rate is calculated by the Manning formula and roughness coefficient shown below. The roughness coefficient should be studied for Sri Lanka.

Manning Formula (Capacity flow of water drainage)

$$Q = A \times V$$

Q: Capacity of Flow (m³/s)

A: Flow Section (m²) depends on the height

V: Velocity (Average flow rate) (m²/s)

$$V = (1/n) R^{(2/3)} \times I^{(1/2)} \dots \text{Manning formula}$$

V: Velocity (Average flow rate) (m²/s)

n: Coefficient of Roughness (0.015)

R: Hydraulic depth in the water way (0.355m)

I: Gradient (10.1%)

$$Q = A \times V = 0.734 \times 10.62 = 7.79 \text{m}^3/\text{s} \geq Q_p (6.533) \dots \dots \text{OK}$$

Table 3.4 Roughness coefficient

Surface Material	Manning's Roughness Coefficient- <i>n</i> -
Asbestos cement	0.011
Asphalt	0.016
Brass	0.011
Brick	0.015
Canvas	0.012
Cast-iron, new	0.012
Clay tile	0.014
Concrete - steel forms	0.011
Concrete (Cement) - finished	0.015*
Concrete - wooden forms	0.015
Concrete - centrifugally spun	0.013
Copper	0.011
Corrugated metal	0.022
Earth, smooth	0.018
Earth channel - clean	0.022
Earth channel - gravelly	0.025
Earth channel - weedy	0.030
Earth channel - stony, cobbles	0.035
Floodplains - pasture, farmland	0.035
Floodplains - light brush	0.050

Surface Material	Manning's Roughness Coefficient- <i>n</i> -
Floodplains - heavy brush	0.075
Floodplains - trees	0.15
Galvanized iron	0.016
Glass	0.010
Gravel, firm	0.023
Lead	0.011
Masonry	0.025
Metal - corrugated	0.022
Natural streams - clean and straight	0.030
Natural streams - major rivers	0.035
Natural streams - sluggish with deep pools	0.040
Natural channels, very poor condition	0.060
Plastic	0.009
Polyethylene PE - Corrugated with smooth inner walls	0.009 - 0.015
Polyethylene PE - Corrugated with corrugated inner walls	0.018 - 0.025
Polyvinyl Chloride PVC - with smooth inner walls	0.009 - 0.011
Rubble Masonry	0.017
Steel - Coal-tar enamel	0.010
Steel - smooth	0.012
Steel - New unlined	0.011
Steel - Riveted	0.019
Vitrified Sewer	0.013 - 0.015
Wood - planed	0.012
Wood - unplanned	0.013
Wood stove pipe, small diameter	0.011 - 0.012
Wood stove pipe, large diameter	0.012 - 0.013

Source: Modified from https://www.engineeringtoolbox.com/mannings-roughness-d_799.html

* This parameter is from Japanese standard, Highway Earthwork Series, MANUAL FOR DRAINAGE WORKS

2.4. Horizontal Drainage Drilling

Groundwater can generally be divided into two types, shallow and deep. Shallow groundwater, 0 to 5 meters below the ground surface, is due mainly to rainfall received in the short-term. Shallow groundwater frequently causes a shallow failure or the toe failure of a large-scale unstable slope. In such cases, culverts and horizontal drain holes are effective. Deep groundwater is related to rainfall received over the longer term and should be drained by installation of drainage wells or tunnels with horizontal drain drillings. The following is a brief presentation of considerations for horizontal drain

drillings and drainage wells as these are the most effective methods of stabilizing landslides.

(1) Purpose

Horizontal drain drillings are used to drain both shallow and deep groundwater to stabilize the landslide by decreasing the pore water pressure that is responsible for activating the slip surface. It is useful as a temporary countermeasure to decrease the moving speed of a landslide.

If necessary, the designed reduction in the groundwater level may be determined through stability calculations, aiming at achieving the following values in the case of the standard-scale landslide with a slip surface depth of 20 metres according to the manual in Japan.

- Horizontal drain 1 to 3 meters
- Drainage well 3 to 5 meters
- Drainage tunnel 5 to 8 meters

(2) Design Considerations

Horizontal drainage drillings are constructed for the drainage of the shallow groundwater and deep groundwater. If topography prevents the groundwater from being drained on a gentle gradient, then drainage wells or tunnels with horizontal drainage drillings should achieve drainage.

Horizontal drain drillings, usually 20 to 50 meters in length, should be drilled at a gradient of 5 to 10 degrees with a diameter of 50 to 100 millimetres and should be designed to traverse aquifers. The horizontal drillings should penetrate the slip surface from 5 to 10m. And the end of the drillings, the spacing of drillings should be 5-10m. Typical locations of horizontal drainage drillings are shown in Figure 3.2.

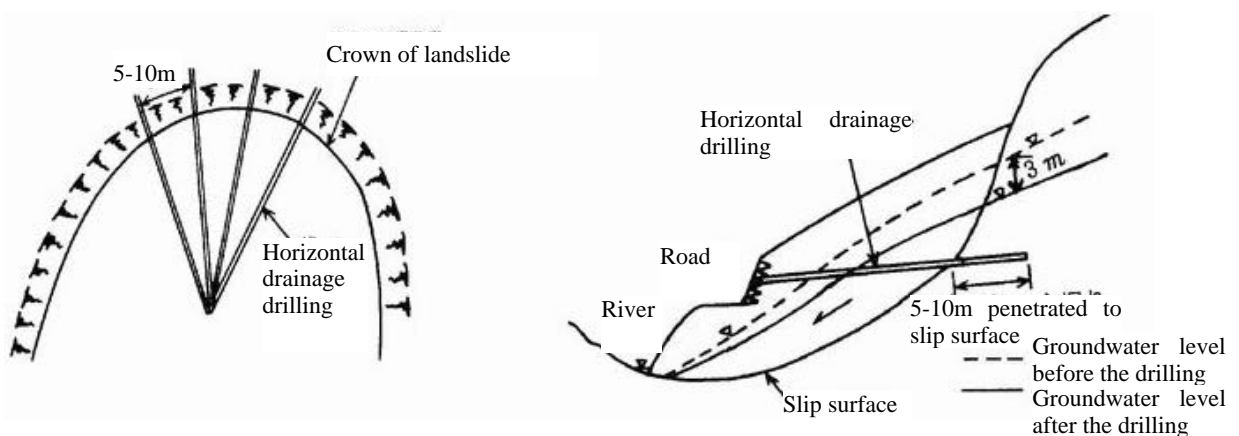


Figure 3.2 Typical locations of horizontal drainage drillings

Source: Highway Earthwork Series, MANUAL FOR SLOPE PROTECTION, Published by Japan Road Association, June 2009.

2.5. Earth Dyke/ Ditch for Rock Fall

(1) Purpose

Earth dyke/ ditch are one of rock protection works to absorb and dissipate rock fall energy. If there is enough land for constructing an earth dyke/ ditch, this countermeasure is applicable. Also earth dyke/ ditches are quite simple countermeasures with excavation and embankment, and they are quite inexpensive. However, if there are a lot of fallen rocks in the land for constructing an earth dyke/ ditch, sometimes rock blasting works should be conducted for excavation. In this case, the cost might be expensive for the blasting. However, blasted rocks can be used for materials for gabion works and pitching works of the surface of the earth dyke.

The characteristics of the earth dyke/ ditch are shown below.

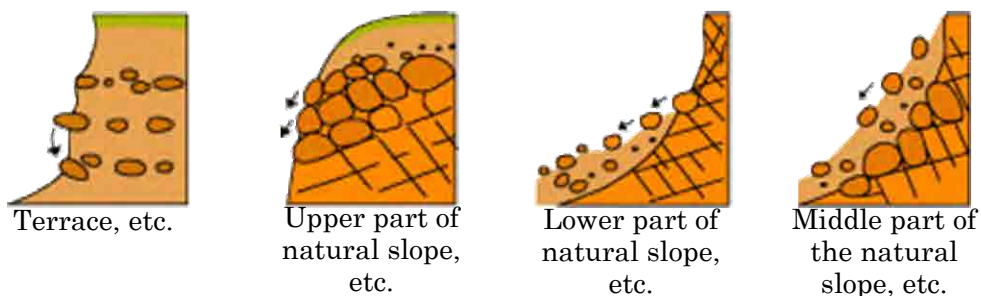
- a) It is inexpensive because soil generated by excavation or cutting can be used for materials of embankment.
- b) Enough land for earth dyke/ ditch should be required.
- c) The land for earth dyke/ ditch should be stable.
- d) The earth dyke/ ditch can change direction of rock falls and lead rock falls to empty land according to topography.

(2) Design Consideration

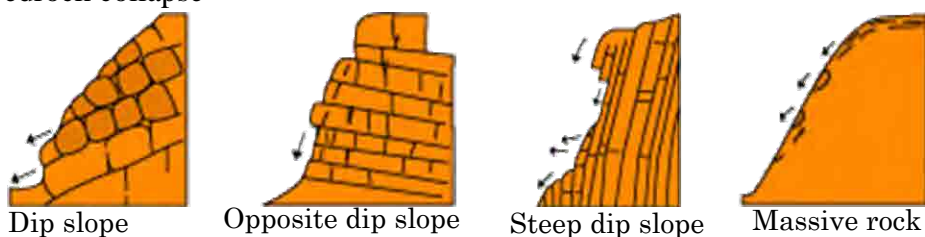
a) Type of rock fall

The type of rock fall is classified into three types, 1) rock fall from debris and weathered rock, 2) bedrock collapse and 3) others. These types have different mechanisms, predisposition and triggers. Therefore the classification of rock fall types should be premises of judgement of possibility of rock falls and selection of countermeasure types. Typical rock fall types are shown below.

1) Rock fall from debris and weathered rock



2) Bedrock collapse



Source: modified from http://isabou.net/theme/03-01_rakuseki/knowledge/index.asp

b) Main trigger of rock fall and their effect

The main trigger of rock falls is complicated and some triggers might cause rock falls. Therefore it would be difficult to clarify triggers of rock falls. Main triggers of rock falls are shown in Table 3.5.

Table 3.5 Main triggers of rock fall

Trigger	Effect
Rainfall	Weakening and erosion of ground surface caused by snow melting, surface stream water, spring water, and seepage water
Accumulated snow	Erosion caused by movement of snow, etc. (e.g. glacial erosion)
Freeze-thaw	Widening of cracks, exfoliation by freeze of water, and weakening of ground caused by movement of groundwater
Strong wind	Exfoliation and destabilization of rolling stone caused by sway of tree
Earthquake	Destabilization of loose rocks and slope
Vegetation	Widening of cracks and exfoliation caused by growth of tree root
Artificial	Destabilization of rolling stone by trampling, destabilization of slope due to installation of structures, acceleration of destabilization of slop due to overflow and leakage from ditch, and defect of drainage facility.

Source: http://isabou.net/theme/03-01_rakuseki/knowledge/index.asp

c) Type of rock fall movement

Types of rock fall movements are 1) slide, 2) rotation and 3) bounce. Types of rock fall movement should be considered for planning of countermeasure works. Applicable countermeasure works should be selected and location, area, height and structure of countermeasure works should be designed based on the types of rock fall movement.

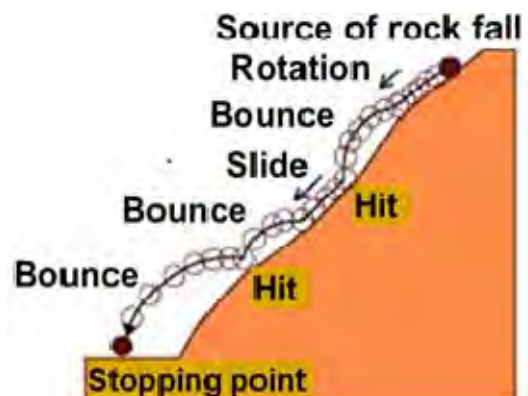

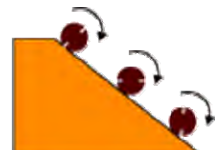
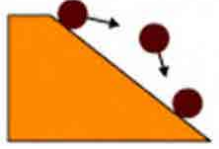


Figure. 3.3 Schematic diagram of rock fall movement

Source:
http://isabou.net/theme/03-01_rakuseki/knowledge/index.asp

Table 3.6 Type of rock fall movement and description

Type of Movement		Description
Slide		Masses of rock, boulders and gravels slide down along the slope.
Rotation		Masses of rocks, boulders and gravels move down with rotation along the slope.
Bounce		Rocks move with bouncing in the air: 1) Movement with bouncing on the ground or trees. 2) Sometimes rock falls without bouncing from the source of the rock fall to the stopping point such as road or structure.

Source: http://isabou.net/theme/03-01_rakuseki/knowledge/index.asp

d) Fallen rock survey

Distribution of fallen rocks in the target area should be surveyed and to identify the location of fallen rocks. At the same time sizes and shapes of fallen rocks should be recorded on a map and a table. The location and area of countermeasure works should be designed based on the results of a fallen rock survey.

Fig. 3.4 shows an example of a fallen rock survey in Matale.

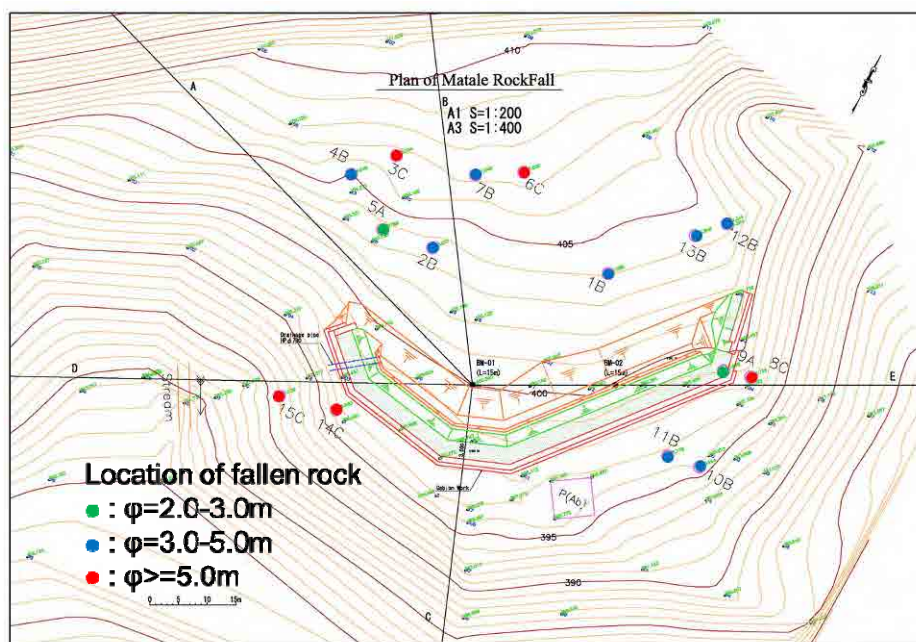


Figure 3.4 Example of fallen rock survey in Matale (Source: JICA Consultant Team)

e) Rock fall Simulation

If rock fall protection works are selected, it would be better to conduct a rock fall simulation in order to estimate the rock fall energy and height of bounce. According to results of field experiments in Japan, the height of the bounce is changed depending on slope conditions. It is important to estimate the height of the bounce, especially to estimate if a higher bounce will occur or not. Based on the result of simulation, location, size and height of countermeasure works should be designed. However, at the moment there is no simulation software in Sri Lanka in English. Therefore a procedure of simulation is shown below in Fig. 3.5.

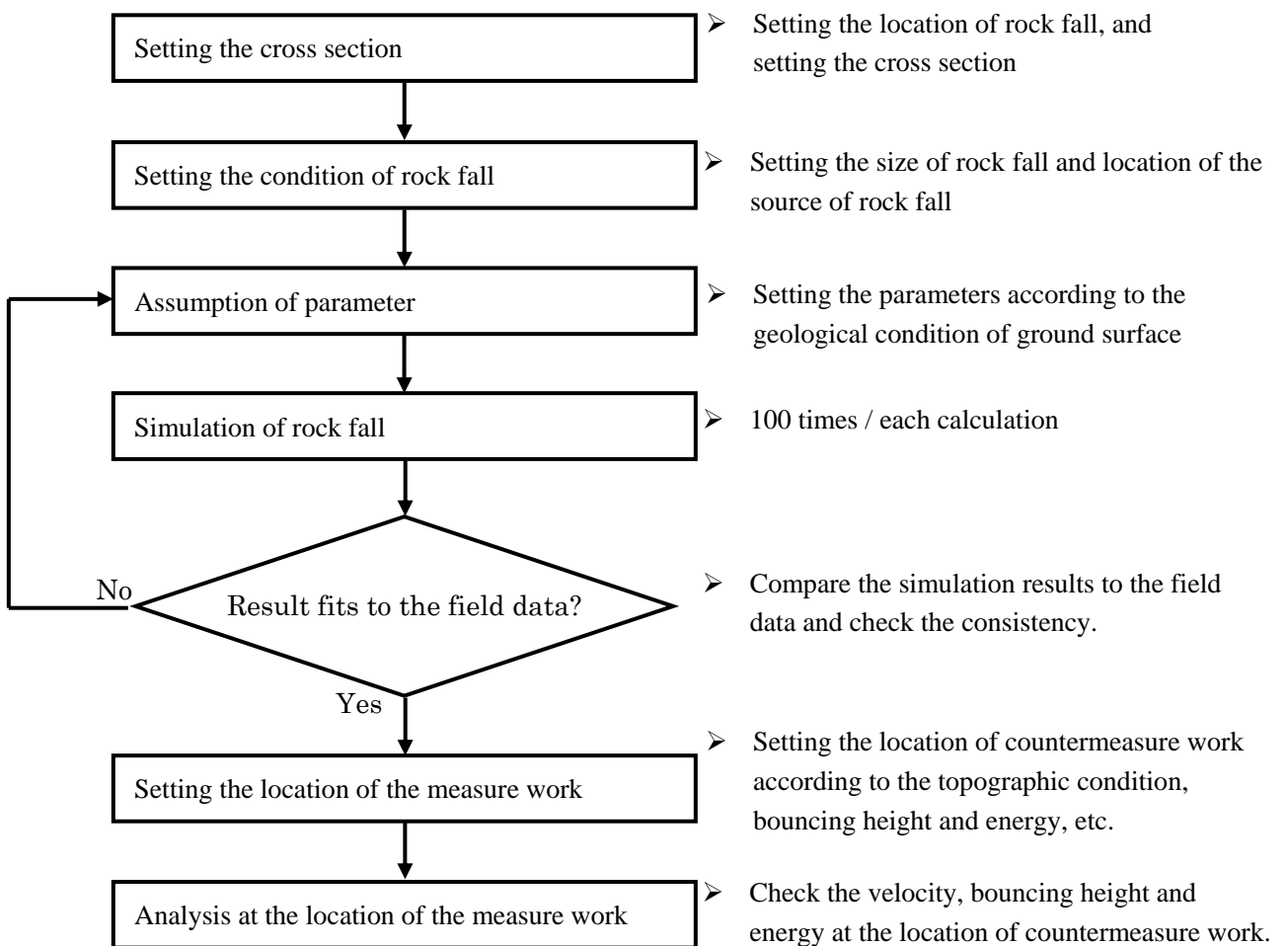


Figure 3.5 Flow chart of rock fall simulation

Source: MANUAL FOR ROCK FALL SIMULATION, Godai Kaihatsu Corporation

f) Height of bounce of rock fall

As described in e), to estimate the height of bounce of rock fall is quite important in order to design the height of rock fall protection measures. Fig. 3.6 shows results of field experiments and rock fall simulation. In the figure, relationships between heights of bounce (h : vertical height from the ground) and drop height (H : height from the dropping

point) are shown. Continuous lines in the figure shows a 90% envelope curve in each data. In the field experiments, the highest bounce height is 5.7m, and more than 2m bounce height is 16% of the whole data. On the other hand, based on the result of the simulation, the highest bounce is 6.2m and more than 2m bounce height is 9% of the whole data. Therefore in the Japanese standard, 2m bounce height is usually used as a standard. Of course based on the simulation results, if the bounce height is more than 2m, the height of countermeasure works should be designed depending on the simulation results.

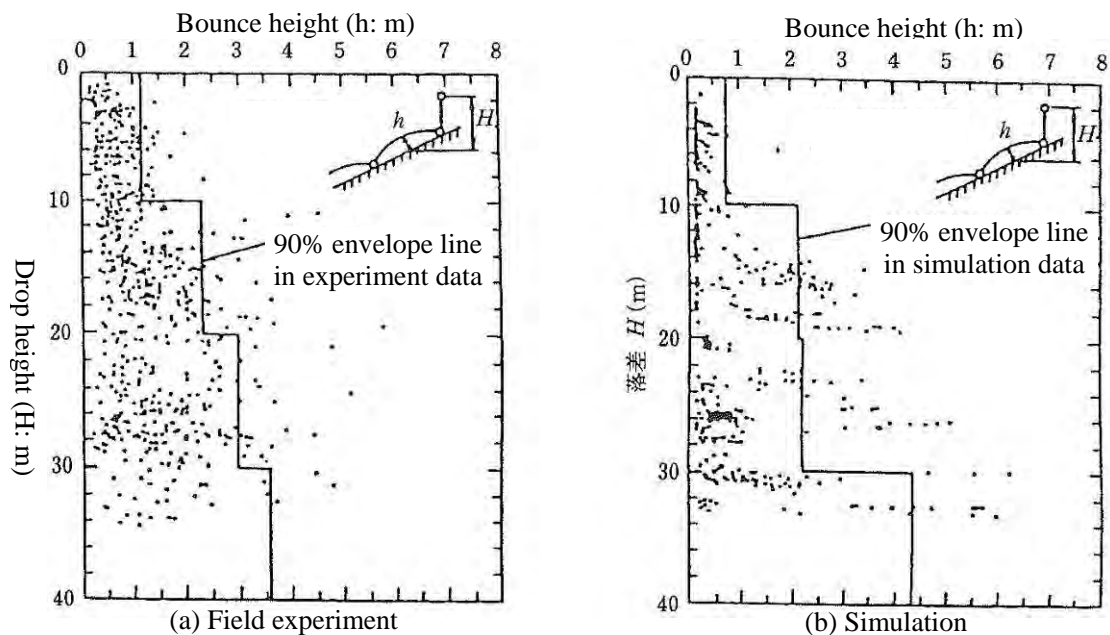


Figure 3.6 Relationships between bounce height and drop height

Source: MANUAL FOR COUNTERMEASURES AGAINST ROCK FALL, Published by Japan Road Association, June 2000.

g) Design of earth dyke/ ditch

As mentioned above, the earth dyke/ ditch is installed in order to absorb and dissipate rock fall energy at the slope of the earth dyke or bottom of the ditch. If there is a gentle slope at the middle of the target slope, fallen rocks on the gentle slope can be used for gabion works or pitching works on the surface of the earth dyke. In this case, not only the stability of the earth dyke on the gentle slope should be checked but also the stability of the slope after the completion of the earth dyke.

It is better to avoid installation of an earth dyke/ ditch at the area of surface water flow could be concentrated, in a small stream and spring water. If it is impossible to install at the areas above, drainage works should be installed together with the countermeasures and extreme care for maintenance and management should be required.

A rough indication of the range of application for the countermeasure works against rock fall is shown in Fig. 3.7 for reference. According to the figure, an earth dyke is applicable in the approximate range from 300kJ to 4,000kJ.

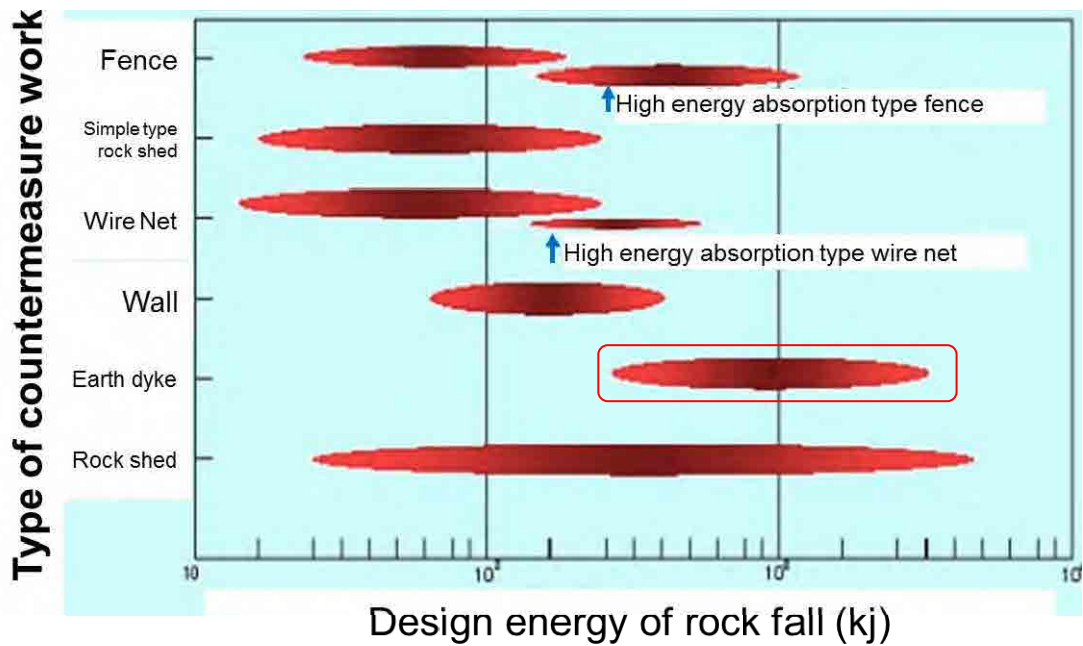
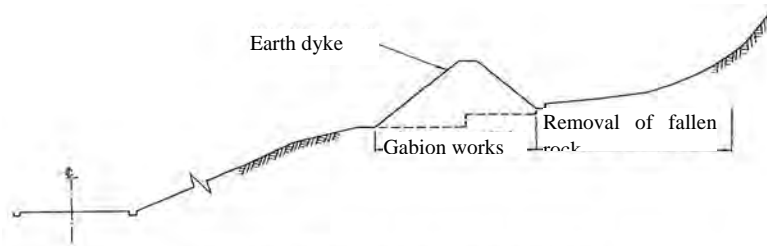


Figure 3.7 Rough indication of range of application for the countermeasure works against rock fall

Source: MANUAL FOR COUNTERMEASURES AGAINST ROCK FALL, Published by Japan Road Association, June 2000.

Fig 3.8 shows examples of earth dyke/ ditches on a gentle slope. As mentioned above, most of the bounce height of the rock fall is less than 2m. Therefore, the height of the dyke and the depth of ditch should be more than 2m. In most cases, 2m might be enough according to the result of field experiment and simulation.

An example of a ditch on a gentle slope



An example of an earth dyke on a gentle

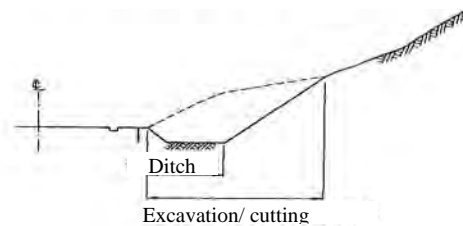


Figure 3.8 Examples of earth dyke/ ditch

Source: MANUAL FOR COUNTERMEASURES AGAINST ROCK FALL, Published by Japan Road Association, June 2000.

Fig 3.9 shows the design of an earth dyke/ ditch in the pilot project site at Alagumale in Matale. This is combination of earth dyke and ditch and the height is more than 2m. If the design condition is almost the same as this pilot site, this cross section is applicable for most of the rock fall prone areas with enough land for the measures.

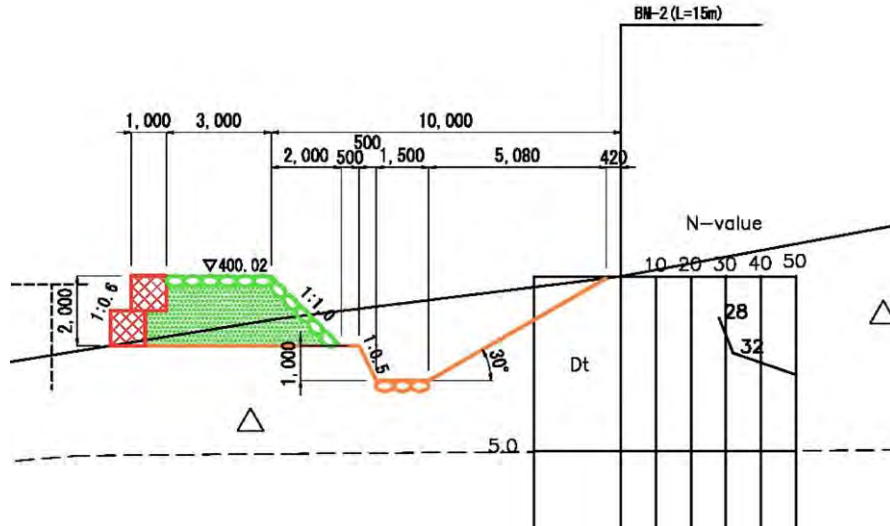


Figure 3.9 Cross section of earth dyke / ditch in the pilot area in Matale

Source: JICA Consultant Team

CHAPTER4 SUPERVISION CONSIDERATION OF TYPICAL COUNTERMEASURES

1. Construction Supervision Standard

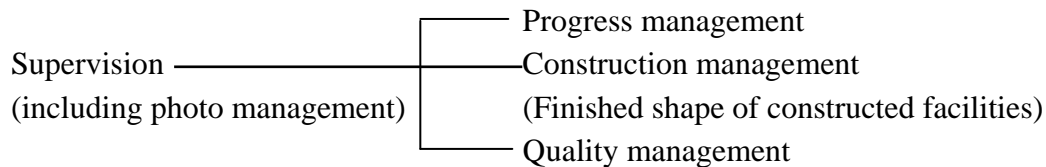
(1) Purpose

The purpose of this construction supervision standard is to keep the period of works, finished shape of constructed facilities and quality management stipulated in the contract document regarding countermeasure works against sediment disasters such as the surface drainage ditch, horizontal drainage drilling and earthwork.

(2) Scope

This standard shall apply to countermeasure works against sediment disasters such as the surface drainage ditch, horizontal drilling and earthwork. However, temporary works without designation in contract documents shall not be included. In addition, if it would be impossible to follow the standard due to types, size and construction conditions of countermeasure works, or countermeasures where the standard and value of the standard are not defined, contractors shall discuss with the Engineer and conduct supervision.

(3) Structure



(4) Management items and methods

a) Progress management

The Contractor shall control the construction schedule adequately according to types of countermeasures. However, regarding construction works impossible to follow the original construction plan such as emergency countermeasures and maintenance, the Contractor shall discuss with the Engineer and conduct progress management adequately. The Contractor shall manage the progress with a daily report, weekly report and monthly progress report and share them with the Engineer and the Employer. A monthly progress meeting should be held each month and the Contractor shall explain the progress of the works and issues and solutions should be discussed with the Engineer and the Employer.

b) Construction management (finished shape of constructed facilities)

The Contractor shall measure the finished shape of constructed facilities in accordance with measurement items and management standard stipulated in the "Construction management standard". The Contractor shall prepare measurement sheets with a

comparison of the design value and measurement value and submit the measurement sheets with the monthly progress report.

c) Quality management

The Contractor shall manage quality by test items, test methods and test standards in accordance with the quality management standard stipulated in the standards in Sri Lanka and contract documents.

d) Value of standards

The Contractor shall satisfy all of the value of standards in accordance with the construction management standards and the quality management standards.

e) Photo management

The Contractor shall take photos of each construction stage, parts impossible to check after completion of construction, measurements, quality management condition and accidents that occurred during the period of works, etc. in accordance with contract documents and manage them properly. If the Engineer requests submission of the photos, the Contractor shall submit immediately and submit photos with the completion report as well.

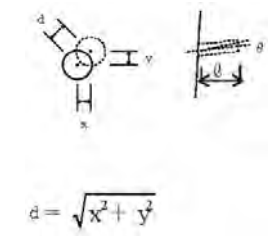
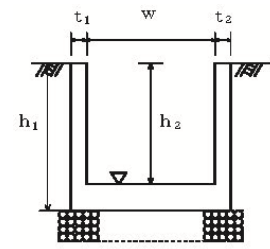
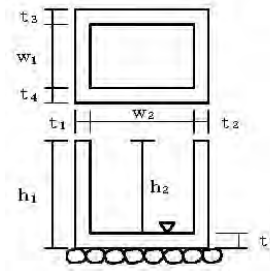
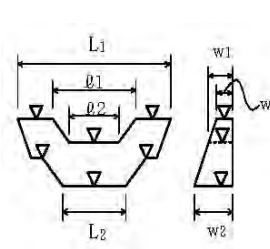
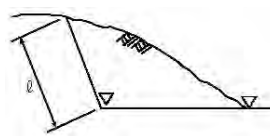
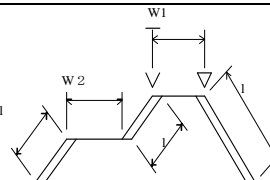
f) Safety management

JICA issued “The Guidance for the Management of Safety for Construction Works in Japanese ODA Projects, hereinafter called “The safety guidance” in September 2014. In the pilot projects the safety guidance was applied and the Contractors prepared and submitted “The Safety Management Plan” according to the safety guidance. Safety management is one of the most important issues in construction works, therefore the Contractor shall submit the safety management plan and obtain approval from the Engineer. A daily safety management meeting should be held every morning before commencement of daily works.

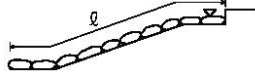
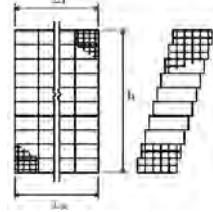
2. Construction Management Standard (finished shape of constructed facilities)

The Contractor shall comply with the construction management standard below. If it would be impossible to follow the standard due to types, size and construction conditions of countermeasure works, or countermeasures where the standards and value of the standards are not defined, contractors shall discuss with the Engineer and conduct supervision. The Contractor shall submit measurement sheets required by the Engineer and submit them with the monthly progress report. A sample of the measurement sheets is attached in Appendix 3.

Table 4.1 Construction Management Standard (Draft)

Item	Details	Tolerance (Unit: mm)	Inspection Standard	Inspection Point	Method of Management	
Horizontal Drainage Drilling	Length of drilling : ℓ	More than design value	All drillings shall be measured. Horizontal angle of drilling shall be measured from the base line.	 $d = \sqrt{x^2 + y^2}$	The list of measured value shall be made.	
	Tolerance of placement : d	Less than 100mm				
	Angle of drilling : θ	$\pm 2.5^\circ$				
Surface Drainage Ditch	Reference height : ∇	± 30	One point in every 20m. In case total length is less than 20m, two points in every construction section.		The list of measured value shall be made.	
	Thickness : t1, t2	-20				
	Width : w	-20				
	Height : h1, h2	-30				
	Total length : L	-200				Every construction section.
Water Collecting Pit	Reference height : ∇	± 30	Every pit		The list of measured value shall be made.	
	Thickness : t1 - t5	-20				
	Width : w1, w2	-20				
	Height : h1, h2	-30				
Small Dam	Reference height : ∇	± 30	At the points shown in the figure.		The list of measured value shall be made.	
	Width of dam: Top end : w1, w3 Bottom : w2	-30				
	Width of waterway : ℓ_1, ℓ_2	± 50				
	Length of dam : L1, L2	-100				
Excavation	Reference height : ∇	± 50	One point in every 10m. In case total length is less than 10m, two points in every construction section. Reference height shall be measured at the both ends of the excavation area.		The list of measured value shall be made.	
	Length of slope : ℓ	$\ell < 5m$				-200
		$\ell \geq 5m$				Length of slope -4%
Embankment	Reference height : ∇	-50	One point in every 10m. In case total length is less than 10m, two points in every construction section. Reference height shall be measured at each top of		The list of measured value shall be made.	
	Length of slope : ℓ	$\ell < 5m$				-100
		$\ell \geq 5m$				Length of slope -2%

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

Item	Details	Tolerance (Unit: mm)	Inspection Standard	Inspection Point	Method of Management
	Width: w1, w2	-100	slope.		
Stone pitching	Reference height : ∇	± 100	One point in every 10m. In case total length is less than 10m, two points in every construction section. Design thickness of stone pitching is 400mm. Boulder size is from 400 to 600mm.		The list of measured value shall be made.
	Length of slope : ℓ	-200			
	Total length : L	-200			
	Size of boulder	400-600 ± 100			
Gabion	Height : h	-100	One point in every 10m. In case total length is less than 10m, two places in every construction section.		The list of measured value shall be made.
	Total length : L1, L2	-200			

Source: Modified from SUPERVISION STANDARD FOR CIVIL WORKS (DRAFT), Published by Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism, March 2016.

3. Earthwork (Cutting Work and Filling Work)

(1) Purpose

Cutting work (excavation) and filling work (embankment) are simple countermeasures against sediment disasters. Especially for landslides, they could be effective and inexpensive countermeasures. On the other hand, an inadequate plan of earthwork could cause other new landslides in landslide prone areas. Therefore adequate plan and management of earthwork should be required for construction work. The purpose of appropriate management of earthwork is to avoid new landslides occurring or sediment disasters in landslide prone areas.

(2) Supervision Consideration

a) Selection of cutting work / excavation method

Cutting work/ excavation method should be selected carefully considering an efficient and economic method in accordance with the schedule of work. If necessary, test excavation should be conducted before the selection of cutting work/ excavation method.

b) Observation during cutting work/ excavation and change of design

During cutting work/ excavation, care should be taken about change of geology. If an unexpected fault fracture zone, dyke and discontinuity layer (joint, bedding, schistosity and fault) are found, cutting work/ excavation should be paused. The actual condition should be compared with the original design, if necessary the design should be changed according to the actual geological condition, at the same time the actual geological condition should be compiled and organized in order to refer to the condition during the maintenance period. Slopes with a retaining wall planned should be steeper than the standard gradient, it could

possibly collapse during or after cutting work/ excavation. In this case, especially during cutting work/ excavation, safety management should be carefully carried out.

If cutting/ excavation depth is much deeper than the groundwater table, sometimes groundwater could become a cause of collapse. The cutting/ excavation level should be divided into several stages and groundwater drainage works should be installed.

Cutting work/ excavation of natural slope sometimes could make stability of the slope decrease, therefore during cutting work/ excavation, observation and monitoring of the slope should be necessary.

c) Protection of slope during cutting work/ excavation

During cutting work/ excavation, erosion by rain, collapse and rock fall could occur. Therefore temporarily drainage work by plastic sheet and sand bags, slope protection by plastic sheets or shotcreting and rock fall prevention work by a steel wire net or fence should be installed.

Especially, if the cutting slope might become unstable, cutting/ excavation should be carried out from the top of the slope and the cutting level should be divided into several stages. In this case, cutting/ excavation should never be carried out from the bottom of the slope (see Fig. 4.1). Also, if the slope might become unstable, cutting/ excavation should never be carried out at the same time. For example, if the length of excavation is 50m, each 5m length should be excavated. The length of excavation each time should depend on the slope condition, therefore the Contractor shall discuss this with the Engineer (see Fig. 4.2).

As mentioned in Chapter3, 2.1, in potential landslide area, if the length of the cutting slope is more than 3m or height of cutting slope is more than 2m, the Contractor shall submit proposal of countermeasure works to the Engineer and approval from the Engineer should be required, even if the cutting is for temporary work such as an access road and cutting for horizontal drainage drilling point, etc.



Figure 4.1 Cutting from the top of the slope

Source: <http://www.alpha-sgk.co.jp/service.html>

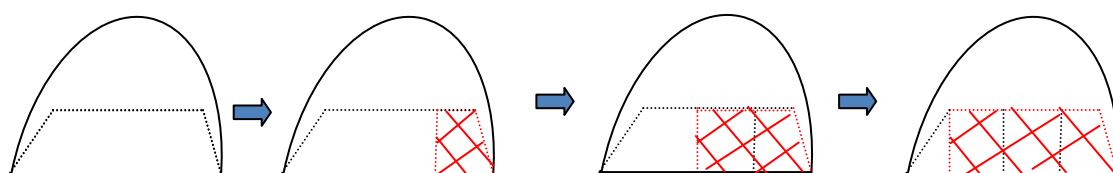


Figure 4.2 Cutting step by step (Source: JICA Consultant Team)

During the construction period of the pilot project, small landslides occurred at drilling points No.1 and 4 due to cutting/ excavation for installation of horizontal drilling platforms in Badulusirigama, Badulla. Finally, reshaping and additional gabion works were conducted for stabilization of the slopes and regarding No.4, even the location of the drilling point was changed.



Cracks at the shoulder of the slope caused by cutting work (Point No.4)



Whole picture of the small landslide (Point No.4)



Small landslide behind the gabion wall caused by cutting work (Point No.1)



Embankment at the middle of the slope (Point No.1)

Photo 4.1 Small landslide caused by cutting work

Source: JICA Consultant Team

d) Filling work/ embankment

The location of filling work/ embankment should be selected carefully and a geological survey should be necessary for foundation of the filling work/ embankment. Compaction should be carried out in accordance with standards in Sri Lanka and contract documents. If filling work/ embankment is installed in a potential landslide area, the location of the filling work/ embankment should be carefully selected in order to avoid causing another new landslide (see Fig. 4.3).

If filling work/ embankment is planned in potential landslide areas, the Contractor shall submit a proposal for countermeasure works and approval

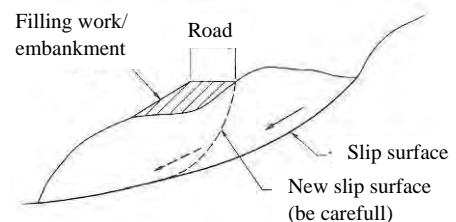


Figure 4.3 Filling work/ embankment in potential landslide area

Source: Highway Earthwork Series, MANUAL FOR SLOPE PROTECTION, Published by Japan Road Association, June 2009.

from the Engineer should be required.

4. Surface Drainage Ditch

(1) Purpose

A surface drainage ditch is a quite simple countermeasure but at the same time a quite important measure for sediment disasters because most of the sediment disasters are caused by heavy rain in Sri Lanka. To follow the contract documents such as design and technical specifications of a surface drainage ditch is quite important in order to maintain the function of the surface drainage ditch.

(2) Supervision consideration

a) Concrete grade

The concrete grade of the surface drainage ditch should be more than 25 grade. Otherwise, honeycombs could appear on the surface of the ditch. (see Photo 4.2) The main cause was the concrete grade and insufficient compaction with vibrator might be a cause of the honeycombs. Therefore more than a concrete grade 25 should be used for the surface drainage ditch in order to avoid such honeycombs. Also distribution of reinforce steel bars should follow the original design in order to keep the quality stipulated in the standard in Sri Lanka and the contract document (see Photo 4.3) .



Photo 4.2 Honeycombs of surface drainage ditch (already corrected)



Photo 4.3 Spacing of steel bars do not follow the design (already corrected)

Source: JICA Consultant Team

b) Alignment of surface drainage ditch

If there are too many changes of gradient of slope or sudden change of stream direction,

sometimes it could be difficult to follow the original design. Topographic surveys should be conducted before the construction works along the planned surface drainage ditch line and usually a cross section should be surveyed almost every 20m along the ditch line in the shop drawings. Therefore sometimes it could be difficult to follow the original drawings because the topographic survey cannot cover all of the cross sections along the ditch line. If there are so many changes of gradient of slope or sudden change of direction of stream, the Contractor shall submit a proposal of proper ditch works and an approval from the Engineer should be required. If necessary, additional cross sections should be surveyed depending on the topography along the planned ditch line in the shop drawings. (see Photo 4.4) After the discussion, these sudden curves were corrected in the pilot project. However, some parts have not been corrected completely, and sometimes water overflows at the steep slope and sudden curves. To construct such a steep slope and sudden curve should be avoided in order to avoid overflow at the sudden curve points. (see Photo 4.5) Sometimes land use was a problem to construct ditches as the original design land owners don't allow their land to be used for ditches. In this case, before the construction works, sufficient explanation and discussion should be conducted with land owners to obtain the land owner's agreement.



Photo 4.4 Sudden curves of ditch (already corrected)



Photo 4.5 Sudden curves of ditch

Source: JICA Consultant Team

c) Design of surface drainage ditch

As mentioned in Chapter 3, 2.3, the water flow rate should be calculated and adequate size

of the surface drainage ditch should be selected. The water flow rate should be changed at confluences of ditches, therefore the size of the ditches should be changed before and after the confluences of ditches. At the same time, a water collecting pit (catch pit) should be installed at the confluences of ditches. The main functions of the water collecting pit are connection of ditches, deposit of soil, preventing hydraulic jump and a function of the drop structure. Catch pits should be installed at the confluences of ditches, curving parts of ditches and slope change points.

d) Change in topography

This is almost the same issue as cutting and filling work. In principle, a drastic change of topography is not preferable inside potential landslide areas considering stability of potential landslide, landscape and so on. In the pilot projects, fortunately no landslides occurred caused by cutting and filling for surface drainage ditches. However, as mentioned in Chapter 3, 2.3, if the length of the cutting slope is more than 3m or the height of the cutting slope is more than 2m, the Contractor shall submit a proposal of countermeasure works to the Engineer and approval from the Engineer should be required. Moreover, too much cutting and filling has caused erosion and sedimentation in the pilot project site. Especially, in the lower slope of the site, some ditches and pits have been filled by soil due to random cuttings. If these kinds of large cuttings should be necessary, an approval by the Engineer should be required.



Photo 4.6 Pond before the construction (left) During the construction (right)



Photo 4.6 After the construction Pits are filled by soils

Source: JICA Consultant Team

5. Horizontal Drainage Drilling

(1) Purpose

Horizontal drainage drilling is also quite an important countermeasure work for landslide/ sediment disaster because the main cause of the landslide is heavy rainfall in Sri Lanka, and due to heavy rain, the groundwater level becomes higher and the landslide becomes unstable. The purpose of the horizontal drainage drilling is to collect the groundwater and drain the groundwater outside of the landslide potential area.

(2) Supervision consideration

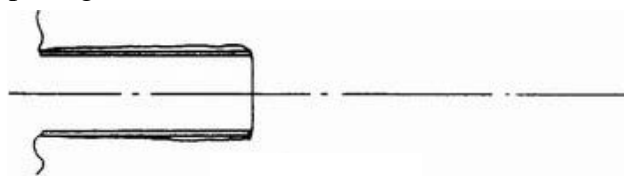
a) Casing pipes

To use casing pipes is quite important when horizontal drainage drilling is conducted in potential landslide areas. Usually in potential landslide areas, the geology mainly consists of debris generated by movement of the landslide. Therefore the geology should be a mixture of soft soil and hard or soft rocks. It is difficult to conduct horizontal drilling in debris generated by landslide movement because the geology is too soft and quite easy to collapse inside the drilling hole. After the completion of drilling, PVC pipes should be installed in the drilling hole. When PVC pipes are installed in the drilling hole, the drilling hole should be reinforced, therefore casings should be used to keep the drilling hole stable during the drilling and after the drilling in order to install PVC pipes in the drilling hole.

A typical example of horizontal drainage drilling is shown below.

i) Drilling

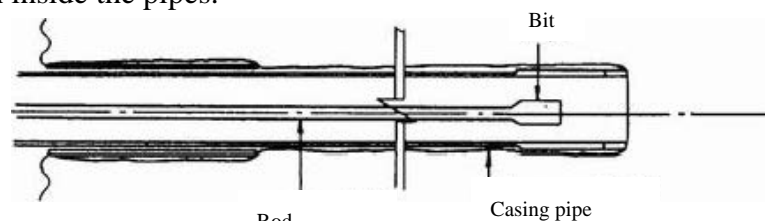
After drilling 5-7m from the opening of the hole, the hole opening pipe should be inserted in order to keep the opening of the hole.



Drilling at the opening of the hole

ii) Drilling and cleaning

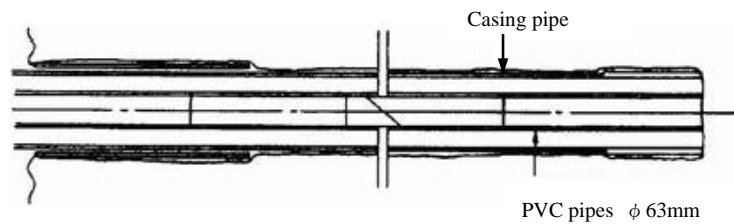
Drill inside the opening pipe and install casing pipes. If soil is inside the casing pipes, wash and clean inside the pipes.



Drilling and cleaning

iii) Installation of PVC pipes into the drilling hole

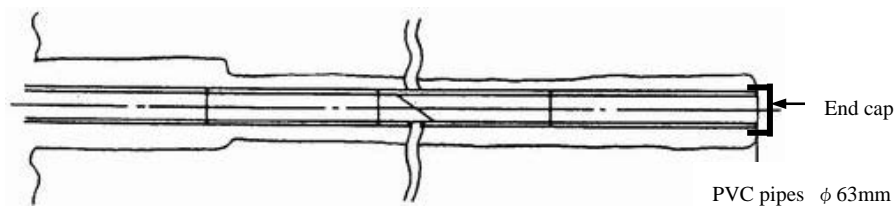
After the completion of the drilling, install PVC pipes into the drilling hole. If the diameter of the drilling is 100mm, do not use PVC pipes with a 90mm diameter. It should be difficult to install 90 mm diameter PVC pipes because the difference of diameter between the drilling hole and PVC pipes is quite small. It is better to use 63mm diameter PVC pipes.



Installation of PVC pipes

iv) Completion

After the installation of the PVC pipes, remove the casing pipes. An end cap should be installed to avoid soil flowing into the PVC pipes.



Completion of horizontal drainage drilling

Source: http://www.jasdim.or.jp/gijutsu/jisuberi_joho/taisaku/yokob/model.html

b) Geotextile wrapped on PVC pipes

Wrapping of the geotextile in the PVC pipe is important. Sometimes the geotextile becomes unstuck because of improper wrapping. After that soil flows into the PVC pipes, and the PVC pipes might be blocked. Actually, after the change of wrapping from left to right (see Photo 4.7), PVC pipes were not blocked in the pilot project.



**Photo 4.7 Wrapping of geotextile to PVC pipes
(left: improper wrapping, right: proper wrapping)**

Source: JICA Consultant Team

c) Drilling machine

Selection of the drilling machine is quite important because the drilling machine is bigger, sometimes the volume of the slope cutting becomes bigger to set the drilling machine at the drilling location. It is very important to avoid cutting too much to set the drilling machine in order to keep stability of the slope. Already mentioned in Chapter 3, 3.3, a huge volume of cuttings and fillings in potential landslide areas makes the slope unstable. Therefore it is recommendable to use a drilling machine to drill horizontal holes as small as possible. Of course the selection of the drilling machine depends on specifications such as length, diameter of drilling, geological conditions and so on. The Contractor shall submit a construction plan including temporary works of setting the drilling machine and a temporary access road to mobilize the machine, and obtain approval from the Engineer before the construction works. Examples of drilling machines are shown below. Crawler type drilling machines require a temporary access road and a bigger space for setting the machine. Therefore the crawler type is not recommended at steep slopes or inside landslide potential areas.



Photo 4.8 Rotary drilling machines: Small type drilling machine (left), horizontal drilling machine (right)



Photo 4.9 Rotary percussion drilling machines: Crawler type (left), skid type (right)

Source: http://www.jasdim.or.jp/gijutsu/jisuberi_joho/taisaku/yokob/model.html

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

During the project, cracks appeared at a house around the drilling site in Udamadura, Nuwara Eliya. The relationship was not clear between the drilling works and the cracks because the distance between the end of the drilling hole and the house was around 20m and the difference of elevation was around 15m. In Japan, we have no similar phenomena therefore it was an unbelievable phenomenon because the distance and the elevation were too large to be. If the distance was much closer, it might happen. The cause was supposed that the vibration of the rotary percussion drilling machine might affect the appearance of the cracks. Therefore, after the appearance of the cracks, the drilling machine was changed from a rotary percussion type to a rotary type. Finally, after the change of the drilling machine, no more cracks appeared and the existing cracks weren't extended.

Although the cause of the appearance of the cracks was not clear, at least a rotary percussion type drilling machine could affect the appearance of the cracks. Thus if similar phenomena occur, the solution might be to change the type of drilling machine.



Photo 4.10 Cracks appeared on the wall of the house

CHAPTER5 MONITORING/ MAINTENANCE

1. General

Countermeasure works against landslide/ sediment disaster are planned considering the size of collapse or landslides, mechanism and objects to be preserved from disasters and so on. The countermeasures should be planned as a factor of safety for a long period. Countermeasure works installed at steep slopes or landslide areas are often exposed to severe conditions. Therefore deterioration of materials and damages are often observed and functions expected are sometimes lost or decreased. Once countermeasure works have been completed, countermeasure works have been deemed as completed facilities. However, countermeasure works should be monitored and their functions kept for slope stability.

Monitoring/ maintenance are classified into four (4) categories shown in Table 5.1

Table 5.1 Type of monitoring/ maintenance

Type of monitoring/ maintenance	Purpose	Contents	Frequency
Initial monitoring	Just after the completion of facilities, initial condition should be recorded.	✓ Compare with monitoring results as a basis.	One time
Routine monitoring/ maintenance	Check the actual condition of facilities in the routine monitoring/ maintenance.	✓ Check actual condition of the facilities. ✓ It is difficult to judge the deterioration of function of facilities except obvious damages.	two (2) – six (6) times in a year approximately
Periodic monitoring/ maintenance	Check the actual condition of facilities periodically.	✓ Compare with initial monitoring or previous periodic monitoring results.	Once in three (3) – five (5) years approximately.
Urgent monitoring/ maintenance	After heavy rain, check the actual condition of the facilities.	✓ When unexpected external force might cause damages to the facilities, mainly damages of facilities should be checked.	Timely basis.

Source: OPERATION GUIDE FOR MAINTENANCE OF SLOPE DISASTER MITIGATION WORKS, Published by Japan Association for Slope Disaster Management, December 2016

2. Surface Drainage Ditch

Deterioration in functioning of the surface drainage ditch is caused by alteration or corrosion of materials by aging such as sunshine, rainfall and so on, deformation by gaps in the joints, deformation or damage by landslide movement and earth pressure or blockage by collapse or soil flowing into the ditch or plants, and erosion along the ditch by overflow or leaking.

Especially ditches installed at scarp or cracks of landslides tend to generate gaps in the

joints, it should be important to check areas that tend to cause phenomena such as landslide movements.

Examples of deterioration of a surface drainage ditch are shown in Fig. 5.1.

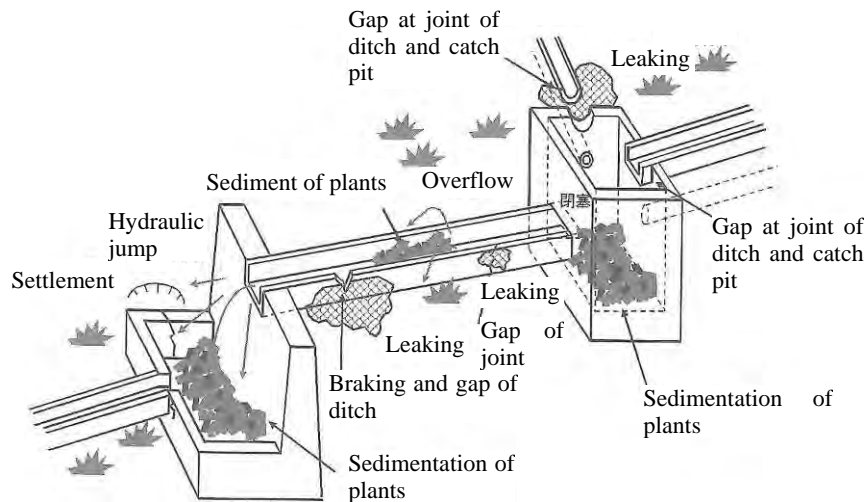


Figure 5.1 Damages along surface drainage ditch

Source: OPERATION GUIDE FOR MAINTENANCE OF SLOPE DISASTER MITIGATION WORKS, Published by Japan Association for Slope Disaster Management, December 2016

3. Horizontal Drainage Drilling

Blockage by bacteria, algae and soils included in groundwater and penetration by roots of plants tend to occur. Deterioration of PVC pipes by water quality and damage such as cracks and gaps are sometimes found. Examples of deterioration of horizontal drainage are shown in Fig. 5.2.

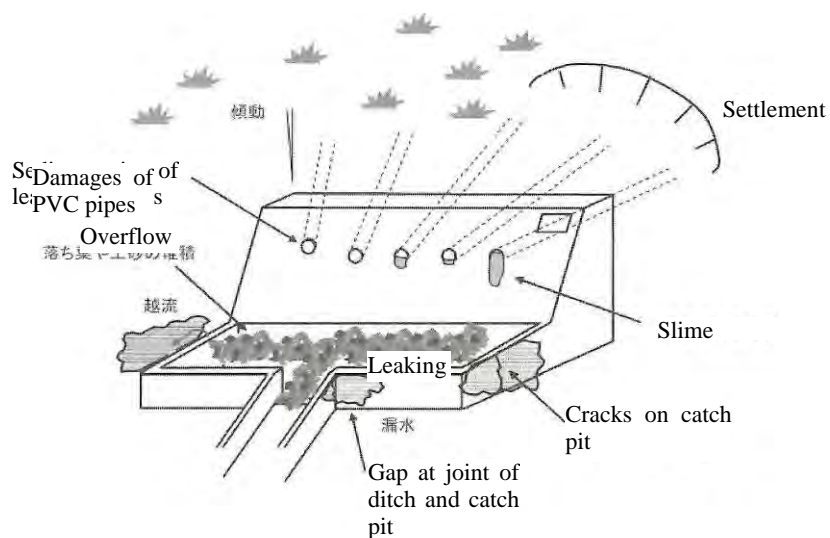


Figure 5.2 Damages at horizontal drainage drilling

Source: OPERATION GUIDE FOR MAINTENANCE OF SLOPE DISASTER MITIGATION WORKS, Published by Japan Association for Slope Disaster Management, December 2016

APPENDIX

Appendix 1	References
Appendix 2	Construction Management Standard
Appendix 3	Measurement Sheet (Sample)
Appendix 4	Monitoring Sheet

Appendix 1

References

No.1 DESIGN GUIDE – EARTHWORKS, Published by Japan Highway Public Corporation, May 1998.

No.2 Highway Earthwork Series, MANUAL FOR SLOPE PROTECTION, Published by Japan Road Association, June 2009.

No.3 MANUAL FOR COUNTERMEASURE WORKS AGAINST SLOPE FAILURE, Japan Sabo Association, July 1996

No.4 MANUAL FOR COUNTERMEASURES AGAINST ROCK FALL, Published by Japan Road Association, June 2000.

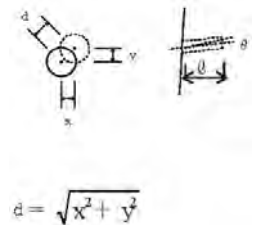
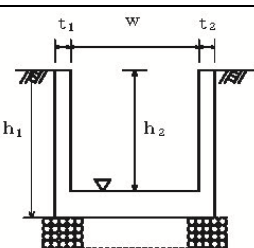
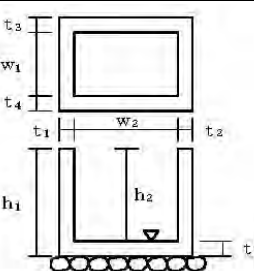
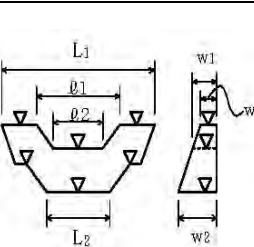
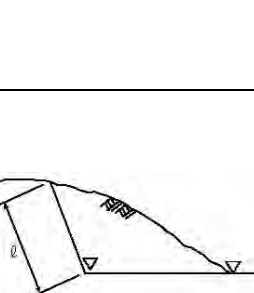
No.5 Highway Earthwork Series, MANUAL FOR DRAINAGE WORKS, Published by Japan Road Association, June 1987

No.6 SUPERVISION STANDARD FOR CIVIL WORKS (DRAFT), Published by Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism, March 2016.

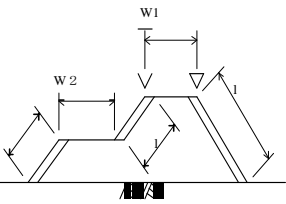
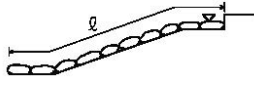
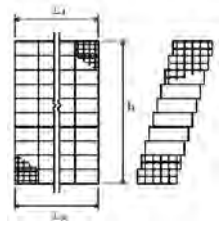
No.7 OPERATION GUIDE FOR MAINTENANCE OF SLOPE DISASTER MITIGATION WORKS, Published by Japan Association for Slope Disaster Management, December 2016

Appendix 2

Construction Management Standard (Draft)

Item	Details	Tolerance (Unit: mm)	Inspection Standard	Inspection Point	Method of Management	
Horizontal Drainage Drilling	Length of drilling : ℓ	More than design value	All drillings shall be measured. Horizontal angle of drilling shall be measured from the base line.	 $d = \sqrt{x^2 + y^2}$	The list of measured value shall be made.	
	Tolerance of placement : d	Less than 100mm				
	Angle of drilling : θ	$\pm 2.5^\circ$				
Surface Drainage Ditch	Reference height : ∇	± 30	One point in every 20m. In case total length is less than 20m, two points in every construction section.		The list of measured value shall be made.	
	Thickness : t1, t2	-20				
	Width : w	-20				
	Height : h1, h2	-30				
	Total length : L	-200	Every construction section.			
Water Collecting Pit	Reference height : ∇	± 30	Every pit		The list of measured value shall be made.	
	Thickness : t1 - t5	-20				
	Width : w1, w2	-20				
	Height : h1, h2	-30				
Small Dam	Reference height : ∇	± 30	At the points shown in the figure.		The list of measured value shall be made.	
	Width of dam: Top end : w1, w3 Bottom : w2	-30				
	Width of waterway : ℓ_1, ℓ_2	± 50				
	Length of dam : L1, L2	-100				
Excavation	Reference height : ∇	± 50	One point in every 10m. In case total length is less than 10m, two points in every construction section. Reference height shall be measured at the both ends of the excavation area.		The list of measured value shall be made.	
	Length of slope : ℓ	$\ell < 5m$				-200
		$\ell \geq 5m$				Length of slope -4%

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

Item	Details	Tolerance (Unit: mm)	Inspection Standard	Inspection Point	Method of Management
Embankment	Reference height : ∇	-50	One point in every 10m. In case total length is less than 10m, two points in every construction section. Reference height shall be measured at each top of slope.		The list of measured value shall be made.
	Length of slope : l	$l < 5m$: -100 $l \geq 5m$: Length of slope -2%			
	Width: $w1, w2$	-100			
Stone pitching	Reference height : ∇	± 100	One point in every 10m. In case total length is less than 10m, two points in every construction section. Design thickness of stone pitching is 400mm. Boulder size is from 400 to 600mm.		The list of measured value shall be made.
	Length of slope : l	-200			
	Total length : L	-200			
	Size of boulder	400-600 ± 100			
Gabion	Height : h	-100	One point in every 10m. In case total length is less than 10m, two places in every construction section.		The list of measured value shall be made.
	Total length : $L1, L2$	-200			

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

Appendix 3

Sample of Measurement Sheet (Draft)

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

Horizontal Drainage Drilling No.1										Date :		Time:				
Length	Item	Design Length (mm)	Tolerance (mm)	Measured Length (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Designed Placement (mm)	Measured Placement (mm)	Tolerance (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Design Angle (degree)	Tolerance (degree)	Measured Angle (degree)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)
1	1	45.000										5				
2	2	45.000										5				
3	3	45.000										5				
4	4	45.000										5				
5	5	45.000	More than Design Length						± 100			5	± 2.5			
6	6	45.000										5				
7	7	45.000										5				
8	8	45.000										5				
9																
10																
	Total	360.000														

Surface Drainage Ditch										Date :			Time :					
Width : w					Type A					Width : w			Type B					
Inspection Point	Design width (mm)	Tolerance (mm)	Measured width (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Inspection Point	Design width (mm)	Tolerance (mm)	Measured width (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Inspection Point	Design width (mm)	Tolerance (mm)	Measured width (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	
1	1,438	-20				1	1,158	-20				1	1,158					
2	1,438					2	1,158						2	1,158				
3	1,438					3	1,158						3	1,158				
4	1,438					4	1,158						4	1,158				
5	1,438					5	1,158						5	1,158				
6	1,438					6	1,158						6	1,158				
7	1,438					7	1,158						7	1,158				
8	1,438					8	1,158						8	1,158				
9	1,438					9	1,158						9	1,158				
10	1,438					10	1,158						10	1,158				

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

Water Collecting Pit: Mix proportion of concrete				Date:				Time:				Water Collecting Pit Reference height							
Inspection Point	Reference height (mm)	Tolerance (mm)	Measured weight of cement(m m)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Measured weight of sand (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Measured weight of aggregate (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Pit	Reference height (mm)	Tolerance (mm)	Measured height (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)		
1	A	±30										1	A	±30					
2	B											2	B						
3	C												3		C				
4	D												4		D				
5	E												5		E				
6	F												6		F				
7	G												7		G				
8	H												8		H				
9	I												9		I				
10	J												10		J				

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

Stone Pitching Thickness: 400mm Size of boulder : 400mm to 600mm										Date :		Time :					
Reference height										Total length : L		Tolerance (mm)		Measured total length L (mm)			
Inspection Point	Reference height (mm)	Tolerance (mm)	Measured height (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Inspection Point	Design slope length (mm)	Tolerance (mm)	Measured slope length (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Inspection Point	Design total length L (mm)	Tolerance (mm)	Measured total length L (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)
1	A					1	A					1	A				
2	B					2	B					2	B				
3	C					3	C					3	C				
4	D					4	D					4	D				
5	E					5	E					5	E				
6	F	±100				6	F	-200				6	F	-200			
7	G					7	G					7	G				
8	H					8	H					8	H				
9	I					9	I					9	I				
10	J					10	J					10	J				
										Slope length : I		Slope length -2%					

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

Gabion		Date :		Time :		Time :										
Height : h	Inspection Point	Design height h (mm)	Tolerance (mm)	Measured height h (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Inspection Point	Design total length L1, L2 (mm)	Tolerance (mm)	Measured total length L1 (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	Measured total length L2 (mm)	Check (The Engineer)	Check (The Contractor)	
1	A	2,000	-100				1	A	102,170	-200						
2	B			2	B											
3	C			3	C											
4	D			4	D											
5	E			5	E											
6	F			6	F											
7	G			7	G											
8	H			8	H											
9	I			9	I											
10	J			10	J											
Slope length -2%																

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

Appendix 4

Monitoring Sheet (Draft)

Monitoring Sheet
Badulusirigama

Date: _____

Affiliation: _____ Name: _____

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)

Facility	Location No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Damage level	Comment, countermeasure, etc.
Surface drainage ditch	1			
	2			
	3			
	4			
Water collecting pit	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
Horizontal drilling	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
Ground condition around ditch	1			
	2			
	3			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Evaluation standard for damage level of facilities

Damage level		Description
Damage Deformation /Alteration Corrosion /Blockage	a (IV)	There are no damage/ alteration/ blockage and so on (hereinafter referred to as damage) of facility itself. Or there are slight damages observed, however there are no decreases of functional status by the damage. Therefore no countermeasure is required.
	b (III)	There are some damages such as cracks or rusting observed however there are no decreases of functional status by the damage. At the moment there are no necessity for countermeasures, however continuous monitoring is required by periodic inspection in order to clarify causes of damages or to observe expansion of the cracks.
	c (I, II)	There are extremely damages of facility itself. There are obvious decreases of functional status by the damage, or stability of member and decreases of strength are concerned.

Monitoring Sheet
Surface Drainage Ditch

Date: _____

Affiliation: _____ Name: _____

Site: Uva Province Completed year: 2017	Badulla District Location:	Badulusirigama (shown in the map)
--	-------------------------------	--------------------------------------

Facility	Phenomena (Check item)		No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No.	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding				
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment				
Side of ditch	Damage Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence				
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Crack				
Base concrete	Deformation	1. Gap 2. Uneven settlement				
	Sediment outflow	1. Scouring 2. Subsidence				
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage				
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color				
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment				
Ground condition around ditch	Damage Deformation	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Horizontal Drainage Drilling

Date: _____

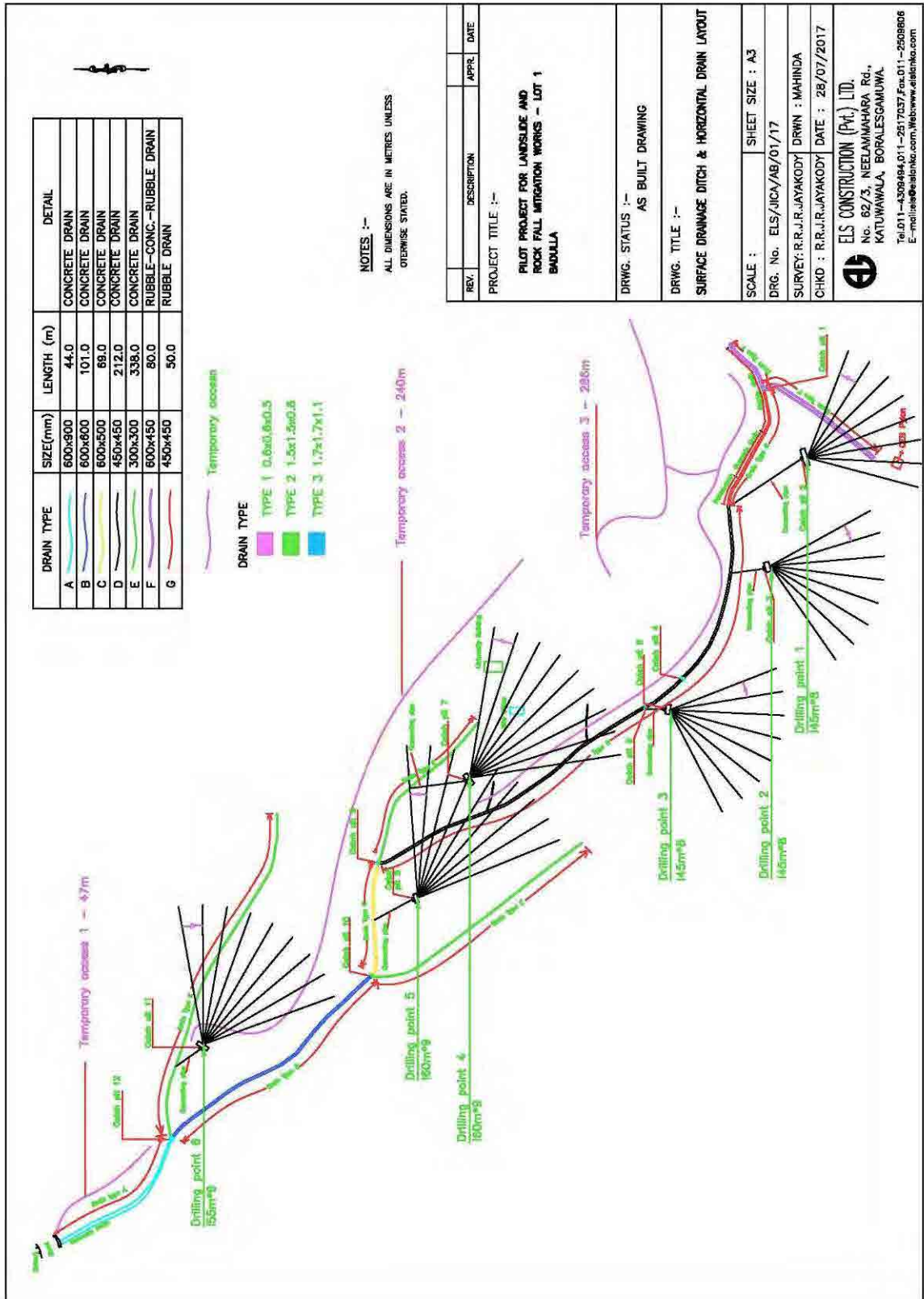
Affiliation: _____ Name: _____

Site: Uva Province	Badulla District	Badulusirigama
Completed year: 2017	Location: Drilling Point	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No.	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No.	Damage level
PVC pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4.			
	Deformation	Bending			
	Alteration	1. Surface deterioration 2. Rusting 3.			
Connecting pipe	Corrosion	Perforation 4. Change color			
	Blockage	1. Blockage 2. Clogging			
	Damage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4.			
	Deformation	Bending			
Gabion wall	Alteration	1. Surface deterioration 2. Rusting 3.			
	Corrosion	Perforation 4. Change color			
	Damage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring			
	Deformation				
Water collecting pit	Alteration	1. Rusting 2. Change color			
	Damage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage			
	Deformation				
	Alteration	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
Drainage pipe connecting to ditch	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment			
	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4.			
	Deformation	Bending			
Ground condition around drilling point	Alteration	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
	Damage	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil			
	Deformation				

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		



Monitoring Sheet

Photo

Date: _____

Affiliation: TCLMP Name: _____ o _____

Date: _____

Affiliation: _____ Name: _____

Site: Uva Province Completed year: 2017	Badulla District Location:	Badulusirigama (shown in the map)
--	-------------------------------	--------------------------------------

Photo 1:	Photo 2:
Photo 3: h	Photo 4:
Photo 5:	Photo 6:

Monitoring Sheet
Udamadura

Date: _____

Affiliation: _____ Name: _____

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)

Facility	Location No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Damage level	Comment, countermeasure, etc.
Surface drainage ditch	1			
	2			
	3			
	4			
Water collecting pit	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Horizontal drilling	1			
Ground condition around ditch	1			
	2			
	3			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Evaluation standard for damage level of facilities

Damage level	Description	
Damage Deformation /Alteration Corrosion /Blockage	a (IV)	There are no damage/ alteration/ blockage and so on (hereinafter referred to as damage) of facility itself. Or there are slight damages observed, however there are no decreases of functional status by the damage. Therefore no countermeasure is required.
	b (III)	There are some damages such as cracks or rusting observed however there are no decreases of functional status by the damage. At the moment there are no necessity for countermeasures, however continuous monitoring is required by periodic inspection in order to clarify causes of damages or to observe expansion of the cracks.
	c (I, II)	There are extremely damages of facility itself. There are obvious decreases of functional status by the damage, or stability of member and decreases of strength are concerned.

Monitoring Sheet
Surface Drainage Ditch

Date: _____

Affiliation: _____ Name: _____

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)

Facility	Phenomena (Check item)	No.	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No.	Damage level
Surface drainage ditch	Damage Deformation		1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage 9. Overflow/ ponding		
	Alteration Corrosion		1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color		
	Blockage		1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment		
Side of ditch	Damage Deformation		1. Gap 2. Uneven settlement		
	Sediment outflow		1. Scouring 2. Subsidence		
	Alteration Corrosion		1. Surface deterioration 2. Crack		
Base concrete	Deformation		1. Gap 2. Uneven settlement		
	Sediment outflow		1. Scouring 2. Subsidence		
Water collecting pit	Damage Deformation		1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage		
	Alteration Corrosion		1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color		
	Blockage		1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment		
Ground condition around ditch	Damage Deformation		1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil		

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Monitoring Sheet
Horizontal Drainage Drilling

Date: _____

Affiliation: _____ Name: _____

Site: Central Province Completed year: 2017	Nuwara Eliya District Location: Drilling Point	Udamadura (shown in the map)
--	---	---------------------------------

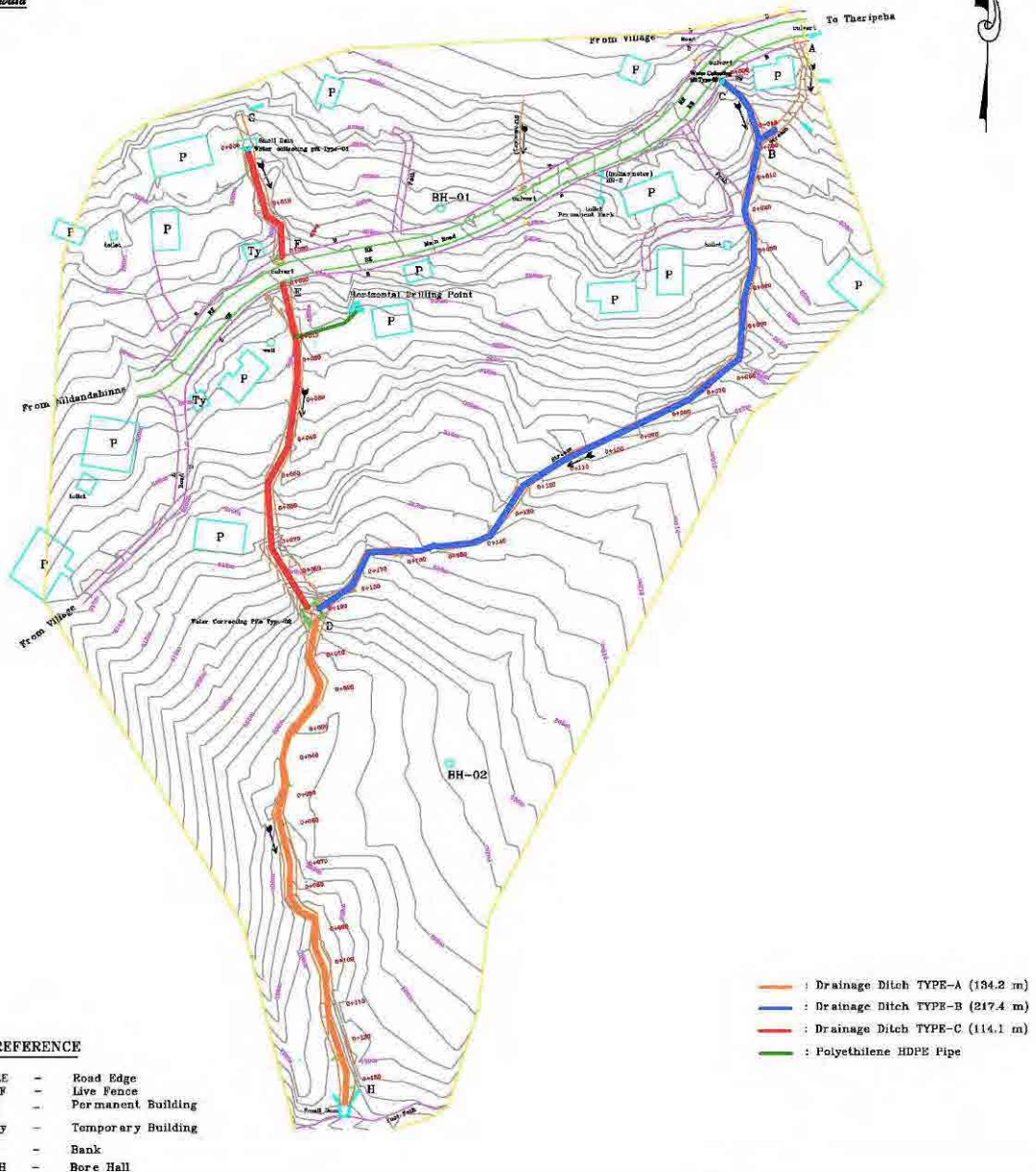
Facility	Phenomena (Check item)	No.	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Photo No.	Damage level
PVC pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Connecting pipe	Blockage	1. Blockage 2. Clogging			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Gabion wall	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Uneven settlement 5. Inclination 6. Jutting 7. Scouring			
	Alteration Corrosion	1. Rusting 2. Change color			
Water collecting pit	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Wear/abrasion, 5. Bending 6. Inclination 7. Change of gradient 8. Leakage			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Free lime 3. Chipping 4. Rust leachate 5. Rusting 6. Perforation 7. Change color			
	Blockage	1. Overflow 2. Ponding 3. Sediment			
Drainage pipe connecting to ditch	Blockage	1. Blockage 2. Clogging 3. No water			
	Damage Deformation	1. Crack 2. Fracture 3. Gap 4. Bending			
	Alteration Corrosion	1. Surface deterioration 2. Rusting 3. Perforation 4. Change color			
Ground condition around drilling point	Damage Deformation	1. Scouring 2. Collapse 3. Crack 4. Subsidence 5. Upheaval 6. Extrusion of soil			

<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

THE PILOT PROJECT FOR LANDSLIDE AND ROCK FALL MITIGATION WORKS
UDAMADURA, NUWARAELIYA
Finalized Survey Plan of the Area

G.K.N.Thilakaviri
Licensed Surveyor & Leveller,
No.172/1
Bandarawatta
Nuwaraeliya



Employer : Japan International Cooperation Agency	Contractor : Geo Engineering Consultants Pvt Ltd	Surveyed on _____ Certified By: _____
Engineer : National Building Research Organization		

Monitoring Sheet

Photo

Date: _____

Affiliation: _____ Name: _____

Site: Central Province	Nuwara Eliya District	Udamadura
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)

Photo 1:	Photo 2:
Photo 3:	Photo 4:
Photo 5:	Photo 6:

Monitoring Sheet
Alagumale

Date: _____

Affiliation: _____ Name: _____

Site: Central Province	Matale District	Alagumale
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)

Facility	Location No	Outline of monitoring result Evidence of damage level	Damage level	Comment, countermeasure, etc.
Gabion wall	1			
	2			
	3			
	4			
Earth dyke	1			
	2			
	3			
Catch pocket	1			
	2			
	3			
Surface drainage ditch	1			
	2			
	3			
Ground condition around ditch	1			
	2			
	3			

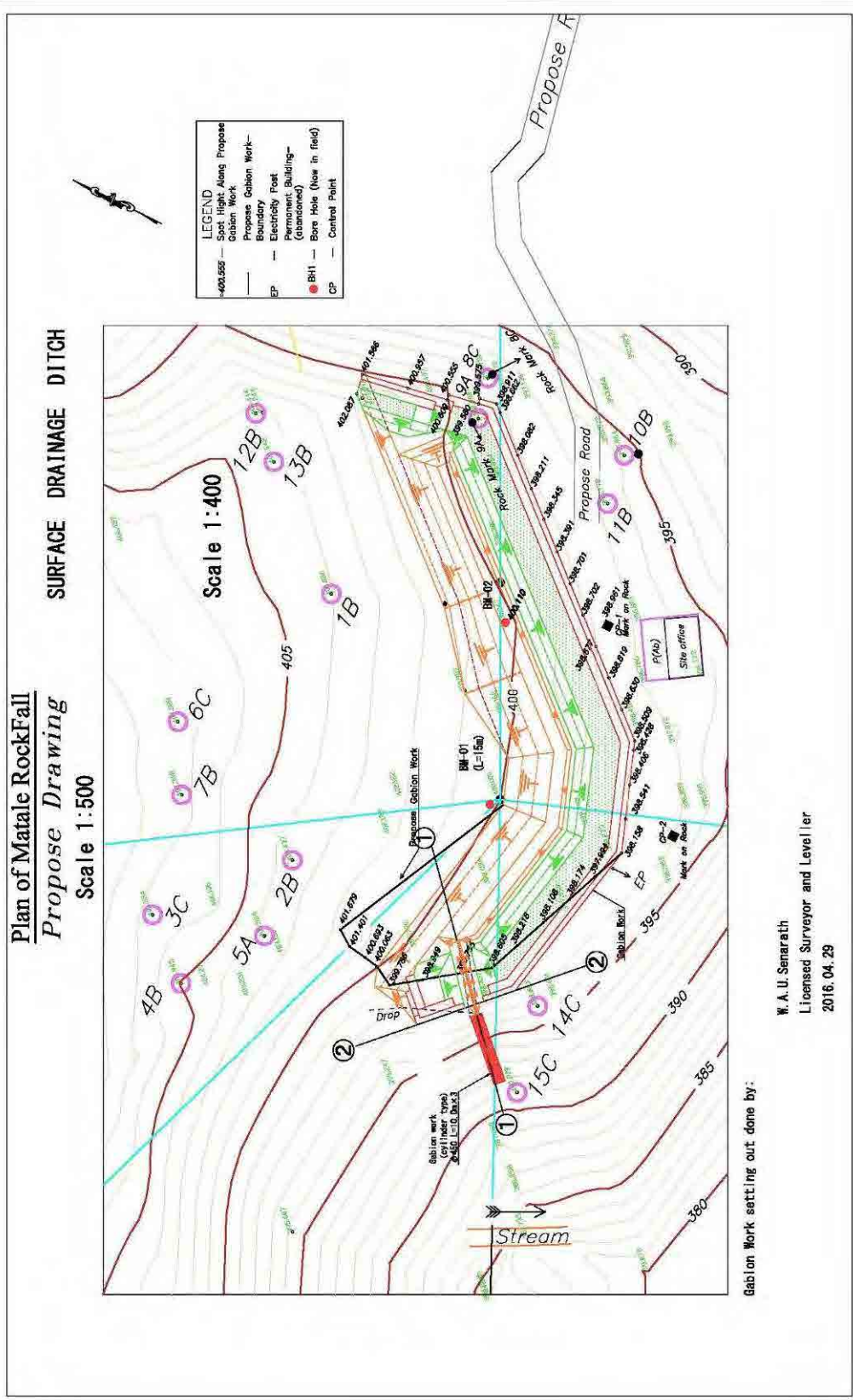
<Comprehensive judgement>

Comprehensive judgement by inspector (NBRO)	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, reason of judgement, urgency, repair method, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		
Comprehensive judgement by facility administration organization	I	Countermeasure	Outline	(Cause of phenomena, schedule of repair, method of repair, cost estimation, reason of judgement, etc.)
	II	Detailed investigation		
	III	Continuous monitoring		
	IV	Record storage		

Sri Lanka
National Building Research Organization (NBRO)

Evaluation standard for damage level of facilities

Damage level		Description
Damage Deformation /Alteration Corrosion /Blockage	a (IV)	There are no damage/ alteration/ blockage and so on (hereinafter referred to as damage) of facility itself. Or there are slight damages observed, however there are no decreases of functional status by the damage. Therefore no countermeasure is required.
	b (III)	There are some damages such as cracks or rusting observed however there are no decreases of functional status by the damage. At the moment there are no necessity for countermeasures, however continuous monitoring is required by periodic inspection in order to clarify causes of damages or to observe expansion of the cracks.
	c (I, II)	There are extremely damages of facility itself. There are obvious decreases of functional status by the damage, or stability of member and decreases of strength are concerned.



Monitoring Sheet

Photo

Date: _____

Affiliation: _____ Name: _____

Site: Central Province	Matale District	Alagumale
Completed year: 2017	Location:	(shown in the map)

Photo 1:	Photo 2:
Photo 3:	Photo 4:
Photo 5:	Photo 6:

添付資料 9-10
活動報告書

2016/7/22

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告

総括/土砂災害解析
原 龍一

1. 行程

日程	活動場所	活動内容
7月		
9 土	成田⇒コロンボ	移動
10 日	コロンボ	資料作成
11 月	コロンボ	NBRO 及び JICA スリランカ事務所協議
12 火	コロンボ⇒バドゥツラ	移動
13 水	バドゥツラ	現地視察、書類作成
14 木	バドゥツラ⇒ヌワラエリヤ	現地視察、書類作成、移動
15 金	ヌワラエリヤ	現地視察、書類作成
16 土	ヌワラエリヤ	現地視察、書類作成
17 日	ヌワラエリヤ⇒マータレ	移動
18 月	マータレ	現地視察、書類作成
19 火	マータレ⇒コロンボ	移動
20 水	コロンボ	書類作成、NBRO 協議
21 木	コロンボ	書類作成、NBRO 協議
22 金	コロンボ	書類作成、NBRO 及び JICA スリランカ事務所協議
23 土	コロンボ⇒成田	移動

2. 6月の進捗

6月の進捗を表-1に示す。

表-1 6月の進捗

Lot	進捗率	主な作業内容
Lot 1 : バドゥツラ	10.00%	・ 水平ボーリング : Point 2, Hole No.5, 45m (PVC パイプは含まず) ・ 間接費
Lot 2 : ヌワラエリヤ	10.12%	・ 間接費のみ
Lot 3 : マータレ	18.03%	・ 仮設道路: 200m ・ 間接費

3. 活動の概要

(1) Lot 1 : バドゥッラ

水平ボーリング

Point 2, Hole No.5 : 45m 掘削完了

PVC パイプは、7月2日に挿入完了したため、PVCパイプの挿入は7月の数量として計上することとし、6月分としては45mの掘削のみ計上することとした。7月13-14日に行った現地視察時の状況を以下に示す。



ロッドの数量による掘削深度の確認
(1.7m/ロッド×27本=45.9m : 設計 45m)



角度の確認 (設計 : 5°)



ボーリングの間隔と角度を決定する受注者自作の計測器具



工事看板

ボーリング深度の確認を写真撮影のみで行っていたため、ホワイトボードに必要な情報(プロジェクト名、工区名、孔番、掘削長等)を記載するように指導した。

受注者は、自作のボーリング孔の間隔や角度を決定する計測器具を用いていた。管理の簡易化には良いが、チェックシートを用いた管理も行うように指導を行った。

設計の削孔位置と実際の削孔位置との間隔は、計測が困難であることから、管理基準値(案)を用いた管理は困難である。したがって、上記計測器具を用いて、施工間隔の管理を行うように指導した。誤差は ±100mm とした。

水路工

6月27日から作業を開始したため、6月分として計上する数量は無い。7月13-14日に実施した現地視察時の状況を以下に示す。

施工継目の間隔は 20m となっており、管理基準値（案）に示す 10m 間隔の検査は不可能である。したがって、NBRO とも協議して、管理基準値（案）の 10m 間隔を 20m 間隔に変更する。

また、地形に沿って掘削を行っているため、基準高も測定が困難である。したがって、NBRO と協議の上、上記 20m 間隔で標高を測定することで代用することとした。



防水シートと鉄筋の設置



施工継目



水路の形状を決定する型枠



側壁の型枠



水路工の完成 (CH:0m-20m)



水路幅の確認



水路高の確認



水路厚の確認

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ

水平ボーリング

Hole No.5 : 40m 掘削完了。PVC パイプの挿入が完了していないため、6月の出来高とはしないこととした。

7月 15-16 日に実施した現地視察の際の状況を以下に示す。



PVC pipes の材料検査
(4m/パイプ×13本=52m : 設計 50m)



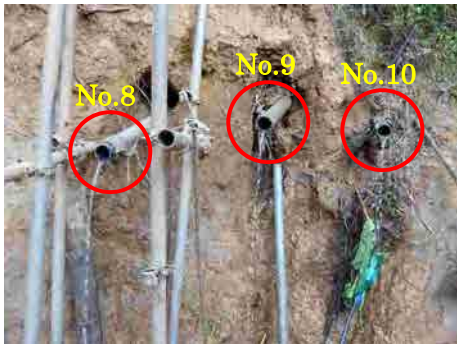
1 本目の PVC パイプ挿入



13 本目の PVC 挿入



No.8: PVC 挿入完了



地下水の集水状況
左から No.8,9,10



No.7: 掘削角度の確認
(5.1° , 設計 : 5°)

現地視察実施中に No.8 の PVC パイプの挿入を行っていたため、ホワイトボードに必要な情報を記載して写真撮影を行い、管理を行うことを指導した。また、No.8 完了後、No.7 の掘削準備を行ったため、同様に写真による管理の指導を行った。

No. 8, 9, 10 の各孔からは非常に良く地下水が集水されており、地すべり活動の抑制効果が期待できる。

(3) Lot 3 : マーダレ

掘削工

7月に入って掘削を開始したため、直接的な工事は出来形としては無い。6月中に仮設道路(200m)が完成したため、仮設道路のみを6月分の出来形として計上することとした。

7月18日の現地視察の際に確認した作業状況を以下に示す。



転石の小割り状況



現場の状況



現地事務所



工事看板



仮設道路の状況



魔除け

転石の発破には、静的破砕剤を用いて破砕を行ったとのことであった。ただし、その後の小割りにはハンマーを用いた人力で行っている。石積みは、転石の数量をわかりやすくするために 2m^3 毎にまとめている。

4. 今後の課題

Lot 1：バドゥッラ

- ◆ 水路工が、かなり急勾配の箇所があるため、その部分だけカスケード式の水路工をしたい、とのこと。プロポーザルレターの提出を依頼済み。
- ◆ 水平ボーリング孔の下部に集水柵を設置して、水路工まで水路でつなぎたい、とのこと。同様にプロポーザルレターの提出を依頼済み。

Lot 2：ヌワラエリヤ

- ◆ ボーリング孔 No.5 が 40m 掘削は完了しているが、パイプの挿入が未了となっている。パイプを 40m 挿入しないと完成とは認められない、と指導をしている。次回は、この完成の確認を行う必要がある。
- ◆ 水路工末端部の自然水路幅が当初設計の水路より幅が広いため、水路の構造を変更したいとのこと。上記と同様にプロポーザルレターの提出を依頼済み。

Lot 3：マータレ

- ◆ 特になし。留意点は「5. 所感及び留意点」に記載。

5. 所感及び留意点

- ◆ Lot 1 のコントラクターである ELS は、現場常駐の管理者が 60 歳くらいの年齢であり、傭人のアシスタントや NBRO の現場常駐管理の担当とは親子ほども歳が離れている。このためか、ELS の管理者はアシスタントや NBRO 担当の指示を聞かないことが多いらしく、傭人や NBRO 担当は不満を持っているようである。日本人については、特に指示を聞かないことはないが、アシスタントや NBRO 担当が不満を抱いている事項については、不満の内容を聞いて、日本人の滞在中に指示を行うことが望ましい。
- ◆ Lot 2 のコントラクターである Geo Engineering (GEC) は、若い担当が現地に常駐しているが、対応は良く指示にも素直に従うらしく、指示等の問題は今のところない。

ただし、現場がかなりの僻地のため、週に2回ほど停電（8時から17時くらいまで停電することがあるとのこと）が起きるなど、書類作成作業等に支障を来すことがあるので、留意されたい。

- ◆ Lot 3 のコントラクターである **Sanguine** は、静的破砕剤を用いた発破を行っているが、静的破砕剤使用時にのみドリルなどの機器を持ってきて作業を行い、その後の小割り作業はハンマーを用いて人力で行っている。ドリルを使用して作業を行った方が良いとは指導しているが、今後工程上支障を来すことが想定されるような場合は、強く指導する必要があると思われる。

傭人のアシスタントも作業員も、ヒルの被害にあったとのことである。また、毒蛇やサソリなども見かけたとのことなので、現場を訪問する際には十分留意されたい。

なお、作業員が、良くないことが起きないようにと、魔除けを現場の四隅に設置していた。設置した作業員は、仏教徒とのことである。

6. 次回の活動

8月10日前後から15日間の予定で、川上（斜面崩壊対策担当）が派遣予定である。

以上

2016/8/26

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告

斜面崩壊対策
川上 京一

1. 行程

日程	活動場所	活動内容
8月		
14 日	成田⇒コロンボ	移動
15 月	コロンボ	NBRO 及び JICA スリランカ事務所協議
16 火	コロンボ⇒ヌワラエリヤ	移動、NBRO 支所
17 水	ヌワラエリヤ	現地視察、書類作成
18 木	ヌワラエリヤ⇒バドゥツラ	現地視察、書類作成、移動
19 金	バドゥツラ	NBRO 支所、現地視察、書類作成
20 土	バドゥツラ⇒マータレ	現地視察、書類作成、移動
21 日	マータレ	書類作成
22 月	マータレ	現地視察、NBRO 支所、書類作成
23 火	マータレ⇒コロンボ	関係者会議(NBRO 支所)、移動
24 水	コロンボ	書類作成、施工業者打合、NBRO 協議
25 木	コロンボ	書類作成、施工業者打合、NBRO 協議
26 金	コロンボ	書類作成、施工業者打合、JICA 事務所協議
27 土	コロンボ	書類作成
28 日	コロンボ⇒成田	移動

2. 7月の進捗

7月の進捗状況は下表に示すとおりである。各コントラクター提出の月間報告に以下の成果が示されている。

Lot	進捗率(累積)	主な作業内容
Lot 1 : バドゥツラ	21.63%	・ 水平ボーリング $\Sigma L=360m$ (Point2) ・ 水路工 (450×450) L=80m
Lot 2 : ヌワラエリヤ	43.12%	・ 水平ボーリング $\Sigma L=300m$
Lot 3 : マータレ	32.23%	・ 掘削および破碎 $V=12 m^3$

Monthly Progress Report (July) に基づく

3. 活動の概要

(1) Lot 1 : バドゥッラ

8月18-19日に行った現地視察時の状況を以下に示す。



安全ミーティングの様子(



Point4 における削孔作業状況



水路工出来型の確認



水路工形式の変更予定箇所

管理面では安全ミーティングを2～3日に1回実施して安全意識の向上を計っている。削孔作業の状況を確認できたが、ヘルメット、保護靴の使用は徹底されていた。7月分の出来型から水路工について数箇所確認を行ったが、基準内のサイズであることを確認した。ただし、データ管理シートの整理が現状では不十分であり、今後は検査直後に記載しファイリングを行っていくことをコントラクターおよびNBROサイトエンジニア（テクニカルオフィサー）に指導した。また、水路工施工箇所のうち勾配の急な区間についてはカスケード方式とする提案があり、予定箇所を確認した。プロポーザルについては後日提出される予定である。

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ

8月17日に実施した現地視察の際の状況を以下に示す。



水路工予定箇所の露岩



排水量の計測



下部小規模ダム周辺の計測状況



5月に発生したクラックの状況

現地視察実施中には水平ボーリング No.3 のケーシング抜管をおこなっており、掘削については残り 2 孔であった。5 月に変状が発生した上部の家屋については、その後のモニタリングにおいて変状の進行がないことを確認した。計測点の釘の逸失が確認されたので、マーキングをおこない今後も変状の進行について確認を行えるようし、週 1 回の定期的な観測を行うように指導した。水路工については掘削作業を実施中であった。

下部小規模ダムの接続形状と水路工沿いの巨礫破碎、除去に関するプロポーザルについて施工業者からプロポーザルが提出されていたため、この 2 点に関する現地立会いを実施した。ダム接続部については既設のダムの機能を損なわないようにすることと、提案区間の延長と断面形状を確認した。巨礫除去に関しては礫の分布箇所を確認したが、プロポーザ

ルでは礫の具体的な破碎方法がわかりにくく、作業単価のみが示されていたので全体数量および変更金額がわかるような書類を提出するように指導した。

NBRO のサイトエンジニア（テクニカルオフィサー）については、このような現場の経験が乏しいうえに前任者の交代から日が浅いこともあり、現場を観察しているのみで具体的なパフォーマンスに欠ける点が懸念された。職務と責任を確認させたうえで、適切な技術移転をおこなえるような心構えとなるように NBRO 支所および本部に口頭で申し入れた。

また、本現場においては現地視察後の 8 月 22 日に新規のクラックが発生し、工事作業との因果関係が懸念された。削孔機械を変更してから既往のクラック派生箇所での変状拡大や新規クラックが認められないことや施工箇所との位置関係、住居立地箇所の地すべり地区における特性などから見て、水平ボーリング施工とは直接的には無関係と判断されている。なお、水平ボーリング作業は 8 月 26 日には完了予定であるが、変状の状況については継続したモニタリングを行うことを現地スタッフに指示した。（添付資料参照）

(3) Lot 3 : マータレ

7 月に入ってから掘削が開始されており、8 月 22 日の現地状況確認時には 100 m³程度の掘削作業が実施済みであった。破碎された礫塊は選別されたうえでガビオン工の基材として使用される。

現場の状況として、本プロジェクトのアシスタントスタッフとコントラクターおよび各作業員との関係がうまくいっていない部分があったため、関係者を招集し NBRO 支所のオフィサー立会いのもとで調整会議を実施した。その結果、本プロジェクトが通常のスリランカにおける土木工事と体制が異なることや相互の役割についてははっきりとした認識がなされていないことが判明した。また、NBRO のサイトエンジニア（テクニカルオフィサー）が他現場と兼務のためあまり現場に来れない点については少なくとも週に 1 回は現場に足を運び、現地状況の確認をおこなうことと、TCLMP サイトエンジニア、施工業者代理人と情報共有をすることを申し入れた。

今後は各関係者が自己の役割・責任に基づいた活動をおこない、円滑な工事作業を実施できるようにすることについて一同の理解を得た。



転石の小割り状況



合同会議の状況

4. 今後の課題および対応

各地区の今後の課題、対応について以下に示す

Lot 1 : バドゥッラ		
問題点	対応	今後の対処方針・備考
管理記録類の整理が不十分である	記録類は早期に記載・整理し、ファイリングをおこなう	TCLMP アシスタントによる確認
安全管理マニュアルが常備されていない	早期の整備を指示	TCLMP アシスタントによる確認
水路工の形式変更	プロポーザルを受領後に The Engineer で技術的な判断をおこなう	コントラクターへ改めて提出を依頼した(8月25日)

Lot 2 : ヌワラエリヤ		
問題点	対応	今後の対処方針・備考
安全管理マニュアルが常備されていない	早期に整備することを指示	TCLMP アシスタントによる確認
下部小規模ダム付近の形式変更	プロポーザルレターを確認済み	JICA での変更予算額確認 NBRO からのアプルーバルレターの発出
水路工設置区間の巨礫の破碎、処理	プロポーザルレターを確認済み	JICA での変更予算額確認、 NBRO からのアプルーバルレターの発出
NBRO 現地スタッフ (テクニカル・オフィサー) のパフォーマンス (経験・技能)	経験、技能的に不足していることを NBRO 支所に指摘し、役割を再認識してもらうことを依頼	TCLMP アシスタントによるサポート
既往クラック(5月)の変状経過	変動なしを確認 居住制限、住民退避に関わる記録の確認	継続モニタリングの実施 関係資料の収集依頼 (NBRO ヌワラエリヤ支所、マラカ氏) 確認中
新規クラックの発生(8月22日)	現地情報の収集、関係者への共有	継続モニタリングの実施

Lot 3 : マータレ		
問題点	対応	今後の対処方針・備考
安全管理マニュアルが常備されていない	早期に整備することを指示	プロジェクトチームアシスタントによる確認
TCLMP アシスタントとコントラクターの関係が良くない	NBRO 支所オフィサーを交えた合同会議を実施	本業務の組織構成を確認するとともに、円滑な現場作業を実施できるように相互の役割を認識した 問題発生時には早期に情報共有しプロジェクトチームに連絡することを確認
NBRO 現地スタッフ（テクニカル・オフィサー）のパフォーマンス（現場での活動が不十分）	遠隔地の他現場と掛け持ちであることを確認 最低でも1回／週の現場確認を直接依頼（上記合同会議に同席）	情報共有、技術移転を TCLMP アシスタントスタッフを経由しておこなう（施工監理、安全管理）

5. 次回の活動

9月10日前後から、原総括、荻野団員、西川団員が派遣予定である。

以上

2016/9/23

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告

総括/土砂災害解析
原 龍一

1. 行程

日程	活動場所	活動内容
9月		
10 土	成田⇒コロンボ	移動
11 日	コロンボ	資料作成
12 月	コロンボ	NBRO 協議
13 火	コロンボ⇒ヌワラエリヤ	JICA スリランカ事務所協議、移動
14 水	ヌワラエリヤ	現地視察、書類作成
15 木	ヌワラエリヤ⇒バドゥッラ	現地視察、書類作成、移動
16 金	バドゥッラ	現地視察、書類作成
17 土	バドゥッラ⇒マータレ	現地視察、移動、書類作成
18 日	マータレ	書類作成
19 月	マータレ	現地視察、書類作成
20 火	マータレ⇒コロンボ	移動、書類作成
21 水	コロンボ	書類作成、NBRO 協議
22 木	コロンボ	書類作成、NBRO 及び JICA スリランカ事務所協議
23 金	コロンボ	書類作成、NBRO 及び JICA スリランカ事務所協議
24 土	コロンボ	書類作成

2. 8月の進捗

8月の進捗を表-1に示す。

表-1 8月の進捗

Lot	進捗率	主な作業内容
Lot 1 : バドゥッラ	11.1%	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水平ボーリング : Point 3, Hole No.7,8 45m × 2 = 90m (PVC パイプ含む) ・ 水路工 : Type D (450- 450) 57m 60m 区間のうち目地不良 3 箇所 (3m)分を除く ・ 間接費
Lot 2 : ヌワラエリヤ	43.12%	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水平ボーリング工 50m × 10 孔

		ただし、深度確認は来週 NBRO が実施する。 間接費のみ
Lot 3 : マーダレ	30.96%	<ul style="list-style-type: none"> ・仮設道路 : 100m ・岩石破碎 : 112m³ ・表土掘削 : 77m³ (暫定、エビデンスの提出を依頼中) ・間接費

注 : Lot 1 は Quarterly Progress Report に基づいている。

Lot 2 は作業中断中のため、先月分と同様である。数量は変更予定である。

Lot 3 は Monthly Progress Report に基づいている。

3. 活動の概要

(1) Lot 1 : バドゥッラ

9/15-16 に行った現地視察の結果を以下に示す。

水平ボーリング

Point 3 の 全孔の掘削深度確認を行った。

結果は以下の通りである。設計深度はいずれも 45m である。

孔名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
深度	46.3m	46.5m	45.4m	47.0m	42.0m
孔名	No.6	No.7	No.8		
深度	46.6m	47.0m	47.00m		

Dr. Pathmakumara による 8 月 25 日の同様の検査時には No.5 は 46.2m であり、問題はなかったが、今回は土砂が詰まったためか、45m までは確認不能であった。原因としては、フィルター材の設置不良、エンドキャップの未装着、等が考えられる。

コントラクターは一旦洗浄を行い、再度深度の確認を行う、とのことである。

以下に検尺時の状況を示す。



PVC パイプによる検尺状況 (挿入完了)



PVC パイプの数量の確認



拡大

No.7 孔の事例。

設置した PVC パイプより細いパイプを挿入することにより、所定の長さの確認を行った。

その他の孔については、洗浄を行い、所定の深度の確認を行う予定とのことであった。コントラクターは、出来形として、Point 2 の 8 孔と Point 3 の No.7,8 を計上してきたが、Point 2 は孔内洗浄及び検尺が終了していないため、The Engineer が立会いの下検尺を行った Point 3 の 2 孔のみ（45m×2 孔=90m）を出来形として承認した。

水路工

バドゥッラで発生している問題は、主として以下の通りである。

- a. 目地部分の施工不良
- b. 水路内に捨コンクリートを放置している
- c. 急傾斜部分の対応

a については、亀裂が発生している箇所があり、修復が必要である。

b については、コンクリートを除去し、水路内に所定の断面を確保する必要がある。

c については、NBRO 及びコントラクターからカスケード式の水路の提案がなされた。コントラクターの提案箇所を確認したところ、全ての箇所においてカスケード式の水路が必要とは考えられず、1 箇所については必要と判断された。ただし、NBRO との協議の結果、カスケード方式ではなく、急勾配の箇所の上下に柵を 1 箇所ずつ設けることを提案した。



目地の施工不良



目地の位置に発生した亀裂



水路工内に放置された捨てコン



急勾配の斜面 (約 30 度)

コントラクターは出来形として Type D (450 - 450)を延長 100m 計上してきた。このうち上流の 20m+20m 区間 (計 40m) は上に示す水路内に捨コンが放置された状態になっていたため、除去するまでは出来形として承認しないこととした。また、下流側の 60m 区間については、写真に示すように、目地の施工不良、及び目地の亀裂が 3箇所確認された。このため、目地の前後 1m 区間については修復を行うこととし、計 3m 区間については修復後承認することとして、残り 57m を出来形として承認した。

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ

水平ボーリング

NBRO による深度確認 (9/2) の結果を以下に示す。

孔名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
深度	34.5m	47.5m	49.6m	50.0m	46.4m
孔名	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
深度	48.95m	50.0m	49.65m	46.15m	27.0m

設計深度 50m に対して、多くの孔で設計深度の確認がなされなかった。実際の掘削と PVC パイプ挿入は実施されているので、原因としては Lot 1 と同様にフィルター材の装着不良、エンドキャップの未装着、等が考えられる。

コントラクターは、9/17,18 に洗浄を実施し、深度の確認を行った。その結果、No.1,10 を除く 8 孔で設計深度の 50m が確認できた、とのことであるが、The Engineer による深度の確認が必要である。確認できれば、上記 8 孔 (50m×8 孔=400m) を出来形としてコントラクターは計上したい意向である(9/22 コントラクター、NBRO、コンサルチームとの協議時の意向)。

水路工

ヌワラエリヤで発生している問題は、主として以下の通りである。

- a.水路工の施工不良
- b.目地の施工不良

c.急傾斜部分の対応

a については、設計通りに施工されていない、鉄筋の配置等が図面通りに施工されていない箇所があり、当該箇所については撤去及び再施工が必要である。

設計通りに施工されていない箇所としては、水路がほぼ直角にまがるような施工をされている箇所が確認された。コントラクターによれば、地主の了解が得られない場所があり、やむを得ず自然水路なりに施工した、とのことであった。この施工にあたって、**The Engineer** とは協議もなされておらず、了解も得られていないため、撤去及び再施工が必要と考えられる。

また、コンクリートに「ハニーカム」と呼ばれる施工が円滑ではない箇所が確認された。コンクリート強度を **C15** で施工しており、その後 **C20-25** で施工した際にはハニーカムの出現は低減された。ハニーカムが出現した原因は、コンクリートの性能か、もしくはバイブレーターによる締固め不足の可能性が大きいと考えられる。

b については、目地が **20m** 間隔で設置されていない。設置されている箇所でも施工が不良となっている、等が確認された。目地の適切な設置と、不適切な設置の箇所では、再設置が必要である。

c については、**NBRO** からカスケード式の水路の提案がなされた。現地を確認したところ、それほど急勾配ではなく **15-20** 度程度であった。提案箇所の下方には集水枿が設置予定であったため、それによって流速の減衰効果は期待できるものと考えられたため、カスケード式水路の設置は不要と考えられる。以上について、現地で **NBRO**、業者と確認した。



目地の施工不良



ハニーカムの状況



鉄筋の不整配置



ほぼ直角に曲がる水路

(3) Lot 3 : マーダレ

掘削工

岩塊の破碎を継続中である。

以前は、破碎した岩塊を所定の形状にまとめて数量の確認を行っていたが、数量が増えてきたため、管理が総量を把握できるような管理ではなくなっていた。したがって、現地視察時に総量が把握できなくても、視察時にそれまでの数量を確認できるように写真で記録するように指示を行った。



以前の岩塊確認状況



現在の状況



現在の確認状況



静的破碎剤の使用による岩塊の破碎

それまでの数量表と、現在の破碎された岩石の大まかな比較から、計上された数量以上は破碎されていることが確認（超概算で約 130m³）できたため、計上された 112m³ を承認することとした。

数量の確認にはエビデンスが必要であることを説明し、以降は数量を確認した時点で写真

と数量を記載した記録を残すように指導を行った。

4. 今後の課題及び対応

8月の課題の対応結果と、今回の課題と対応について、以下に示す。

1) Lot 1 : バドゥッラ

8月の課題と対応の確認			
8月の課題	予定された対応(8月)	9月の確認結果	今後の対処方針
管理記録類の整理が不十分	記録類は早期に記載・整理し、ファイリングを行う	未整備	TCLMP アシスタントによる確認及び整備の再指示
安全管理マニュアルが常備されていない	早期の整備を指示	未整備	TCLMP アシスタントによる確認及び整備の再指示
水路工の形式変更	プロポーザルを受領後に The Engineer で技術的な判断を行う	プロポーザル提出済み。 The Engineer が現地確認を行い、必要箇所を検討を行った。 NBRO とも協議を行い、急勾配箇所の上に集水枘の設置を提案した。	コントラクターに集水枘の設置について説明を行い、再度プロポーザルを依頼予定。

今回の課題と対応案			
9月の課題	対応案	今後の対応方針	備考
管理記録類の整理が不十分(継続)	記録類は早期に記載・整理し、ファイリングを行う	TCLMP アシスタントによる確認及び整備の再指示	The Engineer により指示済み
安全管理マニュアルが常備されていない(継続)	早期の整備を指示	TCLMP アシスタントによる確認及び整備の再指示	The Engineer により指示済み
水平ボーリング工下部の集水枘の設置	プロポーザルレターの提出依頼(7月に依頼済み)	メール等による提出依頼の継続	The Engineer により、今回の現地視察時に依頼済み
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、The Engineer 立会いの下、深度の確認を行う	深度が設計深度に達していれば、定期的なモニタリング(2-3ヶ月毎)を行い、深度の確認を行う。 短期間で孔詰まりが発生する場合は、コントラクター、The Engineer、JICA で対応方針の検討を行う。 設計深度に達していない場合は再掘削を行う。	

2) Lot 2 : ヌワラエリヤ

8月の課題と対応の確認			
8月の課題	予定された対応(8月)	9月の確認結果	今後の対処方針
安全管理マニュアルが常備されていない	早期に整備することを指示 TCLMP アシスタントによる確認	現場事務所内に常備されていることを確認	安全管理マニュアルの遵守を指示済み

下部小規模ダム付近の形式変更	プロポーザルレターを確認し、JICA での変更予算額を確認した。JICA 事務所から変更予算額の了解を得たため、NBRO からのアプルーバルレターの発出を依頼済み。	NBRO からのアプルーバルレターは未発出（9/23 時点）	引き続き、NBRO にレター発出の依頼
水路工設置区間の巨礫の破碎、処理	プロポーザルレターを確認し、JICA での変更予算額を確認した。JICA 事務所から変更予算額の了解を得たため、NBRO からのアプルーバルレターの発出を依頼済み。	NBRO からのアプルーバルレターは未発出（9/23 時点）	引き続き、NBRO にレター発出の依頼
NBRO 現地スタッフ（テクニカル・オフィサー）のパフォーマンス（経験・技能）	<ul style="list-style-type: none"> 経験、技能的に不足していることを NBRO 支所に指摘し、役割を再認識してもらうことを依頼 TCLMP アシスタントによるサポート 	常駐はしているため、引き続き現地にて施工監理を行うことで経験を積む	同左
既往クラック(5 月)の変状経過	<ul style="list-style-type: none"> 変動なしを確認 居住制限、住民退避に関わる記録の確認 継続モニタリングの実施 関係資料の収集依頼（NBRO スワラエリヤ支所、マラカ氏）確認中 	<ul style="list-style-type: none"> 変動なしを確認 NBRO からは関係資料の提供は無い 	JICA 事務所から関係資料の提出依頼を行った方が望ましい
新規クラックの発生(8 月 22 日)	<ul style="list-style-type: none"> 現地情報の収集、関係者への共有 継続モニタリングの実施 	変動なしを確認	継続モニタリングの実施

今回の課題と対応案			
9 月の課題	対応案	今後の対応方針	備考
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、The Engineer 立会の下、深度の確認を行う	深度が設計深度に達していれば、定期的なモニタリング(2-3 ヶ月毎)を行い、深度の確認を行う。短期間で孔詰まりが発生する場合は、コントラクター、The Engineer、JICA で対応方針の検討を行う。	9/17,18 にコントラクターが洗浄済み。 The Engineer (NBRO)の立会を 9/26 の週に行う予定。
設計深度を満たさない孔の再掘削	コントラクターによる洗浄後、設計深度を満たしていないため、設計深度まで再掘削を行う。	コントラクターのレター受信後、NBRO から承認レターの発出。	コントラクターより、レター受信済み(9/23)。 NBRO に承認レター発出の依頼済み (9/23)。
設計を満たさない水路施工箇所	コントラクターに要修復箇所のレターの発出の依頼。 発出後、The Engineer による現地確認と問題なければ承認レターの発出。	設計通りではない箇所については、再施工。配筋が図面通りでは無い箇所も同様に再施工。 ハニーカムの箇所については、強度試験による結果を確認後、対応方針を検	コントラクターに要修復箇所のレターの発出依頼済み。

		討。	
--	--	----	--

3) Lot 3 : マータレ

8月の課題と対応の確認			
8月の課題	予定された対応(8月)	9月の確認結果	今後の対応方針
安全管理マニュアルが常備されていない	早期に整備することを指示。 TCLMP アシスタントによる確認。	現場事務所内に常備されていることを確認。 安全活動の記録も保存されている。	安全管理マニュアルの遵守を指示済み。
TCLMP アシスタントとコントラクターの関係が良くない	NBRO 支所オフィサーを交えた合同会議を実施	常駐コントラクターが現地視察時には不在であったため、関係の確認はできなかった。アシスタントは、特に問題は生じていない、とのことであった。	両者の関係を派遣毎にモニタリングを行う。
NBRO 現地スタッフ (テクニカル・オフィサー) のパフォーマンス (現場での活動が不十分)	遠隔地の他現場と掛け持ちであることを確認 最低でも1回/週の現場確認を直接依頼(上記合同会議に同席)	今回の現地視察時も不在であった。記録を確認したところ、1回/月程度の頻度でしか現地に来ていない。	NBRO に申し入れして、常駐するように依頼する。

今回の課題と対応案			
9月の課題	対応案	今後の対応方針	備考
出来形管理に必要な書類の整備	土工の掘削や岩塊の破砕の量を書類や写真で記録する。	岩塊を所定の量に積み上げる毎に、数量を記録するとともに写真を撮影するよう指示する。	指示済みであるが、改善が見られない場合、レターによって指示を行う。

5. 次回の活動

10月9日前後から15日間の予定で、原(総括/土砂災害解析)が派遣予定である。

以上

2016/10/21

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告

総括/土砂災害解析
原 龍一

1. 行程

日程	活動場所	活動内容
10月		
9 日	コロンボ	資料作成
10 月	コロンボ	JICA 協議、NBRO 協議
11 火	コロンボ	資料作成
12 水	コロンボ	中間評価 JCC、ワークショップ
13 木	コロンボ⇒ヌワラエリヤ	移動
14 金	ヌワラエリヤ	現地視察、書類作成
15 土	ヌワラエリヤ⇒バドゥツラ⇒ マータレ	現地視察、書類作成、移動
16 日	マータレ	書類作成
17 月	マータレ	現地視察、書類作成
18 火	マータレ⇒コロンボ	書類作成、移動
19 水	コロンボ	書類作成
20 木	コロンボ	書類作成
21 金	コロンボ	書類作成、NBRO 及び JICA スリランカ事務所協議
22 土	コロンボ⇒成田	移動

2. 9月の進捗

9月の進捗を表-1に示す。

表-1 9月の進捗

Lot	進捗率	主な作業内容
Lot 1 : バドゥツラ	32.8%	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水平ボーリング : Point 1 : Hole No.4-8, 45m×5=225m Point 3: Hole No.1,2,3,4,6 45m ×5 = 225m (PVC パイプ含む)、計 450m ・ 水路工 : Type D (450- 450) CH40-73 33m

		CH100-160 3m 再施工済み CH160-180 20m <u>Type D 計 56m</u> Type E (300- 300) E-1 CH0-70 70m E-2 CH0-80 目地 3 箇所要再施工 3m 分減 計 77m E-0 CH20-60 40m 1m 要再施工 1m 分減 計 39m <u>Type E 計 186m</u> ・間接費
Lot 2 : ヌワラエリア	53.32%	・水平ボーリング工 50m×8 孔= 400m 全 10 孔深度確認済み。 ・間接費
Lot 3 : マータレ	40.02%	・岩塊破碎 : 198m3 ・間接費

注 : 各地区とも Monthly/ Quarterly Progress Report に基づいている。

3. 活動の概要

(1) Lot 1 : バドゥッラ

9/15-16 に行った現地視察の結果を以下に示す。

水平ボーリング

Point 1 の 5 孔の掘削深度確認を行った。

結果は以下の通りである。設計深度はいずれも 45m である。

孔名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
深度	—	—	—	47.8m	45.6m
孔名	No.6	No.7	No.8		
深度	46.2m	47.7m	47.90m		

以下に No.4 孔の検尺時の状況を示す。



PVC パイプによる検尺状況 (挿入完了)



挿入確認



PVC パイプの数量の確認



左拡大

Point 3 で先月確認済みの 5 孔と、上記確認済みの Point 1 の 5 孔 (45m×10 孔=450m) を出来形として承認した。

Point 1 については、急斜面上に位置し、下方の水路工までの間に道路 (現場内移動用) が通過している。元設計によるパイプでは車輛通過時に破壊される恐れがあるため、集水枡と水路工に変更することが、NBRO、コンサルタント、コントラクターとで協議された。

コントラクターにプロポーザルレターの提出を依頼済みである。

水路工

バドゥッラで発生している問題は、主として以下の通りである。

- a. 目地部分の施工不良
- b. 水路内に捨コンクリートを放置している
- c. 急傾斜部分の対応

a については、先月指摘した亀裂が発生している箇所については修復済みであったため、今回 3m 分を承認した。ただし、今回も E タイプ (300-300) の施工箇所で 3 箇所不適切な箇所があったため、3m 分減とした。

b については、先月指摘した箇所については、修復されていたが、視察前日の豪雨により土砂が流入して全体を確認することができなかつたため、20m 分は土砂撤去後に確認を行うこととした。ただし、E タイプの施工箇所で 1 箇所不適切な部分があったため、1m 分減とした。

c については、NBRO との協議の結果、カスケード方式ではなく、急勾配の箇所の上下に柵を 1 箇所ずつ設けることを提案した。コントラクターにレター発出を依頼したが、まだレターは発出されていないため、再度レターの発出を依頼した。



目地の施工不良



再施工された目地

承認した数量を下表に示す。

承認数量一覧

水路タイプ	距離標	状態	承認数量
Type D(450-450)	CH 0-20	土砂が流入したため全体を確認できない。土砂撤去後再度確認。	0m
	CH 40-73	特に問題なし。	73m
	CH 100-160	CH-100,120,140 の 3 箇所は修復済み。他は 9 月に承認済み(57m)。	3m
	CH 160-180	特に問題なし。	20m

	CH 180-200	施行中のため、完成後検査を行う	0m
Type D 合計			56m
Type E(300-300) E-1	CH 0-70	特に問題なし。	70m
E-2	CH 0-80	CH-20,CH-60,CH-80 の 3 箇所について 要修復。	77m(80-3m)
E-0	CH 20-60	CH-60 についてコンクリートを要撤去。	39m(40-1m)
Type E 合計			186m

(2) Lot 2 : スワラエリヤ

水平ボーリング

NBRO による深度確認 (9/2) 及び今回(10/14)の結果(No.1,2)を以下に示す。

孔名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
深度	51.5m	50.5m	50.55m	51.05m	50.20m
孔名	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
深度	50.00m	50.80m	50.10m	50.90m	51.76m

コントラクターによる洗浄の結果、全 10 孔で設計深度以上が確認された。今回確認された No.1,2 の 2 孔については、10 月作業であったため、10 月分の出来形として計上し、9 月までは 8 孔分を計上する。

水平ボーリング工からの排水について、隣接する民家は車輛を保有しているため、車輛通過時に元設計のパイプでは破損される可能性がコントラクターより提案された。バドゥツラと同様に集水柵と水路工の変更プロポーザルレターを提出するようコントラクターに依頼済みである。

水路工

スワラエリヤで発生している問題は、主として以下の通りである。

- a.水路工の施工不良
- b.目地の施工不良
- c.水路沿いの岩塊の破砕、及び水路末端部分の小規模ダムの形状変更

a については、設計通りに施工されていない、鉄筋の配置等が図面通りに施工されていない箇所等があり、当該箇所については撤去及び再施工が必要である。現時点では以下の手順を予定している。

- ・コントラクターから要再施工箇所を示したレター提出
- ・NBRO による要再施工箇所の確認

- ・確認後問題なければ、NBRO から再施工の指示のレター発出

また、コンクリートで「ハニーカム」と呼ばれる施工が円滑ではない箇所については、コントラクターからコンクリート配合を変更して施工する旨のレターが提出されている。

b については、目地が 20m 間隔で設置されていない。設置されている箇所でも施工が不良となっている、等が確認された。上記と同じ手順で確認を行い、再設置を行う予定である。

c については、既にコントラクターからレターが発出済みであり、NBRO にレターの発出を依頼中である。

以上の a,b に関する課題をまとめたレターを提出するようにコントラクターに依頼済みである。現地確認後、まとめて承認レター発出予定である。

(3) Lot 3 : マータレ

掘削工

岩塊の破碎を継続中である。

以前は、破碎した岩塊を所定の形状にまとめて数量の確認を行っていたが、数量が増えてきたため、管理が総量を把握できるような管理ではなくなっていた。が、既に今月は破碎した岩塊を布団カゴに詰めて、布団カゴを設置しているため、布団カゴの数量を破碎した岩塊の数量とすることとした。以降も、出来形数量で検査を行うことをコントラクターと確認を行った。なお、布団カゴは 10 月から設置開始したため、9 月の出来形には含まれない。布団カゴの数量は 198m³ であるため、岩塊の破碎も同量とした。



布団カゴの設置状況



布団カゴの設置状況

また、当初設計ではパイプで排水する予定であったが、NBRO との協議の結果、パイプ背後に水が溜まることが懸念された。パイプの代わりに開水路とし、下方斜面に侵食防止のための布団カゴ工の設置が提案された。コントラクターにレターの提出を依頼済みである。

なお、マータレはやはり NBRO 担当が常駐していないため、再度マータレ事務所所長、担

当、及びサイトエンジニアと協議を行い、常駐を依頼した。



NBRO マータレ事務所での協議状況
(Moremada 所長、Ayomi 氏、Jayanath 氏)

4. 課題及び今後の対応

9月の課題の対応結果と、10月の課題と対応及び今後の対応方針について、以下に示す。

1) Lot 1 : バドウツラ

10月の課題と対応及び今後の対応方針案			
10月の課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
安全管理マニュアルが常備されていない(継続)	未整備。 早期の整備を指示。	TCLMP アシスタントによる確認及び整備の再指示 (可能な限り早急)	The Engineer により指示済み
水平ボーリング工下部の集水桝及び水路工の設置	プロポーザルレターの提出依頼を行った。	メール等による提出依頼の継続 (可能な限り早急)	The Engineer により、今回の現地視察時に依頼済み
急勾配部分の水路工の形式変更(集水桝の追加)	NBRO と協議を行い、急勾配箇所の上に集水桝の設置を提案し、コントラクターにレターの発出を依頼済み。現地視察時点で未提出。プロポーザルレターの提出依頼を行った。	再度提出依頼を継続。 (可能な限り早急)	The Engineer により、今回の現地視察時に依頼済み
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、The Engineer 立会いの下、深度の確認を行う。 今月は洗浄した孔は無い。	深度が設計深度に達していれば、定期的なモニタリング(2-3ヶ月毎)を行い、深度の確認を行う。 短期間で孔詰まりが発生する場合は、コントラクター、The Engineer、JICA で対応方針の検討を行う。 設計深度に達していない場合は再掘削を行う。 (工事終了までに)	継続

2) Lot 2 : スワラエリヤ

10月の課題と対応及び今後の対応方針案			
10月の課題	対応	今後の対応方針案	備考
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、 The Engineer (NBRO、コンサルタント)の立会を10/14に実施し、全孔の深度が確認された。	完成検査時に再度深度の確認を行う。 設計深度を満たさない場合は再洗浄。(完成検査時)	
設計深度を満たさない孔の再掘削	コントラクターによる洗浄後、設計深度を満たしていない孔については、設計深度まで再掘削を行い、設計深度への到達が確認された。	同上。	
設計を満たさない水路施工箇所	NBRO、コントラクターと対応方法について協議。コントラクターから、対応方法のレター発出済み。 また、コントラクターから要修復箇所のリストのレターが発出済み(10/17)。	コントラクターから要修復箇所のリストのレターが発出され、10/20にNBROによる確認が実施済み。 NBROによる確認後、NBROより承認レター発出予定。 (可能な限り早急)	(10/24 発出済み)
水平ボーリング工下部の集水柵及び水路工の設置	プロポーザルレターの提出依頼を行った。	メール等による提出依頼の継続 (可能な限り早急)	The Engineer により、今回の現地視察時に依頼済み
下部小規模ダム付近の形式変更	NBROからの承認レターは未発出(10/19時点)。引続き、NBROにレター発出の依頼を行った。	引続き依頼。 (可能な限り早急)	(10/20 発出済み)
水路工設置区間の巨礫の破碎、処理	NBROからの承認レターは未発出(10/19時点)。引続き、NBROにレター発出の依頼を行った。	引続き依頼。 (可能な限り早急)	(10/20 発出済み)

3) Lot 3 : マータレ

10月の課題と対応及び今後の対応方針案			
10月の課題	対応	今後の対応方針案	備考
TCLMP アシスタントとコントラクターの関係が良くない	両者の関係を確認したところ、特に問題は生じていない。	両者の関係を派遣毎にモニタリングを行う。 (毎回継続)	
出来形管理に必要な書類の整備	10月は既に布団カゴ工の設置を行っており、布団カゴ工の数量で岩塊の破碎数量とした。	今後は、出来形による数量確認を行う。 (以降継続)	
NBRO 現地スタッフ(テクニカル・オフィサー)のパフォーマンス(現場での活動が不十分) (継続)	今回の現地視察時も不在であった。NBRO マータレ事務所長、担当、サイトエンジニア、アシスタント、コンサルタントで協議を行い、再度常駐を依頼した。	今後も常駐しているか、毎回確認を行う。常駐していない場合は、毎回NBROに常駐を依頼する。 (毎回継続)	
パイプの代替案と	NBROと協議を行い、コントラ	メール等による提出依頼の継続	The Engineer

しての開水路と侵食防止工の提案	クターにプロポーザルレターの提出依頼を行った。	(可能な限り早急)	により、今回の現地視察時に依頼済み
-----------------	-------------------------	-----------	-------------------

5. 次回の活動

11月12日前後から15日間の予定で、大河原（地すべり(設計・施工監理)）が派遣予定である。

以上

2016/11/23

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト

活動報告(2016年11月)

地すべり対策(設計・施工監理)

大河原 彰

1. 行程

日程		活動場所	活動内容
11月			
10	木	成田⇒コロンボ	渡航
11	金	コロンボ	NBRO、JICA スリランカ事務所協議
12	土	コロンボ	資料整理
13	日	コロンボ⇒マタレ	移動
14	月	マタレ⇒ヌワラエリヤ	現地視察、移動
15	火	ヌワラエリヤ⇒バドゥッラ	現地視察、移動
16	水	バドゥッラ	現地視察
17	木	バドゥッラ⇒コロンボ	現地視察、移動
18	金	コロンボ	書類作成
19	土	コロンボ	書類作成
20	日	コロンボ	書類作成
21	月	コロンボ	NBRO 協議
22	火	コロンボ	書類作成
23	水	コロンボ	NBRO、JICA スリランカ事務所協議
24	木	コロンボ⇒成田	渡航

2. 10月の進捗

10月末までの、主な進捗を表-1に示す。

表-1 10月までの進捗

Lot	進捗率	主な作業内容(10月末作業分まで)
Lot 1 : バドゥッラ	37.72%	<ul style="list-style-type: none"> 水平ボーリング : 各箇所とも、再削孔・洗浄作業中のため、10月分の出来高計上なし。 再削孔、洗浄、パイプ挿入、検尺完了孔より、順次出来高計上予定。 累計掘進長 540m(パイプ挿入完了)

		<ul style="list-style-type: none"> ・水路工： Type B (600 - 600) CH0-7.9 7.9m <u>Type B 計 7.9m</u> Type C (600- 500) CH20-69 49m <u>Type C 計 49m</u> Type D (450- 450) CH 0-20 20m CH120-140 20m <u>Type D 計 40m</u> Type E (300- 300) CH20-90 70m <u>Type E 計 70m</u> 累計施工延長 465.9m(コンクリート打設完了) ・間接費
Lot 2 : ヌワラエリア	66.70%	<ul style="list-style-type: none"> ・水平ボーリング工 50m×10 孔=500m 全 10 孔深度確認済み(パイプ挿入完了)。 ・水路工掘削 208.5m³ コンクリート工の品質改良、補修工を順次実施中。 ・間接費
Lot 3 : マータレ	61.30%	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削工：450m³ ・岩塊破碎工：201m³ ・盛土工：439m³ ・布団かご工：201m³ フトン籠工の設置作業は、ほぼ終了。 ・間接費

注：各地区とも Monthly Progress Report(10 月末)に基づいている。

3. 活動の概要

(1) Lot 1 : バドゥッラ

11/16-17 に行った現地視察の結果を以下に示す。

水平ボーリング

Point 1 の NO.1~NO.3 の 3 孔の掘削深度確認を行った。No.4~No.8 の 5 孔については、9 月までに確認完了済である。

結果は表一2の通りであり、設計深度はいずれも45mである。

表一2 ボーリング孔検尺深度

孔名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
深度	47.9m	47.8m	47.0m	47.8m	45.6m
孔名	No.6	No.7	No.8		
深度	46.2m	47.7m	47.90m		

以下に No.1～3 孔の検尺確認時の状況を示す。



No.1 検尺状況 (挿入完了)



No.2 検尺状況 (挿入完了)



No.3 検尺状況 (挿入完了)

上記確認済みの Point 1 の 3 孔 (45m×3 孔=135m) は、11 月報告分の出来形として計上予定である。よって、10 月分の、水平ボーリングの出来高計上数量はない。

Point 1 については、急斜面上に位置し、下方の水路工までの間に道路 (現場内移動用) が通過している。元設計によるパイプでは車輛通過時に破壊される恐れがあるため、集水桝と水路工に変更することが、NBRO、コンサルタント、コントラクターとで協議・合意された。コントラクターにプロポーザルレターの提出を依頼済みである。(10 月報告の通り)

水路工

バドゥッラで発生している施工および施工監理上の課題は、10月報告の通り、主として以下の点である。

- a. 目地部分の施工不良
- b. 水路内に捨コンクリートを放置(一時的)
- c. 急傾斜部分の対応(水路流速の抑制)

a、bについては、10月指摘の箇所については修復済みであることを確認した。今後も、施工期間中については、施工業者と施工監理要員が現地確認を行い、必要に応じ補修を行うよう指導した。

cについては、NBROとも協議の結果、カスケード方式ではなく、急勾配の箇所の上下に柵を1箇所ずつ設けることで合意している(10月報告済)。本件は、コントラクターにレター発出依頼している。

10月末分として、新たに承認した数量は、表一3に示すとおりである。全体に、水路工の施工進捗は、順調である。

表一3 承認数量一覧(10月末)

水路タイプ	距離標	状態	承認数量
TypeB(600-600)	CH 0-7.9	特に問題なし	7.9m
Type B 合計			7.9m
Type C(600-500)	CH 20-69	特に問題なし。	49m
Type C 合計			49m
Type D(450-450)	CH 0-20	特に問題なし	20m
	CH 120-140	特に問題なし。	20m
Type D 合計			40m
Type E(300-300)	CH 20-90	特に問題なし。	70m
Type E 合計			70m

(2) Lot 2 : ヌワラエリア

水平ボーリング

NBRO による検尺深度確認 (9/2 : No.3~10)、及び前回(10/14 : No.1,2)の確認結果を、表一4 に示す(10月報告済)。設計深度は、各 50m/本である。

表一4 検尺深度

孔名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
深度	51.5m	50.5m	50.55m	51.05m	50.20m
孔名	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
深度	50.00m	50.80m	50.10m	50.90m	51.76m

コントラクターによる洗浄の結果、全 10 孔で設計深度を確保する削孔およびパイプ挿入が確認され、9 月末までに、出来高計上済である。

各孔の排水状況は、表一5 の通りである。

表一5 ボーリング流量(8月28日) ㍀/分

孔名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
流量	0	1.47	0	0.61	0.16
孔名	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
流量	0	1.17	0	0.18	1.49

合計、約 4 リットル/毎分の集水をしており、所定の排水効果が期待される。



ボーリング集水状況

なお、水平ボーリング工からの排水について、隣接する民家は車輛を保有しているため、車輛通過時に元設計のパイプでは破損される可能性がコントラクターより提案され、集水枡+水路に変更する旨、合意済である。(10月報告済)

11月の作業としては、流末保護工としての、フトン籠の設置を予定している。

水路工

ヌワラエリアで発生している課題は、主に以下の通りである。(10月報告済)

- a.水路工の施工不良(補修対応実施中)
- b.目地の施工不良(補修対応実施中)
- c.水路沿いの岩塊の破砕、及び水路末端部分の小規模ダムの形状変更

aについては、コンクリートの仕上げ不良、鉄筋の配置間隔等が図面通りに施工されていない箇所等があり、当該箇所については撤去及び再施工が必要となった。現時点では以下の手順で、順次対応中である。

- ・コントラクターから要再施工箇所を示したレター提出済
- ・上記レターを受け、現地確認後、NBRO から再施工の指示のレター発出済
- ・NBRO による要再施工箇所および補修実施状況の確認 (10/23、11/15 実施、継続中)

また、コンクリートで「ハニーカム」と呼ばれる施工および養生が円滑ではない箇所については、コントラクターからコンクリート配合を変更して施工する旨のレターが提出済であり、補修工事を順次実施している。

bについては、目地が 20m 間隔で設置されていない。設置されている箇所でも施工が不良となっている、等が確認された。上記と同じ手順で確認を行い、再設置を順次実施中である。

cについては、既にコントラクターからレターが発出され、NBRO の承認済である。(11月以降施工予定)

上記を受け、水路工については、掘削完了分のみ 9 月末までに出来高計上しており、コンクリート打設分については、補修完了分より、順次出来高計上していく予定である。

(3) Lot 3 : マータレ

掘削工

岩塊の破砕作業および盛土工(布団カゴを含む)を継続中である。

9月より、破砕した岩塊を布団カゴに詰めて、布団カゴを設置しているため、布団カゴの数量を破砕した岩塊の数量とすることとした(10月報告済)。以降も、出来形数量で検査を行うことをコントラクターと確認を行った。10月末時点で、布団カゴの数量は201m³であるため、岩塊の破砕も同量として、出来高計上している。



布団カゴの施工状況(9月)



布団カゴ及び盛土の施工状況(10月)

また、当初設計では、岩塊および土砂を捕捉するポケット内部より、埋設パイプで排水する予定であったが、NBRO との現地確認および協議の結果、将来の岩塊や崩壊土砂の堆積、および気候変動による短時間豪雨の増大により、万が一パイプが詰まり、その場合土砂ポケット内部に地表水が一時的にたまり、越流して人家方向に流下することが懸念された。そこで、目詰まりしないよう、パイプの代わりに開水路とし、下方斜面の安定や人家密集地の安全性を損なわないような形で排水する方向で、現在、現地確認と協議を行っている。協議調整後、関係者の合意が得られたら、コントラクターより変更承認レターを提出予定である。

なお、マータレは NBRO 担当 Ashem 氏が現場常駐していないため、先月のマータレ事務所所長、NBRO 担当との協議(10月報告済)に引き続き、今月は NBRO 本部のバンダラ部長にも、あらためて NBRO 職員の常駐を依頼し、善処する旨の回答を得た(11月21日)。その結果を、引き続き注視していく。

4. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と、11月の課題と対応、及び今後の対応方針について、以下に示す。

1) Lot 1 : バドゥッラ

11月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
安全管理マニュアルが常備されていない(継続)	プロジェクトマネージャーの現場PC内に、ソフトコピー(データ)として保管。 現場事務所に早期の整備を、再度指示。	TCLMP アシスタントによる確認及び整備の再指示(継続)	The Engineerにより、複数回、指示済み(最重要)
水平ボーリング工下部の集水柵及び水路工の設置	現地にて、設計素案をもとに協議確認した。	NBRO とも協議、合意しており、プロポーザルの提出依頼を実施。(継続)	The Engineerにより、現地視察時に依頼済み
急勾配部分の水路工の形式変更(集水柵の追加)	NBRO と協議を行い、急勾配箇所の上に集水柵の設置を提案し、コントラクターにレターの発出を依頼済み。現地視察時点で未提出。プロポーザルレターの提出依頼を行った。	再度提出依頼。(継続)	The Engineerにより、現地視察時に依頼済み
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、The Engineer 立会いの下、深度の確認を行う。	深度が設計深度に達していれば、定期的なモニタリング(2-3ヶ月毎)を行い、深度の確認を行う。 短期間で孔詰まりが発生する場合は、コントラクター、The Engineer、JICA で対応方針の検討を行う。 設計深度に達していない場合は再掘削、洗浄を行う。	継続 (順次、終了孔より、11月作業分から、出来高計上を行う)

2) Lot 2 : スワラエリヤ

11月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、The Engineer (NBRO、コンサルタント)の立会を10/14に実施し、全孔の深度が確認された。	完成検査時に再度深度の確認を行う。 設計深度を満たさない場合は再洗浄。(完成検査時)	対応完了
設計深度を満たさない孔の再掘削	コントラクターによる洗浄後、設計深度を満たしていない孔については、設計深度まで再掘削を行い、設計深度への到達が確認された。	同上。	対応完了

設計を満たさない水路施工箇所	NBRO、コントラクターと対応方法について協議。コントラクターから、対応方法のレター発出済み。 また、コントラクターから要修復箇所のリストのレターが発出済み(10/17)。	コントラクターから要修復箇所のリストのレターが発出され、10/20にNBROによる確認が実施済み。 NBROによる確認後、NBROより承認レター10/24発出済。 NBROによる確認、継続中(10/14,10/23,11/15)	対応継続中
水平ボーリング工下部の集水柵及び水路工の設置	プロポーザルレターの提出依頼を行った。	提出依頼の継続	The Engineerにより、今回の現地視察時に依頼済み
下部小規模ダム付近の形式変更	NBROからの承認レターは未発出(10/19時点)。引続き、NBROにレター発出の依頼を行った。	10/20承認済。	対応完了
水路工設置区間の巨礫の破碎、処理	NBROからの承認レターは未発出(10/19時点)。引続き、NBROにレター発出の依頼を行った。	10/20承認済。	対応完了

3) Lot 3 : マータレ

11月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
TCLMP アシスタントとコントラクターの関係が良くない	両者の関係を確認したところ、特に問題は生じていない。	両者の関係を派遣毎にモニタリングを行う。 (毎回継続)	対応継続
出来形管理に必要な書類の整備	10月は既に布団カゴ工の設置を行っており、布団カゴ工の数量で岩塊の破碎数量とした。	今後は、出来形による数量確認を行う。 (以降継続)	対応継続
NBRO 現地スタッフ(テクニカル・オフィサー)のパフォーマンス(現場での活動が不十分) (継続)	今回の現地視察時も不在であった。NBRO マータレ事務所長、担当、サイトエンジニア、アシスタント、コンサルタントで協議を行い、再度常駐を依頼した。	今後も常駐しているか、毎回確認を行う。常駐していない場合は、毎回NBROに常駐を依頼する。 (毎回継続)	バンダラ部長に善処依頼済(11/21)
パイプの代替案としての開水路と侵食防止工の提案	NBROと協議を行い、コントラクターにプロポーザルレターの提出依頼を行った。	NBROによる、協議を行い、関係者合意後、変更レターの発出予定。	対応継続

5. 次回の活動

12月5日から15日間の予定で、大河原(地すべり(設計・施工監理))が派遣予定である。
(12月7日のNBROシンポジウムでTCLMP活動のプレゼン実施予定)

以上

2016/12/16

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト

活動報告(2016年12月)

地すべり対策(設計・施工監理)

大河原 彰 ㊞

1. 行程

日程		活動場所	活動内容
12月			
5	月	成田⇒コロンボ	渡航
6	火	コロンボ	NBRO シンポジウム参加・発表
7	水	コロンボ	NBRO シンポジウム参加
8	木	コロンボ⇒ヌワラエリヤ	移動
9	金	ヌワラエリヤ⇒バドゥラ	現地視察、移動
10	土	バドゥラ	現地視察
11	日	バドゥラ⇒マタレ	現地視察、移動
12	月	マタレ⇒コロンボ	現地視察、移動
13	火	コロンボ	書類作成
14	水	コロンボ	書類作成
15	木	コロンボ	NBRO 協議
16	金	コロンボ	JICA スリランカ事務所協議
17	土	コロンボ	書類作成
18	日	コロンボ⇒成田	渡航
19	月	コロンボ⇒成田	渡航

2. 11月の進捗

11月末までの、主な進捗を表-1に示す。

表-1 11月までの主な進捗

Lot	進捗率	主な作業内容(11月末作業分まで)
Lot 1 : バドゥラ	49.29%	<ul style="list-style-type: none"> 水平ボーリング : 11月作業分の出来高として、BH-1:45m×3孔、BH-2:45m×8孔、BH-3:45m×1孔=計12孔(540m)を計上。 BH-4は、4孔で再削孔・洗浄作業中(マシン設置)。 BH-5,BH-6は、足場等、作業準備中(未着手)。

		<p>再削孔、洗浄、パイプ挿入、検尺完了孔より、順次出来高計上予定。 累計掘進長 1080m(パイプ挿入および検尺完了)</p> <p>・水路工： 雨季のため、今月の作業は、一時中断中(出来高なし)。 累計施工延長(コンクリート打設)は、以下の通り Type B (600・600) <u>Type B 計 7.9m</u> Type C (600・500) <u>Type C 計 49.0m</u> Type D (450・450) <u>Type D 計 153.0m</u> Type E (300・300) <u>Type E 計 256.0m</u> 累計施工延長 465.9m(コンクリート打設完了)</p> <p>・間接費</p>
Lot 2 : ヌワラエリア	69.57%	<p>・水平ボーリング工 50m×10孔=500m 先月までに全10孔作業完了。(全孔検尺済)</p> <p>・水路工掘削 208.5m³ コンクリート打設 17.075m³ コンクリート工の品質改良、補修工を順次実施中。 終了した個所より、出来高計上予定。</p> <p>・間接費</p>
Lot 3 : マータレ	62.10%	<p>岩塊破碎を含む掘削中であり、11月分の出来高計上(直接費)は、なし。</p> <p>・掘削工：450m³ ・岩塊破碎工：201m³ ・盛土工：439m³ ・布団かご工：201m³ これまでに、フトン籠工の設置および盛土作業はほぼ終了している。</p> <p>・間接費</p>

注：各地区とも Monthly Progress Report(11月末)に基づいている。

3. 活動の概要

12/9-12 に行った現地視察/指導の結果を以下に示す。

(1) Lot 1 : バドゥッラ

水平ボーリング

Point 2(BH-2)の NO.1~NO.8 および、Point 3(BH-3)の NO.5 の計9孔の掘削深度確認を行った。BH-1、BH-3 の他の孔については、先月までにすべて検尺完了済である。

結果は表一2,3 の通りであり、設計深度はいずれも 45m である。(予掘を、3m 行っている)

表一2 ボーリング孔検尺深度 (BH-2)

孔名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
深度	47.77m	48.00m	48.00m	48.00m	47.30m
孔名	No.6	No.7	No.8		
深度	48.00m	48.00m	45.33m		

表一3 ボーリング孔検尺深度 (BH-3)

孔名	No.5				
深度	46.20m				

以下に BH-2 の No.1~4 孔の検尺確認時の状況を示す。



No.1 検尺状況 (挿入完了)



No. 2 検尺状況 (挿入完了)



No. 3 検尺状況 (挿入完了)



No. 4 検尺状況 (挿入完了)

これに加え、先月確認済みの Point 1 の 3 孔 (45m×3 孔=135m) を加え、計 12 孔 (540m) を、11 月の出来高として計上した。

Point 1 については、急斜面上に位置し、下方の水路工までの間に道路 (現場内移動用) が通過している。元設計によるパイプ(地表)では車輛通過時に破壊される恐れがあるため、現地で協議の結果、工事終了後は通過車両もないことから、排水パイプを地中に埋め込み、仮設道路部については埋設コンクリートで被覆する構造とすることが、NBRO、コンサルタント、コントラクターとで協議・合意された。コントラクターにプロポーザルレターの提出を依頼済みである。

水路工

バドゥッラで発生している施工および施工監理上の課題は、10 月報告の通り、主として以下の点であった。

- a. 目地部分の施工不良
- b. 水路内に捨コンクリートを放置(一時的)
- c. 急傾斜部分の対応(水路流速の抑制)

a、b については、11 月報告において修復済みであることを確認した。(対応完了)

c については、NBRO とも協議の結果、カスケード方式ではなく、急勾配の箇所の上に柵を 1 箇所ずつ設けることで合意している(10 月報告済)。本件は、コントラクターにレター発出依頼している。

11 月末分として、新たに承認した数量は、表-4 に示すとおりである。雨季期間中であったため、横ボーリング工のみで、水路工の出来高数量はない。

表—4 承認数量一覧(11月末)

工種	地点	内訳	承認数量
横ボーリング工	BH-1	3孔×45m(NO.1～NO.3)	135.0m
	BH-2	8孔×45m(NO.1～NO.8)	360.0m
	BH-3	1孔×45m(NO.5)	45.0m
合計			540.0m

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ
水平ボーリング

先月までに、全10孔で設計深度を確保する削孔およびパイプ挿入が確認され、9月末までに、出来高計上済である。

全体に、良好な地下水排水状況を示しており、今回の現地視察期間中の排水状況は、表—5の通りである。

表—5 ボーリング流量(12月9日) ㍀/分

孔名	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
流量	0	1.41	0	0.60	1.29
孔名	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
流量	0	0	0	0	1.82

合計、約5.1リットル/毎分の集水をしており、所定の排水効果が期待される。



ボーリング集水状況

なお、水平ボーリング工からの排水について、隣接する民家は車輛を保有しているため、車輛による人家敷地進入時にパイプのみでは破損される可能性があり、集水パイプをコンクリートで被覆する構造に変更することで合意し、レターの発出を依頼済である。

12月の作業としては、流末保護工としての、フトン籠の設置作業を予定している。

水路工

ヌワラエリアで発生している課題は、主に以下の通りである。(10月報告済)

- a.水路工の施工不良(一部補修対応継続中)
- b.目地の施工不良(対応終了)
- c.水路沿いの岩塊の破碎、及び水路末端部分の小規模ダム形状変更(レター承認済)

a, b については、NBRO ジオテク部門のマドランガ氏が、定期的に確認・指導を行っており、11月も15日、25日に現地確認・指導を行っており、現地の修復対応はほぼ終了しており。修復完了・確認区間より、順次、出来高として計上しており、11月分も水路工掘削、コンクリート打設につき、施工完了区間の数量計上を行った。

c については、既にコントラクターからレターが発出され、NBROの承認済である。(11月以降施工予定)



水路工施工状況(施工完了)



水路工施工状況(施工完了)



水路工施工状況(施工中)



水路工施工状況(施工中)

上記を受け、水路工については、補修完了分より、順次出来高計上していく予定である。11月末分として、新たに承認した数量は、表―6に示すとおりである。

表―6 承認数量一覧(11月末)

工種	地点	内訳	承認数量
コンクリート打設	Type:A	D-H(75-90)	4.4 m ³
	Type:B	C-D(007-034)	12.675m ³
	計		17.075 m ³

(3) Lot 3 : マータレ

掘削工

岩塊の破碎作業および盛土工(布団カゴを含む)を継続中である。

9月より、破碎した岩塊を布団カゴに詰めて、布団カゴを設置しているため、布団カゴの数量を破碎した岩塊の数量とすることとした(10月報告済)。以降も、出来形数量で検査を行うことをコントラクターと確認を行った。11月末現在、フトン籠工および盛土工(碎石による被覆工を除く)はおおむね終了し、ピット部分の掘削工が本格化している。



布団カゴの施工状況(11月)



ピット掘削の状況(11月)

また、当初設計では、岩塊および土砂を捕捉するポケット内部より、埋設パイプで排水する予定であったが、NBRO との現地確認および協議の結果、将来の岩塊や崩壊土砂の堆積、および気候変動による短時間豪雨の増大により、万が一パイプが詰まり、その場合土砂ポケット内部に地表水が一時的にたまり、越流して人家方向に流下することが懸念された。そこで、目詰まりしないよう、パイプの代わりに開水路とし、下方斜面の安定や人家密集地の安全性を損なわないような位置および形状で排水する方向で、現在、現地確認と協議を行っている。コントラクターより変更承認レターを提出予定である。

また、フトン籠を含む土工量(盛土、掘削)については、施工開始時点の地表の植生や転石の影響など、設計段階では表現しきれない不確定要素があるため、工事終了段階での最終出来高による数量変更を行うことが、本邦では一般的である。今回の工事についても、同様に、土工量については設計変更対象とすることが望ましい。

なお、マータレは NBRO 担当 Ashem 氏が現場常駐していなかったため、10月のマータレ事務所所長、NBRO 担当との協議(10月報告済)に引き続き、11月は NBRO 本部のバンダラ部長にも、あらためて NBRO 職員の常駐を依頼し、善処する旨の回答を得た(11月21日)。12月の現地訪問時は、現地駐在していることを、確認している。

4. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と、12月の課題と対応、及び今後の対応方針について、以下に示す。

なお、前回11月活動報告後の11月28日に、NBRO本部にて各施工業者およびThe Engineerの役割を果たす各工区のNBRO施工管理要員およびTCLMP現地傭人を集め、進捗報告会議が行われている。(日本人団員は不在期間)

本報告の末尾に、会議の結果を受けて作成されたOutline of Construction 様式(12/12現在の)の試行版を添付する。次回の進捗報告会は、1月上旬に開催予定である。

1) Lot 1 : バドゥッラ

12月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
安全管理マニュアルが常備されていない(継続)	プロジェクトマネージャーの現場PC内に、ソフトコピー(データ)として保管。 現場事務所に早期の整備を、再度指示。	TCLMP アシスタントによる確認及び整備の再指示(継続)	継続 The Engineerにより、指示済み
水平ボーリング工(BH-1)下部の道路横過部の排水処理	現地にて、設計素案をもとに協議確認し、当該部分につき、パイプをコンクリートで被覆する構造とする旨、協議。	コントラクターよりの、プロポーザルレターの提出依頼中。(継続)	継続 The Engineerにより、現地視察時に依頼済み
急勾配部分の水路工の形式変更(集水桝の追加) ・TypeD : 74.9m および94.1m 地点 ・水路最末端(道路接続部)	NBRO と協議を行い、急勾配箇所の上下、および水路最末端(道路接続部)に集水桝の設置を提案し、コントラクターにレターの発出を依頼済み。	コントラクターよりの、プロポーザルレターの提出依頼中。(継続)	継続 The Engineerにより、現地視察時に依頼済み
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、The Engineer 立会いの下、深度の確認を行う。	BH-1~BH-3の全箇所につき、終了。 BH-4(施工中)、BH-5,6(未着手)については、作業完了後に実施。	継続

2) Lot 2 : スワラエリヤ

12月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
設計を満たさない水路施工箇所	コントラクターによる補修工事とNBROによる定期的な確認・指導を継続中。	NBROによる確認を継続(10/14,10/23,11/15,11/25)。補修工事完了・確認分より、出来高計上予定。	対応継続中
水平ボーリング工	人家進入路部分のパイプのコン	コントラクターによるプロポー	対応依頼中

下部の集水柵及び水路工の設置	クリートによる被覆を行うことで合意が得られ、プロポーザルレターの提出依頼を行った。	ザルレターの発出依頼の継続。	
下部小規模ダム付近の形式変更	NBRO からの承認レターは未発出 (10/19 時点)。引続き、NBRO にレター発出の依頼を行った。	10/20 承認済。12月施工予定。	対応完了
水路工設置区間の巨礫の破碎、処理	NBRO からの承認レターは未発出 (10/19 時点)。引続き、NBRO にレター発出の依頼を行った。	10/20 承認済。12月施工予定。	対応完了

3) Lot 3 : マータレ

12月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
TCLMP アシスタントとコントラクターの関係が良くない	両者の関係を確認したところ、特に問題は生じていない。	両者の関係を派遣毎にモニタリングを行う。 (毎回継続)	対応継続
出来形管理に必要な書類の整備	10月には既に布団カゴ工の設置を行っており、布団カゴ工の数量で岩塊の破碎数量とした。	今後は、出来形による数量確認を行う。 (以降継続)	対応継続
NBRO 現地スタッフ (テクニカル・オフィサー) のパフォーマンス (現場での活動が不十分) (継続)	常駐管理の徹底を依頼中(10月報告済)。 12月視察時には、現地駐在を確認。	毎回、常駐確認を行う。常駐していない場合は、NBRO に常駐を依頼する。 (毎回継続)	バンダラ部長に善処依頼済 (11/21) 12月視察時には、現地駐在を確認。
パイプの代替案としての開水路工の提案	関係者と現地協議を行い、コントラクターにプロポーザルレターの提出依頼を行った。	コントラクターによる、プロポーザルレターの発出依頼中。	対応継続

5. 次回の活動

1月10日頃(予定)から15日間の予定で、川上団員が派遣予定である。

以上

添付：

Outline of Construction 様式(12/12 現在)

As of 12th Dec, 2016			
Lot No.	Lot1	Lot2	Lot 3
District	Badulla	Nuwara eliya	Matale
Location	Badulusirigama/ Uva Wellassa University	Udamadura	Alagumale
Contractor	ELS Construction (Pvt) Ltd	Geo Engineering Consultants (Pvt) Ltd	SANGUINE Engineering (Pvt Ltd)
Period of Work	2016/1/28 to 2017/6/15	2016/2/2 to 2016/11/15→2017/2/15(Extended)	2016/1/28 to 2017/1/16
Contract Price (excluding VAT)	Rs 38,900,000	Rs 12,900,000	Rs 30,669,100
Person in Charge Mobile No. (NBRO District Office)	A.D.Harshani Jeewanthi Perera	Malaka Hettiarachchi	Ayomi Wimalsinghe
Person in Charge Mobile No. (NBRO site engineer)	Palita Madurasingha	S.Susantha	Ashen Rathnayake
Person in Charge Mobile No. (The Contractor)	R.M.W.K Rathnayake	Dilum Wanigasekara	Sisila Wijasinghe
Main Countermeasure Works	<ul style="list-style-type: none"> ●Horizontal Drainage Drilling ●Surfacre Drainage Ditch 	<ul style="list-style-type: none"> ●Horizontal Drainage Drilling ●Surfacre Drainage Ditch ●Small Dams 	<ul style="list-style-type: none"> ●Excavation ●Embankment ●Gabion
<p>Progress up to last week(11th, Dec)</p> <p>※Quantities of each site are reported from site engineer of the contractors</p> <p>※Official quantities are shared with JICA HQ, SL Office and NBRO through monthly progress report prepared by contractors and activity report prepared by the consultant team.</p>	<p>【Horizontal drilling】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Point 1 Hole No.1~No.8 Completed ●Point 2 Hole No1~No.8 Completed ●Point 3 Hole No1~No.8 Completed ●Point 4 Hole No.1~4 Not started Hole No.5~9 Redrilling ●Point 5 Hole NO.1~No.9 Not started ●Point 6 Hole NO.1~No.9 Not started <p>【Ditch work】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Type E (300-300) Initial quantity 380m Concrete placing work 244m Excavation, Bar arrangement 256m ●Type D (450-450) Initial quantity 225m Concrete placing work 200m Excavation 220m ●Type C(600-500) Initial quantity 89m Excavation·Concrete placing work 49m ●Type B(600-600) Initial quantity 103m Excavation·Concrete placing work 80m 	<p>【Horizontal drilling】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Hole No.1~10 Completed <p>【Ditch work】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity of excavation 262m³ Excavation for ditch 208.5m³ completed ●Initial quantity of concrete 173m³ Concrete work for ditch 17.075m³ completed 	<p>【Excavation】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 1,030m³ Completed 450m³ <p>【Gabion work】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 201m³ Gabion work is almost completed <p>【Embankment】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 738m³ Completed 439m³ <p>【Blasting】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 412m³ Completed 201m³ Chemical blasting work is continuing
Works for this week (12th Dec. - 18th Dec.)	<ul style="list-style-type: none"> ●Horizontal drilling ●Ditch work 	<ul style="list-style-type: none"> ●Gabion work ●Ditch work(Excavation and Concrete re-placing work) 	<ul style="list-style-type: none"> ●Excavation for embankment ●Rock blasting work
Remarks	<ul style="list-style-type: none"> ●All of the horizontal drilling hole that installation of PVC pipes is impossible should be re-drilled and washed. The holes below have been inspected by the Engineer. Point 1: No. 1-8: Inspected Point 2: No. 1-8: Inspected Point 3: No. 1-8: Inspected Other holes should be inspected after the redrilling and washing. ●Following matter has been agreed by The engineer and the contractor and JICA SL Office. ·Water collection pits should be installed at the shoulder and the foot of the steep part along the ditch line. ·A letter will be issued by the contractor. (Not yet issued) ●Now the Engineer and the contractor have been discussing about the pipe use to the diche of the part of mobilization (P-1). Proposal from the contractor will be submitted. 	<ul style="list-style-type: none"> ●After 4th Sep, site work has been stopped temporarily due to the improper construction of ditch. After the NBRO staff's confirmation and approval, the site work have been restarted. Now re-concreting work is conducting at the improper part of ditch. ●Approved for the extension of the work period by NBRO(11th Nov) 90days extension of the work period was accepted by JICA(till 15th Feb 2017). An approval letter will be issued by JICA SL Office. (Not yet issued) 	<ul style="list-style-type: none"> ●The Engineer and the contractor are disscussing about following proposal. Drainage pipe method should be changed to open ditch along the countour line and protection against erosion along the drainage line. This proposal is based on considering the maintenance of the function of the pitch and its drainage system.
Progress of the work (November)	●Progress of the work (November) 49.29%	●Progress of the work (November) 69.57%	●Progress of the work (November) 62.10%

2017/1/20

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告(2017年 1月)

斜面崩壊対策(設計・施工監理)
川上 京一 ㊞

1. 行程

日程		活動場所	活動内容
1月			
9	月	成田→コロンボ	渡航
10	火	コロンボ	NBRO, JICA
11	水	コロンボ	NBRO, JICA
12	木	マタレ	移動、現場確認
13	金	マタレ	マタレ事務所、現地視察、移動、ヌワラエリヤ事務所
14	土	ヌワラエリヤ	現地視察
15	日	移動	移動、書類作成
16	月	バドゥラ	現地視察
17	火	バドゥラ	現地視察
18	水	バドゥラ→コロンボ	移動、NBRO
19	木	コロンボ	NBRO(The Engineer と施工業者間の協議)
20	金	コロンボ	NBRO, JICA
21	土	コロンボ	書類作成
22	日	コロンボ発	書類作成、移動
23	月	成田着	帰国

2. 12月の進捗

12月における主な進捗を表-1に示す。

表-1 12月までの主な進捗

Lot	進捗率 (累積)	主な作業内容(12月末作業分まで)
Lot 1: バドゥツラ	00%	<ul style="list-style-type: none"> ・水平ボーリング: 12月作業分の出来高はなし(新規の削孔およびパイプ挿入完了孔はあるが、掘削延長の検査が完了していないため) ・ガビオン工 水平ボーリング孔前面のガビオン工について2箇所が完成。 7m³×2箇所=14m³を計上。 ・水路工: Type Aの施工に着手しているが、完成断面に至っていないので完成数量の計上はなし(出来高なし)。累計施工延長(コンクリート打設)は、以下のとおりである(先々月と同じである)。 Type B (600 - 600) Type B 計 7.9m Type C (600- 500) Type C 計 49.0m Type D (450- 450) Type D 計 153.0m Type E (300- 300) Type E 計 256.0m 累計施工延長 465.9m(コンクリート打設完了) ・間接費
Lot 2: ヌワラ エリヤ	84.05%	<p>12月分の出来高</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガビオン工 10 m³ (完了) ・水路工施工 Type B: 101m³ (完成分として延長を計上) うちコンクリート打設 112.5m³ コンクリート工の品質改良、補修工を継続実施中。終了した箇所より、出来高計上予定。 ・間接費
Lot 3: マータ レ	73.30%	<p>12月分の出来高</p> <p>岩塊破碎を含む掘削工および盛土表面の岩塊配置工。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・掘削工: 550m³ ・岩塊破碎工: 49m³ ・岩塊配置工: 134m³ ・間接費

注: 各地区ともに Monthly Progress Report(12月末)に基づいたものである。

3. 活動の概要

1/12～17に行った現地視察/指導の結果を以下に示す。

(1) Lot 1: バドゥツラ 水平ボーリング

Point 5(BH-5)の NO.9～NO.3 の削孔、排水パイプ挿入に続いて、NO.2 の削孔中であつたが施工のため掘削深度確認には至っていない。同 Point における全孔の削孔、排水パイプ挿入後に屈伸長確認をおこなう。

ガビオン工

Point 2 および Point3 のガビオン工が完了している。1 か所あたりのガビオン個数は（1 m3/1 個×10 個=10m3）を標準としているが、掘削範囲、埋戻し材料等を考慮して必要最小数量の7m3/箇所とすることについて施工業者、NBRO、TCLMP 間で合意している。以下に ガビオン工の出来形確認時の状況写真を示す。



Point2 出来形確認



Point3 出来形確認

ガビオン工周辺に関して整理・方針決定すべき技術課題として以下の事項があり、施工業者、NBRO、TCLMP 間での協議をおこない、対応を決定した。

なお、上記集水枡～水路工間のポリエチレンパイプによる接続については適当な材質のものが調達不能であるため、φ90 mmのPVCを用いることで提案がなされている。地中埋設するが、完成後は車両や大型重機の侵入予定がないので、とくに補強工事は必要としないことを確認済である。

表-2 Badulla 地区ガビオン工に関わる課題と対応

課題	対応
ガビオン直前の集水枡	水平ボーリング工からの排水を水路工に導くため複数の孔から排出される地下水を1箇所にとめるため必要と判断。集水枡は場所に応じて必要な大きさのものを構築する。
ガビオン壁と背後切土法面間の埋戻し	排水パイプ安定化のため岩塊(20-200mm)による埋戻しと雨水、地下水の透過性を考慮してガビオン背面にジオテキスタイルの挿入を推奨する ガビオン壁の位置は埋戻し材料の量が過大とならないようにセットする。

水路工

最下部 TypeA 水路の流末は別事業による側溝工事区間との接続をおこなう必要があり、道路を横断するカルバート工との接続を考慮した柵の構築について業者から提案があった。住民から車両進入を考慮してほしいとの依頼もあり、現地の状況を考慮して適切な規模、機能を持つものを構築するように指導した。

前月の報告において示された TypeD の急勾配区間の柵については関係者間で合意のうえ承認レター待ちであったが、現地での構築は完了している。同工事数量については契約変更が完了してから出来形の計上をおこなうように指導した。



上部 Pit



下部 Pit

12 月分として、新たに承認した数量は、表-3 に示すとおりである。

表-3 承認数量一覧(12 月末)

工種	地点	内 訳	承認数量
ガビオン工	Loc2, Loc3	7 m ³ /1 箇所×2 箇所	14 m ³

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ

ガビオン工

削孔およびパイプ挿入は 11 月までに完了しており、孔口部のガビオン工が施工され出来高計上 (10 m³) がなされた。水平ボーリングからは継続して良好な地下水排水状況を示しており、10 孔を合計した排水量は 90/分であった。12 月下旬には連続した降雨日があったことから、前月の約 50/分から大きく増加したとみられる。



ガビオン工形状確認



ボーリング集水量計測状況

水平ボーリング工

水平ボーリング工からの排水については、集水パイプをコンクリートで被覆する構造に変更することで合意し、コントラクターからレター発出を指示済であったが、その後地元住民から水平ボーリング排水を利用したいとの要望があり、中途にマンホールをセットしたうえでφ160mmのポリエチレン管で接続することが最適であるあることがThe Engineer と施工業者の双方で理解され、新たな提案書が提出された。同フレキシブル管はHDPE(High Density Polyethylene)であることから地中埋設環境であれば車両の通過に対応して十分な強度をもつことが期待されるものである。水路までの距離は25mあり、直線状のルートが取りにくく高低差があるため同フレキシブル管の調達は妥当と判断される。本件についてはNBRO から承認レターが発出される予定である。

水路工

以前に課題が指摘された施工不良に関わる課題は、補修工事により対応がなされている。この課題については、NBRO ジオテク部門のマドラング氏が、定期的の確認・指導を行っており、12月19日に現地確認・指導がなされている。現地の修復対応はほぼ終了しており修復完了・確認区間より、順次、出来高として計上がなされており、12月分も水路工掘削、コンクリート打設について、施工完了区間の数量計上がおこなわれた。

Type C 水路工設置区間の巨礫の破碎、処理については、既にコントラクターからレターが発出され、NBRO の承認済であり、岩塊破碎はほぼ完了している、水路、ダム本体は1月中旬より施工が開始される。



水路工施工状況

12月末分として、新たに承認した数量は、表-4 に示すとおりである。

表-4 承認数量一覧(12月末)

種	地点	内訳	承認数量
ガビオン工	水平ボーリング孔口	(5m×1m×1m)×2段	10 m ³
水路工	Type:B (600 ×500)	34~135m 区間	L=101m コンクリート V=112.5 m ³

(3) Lot 3 : マータレ

掘削工

岩塊の破碎作業および砕石による盛土表面への被覆工を継続中である。当初契約の掘削工はほぼ完了に近づきつつある。

9月より、破碎した岩塊を詰めて、ガビオン工を設置しているため、ガビオンの数量を破碎した岩塊の数量とすることとした(10月報告済)。以降も、出来形数量で検査を行うことがコントラクターと確認されている。



盛土工および表面被覆工



開水路予定箇所の確認立会

また、当初設計では、岩塊および土砂を捕捉するポケット内部より、埋設パイプで排水する予定であったが、NBRO との現地確認および協議の結果、将来の岩塊や崩壊土砂の堆積、および気候変動による短時間豪雨の増大により、万が一パイプが詰まり、その場合土砂ポケット内部に地表水が一時的にたまり、越流して人家方向に流下することが懸念された。そこで、目詰まりが生じないように、パイプの代わりに開水路とし、下方斜面の安定や人家密集地の安全性を損なわないような位置および形状で排水する方向でのレターが発出された(1月10日)。その後、同工事施工に必要な施工期間の延長(2か月)と盛土掘削に関わる数量変更(想定を超える岩盤の露出に対応した掘削破碎量の増加)を含めて The Engineer の承認、JICA との契約変更書類の取り交わしをへて順次施工が実施される予定である。The Engineer からは下方の集落が水利用をしているので、水路工施工の際は汚水の流入や土砂の流下に注意するようにコントラクターに申し渡した。

NBRO のサイトエンジニアについては、12月以降常駐していることが確認されており情報共有等における問題は見られなかった。

表-5 承認数量一覧(12月末)

種別	地点	承認数量
掘削工	盛土内部のピット部	550 m ³
岩盤掘削および破碎	盛土内部	49.2 m ³
岩盤被覆工	盛土表面	134 m ²

4. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と、1月視察時の課題と対応、及び今後の対応方針について、以下に示す。なお、11月28日に、NBRO本部にて各施工業者およびThe Engineerの役割を果たす各工区のNBRO施工管理要員およびTCLMP現地傭人を集め、進捗報告会議が行われている(日本人団員は不在期間)。本報告の末尾に、同会議の結果を受けてTCLMPで作成したOutline of Constructionの最新内容(1/14現在)を添付するが、まだNBRO、施工業者を含めた共有には至っていない。次回の進捗報告会は、1月末～2月初旬に開催される予定である。

Lot2については、2月15日の契約工期に向けて現地作業を継続中であるが、完成検査の手順および手続き、必要な書類についてNBROと確認中であり、遅延の生じないように事前に業者に周知をおこなうことについて協議中である。

1) Lot 1: バドゥツラ

1月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
安全管理 マニュアルが常備されていない(継続)	プロジェクトマネージャーの現場PC内に、ソフトコピー(データ)として保管されていたが、その後、紙ベースで現場事務所に常備された。	TCLMP アシスタントによるマニュアル運用実態の確認(継続)	継続 The Engineerにより、指示済み
水平ボーリング工(BH-1)下部の道路横過部の排水処理	現地にて、設計素案をもとに協議確認し、当該部分につき、パイプをコンクリートで被覆する構造とする旨、協議されていた。	施工完了後は車両、大型機械や車両の通過はないため補強は必要ないことを確認。同条件で使用するパイプとしてPVCパイプの選定が進められている。	継続
急勾配部分の水路工の形式変更(集水樹の追加) ・TypeD: 74.9m および 94.1m 地点	NBROと協議を行い、急勾配箇所(水路接続部)に集水樹の設置が提案され、レターの発出済み。	The Engineer, NBROの承認により集水樹工を施工中。	施工完了
水路最末端部の構造(道路接続部)	他事業施工による水路工と道路横断管への接続を考慮してBOXと壁を構築する、必要性を関係者で確認済	The Engineer, NBROの承認により構築中。	施工継続中
ガビオン擁壁周辺構造に関わる課題	・集水樹のセット ・背後の埋戻し構造 →基本的に承認	集水樹の必要性、岩塊による埋戻しとジオテキスタイル使用による透過性の確保を確認済。レターによる承認。	施工準備中
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、The Engineer 立会いの下、削孔深度の確認を行う。	BH-1~BH-3の全箇所につき、終了。以下は順次確認する。 BH-4(一部施工済み) BH-5(施工中) BH-6(未着手)	継続

2) Lot 2 : ヌワラエリヤ

1月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
設計を満たさない水路施工箇所	コントラクターによる補修工事と NBRO による 定期的 な 確認・指導を継続中。	NBRO による 現地 確認を継続中 (12/19 実施)。補修工事完了・確認分より、出来高を計上する予定。	対応継続中
水平ボーリング工下部の集水柵及び水路工の設置	人家進入路部分のパイプのコンクリートによる被覆を行うことで合意が得られ、プロポーザルレターの提出依頼がなされていたが、コントラクターが資材の調達について調査をすすめた。	フレキシブル管(160mm)を使用し、住民要望を考慮したマンホールの設置提案があり承認する方向で調整中。強度的には問題ないものである。ガビオン前面の集水柵については必要性を確認済。	対応継続中
下部小規模ダム付近の形式変更	NBRO からの承認レターは未発出(10/19時点)。引き続き、NBRO にレター発出の依頼を行った。	10/20 承認済。1月施工予定。	対応完了

3) Lot 3 : マータレ

1月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
TCLMP アシスタントとコントラクターの関係が良い	両者の関係を確認したところ、特に問題は生じていない。今回も特に問題は認められなかった	両者の関係を派遣毎にモニタリングを行う(毎回継続)。	対応継続
出来形管理に必要な書類の整備	10月は既に布団カゴ工の設置を行っており、布団カゴ工の数量で岩塊の破碎数量とした。	今後は、出来形による数量確認を行う。(以降継続)	対応継続
NBRO 現地スタッフ(テクニカル・オフィサー)のパフォーマンス(現場での活動が不十分)(継続)	常駐管理の徹底を依頼中(10月報告済)。1月視察においては現地駐在を確認している。	毎回、常駐確認を行う。常駐していない場合は、NBRO に常駐を依頼する。(毎回継続)	対応継続
パイプの代替案としての開水路工の提案	コントラクターのプロポーザルレター内容を確認し関係者で現地協議を行った。	The Engineer の承認レター発出済み。1月中に施工着手予定。	対応継続

5. 次回の活動

2月10日頃(予定)から15日間の予定で、川上団員が派遣予定である。

添付:

Outline of Construction 様式(1/20現在)

As of 14th Jan, 2017			
Lot No.	Lot1	Lot2	Lot 3
District	Badulla	Nuwara eliya	Matale
Location	Bedukisrigama/ Uva Wellness University	Udamakuru	Alegamaie
Contractor	ELS Construction (Pvt) Ltd	Geo Engineering Consultants (Pvt) Ltd	SANGUINE Engineering (Pvt) Ltd
Period of Work	2016/1/28 to 2017/6/15	2016/2/2 to 2016/11/15→2017/2/15(Extended)	2016/1/28 to 2017/1/16 → 2017/3/16(Extended)
Contract Price (excluding VAT)	Rs 38,900,000	Rs 12,900,000	Rs 30,669,100
Person in Charge Mobile No. (NEBO District Office)	ADHarshani Jeevanthi Perera	Makala Hettiarachchi	Ayomi Wimalasinghe
Person in Charge Mobile No. (NEBO site engineer)	Palita Madurasingha	S.Susantha	Ashen Rathnayaka
Person in Charge Mobile No. (The Contractor)	RMWK Rathnayaka	Dikam Wanigasakara	Sisla Wijasinghe
Main Countermeasure Works	<ul style="list-style-type: none"> ●Horizontal Drainage Drilling ●Surface Drainage Ditch 	<ul style="list-style-type: none"> ●Horizontal Drainage Drilling ●Surface Drainage Ditch ●Small Dams 	<ul style="list-style-type: none"> ●Excavation ●Embankment ●Gabion
<p>Progress up to last week(14th,Jan)</p> <p>※Quantities of each site are reported from site engineer of the contractors</p> <p>※Official quantities are shared with JICA HQ, SL Office and NEBO through monthly progress report prepared by contractors and activity report prepared by the consultant team.</p>	<p>[Horizontal drilling]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Point 1 Hole No.1~№8 Completed ●Point 2 Hole No1~№8 Completed ●Point 3 Hole No1~№8 Completed ●Point 4 Hole No.1~4 Not started Hole No.5~9 Partially constructed ●Point 5 Hole No.2 Drilling Hole NO.1 Not started Hole No.9~3 Drilling and installed the pipe ●Point6 Not started <p>[Gabion work] Constructed 14m</p> <p>[Ditch work]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Type E (300-300) Initial quantity 380m Concrete placing work 244m Excavation, Bar arrangement 256m ●Type D (450-450) Initial quantity 225m Concrete placing work 200m Excavation 220m ●Type C(600-500) Initial quantity 69m Excavation-Concrete placing work 49m ●Type B(600-600) Initial quantity 103m Excavation-Concrete placing work 80m ●Type A(600-900) Initial quantity 44m Wing Concrete placing work 22m 	<p>[Horizontal drilling]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Hole No.1~10 Completed <p>[Gabion work]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Constructed 10m <p>[Ditch work]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity of excavation 262m³ Excavation for ditch 208.5m² completed 	<p>[Excavation]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 1,030m³ Completed 450m³ <p>[Gabion work]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 201m³ Gabion work is almost completed <p>[Embankment]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 738m³ Completed 438m³ <p>[Blasting]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 412m³ Completed 201m³ Chemical blasting work is continuing
Works for this week (15th Jan - 21th Jan)	<ul style="list-style-type: none"> ●Horizontal drilling ●Ditch work ●Wall and Catch pit ●Gabion work 	<ul style="list-style-type: none"> ●Ditch work(Excavation and Concrete re-placing work) ●Small dam and catch pit work 	<ul style="list-style-type: none"> ●Excavation for embankment ●Rock blasting work
Remarks	<ul style="list-style-type: none"> ●All of the horizontal drilling hole that installation of PVC pipes is impossible should be re-drilled and washed. The holes below have been inspected by the Engineer. Point 1, 2, 3: all inspected Other holes should be inspected after the re-drilling and washing. ●Following matter has been agreed by The engineer and the contractor and JICA -Water collection pits should be installed at the shoulder and the foot of the steep part along the ditch line. -A letter has been issued by the contractor. ●Following matters which proposed by the contractor has been approved by the Engineer basically. 1)Collection pits should be constructed in front of the gabionwall to gathering the water from each drilling pipe. 2)Wing walls at termination point of Type A drain is needed for connecting to other project ditch. 3)The material which is filled the gap behind the gabion walls should be used rubbles. 4)Replacing the polyethylene pipes with PVC pipes. The contractor should submit the revised proposal letter. 	<ul style="list-style-type: none"> ●After 4th Sep, site work has been stopped temporarily due to the improper construction of ditch. After the NEBO staff's confirmation and approval, the site work have been restarted. Now re-concreting work is conducting at the improper part of ditch. ●Approved for the extension of the work period by NEBO(11th Nov) 90days extension of the work period was accepted by JICA(till 15th Feb 2017). An approval letter will be issued by JICA SL Office. (Not yet issued) ●Following matters are discussed by The Contractor and The Engineer. These proposal will be approved by the Engineer basically. The contractor should submit the revised proposal letter. 1)Set the small catch pit box in front of the gabion wall 2)Use the 63mm Polyethilen pipes for connecting small pit box to the Type C drain. 	<ul style="list-style-type: none"> ●The Engineer and the contractor are discussing about following proposal. Drainage pipe method should be changed to open ditch system and protection against erosion of the steep slope after the open ditch. This proposal is based on considering the maintenance of the function of the drainage. These proposal made concensus by the Contractor and the Engineer basically by the discussion at the site. Extension of the time was required by these extra work by the Contractor. JICA accepted thework period till 16th March.

2017/2/22

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト 活動報告(2017年1～2月)

斜面崩壊対策(設計・施工監理) 川上 京一 ㊞

原 龍一

荻野 隆

1. 行程

(原)

日程		活動場所	活動内容
1-2月			
28	土	成田→コロンボ	渡航
29	日	コロンボ	NBRO, JICA
30	月	コロンボ→ヌワラエリヤ	移動
31	火	ヌワラエリヤ	現地視察、NBRO ヌワラエリヤ事務所
1	水	ヌワラエリヤ→バドゥッラ	移動、現地視察、NBRO バドゥッラ事務所
2	木	バドゥッラ→マータレ	移動
3	金	マータレ	現地視察、NBRO マータレ事務所
4	土	マータレ	書類作成
5	日	マータレ	書類作成
6	月	マータレ→コロンボ	現地視察、移動
7	火	コロンボ	NBRO 書類作成
8	水	コロンボ	NBRO 書類作成
9	木	コロンボ	プログレスミーティング、書類作成
10	金	コロンボ	書類作成 (ポヤデー)
11	土	コロンボ	書類作成
12	日	コロンボ	書類作成 (翌日より普及実証業務に継続して従事)

(川上、荻野)

日程		活動場所	活動内容
1月			
9	木	成田→コロンボ	渡航
10	金	コロンボ	書類作成 (ポヤデー)
11	土	コロンボ→バドゥラ	移動
12	日	バドゥラ	JICA 動画撮影、書類確認
13	月	バドゥラ	施工状況確認、数量確認、技術指導
14	火	バドゥラ→ヌワラエリヤ	書類確認、移動、現地視察
15	水	ヌワラエリヤ	施工状況確認、書類確認、技術指導
16	木	ヌワラエリヤ→マータレ	移動、施工状況確認、書類確認

17	金	マタレ	施工状況確認、技術指導
18	土	マタレ	書類確認、資料作成
19	日	マタレ→コロンボ	移動、書類作成
20	月	コロンボ	NBRO、各種課題に関する協議
21	火	コロンボ	セミナー参加、NBRO、業者協議
22	水	コロンボ発	NBRO、書類作成、JICA 報告
23	木	成田着	帰国

2. 1月の進捗

1月における主な進捗を表-1 に示す。

表-1 1月の工事進捗数量

Lot No.	進捗率 (累積)	主な作業内容 (1月分の工事出来高)
Lot 1 : バドゥラ	67.02%	<ul style="list-style-type: none"> ・水平ボーリング工 : Loc. 5 60m×9本=540m ・水路工 : 月次完成延長、累積完成延長／計画延長 Type A (600 -900) 月間 44.0m 累積計 44.0m/44.0m Type B (600 -600) 月間 9.6m 累積計 17.5m/103.0m Type C (600- 500) 月間 0m 累積計 49.0m/69.0m Type D (450- 450) 月間 44.3m 累積計 197.3m/225.0m Type E (300- 300) 月間 0m 累積計 256.0m/380.0m 月間完成延長計 97.9m 累積完成延長計 563.8m/821.0m(コンクリート打設完了) ・集水柵工 5基 (0.6×0.6×0.5m : 3基、1.5×1.5×0.8m : 2基)
Lot 2 : ヌワラエリヤ	87.14%	<ul style="list-style-type: none"> ・水路工 : 月次完成延長、累積完成延長／計画延長 TypeA(600 -700) 月間 20.0m 累積計 100m/106m TypeB(600 - 500) 月間 75.0m 累積計 203m/230m コンクリート打設数量 26.8m³ ・集水柵工 掘削工 3.5 m³ ・間接費
Lot 3 : マタレ	92.19%	<p>掘削工、岩塊破碎工および盛土表面の岩塊被覆工を主体とした工事。</p> <p>月次完成延長、累積完成延長／計画延長</p> <ul style="list-style-type: none"> ・掘削工 : 月間 232.65 m³ 、累積計 1232.72/1232.72m³ ・岩塊破碎工 : 月間 161.8m³ 、累積計 412 m³/412m³ ・掘削土砂敷均し工 : 月間 90.0 m³ 、累積計 90.0m³/91.0m³ ・岩塊被覆工 : 月間 542.7 m² 、累積計 676.7 m²/679.0 m² ・ガビオン工 : 月間 6.0 m³ 、累積計 207 m³/213m³ ・間接費

注 : 各地区ともに Monthly Progress Report(1月末)に基づいたものである。

3. 活動の概要

1/31～2/6（原）、2/12～18（川上、荻野）に行った施工状況確認/指導の結果を以下に示す。

(1) Lot 1: バドウラ 水平ボーリング

Point 5(BH-5)の削孔深度確認を2月13日に行なった。全9孔ともに計画延長の60mを超過しており、累計掘削延長540mを1月出来形数量として承認した。排水量は9孔計で2ℓ/minであった。



水平ボーリング施工延長確認



排水量確認

現地事務所前の盛土縁辺部に、1/26に豪雨に伴い亀裂が発生した。現地事務所周辺の平地は、斜面の切り盛りによって形成されたとのことであり、今回の亀裂は、盛土部分が滑動したものと考えられる。同時に、斜面末端部分に位置する水平ボーリング Point No.4が、土砂で埋まった状況となっている。コントラクターは、盛土部分を撤去し、斜面の安定を確保してから水平ボーリング工の施工を行う予定である。対策に関するレターがコントラクターから発出予定となっている。



盛土の滑動状況（左：現場事務所前の亀裂、右：Point 4 の埋没状況）

ガビオン工

Loc1 および Loc5 のガビオン工が施工中であるが完成形状に至っていないため1月の出来形数量として承認はしていない。前月の活動報告で記載したガビオン工前面の集水柵設置、ガビオン工背面の埋戻し工については承認レターが発出され対応準備中である。

水路工

コンクリート打設が完了した水路区間は各水路タイプ別に完成数量が計上・報告された。また、水路工の急勾配区間を挟んで計画されていた集水柵については承認レターが発出されており出来形数量として承認された。ガビオン工の前面に設置する集水柵工についても追加施工対象として承認されたので、Loc1～3 の3箇所については出来形数量として確認した。ただし、集水パイプの配置により集水柵の形状が異なっている。形状に合わせた構造図を添付したレターを最終的には提出するようにコントラクターに依頼済みである。

最下部 TypeA 水路の流末は別事業による側溝工事区間との接続をおこなう必要があり、道路を横断するカルバート工との接続を考慮した柵の構築について業者から提案があり、The Engineer と協議済みであり、既に施工済みである。コントラクターからレターが発出されたが、現地を反映した構造図に修正を依頼中である。



水路工延長確認



水路工 (TypeA) 形状確認



布団カゴ前面の集水柵の設置状況（集水パイプの配置にあわせて形状が異なっている）

（左：Point 3、右：Point 2）

1月分として、新たに承認された数量は、表-3 に示すとおりである。

表-3 承認数量一覧(1月末)

工種	箇所、内訳	承認数量(合計)
水平ボーリング工	Loc5 60m×9孔	540m
水路工	TypeA, TypeB, TypeD (コンクリート打設完了区間)	97.9m
集水柵工	水路 TypeD 区間 (急勾配部)、水平ボーリング Loc1-3	5基

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ

契約工期は2月15日であったが、ガビオン工背面の土工処理と地元要望による水平ボーリングの排水利用に関わる工法一部変更申請、承認がなされ契約施工期間を3月15日までの延長手続きがなされた。

水平ボーリング工およびガビオン工

水平ボーリング工からは継続して地下水排出が確認されており、10孔を合計した排水量は1月31日で360ℓ/分、2月15日の計測値で500ℓ/分を超えるものであった。2/15の前夜にはかなりの集中した降雨が見られたことから過剰な地下水が効率的に排出されているものと考えられる。水平ボーリング工からの排水については、地元住民から水平ボーリング排水を利用したいとの要望を受け、中途にマンホールをセットしたうえでφ160mmのポリエチレン管で接続する方式の採用が承認済みであり施工準備段階である。また、各パイプが布団カゴ工背面で接続され、布団カゴ工前面には1本のパイプしか出てきていない状況にある。The Engineer から、維持管理のためにパイプ前面で結合されるべきと提案がなされ、コントラクターから修正されたレターが提出された。本件については修正工事案が承認されており施工準備中である。



ボーリング集水量計測状況



ガビオン工全景

水路工

施工不良に関わる課題は継続して補修工事により対応がなされている。この課題を含めて、NBRO ジオテク部門のマドランガ氏が、定期的に現地視察を行っており、2月9日に同氏の現地確認・指導がなされている。よって、NBROの指導にしたがって品質基準を保った水路工の施工がなされており、1月分の出来形としてTypeAおよびTypeBの施工数量が計上されている。



水路工施工状況

なお、既存ダム(小規模コンクリート構造物)については、撤去を中止する旨の協議がコントラクターと The Engineer 間でなされており、NBRO から承認レターが発出されている。

1月分として、新たに承認された数量は、表-4 に示すとおりである。

表-4 承認数量一覧(1月末)

種	地点	内訳	承認数量
水路工	Type:A (600×700)	90～110m 区間	L=20m
	Type:B (600×500)	135～210m 区間	L=75m
集水柵工	水路 TypeA, B, C 合流点	本体および基礎部掘削	V=3.5 m ³

(3) Lot 3 : マータレ

契約工期は1月16日であったが、盛土堤内部からの排水形式変更（パイプ横断→開削水路）および同排水路から人家側にある沢部と接続水路（石張り）の施工のため、2ヵ月間の延長手続きがなされ契約施工期間は3月16日となった。

掘削土工および水路工

岩塊の破碎作業および砕石による盛土表面への被覆工はほぼ完成に至っており、同工事に関わる施工数量が1月の出来形数量として承認された。2月からは前述の盛土堤内部からの開削水路部と人家側にある沢部と接続水路（石張り）を施工中である。同工事に際しては下方の集落が水利用をしているので、水路工施工の際は汚水の流入や土砂の流下に注意するようにコントラクターに申し渡しており、とくに問題は生じていない。



盛土工および表面被覆工

開水路施工状況

NBRO のサイトエンジニアについては、12月以降継続して常駐しており情報共有等における問題は見られなかった。

1月分として、新たに承認された数量は、表-5 に示すとおりである。

表-5 承認数量一覧(12月末)

種別	地点	承認数量
掘削工	盛土内部のピット部	232.65 m ³
岩盤掘削および破碎工	盛土内部	161.8 m ³
掘削土砂敷均し孔	盛土堤前面	90 m ³
岩塊被覆工	盛土表面	542.7 m ²
ガビオン工	開削水路施工部	6 m ³

4. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と、1月視察時の課題と対応、及び今後の対応方針について、以下に示す。なお、2月9日に、NBRO本部にて各施工業者および The Engineer の役割を果たす各工区の NBRO 施工管理要員および TCLMP 現地傭人を集め、進捗報告会議が行われている(原総括が出席)。同会議中に、各社にプレゼンテーションのサンプルと、毎週コンサルタントチームが作成している **Outline of Construction** を示し、次回の進捗報告会議時には、同フォームを用いて発表することと、毎週 **Outline of Construction** の更新を行うこととした。次回の進捗報告会は、3月中旬に開催される予定である。

3月には Lot2 および Lot3 がほぼ同時期に契約工事期間満了となるため、完成検査の手順および手続き、必要な書類、検査時の留意点について The Engineer から施工業者に申し渡すとともに、現地作業に遅延の生じないように改めて確認をおこなった。

以下に1-2月の課題と対応、及び今後の対応方針案をまとめる。

1) Lot 1 : バドゥッラ

1-2月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
安全管理マニュアルが常備されていない(継続)	プロジェクトマネージャーの現場 PC 内に、ソフトコピー(データ)として保管されていたが、その後、紙ベースで現場事務所に常備された。	TCLMP アシスタントによるマニュアル運用実態の確認(継続)	継続 The Engineer により、指示済み
水平ボーリング工 (Point No.1) 下部の道路横過部の排水処理	現地にて、設計素案をもとに協議確認し、当該部分につき、パイプをコンクリートで被覆する構造とする旨、協議されていた。	施工完了後は車両、大型機械や車両の通過はないため補強は必要ないことを確認。同条件で使用するパイプとして PVC パイプの使用のレターがコントラクターより発出された。	NBRO の承認レター待ち
急勾配部分の水路工の形式変更(集水桝の追加) ・ TypeD : 74.9m および 94.1m 地点	NBRO と協議を行い、急勾配箇所の上下、および水路最末端(道路接続部)に集水桝の設置が提案され、レターの発出済み。	承認レター発出済。 施工完了。 検査実施。	対応済
水路最末端部の構造(道路接続部)	他事業施工による水路工と道路横断管への接続を考慮して BOX と壁を構築するレターをコントラクターから発出済み。	承認レター発出済。 施工完了。	対応済
布団カゴ擁壁周辺構造に関わる課題	・集水桝の設置 ・背後の埋戻し構造 →コントラクターからレターが発出された。	布団カゴ前面の集水桝は、現地状況に応じて変化する可能性があるため、出来高精算対象とする。	対応継続

現場事務所前面の盛土の滑動	1/26に豪雨に伴い、事務所前面の盛土が滑動し、亀裂が発生した。同時に水平ボーリング Point No.4が土砂で埋没された。作業が継続できないため、対応が必要である。	コントラクターから、対応策のレターが発出予定。対応策として、不安定化した盛土部分の撤去を検討している。	コントラクターからのレター待ち
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、The Engineer 立会いの下、削孔深度の確認を行う。	BH-1～BH-3の全箇所につき、終了。以下は順次確認する。 BH-4(一部施工済みであったが、上記の通り埋没された) BH-5(検査済) BH-6(未着手)	継続対応中

2) Lot 2 : ヌワラエリヤ

1-2月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
設計を満たさない水路施工箇所	コントラクターによる補修工事がほぼ完了。	補修工事完了・確認分より、出来高を計上する。	対応継続中
水平ボーリング工下部の集水桝及び水路工の設置	NBROに現地住民より水平ボーリングから集水された水を利用したいとの要望があり、パイプの変更や集水桝の設置が検討され、コントラクターから変更に関するレターが発出された。	フレキシブル管(63mm×3本)を調達使用する提案があったが、160mmのパイプ1本とし、布団カゴ工前面に集水桝1基と、住民の利用のために水路に至るまでの途中にマンホールを1基の設置提案がなされた。	NBROからの承認レター発出済。
既存ダムの撤去中止	既存水路ダム(小規模コンクリート構造物)の撤去については、水利用の問題があるため、撤去しないことが得策であると関係者間で協議済み。	正式にコントラクターからレターが発出された。	NBROからの承認レター発出済み

3) Lot 3 : マータレ

1-2月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
TCLMPアシスタントとコントラクターの関係が良くない	両者の関係を確認したところ、特に問題は生じていない。今回も特に問題は認められなかった	両者の関係を派遣毎にモニタリングを行う(毎回継続)。	12月以降とくに問題なし
出来形管理に必要な書類の整備	10月は既に布団カゴ工の設置を行っており、布団カゴ工の数量で岩塊の破碎数量とした。	今後は、出来形による数量確認を行う。(以降継続)	BoQ変更対応済
NBRO現地スタッフ(テクニカル・オフィサー)のパフォーマンス(現場での活動が不十分)(継続)	常駐管理の徹底を依頼中(10月報告済)。2月視察においては現地駐在を確認している。	毎回、常駐確認を行う。常駐していない場合は、NBROに常駐を依頼する。(毎回継続)	12月以降とくに問題なし

パイプの代替案としての開水路工の提案	コントラクターのプロポーザルレター内容を確認し関係者で現地協議を行った。	The Engineer の承認レター発出済み。現在施工中。	対応済
--------------------	--------------------------------------	--------------------------------	-----

5. 次回の活動

3月9日(予定)から15日間の予定で、川上団員が派遣予定である。Lot2, Lot3の完成検査の立ち会い(3/13~14 予定) およびProgress Review Meeting(3/21 開催予定)に参加する。

添付:

Outline of Construction 様式(2/19 現在)

As of 19th Feb, 2017			
Lot No.	Lot1	Lot2	Lot 3
District	Badulla	Nuwara eliya	Matale
Location	Badulsingama/ Uva Wellassa University	Udamadura	Alagumale
Contractor	E.L.S Construction (Pvt) Ltd	Geo Engineering Consultants (Pvt) Ltd	SANGUINE Engineering (Pvt Ltd)
Period of Work	2016/1/28 to 2017/6/15	2016/2/2 to 2016/11/15→2017/2/15(Extended)	2016/1/28 to 2017/1/16 → 2017/3/16(Extended)
Contract Price (excluding VAT)	Rs 38,900,000	Rs 12,978,377.5	Rs 32,168,235
Person in Charge Mobile No. (NBRO District Office)	A.D.Harshani Jeevanthi Perera	Malaka Hetiwarachchi	Ayomi Wimalasinghe
Person in Charge Mobile No. (NBRO site engineer)	Palita Madurasingha	S.Susantha	Ashen Rathnayake
Person in Charge Mobile No. (The Contractor)	R.M.W.K Rathnayake	Dilun Wanigasakara	Sisala Wijasinghe
Main Countermeasure Works	<ul style="list-style-type: none"> ●Horizontal Drainage Drilling ●Surface Drainage Ditch 	<ul style="list-style-type: none"> ●Horizontal Drainage Drilling ●Surface Drainage Ditch ●Small Dams 	<ul style="list-style-type: none"> ●Excavation ●Embankment ●Gabion
Progress up to last week(19th, Feb) ※Quantities of each site are reported from site engineer of the contractors and technical officer of NBRO ※Official quantities are shared with JICA HQ, SL Office and NBRO through monthly progress report prepared by contractors and activity report prepared by the consultant team.	<p>【Horizontal drilling】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Point 1 Hole No.1~No.8 Completed ●Point 2 Hole No.1~No.8 Completed ●Point 3 Hole No.1~No.8 Completed ●Point 4 Hole No.1~4 Not started Hole No.5~8 Partially constructed Drilling point has been buried by the soils, then all the holes should be redrilled. ●Point 5 Hole No.1~8 Drilled and inspected ●Point 6 Hole No.5 Drilled 45m(Now pump is repairing) <p>【Gabion work】 Constructed 14m³</p> <p>【Ditch work】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Type A(600-900) Initial quantity 44m Concrete placing work 42.5m ●Type B(600-600) Initial quantity 103m Excavation and Concrete placing work 80m ●Type C(600-500) Initial quantity 63m Excavation and Concrete placing work 48m ●Type D (450-450) Initial quantity 225m Concrete placing work 200m Excavation 220m ●Type E (300-300) Initial quantity 380m Concrete placing work 244m Excavation, Bar arrangement 256m 	<p>【Horizontal drilling】 ●Hole No.1~10 Completed</p> <p>【Gabion work】 ●Constructed 10m³</p> <p>【Ditch work】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Type A (600-700) : Total Quantity 106m Concreting 96m ●Type B (600-500) : Total Quantity 230m 230m Completed ●Type C (450-450) : Total Quantity 148m Almost of the excavation work has finished and now on concreting work of base part. 	<p>【Excavation】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Total Quantity 1,232.7m³ Initial quantity 1,030m³ Completed 1,232.7m³ <p>【Gabion work】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Total Quantity 213m³ Initial quantity 201m³ Gabion work has been completed <p>The quantity above has been changed and approved.</p> <p>【Embankment.】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 738m³ Completed 438m³ Stone pitching work is now on going <p>【Blasting】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●Initial quantity 412m³ Completed 412m³ Chemical blasting work has finished

<p>Works for this week (20th – 26th Feb)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●Horizontal drilling ●Gabion work ●Ditch work ●Wall and Catch pit 	<ul style="list-style-type: none"> ●Ditch work(Excavation and Concrete re- placing work) ●Small dam and catch pit work 	<ul style="list-style-type: none"> ●Excavation for embankment ●Ditch work ●Rock blasting work ●Stone pitching work
<p>Remarks</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●All of the horizontal drilling hole that installation of PVC pipes is impossible should be re-drilled and washed. The holes below have been inspected by the Engineer. Point 1, 2, 3: all Inspected Other holes should be inspected after the redrilling and washing. ●Water collection pits should be installed at the shoulder and the foot of the steep part along the ditch line. About this matter has been agreed by The engineer and the contractor and JICA and a letter has been issued by the contractor. 	<ul style="list-style-type: none"> ●After 4th Sep, site work has been stopped temporarily due to the improper construction of ditch. After the NBRO staff's confirmation and approval, the site work have been restarted. Now re-concreting work is conducting at the improper part of ditch. ●Approved for the extension of the work period by NBRO(11th Nov) 90days extension of the work period was accepted by JICA(till 15th Feb 2017). An approval letter has already been issued by JICA SL Office. ●The contractor submitted a letter for extension of the work period again for 32 days.(until 15th of Mar) →NBRO will issue the approval letter (Not yet issued) →JICA accepted the work period till 15th March. 	<ul style="list-style-type: none"> ●The Engineer and the contractor are discussing about following proposal. Drainage pipe method should be changed to open ditch system and protection against erosion of the steep slope after the open ditch. This proposal is based on considering the maintenance of the function of the drainage. These proposal made concensus by the Contractor and the Engineer basically by the discussion at the site. Extension of the time was required by these extra work by the Contractor. JICA accepted the work period till 16th March.
<p>Remarks</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●Following matters which proposed by the contractor has been approved by the Engineer basically. 1)Collection pits should be constructed in front of the gabion wall to gathering the water from each drilling pipe. 2)Wing walls at termination point of Type A drain is needed for connecting to other project ditch. 3)The material which will fill the gap behind the gabion walls should be used rubbles with geotextile. 66mm pipes from horizontal drilling will be covered by 90mm PVC casing pipe 4)Conectcing materials which will be used for the horizontal drilling to ditch line may be 90mm PVC pipes buried underground. The contractor should submit the revised document after reviewing. →The contractor submitted letters to the Engineer. →The Engineer requested to revise some parts of the letters. Some letters will be issued by NBRO (not yet issued). 	<ul style="list-style-type: none"> ●Following matters are discussed by The Contractor and The Engineer. These proposal will be approved by the Engineer basically. The contractor should submit the revised proposal letter. 1)Set the small catch pit box in front of the gabion wall. 2)The material which will fill the gap behind the gabion wall should be used rubbles with geotextile. And unstable cliff which is behind the gabion wall will be covered by soils. 3)63mm Polyethilen pipes will be used for connecting small pit box to the Type C drain. It will be buried underground. →The contractor submitted a letter to the Engineer. →NBRO has issued the approval letter. 	
	<ul style="list-style-type: none"> ●Crack has been appeared in front of the site office on 26 the of Jan caused by heavy rain. Therefore the Drilling Point No.4 has been buried by the soils at the toe of the slope. Originally, the area has been constructed cut and embankment of the slope. This time, the soil of the embankment has been moved. The contractor will issue a letter for the countermeasure works. 		

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト 活動報告(2017年3月)

斜面崩壊対策(設計・施工監理) 川上 京一 ㊞

1. 行程

日程		活動場所	活動内容
3月			
9	木	成田→コロンボ	渡航
10	金	コロンボ	セミナー参加、協議、書類作成
11	土	コロンボ→ヌワラエリヤ	移動、書類作成
12	日	ヌワラエリヤ	Lot2 現場確認 (ポヤデー)
13	月	マータレ	Lot3 現場確認
14	火	マータレ	Lot3 完成検査
15	水	ヌワラエリヤ	Lot2 完成検査
16	木	バドゥラ	現場確認
17	金	バドゥラ	現場確認
18	土	ヌワラエリヤ→コロンボ	現場確認、移動
19	日	コロンボ	書類作成
20	月	コロンボ	NBRO, Progress Review Meeting
21	火	コロンボ	NBRO, JICA
22	水	コロンボ	NBRO、移動
23	木	成田	帰国

2. 2月の進捗

各工区の進捗を表-1 に示す。

表-1 進捗数量

Lot No.	進捗率 (累積)	主な工事内容 (Lot2 および Lot3 は完成検査時の工事出来高)
Lot 1 : バドゥラ	69.91%	2月の進捗数量 <ul style="list-style-type: none"> ・ガビオン工： Loc.5 9 m³ ・水路工： 月次完成延長、累積完成延長／計画延長 Type A (600 -900) 月間 0m 累積計 44.0m/44.0m Type B (600 -600) 月間 68.5m 累積計 86.0m/103.0m

		Type C (600- 500) 月間 0m 累積計 49.0m/69.0m Type D (450- 450) 月間 0m 累積計 197.3m/225.0m Type E (300- 300) 月間 0m 累積計 257.8m/380.0m 水路工月間完成延長計 68.5m 累積完成延長計 634.1m/821.0m
Lot 2 : ヌワラエ リヤ	99.12% (元設計以下の 数量で完成した もの、BoQ 変 更・削除となっ たものがあるた め 100%以下と なっている)	変更済み BoQ に対比し完成数量の確認をおこなった。 完成延長/計画延長は以下のとおりである。 ・水平ボーリング工 累積計 $\Sigma L=500m/500m$ ・ギャビオン工 $10 m^3/10 m^3$ ・集水柵およびマンホール工 変更数量一式施工済み ・160 mmパイプ接続工 $20m/20m$ ・水路工： TypeA(600 -700) 累積計 $132.4m/106m$ TypeB(600 - 500) 累積計 $217.4m/230m$ TypeC(450- 450) 累積計 $114.1m/149m$ ・岩塊破碎工 $16m^3/16m^3$ ・集水柵工 3基/3基 ・小規模ダム工 ガビオンタイプ 1基/1基 コンクリートタイプ 1基/1基
Lot 3 : マータレ	99.94% (当初 BoQ に対 して少ない数量 で完成した工事 項目があるため 100%以下とな っている)	変更済み BoQ に対比し完成数量の確認をおこなった。 現場作業は2月末に完了。7.2、7.3、7.4については計画時 BoQ に比して少ない数量で現場施工を完成している。 【土工】 7.1 掘削工 累積計 $1232.72 m^3/1232.72 m^3$ 7.2 岩塊破碎累積計 $464m^3/464m^3$ (当初 BoQ は $412 m^3$ であるが、増分の $52.1 m^3$ は予備費の適用に による) 7.3 土堤構築 $730.8 m^3/738.0 m^3$ (差異 $-7.2 m^3$) 7.4 土砂敷均し $90.04 m^2/91.00 m^2$ (差異 $-0.96 m^2$) 7.5 岩塊被覆 $676.70 m^2/679.0 m^2$ (差異 $-2.3 m^2$) 7.6 工事用道路 $100m/100m$ 【ガビオン工】 8.1 ガビオン擁壁工 $213 m^3/213 m^3$ 【水路工】 9.1 開削水路工(変更済) 1式/1式 (変更 BoQ 細目に相当する構造物を構築済み)

注：Lot1 は Monthly Progress Report、Lot2 および Lot3 は 検査時に受領した Monthly Progress Report および Quarterly Progress report に基づいたものである。

3. 活動の概要

3/11～18に行った施工状況確認/指導（完成検査を含む）の結果を以下に示す。

(1) Lot 1: バドゥラ地区 水平ボーリングおよびガビオン工

水平ボーリング工は Point 6 の削孔中である。3/16 時点で計画 9 孔のうち 6 孔の削孔およびパイプ挿入工を完了しており、3 月中には同箇所の施工を完了する予定である。ガビオン工については、2 月に水平ボーリングの延長確認をおこなった Point 5 においてパイプ埋設を含めた完成形状となっており出来形（9 m³）を確認した。



Point6 水平ボーリング施工状況



ガビオン工完成状況 (Point5)

2 月提出の活動報告において記載済みであるが、現地事務所前の盛土縁辺部に 1/26 に豪雨に伴い亀裂が発生し、土塊の移動が生じ水平ボーリング Point No.4 が土砂で埋まった状況となっている。コントラクターは盛土部分を整形し斜面の安定を確保してから水平ボーリング工の施工を行う予定である。また、施工済みの水平ボーリング PointNo.1 の背後斜面も幅 15m、長さ 20m 程度の地すべり現象を生じており不安定な状況である。以上 2 か所の安定化に関わる対応について併せてコントラクターからレターが発出される予定である。



現場事務所前の段差



Point 1 背後斜面の段差

水路工

コンクリート打設が完了した水路区間として TypeB の延長 68.5m が完成数量として計上・報告された。

最下部 TypeA 水路の流末は別事業による側溝工事区間との接続をおこなえるように集水柵を The Engineer の承認により施工中であったが、上水道利用のパイプが近傍に埋設されていることが確認されたため接続延長を必要最小限として施工を完了した。この出来形に応じて改めて変更数量協議をおこなう予定である。



TypeB 水路施工済み区間



TypeA 流末接続柵(既設水道パイプ確認)

2月分として、新たに承認された数量は、表-2 に示すとおりである。

表-2 Lot1 承認数量一覧(2月末)

工種	箇所、内訳	承認数量(合計)
ガビオン工	Point 5	9m ³
水路工	TypeB (コンクリート打設完了区間)	68.5m

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

変更延長された契約施工期間にしたがい、3月15日に完成検査を実施した。以下に示す検査時のコメントにあるように、軽微なものも含めて一部の構造物について完成形を呈していないものが見受けられたが、検査時の指示に応じて契約数量を満たす施工がなされていることを翌日に The Engineer が確認したため現場施工作業に付いては完了扱いとされた。完了報告書に関するコメントに対する対応についても翌週月曜に The Engineer によって確認をおこない指示通りの対応がなされていることを確認した。

各 BoQ 項目に対応した The Employer からのコメントは以下のとおりである。

2.1 健康および安全管理

作業実施説明に相当する写真、説明を最終報告書に添付する

2.2 環境保全対策

NBRO からの現場指導コメント(ログノート)とそれに対応した作業写真、説明を最終報告書に添付する

3.1 保険、補償

保険証券等、証明となる書類のコピーを最終報告書に添付する

4.1 プロジェクトサインボード

相当する写真、説明を最終報告書に添付する

5 検査報告

The Engineer のサインを付した試験結果書類を最終報告書に添付する

6.2 完成図書

作成責任者のサインを付した図面類を最終報告書に添付する

7.1 仮設足場

作業状況写真に説明を加える

7.2～7.3 水平ボーリング削孔

基本データがレターに残されていることを記載し、岩質区分の内訳は別途実績を示した表として整理する

9 水路工

10 集水柵工

11 小規模ダム工

Measurement sheet に各項目に対応した最終数量内訳を整理し、NBRO のサイトエンジニアのサインを付したものを最終報告書に添付する

Additional Work

プロポーザルレターにおいて追加承認されていることを示し、工事写真を添付すること

160 mmパイプ接続箇所については埋め戻す前の写真を添付すること

現場確認の結果、以下のコメントが **The Employer** からなされた。作業指示にともなう工事数量や契約金額の変更の無いことについては同意済みである。

- ①TypeC 水路の流末部(集水柵の直上)については早急に完成させること
- ②水路側壁から湧水上に水漏れしている箇所については補修工事をおこなう (TypeB 区間)
- ③水路側部からの地表水流入箇所については水路断面、流路表面の仕上げ工をおこなう (TypeB 区間)

上記の未完成箇所、補修箇所については早急に完成写真を **The Engineer** に送付することで同意がなされた。翌 16 日に施工業者から送付された完成写真について **The Engineer** で内容確認をおこない、いずれの箇所についても指示どおりの作業が実施されていることを確認した。

また以下のコメントが **The Engineer** からの提案としてなされた

- ①水路合流部の集水柵については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水柵に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

さらに、**The Engineer** から NBRO のエンジニアが今後も現場状況について定期的にモニター確認をおこない状況に応じて指導を行なうことが表明された

上記、指摘事項②については 3 月 18 日における現場確認において埋戻し工事が実施されていることを確認した。①については、減勢するほどの水流は確認されなかった。

The Contractor からの提案として水平ボーリングからの排水が水路に合流落下している箇所はパイプが露出して不安定であるため間詰状のコンクリートを設置し安定化させ、排水も水路に滑らかに合流するように仕上げるとの提案がなされた (現地確認後)。

また、集水柵の設計内容が他工区と異なる内容 (ブロックの使用有無) があり、発注サ

イドの課題として認識された。プログレスミーティングにおいて取り上げ教訓として共有されるべき事項と考えられる。

なお、施工効果判定のため水平ボーリング工の排水量確認を3月12日におこなったところ10孔合計で80ℓ/分の流量が計測された。前日夕～夜半にまとまった降雨があったため流量の増加を生じたとみられるが、1月末の36ℓ/分、2月15日の50ℓ/分から更に増加している。

完成構造物として承認された数量は以下のとおりである。

表3 Lot2 ヌワラエリア地区工事実施数量一覧

項目	数量(実施数量/当初契約数量)	備考
水平ボーリング工	累積計 $\Sigma L=500m/500m$	
ギャビオン工	10 m ³ /10 m ³	
集水柵およびマンホール工	変更数量一式実施済	
160 mmパイプ接続工	20m/20m	施工時写真の添付
水路工	TypeA (600 -700) 累積計 132.4m/106m TypeB (600 - 500) 累積計 217.4m/230m TypeC (450- 450) 累積計 114.1m/149m	水漏れ箇所の補修 未施工区間の完成が必要(実施済)
岩塊破碎工	16m ³ /16m ³	
集水柵工	3基/3基	
小規模ダム工	ガビオンタイプ 1基/1基 コンクリートタイプ 1基/1基	

完成検査状況写真 (3月15日)



書類検査状況



集水柵出来形確認



水路工出来形確認



検査結果協議

(3) Lot 3 : マータレ地区

変更延長された契約施工期間にしたがい、3月14日に完成検査を実施した。検査時のコメントは完了報告書に関するものであり、翌週月曜に各項目に対する対応について The Engineer によって確認をおこない、6.2を除いて指示通りの対応がなされていることを確認した。

各 BoQ 項目に対応した The Employer からのコメントは以下のとおりである。

2.1 健康および安全管理

作業実施説明に相当する写真、説明を最終報告書に添付する

3.1 保険、補償

保険証券等、証明となる書類のコピーを最終報告書に添付する

4.1 プロジェクトサインボード

相当する写真、説明を最終報告書に添付する

6.2 完成図 (As built drawing)

作成責任者のサインを付した図面類を最終報告書に添付する

また以下のコメントが The Engineer(NBRO)からの提案としてなされている。

- ・水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ・山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまる懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

このコメントに対して既に The Contractor が提案内容に対応した工事を実施中であることを検査時に確認し、後述する Prigress Review Meetingnig においても対応が実施されていることについて確認がなされた。

完成構造物として承認された数量は以下のとおりである。

表4 Lot3 マータレ地区工事实施数量一覧

項目	数量(実施数量/当初契約数量)	備考
掘削工	1232.72 m ³ /1232.72 m ³	
岩塊破碎	464m ³ /464m ³	当初 BoQ は 412 m ³ であるが、増分の 52.1 m ³ は予備費の適用による
土堤工	730.8 m ³ /738.0 m ³ (差異-7.2 m ³)	
土砂敷均し	90.04 m ² /91.00 m ² (差異-0.96 m ³)	
岩塊被覆	676.70 m ² /679.0 m ² (差異-2.3 m ³)	
工事用道路	100m/100m	
ガビオン擁壁工	213 m ³ /213 m ³	
開削水路工	1式/1式(変更 BoQ 細目に相当する構造物を構築済み)	

完成検査状況写真(3月14日)



書類検査状況



水路工補強状況（土のう積）



水路工開削部



土堤工出来形確認

4. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と、2月視察時の課題と対応、及び今後の対応方針について、以下に示す。とくに、Lot2 および Lot3 は完成検査時に指摘された事項や抽出された問題点については施工業者ばかりでなく施工管理主体である The Engineer が指導を徹底していくようにする必要がある。とくに、完成図書関連の指摘（検査時コメント参照）は両工区に共通しており検査書類に関する意識が日本に比べて高くないことが施工業者、管理者サイドともに伺える結果となった。施工管理技術移転のうえではこの点もこれから強化していくべき課題と考えられるため下記の Progress Review Meeting において説明指導をおこなった。

3月20日に、NBRO 本部にて各施工業者、各工区の NBRO 地方支所担当職員、現場管理職員および TCLMP 現地傭人を参集し、進捗報告会議が実施された。同会議では Lot1 の進捗報告、Lot2、Lot3 の完了報告を主体に実施され、完成検査時の指摘事項などの課題について議論がなされた。なお、Outline of Construction による工事進捗情報の共有は前々回の協議から運用を呼びかけていたものであるが、NBRO を主体とした運用に至っていないことが問題であることが認識されたので、会議終了後に最低でも月2回を目標として実施していくことを NBRO 本部と確認した。また、TCLMP からも完成検査において整理すべき書類、工程の遵守、施工完了後の NBRO の対応などについて説明をおこなった。



Progress Review Meeting 実施状況

1) Lot 1 : バドゥウラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
安全管理マニュアルが常備されていない(継続)	プロジェクトマネージャーの現場 PC 内に、ソフトコピー(データ)として保管されていたが、その後、紙ベースで現場事務所に常備された。	TCLMP アシスタントによるマニュアル運用実態の確認(継続)	継続 The Engineer により、指示済み
水平ボーリング工 (Point.No.1) 下部の道路横過部の排水処理	現地にて、設計素案をもとに協議確認し、当該部分につき、パイプをコンクリートで被覆する構造とする旨、協議されていた。	施工完了後は車両、大型機械や車両の通過はないため補強は必要ないことを確認。同条件で使用するパイプとして PVC パイプの使用のレターがコントラクターより発出された。	The Engineer による承認済
急勾配部分の水路工の形式変更 (集水桝の追加) ・ TypeD : 74.9m および 94.1m 地点	NBRO と協議を行い、急勾配箇所の上下、および水路最末端(道路接続部)に集水桝の設置が提案され、レターの発出済み。	The Engineer 承認レター発出済。 施工完了。 予備費を適用した数量変更をおこなう予定である。	対応済
水路最末端部の構造(道路接続部)	他事業施工による水路工と道路横断管への接続を考慮して BOX と壁を構築するレターをコントラクターから発出済み。	The Engineer 承認レター発出済。 施工完了 (既設水道パイプを考慮)。 予備費を適用した契約変更をおこなう予定であるため最終形状に対応した数量を確認中。	対応継続
布団カゴ擁壁周辺構造に関わる課題	・ 集水桝の設置 ・ 背後の埋戻し構造 →コントラクターからレターが発出された。	布団カゴ前面の集水桝は、現地状況に応じて変化する可能性がある。出来高精算対象とする予定。	対応継続
現場事務所前面の盛土の滑動	1/26 に豪雨に伴い、事務所前面の盛土が滑動し、亀裂が発生した。同時に水平ボーリング Point No.4 が土砂で埋没した。作業が継続できないため、対応が必要である。	コントラクターから、対応策のレターが発出予定。対応策として、不安定化した盛土部分の撤去を検討している。(予備費適用について協議予定)	コントラクターからのレター待ち
Point1 付近の地すべり性の変状	ガビオン工背面において幅 15m 長さ 20m 程度の地すべり性変状を確認	ガビオン工の追加施工、土工による対応、湧水処理など対応策をコントラクターが提案する。(予備費適用について協議予定)	コントラクターからのレター待ち

既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、 The Engineer 立会いの下、削孔深度の確認を行う。	BH-1～BH-3 の全個所につき、終了。以下は順次確認する。 BH-4(一部施工済みであったが、上述記載の通り埋没した) BH-5(検査済) BH-6(施工中)	継続対応中
Point5,Point6 の切土法面の安定性	Progress Meeting においてNBRO から指摘される。切土量が大きく長期的には不安定化し、崩落するリスクがある。コントラクターはコンクリートベースを構築するため、端部の水平ボーリング孔が地表露出するリスクを考慮したためと説明したが、切土量が大きすぎる。	のり面保護、安定化対策をコントラクターが検討しレター発出する。(予備費適用には相当しない) Progress Review meeting において切土リスクを減らすように指導をおこなった。	対応中
UVA 大学による駐車場構築等の計画	想定地すべりブロックの中央側部において切土整形(幅約15m、高さ約3m)がなされており、擁壁による法面保護、整地によって駐車場を構築する計画がある。変状はとくに発生していない。	近日中にNBRO 支所メンバーが Inspection をおこない、そのデータをTCLMP で共有する。またNBRO の設計技師による擁壁の安定性照査をおこなう。4月には大学とNBRO でミーティングをおこなうことになっており、地すべり地内での各種行為に関する助言を行う。	対応中

2) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
設計を満たさない水路施工箇所	コントラクターによる補修工事がほぼ完了。	補修工事完了・確認分より、出来高を計上する。	検査時には補修完了を確認
水平ボーリング工下部の集水桝及び水路工の設置	NBRO に現地住民より水平ボーリングから集水された水を利用したいとの要望があり、パイプの変更や集水桝の設置が検討され、コントラクターから変更に関するレターが発出された。	フレキシブル管(63mm×3本)を調達使用する提案があったが、160mm のパイプ1本とし、布団カゴ工前面に集水桝1基と、住民の利用のために水路に至るまでの途中にマンホールを1基の設置提案がなされた。	検査時には施工完了を確認
既存ダムの撤去中止	既存水路ダム(小規模コンクリート構造物)の撤去については、水利用の問題があるため、撤去しないことが得策であると関係者間で協議済み。	正式にコントラクターからレターが発出された。	NBRO からの承認レター発出済み

3) Lot 3 : マータレ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	対応	今後の対応方針案	備考
TCLMP アシスタントとコントラクターの関係が良くない	両者の関係を確認したところ、特に問題は生じていない。今回も特に問題は認められなかった	両者の関係を派遣毎にモニタリングを行う(毎回継続)。	12月以降とくに問題なし
出来形管理に必要な書類の整備	10月は既に布団カゴ工の設置を行っており、布団カゴ工の数量で岩塊の破碎数量とした。	今後は、出来形による数量確認を行う。 (以降継続)	BoQ 変更対応済
NBRO 現地スタッフ (テクニカル・オフィサー) のパフォーマンス (現場での活動が不十分) (継続)	常駐管理の徹底を依頼中(10月報告済)。 2月視察においては現地駐在を確認している。	毎回、常駐確認を行う。常駐していない場合は、NBRO に常駐を依頼する。 (毎回継続)	12月以降とくに問題なし
パイプの代替案としての開水路工の提案	コントラクターのプロポーザルレター内容を確認し関係者で現地協議を行った。	The Engineer の承認レター発出済み。現在施工中。	完成検査において出来形確認

5. 次回の活動

4月15日(予定)から15日間の予定で、川上団員が派遣予定である。Lot1の進捗状況確認およびProgress Review Meetingへの参加をおこなう。

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト 活動報告(2017年4月)

斜面崩壊対策(設計・施工監理) 川上 京一 ㊞

1. 行程

日程		活動場所	活動内容
4月			
15	土	成田→コロンボ	渡航
16	日	コロンボ	書類作成
17	月	コロンボ	NBRO/JICA
18	火	コロンボ	NBRO、移動
19	水	マータレ	Lot3 現場確認
20	木	バドゥラ	Lot1 施工状況確認
21	金	バドゥラ	Lot1 施工状況確認
22	土	バドゥラ	Lot1 施工状況確認
23	日	ヌワラエリヤ→コロンボ	Lot2 現場確認、移動
24	月	コロンボ	NBRO、書類作成
25	火	コロンボ	NBRO、書類作成
26	水	コロンボ	NBRO、書類作成
27	木	バドゥラ	Progress Review Meeting
28	金	コロンボ	NBRO/JICA、午後移動
29	土	成田	帰国

2. 3月の進捗

Lot1 ; Badulla 地区の先月の進捗を表-1 に示す。

表-1 進捗数量

Lot No.	進捗率(累積)	主な工事内容
Lot 1 : バドゥラ	79.08%	3月の進捗数量 ・水平ボーリング工 月間 440m 累積計 $\Sigma L=2,060m/2,665m$ Point6 55m×8孔 3月25日 NBRO Dr. Pathmakumara によって 立会検査がなされた。

注：上記数量は Monthly Progress Report に基づいたものである。

3. 活動の概要

4/19～23に行った施工状況確認/指導の結果を以下に示す。

(1) Lot 1: バドゥラ地区
水平ボーリングおよびガビオン工

水平ボーリング工は Point 6 の削孔、水抜きパイプ挿入が 4 月第 1 週に完了したため、ガビオン壁を製作し仕上げ作業を実施中である。同箇所での排水量は計測の結果 8 孔合算で約 6ℓ/min であった。



PointNo.6 水平ボーリング施工箇所全景



排水量計測状況 (PointNo.6)

2 月提出の活動報告において記載済みであるが、現地事務所前の盛土縁辺部に 1/26 に豪雨に伴い亀裂が発生し、土塊の移動が生じ水平ボーリング PointNo.4 が土砂で埋まった状況となっていた。コントラクターは変動した盛土部分を整形し斜面の安定を確保してから水平ボーリング工の施工準備を実施していたが、4 月 19 日に軽微な土砂移動を生じ削孔予定のコンクリートベース基面が土砂で埋没した。この現象に対応して NBRO と現地状況確認をおこない、削孔位置を平面的に約 30m、(標高差約 - 6m) TypeD の水路工方向にシフトし改めて再掘削を開始する方針とした。また、同箇所での安定化を確認する目的で単管パイプと鉄筋棒によって簡易な伸縮変動計測点を設け、定期的なモニタリングを行うように指導をおこなった。

また、施工済みの水平ボーリング PointNo.1 の背後斜面も幅 15m、長さ 20m 程度の地すべり現象を生じており不安定な状況であり、さらに背後斜面からの湧水の浸出が恒常的に認められた。この現象を放置すると PointNo.1 周辺の不安定化が進行することが懸念されたため水路工の施工によって湧水を既設の水路工に導くことが NBRO の指導により計画された。現時点では地表面を仮掘削して水路工のラインを設定し、ある程度の湧水を既設水路工に導いている。なお、PointNo.1 の向かって左側端部は前述の湧水の流下影響により不安定化が進行している。この部分についてはガビオン擁壁を延長することで対応が計画されている。

上記の斜面安定化に関わる対応については、まとめてコントラクターからレターが発出される予定である。



現場事務所前の段差計測



PointNo.1 背後斜面の湧水

水路工

4月第3週時点での施工数量は以下のとおりである。（3月における完成数量はなし）

TypeA	(600-900)	44m/44m
TypeB	(600-600)	101m/103m
TypeC	(600-500)	49m/69m
TypeD	(450-450)	197.3m/225m
TypeE	(300-300)	287.8m/380m

Type E 水路工の流末付近、TypeB 水路工との接続箇所(集水桝設置)に至る予定ルート内には大きな岩塊があることがコントラクターによって確認された。したがって、この岩塊を避け最短区間での接続を行うことが工法、施工日数、コスト的に妥当であることをコントラクター、NBRO, TCLMP で現地確認をおこなった。本件については水路延長の変更であるため BoQ の変更で対応可能と考えられる。



TypeE 水路予定区間の岩塊



TypeE 水路接続変更予定箇所

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

本工区は3月15日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を4月22日に実施した。完成検査においては TheEngineer から以下の提案がなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路合流部の集水桝については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水桝に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

①についてはとくに石などが置かれ減勢がなされた様子は伺えなかったが、降雨期を過ぎているため大量の流水によるマイナス影響は確認されなかった。

②については完成検査翌日に処理がなされていることを確認済みであり、その後とくに浸食等によって新たな水溜りなどが形成されている箇所は確認されなかった。

③については土砂や植物等の堆積が確認されたが、集水桝の機能は保たれている。

以上のことから完成検査後にとくに大きな異常は生じていないと判断されるが、③の堆積物については増加が予想されることや瑕疵検査期間内においてさらに大きな降雨の影響を受けることも予想されるので定期的な水路工清掃の指導、継続的な監視、モニタリングが必要である。NBRO の地すべりモニタリングや巡回結果についても確認をおこなう必要がある。



集水枡内の堆積物



集水ボーリング工全景

なお、施工効果判定のため水平ボーリング工の排水量確認をおこなったところ 10 孔合計で約 12ℓ/min が計測された。3 月期に観測された最大 80ℓ/min から大きく低下しているが、集中した降雨期を過ぎているために排水量が減少したものとみられる。なお、同排水は地元住民によって農業用の水利用がなされている。

(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は 3 月 14 日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を 4 月 19 日に実施した。完成検査においては以下のコメントが **TheEngineer** から提案としてなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまることが懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

①については水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされていた。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されていたが、1 ヶ月程度しか経過していないため効果を示すほどの植生の成長は確認できなかった。

以上のことから完成検査後にとくに大きな異常は生じていないと判断されるが、瑕疵検査期間内においてさらに大きな降雨の影響を受けることも予想されるので継続的な状況確認が必要である。今後は NBRO の巡回結果について確認をおこなう必要がある。



水路工側部に設置された土のう積



植栽工施工状況(ポケット内部)

4. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

Lot1 については PointNo.1 および PointNo.4 周辺において大量の地下水の浸出や地すべり性の変動が生じているため、ガビオン工の完成や水平ボーリングの施工が開始できないといった状況が継続している。コントラクターからの提案書はドラフト段階であり NBRO および TCLMP の現地確認を行ない公式レターが発出されることになっている。

4月21日に NBRO Badulla 支所職員、4月27日には NBRO 本部職員を含めた関係者を一同に参集しての現地立会をおこない基本方針について確認を終えた。早急な施工再開が待たれるので、速やかに①プロポーザルレター（コントラクター）、②アプルーバルレター（NBRO）、③契約変更協議（コントラクター、JICA）がなされるように指導をおこなった。

なお、これらの現地変状対応（安定化工事）とその影響のため、1ヵ月程度の施工期間延長の必要性が見込まれた。作業工程について確認し適切な工期延伸手続きがなされるように指導をおこなった。

Lot2 および Lot3 は完成検査時に指摘された事項や抽出された問題点については対応がなされており、現地においてとくに問題は生じていない。既に JICA から NBRO に引き渡しがなされているが瑕疵検査期間内に不具合が生じた場合はコントラクターの責務において補修等の作業をおこなうことを NBRO が指導する必要がある。

Progress Review Meeting については、現在施工中の Lot1 については4月27日に現地において関係者を参集し問題点の確認を含めた会議として実施された（前述）。また、完了検査済の Lot2, 3 を併せた3現場の NBRO 職員、施工業者を参集しての Progress Review Meeting は Lot1 工事の完成後におこなうことが適切と NBRO と判断した。同会議では、施工技術、管理技術など工事全般についての教訓を今後のために共有していくことが望まれる。



Progress Review Meeting の状況 (Badulla; 4月27日)

Outline of Construction による工事進捗情報の共有は以前から運用を呼びかけていたものであるが、月2回を目標として実施していくことを NBRO 本部と確認していたが実施には至っていない。

1) Lot 1 : バドウツラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
安全管理マニュアルが常備されていない(継続)	プロジェクトマネージャーの現場 PC 内に、ソフトコピー(データ)として保管されていたが、その後、紙ベースで現場事務所に常備された。	TCLMP アシスタントによるマニュアル運用実態の確認(継続)	継続 The Engineerにより、指示・確認済み
水平ボーリング工 (Point No.1) 下部の道路横過部の排水処理	現地にて、設計素案をもとに協議確認し、当該部分につき、パイプをコンクリートで被覆する構造とする旨、協議されていた。	施工完了後は車両、大型機械や車両の通過はないため補強は必要ないことを確認。同条件で使用するパイプとして PVC パイプの使用のレターがコントラクターより発出された。	The Engineerによる承認済
急勾配部分の水路工の形式変更(集水柵の追加) ・Type D : 74.9m および 94.1m 地点	NBRO と協議を行い、急勾配箇所(道路接続部)に集水柵の設置が提案され、レターの発出済み。	The Engineer 承認レター発出済。 施工完了。 予備費を適用した数量変更をおこなう予定である。	対応済
水路最末端部の構造(道路接続部)	他事業施工による水路工と道路横断管への接続を考慮して BOX と壁を構築するレターをコントラクターから発出済み。	The Engineer 承認レター発出済。 施工完了(既設水道パイプを考慮)。 予備費を適用した契約変更をおこなう予定であるため最終形状に対応した数量を確認中。	対応継続
布団カゴ擁壁周辺構造に関わる課題	・集水柵の設置 ・背後の埋戻し構造 →コントラクターからレターが発出された。	布団カゴ前面の集水柵は、現地状況に応じて変化する可能性がある。出来高精算対象とする予定。	対応継続
現場事務所前面の盛土の滑動	1/26 に豪雨に伴い、事務所前面の盛土が滑動し、亀裂が発生し 4/19 にも拡大した。Point No.4 の施工位置を 30m シフトすることで対応を検討する。	コントラクターから、対応策のレターが発出予定。対応策として、不安定化した盛土部分の撤去を検討している。(予備費適用について検討中)	コントラクターからのレター待ち
Point 1 付近の地すべり性の変状	ガビオン工背面において幅 15m 長さ 20m 程度の地すべり性変状を確認。また、大量の湧水流下が確認された。	ガビオン工の追加施工、土工による対応、湧水処理(水路工)など対応策をコントラクターが提案する。(予備費適用を協議中)	コントラクターからのレター待ち
既存の水平ボーリング孔の洗浄及び深度の確認	コントラクターによる洗浄後、The Engineer 立会いの下、削孔深度の確認を行う。	BH-1~BH-3 の全箇所につき、終了。BH-4(一部施工済みであったが、上述記載の通り埋没したので再掘削をおこなう) BH-5、BH-6(完成)	対応継続中
Type E 水路工 (300-300) の流末部接続位置変更	接続予定箇所(集水柵設置)との間に大きな岩塊があり施工が困難と見込まれる。	岩塊を避け最短区間での接続を行うことが妥当であることをコントラクター、NBRO、TCLMP で現地確認をおこなった。接続箇所の形状についてコントラクターが提案書を作成する予定。	対応について協議中

Point5,Point6 の切土法面の安定性	Progress Meeting において NBRO から指摘される。切土量が大きく長期的には不安定化し、崩落するリスクがある。コントラクターはコンクリートベースを構築するため、端部の水平ボーリング孔が地表露出するリスクを考慮したためと説明したが、切土量が大きすぎる。	のり面保護、安定化対策をコントラクターが検討しレター発出する。(予備費適用には相当しない) Progress Review meeting において切土リスクを減らすように指導をおこなった。業者負担の土工により不安定部分を除去し安定化させる予定。	対応中
UVA 大学による駐車場構築等の計画	想定地すべりブロックの中央側部において切土整形(幅約 15m、高さ約 3m)がなされており、擁壁による法面保護、整地によって駐車場を構築する計画がある。変状はとくに発生していない。	NBRO 本部設計グループの設計技師による擁壁の安定性照査において特に問題は見られなかった。今後大学と NBRO でミーティングをおこなうことになっており、地すべり地内での各種行為に関する助言を行う。	対応時期未定

5. 次回の活動

5月13日(予定)から15日間の予定で、原総括が派遣予定である。

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト 活動報告(2017年5月)

総括/土砂災害解析 原 龍一[㊞]

1. 行程

日程	活動場所	活動内容
5月		
13 土	成田→コロンボ	渡航
14 日	コロンボ	書類作成
15 月	コロンボ	NBRO/JICA
16 火	コロンボ→ヌワラエリヤ	NBRO、移動
17 水	ヌワラエリヤ→バドゥツラ	Lot2 現場確認、Lot1 施工状況確認
18 木	バドゥツラ	Lot1 施工状況確認、書類作成
19 金	バドゥツラ→マータレ	移動、Lot3 施工状況確認
20 土	キャンディ	書類作成
21 日	キャンディ→コロンボ	移動、書類作成
22 月	コロンボ	NBRO、書類作成
23 火	コロンボ	NBRO、書類作成
24 水	コロンボ	Progress Review Meeting
25 木	コロンボ	NBRO、書類作成
26 金	コロンボ	NBRO/JICA、書類作成
27 土	成田	帰国

2. 4月の進捗

Lot1 ; Badulla 地区の4月の進捗を表-1に示す。

表-1 進捗数量

Lot No	進捗率(累積)	主な工事内容
Lot 1 : バドゥツラ	82.76%	<p>4月の進捗数量</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平ボーリング工：月間 55.0m 累積計 $\Sigma L=2,115m/2,665m$ ボーリングポイント No.6 の No.9 孔の検査が実施された。 ・布団カゴ工：累積計 34.0m³/60m³ 月間 ボーリングポイント No.6 (11m³) 既往：No.2 (7m³)、No.3 (7m³)、No.5 (9m³) 完成済み ・水路工：月次完成延長、累積完成延長／計画延長 <ul style="list-style-type: none"> Type A (600-900) 月間 0m 累積計 44.0m/44.0m Type B (600-600) 月間 15.0m 累積計 101.0m/103.0m Type C (600-500) 月間 20.0m 累積計 69.0m/69.0m Type D (450- 450) 月間 14.7m 累積計 212.0m/225.0m Type E (300- 300) 月間 4.0m 累積計 261.8m/380.0m <p>水路工月間完成延長計 53.7m 累積完成延長計 736.0m/821.0m</p>

注：上記数量は Monthly Progress Report に基づいたものである。

3. 活動の概要

5/17～19に行った施工状況確認/指導の結果を以下に示す。

(1) Lot 1：バドウツラ地区

水平ボーリング工及び布団カゴ工

・ Point No.6

水平ボーリング工は Point No.6 の削孔、水抜きパイプ挿入が4月第1週に完了したため、布団カゴ工を施工した。4月分の延長として No.9 孔の検査を行い、55m の延長が確認された。その後、1m×1m×1m の布団カゴを下段6個、上段5個の計11個 (11m³) が施工された。

地下水は豊富に集水されており、効果が発揮されることが期待される。今後、布団カゴ工前面の集水柵及び水路工への接続等が実施される予定である。



Point No.6 ボーリング施工箇所全景

・ Point No.4

4月提出の活動報告において記載済みであるが、現地事務所前の盛土縁辺部に1/26に豪雨に伴い亀裂が発生し、土塊の移動が生じ水平ボーリング Point No.4 が土砂で埋まった状況となっていた。コントラクターは変動した盛土部分を整形し斜面の安定を確保してから水平ボーリング工の施工準備を実施していたが、4月19日に軽微な土砂移動を生じ削孔予定のコンクリートベース基面が土砂で埋没した。

この現象に対応して NBRO と現地状況確認を行い、削孔位置を平面的に約30m (標高差約 -6m) Type D の水路工方向にシフトし改めて再掘削を開始する方針となり、再掘削が開始された。

No.1 よりボーリングが開始され、余掘りを含めて64m掘削したが、先端部分の孔壁が崩壊しPVCパイプが58mまでしか挿入できない状況であった。その後、洗浄等によって回復し61mまで挿入したとのことである。来月以降に数量の確認を行う。

なお、4月の活動時に同箇所の変動状況を確認する目的で単管パイプと鉄筋棒によって簡易な伸縮変動計測点を設け、定期的なモニタリングを行うように指導を行っている。観測点設置以降は特に変動は無く、今回の測定によっても変動は確認されなかった。



Point No.4 ボーリング施工箇所全景

・ Point No.1

先月までに報告済みであるが、施工済みの水平ボーリング Point No.1 の背後斜面も幅15m、長さ20m程度の地すべり現象を生じ、不安定な状況となっており、さらに背後斜面からの湧水の浸出が恒常的に認められた。この現象を放置すると Point No.1 周辺の不安定化が進行することが懸念されたため、水路工の施工によって湧水を既設の水路工に導くことが NBRO の指導により計画された。現時点では地表面を仮掘削して水路工のラインを設定し、ある程度の湧水を既設水路工に導いている。なお、Point No.1 の向かって左側端部は前述の湧水の流下影響により不安定化が進行している。この部分については布団カゴ工を延長することで対応が計画されている。以上の状況は、先月から大きな変化はないものと考えられる。

上記の斜面安定化に関わる対応については、まとめてコントラクターからレターを提出するように依頼した。



Point No.1 ボーリング施工箇所全景

なお、No.1 孔からの排水量は、約 0.6ℓ/min であり、その他の孔からはほとんど排水は認められない。

ボーリングポイント No.5 の合計の排水量は約 1.8ℓ/min であった。また、今回は No.6 の排水量は布団カゴ工前面の集水柵工を施工中のため、測定不可能であったが、目視では排水量は先月と大きな変化は無いであろうと考えられる。

水路工

5 月第 3 週時点での施工数量は以下のとおりである。

表 2 水路工進捗一覧

水路タイプ	月間進捗	検査対象箇所	進捗累計	設計延長
Type A (600-900)	0.0m	—	44.0m	44.0m
Type B (600-600)	15.0m	CH 50-65	101.0m	103.0m
Type C (600-500)	20.0m	CH 0-20	69.0m	69.0m
Type D (450- 450)	14.7m	CH 205.3-215	212.0m	225.0m
Type E (300- 300)	4.0m	CH 96-100 (ΣL=135m)	100m	135m
		(ΣL=141m)	91.8m	141m
		(ΣL=70m)	70m	70m
小計	4.0m		261.8m	380.0m
合計	101.9m		687.8m	821.0m

先月の報告にあるように、Type E 水路工の流末付近、Type B 水路工との接続箇所（集水柵設置）に至る予定ルート内には大きな岩塊があることがコントラクターによって確認されたため、この岩塊を避け最短区間での接続を行うことが工法、施工日数、コスト的に妥当であることをコントラクター、NBRO、TCLMP で現地確認を行い、合意を得た。本合意に基づいて、路線が変更され、水路工の施工が行われた。本件については水路延長の変更であるため BoQ の変更で対応可能と考えられる。ただし、合意を得たことで工事が完了しているが、レターの発出をコントラクターに依頼した。NBRO からの承認レターが発出された時点で完成数量に追加することとする。



TypeE 水路接続部分施工後



TypeE 水路急勾配部

また、本 Type E 水路の上流部の急勾配箇所、50cm 程度の落差が水路に設けられていた。施工上止むを得ずこの形状にした、とのことである。流水の減勢の役割も果たすため、施工自体に問題は無い。断面形状が異なるものの、Type E とみなし変更扱いとはしないこととした。

Type E 最上流部において、特に湧水や湿地等も認められないことから、施工の必要性が特に認められないことが確認された。一方で、ボーリングポイント No.4 上方斜面に湧水が認められ、湿地化していることが確認されたため、この部分に水路工を設置して排水を行うことを提案し、Progress Meeting で合意された。これらの変更は BoQ の変更は伴わないものの、当初設計の変更となる。同様にコントラクターにレターの提出を依頼した。



Type E 水路最上流部



Type E 水路周辺 湧水と湿地

(2) Lot 2 : ヌワラエリア地区

本工程は3月15日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を5月17日に実施した。完成検査においては The Engineer から以下の提案がなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路合流部の集水柵については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水柵に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

①については先月と同様に、特に石などが置かれ減勢がなされた様子はいかがいかなかったが、大量の流水による影響は確認されなかった。

②についても先月同様、完成検査翌日に処理がなされていることを確認済みであり、その後特に侵食等によって新たな水溜りなどが形成されている箇所は確認されなかった。

③については柵内に土砂や植物等の堆積が確認されたが、集水柵の機能は保たれている。ただし、水路上に落石があり、石に枯葉や枝が引っかかっている箇所が確認された。

以上より、完成検査後特に大きな異常は生じていないと判断されるが、③の堆積物については今後増加が予想されることや瑕疵検査期間内においてさらに大きな降雨の影響を受けることも予想されるので、定期的な水路工清掃の指導、継続的な監視、モニタリングが必要である。NBROの地すべりモニタリングや巡回結果についても確認を行う必要がある。

なお、施工効果判定のため水平ボーリング工の排水量確認を行ったところ、10孔合計で前月とほぼ同様の約14.7ℓ/minが計測された。最も水量の多いNo.10孔(約6.5ℓ/min)は、地元住民が直接パイプをつないで生活用水として利用していた。その他、柵から地元住民によって農業用の水利用がなされている。



水路に溜まった枯葉等 (上流から)



水路に溜まった枯葉等 (下流から)



集水ボーリング工全景

(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は3月14日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を5月19日に実施した。完成検査においては以下のコメントが The Engineer から提案としてなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまることが懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

①については先月の報告にもあるように、水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされていた。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されており、植生が徐々に成長しつつある状況である。

以上のことから完成検査後に特に大きな異常は生じていないと判断されるが、瑕疵検査期間内においてさらに大きな降雨の影響を受けることも予想されるので、継続的な状況確認が必要である。今後はNBROの巡回結果について確認を行う必要がある。



水路工側部に設置された土のう
(上方より)



植栽工の状況

4. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

Lot1については、先月と同様に Point No.1 および Point No.4 周辺において大量の地下水の浸出や地すべり性の変動が生じている。対応について5月24日に Progress Meeting を開催し、対応方針が協議され、コントラクターがレターを发出することとなった。

また、同会議で、これらの現地変状対応（安定化工事）とその影響のため、7月28日まで（43日間）施工期間延長を行うことが決定されたことを受けて、コントラクターからレターが发出されることとなった。

また、同会議中で Point 4 の No.3 孔が 53.5m で硬質な岩塊もしくは基岩に到達し、掘削が困難であることがコントラクターから報告された。契約上、また設計上 60m まで掘削する必要があるため、コントラクターに継続して作業を続けるよう指示を行った。ただし、基岩であることが確認されれば、設計深度までの掘削は必ずしも必要ではないため、その場合は協議して延長を減とすることも可能である。

さらに、同会議中で Type E 水路と Type B 水路の接続箇所、巨岩の存在が確認されたために、Type E 水路の線形の変更を行って、柵ではない箇所に接続した件についても、コントラクターにレターの提出を依頼した。

同様に Type E 水路の最上流部の約 30m 程度が特に施工の必要が認められないことから、この延長を、ボーリング Point 4 上流部に認められる湧水箇所に設置し、排水することを The Engineer が提案し、合意を得たため、コントラクターが上記水路線形の変更とあわせてレターを提出することとなった。

Lot2 及び Lot3 については、完成検査時に指摘された事項や抽出された問題点について対応がなされており、状況は先月とほぼ同様で現時点では特に問題は生じていない。既に JICA から NBRO に引き渡しが行われているが、瑕疵検査期間内に不具合が生じた場合は、コントラクターの責務において補修等の作業を行うことを NBRO が指導する必要がある。

全工区完了時に、完了検査済の Lot2、3 を併せた 3 地区の NBRO 職員、施工業者を参集しての Progress Meeting を行うことが適切であることを NBRO と協議した。同会議では、施工技术、管理技術など工事全般についての教訓を今後のために共有していくことが望まれる。

Outline of Construction による工事進捗情報の共有は以前から運用を呼びかけていたものであるが、月 2 回を目標として実施していくことを NBRO 本部と確認していたが実施には至っていない。

1) Lot 1 : バドゥッラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
急勾配部分の水路工の形式変更（集水柵の追加） ・ TypeD : 74.9m 及び 94.1m 地点	NBRO と協議を行い、急勾配箇所の上流、および水路最末端（道路接続部）に集水柵の設置が提案され、コントラクターからレターは提出済み。	The Engineer から承認レター发出済。 施工完了。 予備費を適用した数量変更を行う予定である。	対応済
水路最末端部の構造（道路接続部）	他事業施工による水路工と道路横断管への接続を考慮して BOX と壁を構築するレターをコントラクターから发出済み。	The Engineer から承認レター发出済。 施工完了（既設水道パイプを考慮）。 予備費を適用した契約変更を行う予定であるため最終形状に対応した数量を確認中。	対応継続

布団カゴ擁壁周辺構造に関わる課題	<ul style="list-style-type: none"> ・集水柵の設置 ・背後の埋戻し構造 以上について、コントラクターからレターが発出された。	布団カゴ前面の集水柵は、現地状況に応じて変化する可能性がある。出来高精算対象とする予定。NBROからの承認レターが発出された。	対応済
現場事務所前面の盛土の滑動	1/26に豪雨に伴い、事務所前面の盛土が滑動し、亀裂が発生し4/19にも拡大した。Point No.4の施工位置を30mシフトすることで対応中である。	対応策として、不安定化した盛土部分の整形を検討している。Progress Meeting時にコントラクターに、対応策のレターを発出するよう依頼している。本対応は予備費適用を予定している。	コントラクターからのレター待ち
Point1 付近の地すべり性の変状	布団カゴ工背面において幅15m長さ20m程度の地すべり性変状が確認された。また、大量の湧水流下が確認された。	布団カゴ工の追加施工、土工による対応、湧水処理（水路工）などの対応策についてのレターが、コントラクターから提出予定である。本対応については予備費適用を予定している。	コントラクターからのレター待ち
Point 4 No.3 孔水平ボーリング孔の掘削	No.3 孔において53.5mで硬質な岩塊もしくは基岩に到達した。掘削が困難であるため、延長を減とできないか、コントラクターから提案された。	Progress Meetingにおいて契約、設計にしたがって60mまで掘削することを指導した。ただし、基岩であることが確認された場合、延長の減について協議を行うこととした。	対応継続中
Type E 水路工（300-300）の流末部接続位置変更	接続予定箇所(集水柵設置)との間に大きな岩塊があり施工が困難と見込まれる。	岩塊を避け最短区間での接続を行うことが妥当であることをコントラクター、NBRO,TCLMPで現地確認を行った。接続箇所の形状についてコントラクターからレターが提出される予定である。	コントラクターからのレター待ち
Type E 水路工（300-300）の設置位置の変更	Type E 水路工の最上流部の約30m程度が特に施工の必要が認められないことから、ボーリング Point 4 上方の湧水箇所に設置し、排水することがProgress Meetingで The Engineer から提案され、合意を得た。	左記に関するレターをコントラクターが提出予定である。	コントラクターからのレター待ち
Point5,Point6 の切土法面の安定性	4月のProgress MeetingにおいてNBROから指摘された。切土量が大きく長期的には不安定化し、崩落するリスクがある。コントラクターはコンクリートベースを構築するため、端部の水平ボーリング孔が地表露出するリスクを考慮したためと説明したが、切土量が大きすぎることが問題であることが認識された。	のり面保護、安定化対策をコントラクターが検討しレターを提出する予定である。（予備費適用には相当しない）Progress Meetingにおいて切土リスクを減らすように指導を行った。業者負担の土工により不安定部分を除去し安定化させる予定。	対応中

工期の延長	Progress Meeting において、2017年7月28日まで43日間工期を延長することが合意された。	コントラクターは工期延長の理由を付したレターを提出する。	コントラクターからのレター待ち
UVA 大学による駐車場構築等の計画	想定地すべりブロックの中央側部において切土整形（幅約15m、高さ約3m）がなされており、擁壁による法面保護、整地によって駐車場を構築する計画がある。変状は特に発生していない。	NBRO 本部設計グループの設計技師による擁壁の安定性照査において特に問題は見られなかった。今後大学とNBROでミーティングを行うことになっており、地すべり地内での各種行為に関する助言を行う予定である。	対応時期未定

5. 次回の活動

6月10日から15日間、原が派遣予定である。

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト 活動報告(2017年6月)

総括/土砂災害解析 原 龍一[Ⓔ]

1. 行程

日程		活動場所	活動内容
6月			
6	火	成田→コロンボ	渡航
7	水	コロンボ	NBRO 打合せ、書類作成
8	木	コロンボ→バドゥツラ	移動、Lot1 施工状況確認
9	金	バドゥツラ	Lot1 施工状況確認
10	土	バドゥツラ→ヌワラエリヤ →キャンディ	移動、Lot2 現場確認、移動
11	日	キャンディ→マータレ →コロンボ	移動、Lot3 施工状況確認、移動
12	月	コロンボ	NBRO、書類作成
13	火	コロンボ	NBRO、書類作成
14	水	コロンボ	NBRO、書類作成
15	木	コロンボ	NBRO、書類作成
16	金	コロンボ	NBRO/JICA、書類作成
17	土	コロンボ→成田	帰国

2. 5月の進捗

Lot1 ; Badulla 地区の5月の進捗を表-1に示す。

表-1 進捗数量

Lot No	進捗率(累積)	主な工事内容
Lot 1 : バドゥツラ	82.87%	<p>5月の進捗数量：今月は、レターの手続きが終了していないため、いずれの工事も進捗として認められなかった。今月の進捗は間接費のみである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平ボーリング工：月間 0.0m 累積計 ΣL=2,115m/2,665m 掘削は行われたが、今回検査には至っていない。 ・布団カゴ工：累積計 34.0m³/60m³ 月間 0 (0m³) 既往：No.2 (7m³)、No.3 (7m³)、No.5 (9m³) 完成済み ・水路工：月次完成延長、累積完成延長／計画延長 Type A (600-900) 月間 0.0m 累積計 44.0m/44.0m Type B (600-600) 月間 0.0m 累積計 101.0m/103.0m Type C (600-500) 月間 0.0m 累積計 69.0m/69.0m Type D (450-450) 月間 0.0m 累積計 212.0m/225.0m Type E (300-300) 月間 0.0m 累積計 261.8m/380.0m 水路工月間完成延長計 0.0m 累積完成延長計 736.0m/821.0m

注：上記数量は Monthly Progress Report に基づいたものである。

3. 活動の概要

6/8～11に行った施工状況確認/指導の結果を以下に示す。

(1) Lot 1：バドゥツラ地区

水平ボーリング工及び布団カゴ工

・ Point No.6

水平ボーリング工は Point No.6 の全孔の掘削、及び布団カゴ工の設置が先月までに終了している。

今後、布団カゴ工前面の集水柵及び水路工への接続等が実施される予定である。地下水は先月同様豊富に集水されており、効果が発揮されることが期待される。

・ Point No.4

Point 4 周辺の土砂移動現象に対して、4月27日に現地で実施された Progress Meeting における協議結果に沿って、削孔位置を平面的に約 30m（標高差約 -6m）Type D の水路工方向にシフトし改めて再掘削が開始された。

No.1,2 孔は孔壁崩壊等があったものの、設計深度まで PVC パイプの挿入が完了した。No.3 孔は、掘削は完了したものの、PVC パイプが全深度挿入できていない。一旦、No.9 孔から掘削を行い、最終的に No.3 孔の PVC パイプ挿入を行う、とのことである。

なお、4月の活動時に同箇所の変動状況を確認する目的で単管パイプと鉄筋棒によって簡易な伸縮変動計測点を設け、定期的なモニタリングを行うように指導を行っている。観測点設置以降は特に変動は無く、今回の測定によっても変動は確認されなかった。

・ Point No.1

Point No.1 上方斜面の不安定化に対応して、4月27日に現地で実施された Progress Meeting における協議結果に沿って、水路工の施工が開始されている。レターの承認がまだであるため、数量としては承認していない。なお、Point No.1 の、向かって左側端部は前述の湧水の流下の影響により不安定化が進行している。この部分については布団カゴ工を4個追加することで対応している。

上記の斜面安定化に関わる対応については、コントラクターからレターが提出された。

なお、No.1 孔からの排水量は、約 0.60/min、No.2 孔からは約 0.20/min であり、その他の孔からはほとんど排水は認められない。

ボーリング Point No.5 の合計の排水量は約 1.50/min であった。また、今回は No.6 の排水量は布団カゴ工前面の集水柵工を施工中のため、測定不可能であったが、目視では排水量は先月と大きな変化は無いであろうと考えられる。

ボーリング Point No.4 からも豊富に集水されており、それぞれ No.1 孔：0.75、No.2 孔：0.34、No.3 孔：1.00/min であった。掘削が終了している No.9 孔からも豊富な集水が確認されている。また、当ポイントの上方斜面の湧水量も少なくなっており、降雨量が少ないことその他に地下水排除工の効果も考えられる。

水路工

6月第2週時点での施工数量は、レターの承認がまだであるため、先月からの進捗は無い。



Point No.6 ボーリング施工箇所全景



Point No.4 ボーリング工からの集水状況



Point No.1 ボーリング施工箇所全景

表 2 水路工進捗一覧

水路タイプ	月間進捗	検査対象箇所	進捗累計	設計延長
Type A (600-900)	0.0m	-	44.0m	44.0m
Type B (600-600)	0.0m	-	101.0m	103.0m
Type C (600-500)	0.0m	-	69.0m	69.0m
Type D (450- 450)	0.0m	-	212.0m	225.0m
Type E (300- 300)	0.0m	($\Sigma L=135m$)	100m	135m
		($\Sigma L=141m$)	91.8m	141m
		($\Sigma L=70m$)	70m	70m
小計	0.0m		261.8m	380.0m
合計	0.0m		687.8m	821.0m

先月の報告にあるように、Type E 水路工の流末付近、Type B 水路工との接続箇所（集水柵設置）に至る予定ルートの変更についてのレターが提出された。

Type E 最上流部の施工を行わず、ボーリングポイント No.4 上方斜面の湧水地点に施工箇所を変更する旨のレターが提出された。これらの変更は BoQ の変更は伴わないものの、当初設計の変更となる。

なお、上述のように雨量が少ないことに加えボーリング Point No.4 の効果もあり、先月に比べて今月は湧水量が大幅に減少した。先月との比較写真を示す。



Type E 水路周辺 湧水と湿地（5月）



Type E 水路周辺 湧水と湿地（6月）

(2) Lot 2 : ヌワラエリア地区

本工程は3月15日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を6月10日に実施した。完成検査においては The Engineer から以下の提案がなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路合流部の集水柵については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水柵に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

①については先月と同様に、特に石などが置かれ減勢がなされた様子はいかがえなかったが、大量の流水による影響は確認されなかった。

②についても先月同様、完成検査翌日に処理がなされていることを確認済みであり、その後特に侵食等によって新たな水溜りなどが形成されている箇所は確認されなかった。

③については柵内に土砂や植物等の堆積が確認されたが、集水柵の機能は保たれている。ただし、水路に落石があり、石に枯葉や枝が引っかかっている



水路に溜まった枯葉等（下流側から）

る箇所がそのままの状況であることが確認された。

以上より、完成検査後特に大きな異常は生じていないと判断されるが、③の堆積物については今後増加が予想されることや瑕疵検査期間内においてさらに大きな降雨の影響を受けることも予想されるので、定期的な水路工清掃の指導、継続的な監視、モニタリングが必要である。NBROの地すべりモニタリングや巡回結果についても確認を行う必要がある。



集水ボーリング工全景

なお、施工効果判定のため水平ボーリング工の排水量確認を行ったところ、10孔合計で前月よりやや少ない約9.5l/minが計測された。最も水量の多いNo.10孔

(約50l/min)は、地元住民が直接パイプをつないで飲料水として利用しているとのことである。その他、柵から地元住民によって農業用の水利用がなされている。

(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は3月14日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を6月11日に実施した。完成検査においては以下のコメントがThe Engineerから提案としてなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまることが懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

①については先月同様、水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされていた。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されており、植生が引き続き成長しつつある状況である。

以上のことから完成検査後に特に大きな異常は生じていないと判断されるが、瑕疵検査期間内においてさらに大きな降雨の影響を受けることも予想されるので、継続的な状況確認が必要である。今後はNBROの巡回結果について確認を行う必要がある。



水路工側部に設置された土のう (左:5月、右:6月)



植栽工の状況 (左:5月、右:6月)

4. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

Lot1については、先月と同様に Point No.1 および Point No.4 周辺において大量の地下水の浸出や地すべり性の変動が生じている。対応について5月24日に Progress Meeting を開催し、対応方針が協議され、コントラクターからレターが提出された。

また、同会議で、これらの現地変状対応（安定化工事）とその影響のため、7月28日まで（43日間）施工期間延長を行うことが決定されたことを受けて、コントラクターからレターが提出された。

同会議中で Point 4 の No.3 孔が 53.5m で硬質な岩塊もしくは基岩に到達し、掘削が困難であることがコントラクターから報告された。契約上、また設計上 60m まで掘削する必要があるため、コントラクターに継続して作業を続けるよう指示を行い、設計深度まで掘削が行われたが、PVC パイプ挿入は完了していない。コントラクターは、No.3 孔については一旦保留し、No.9 孔にシフトして掘削を開始し、PVC パイプ挿入まで完了している。

さらに、同会議中で Type E 水路と Type B 水路の接続箇所、巨岩の存在が確認されたために、Type E 水路の線形の変更を行って、柵ではない箇所に接続した件についても、コントラクターからレターが提出された。

同様に Type E 水路の最上流部の約 30m 程度が特に施工の必要が認められないことから、この延長を、ボーリング Point 4 上流部に認められる湧水箇所に設置し、排水することを The Engineer が提案し、合意を得たため、コントラクターから上記水路線形の変更とあわせてレターが提出された。

以上について、NBRO から承認レターが発出された。

Lot2 及び Lot3 については、完成検査時に指摘された事項や抽出された問題点について対応がなされており、状況は先月とほぼ同様で現時点では特に問題は生じていない。既に JICA から NBRO に引き渡しが行われているが、瑕疵検査期間内に不具合が生じた場合は、コントラクターの責務において補修等の作業を行うことを NBRO が指導する必要がある。

全工区完了時に、完了検査済の Lot2、3 を併せた 3 地区の NBRO 職員、施工業者を参集しての Progress Meeting を行うことが適切であることを NBRO と協議した。同会議では、施工技術、管理技術など工事全般についての教訓を今後のために共有していくことが望まれる。

Outline of Construction による工事進捗情報の共有は以前から運用を呼びかけていたものであるが、月 2 回を目標として実施していくことを NBRO 本部と確認していたが実施には至っていない。5 月末の豪雨に伴う災害対応に追われて、多忙なことも一因であると考えられる。

1) Lot 1 : バドゥツラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
急勾配部分の水路工の形式変更（集水柵の追加） ・ TypeD : 74.9m 及び 94.1m 地点	NBRO と協議を行い、急勾配箇所の上下、および水路最末端（道路接続部）に集水柵の設置が提案され、コントラクターからレターは提出済み。	The Engineer から承認レター発出済。 施工完了。 予備費を適用した数量変更を行う予定である。	対応済
水路最末端部の構造（道路接続部）	他事業施工による水路工と道路横断管への接続を考慮して BOX と壁を構築するレターをコントラクターから発出済み。	The Engineer から承認レター発出済。 施工完了（既設水道パイプを考慮）。 予備費を適用した契約変更を行う予定である。	対応済

布団カゴ擁壁周辺構造に関わる課題	<ul style="list-style-type: none"> ・集水柵の設置 ・背後の埋戻し構造 以上について、コントラクターからレターが発出された。	布団カゴ前面の集水柵は、現地状況に応じて変化する可能性がある。出来高精算対象とする予定。NBROからの承認レターが発出された。	対応済
現場事務所前面の盛土の滑動	1/26に豪雨に伴い、事務所前面の盛土が滑動し、亀裂が発生し4/19にも拡大した。Point No.4の施工位置を30mシフトすることで対応中である。	対応策として、不安定化した盛土部分の整形を検討している。コントラクターからレターが提出された。本対応は予備費適用を予定している。NBROから承認レターが発出された。	対応済
Point1 付近の地すべり性の変状	布団カゴ工背面において幅15m長さ20m程度の地すべり性変状が確認された。また、大量の湧水流下が確認された。	布団カゴ工の追加施工、土工による対応、湧水処理（水路工）などの対応策についてのレターが、コントラクターから提出された。本対応については予備費適用を予定している。NBROから承認レターが発出された。	対応済
Point 4 No.3 孔水平ボーリング孔の掘削	No.3 孔において53.5mで硬質な岩塊もしくは基岩に到達した。掘削が困難であるため、延長を減とできないか、コントラクターから提案された。	Progress Meetingにおいて契約、設計にしたがって60mまで掘削するように指導を行い、掘削は完了したものの、PVCパイプ挿入は完了していない。一旦保留してNo.9孔の掘削を行い、PVCパイプ挿入まで完了した。	対応継続中
Type E 水路工（300-300）の流末部接続位置変更	接続予定箇所（集水柵設置）との間に大きな岩塊があり施工が困難と見込まれる。	岩塊を避け最短区間での接続を行うことが妥当であることをコントラクター、NBRO、TCLMPで現地確認を行った。接続箇所の形状についてコントラクターからレターが提出された。NBROから承認レターが発出された。	対応済
Type E 水路工（300-300）の設置位置の変更	Type E 水路工の最上流部の約30m程度が特に施工の必要が認められないことから、ボーリング Point 4 上方の湧水箇所に設置し、排水することが Progress Meeting で The Engineer から提案され、合意を得た。	左記に関するレターがコントラクターから提出された。NBROから承認レターが発出された。	対応済

Point5,Point6の切土 法面の安定性	4月のProgress MeetingにおいてNBROから指摘された。切土量が大きく長期的には不安定化し、崩落するリスクがある。コントラクターはコンクリートベースを構築するため、端部の水平ボーリング孔が地表露出するリスクを考慮したためと説明したが、切土量が大きすぎることが問題であることが認識された。	のり面保護、安定化対策をコントラクターが検討しレターを提出する予定である。（予備費適用には相当しない） Progress Meetingにおいて切土リスクを減らすように指導を行った。 業者負担の土工により不安定部分を除去し安定化させる予定。	対応中
工期の延長	Progress Meetingにおいて、2017年7月28日まで43日間工期を延長することが合意された。	コントラクターは工期延長の理由を付したレターが提出された。 NBROから承認レターが発出された。	対応済
UVA大学による駐車場構築等の計画	想定地すべりブロックの中央側部において切土整形（幅約15m、高さ約3m）がなされており、擁壁による法面保護、整地によって駐車場を構築する計画がある。切土部分の湧水地点で小規模な崩落が発生している。また擁壁背後の締固め不良により、背後に亀裂が発生している。	NBRO本部設計グループの設計技師による擁壁の安定性照査において特に問題は見られなかった。今後大学とNBROでミーティングを行うことになっており、地すべり地内での各種行為に関する助言を行う予定である。	対応時期未定

5. 次回の活動

7月15日から30日間、大河原が派遣予定である。

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト 活動報告(2017年7月)

地すべり対策(設計・施工監理) 大河原 彰[Ⓔ]

1. 行程

日程	活動場所	活動内容
7月		
17 月	成田→コロンボ	渡航
18 火	コロンボ	JICA/NBRO 打ち合わせ
19 水	コロンボ→バドゥラ現場	移動、Lot1 施工状況確認・指導
20 木	バドゥラ現場	Lot1 施工状況確認・指導
21 金	バドゥラ→ヌワラエリヤ現場	Lot2 現場状況確認
22 土	ヌワラエリヤ→コロンボ	移動
23 日	コロンボ	資料整理
24 月	コロンボ	JICA/NBRO 打ち合わせ (6月末月報提出)
25 火	コロンボ→バドゥラ現場	移動、Lot1 施工状況確認・検査準備指導
26 水	バドゥラ現場	Lot1 完成検査
27 木	バドゥラ→マタレ現場	Lot3 現場状況確認
28 金	マタレ→コロンボ	移動
29 土	コロンボ	資料整理
30 日	コロンボ	資料整理
31 月	コロンボ	NBRO、資料整理
8月		
1 火	コロンボ	NBRO/JICA、長井災害管理省専門家
2 水	コロンボ	NBRO、資料整理
3 木	コロンボ	NBRO/JICA、資料整理
4 金	コロンボ→成田	資料整理
5 土	成田	帰国

2. 6月及び7月(完成検査)の進捗

Lot1 ; Badulla 地区の6月および7月(完成検査)の進捗を表-1に示す。

3. 活動の概要

Lot.1 について、7/19～20 および 26 完成検査時に行った施工状況確認/指導の概略を以下に示す。主に、6月契約変更（BOQ 変更および追加工事）に伴う、現地施工状況の確認を行った。また、Lot.2 および Lot.3 の現地点検結果についても、記載する。

(1) Lot 1 : バドゥツラ地区

水平ボーリング工

・BH-4（移設個所）

BH-4 周辺の土砂移動現象に対して、4月27日に現地で実施された Progress Meeting における協議結果に沿って、削孔位置を平面的に約 30m（標高差約 - 6m）Type D の水路工方向にシフトし改めて再掘削を行った。

各孔の検尺を行い、設計数量を確認したので、6月分の出来高数量として計上した。これにより、すべてのボーリング工の施工が完了した。

表-2 ボーリング BH-4 個所（移設個所） 検尺結果（6月19日）

孔番(向って左より)	設計延長	検尺延長	判定
No.1	60.0m	62.6m	設計長 ≤ 検尺長 : OK
No.2	60.0m	62.2m	設計長 ≤ 検尺長 : OK
No.3	60.0m	62.3m	設計長 ≤ 検尺長 : OK
No.4	60.0m	61.2m	設計長 ≤ 検尺長 : OK
No.5	60.0m	62.5m	設計長 ≤ 検尺長 : OK
No.6	60.0m	62.2m	設計長 ≤ 検尺長 : OK
No.7	60.0m	60.5m	設計長 ≤ 検尺長 : OK
No.8	60.0m	62.7m	設計長 ≤ 検尺長 : OK
No.9	60.0m	62.0m	設計長 ≤ 検尺長 : OK



横ボーリング BH-4 施工完了状況



N0.9 孔検尺状況

水路工接続パイプ (PVC 管)

横ボーリング工各箇所から水路工への接続パイプについて、設置確認とパイプ延長の検測を行い、6月分数量として、出来高を計上した。

表-3 接続パイプ延長検測結果

横ボーリング個所	接続パイプ延長
BH-1	36m
BH-2	13m
BH-3	7m
BH-4	22m
BH-5	17m
BH-6	16m
合計	111m

布団カゴ工

布団カゴ設置個所について、設置数量確認を行い、6月分数量として、新たに確認したBH-1とBH-4の2か所について出来高を計上した。他の4か所は、すでに計上済である。

表-4 布団カゴ数量確認結果

フトン籠工 (横ボーリング坑口保護)	設置実績数量	6月分計上数量
BH-1	13m ³	13m ³
BH-2	7m ³	完成済
BH-3	7m ³	完成済
BH-4	11m ³	11m ³
BH-5	9m ³	完成済
BH-6	11m ³	完成済
合計	58m ³	24m ³



BH-1 布団カゴ工完成状況



BH-4 布団カゴ工完成状況

水路工

6月の契約変更(追加分を含む)を受けて、すべて水路タイプの施工状況の確認を行い、新規の施工数量について6月分数量として計上した。水路タイプごとに当初設計との差異があるが、現地の地形、地質、地表水や地下水の湧水状況に応じて、現地状況に応じた適切な施工と認められるため、現地施工数量を最終的な出来高数量として認定した。

表-5 水路工進捗一覧

水路タイプ	6月進捗	進捗累計	当初設計
Type A (600-900)	0.0m	44.0m	44.0m
Type B (600-600)	0.0m	101.0m	103.0m
Type C (600-500)	0.0m	69.0m	69.0m

Type D (450- 450)	0.0m	212.0m	225.0m
Type E (300- 300)	0.0m	100.0m	135m
	49.2m	141.0m	175m
		70.0m	70m
小計	0.0m	311.0m	380m
Type E (300- 300) 追加	27.0m	27.0m	0m
Type F (450- 600) 追加	80.0m	80.0	0m
Type G (450- 450) 追加	50.0m	50.0m	0m
合計	206.2m	894.0m	821.0m

当初契約の BOQ の実績数量分と、6月契約変更に伴う追加工事分を含めて、6月施工数量として 206.2m を計上した。最終的な水路工の施工延長は、すべてのタイプの合計で 894.0m である。



TypeE 水路(追加)施工状況



TypeF 水路(追加)施工状況



TypeG 水路(追加)施工状況



TypeG カスケード水路(追加)施工状況

集水桝および水路流末工(コンクリート擁壁)

6月契約変更および追加契約を踏まえ、集水桝の施工数量の確認を行った。下記に示す数量を、6月施工分出来高として計上した。なお、Type3 集水桝については、水路ルートの変更(承認済)に伴い、当初設計の設計意図である水路合流点に施工されていないことが判明したため、完成検査指摘事項として、本来の水路合流点への移設(業者負担工事)することで合意し、8月11日までに移設工事を完了させることを条件に、条件付き検査合格とした。

表-6 集水柵出来高一覧表

集水柵規格	6月進捗	進捗累計(設計変更数量)
Type1(0.6×0.6×0.5)	6個	6個
Type2(1.5×1.5×0.8)	4個	4個
Type3(1.7×1.7×1.1)	1個(注)	1個
TypeA 水路流末コンクリート	一式	一式

(注)Type3は移設工事の実施を前提に、条件付き検査合格とした



Type1 集水柵施工状況



Type2 集水柵施工状況



Type3 集水柵 (水路合流点への移設工事を実施予定)



TypeA 水路流末コンクリート工

急斜面個所の切土整形による安定化工(横ボーリング地点、追加工事)

BH-1、BH-4(旧)、BH-4(新)の3か所において、ボーリング施工個所の上部の急斜面について、切土整形による斜面安定化工が、6月契約変更で認められ、6月および7月の進捗として計上した。なお、各箇所とも斜面安定の効果をも高めるため、地表面の均等均し、植林による緑化、湧水の適切な処理(水路への導入など)等の施工技術指導を行った。

表-7 切土整形工出来高一覧表

急斜面個所	6月計上数量	7月計上数量	合計
BH-1	35m ³	-	35m ³

BH-4(旧)	-	265m ³	265m ³
BH-4(新)	100m ³	-	100m ³
合計	135m ³	265m ³	400m ³



BH-4(旧)の急斜面の状況(施工前)

BH-4(旧)斜面安定化工の施工状況

7月26日完成検査

7月26日に、JICA、NBROの合同立会いの下、完成検査を行った。その結果、「条件付き合格」となった。主な検査指摘事項は、集水桝 Type3 の水路合流点への移設工事の実施(業者自主負担工事)と、工事完了報告書の書類の整備(追加)である。主な指摘内容と対応については、以下に示す通り。

表-8 完成検査指摘一覧表

項目	指摘内容	対応方針	対応状況
検査判定	条件付き合格	請負者による指摘事項対応確認後、工事完了手続き(支払い手続き)を実施。	請負者による対応待ち。
当初契約(BOQ)項目			
2. 健康、安全、環境	安全指導についての、コメント、写真を添付する。	工事完了報告書に追加する。	対応中(8/1 請負者よりドラフト送付)
3. 保険、保証	保険証の写しを添付する。	同上	同上
5. 現地調査、試験	現地調査、試験結果を添付する。	同上	同上
7. 横ボーリング工	仮設工設置の内訳数量、写真を添付する。	同上	同上
	仮設道路につき、施工図に図示するとともに、施工写真を添付する。	同上	同上
9. 水路工	水路工、横ボーリング工、集水桝を、施工図に図示する。	同上	同上
10. 集水桝	Type3 集水桝について、請負者負担にて、水路接続部に移	移設完了報告(写真添付)を提出し、最終報告書に添付すること。	移設作業中。

	設すること。(8月11日まで)		
その他	現場撤収時には、場内の片づけ、清掃を行うこと。	請負者による実施。	現地対応中。
追加工事内容			
布団カゴの背面砕石充填工	数量内訳や施工写真を添付すること。	工事完了報告書に追加する。	対応中(8/1 請負者よりドラフト送付)
斜面整形工	同上	同上	同上
工事完了報告書			
工事完了報告書の提出	工期末(7月28日)までに、ドラフトを提出すること	請負者による実施	対応中(8/1 請負者よりドラフト送付)
	集水桝移設工事完了後(8月11日まで)に、ファイナルを提出すること。	請負者による実施	現地移設工事対応中。

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

本工区は3月15日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を7月21日に実施した。完成検査においては The Engineer から以下の提案がなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路合流部の集水桝については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水桝に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

- ① については先月までと同様に、特に石などが置かれ減勢がなされた様子はいかがいかなかったが、施工完了後に特に豪雨もなく、大量の流水による影響は確認されなかった。
- ② についても先月までと同様に、完成検査翌日に処理がなされていることを確認済みであり、その後特に変化はない。
- ③ については水路や桝内に土砂や植物等の堆積が確認されたが、通水機能は保たれている。施工後特に豪雨を経っていないため、堆積状況には特に変化はない模様だが、今後の豪雨による通水機能には、現段階では大きな影響はない程度と思われる。



横ボーリング工施工状況

水路工施工状況(水路内に植物が堆積)

今後も、定期的な水路工清掃の指導、継続的な監視、モニタリングが必要である。NBROの地すべりモニタリングや巡回について、継続して実施することが望ましい。

なお、NBROでは本地区のみならず、施工完了した各地区において、住民組織を活用した定期的な清掃活動の実施を検討しており、対策工の機能を持続的に維持する活動という観点から、その取り組みは評価できる。

(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は3月14日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を7月27日に実施した。完成検査においては以下のコメントがThe Engineerから提案としてなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまることが懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

- ① については先月までと同様、水路工側部に、土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされている。
- ② については表層の侵食に対応して施工中期間中に植栽工が実施されており、植生が引き続き成長しつつある状況である。

今後も、定期点検などによる、継続的な状況確認が必要である。今後はNBROの巡回結果や、住民組織を活用した清掃の取り組みについても、確認を行っていく。



谷側布団カゴの施工状況

山側ポケット部斜面の植生による保護

4. 今後の課題及び対応

今後の課題および対応方針について以下に示す。

Lot1については、7月26日に完成検査を行い、「条件付き合格」となった。今後は現地における集水桝移設工事(業者負担工事)の完了確認(写真添付の完了報告の提出とする)を行うとともに、工事完了報告書の説明補足資料や写真添付の確認により、工事完了手続きを進めるとともに、瑕疵担保期間のモニタリングに移行していく。

2017年3月に工事完了したLot2及びLot3については、完成検査時に指摘された事項や抽出された問題点について対応がなされており、状況は先月までとほぼ同様で、現時点では特に大きな変化は生じていない。

各工区とも、今後の瑕疵検査期間内に不具合が生じた場合は、コントラクターの責務において補修等の作業を行うことをNBROが指導する必要がある、定期的な点検や維持管理の仕組みについても、今後のプロジェクト活動の中で技術移転を図っていく。

全工区の工事完了時に、3地区のNBRO職員、施工業者を参集してのProgress Meetingを行うことが適切であることをNBROと再確認した。同会議では、施工技術、管理技術など工事全般についてのパイロット工事の教訓を、今後のために共有していくことが望まれる。開催日程については、9月中旬ころの予定で、NBROが調整中である。

5. 次回の活動

8月からは全工区とも、瑕疵担保期間中のモニタリング期間となり、9月以降は2か月に1回の頻度で、日本人団員が現地確認とモニタリング指導を行う方向で、JICA本部と協議中である。

これに伴い、原総括が9月中旬頃～の渡航を予定している(日程調整中)。

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告(2017年9-10月)

総括/土砂災害解析 原 龍一
落石対策(設計・施工監理) 荻野 隆

1. 行程

日程		氏名	活動場所	活動内容
9-10月				
14	木	原	成田→コロンボ	渡航
15	金	原	コロンボ	JICA/NBRO 打合せ、書類作成
16	土	原	コロンボ	書類作成
17	日	原	コロンボ→バドゥツラ	移動、書類作成
18	月	原	バドゥツラ→ヌワラエリヤ	Lot1 現場視察、バドゥツラ事務所協議
19	火	原	ヌワラエリヤ→キャンディ	Lot2 現場視察、ヌワラエリヤ事務所協議
20	水	原	キャンディ→マータレ→コロンボ	Lot3 現場視察、バドゥツラ事務所協議
21	木	原	コロンボ	Progress Meeting、NBRO、協議/書類作成
22	金	原	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
23	土	原	コロンボ	書類作成
24	日	原	コロンボ	書類作成
25	月	原	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
26	火	原	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
27	水	原	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
28	木	原	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
29	金	原	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
30	土	原	コロンボ	書類作成
10/1	日	原	コロンボ	書類作成
2.	月	原	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
3	火	原	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
4	水	原	コロンボ	JCC、書類作成
5	木	原、荻野	コロンボ	書類作成(原)、渡航(荻野)
6	金	原、荻野	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
7	土	原、荻野	コロンボ	書類作成
8	日	原、荻野	コロンボ	書類作成
9	月	原、荻野	コロンボ→ヌワラエリヤ	移動、書類作成
10	火	原、荻野	ヌワラエリヤ→バドゥツラ	Lot2 現場視察
11	水	原、荻野	バドゥツラ→キャンディ	Lot1 現場視察
12	木	原、荻野	キャンディ→マータレ→コロンボ	Lot3 現場視察
13	金	原、荻野	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
14	土	原、荻野	コロンボ	書類作成
15	日	原、荻野	コロンボ	書類作成
16	月	原、荻野	コロンボ⇄パヒヤンガラ	ボーリングマシン使用状況視察
17	火	原、荻野	コロンボ	NBRO/JICA、協議/書類作成
18	水	原、荻野	コロンボ→成田	書類作成、帰国
19	木	原、荻野	成田 着	帰国

2. 活動の概要

10/9～12,16に行った現地確認の結果を以下に示す。モニタリングの結果については、モニタリングシートを参照されたい。

(1) Lot 1：バドゥツラ地区

水路工

完成検査時に「条件付き合格」となり、検査後、集水柵 Type3 の水路合流点への移設工事の実施(業者自主負担工事)が実施された。

特に問題なく施工されており、現時点では移設工事に関しては、問題は確認されない。

概して上方斜面で水路脇の侵食等が確認され、斜面中部～下部では、水路や集水柵への土砂の流入が認められる。

今後もモニタリングを継続し、侵食の拡大や土砂による水路の閉塞が確認された場合は、対策を行う必要がある。



上部斜面における水路側部の侵食状況



最下部の柵への土砂の流入状況

水平ボーリング工

水平ボーリング工は特に大きな問題は生じていない。

Point No.1 で、背後斜面から土砂が侵食されて流出している状況にある。また、Point No.6 では、集水柵に土砂が流入している。いずれも減少が進行した場合、対策を行う必要がある。

水平ボーリング工からの流量を表-1に示す。雨期前であるため、流量は小さい。概して斜面上部では流量が少なく、斜面下部で流量が多い状況にある。

表-1 流量一覧

Point	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	Total (l/min)
1		*								Only a little
2										0
3										0
4	*	*	*	*	*	*	*			0.66
5						*	*	*	*	0.37
6						*	*	*		0.31

*：集水されている孔を示す。



Point No.1 の状況



Point No.6 の柵に土砂が流入している状況

(2) Lot 2: ヌワラエリヤ地区

本工区は3月15日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を6月10日に実施した。完成検査においては The Engineer から以下の提案がなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路合流部の集水枿については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水枿に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

水路工

①については先月と同様に、特に石などが置かれ減勢がなされた様子はいかがえなかったが、大量の流水による影響は確認されなかった。

②についても先月同様、完成検査翌日に処理がなされていることを確認済みであり、その後特に侵食等によって新たな水溜りなどが形成されている箇所は確認されなかった。

③については枿内に土砂や植物等の堆積が確認されたが、集水枿の機能は保たれている。ただし、水路に落石があり、石に枯葉や枝が引っかかっている箇所がそのままの状況であることが確認された。

集水枿周辺の水路がコンクリート打設されていない状況にあったが、コントラクターと協議した結果、以下の状況が判明した。

- ・施工当時は雨期であったため水路の流量が多く、コンクリートの打設が困難であった。
- ・瑕疵担保期間中に施工を行い、完成させる予定である。

したがって、今後、コントラクターは漏水等の現象とあわせて、瑕疵担保期間内に施工・補修を終了させる予定である。



枿下部のコンクリート打設が実施されていない箇所



水路の漏水箇所

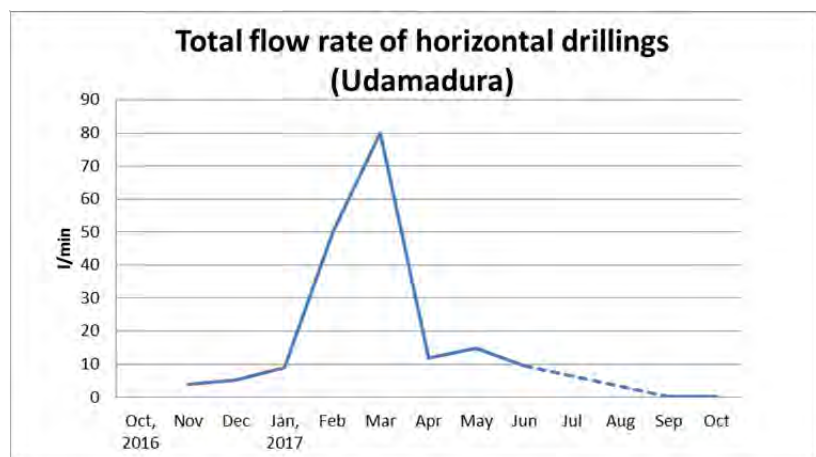
水平ボーリング工

PVCパイプや布団カゴ工に特に変状等は確認されていない。

流量は雨期前のためかなり減少しており、最も水量の多いNo.10孔で約0.22ℓ/minであった。

この水は、地元住民が直接パイプをつないで飲料水として利用しているとのことである。その他、枿から地元住民によって農業用の水利用がなされている。

水平ボーリング工完成後から流量の観測を行っているが、2017年3月の80ℓ/minが最高で、乾期の2016年11-12月は4-5ℓ/minであった。今後は、このデータを参考として、維持管理していくこととする。



(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は3月14日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を6月11日に実施した。完成検査においては以下のコメントが **The Engineer** から提案としてなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまることが懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

①については先月同様、水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされていた。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されており、植生が引き続き成長しつつある状況である。

布団カゴ工前面の盛土部分の法肩に、小規模な亀裂や侵食が確認された。また、カスケード水路工が流水により、一部石が移動している状況が確認された。

以上のことから完成検査後に特に大きな異常は生じていないと判断されるが、これらの亀裂等の状況は引き続き観察を行い、必要に応じて対策を講じる必要がある。



盛土部法肩の亀裂状況



盛土部法肩の侵食状況（左）と水路工の状況



植栽工の状況（左：5月、右：10月）

(4) 供与機材の活用状況

本プロジェクトで供与されたボーリングマシンとコンプレッサーの活用状況について、確認を行った。

ボーリングマシン

ボーリングマシンは Kalutara 県 Pahiyangala 地区で地すべり対策工の水平ボーリング工を施工中であった。

表-2 にボーリングの状況を示す。

表-2 Pahiyangala 地区ボーリング状況一覧

孔名	施工時期	延長
調査ボーリング工		
BH-1	2017年7月25日～	14.0m
BH-2	2017年8月11日～	16.8m
BH-3	2017年8月28日～	21.5m
BH-4	未施工	
BH-5	未施工	
水平ボーリング工		
No.1-1	2017年9月27日～	34m
No.1-2	2017年9月30日～	34m
No.2-1	2017年10月3日～	34m
No.2-2	2017年10月11日～	34m
No.2-3	2017年10月15日～施工中	34m 予定 (10/16 視察時点で 21m)

*水平ボーリング工の孔名は付されていなかったため、TCLMP で付けたものである。

Pahiyangala 地区は 2017 年 5 月の豪雨時に隣接斜面で土砂災害が発生し、28 名が生理めとなったとのことである。

同時期に、Pahiyangala 地区でも亀裂の発生が確認されたため、調査ボーリングを実施中であった。ところが、雨期に入り降雨量が増大したため、一旦調査を中断し、水平ボーリング工を応急的に実施中とのことであった。

ボーリングマシンは特に問題なく、適切に維持管理されているようである。同時に納入されたクローラー型運搬機も適切に維持管理され、運用されている状況にある。

水平ボーリング孔からも多量の地下水が集水されている状況にあり、最も多い孔で、2017 年 10 月 15 日に約 420/min の流量が確認されている。

NBRO 担当者は、毎日地下水位と工事の終わった水平ボーリング孔からの流量を観測している、とのことであった。



ボーリングマシンの状況



ボーリングマシンの使用状況



水平ボーリング孔からの集水状況



水平ボーリング孔からの集水状況

コンプレッサー

コンプレッサーは、別プロジェクトとなったキャンディの看護学校のソイルネイリング工事に、11月から使用される予定である。

(5) 終了時評価

9/14-10/4まで、本プロジェクトの終了時評価のコンサルタント及びJICA本部ミッションに同行した。評価結果等については、終了時報告書を参考されたい。

3. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

全工区完了時に、完了検査済のLot2、3を併せた3地区のNBRO職員、施工業者を参集してのProgress Meetingを行うことが適切であることをNBROと協議し、9月21日に実施した。同会議では、施工技術、管理技術など工事全般についての教訓の共有を行った。

1) 全体

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
瑕疵検査以降の事象に対する対応方針の策定	—	瑕疵検査以降、現地で事象が発生した際に、NBROが対応するか、担当自治体等が対応するか等の方針について、NBROと担当自治体間で検討し、対応方針を策定して書面を交わすように、NBROと協議を行う。	2018年8月の最終瑕疵検査まで。
上位目標の指標の入手方法の確認	—	事後評価の際の指標の一つである、工事の数量の確認方法をNBROと協議し、入手方法の確認を行う。簡単に入手できない場合は、入手方法の目途を立てるようにNBROを協議を行う。	プロジェクト期間中

2) Lot 1 : バドゥツラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考

UVA 大学による建築物の計画	想定地すべりブロックの中央側部において切土整形（幅約15m、高さ約3m）がなされており、擁壁による法面保護、整地によって建築物が建設された。切土部分の湧水地点で小規模な崩落が発生している。また擁壁背後の締固め不良により、背後に亀裂が発生している。	NBRO 本部設計グループの設計技師による擁壁の安定性照査において特に問題は見られなかった。 NBRO と大学との間で、レターの交換を行ったとのことである。レターの共有を依頼したが、まだ共有されていない。レターの内容が確認できれば、特に問題ないものと考えられる。	対応時期未定
-----------------	---	--	--------

2) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
集水桝周辺の水路工事	完成検査時には雨期であったため、水路工内に多量の流水があったため、工事を完成させることができなかった。コントラクターは、瑕疵担保期間中に自費で工事を行うとのことである。	工事完了後、コントラクターから写真が共有される予定である。また、モニタリングの際に施工完了していれば、施工完了の確認を行う予定である。	瑕疵担保期間中（2018年3月まで）

4. 次回の活動

12月上旬頃から15日間、川上が派遣予定である。

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告(2017年12月)

総括/土砂災害解析 原 龍一

1. 行程

日程		活動場所	活動内容
12月			
2	土	成田→コロンボ	渡航
3	日	コロンボ	書類作成
4	月	コロンボ	NBRO/JICA 協議、書類作成
5	火	コロンボ→ヌワラエリヤ	移動、書類作成
6	水	ヌワラエリヤ→バドゥツラ	Lot 2 現場視察
7	木	バドゥツラ→キャンディ	Lot 1 現場視察
8	金	キャンディ→マータレ→コロンボ	Lot 3 現場視察
9	土	コロンボ	NBRO、協議/書類作成
10	日	コロンボ	書類作成
11	月	コロンボ⇄パンバヒンナ	ボーリングマシン使用状況視察
12	火	コロンボ	書類作成
13	水	コロンボ	書類作成
14	木	コロンボ	NBRO/JICA、協議/書類作成
15	金	コロンボ→成田	書類作成、帰国
16	土	成田 着	帰国

2. 活動の概要

12/6～8,11に行った現地確認の結果を以下に示す。モニタリングの結果については、モニタリングシートを参照されたい。

(1) Lot 1: バドゥツラ地区

水路工

2017年7月26日の完成検査時に「条件付き合格」となり、検査後、集水柵 Type3 の水路合流点への移設工事の実施(業者自主負担工事)が実施された。

柵自体は特に問題なく施工されており、現時点では移設工事に関しては、問題は確認されない。

前回に引き続き、概して上方斜面で水路脇の侵食等が確認され、斜面中部～下部では、水路や集水柵への土砂の流入が認められる。特に今回はボーリング Point No.6 に多量の土砂が流入し、ほぼ閉塞状態となっていた。NBRO、コントラクターと協議の結果、コントラクターが土砂撤去や切土法面への植生を行う予定となった。

今後もモニタリングを継続し、同様に侵食の拡大や土砂による水路の閉塞が確認された場合は、対策を行う必要がある。



上部斜面における水路側部の侵食状況



1

最下部の柵への土砂の流入状況

水平ボーリング工

水平ボーリング工は特に大きな問題は生じていない。

Point No.1 で、背後斜面から土砂が侵食されて流出している状況にある。前回、亀裂が確認された箇所が小規模なすべりを発生していることが確認された。また、Point No.6では、集水柵に土砂が流入し、ほぼ閉塞状態にある。土砂の撤去等に関する計画をコントラクターが提出する予定となっている。

水平ボーリング工からの流量を表-1に示す。雨期であるため、前回に比して10倍程度の流となっている。概して斜面上部では流量が少なく、斜面下部で流量が多い状況にある。

表-1 流量一覧

Point	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	Total (l/min)
1	0.37		0.19							0.55
2										0
3										0
4	*	*	*	*	*	*	*			15.00
5						*	*	*	*	1.00
6						*	*	*		3.00

*：集水されている孔を示す。



Point No.1 背後斜面の状況



Point No.6 の柵に土砂が流入し
ほぼ埋塞している状況

(2) Lot 2：ヌワラエリヤ地区

本工区は2017年3月15日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を前回は10月10日に実施した。完成検査においてはThe Engineerから以下の提案がなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路合流部の集水柵については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水柵に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

水路工

①については先月と同様に、特に石などが置かれ減勢がなされた様子はいかがえなかったが、大量の流水による影響は確認されなかった。

②についても先月同様、完成検査翌日に処理がなされていることを確認済みであり、その後特に侵食等によって新たな水溜りなどが形成されている箇所は確認されなかった。

③については柵内に土砂や植物等の堆積が確認されたが、集水柵の機能は保たれている。ただし、水路上に落石があり、石に枯葉や枝が引っかかっている箇所がそのままの状況であることが確認された。

集水柵周辺の水路がコンクリート打設されていない状況にあったが、NBRO、コントラクターと協議した結果、以下の状況が判明した。

- ・施工当時は雨期であったため水路の流量が多く、コンクリートの打設が困難であった。
- ・瑕疵担保期間中に施工を行い、完成させる予定である。

今回、NBRO、コントラクターと現場で協議を行い、上記を再度確認した。今後、コントラクターは漏水等の現象とあわせて、瑕疵担保期間内に施工・補修を終了させる予定である。

道路上部の水路工で豪雨時に表流水があふれる現象が確認された。水路が急角度で屈曲していることによるものと考えられる。住民は、石や木材等で表流水を防いでいる状況にある。



樹下部のコンクリート打設が実施されていない箇所と流木等による閉塞状況



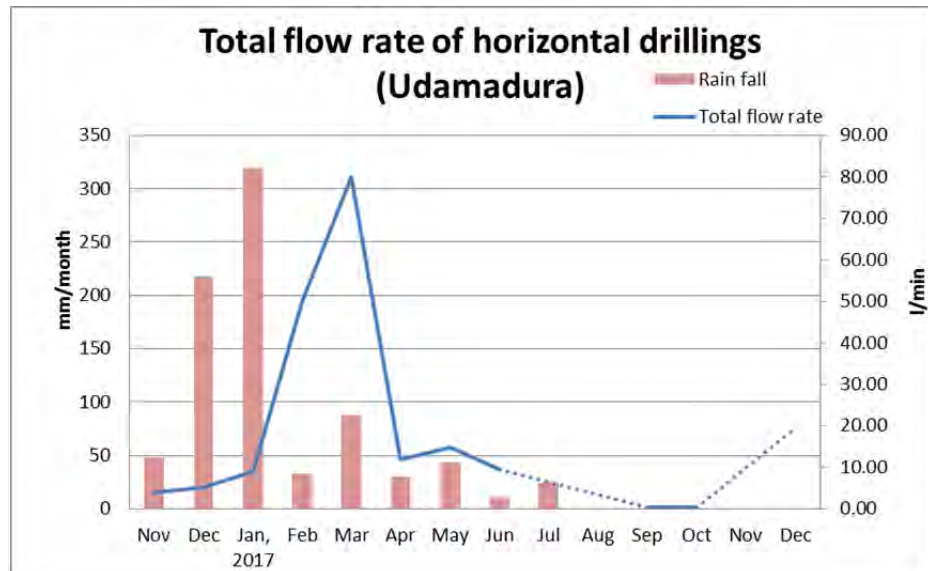
水路の越流箇所

水平ボーリング工

PVCパイプや布団カゴ工に特に変状等は確認されていない。

流量は雨期のため前回よりもかなり増加しており、合計で約 20ℓ/min であった。この水は、地元住民が直接パイプをつないで飲料水として利用しているとのことである。その他、柵から地元住民によって農業用の水利用がなされている。

水平ボーリング工完成後から流量の観測を行っているが、2017年3月の80ℓ/minが最高で、乾期の2016年11-12月は4-5ℓ/minであった。今後は、このデータを参考として、維持管理していくこととする。



(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は2017年3月14日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を2017年6月11日に実施した。完成検査においては以下のコメントが The Engineer から提案としてなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまること懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

①については先月同様、水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされていた。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されており、植生が引き続き成長しつつある状況である。

前回同様に布団カゴ工前面の盛土部分の法肩に、小規模な侵食が確認された。亀裂は雨水

等の影響で消滅したようである。また、カスケード水路工が流水により、一部石が移動している状況が確認された。前回からはほとんど変化は無い。

以上のことから完成検査後に特に大きな異常は生じていないと判断されるが、これらの亀裂等の状況は引き続き観察を行い、必要に応じて対策を講じる必要がある。



盛土部法肩の状況 (左)



水路工の状況



植栽工の状況 (左：5月、右：12月)

(4) 供与機材の活用状況

本プロジェクトで供与されたボーリングマシンとコンプレッサーの活用状況について、確認を行った。

ボーリングマシン

ボーリングマシンは2017年12月11日時点で Ratnapura 県 Pambahinna 地区にある Sabaragamura 大学敷地内で地質調査を実施中であった。

表-2 にボーリングの状況を示す。

表-2 Sabaragamura 大学地区ボーリング状況一覧

孔名	施工時期	延長
調査ボーリング工		
No.1	2017年12月9日～	20m (計画) (5m : 12/11 時点)
No.2	未施工	20m (計画)
No.3	未施工	20m (計画)
No.4	未施工	20m (計画)
No.5	未施工	20m (計画)
No.6	未施工	20m (計画)

Sabaragamura 大学では、世界銀行の融資で IT 学部と農学部等の校舎を建設することとなった。NBRO は IT 学部と農学部で地質調査を実施して、土砂災害発生の可能性を検討し、大学に報告する予定とのことである。

現在、IT 学部の建設予定箇所で 1 本目の地質調査ボーリングが実施中である。

ボーリングマシンは特に問題なく、適切に維持管理されているようで、1 現場が終了するごとにメンテナンスを実施しているとのことであった。

NBRO から提出されたボーリングマシンの運用計画上では、Sobasiripura 地区の地すべり対策に用いられる予定であったが、Sabaragamura 大学からの強い要請があり、優先度の高い本

地区の調査を先行することとなった、とのことである。



ボーリングマシンの状況



ボーリングマシンの使用状況

コンプレッサー

コンプレッサーは、別プロジェクトとなったキャンディの看護学校のソイルネイリング工事に、11月から使用される予定であったが他プロジェクトの工程の遅延等からまだ、工事が実施されていない状況にある。その他、ソイルネイル等の材料の調達が未了であることも予定通り作業が進んでいない要因とのことである。

3. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

1) 全体

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
瑕疵検査以降の事象に対する対応方針の策定	瑕疵検査以降、現地で事象が発生した際に、NBROが対応するか、担当自治体等が対応するか等の方針について、NBROと担当自治体間で検討し、対応方針を策定して書面を交わすように、NBROと協議を行った。 今回、ヌワラエリヤではワラパネ県と書面を交わすことを Divisional Secretary と協議を行い、確認した。	NBROは今後、Lot 1では、Uva Wellasa Universityと協議を行う予定であり、Lot 3でも県と協議を行う予定である。	瑕疵担保期間中（2018年8月まで）
上位目標の指標の入手方法の確認	事後評価の際の指標の一つである、工事の数量の確認方法をNBROと協議し、入手方法の確認を行った。	NBROは今後、本プロジェクトから得られた教訓や技術等を用いたプロジェクトについてリストを作成し、事後評価に備える、とのことであった。	プロジェクト期間中

2) Lot 1：バドウツラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考

UVA 大学による建築物の計画	想定地すべりブロックの中央側部において切土整形（幅約15m、高さ約3m）がなされており、擁壁による法面保護、整地によって建築物が建設された。切土部分の湧水地点で小規模な崩落が発生している。また擁壁背後の締固め不良により、背後に亀裂が発生している。	NBRO 本部設計グループの設計技師による擁壁の安定性照査において特に問題は見られなかった。 NBRO と大学との間で、レターの交換を行ったとのことである。レターの共有を依頼したが、まだ共有されていない。レターの内容が確認できれば、特に問題ないものと考えられる。	対応時期未定
土砂の流入や亀裂の発生等に関する対応	地すべり地内下方斜面で多量の土砂が流出し、集水桝等を埋塞している状況にある。コントラクターと協議を行い、土砂の撤去や、亀裂等について、補修を行うことを確認した。	今後、コントラクターが瑕疵担保期間終了までに、必要な補修を行う予定である。	瑕疵担保期間中（2018年8月まで）

2) Lot 2 : スワラエリヤ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
集水桝周辺の水路工事	完成検査時には雨期であったため、水路工内に多量の流水があったため、工事を完成させることができなかった。コントラクターは、瑕疵担保期間中に自費で工事を行うとのことである。	工事完了後、コントラクターから写真が共有される予定である。また、モニタリングの際に施工完了していれば、施工完了の確認を行う予定である。	瑕疵担保期間中（2018年3月まで）

4. 次回の活動

1月下旬頃から15日間、原が派遣予定である。

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告(2018年1月)

総括/土砂災害解析 原 龍一

1. 行程

日程		活動場所	活動内容
1月			
15	月	成田→コロンボ	渡航
16	火	コロンボ	NBRO/JICA 協議、書類作成
17	水	コロンボ⇒パンバヒンナ⇒バドゥツラ	移動、ボーリングマシン使用状況視察
18	木	バドゥツラ⇒ヌワラエリヤ	Lot 1、Lot 2 現場視察
19	金	ヌワラエリヤ⇒マータレ	Lot3 現場視察
20	土	キャンディ⇒コロンボ	移動
21	日	コロンボ	書類作成
22	月	コロンボ	NBRO、書類作成
23	火	コロンボ	NBRO、書類作成
24	水	コロンボ	シンポジウム、書類作成
25	木	コロンボ	シンポジウム、書類作成
26	金	コロンボ	NBRO/JICA、協議/書類作成
27	土	コロンボ	書類作成
28	日	コロンボ⇒成田	書類作成、帰国
29	月	成田着	帰国

2. 活動の概要

1/17～19に行った現地確認の結果を以下に示す。モニタリングの結果については、モニタリングシートを参照されたい。

(1) Lot 1 : バドゥツラ地区

水路工

2017年7月26日の完成検査時に「条件付き合格」となり、検査後、集水桝 Type3 の水路合流点への移設工事の実施(業者自主負担工事)が実施された。

桝自体は特に問題なく施工されており、現時点では移設工事に関しては、問題は確認されない。

前回に引き続き、概して上方斜面で水路脇の侵食等が確認され、斜面中部～下部では、水路や集水桝への土砂の流入が認められる。特に今回はボーリング Point No.6 の集水桝に多量の土砂が流入し、閉塞状態となり、さらに集水桝から水路へとつながるパイプも土砂で埋塞され、水が排出されていない状況となっていた。このため、水は地表を流下し、水路工の側部を侵食していた。NBRO、コントラクターと協議の結果、コントラクターが土砂撤去や切土法面への植生を行う予定となった。今回は、前回よりも降雨量が少なかったためか、流入している土砂は減少したようである。

今後もモニタリングを継続し、同様に侵食の拡大や土砂による水路の閉塞が確認された場合は、対策を行う必要がある。

また、最上流部の集水桝 No.1 に、上部水路から水が流入してきているが、下流に流出していない状況が確認された。集水桝中に設置された水抜きパイプから、水が外部に排出されているようである。さらに水抜きパイプを通して外部に出た水は、水路へ再度漏水として流入してきている状況にある。

水抜きパイプを閉塞して、漏水を防ぐことが必要と考えられる。



上部斜面における水路側部の侵食状況



最下部の柵への土砂の流入状況



集水柵への流入の状況



集水柵からの漏水の状況

水平ボーリング工

水平ボーリング工自体には前回までと同様に特に大きな問題は生じていない。

Point No.1 及び 4 で、背後斜面から土砂が侵食されて流出している状況にあるほか、小規模なすべりが発生していることが確認された。また、上述のように今回は Point No.6 では、集水柵に土砂が流入し、閉塞状態にある。したがって、今回は No.6 の流量の計測は不能であった。土砂の撤去等に関する計画をコントラクターが提出する予定となっている。

水平ボーリング工からの流量を表-1 に示す。前回に比して少なくなっている箇所と多くなっている箇所とが認められた。概して斜面上部では流量が少なく、斜面下部で流量が多い状況にある。

表-1 流量一覧

Point	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	Total (l/min)
1	0.37		0.19							0.94
2										0
3										0
4	*	*	*	*	*	*	*			7.89
5						*	*	*	*	2.31
6						*	*	*		-

*：集水されている孔を示す。



Point No.1 背後斜面の状況



Point No.6 の柵に土砂が流入し埋塞している状況

(2) Lot 2: ヌワラエリヤ地区

本工区は2017年3月15日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を前回は10月10日に実施した。完成検査においてはThe Engineerから以下の提案がなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路合流部の集水桝については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水桝に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

水路工

①については先月と同様に、特に石などが置かれ減勢がなされた様子はいかがえなかったが、大量の流水による影響は確認されなかった。

②についても先月同様、完成検査翌日に処理がなされていることを確認済みであり、その後特に侵食等によって新たな水溜りなどが形成されている箇所は確認されなかった。

③については桝内に土砂や植物等の堆積が確認されたが、集水桝の機能は保たれている。集水桝周辺の水路がコンクリート打設されていない状況にあったが、コントラクターによって、補修工事が行われた。ただし、NBROにも連絡が無くコントラクターだけで工事を行ったようで、補修工事としては、認めるか、NBROと協議中である。

その他の箇所についても補修は行われているが、特に漏水箇所については、今回は水路内の流量が多く、漏水箇所が確認できない状態にあった。

また、道路上部の水路工で豪雨時に表流水があふれる現象が確認された。水路が急角度で屈曲していることによるものと考えられる。この場所についても、コントラクターが水路工上部にコンクリート壁を建設して、対策を行っているが、実際にこの延長で問題が無いか、降雨時の確認が必要となると思われる。



樹下部の水路工の補修後の状況



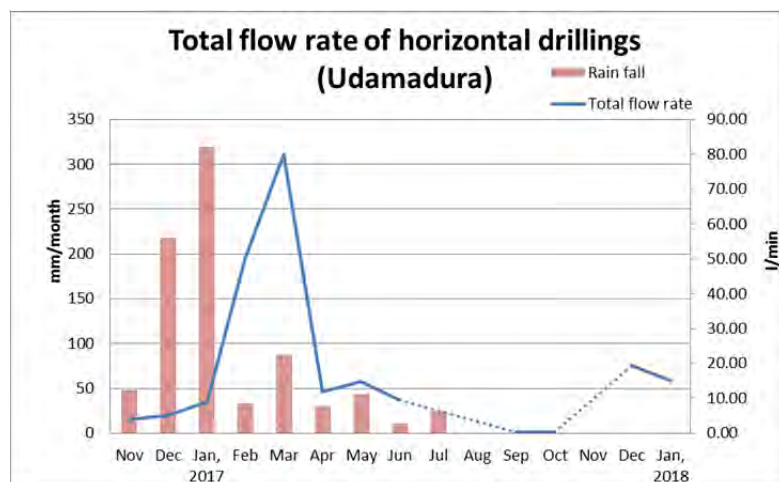
水路の越流箇所

水平ボーリング工

PVCパイプや布団カゴ工に特に変状等は確認されていない。

流量は雨期のため前回とほぼ同様で、合計で約150/minであった。この水は、地元住民が直接パイプをつないで飲料水として利用しているとのことである。その他、桝から地元住民によって農業用の水利用がなされている。

また、地元住民によれ



ば、大量の降雨があると、集水桝から水があふれてしまうとのことである。想定以上の地下水を集水しているためと考えられ、効果は十分発揮できている一方で、集水の効果が上がりすぎているものと考えられる。現在パイプでつないでいる部分を水路に変更する等の対策が、将来的に必要と考えられる。

(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は2017年3月14日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を2017年6月11日に実施した。完成検査においては以下のコメントがThe Engineerから提案としてなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまることが懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

①については先月同様、水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされていた。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されており、植生が引き続き成長しつつある状況である。

前回同様に布団カゴ工前面の盛土部分の法肩に、小規模な侵食が確認された。亀裂は乾燥収縮の影響で大量に確認された。降雨に伴う土砂の移動ではないため、特に問題は無い。ただし、今後も確認していく必要はある。また、カスケード水路工が流水により、一部石が移動している状況が確認された。前回からはほとんど変化は無い。

以上のことから完成検査後に特に大きな異常は生じていないと判断されるが、これらの亀裂等の状況は引き続き観察を行い、必要に応じて対策を講じる必要がある。



盛土部法肩の状況



水路工の状況



植栽工の状況 (左: 5月、右: 1月)

(4) 供与機材の活用状況

本プロジェクトで供与されたボーリングマシンとコンプレッサーの活用状況について、確認を行った。

ボーリングマシン

ボーリングマシンは前回と同様に 2018 年 1 月 17 日時点で Ratnapura 県 Pambahinna 地区にある Sabaragamura 大学敷地内で地質調査を実施中であった。

表-2 にボーリングの状況を示す。

表-2 Sabaragamura 大学地区ボーリング状況一覧

孔名	施工時期	延長
調査ボーリング工		
No.1 (BH-1)	2017 年 12 月 9～17 日	28.35m
No.2 (BH-2)	2017 年 12 月 19～2018 年 1 月 5 日	27.65m
No.3 (BH-3)	2018 年 1 月 7～8 日	11.15m
No.4 (BH-4)	2018 年 1 月 9 日	7.45m
No.5 (BH-1)	2018 年 1 月 11 日～	19.45m (1/17 日時点)
No.6 (BH-2)	未施工	20m (計画)

Sabaragamura 大学では、世界銀行の融資で IT 学部と農学部等の校舎を建設することとなった。NBRO は IT 学部と農学部で地質調査を実施して、土砂災害発生の可能性を検討し、大学に報告する予定とのことである。

IT 学部の建設予定箇所 No.1,2 の 2 孔の地質調査ボーリングが実施された。また、同大学敷地内の Pambahinna Water Board の施設周辺にて、No.3,4 の 2 孔の地質調査ボーリングが実施された。現在は農学部の建設予定地で 1 孔目のボーリングが実施中である。

ボーリングマシンは特に問題なく、適切に維持管理されているようで、1 現場が終了するごとにメンテナンスを実施しているとのことであった。

NBRO から提出されたボーリングマシンの運用計画では、Sobasiripura 地区の地すべり対策に用いられる予定であったが、Sabaragamura 大学からの強い要請があり、優先度の高い本地区の調査を先行することとなった、とのことである。



ボーリングマシンの状況



ポンプの使用状況

ボーリングマシンと同時に供与されたクローラー運搬機は、非常に有用で常に使用されており、現在は他の現場で稼働中とのことである。

コンプレッサー

コンプレッサーは、別プロジェクトとなったキャンディの看護学校のソイルネイリング工事に、11 月から使用される予定であったが今回も引き続き他プロジェクトの工程の遅延等からまだ、工事が実施されていない状況にある。その他、ソイルネイル等の材料の調達が未了であることも予定通り作業が進んでいない要因とのことである。なお、他プロジェクトの日本側担当部分は終了し、現在は工事の後片付け中であった。



キャンディ看護学校の状況

3. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

1) 全体

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
瑕疵検査以降の事象に対する対応方針の策定	瑕疵検査以降、現地で事象が発生した際に、NBROが対応するか、担当自治体等が対応するか等の方針について、NBROと担当自治体間で検討し、対応方針を策定して書面を交わすように、NBROと協議を行った。 前回、ヌワラエリヤではワラパネ県と書面を交わすことを Divisional Secretary と協議を行い、確認した。	NBRO は今後、Lot 1 では、Uva Wellasa University と協議を行う予定であり、Lot 3 でも県と協議を行う予定である。 (継続)	瑕疵担保期間中 Lot1:2018年8月まで Lot2,3:2018年3月まで
上位目標の指標の入手方法の確認	事後評価の際の指標の一つである、工事の数量の確認方法を NBRO と協議し、入手方法の確認を行った。	NBRO は今後、本プロジェクトから得られた教訓や技術等を用いたプロジェクトについてリストを作成し、事後評価に備える、とのことであった。 (継続)	プロジェクト期間中

2) Lot 1 : バドゥッラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
UVA 大学による建築物の計画	想定地すべりブロックの中央側部において切土整形（幅約15m、高さ約3m）がなされており、擁壁による法面保護、整地によって建築物が建設された。切土部分の湧水地点で小規模な崩落が発生している。また擁壁背後の締固め不良により、背後に亀裂が発生している。	NBRO 本部設計グループの設計技師による擁壁の安定性照査において特に問題は見られなかった。 NBRO と大学との間で、レターの交換を行ったとのことである。レターの共有を依頼したが、まだ共有されていない。レターの内容が確認できれば、特に問題ないものと考えられる。	対応時期未定
土砂の流入や亀裂の発生等に関する対応	地すべり地内下方斜面で多量の土砂が流出し、集水桝等を埋塞している状況にある。コントラクターと協議を行い、土砂の撤去や、亀裂等について、補修を行うことを確認した。	今後、コントラクターが瑕疵担保期間終了までに、必要な補修を行う予定である。	瑕疵担保期間中（2018年8月まで）

2) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
集水桝周辺の水路 工事	コントラクターは既に対策を 実施済みであった。	今回、NBRO 本部は同行しな かったため、写真で本部には 説明を行った。 NBRO にも現場を確認しても らい、方針を決定する予定で あるが、NBRO は再度補修さ せたい希望である。	瑕疵担保期間 中 (2018 年 3 月まで)

4. 次回の活動

2月下旬頃から原が1.5ヶ月間、佐々木、川上が1ヶ月程度派遣予定である。

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告(2018年2-4月)

総括/土砂災害解析 原 龍一
モニタリング機器/地質 西川知行
非構造物対策/業務調整 佐々木 央

1. 行程

日程	氏名	活動場所	活動内容
2-4月			
15	木 小池	成田⇒コロンボ	渡航
16	金 小池	コロンボ	NBRO 協議
17	土 小池	コロンボ	資料作成
18	日 小池	コロンボ	資料作成
19	月 小池	アヤガマ (ラトゥナブラ)	UAV 現地トレーニング
20	火 小池	コロンボ	資料作成
21	水 小池	クタポラ (マータラ)	UAV 現地トレーニング
22	木 原、川上、小池	コロンボ (原、川上到着)	書類作成、渡航
23	金 原、川上、小池	コロンボ	NBRO/JICA 協議、書類作成
24	土 原、川上、小池	コロンボ	書類作成
25	日 原、川上、小池	コロンボ	書類作成
26	月 原、川上、小池	コロンボ	NBRO、書類作成
27	火 原、川上、小池	コロンボ⇒ヌワラエリヤ⇒バドゥッラ	Lot 2 現場視察 (原、川上)
28	水 原、川上、佐々木、小池	バドゥッラ⇒マータレ	Lot 1 現場視察 (原、川上)
3/1	木 原、川上、佐々木、小池	キャンディ⇒コロンボ (小池帰国)	Lot 3 現場視察 (原、川上)
2	金 原、川上、佐々木	コロンボ	NBRO、書類作成
3	土 原、川上、佐々木	コロンボ	書類作成
4	日 原、川上、佐々木	コロンボ	書類作成
5	月 原、川上、佐々木	コロンボ	NBRO、書類作成
6	火 原、川上、佐々木	コロンボ	NBRO、書類作成
7	水 原、川上、佐々木	コロンボ⇒マータレ⇒ヌワラエリヤ	瑕疵検査 (Lot 3)
8	木 原、川上、佐々木	ヌワラエリヤ⇒バドゥッラ	瑕疵検査 (Lot 2)
9	金 原、川上、佐々木	バドゥッラ⇒パンバヒンナ⇒コロンボ	ボーリングマシン使用状況確認
10	土 原、川上、佐々木	コロンボ	書類作成
11	日 原、川上、佐々木	コロンボ	書類作成
12	月 原、川上、佐々木	コロンボ	NBRO、書類作成
13	火 原、川上、佐々木	コロンボ	NBRO、書類作成
14	水 原、川上、佐々木	コロンボ	NBRO、書類作成
15	木 原、川上、佐々木	コロンボ	NBRO、書類作成
16	金 原、川上、佐々木	コロンボ	NBRO、書類作成
17	土 原、川上、佐々木	コロンボ	書類作成
18	日 原、川上、佐々木、小池	コロンボ (小池到着)	書類作成
19	月 原、川上、佐々木、小池	コロンボ	NBRO、ワークショップ
20	火 原、川上、佐々木、小池	コロンボ⇒ヌワラエリヤ	NBRO、移動
21	水 原、川上、佐々木、小池	ヌワラエリヤ⇒バドゥッラ (川上帰国)	UAV 調査 (Lot2,1)
22	木 原、佐々木、小池	バドゥッラ⇒マータレ	UAV 調査 (Lot 3)

23	金	原、佐々木、小池	キャンディ⇒コロombo	UAV 調査 (キャンディ)
24	土	原、佐々木、小池、西川	コロombo (小池帰国)	書類作成
25	日	原、佐々木、西川	コロombo	書類作成
26	月	原、佐々木、西川	コロombo	NBRO、書類作成
27	火	原、佐々木、西川	コロombo⇒ヌワラエリヤ	現場視察 (Lot 2) (原、西川)
28	水	原、佐々木、西川	ヌワラエリヤ⇒バドゥツラ⇒マータレ	現場視察 (Lot 1,3) (原、西川)
29	木	原、佐々木、西川	キャンディ⇒コロombo	コンプレッサー使用状況確認 (キャンディ) (原、西川)
30	金	原、佐々木、西川	コロombo	NBRO、書類作成
31	土	原、佐々木、西川	コロombo	書類作成
4/1	日	原、佐々木、西川	コロombo	書類作成
2	月	原、佐々木、西川	コロombo	NBRO、書類作成
3	火	原、佐々木、西川	コロombo	NBRO、JICA 報告、書類作成
4	水	原、佐々木、西川	コロombo	NBRO 協議、書類作成
5	木	原、佐々木、西川	コロombo	NBRO、書類作成
6	金	原、佐々木、西川	コロombo	書類作成、帰国
7	土	原、佐々木、西川	コロombo (原、西川帰国)	書類作成、帰国
8	日	佐々木	成田着 (佐々木帰国)	帰国

2. 活動の概要

2/27～3/1 に行った現地確認の結果及び 3/7-8 に行った瑕疵検査の結果を以下に示す。モニタリングの結果については、モニタリングシートを参照されたい。

(1) Lot 1 : バドゥツラ地区

水路工

2017 年 7 月 26 日の完成検査時に「条件付き合格」となり、検査後、集水柵 Type3 の水路合流点への移設工事の実施(業者自主負担工事)が実施された。

柵自体は特に問題なく施工されており、現時点では移設工事に関しては、問題は確認されない。

コントラクターが、前回までのモニタリング結果に基づき亀裂等の補修や土砂の撤去を行った。現時点では特に大きな問題は無くなっている。今後もモニタリングを継続し、同様に侵食の拡大や土砂による水路の閉塞等が確認された場合は、対策を行う必要がある。



侵食の補修



集水柵の土砂撤去後の状況



集水柵補修後の状況



集水柵土砂撤去後の状況

水平ボーリング工

水平ボーリング工自体には前回までと同様に特に大きな問題は生じていない。

Point No.1 及び 4 で、背後斜面から土砂が侵食されて流出している状況等については、水路と同様にコントラクターが土砂撤去や斜面整形によって補修を行った。この結果、現時点では特に大きな問題は無くなった。

水平ボーリング工からの流量を表-1 に示す。前回に比して流量はやや減少したようである。概して斜面上部では流量が少なく、斜面下部で流量が多い状況は以前と同様である。

表-1 流量一覧

Point	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	Total (l/min)
1	*	*	*							0.65
2										0
3										0
4	*		*		*	*	*	*	*	5.00
5				*	*	*	*			1.46
6			*	*	*	*	*	*	*	2.21

*：集水されている孔を示す。



Point No.4 背後斜面の整形状況



No.6 集水ボーリングの土砂撤去後

(2) Lot 2：ヌワラエリヤ地区

本工区は 2017 年 3 月 15 日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を前回は 10 月 10 日に実施した。完成検査においては The Engineer から以下の提案がなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路合流部の集水柵については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水柵に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

また、2018 年 3 月 8 日に瑕疵検査が実施された。集水柵工直下の水路が補修を行ったものの、不完全である、との指摘が The Engineer よりなされ、コントラクターが同箇所の補修を

行い、写真を **The Engineer** に送信して、補修の確認を行うことで、検査終了とすることとした。その後、補修が実施され、完了が確認されたため、瑕疵検査は合格となった。

水路工

①については補修が終了し、特に問題は無い。前回と同様に、特に石などが置かれ減勢がなされた様子うかがえなかったが、大量の流水による影響は確認されなかった。

②についても前回同様、完成検査翌日に処理がなされていることを確認済みであり、その後特に侵食等によって新たな水溜りなどが形成されている箇所は確認されなかった。

③については補修時にある程度土砂等は撤去され、多少の土砂の堆積は認められるものの、集水柵の機能は保たれている。

集水柵周辺の水路がコンクリート打設されていない状況にあったが、上述の通りコントラクターによって、補修工事が行われた。

その他の箇所についても補修は行われているが、特に漏水箇所については、検査時にも水路内の流量が多く、漏水箇所が確認できない状態にあった。漏水箇所については、**Final Report** に、乾期に漏水箇所の確認を行い、必要に応じて補修を行うこと、と提言として記載した。

また、道路上部の水路工で豪雨時に表流水があふれる現象が確認された。水路が急角度で屈曲していることによるものと考えられる。この場所についても、コントラクターが水路工上部にコンクリート壁を建設して、対策を行っているが、実際にこの延長で問題が無いか、降雨時の確認が必要となると思われる。



柵下部の水路工の補修後の状況（検査時）



検査後の補修状況

また、住民の要望により、水路に穴を開け農業用の水を水田に引くことが出来るようになっており、検査時にも穴から水を取得している状況が確認された。ただし、水田まで素掘りの水路で水を引いているため、地表水が地すべり地内に再浸透してしまう可能性がある。したがって、素掘り箇所にビニールシートを敷くか、パイプ等を用いて、地下に浸透しないような工夫を行うことを、**Final Report** で提言を行った。

水平ボーリング工

布団カゴ工右側の斜面に 2018 年 1 月 29 日の豪雨によって、幅 1-2m 程度の小崩壊が発生した。この崩壊によって、水平ボーリング孔 No.10 の PVC パイプの接続部がはずれた。検査時には、コントラクターによって PVC パイプは接続されていたが、崩壊はそのままの状況であった。

この崩壊は、豪雨によって発生した自然災害であり、コントラクターの瑕疵とは認められなかった。今後、コントラクターと **The Engineer** で対応策を検討する予定である。

流量は上記のような状況のため、観測不能であった。これまでの報告と同様に、水平ボーリングからの水は、地元住民が直接パイプをつないで飲料水として利用しているとのことである。その他、柵から地元住民によって農業用の水利用がなされている。

また、地元住民によれば、大量の降雨があると、集水柵から水があふれてしまうとのことである。想定以上の地下水を集水しているためと考えられ、効果は十分発揮できている一方で、集水の効果が上がりすぎているものと考えられる。現在パイプでつないでいる部分を水路に変更する等の対策が、将来的に必要と考えられる。



布団カゴ右側の崩壊の状況



水路から地すべり地内に素掘り水路で水を流している状況

(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は2017年3月14日に完成検査が実施されており、施工後の状況確認を2017年6月11日に実施した。完成検査においては以下のコメントが The Engineer から提案としてなされていたので各項目について実施状況を確認した。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまることが懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

また、2018年3月7日に瑕疵検査が実施された。検査時にも以前と同様大きな問題は無く、無事瑕疵検査は終了した。

①については前回同様、水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされており、特に変化は無かった。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されており、植生が引き続き成長しつつある状況である。

前回同様に布団カゴ工前面の盛土部分の法肩に、小規模な侵食が確認された。亀裂は特に確認されなかった。また、カスケード水路工が流水により、一部石が移動している状況が確認された。前回からはほとんど変化は無い。

以上のことから完成検査後に特に大きな異常は生じていないと判断されるが、これらの亀裂等の状況は引き続き観察を行い、必要に応じて対策を講じる必要がある。



盛土部法肩の状況



水路工の状況



植栽工の状況 (左：2017年5月、右：2018年3月)

(4) 供与機材の活用状況

本プロジェクトで供与されたボーリングマシンとコンプレッサーの活用状況について、確認を行った。

ボーリングマシン

ボーリングマシンは前回と同様に 2018 年 3 月 9 日時点で Ratnapura 県 Pambahinna 市にある Sabaragamura 大学敷地内で地質調査を実施中であった。

表-2 にボーリングの状況を示す。

表-2 Sabaragamura 大学地区ボーリング状況一覧

地区名	計画本数	実施済本数
農学部	2 孔	2 孔
応用理学部	2 孔	2 孔
IT 学部	4 孔	3 孔
キャンティーン	2 孔	2 孔
水道委員会	2 孔	2 孔
経営学部	2 孔	—
社会学部	2 孔	—

Sabaragamura 大学では、世界銀行の融資で IT 学部と農学部等の校舎を建設することとなった。NBRO は IT 学部と農学部で地質調査を実施して、土砂災害発生の可能性を検討し、大学に報告する予定とのことである。

今回の調査では、上記学部以外にも表-2 に示す学部等で調査を実施中であった。

前回同様、ボーリングマシンは特に問題なく、適切に維持管理されているようで、1 現場が終了するごとにメンテナンスを実施しているとのことであった。

NBRO から提出されたボーリングマシンの運用計画上では、Sobasiripura 地区の地すべり対策に用いられる予定であったが、Sabaragamura 大学からの強い要請があり、優先度の高い本地区の調査を先行することとなった、とのことである。ボーリングマシンと同時に供与されたクローラー運搬機は、非常に有用で常に使用されており、現在は他の現場で稼働中とのことである。



ボーリングマシンの使用状況



ボーリングマシン近影

コンプレッサー

コンプレッサーは、別プロジェクトとなったキャンディの看護学校のソイルネイリング工事に、11 月から使用される予定であった。他プロジェクトの工程の遅延等から未実施の状況であったが、ようやく作業開始の目途が立ったようで、キャンディ看護学校の敷地内に運搬され、作業開始の準備を行っている状況であった。既にソイルネイリング用のボーリングマシンも設置されている状況であった。別プロジェクトの完了後、施工業者の選定、及びソイルネイル等の材料の調達が未了であったことが、その後の主たる遅延の原因であった。結局、施工は地元業者に委託することとし、コンプレッサーを貸与し、ソイルネイル（鉄筋）を供与する、という条件で委託したとのことであった。



キャンディ看護学校に運搬されたコンプレッサー



ボーリングマシン設置状況

(5) その他

別途、UAV 調査や観測に関する協議及び指導等を行った。UAV 調査に関しては、別途活動報告が提出されているため、同報告を参照されたい。観測に関しては、対策工施工後の効果について、観測結果から確認されること等について説明を行った。

その他、3月19日にワークショップを開催した。内容は、UAV 調査、非構造物対策、対策工の設計、施工監理に関するものであった。NBRO 側からもプロジェクトの概要説明、及び各 Lot 担当者から本プロジェクトで得られた教訓についての発表が行われた。



UAV に関する講義



非構造物対策に関する講義



対策工設計に関する講義



施工管理に関する講義



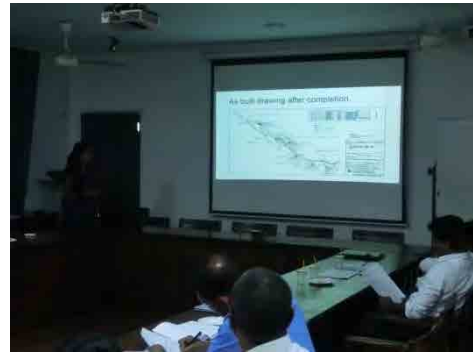
NBRO 側からのプロジェクト概要説明



NBRO 担当者からの発表 (ヌワラエリヤ)



NBRO 担当者からの発表 (マータレ)



NBRO 担当者からの発表 (バドゥッラ)

観測に関しては、バドゥッラで対策工施工後に、地下水位の低下が確認された。最高水位はほとんど変わらないものの、降雨量が少ない時期に基底水位の低下が認められる。水平ボーリング工の効果と推定される。

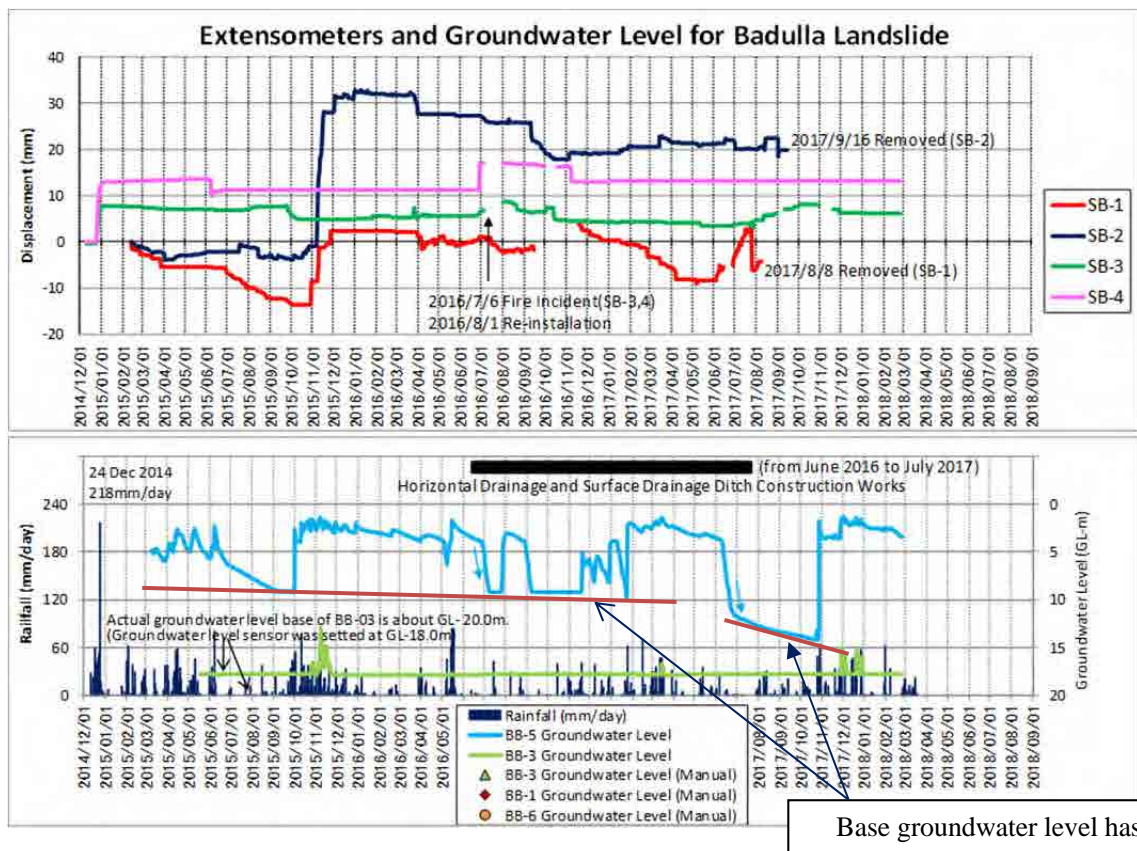


図1 観測グラフ (バドゥッラ)

3. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

1) 全体

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
瑕疵検査以降の事象に対する対応方針の策定	瑕疵検査以降、現地で事象が発生した際に、NBROが対応するか、担当自治体等が対応するか等の方針について、NBROと担当自治体間で検討し、対応方針を策定して書面を交わし、書類のコピーを共有するように、NBROと協議を行った。 既に、ヌワラエリヤではワラパネ Divisionと書面を交わすことを Divisional Secretaryと協議を行い、確認した。今回、バドゥッラで Uva Wellassa 大学側関係者と協議を行い、あわせて現場で対策工について説明を行った。	Lot 3でも Divisionと協議を行う予定である。 また、各 Lotで書類のコピーを共有してもらうように、引き続き NBROに依頼を行う。(継続)	瑕疵担保期間中 Lot1:2018年7月まで Lot2,3:2018年3月まで (2018年4月時点で未了)
上位目標の指標の入手方法の確認	事後評価の際の指標の一つである、工事の数量の確認方法を NBROと協議し、入手方法の確認を行った。	NBROは今後、本プロジェクトから得られた教案や技術等を用いたプロジェクトについてリストを作成し、事後評価に備える、とのことであった。(継続)	プロジェクト期間中



大学側、NBROとの協議状況（バドゥッラ）



大学側、NBROとの現地視察状況（バドゥッラ）

表 3 Uva Wellassa 大学側出席者

Name	Position
Dr. H.M.J.S.P. Pitawala	Faculty of Science and Technology Department of Science and Technology Head of the Department, Senior Lecturer
Dr. Sisira Ediriweera	Professor
Dr. Amila Sandaruwan Ratnayake	Senior Lecturer
Dr. Tharanga Udagedara	Senior Lecturer
Mr. A.J.M.D.N.B. Nawela	Senior Assistant Registrar (General Administration)

2) Lot 1 : バドゥツラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
UVA 大学による建築物の計画	想定地すべりブロックの中央側部において切土整形（幅約15m、高さ約3m）がなされており、擁壁による法面保護、整地によって建築物が建設された。切土部分の湧水地点で小規模な崩落が発生している。また擁壁背後の締固め不良により、背後に亀裂が発生している。	NBRO 本部設計グループの設計技師による擁壁の安定性照査において特に問題は見られなかった。 NBRO と大学との間で、レターの交換を行ったとのことである。レターの共有を依頼したが、まだ共有されていない。レターの内容が確認できれば、特に問題ないものと考えられる。 現地視察の際に、大学側に切土の高さが高すぎることで、2m以上の切土の際には NBRO と協議を行うことが望ましいことを説明した。	対応時期未定
土砂の流入や亀裂の発生等に関する対応	地すべり地内下方斜面で多量の土砂が流出し、集水桝等を埋塞している状況にあったが、今回コントラクターが土砂の撤去や亀裂等の補修を行い、概ね補修済みであることを確認した。	今後、瑕疵担保期間終了までに、再度土砂流出や亀裂等の発生が確認されれば、コントラクターが再度必要な補修を行うことを説明した。	瑕疵担保期間中（2018年7月まで）

2) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
集水桝周辺の水路工事	コントラクターは対策を実施したが、瑕疵検査時に対応不足であることを説明し、再度補修を行った。	補修は終了し、瑕疵検査は無事終了した。	終了

4. 次回の活動

5月中旬頃から西川が20日間程度派遣予定である。

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告(2018年5月)

モニタリング機器/地質 西川知行
落石対策 荻野 隆

1. 行程

日程	氏名	活動場所	活動内容
5月			
12 土	西川、荻野	成田⇒コロンボ	渡航
13 日	西川、荻野	コロンボ	資料作成
14 月	西川、荻野	コロンボ	JICA 協議、NBRO 打合せ
15 火	西川、荻野	コロンボ⇒キャンディ	コンプレッサー使用状況確認
16 水	西川、荻野	キャンディ⇒コロンボ	ボーリングマシン使用状況確認
17 木	西川、荻野	コロンボ	資料作成
18 金	西川、荻野	コロンボ	資料作成
19 土	西川、荻野	コロンボ	資料作成
20 日	西川、荻野	コロンボ	資料作成
21 月	西川、荻野	コロンボ⇒ヌワラエリヤ	現場視察 (Lot 2)
22 火	西川、荻野	ヌワラエリヤ⇒バドゥッラ	現場視察 (Lot 1)
23 水	西川、荻野	バドゥッラ⇒マータレ⇒キャンディ	現場視察 (Lot 3)
24 木	西川、荻野	キャンディ⇒コロンボ	コンプレッサー使用状況確認
25 金	西川、荻野	コロンボ	NBRO 打合せ
26 土	西川、荻野	コロンボ (荻野出国)	資料作成
27 日	西川、荻野	コロンボ (荻野帰国)	資料作成
28 月	西川	コロンボ	JICA 協議、NBRO 打合せ
29 火	西川	コロンボ	資料作成
30 水	西川	コロンボ (西川出国)	資料作成
31 木	西川	成田着 (西川帰国)	帰国

2. 活動の概要

2018年5月21日から23日にかけて対策工の維持管理状況のモニタリングを実施した。詳細な結果については、モニタリングシートを参照されたい。

(1) Lot 1 : バドゥッラ地区

水路工

2017年7月26日の完成検査が実施された。現在は瑕疵担保期間中であるが、NBROにより定期的に集水桝に溜まった土砂の取り除き等が実施されており、水路の効果は適切に維持されている。



最上部の集水桝に堆砂は生じていない



NBRO が定期的に堆砂の除去を実施している。

水平ボーリング工

水平ボーリング工自体には前回までと同様に特に大きな問題は生じていない。水平ボーリング工からの流量を表-1に示す。ちょうど雨期のため、多くの孔で排水が確認できた。

表-1 流量一覧

Point	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	Total (l/min)
1	*	*	*					*		1.5
2										0
3										0
4	*	*	*		*	*	*	*	*	30.0
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12.0
6	*			*	*	*	*	*	*	15.0

*：集水されている孔を示す。



No.4の排水状況



No.6の排水状況

(2) Lot 2：ヌワラエリア地区

本工区は2017年3月15日に完成検査が実施された。完成検査においてはThe Engineerから以下の提案がなされている。

- ①水路合流部の集水柵については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水柵に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

水路工

①については補修が終了し、特に問題は無い。

②についても補修が終了し、特に問題は無い。

③については補修時にある程度土砂等は撤去され、現在多少の土砂の堆積は認められるものの、集水柵の機能は保たれている。

水路が急角度で屈曲している2箇所（Location No.14およびNo.15）において、水路の流水が豪雨時にあふれる現象が確認された。Location No.14については、コントラクターが水路工上部にコンクリート壁を建設して、対策を行っているが、降雨時にはその壁の横から流水が飛び出していることが確認された。Location No.15では水田に被害が生じているため、今後、水路にコンクリート製の蓋をして固定する等の対策が必要である。



水路からの越流による水田の被害
(Location No.15)

水平ボーリング工

布団カゴ工右側の斜面に2018年1月29日の豪雨によって、幅1-2m程度の小崩壊が発生した。この崩壊は、豪雨によって発生した自然災害であり、コントラクターの瑕疵となっていない。NBROとコントラクターと協議を行い、布団カゴの追加を追加する予定であるが予算の確保で時間を要している。

2018年5月21日の点検時には、右下写真のように多量の排水が認められ、横ボーリングの効果が確認された。



布団カゴ右側の崩壊の状況



横ボーリングの排水機能が維持されている

(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は2017年3月14日に完成検査が実施された。完成検査においては以下のコメントがThe Engineerから提案としてなされている。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまることが懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

①についてはこれまでと同様、水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされており、特に変化はなかった。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されており、植生が引き続き成長しつつある状況である。

布団カゴ工前面の盛土部分の法肩の小規模な侵食がこれまでのモニタリングで確認されている。今回の点検で浸食の拡大などは認められなかった。また、カスケード水路工部分に変化も認められなかった。



盛土部法肩の状況 (変化なし)



水路工の状況 (変化なし)



植栽工の生育状況（左：2017年5月、右：2018年5月）

(4) 供与機材の活用状況

本プロジェクトで供与されたボーリングマシンとコンプレッサーの活用状況について、確認を行った。

ボーリングマシン

2018年5月16日時点で Gampaha 県 Attanagalla 市 Pethiyakanda 地区の Central Environmental Authority により新しく建設中のリサイクルセンターの敷地内で、地質調査に使用されていた。

表-2 に当該箇所でのボーリングの状況を示す。

表-2 Pethiyakanda 地区ボーリング状況一覧

計画本数	実施済本数
10 孔 (各孔 L=10m 以内)	7 孔

当該箇所は、建設中のリサイクルセンターの資材置き場として利用する敷地の地質調査が行われている。調査孔には地下水位観測孔が設置されており、今後斜面の安定性が評価されることである。

これまでと同様、ボーリングマシンは特に問題なく稼働している。また、作業現場は整理整頓が行き届いており、機械類も適切に維持管理されている。ボーリングマシンについては熟練のオペレーターが運転しており、定期的にメンテナンスを実施していることであった。

ボーリングマシンと同時に供与されたクローラー運搬機は非常に有用で、当該現場でもボーリングマシンの運搬に使用されていた。（利用頻度が高く、他の現場と交代で稼働させている）



ボーリングマシンの使用状況



ボーリングマシン近影

コンプレッサー

コンプレッサーは、別プロジェクトとなったキャンディの看護学校下部斜面の法枠の鉄筋挿入工の削孔のために 2018年5月から使用されている。NBRO のエンジニアが現場を監理し、地元業者が施工を実施している体制となっている。

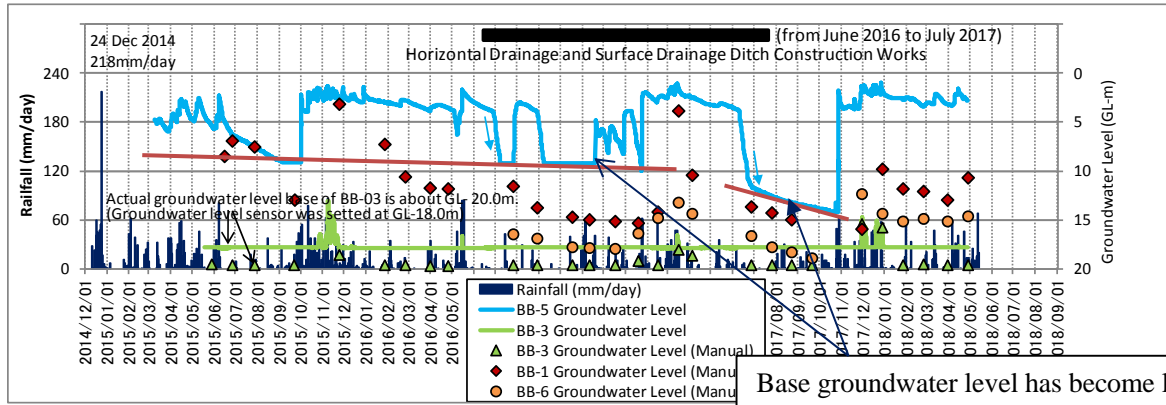
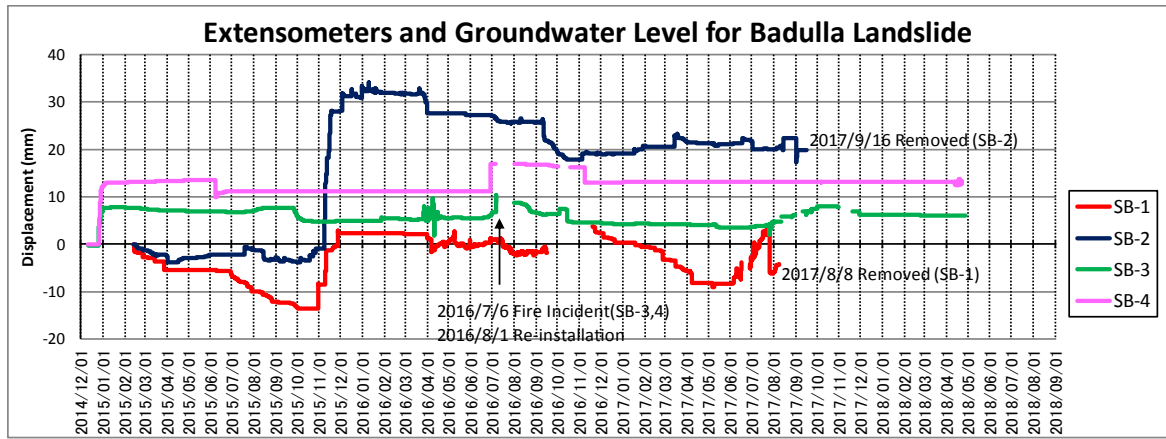


図1 地盤伸縮計・地下水位の観測グラフ (バドゥッラ)

3. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

1) 全体

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
瑕疵検査以降の事象に対する対応方針の策定	NBRO と担当自治体間で検討し、対応方針を策定して書面を交わし、書類のコピーを共有するように、NBRO に再度依頼した。 既に、ヌワラエリヤではワラパネ Division と書面を交わすことを Divisional Secretary と協議を行い、確認している。 また、バドゥッラで Uva Wellassa 大学側関係者とも協議を行い、確認済である。	Lot 3 マタレでも Division と 6 月に協議・確認を行う予定である。 また、各 Lot で書類のコピーを共有してもらうように、引き続き NBRO に依頼を行う。 (継続)	瑕疵担保期間中 Lot1:2018年7月まで Lot2,3 : 2018年3月まで (2018年4月時点で未了)
上位目標の指標の入手方法の確認	事後評価の際の指標の一つである、工事の数量 (工事リスト) について NBRO に作成を依頼した。JICA スリランカ事務所からも同様の依頼をして頂いた。	NBRO は今後、本プロジェクトから得られた教訓や技術等を用いたプロジェクトについてリストを作成し、事後評価に備える、とのことであった。 (継続)	プロジェクト期間中

2) Lot 1 : バドゥツラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
土砂の流入に対する対応	豪雨後は集水桝に土砂が堆積する傾向にあるが、定期的にNBROが土砂の除去作業を実施しているため、排水の効果は適切に維持されている。	今後も、定期的に堆砂の除去を実施してもらう。	瑕疵担保期間中(2018年7月まで)

3) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
急角度で施工された水路屈曲部での越流	豪雨時に急角度で施工された水路屈曲部で越流していることが確認された。コンクリート蓋を設置するなどの対応方針についてNBROと協議を行った。	瑕疵検査が終了しているため、今後NBROもしくは移管された自治体の予算で追加対策を行う必要がある。	
横ボーリングの布団カゴ端部背面斜面の修復	横ボーリングの布団カゴ端部背面斜面が小崩壊しており、現時点でも予算の都合で修復ができていない。対応策についてはNBRO・コントラクターとも協議済。	瑕疵検査が終了しているため、今後NBROもしくは移管された自治体の予算で追加対策を行う必要がある。	

4) Lot 3 : マタレ地区

特になし

4. 次回の活動

6月中旬から西川が15日間程度派遣予定である。

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告(2018年6月)

モニタリング機器/地質 西川知行

1. 行程

日程	氏名	活動場所	活動内容
6月			
17日	西川	成田⇒コロンボ	移動
18月	西川	コロンボ	NBRO 打合せ
19火	西川	コロンボ	JICA 協議
20水	西川	コロンボ⇒ヌワラエリヤ	モニタリング (Lot 2)
21木	西川	ヌワラエリヤ⇒バドゥツラ⇒キャンディ	モニタリング (Lot 1)
22金	西川	キャンディ⇒マータレ⇒キャンディ	モニタリング (Lot 3)、自治体協議
23土	西川	キャンディ⇒コロンボ	ボーリングマシン使用状況確認
24日	西川	コロンボ	資料作成
25月	西川	コロンボ	NBRO 打合せ、資料作成
26火	西川	コロンボ	資料作成、長井専門家訪問
27水	西川	コロンボ	資料作成
28木	西川	コロンボ	資料作成
29金	西川	コロンボ	NBRO 打合せ、JICA 協議
30土	西川	コロンボ (出国)	資料作成
1日	西川	成田着 (帰国)	帰国

2. 活動の概要

2018年6月20日から23日にかけて対策工の維持管理状況のモニタリングを実施した。詳細な結果については、モニタリングシートを参照されたい。

(1) Lot 1 : バドゥツラ地区

水路工

2017年7月26日に完成検査が実施された。現在は瑕疵担保期間中であるが、NBROにより定期的に集水柵に溜まった土砂の取り除き等が実施されており、水路の効果は適切に維持されている。



最上部の集水柵に堆砂は生じていない



NBRO が定期的に堆砂の除去を実施している。

水平ボーリング工

水平ボーリング工からの流量を表-1に示す。排水機能は適切に維持されている。

表-1 流量一覧

Point	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	Total (l/min)	
										2018年5月	2018年6月
1	*	*	*					*		1.5	0.6
2										0	0
3										0	0
4	*	*	*		*	*	*	*	*	30.0	6.0
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12.0	2.0
6	*			*	*	*	*	*	*	15.0	3.0

* : 集水されている孔を示す。

Point6の横ボーリングの一番右側のパイプが折れていた。NBROが7月の瑕疵検査までに修繕を実施する予定である。



Point6の横ボーリング孔口パイプの破損

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

本工程は2017年3月15日に完成検査が実施された。完成検査においてはThe Engineerから以下の提案がなされている。

- ①水路合流部の集水桝については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水桝に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

水路工

- ①については補修が終了し、特に問題は無い。
- ②についても補修が終了し、特に問題は無い。
- ③については補修時にある程度土砂等は撤去され、現在多少の土砂の堆積は認められるものの、集水桝の機能は保たれている。

水路が急角度で屈曲している2箇所 (Location No.14 および No.15) において、水路の流水が豪雨時にあふれる現象が確認された。Location No.14 については、コントラクターが水路工上部にコンクリート壁を建設して、対策を行っているが、降雨時にはその壁の横から流水が飛び出していることが確認された。Location No.15 では水田に被害が生じているため、今後、水路にコンクリート製か鋼製の蓋をして固定する等の対策が必要である。



水路からの越流による水田の被害 (Location No.15) 2018年5月の状況

水平ボーリング工

布団カゴ工右側の斜面に2018年1月29日の豪雨によって、幅1-2m程度の小崩壊が発生した。この崩壊は、豪雨によって発生した自然災害であり、コントラクターの瑕疵となっていない。NBROとコントラクターと協議を行い、布団カゴの追加を追加する予定であるが予算の確保で時間を要している。



布団カゴ右側の崩壊の状況



横ボーリングの排水機能が維持されている

今後、自治体へ維持管理責任が移管されることを鑑み、自治体職員（Mr. D.M. Abesekara, village officer）と共にモニタリングを実施した。維持管理上の留意点について、NBROから説明を行った。



自治体職員への対策工維持管理の留意点指導状況（2018年6月20日）

(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は2017年3月14日に完成検査が実施された。完成検査においては以下のコメントがThe Engineerから提案としてなされている。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまることが懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。 |
|--|

①についてはこれまでと同様、水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされており、特に変化はなかった。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されており、植生が引き続き成長しつつある状況である。

布団カゴ工前面の盛土部分の法肩の小規模な侵食がこれまでのモニタリングで確認されている。今回の点検で浸食の拡大などは認められなかった。また、カスケード水路工部分に変化も認められなかった。



盛土部法肩の状況（変化なし）



水路工の状況（変化なし）



植栽工の生育状況（左：2017年5月、右：2018年6月）

NBRO から自治体（Matale District）への管理権限移譲に伴う初回協議を6月22日に実施した。NBRO のマタレ職員から Divisional Secretary（Mrs. Maduwanthi）に今後のハンドオーバーの流れを説明した。7月16日にハンドオーバー協議を実施することとなり、協議後、自治体職員と現場で維持管理について確認を行う予定である。



Matale District の Divisional Secretary と NBRO との協議状況

(4) 供与機材の活用状況

本プロジェクトで供与されたボーリングマシンとコンプレッサーの活用状況について、確認を行った。

ボーリングマシン

2018年6月23日時点で Kurunegara 県 Narammala 市 Norangara 地区において、教育省による研修所の新規建設予定地内で、地質調査に使用されていた。

表-2 に当該箇所でのボーリングの状況を示す。

表-2 Pethiyakanda 地区ボーリング状況一覧

計画本数	実施済本数
7 孔 (各孔 L=5m 程度)	3 孔

これまでと同様、ボーリングマシンは特に問題なく稼働している。また、作業現場は整理整頓が行き届いており、機械類も適切に維持管理されている。ボーリングマシンについては熟練のオペレーターが運転しており、定期的にメンテナンスを実施しているとのことであった。



ボーリングマシンの使用状況



ボーリングマシン近影

コンプレッサー

コンプレッサーは、別プロジェクトとなったキャンディの看護学校下部斜面の法枠の鉄筋挿入工の削孔のために 2018 年 5 月から使用されている。NBRO のエンジニアが現場を監理し、地元業者が施工を実施している体制となっている。

6 月の点検でもコンプレッサーも問題なく稼働していることを確認した。また、NBRO の施工監理技術者により日々のコンプレッサーの稼働記録と点検チェックシートが記入されていることを確認した。



キャンディ看護学校で稼働中のコンプレッサー



鉄筋の挿入状況（プレートの設置はこれから）

NBRO が記入しているコンプレッサーの稼働記録

稼働前後の点検チェックシート

3. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

1) 全体

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
管理権限移譲先からのレターの取り付け	ヌワラエリヤではワラパネ Division と書面を交わすことを Divisional Secretary と確認済。また、バドゥッラで Uva Wellassa 大学側関係者とも確認済。 マタレにおいても Divisional secretary に説明を行い、7月16日にハンドオーバー協議を実施する予定である。	各 Lot で書類のコピーを共有してもらうように、引き続き NBRO に依頼を行う。(継続) NBRO 側は各 Lot でハンドオーバー協議を実施する予定。	瑕疵担保期間 Lot1:2018年7月まで Lot2,3:2018年3月まで (2018年4月時点で未了)

2) Lot 1 : バドゥッラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
横ボーリングの孔口の破損	Point6の横ボーリング PVC パイプの1本が破損していた。	7月の瑕疵検査までに NBRO にて修繕予定。	瑕疵担保期間 (2018年7月まで)

3) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
急角度で施工された水路屈曲部での越流	豪雨時に急角度で施工された水路屈曲部で越流していることが確認されている。鋼製の蓋を設置するなどの対応方針について NBRO と協議を行った。予算の都合ですぐの対応は難しいとのこと。	瑕疵検査が終了しているため、今後 NBRO もしくは移管された自治体の予算で追加対策を行う必要がある。	-
横ボーリングの布団カゴ端部背面斜面の修復	横ボーリングの布団カゴ端部背面斜面が小崩壊しており、現時点でも予算の都合で修復ができていない。対応策については NBRO ・コントラクターとも協議済。	瑕疵検査が終了しているため、今後 NBRO もしくは移管された自治体の予算で追加対策を行う必要がある。	-

4) Lot 3 : マタレ地区

特になし

4. 次回の活動

7月5日から川上、7月中旬から原・大河原・小池・荻野・西川が派遣予定である。(現地最後)

以上

スリランカ国 土砂災害対策強化プロジェクト
活動報告(2018年7月)

総括/土砂災害解析 原 龍一
地すべり対策(設計・施工管理) 大河原 彰
斜面崩壊対策(設計・施工管理) 川上 京一
落石対策(設計・施工管理) 荻野 隆
モニタリング機器/地質 西川 知行

1. 行程

日程 7月	氏名	活動場所	活動内容
5	木 川上	成田⇒コロンボ	渡航
6	金 川上	コロンボ	JICA/NBRO 協議
7	土 川上	コロンボ	資料作成
8	日 川上、荻野	コロンボ(荻野到着)	資料作成
9	月 川上、荻野、原	コロンボ(原到着)	資料作成
10	火 川上、荻野、原	コロンボ⇒ヌワラエリヤ	Lot 2 現地視察
11	水 川上、荻野、原	バドゥッラ⇒マータレ	Lot 1, 3 現地視察
12	木 川上、荻野、原	キャンディ⇒Narangalla⇒コロンボ	キャンディ(コンプレッサー)、 Narangalla(ボーリングマシン) 現地視察
13	金 川上、荻野、原	コロンボ	NBRO 協議、書類作成
14	土 川上、荻野、原、大河原	コロンボ(大河原到着)	書類作成
15	日 川上、荻野、原、大河原	コロンボ	書類作成
16	月 川上、荻野、原、大河原 西川	コロンボ⇒マータレ⇒コロンボ (西川到着)	マータレ ハンドオーバー会議
17	火 川上、荻野、原、大河原 西川	コロンボ	書類作成
18	水 川上、荻野、原、大河原 西川	コロンボ⇒バドゥッラ	バドゥッラ移動
19	木 川上、荻野、原、大河原 西川	バドゥッラ⇒コロンボ	Lot 1 瑕疵検査、移動
20	金 川上、荻野、原、大河原 西川	コロンボ	NBRO、書類作成
21	土 川上、荻野、原、大河原 西川	コロンボ	書類作成
22	日 原、大河原、西川	コロンボ(川上、荻野帰国)	書類作成
23	月 原、大河原、西川	コロンボ	NBRO、書類作成
24	火 原、大河原、西川	コロンボ⇒ヌワラエリヤ	移動(原、大河原) NBRO(西川)
25	水 原、大河原、西川	ヌワラエリヤ⇒コロンボ	Lot 2 視察(原、大河原) NBRO(西川)
26	木 原、大河原、西川	コロンボ	NBRO/JICA 協議、書類作成
27	金 原、大河原、西川	コロンボ	書類作成
28	土 原、大河原、西川	コロンボ(原帰国)	書類作成、帰国
29	日 大河原、西川	コロンボ⇒成田着 (大河原、西川帰国)	帰国

2. 活動の概要

2018年7月10日から11日にかけて対策工の維持管理状況のモニタリングを実施した。詳細な結果については、モニタリングシートを参照されたい。

(1) Lot 1：バドウツラ地区

水路工

2017年7月26日に完成検査が実施された。瑕疵担保期間中はNBROにより定期的に集水枠に溜まった土砂の取り除き等が実施されており、水路の効果は適切に維持されている。

2018年7月19日に瑕疵検査が実施され、特に問題は無かったため無事検査は終了した。



土砂は除去されている



土砂は除去されている

水平ボーリング工

水平ボーリング工からの流量を表-1に示す。排水機能は適切に維持されている。

表-1 流量一覧

Point	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	Total (l/min)	Total (l/min)
										2018年6月	2018年7月
1	*	*	*					*		0.6	0.65
2										0	0
3										0	0
4	*	*	*		*	*	*	*	*	6.0	3.9
5				*		*	*	*	*	2.0	1.29
6				*	*	*	*	*	*	3.0	2.98

*：集水されている孔を示す。

Point6の横ボーリングの一番右側のパイプが折られていたが、瑕疵検査時には補修が実施されており、瑕疵検査時点では特に問題は無い。



Point6の横ボーリング孔口パイプの破損は補修済み

(2) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

本工区は 2017 年 3 月 15 日に完成検査が実施された。完成検査においては The Engineer から以下の提案がなされている。瑕疵検査も 2018 年 3 月 8 日に実施済みである。

- ①水路合流部の集水桝については、流水の減勢を目的として石を置くなど何らかの工夫を施すこと
- ②水路工の側壁に沿って浸食の激しい区間や水溜りとなっている箇所については埋戻し工をおこなうこと
- ③集水桝に土砂が溜まった場合は定期的に除去を行なうべきである

水路工

- ①については補修が終了し、特に問題は無い。
- ②についても補修が終了し、特に問題は無い。
- ③については補修時にある程度土砂等は撤去され、現在多少の土砂の堆積は認められるものの、集水桝の機能は保たれている。

水路が急角度で屈曲している 2 箇所 (Location No.14 および No.15) において、水路の流水が豪雨時にあふれる現象が確認された。Location No.14 については、コントラクターが水路工上部にコンクリート壁を建設して、対策を行っているが、降雨時にはその壁の横から流水が越流していることが確認された。Location No.15 では水田に被害が生じているため、今後、水路にコンクリートの蓋を設置する等の対策が必要である。対策方針については、NBRO、コンサルタントチーム、コントラクターとで現地で協議済みであるが、雨期の状況を見て最終的に対策を決定することとした。



水路からの越流による水田の被害
(Location No.15) 2018 年 5 月の状況

水平ボーリング工

布団カゴ工右側の斜面に 2018 年 1 月 29 日の豪雨によって、幅 1-2m 程度の小崩壊が発生した。この崩壊は、豪雨によって発生した自然災害であり、コントラクターの瑕疵となっていない。NBRO とコントラクターと協議を行い、布団カゴの追加を追加する予定であるが予算の確保で時間を要している。



布団カゴ右側の崩壊の状況



集水された地下水は水田に利用されている

(3) Lot 3 : マータレ地区

本工区は 2017 年 3 月 14 日に完成検査が実施された。完成検査においては以下のコメントが The Engineer から提案としてなされている。なお、瑕疵検査も 2018 年 3 月 7 日に実施済みである。

- ①水路工の石積については急斜面部に施工しているため土のう積などによって安定性を確保することが望ましい
- ②山側掘削面は裸地状であり今後の降雨で浸食が進行し土砂が落石ポケットにたまること懸念される。対応策として植生工などをおこなうことが望ましい。

①についてはこれまでと同様、水路工側部にさらに土のう積を追加設置し水路工外への表流水の流入や周辺土砂の崩落や拡散を防止する工夫がなされており、特に変化はなかった。

②については表層の侵食に対応して植栽工が実施されており、植生が引き続き成長しつつある状況である。

布団カゴ工前面の盛土部分の法肩の小規模な侵食がこれまでのモニタリングで確認されている。今回の点検で侵食の拡大などは認められなかった。また、カスケード水路工部分に変化も認められなかった。



盛土部法肩の状況（変化なし）



水路工の状況（変化なし）



植栽工の生育状況（左：2017年5月、右：2018年7月）

NBRO から自治体（Matale District）への管理権限移譲に伴う会議を2018年7月16日に実施した。NBRO 本部、マータレ事務所及び Divisional Secretary（Mrs. Maduwanthi）、住民等約30名が参加し、ハンドオーバーの会議を行った。



Matale の Divisional Secretary と NBRO との引渡しの会議の状況

(4) 供与機材の活用状況

本プロジェクトで供与されたボーリングマシンとコンプレッサーの活用状況について、確認を行った。

ボーリングマシン

2018年7月12日時点で Kurunegala 県 Narammala 市 Narangalla 地区において、教育省による研修所の新規建設予定地内で、地質調査に使用されていた。

表-2 に当該箇所でのボーリングの状況を示す。

表-2 Narangalla 地区ボーリング状況一覧

計画本数	実施済本数
BH-1~7 計7孔 (各孔 L=5m 程度)	6孔 BH-3孔を掘削中

これまでと同様、ボーリングマシンは特に問題なく稼働している。また、作業現場は整理整頓が行き届いており、機械類も適切に維持管理されている。ボーリングマシンについては熟練のオペレーターが運転しており、定期的にメンテナンスを実施しているとのことであった。なお、マシンに貼られた JICA シールが古くなっていたため、今回新しいものに貼り直した。



ボーリングマシンの使用状況



JICA シールの貼り直し

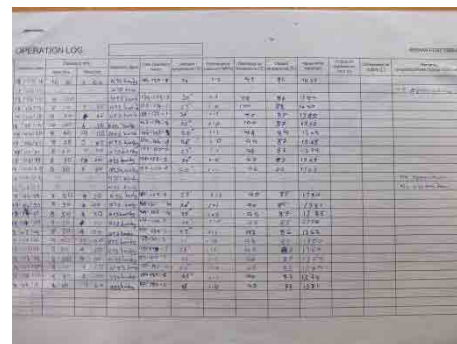
コンプレッサー

コンプレッサーは、別プロジェクトとなったキャンディの看護学校下部斜面の法枠の鉄筋挿入工の削孔のために 2018年5月から使用されている。NBRO のエンジニアが現場を監理し、地元業者が施工を実施している体制となっている。

7月の点検でもコンプレッサーも問題なく稼働していることを確認した。また、NBRO の施工監理技術者により日々のコンプレッサーの稼働記録と点検チェックシートが記入されていることを確認した。



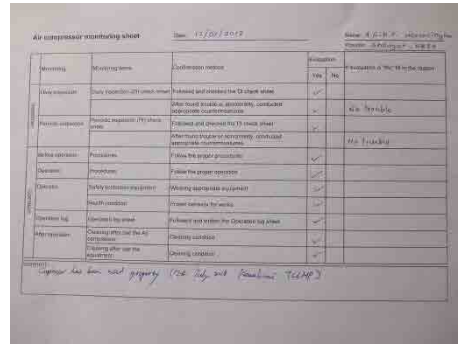
キャンディ看護学校で稼働中のコンプレッサー



オペレーションログ (6-7月)



チェックシート (毎日)



モニタリングシート

3. 課題及び今後の対応

これまでの課題の対応結果と今後の対応方針について以下に示す。

1) 全体

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
管理権限移譲先とのレターの署名	ヌワラエリヤではワラパネ Division と書面を交わすことを Divisional Secretary と確認済。また、バドゥッラで Uva Wellassa 大学側関係者とも確認済。 マータレにおいては Divisional secretary と NBRO とで、2018年7月16日にハンドオーバー会議を実施し、レターに署名が行われた。	Lot1,2 で書類のコピーを共有してもらうように、引き続き NBRO に依頼を行う。(継続) NBRO 側は Lot1,2 でハンドオーバー会議を実施する予定。	瑕疵担保期間 Lot1:2018年7月まで Lot2,3:2018年3月まで (2018年7月時点で Lot 1,2 は未了)

2) Lot 1 : バドゥッラ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
横ボーリングの孔口の破損	Point6の横ボーリングの PVC パイプ 1本の破損は瑕疵検査までに補修された。	7月の瑕疵検査までに補修された。	完了

3) Lot 2 : ヌワラエリヤ地区

当月の課題と対応、及び今後の対応方針案			
課題	確認結果と対応	今後の対応方針案	備考
急角度で施工された水路屈曲部での越流	豪雨時に急角度で施工された水路屈曲部で越流していることが確認されている。コンクリート製の蓋を設置するなどの対応方針について NBRO と協議を行った。予算の都合ですぐの対応は難しいとのこと。	瑕疵検査が終了しているため、今後 NBRO の予算で追加対策を行う必要がある。対応方針については協議済み。	未了
横ボーリングの布団カゴ端部背面斜面の修復	横ボーリングの布団カゴ端部背面斜面が小崩壊しており、現時点でも予算の都合で修復ができていない。対応策については NBRO ・コントラクターとも協議済。	瑕疵検査が終了しているため、今後 NBRO の予算で追加対策を行う必要がある。対応方針については協議済み。	未了-

4) Lot 3 : マータレ地区
特になし

4. 次回の活動

7月30日から小池が派遣予定である。(最終派遣)

以上

活動報告 終了時評価後の取り組みの確認

2018年8月5日 TCLMP チーム

プロジェクトの終了を迎えるにあたって、2017年10月の終了時評価の Recommendation に対する NBRO の取り組み、また、3年後の事後評価を見据えて、NBRO が継続していくべき取り組みについて確認した。併せて、Recommendation 以外に、プロジェクトを通じて支援した取り組みが、どのように生かされているかについて確認した。

1. Recommendation 1: PDM の上位目標の変更

As discussed in 4.4 Impact, it is recommended that the current Overall Goal and its indicator be revised as follows and a new PDM (Version 3, Appendix 2) be adopted.

All sediment disaster (landslide) countermeasures are implemented (including the commencement of a preliminary survey) or assisted by NBRO with acquired technology and experience from the Project

With regard to the definition of the suggested indicator,

- “All sediment disaster (landslide) countermeasures” exclude countermeasures which do not require “acquired technology and experience from the Project”.
- “Acquired technology and experience from the Project” are defined as either of the following technologies and its experiences.
 - Use of drone technology for landslide mitigation survey
 - Design of countermeasures using back analysis
 - Long horizontal drilling with a casing (longer than 30 meters)
 - Systematic construction supervision with a measurement sheet

終了時評価時の JCC 会議において、PDM の変更が提案され承認されている。また、各技術・経験について、以下のような取り組みがなされている。

地すべり対策調査におけるドローン技術の活用

ドローンについては、本業務で技術移転後、プロジェクト期間中から積極的に活用されている技術である。HSPTD は5台の UAV を購入し、2017年5月の土砂災害時には、被害の大きかった35箇所についてドローンを用いた被害状況の調査を行っている。LRRMD も調査技術の向上のため最新のドローンを購入し、近日中にテスト調査を計画している(8/6週に同行予定)。今後の土砂災害調査への活用が期待できる。

逆解析を用いた土砂災害対策工の設計

逆解析は、日本の土砂災害対策工設計における経験的な手法であるが、豊富な実績に裏付けされた信用性の高い安定解析手法である。不覚乱試料の入手や土質試験が困難な途上国ではその適用性は高い。Kandy での設計技術移転等において、LRRMD の多くの職員が逆解析を認知し、指導者層を中心に、同手法の適用を高く評価している意見が数多く聞かれた。今後、NBRO が実施する対策工設計に広く活用されることが期待できる。

ケーシングを用いた長い横ボーリング工 (30m 以上)

パイロット工事を通じて、長尺水平ボーリングにおけるケーシングの重要性は十分に理解されている。Lot 1 (Badulla) や Lot 2 (Nuwara Eliya) の施工業者は、プロジェクトと通じてケーシング

の重要性と取り扱いを理解し、適切な水平ボーリングを行えるようになった。これら業者は、実施中の LDPP の工事にも参加しており、プロジェクトの教訓が生かされる。

他方、今回選定されなかった業者は、NBRO 発注の別業務において施工時のトラブルが発生しているとの情報も得ている。今後 NBRO が発注する業務において、競争を阻害しない範囲で、特記仕様書にケーシングの使用を義務付ける等の対応が望まれる。

出来形管理用書類を用いた体系的な施工管理

パイロット工事を通じ、NBRO は出来形管理用書類を用いた体系的な施工管理の重要性を十分に理解している。LRRMD Bandara 氏へのヒアリングでは、現在計画中の各事業についても、出来形管理を特記仕様書に含める意向であることを確認した。

2. Recommendation 2: NBRO 地方事務所への対策工担当者の配置

It is essential to check the constructed facilities at 3 pilot sites (referred to as “the Facilities”) during the defects liability period of the contract(s) until August 2018. Therefore, NBRO is requested to assign responsible personnel at local offices in charge of the Facilities and inform to JICA Sri Lanka office immediately, if a defect appears or damage occurs.

NBRO は、瑕疵担保期間中、各パイロットサイトに担当を配置し、コンサルタントチームと共にモニタリングを実施している。NBRO 本部に対して変状や異常の発生を監視・報告し、コンサルタントチームと共有した。各パイロットサイトの瑕疵担保検査は終了した。

3. Recommendation 3: 事業終了後の対策工の適切な管理

It is important to continuously monitor and properly maintain the Facilities after the completion of the Project so as to secure the sustainability. NBRO is recommended to make monitoring with a check sheet at least two times per year after the rainy seasons (monsoons), especially after heavy rainfall, and maintain the Facilities properly by themselves. It is also recommended that whenever necessity arises, such as any major damages occur, NBRO inform it with its actions to be taken to JICA Sri Lanka office.

瑕疵検査の終了した施設は DS Division に移管される予定であり、原則として技術的なモニタリングは NBRO が実施することを確認している。事後評価に向けて年 2 回の点検結果の記録を残すことを LRRMD Bandara 氏に改めて確認。各施設の状況は以下の通り。

- Lot 1 (Badulla) : 7月に瑕疵検査終了。8/8に大学側へ移管を検討（調整中）。
- Lot 2 (Nuwara Eliya) : 排水工周辺の崩壊部を修復後（業者）に移管予定。
- Lot 3 (Matale) : 移管済み。

4. Recommendation 4: 土砂災害対策マニュアルの活用と公式書類としての承認

JICA experts and NBRO will jointly prepare a manual on sediment disaster countermeasures by the end of the Project, which includes lessons learned through the Project. In order to widely share the knowledge and technology transferred by the Project and sustain them, it is recommended for NBRO to fully utilize the manual and widely share it as an institutional publication.

本マニュアルは、一般的な技術指針ではなく（技術指針は DiMCEP で作成されているため）、パイロット工事のノウハウの要素を取りまとめ、現地やセミナーでの議論を通じて Draft を改定しな

から完成させたものである。このため、本マニュアルそのものを公式書類とするよりも、今後 NBRO が実施する土砂災害対策事業において、マニュアルに示された内容をいかに特記仕様書に組み込んでくかが重要である。

これに関して、LRRMD Bandara 氏は、特に Chapter 4：出来形管理用書類を用いた施工管理と、Chapter 5：施設維持管理のためのモニタリングについて特に重要と考えており、AIIB 資金による土砂災害対策事業でも組み入れていくことを確認した。

5. Recommendation 5: プロジェクト成果の他の事業への成果活用

NBRO is encouraged to utilize the knowledge and experience obtained from the Project for other related activities which NBRO is and will be involved in (e.g. LDPP).

構造物対策については、Recommendation 1 に示した通り、今後継続したプロジェクト成果の活用が期待できる。また、Recommendation 4 に示した通り、マニュアルの内容は、AIIB 事業「Reduction of Landslide Vulnerability by Mitigation Measures Project (RLVMMP)」をはじめとする他の土砂災害対策事業へ活用していくことを確認した。

AIIB 事業は、10 県及び鉄道沿い不安定斜面を対象として、全 172 カ所の対策実施する計画であり、およそ 200 million USD の事業規模が見込まれている。また、現時点では LDDP・フェーズ 2（検討中）における NBRO の関与は明確にはなっていないものの、マニュアルを活用した特記仕様書の作成を検討しているとの由。なお、世銀 CRIP における対策工事はほぼ完成済みとのことである（CRIP2 への NBRO の関与は統合早期警報システムのみとのこと）。

非構造物対策への活用ないし取り組みについては後述する。

6. Recommendation 6: 土砂災害対策に関する研修の実施

JICA experts are requested to provide a hands-on training workshop on the design of sediment disaster works by the end of the project for NBRO staff. Specially on debris flow mitigation which activity was excluded from the TCLMP project.

現地での施工管理支援、瑕疵担保期間のモニタリング支援、2018 年 3 月 19 日のワークショップ等を通じて研修を実施済み。

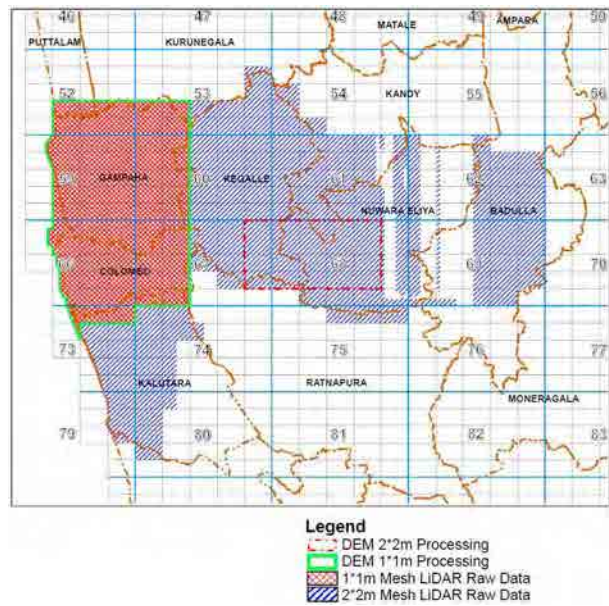
7. フェーズ 2 に向けた非構造物対策の進捗等

TCLMP フェーズ 2 は、非構造物対策支援を中心としたコンポーネントとなることから、TCLMP による研修や技術支援を受けて、NBRO の取り組み、フェーズ 2 での活用可能性についてヒアリングした。ただし、詳細計画策定調査が実施中であることを踏まえ、内容の検証については、詳細計画策定調査の結果を確認されたい。

土砂災害リスク分析における LiDAR データ活用

- 2015 年 1 月より 2 年間をかけて実施された「防災強化のための数値標高モデル作成能力向上プロジェクト」では、合計 7,800km² の範囲の LiDAR 計測を行うとともに、数値標高データ DEM の作成支援を行った。TCLMP における土石流解析研修においても、この数値標高データを用いており、フェーズ 2 においてリスク分析にかかる技術支援を行う場合には、同データの利用可否は重要な前提条件となる。

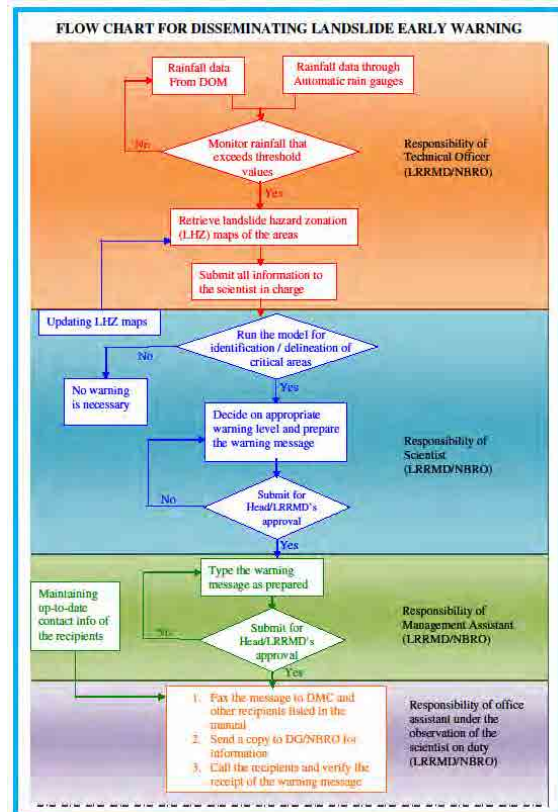
- これまで、LRRMD Bandara 氏によれば、NBRO からの再三のリクエストにも関わらず、測量局からの DEM データ提供は行われていないとの回答だった。しかしながら、本件の課題について改めて確認したところ、LRRMD は既に半年前に全計測エリアのデータを受け取っていることが判明した。
- NBRO が受領しているデータは、DEM への加工を行う前の点群データ (XYZ) であるが、RAW データという訳ではなく、植生除去済み (自動処理か手動処理かは不明) であった。点群データから DEM への変換作業は、GIS 処理により NBRO でも行える状況にあることを確認した。
- したがって、TCLMP2 におけるリスク分析において、このデータは十分活用可能な状態にあると判断される。



LiDAR データの取得範囲
LRRMD によれば全範囲の XYZ データは入手済み

土砂災害早期警報への取り組み

- スリランカにおける災害警報はいずれも DMC の EOC から発出され、District→DS Division→GN Division に伝達される。この正規の警報ルートにおける NBRO の役割は、土砂災害にかかる警報電文を作成し EOC に電信することにある。
- NBRO は District 事務所を有しており、警報電文作成にあたっては District 事務所からの情報を参照する。このため、NBRO が EOC に警報電文を電信する時点では、District 事務所にも共有されており、実質上、District 事務所から District Secretary に伝達するケースも多いが、これは正規の警報ルートではないため、SOP は存在していない。
- LRRMD Bandara 氏によれば、現在定められている警報プロトコルにおける NBRO の役割は、「警報レベルを決定して警報電文を作成すること」であって、「警報を発令・拡散することではない」との由。したがって、警報レベルを確定するためのフローや、警報電文を作成するための SOP は整備されているが、伝達フローは作成されていない。
- 以上から、フェーズ 2 において現在のプロトコルに従うとすると、NBRO への技術支援内容は、1) 警報基準の精度の向上、2) 電文内容の改善、の 2 点が軸なり、末端住民への伝達の改善を支援する場合には、DMC ほか関係機関との協議のうえ、プロトコルの修正作業等が必要。
- Bandara 氏は、住民や地方自治体からの問い合わせに答えるためにも、やはり直接 NBRO から住民に伝達できるプロトコルを整備しなくてはならないとしている。

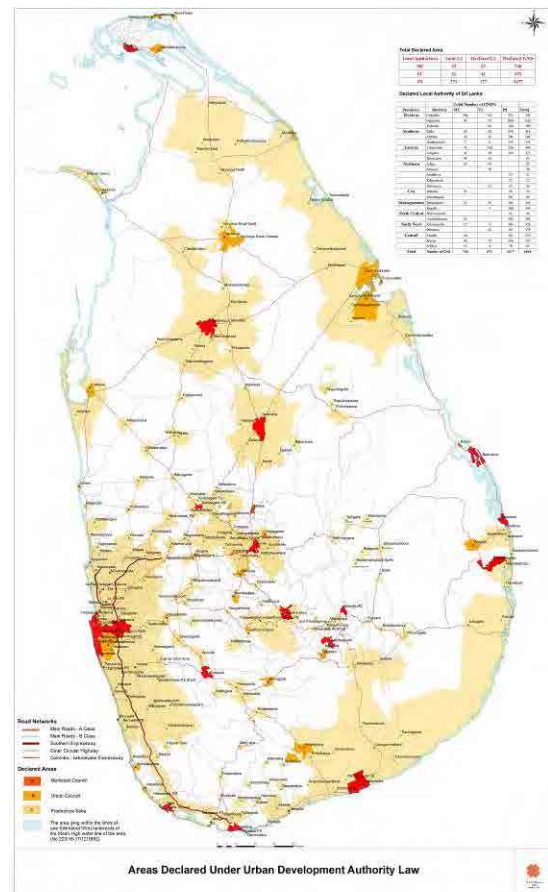


警報基準の検証のための土砂災害データベースへの取り組み

- 効果的な土砂災害対策を実施していくうえで、過去の災害データベースが不可欠であるが、NBRO では、これまで統一された土砂災害データベースは整備されていない。TCLMP では、スネークカーブ等による警報基準の適正化にかかる研修を行ってきたが、基準を検証するためのデータの蓄積がない状況にあり、その必要性を強く提言してきた。
- これを受けて、LRRMD は、2018 年 4 月より統一フォーマット (Excel) を作成し、全ての District Office からの土砂災害報告をこのフォーマットの項目を網羅する形で収集することになった。専属の職員 1 名を採用し、同部 Jayathissa 氏の指導のもとこれを行っている。
- 同フォーマットは、災害種別や被害状況のほか、発災日時や降雨状況を記録できる形になっており、現在、過去の報告資料を整理し、合計 3,352 件のレコード (地すべりは約 2,000 件) についてフォーマットへの転記を進めている。
- このうち、発生時刻までが記録されている地すべり・斜面崩壊の計 50 件について、近隣の NBRO 雨量観測データを基に、1 時間雨量、24 時間雨量、連続雨量、降雨時間を抽出し、発災と降雨との相関を検証中である。今後、300 事例程度まで抽出して検証を行うとの由。
- 現時点での検証データ数は限定されており、降雨パラメータの適正についても議論の余地があるが、フェーズ 2 における警戒基準改善の基礎資料となる取り組みと言える。

土地利用規制に関する取り組み (主に基礎調査でのヒアリング情報)

- スリランカでは、Urban と Rural が法的に明確に区分されている。土地利用計画の主体は地方自治体 (MC・UC・PS) にあるが、Urban の認定を受けているかどうかで、監督官庁が異なり、UDA は Urban の認定を受けている自治体、それ以外は NPPD の監督下となっている (要確認: NPPD は国家規模の土地計画担当であるため、「それ以外」という観点から、そのように答えた可能性がある)。
- 土地利用「規制」は、地方自治体の所掌であるが、適切な規制が行われないことが多いため、2017 年より、一定規模の開発行為は UDA の承認が必要となった。各事業主は所定の様式で UDA に許可申請をする形になっている。
- 災害リスクが想定される場合には、UDA から NBRO に申請書類が回覧され、NBRO のお墨付き「災害リスク評価報告書」が付与された後、UDA に返される。したがって、事実上 NBRO の開発規制に関する権限は大きい、「災害リスク評価報告書」に法的根拠はなく、現在審議中の NBRI 法に明記されることとなる。
- UDA によると、この手続きは非常に時間がかかるため、予め規制区域図や規制のルール化が必要としているが、現時点でのリスクマップの精度では現実的ではない。
- 我が国の土砂災害防止法のように、規制のルール化が可能か否か (精度面・法整備面) について、フェーズ 2 (ないし詳細計画策定調査) において検証する必要がある。



Urban 認定を受けている MC・UC・PS
2016 年時点

添付資料 9-11

土地利用許可に関するレター

පාලකාධිපති }
 Mayor }
 විකුලපාලකාධිපති }
 Deputy Mayor }

081-222274
 081-222390

පාලකාධිපති }
 Mayor }
 විකුලපාලකාධිපති }
 Deputy Municipal Commissioner }

081-2223921
 081-2225638

ඔබේ අංකය }
 Your No. }

ඔබේ අංකය }
 My No. }

CPC/KMC/WB/D/04/2015
 Date

2015.03.11

ස්ථානාධිපති

ජාතික ගොඩනැගිලි පර්යේෂණ සංවිධානය
 මහනුවර දිස්ත්‍රික්කය

මහනුවර හෙදි පුහුණු පාසැල පිටුපස නාය යැම

උක්ත කරුණට අදාළව ඔබ විසින් එවන ලද ඔබේ සමාංක හා 2015.03.11 දිනැති ලිපිය හා බැඳේ.

02. ඒ අනුව ලිපියේ සඳහන් ප්‍රදේශය තුළ බෝගම්බර ක්‍රීඩාංගනය සහ ඇහැලේපොළ කුමාරිහාමි මාවත පිහිටා ඇත. ඉදිරියේ නගර සභා අරමුදල් යොදවා ඇහැලේපොළ කුමාරිහාමි මාවත සංවර්ධනය කිරීමට යෝජනා කර ඇත. එබැවින් එම දේපලවලට අවහිරයක් හෝ හානියක් සිදුනොවන පරිදි ඔබ ලිපියෙන් ඉල්ලා ඇති අකාරයට සංවර්ධන කාර්යයන් සිදු කිරීම සඳහා මහනුවර මහ නගර සභාවේ මහසභාවේ අනුමැතිය ලබා දෙන බව කාරුණිකව දන්වා සිටිමි.

එන්දන තෙන්නකෝන්
 මහනුවර නාගරික කොමසාරිස්
 නගරාධිපති කාර්යාලය
 මහනුවර නගර සභාව

*Mr. Wara
 Approval has given by the
 Commissioner of Kand Municipal
 Council to conduct Migration
 activities on Nurses Training
 School as we planned.
 You can conduct the work
 accordingly. M
 25.03.2015*

නාට්‍යාලය }
 Office } 081-222275
 081-4472368/69

ෆැක්ස් }
 தொலைபேசிகள் }
 Fax } 081-2225638
 081-2223921
 081-2223832

වෙබ් අඩවිය }
 இணையத்தளம் }
 Web site } www.kandcity.org

විද්‍යුත් තැපෑල }
 மின்னஞ்சல் }
 e-mail } kmckandy@stinet.lk

添付資料 9-12
環境モニタリング報告書

Environmental monitoring of pilot project for landslide and rock fall
mitigation work in Technical Corporation for Landslide Mitigation Project
(TCLMP)

Financial Assistance by Japan International Cooperation Agency (JICA)

Progress Report on Environmental Compliance Monitoring
TCLMP-7

July 2017

Prepared for:

Director

Landslide Research and Risk Management Division

National Building Research Organization

No 99/1, Jawatta Road

Colombo 05.

Prepared By:

Environmental Studies and Services Division

National Building Research Organization

No 99/1, Jawatta Road

Colombo 05

1. General details

1.1 Introduction

In the year 2013, 04 landslide affected sites, out of the 16 landslides prioritized under Integrated Landslide Mitigation Proposal (IMP), had been selected by JICA for supporting the mitigation. As a result, the Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project (TCLMP) was commenced on October 01, 2014. Under the TCLMP, two natural landslides in Udamadura in Nuwara Eliya District, and in Badulusirigama in Badulla District and a rock fall threat in Alagumale in Matale District will be mitigated.

1.2 Projects administration details

Project Implementing Agency: National Building Research Organization (NBRO)

Funding Agency : Japan International Cooperation Agency

Mitigation site	Contractor
Badulusirigama landslide mitigation site Badulla	ELS Construction (Pvt) Ltd
Alagumale Rock fall mitigation site Matale	Sanguine Engineering (Pvt) Ltd
Udamadura Landslide mitigation site Nuwaraeliya	Geo Engineering consultants (Pvt) Ltd.

1.3 Scope of Environmental Monitoring

Environmental impacts are anticipated in the construction sites. During the mitigation of landslide, there may be impact of noise, dust, vibration, ecology and generation of waste during the process. Early identification of the major environmental impacts, rectify or mitigate them will help to reduce the negative impacts on the environment. In view of this, Landslide Research & Risk Management Division (LRRMD) of NBRO requested to the Environmental Studies and Services Division (ESSD) to monitor whether contractor is fulfilling Environmental regulations in the construction process.

1.4 Environmental Monitoring process

The environmental compliance monitoring process of ESSD is carried out under following

- Twice a month site inspections by Environment Officer of ESSD
- Instruct Officer In-charge/ Site Engineer of 4 projects on checklists that would be maintained by the contractor throughout the construction phase of the mitigation process.
- Checking environmental compliance by 38 indications under 8 categories (Checklist are annexed) impact on flora, fauna ecosystem and historical places
- Checking record keeping of contractor log books and checklists
- Raising noncompliance and give recommendations for rectification
- Preparation of inspection visit reports to LRRMD

1.5 Organization setup for Environmental Compliance Monitoring

Division: Environmental Studies and Services Division

Coordinator Environmental Monitoring: S.A.M.S. Dissanayake, Senior Scientist

Environmental Officer: V.D.W. Sumanasekara, Scientist/Environmental Officer

1.6 Site Inspection Detail

This report presents the Environmental monitoring of the Technical Corporation for Landslide Mitigation Project (TCLMP) at Matale - Alagumale, Nuwaraeliya - Udamadura and Badulla - Badulusirigama for the period from 11/07/2017 to 12/07/2017.

Date	Site	Inspected By	Witness
11/07/2017	Alagumale, Matale	VDW Sumanasekara	Mr. Ashen, TO, LRRMD/NBRO
11/07/2017	Udamadura, Nuwaraeliya	Environmental Officer,	-
12/07/2017	Badulusirigama, Badulla	Scientist, ESSD/NBRO	Mr.Palitha, TO, LRRMD/NBRO

1.7 Project implementation status

The current construction phases in each site is given in the following table.

Location	Proposed Landslide Mitigation	Construction Phase
Badulusirigama, Badulla	Surface drainage improvement	Construction activities finished
Alagumale, Matale	Gabion wall	Construction activities finished
Udamadura, Nuwaraeliya	Surface drainage improvement, Gabion wall	Construction activities finished

2. Environmental Compliance Monitoring

Status of Environmental compliance monitoring in 3 sites are given in the following table.

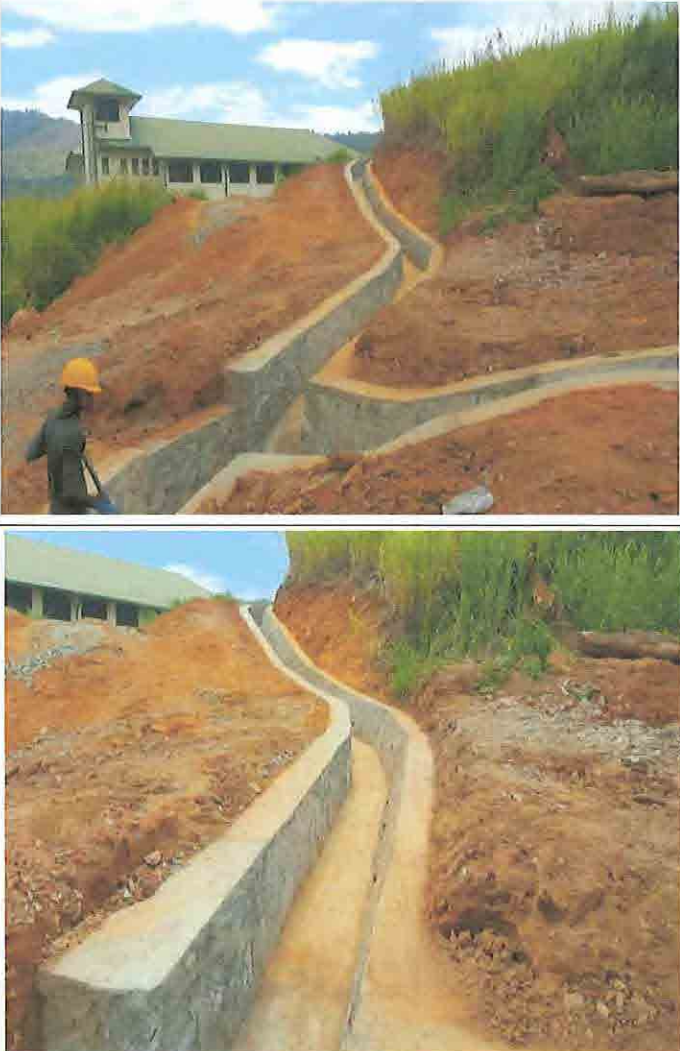
Item No	Site	Badulusirigama		Alagumale		Udamadura	
		NC	C	NC	C	NC	C
1	Impact on flora, fauna, ecosystem and historical places	0	2	0	2	0	1
2	Air Pollution Control	0	4	0	4	0	1
3	Noise pollution and Vibration Control	0	0	0	0	0	0
4	Water Source and Quality	0	5	0	3	0	3
5	Health and Safety	0	6	0	6	0	5
6	Traffic Management	0	0	0	0	0	2
7	Disruption to Public	0	2	0	1	0	3
8	Waste Management	0	4	0	4	0	4
	Total compliance status	0	23	0	20	1	18
	Status as %	0	100.00	0	100.00	0	100.00

NC – Noncompliance


C – Compliance

3. Observations on Environmental Noncompliance


3.1 Landslide mitigation work in Badulusirigama

Date inspected	Noncompliance Status	Photograph
12/07/2017	No any Noncompliance was observed during site visit.	

3.2 Landslide mitigation work in Alagumale

Date inspected	Noncompliance Status	Photograph
11/07/2017	No any Noncompliance was observed during site visit.	

3.3 Landslide mitigation work in Udamadura

Date inspected	Noncompliance Status	Photograph
11/07/2017	No any Noncompliance was observed during site visit.	

4. Performance of Environmental Monitoring

Category	Satisfaction		
	Badulusirigama-Badulla	Alagumale-Matale	Udamadura-Nuwaraeliya
Removal of all debris, piles of unwanted earth, spoil material away from the work places	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory
Clearance of temporary structure and site clearance back to its former condition	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory
Clearance of raw material storage places, material preparation places and office space at the site	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory
Clearance of all drainage at the site if they were blocked	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory
Rehabilitation of all burrow pits/ areas clearly	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory
Rehabilitation of the temporary access roads	Satisfactory	Satisfactory	Satisfactory

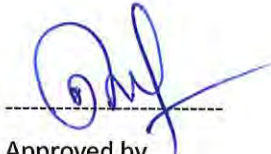
Overall performance of environmental monitoring observed at 3 sites; Badulusirigama- Badulla, Alagumale- Matale and Udamadura-Nuwaraeliya during the site visit is satisfactory.



Inspected by
VDW Sumanasekara
Scientist
ESSD/NBRO



Checked by
S A M S Dissanayake
Coordinator/Environmental Monitoring
ESSD/NBRO



Approved by
S V Dias
Director
ESSD/ NBRO