

廃砂たい積場の覆土効果確認試験 及び雨水浸透流解析

(2016.3.22 第17回鉦山跡措置技術委員会資料)

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
バックエンド研究開発部門 人形峠環境技術センター

目次

1. 廃砂たい積場跡措置概要
2. 覆土効果の確認試験
3. 覆土内の雨水浸透流解析
4. まとめ

1. 廃砂たい積場跡措置概要

(1) 跡措置工事概要

○工程

H23年度（第1期工事）

地盤改良工

土工（下流側勾配調整層造成）

H24年度（第2期工事）

土工（上流側勾配調整層造成）

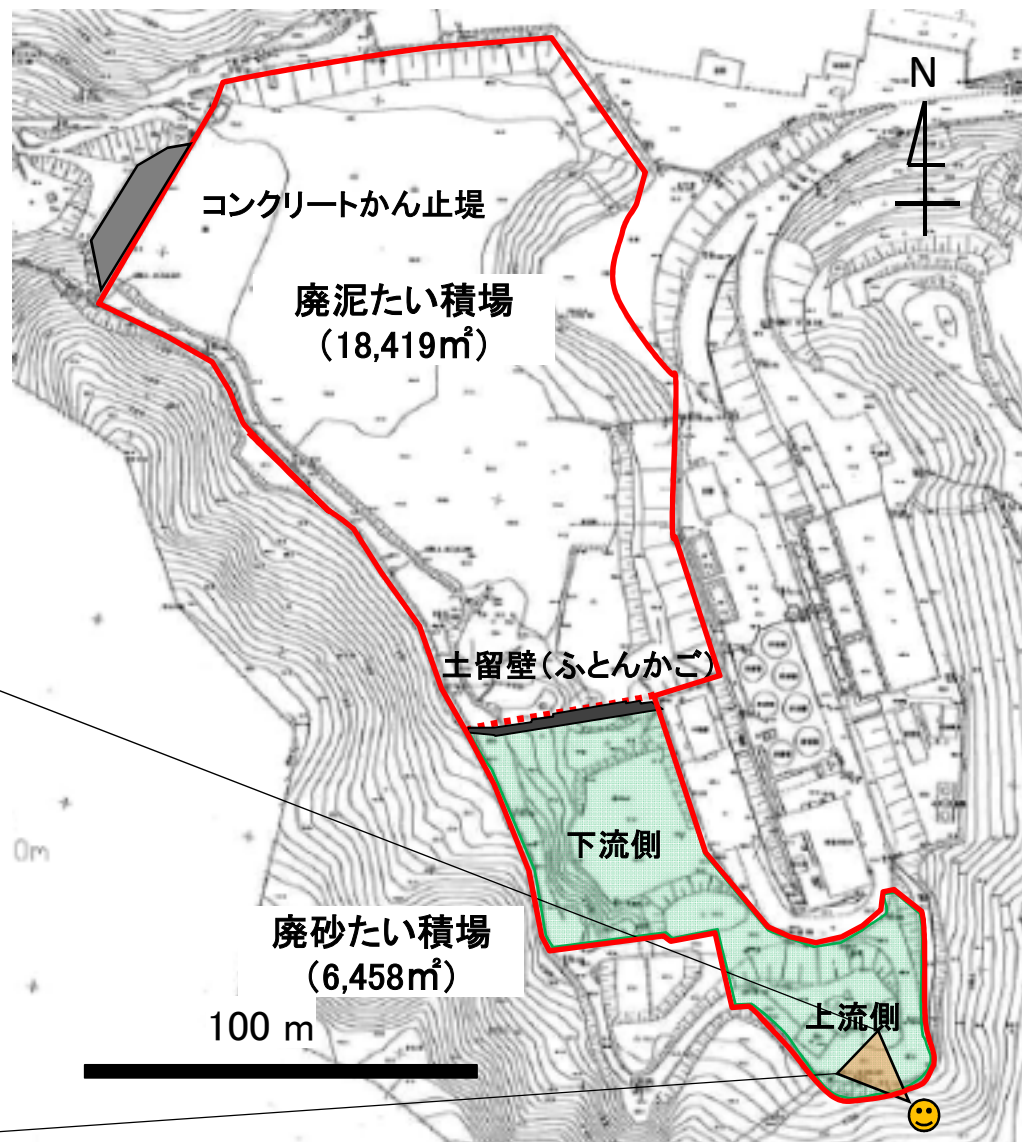
覆土工（勾配調整層除く）

土留壁工

排水工

○覆土工

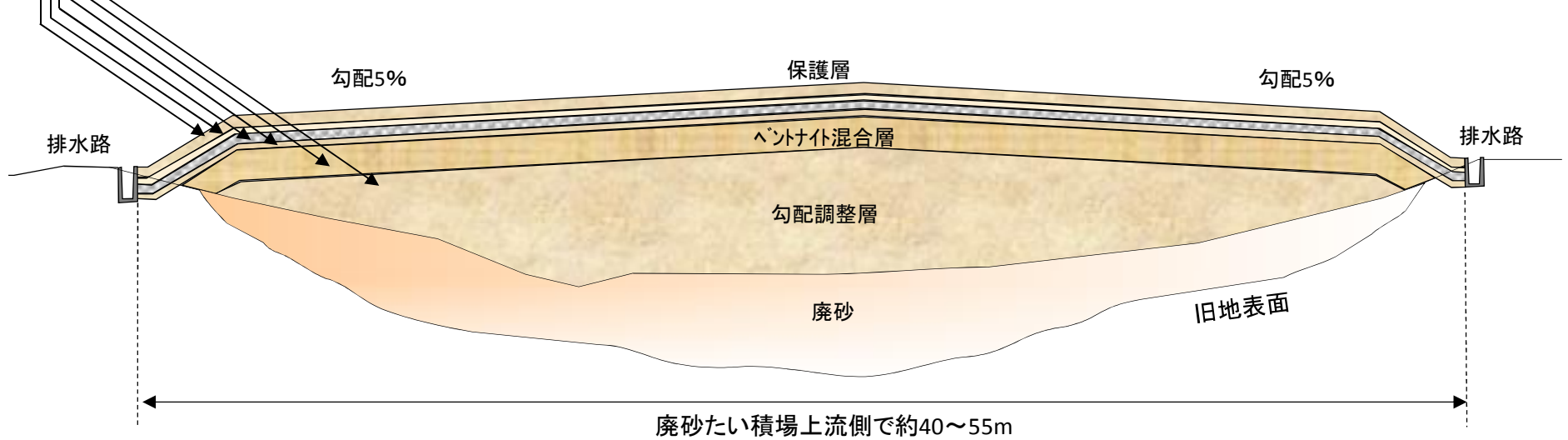
- ・ 雨水浸透量、放射線量、 γ 線散逸量低減化を目的として設置。
- ・ 勾配調整層、ベントナイト混合層及び保護層から構成。



1. 廃砂たい積場跡措置概要

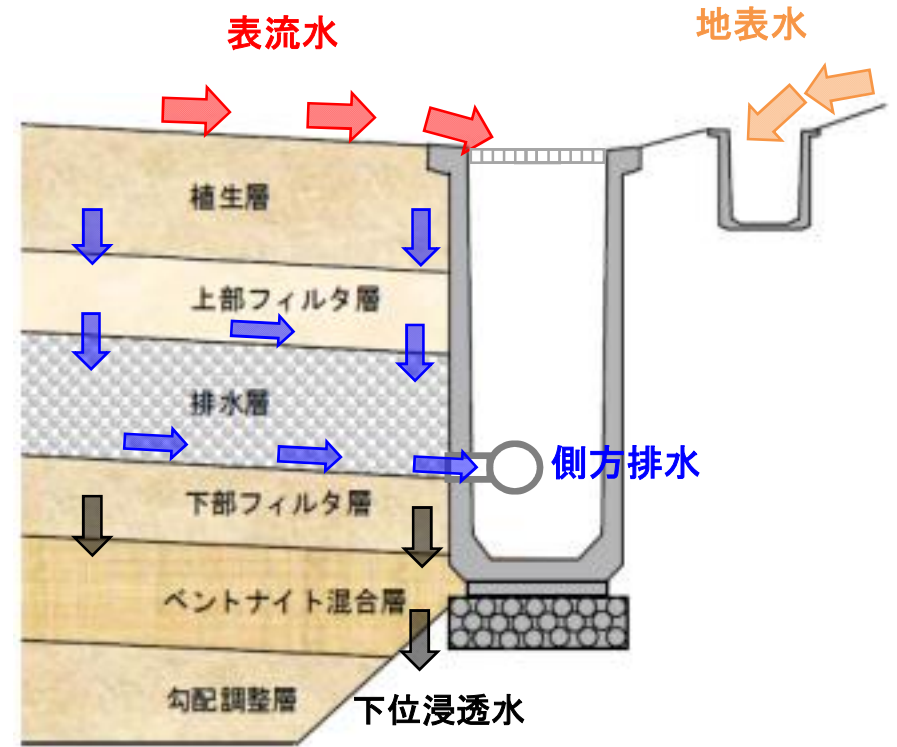
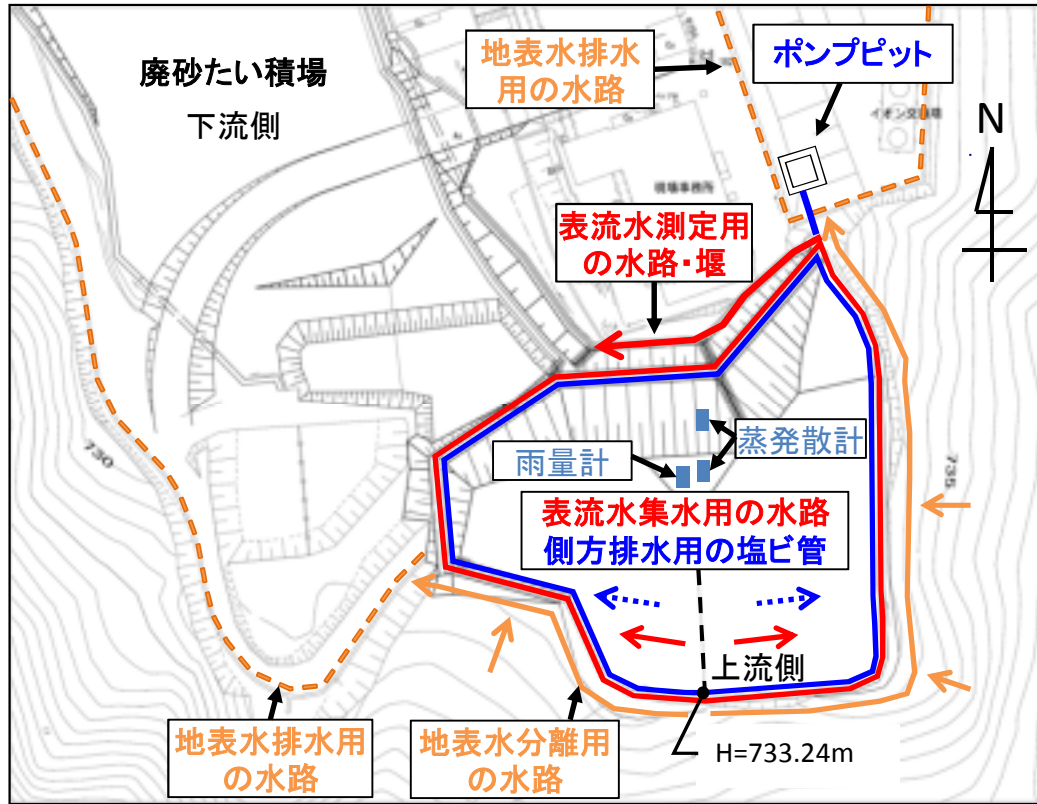
(2) 覆土構造及び材料

層名		材料	目的	雨水浸透量、放射線量及びラドン散逸量低減	厚さ
保護層	植生層	まさ土	下位の上部フィルタ層の保護		30cm
	上部フィルタ層	砂	下位の排水層の目詰まり防止		20cm
	排水層	礫	浸透した雨水の側方への排水		30cm
	下部フィルタ層	まさ土	膨張したベントナイト混合土の流出防止		20cm
ベントナイト混合層		まさ土・ベントナイト (内割り17.2%)	側方排水に必要な難透水層設置		25cm(下流側) 50cm(上流側)
勾配調整層		まさ土	側方排水に必要な覆土全体の勾配確保		



2.覆土効果の確認試験

(1) 覆土の排水機能に係る測定の概要



表流水集水用の水路



表流水集水用の水路



表流水測定用の水路・堰



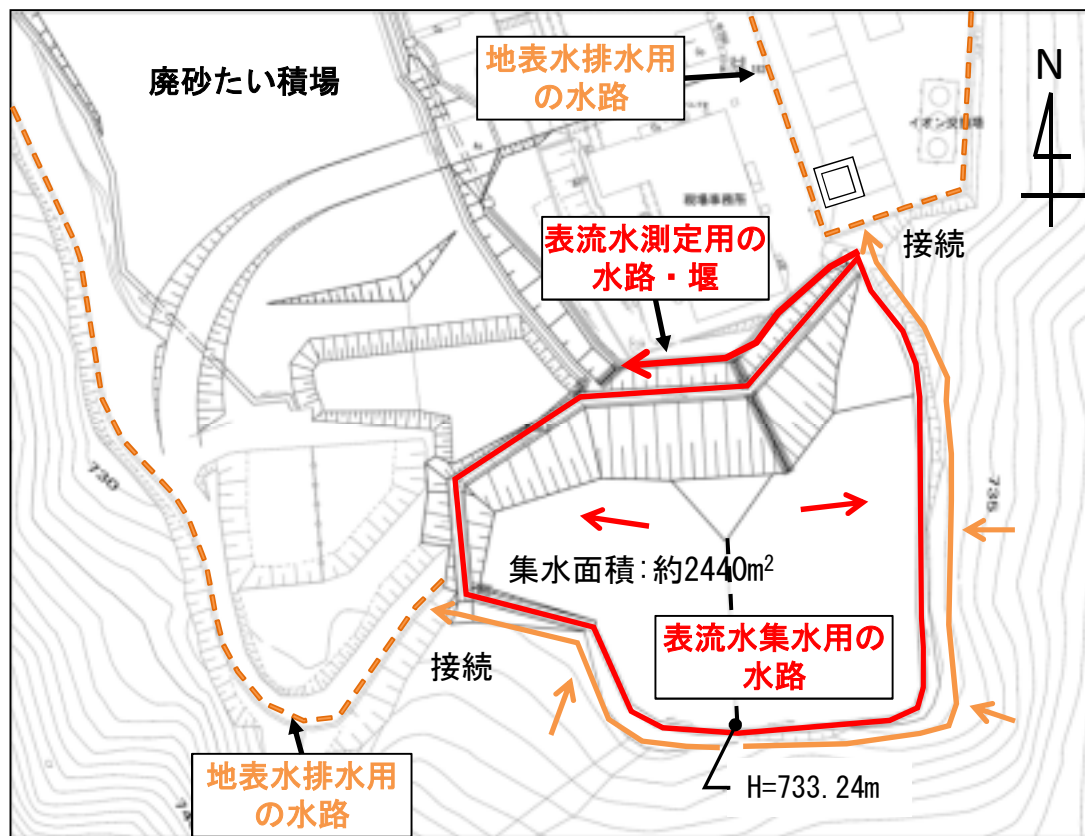
側方排水測定用のポンプピット



2.覆土効果の確認試験 (2)表流水量の測定

○表流水の測定

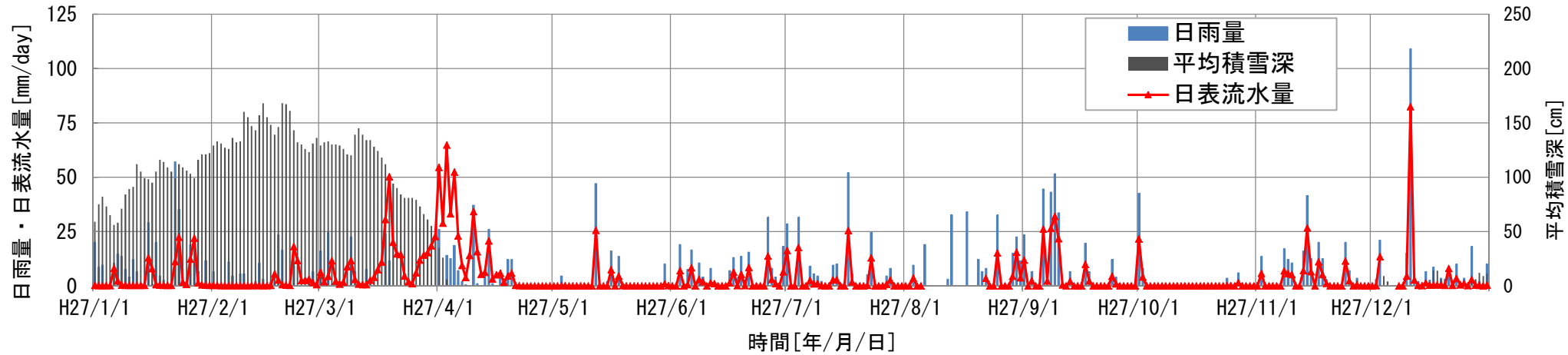
- ・測定期間:平成27年1月測定開始
- ・測定方法:三角堰、四角堰を併用した堰式流量計で測定(最大106m³/h)
- ・集水面積:約2440m²
- ・集水方法:表流水は廃砂たい積場上流側を囲む排水路を通して集水する。地表水は表流水と同一の排水路に入らないように地表水分離用の水路で排水する。



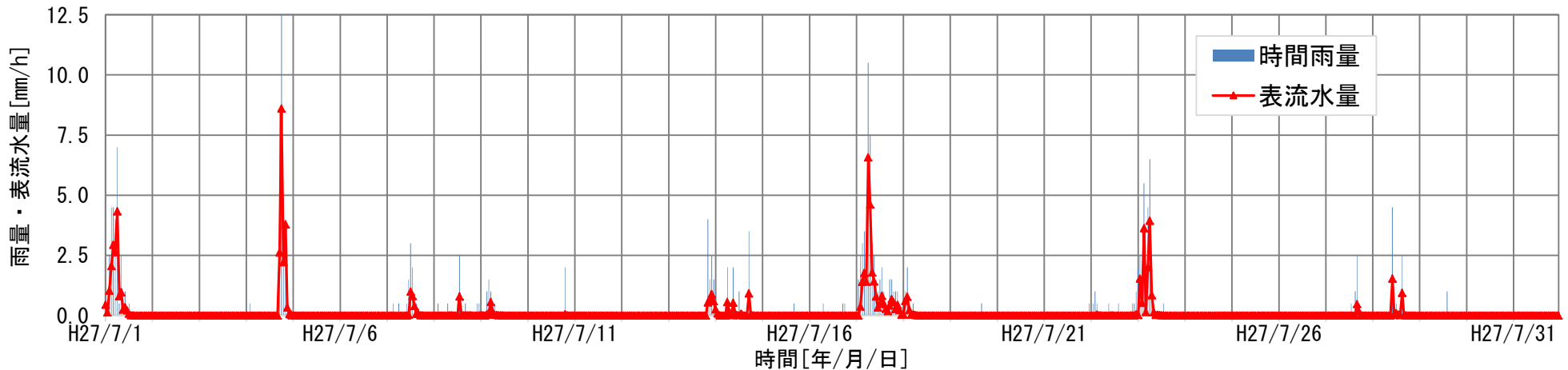
地表水分離用の排水路

2.覆土効果の確認試験 (2)表流水量の測定

平成27年

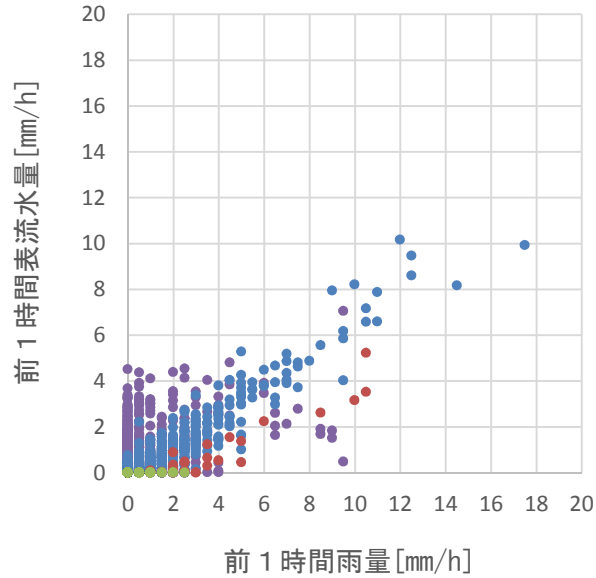


平成27年7月

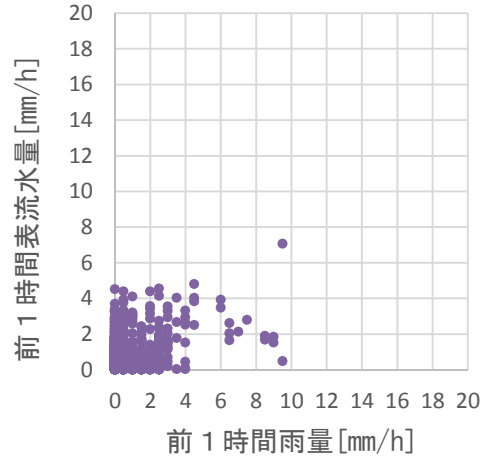


降雨に対して表流水の排水はほぼ即時の現象として観測される。

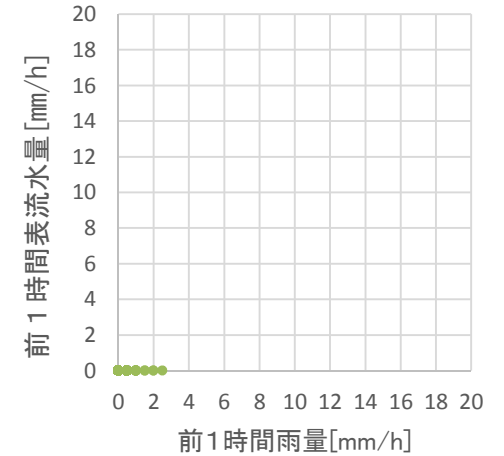
2.覆土効果の確認試験 (2)表流水量の測定



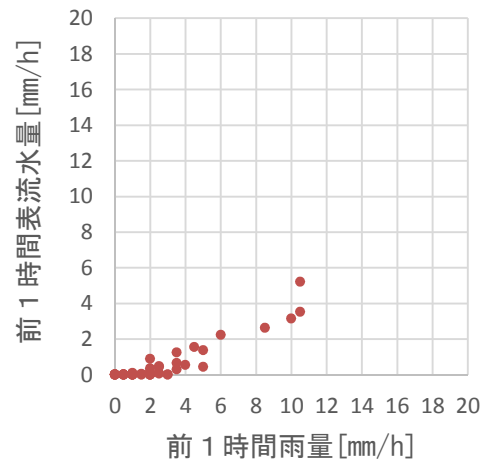
積雪時



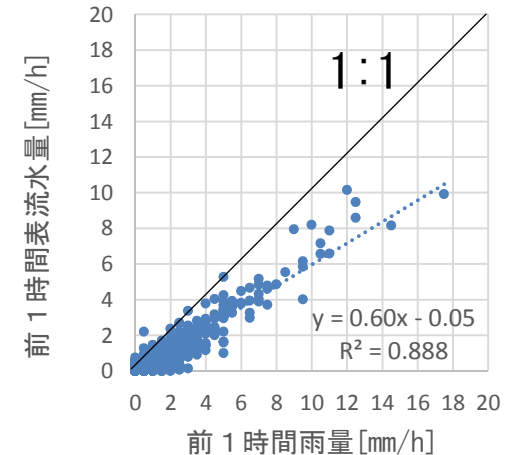
表流水なし



流れ始め



継続時

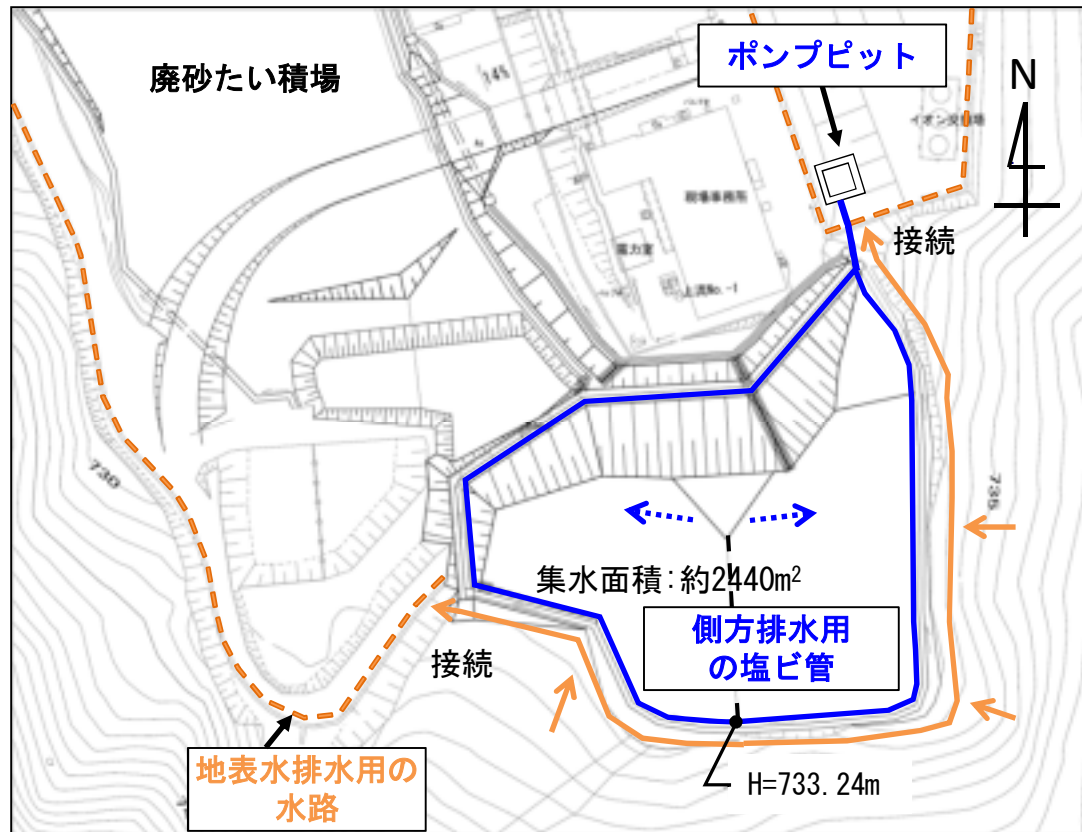


表流量は降雨量が約3mm/h以上になると発生し、
表流水が継続する場合は降雨量の約6割が表流水として排水されることが分かる。

2.覆土効果の確認試験 (3)側方排水量の測定

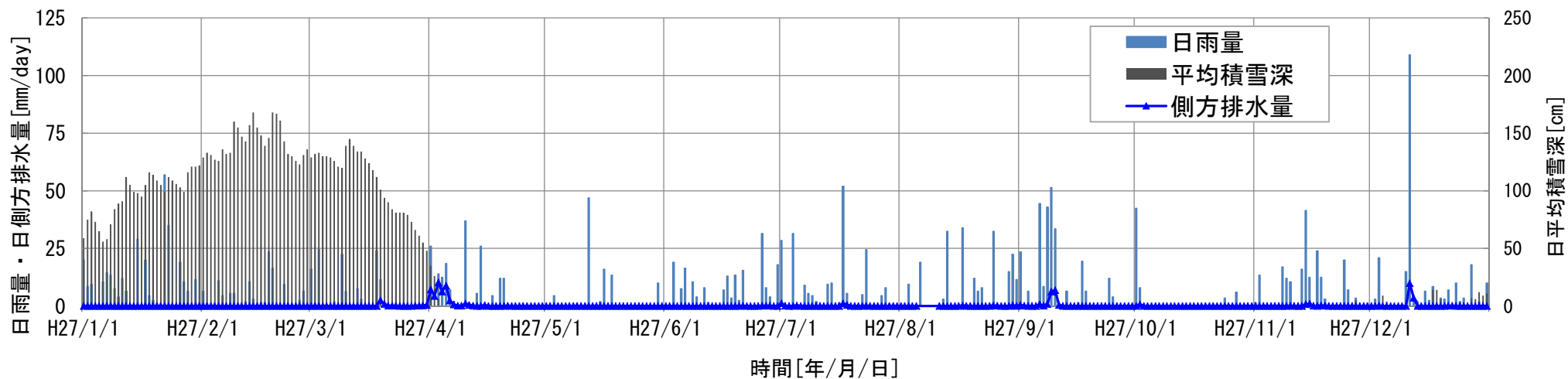
○側方排水の測定方法

- ・測定期間:平成26年5月測定開始
- ・測定方法:ポンプピット内の水位変化を測定
- ・集水面積:約2440m²
- ・集水方法:廃砂たい積場上流側を囲む排水路内の排水孔の塩ビ管を通じて側方排水を下流のポンプピットに集水する。

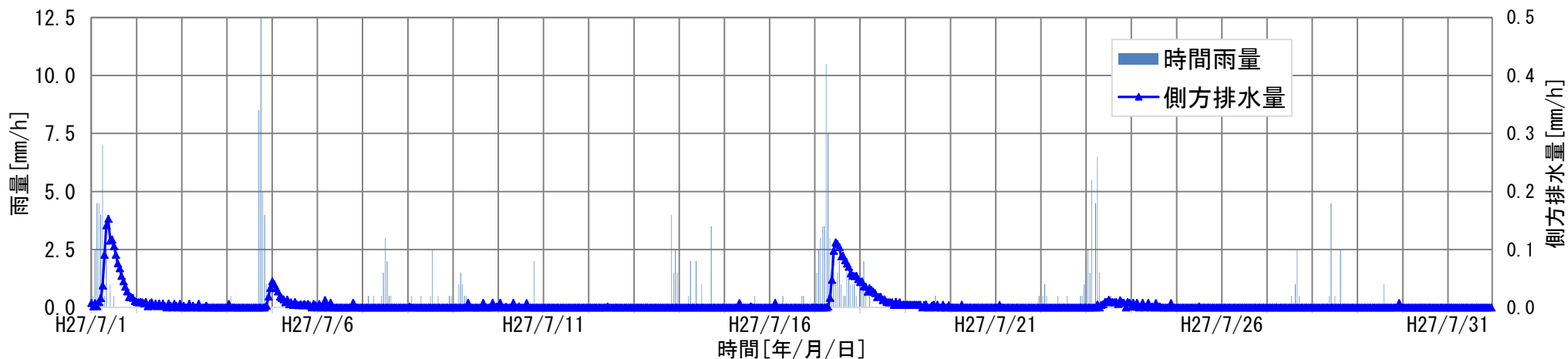


2. 覆土効果の確認試験 (3) 側方排水量の測定

平成27年



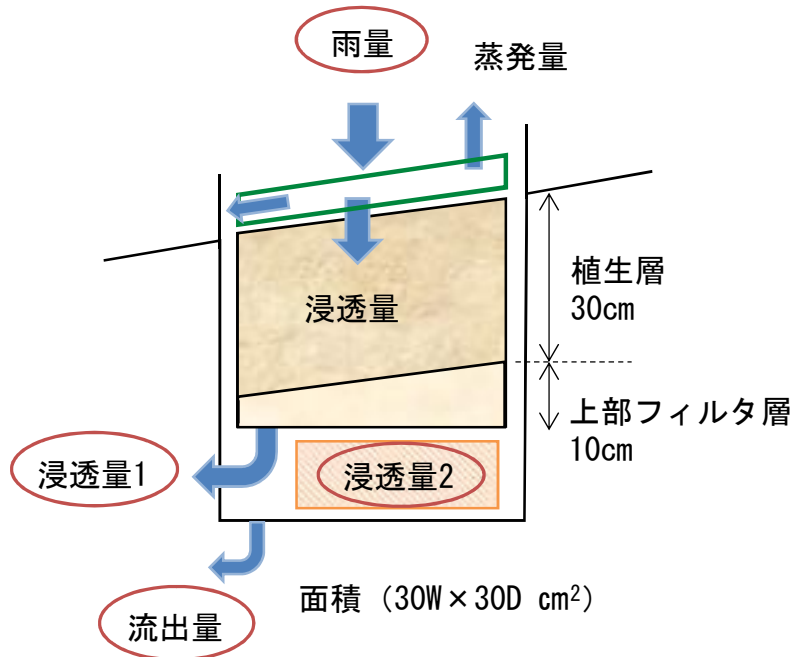
平成27年7月



降雨に対して側方排水の排水は数時間程度の時間差をもって観測され、排水にはある程度まとまった降雨量が必要である。

2. 覆土効果の確認試験 (4) 蒸発散量の測定

蒸発散計



○:測定項目

$$\text{蒸発量} = \text{雨量} - \text{浸透量} - \text{流出量}$$

ただし、浸透量 = 浸透量1 + 浸透量2

- 流出量：転倒ます式量水器で測定
- 浸透量1：転倒ます式量水器で測定
- 浸透量2：重量計で測定



蒸発散計 (内側容器)



蒸発散計 (外側容器)



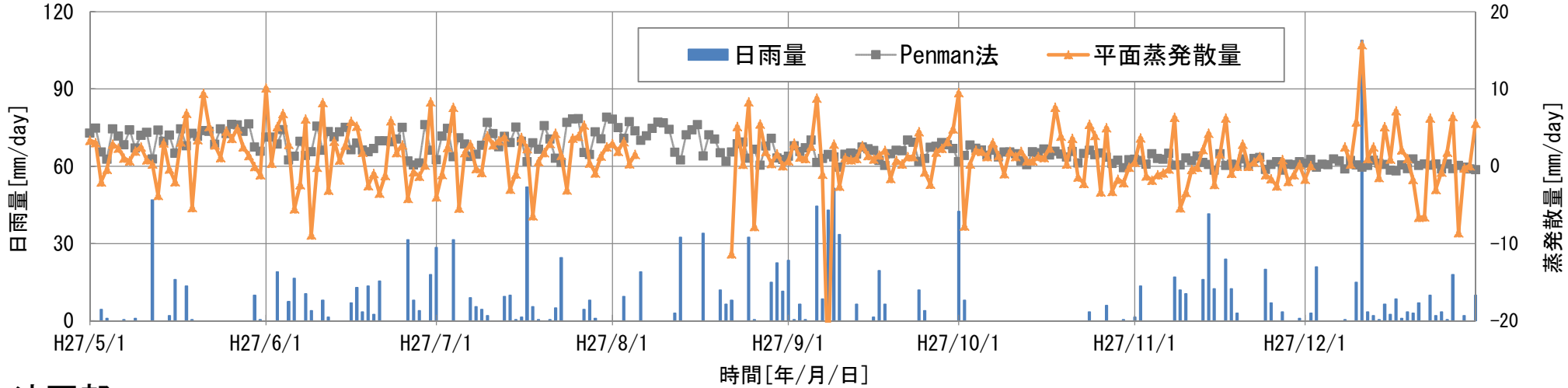
蒸発散計 (平面部)



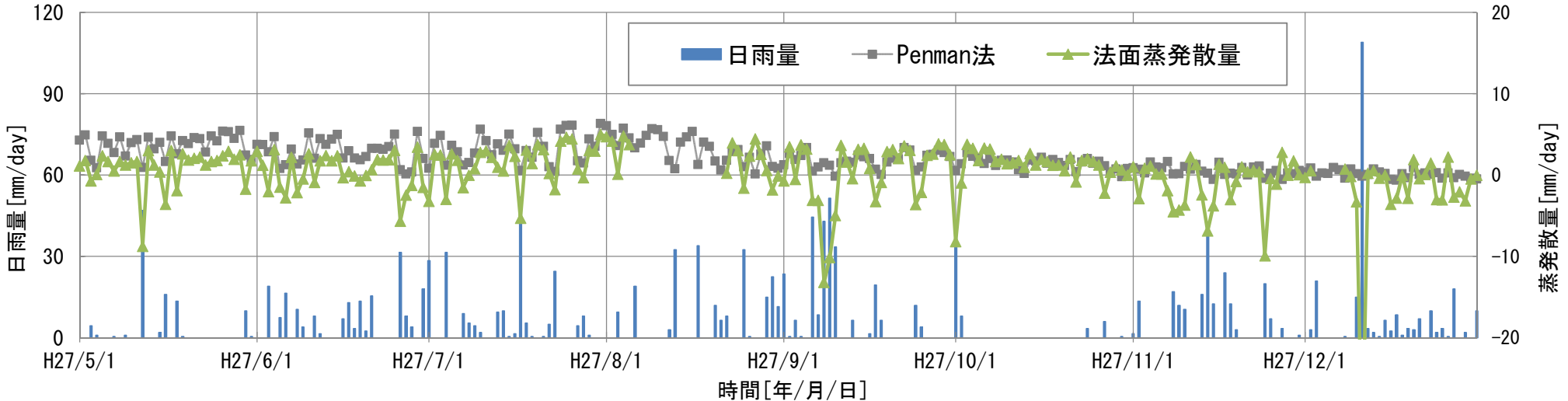
蒸発散計 (法面部)

2.覆土効果の確認試験 (4) 蒸発散量の測定

平面部



法面部



測定結果は降雨量の多いときに負の蒸発散量が多くなるなどの不明な点があるが、特異な変化を除けばPenman法の蒸発散量と同様の傾向がみられる。

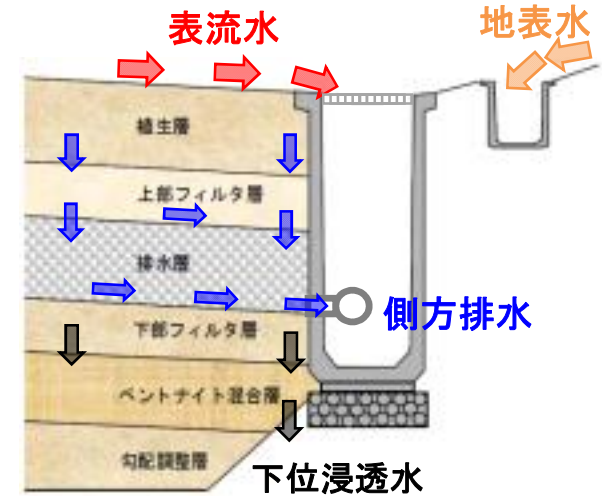
2.覆土効果の確認試験

(5) 廃砂たい積場 上流側の水収支の検討

水収支(実測)

H27年	降雨量			表流水量			側方排水量			蒸発量		表流水・側方排水・蒸発散量合計	
	月合計 [mm]	月合計 [mm]	降雨比	月合計 [mm]	降雨比	月合計 [mm]	降雨比	月合計 [mm]	降雨比	月合計 [mm]	合計 降雨比		
5月	96.5	40.3	0.42	0.2	0.00	48.2	0.50	88.7	0.92				
6月	183.5	68.5	0.37	0.8	0.00	34.5	0.19	103.9	0.57				
7月	204	87.2	0.43	3.8	0.02	39.8	0.20	130.7	0.64				
8月	206.5	45.8	0.22	0.9	0.00	28.1	0.14	74.8	0.36				
9月	262	142.3	0.54	16.2	0.06	33.2	0.13	191.6	0.73				
10月	60.5	27.2	0.45	0.8	0.01	37.0	0.61	65.0	1.07				
11月	195.5	95.1	0.49	2.7	0.01	-10.5	-0.05	87.3	0.45				
12月	232.5	123.8	0.53	14.2	0.06	4.6	0.02	142.5	0.61				
期間合計	1441.0	630.1	0.44	39.5	0.03	215.0	0.15	884.7	0.61				

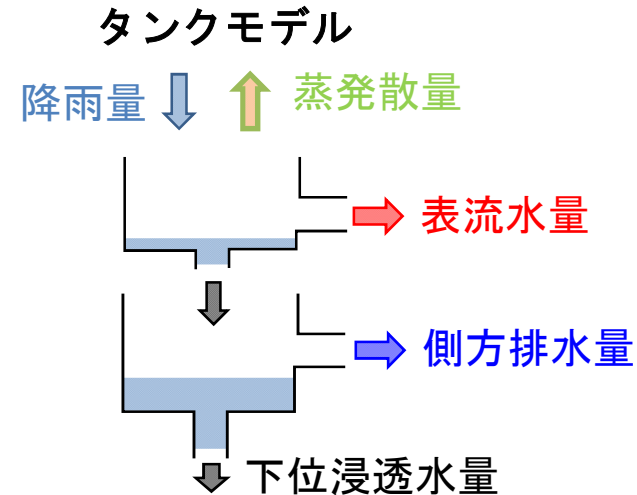
※表流水測定装置の故障中(8月6日~8月21日)の表流水量・蒸発散量を除く



水収支(タンクモデル)

H27年	降雨量			表流水量			側方排水量			蒸発散量		表流水・側方排水・蒸発散量合計	
	月合計 [mm]	月合計 [mm]	降雨比	月合計 [mm]	降雨比	月合計 [mm]	降雨比	月合計 [mm]	降雨比	月合計 [mm]	合計 降雨比		
5月	96.5	34.1	0.35	0.0	0.00	45.5	0.47	79.6	0.82				
6月	183.5	66.8	0.36	0.0	0.00	68.6	0.37	135.4	0.74				
7月	204	86.9	0.43	1.4	0.01	80.4	0.39	168.7	0.83				
8月	206.5	88.3	0.43	0.0	0.00	66.5	0.32	154.8	0.75				
9月	262	139.0	0.53	19.2	0.07	42.0	0.16	200.2	0.76				
10月	60.5	28.3	0.47	0.0	0.00	18.2	0.30	46.5	0.77				
11月	195.5	103.1	0.53	6.0	0.03	16.3	0.08	125.4	0.64				
12月	232.5	128.0	0.55	13.0	0.06	5.3	0.02	146.4	0.63				
期間合計	1441.0	674.5	0.47	39.7	0.03	342.8	0.24	1057.0	0.73				

※蒸発散量はPenman法の値を入力として使用



表流水量及び側方排水量等の測定を行い、蒸発散量等に不明な点が残るものの覆土におけるおおよその水収支を見積った。

3.覆土内の雨水浸透流解析

(1) 浸透流解析の概要

目的:平成23年度から平成24年度に廃砂たい積場に設置した雨水浸透抑制型の覆土に対して、側方排水量の測定値を指標として、覆土内の雨水の流れを解析する。

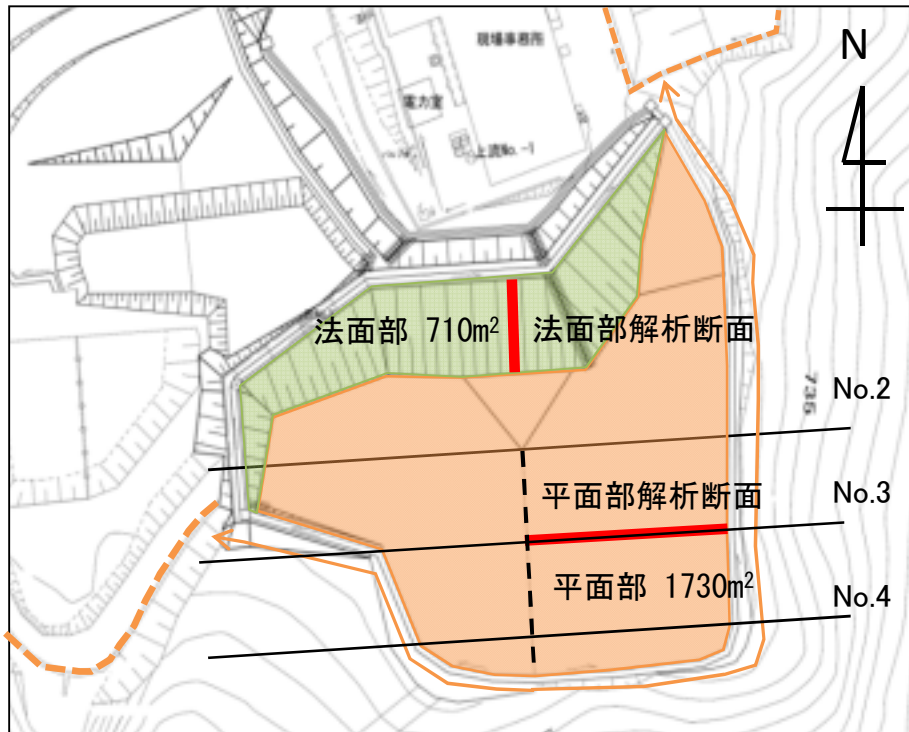
解析の参考とした土質試験:現場密度試験、土の保水性試験、透水試験等

解析コード:DACSAR-MP(土/水/空気連成有限要素解析プログラム)

開発者:中央大学 太田 秀樹教授、神戸大学 飯塚 敦教授

解析領域:廃砂たい積場上流側横断面(植生層 30cm、上部フィルタ層 20cm、排水層 30cm、下部フィルタ層 20cm)

蒸発散量:Penman法にて算出した可能蒸発散量を使用



平面部

	西側	東側
横断面 (No.2)	30.95m	24.70m
横断面 (No.3)	17.27m	24.00m
横断面 (No.4)	13.30m	24.00m

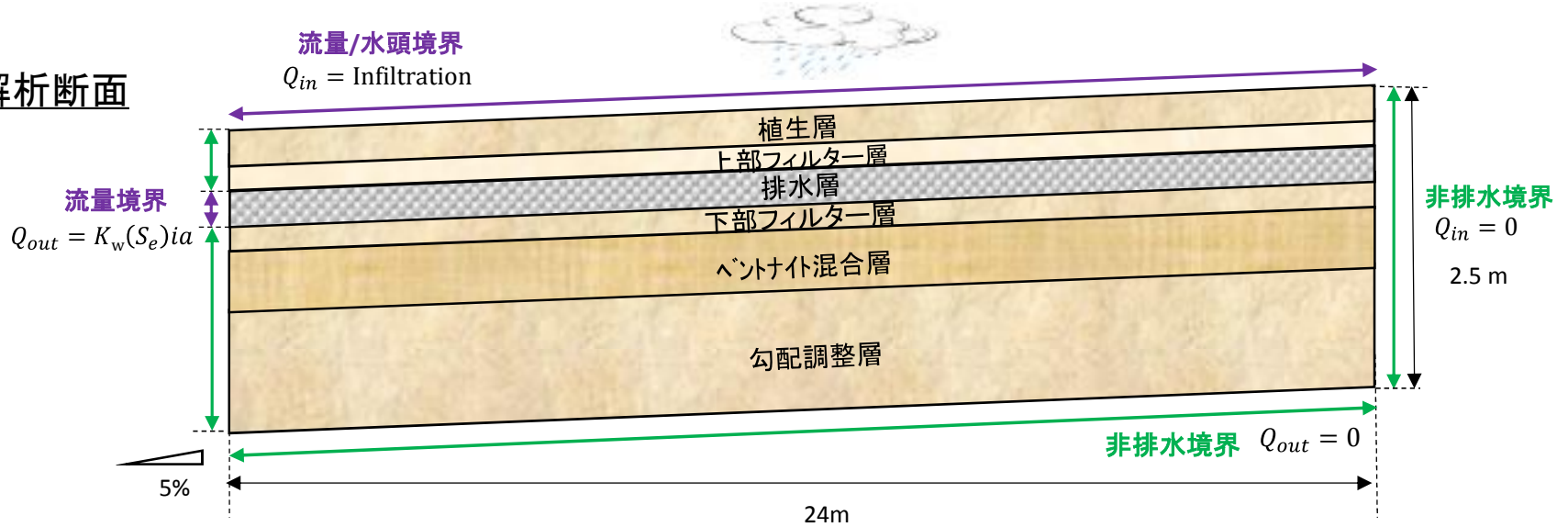
法面部

縦断面	10.06m
-----	---------------

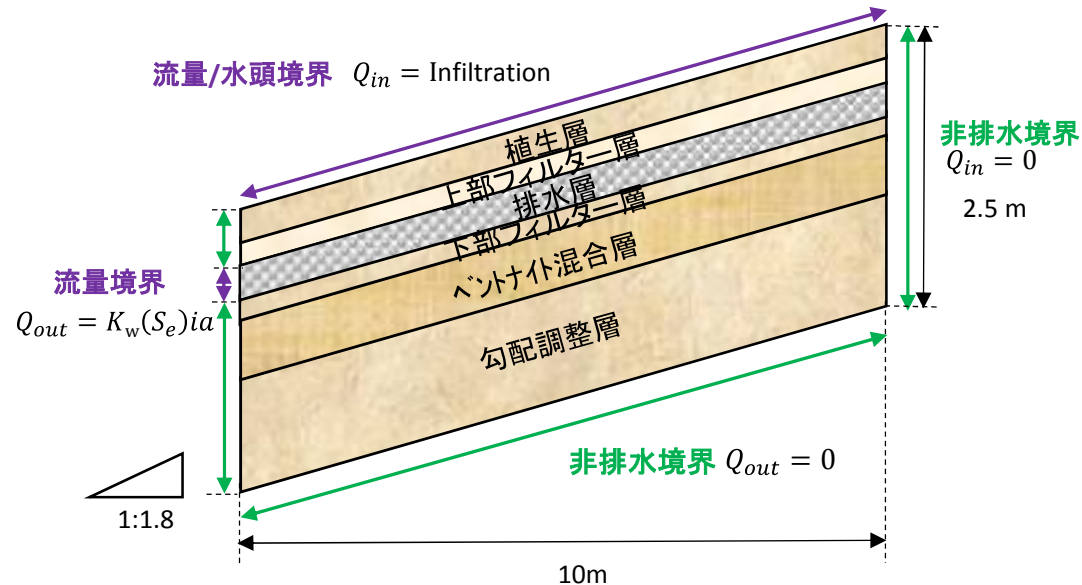
3. 覆土内の雨水浸透流解析

(1) 浸透流解析の概要

平面部 解析断面



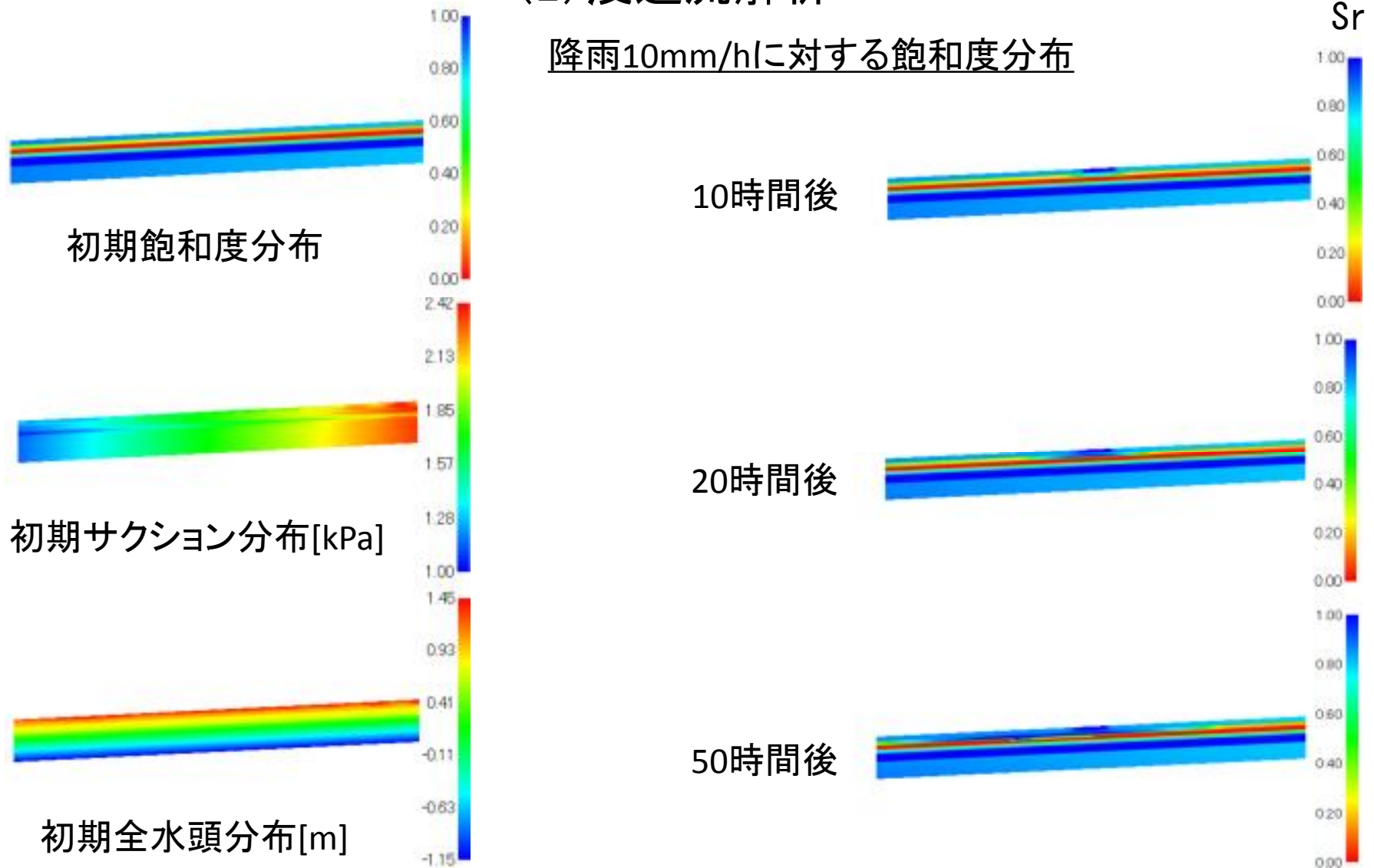
法面部 解析断面



3.覆土内の雨水浸透流解析

(2) 浸透流解析

降雨10mm/hに対する飽和度分布

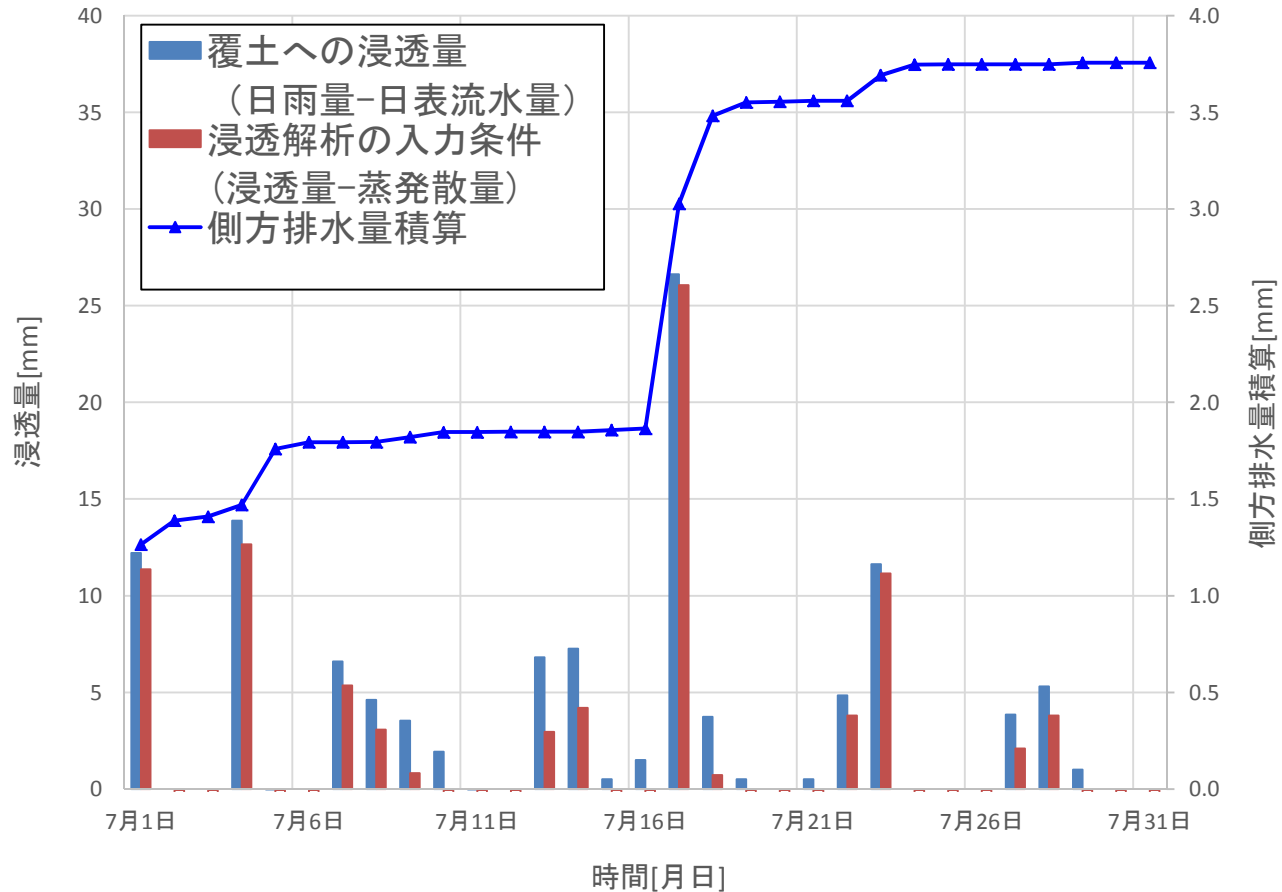


全水頭の勾配を鉛直方向になるように境界条件・初期条件を設定した場合においても、各層のサクションの差による横方向への流れが一部で見られる結果となった。

3.覆土内の雨水浸透流解析

(2) 浸透流解析

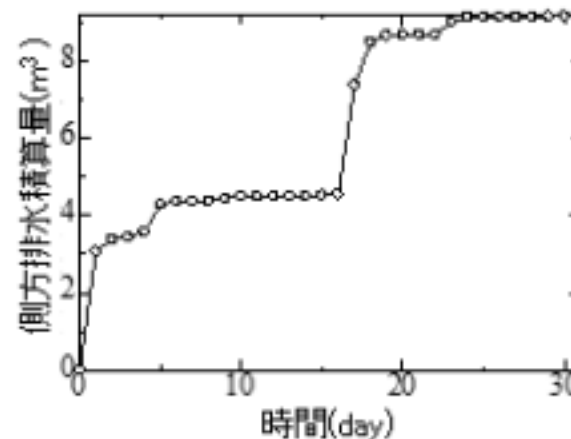
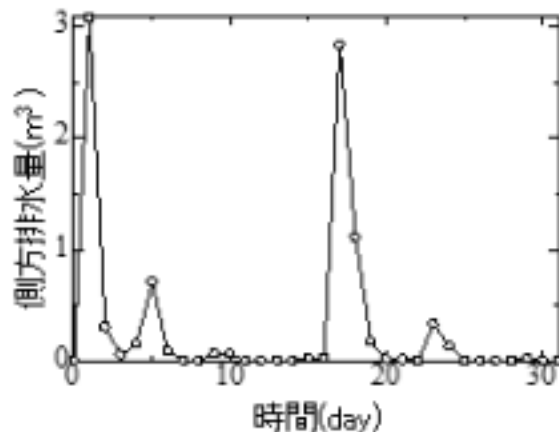
入力条件と側方排水の実測値



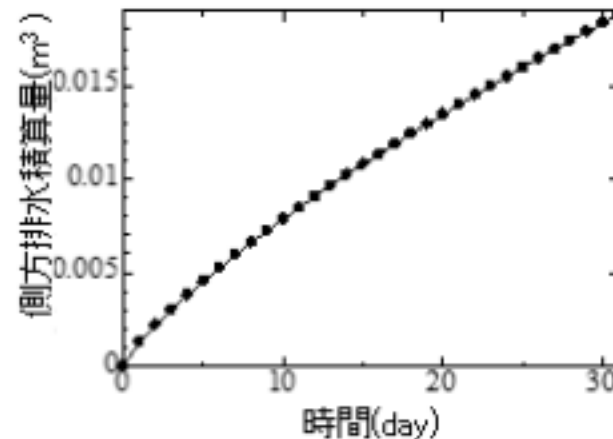
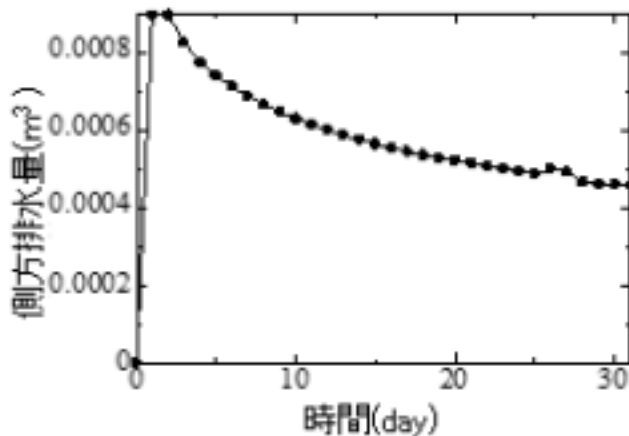
3.覆土内の雨水浸透流解析

(2) 浸透流解析

側方排水実測結果



側方排水解析結果



実測では降雨に対して数時間程度で側方排水が観測されるが、解析では量が少なく、反応が遅い。この差は実際の覆土と土質試験等における水分特性や透水係数の乖離か？

4. まとめ

覆土効果確認試験

- ・表流量及び側方排水量等の測定を行い、蒸発散量・下位浸透量の把握に不明な点が残るものの覆土におけるおおよその水収支を見積った。

浸透流解析

- ・全水頭の勾配を鉛直方向になるように境界条件・初期条件を設定した場合においても、各層のサクシヨンの差による横方向への流れが一部で見られる結果となった。
- ・測定結果等を入力条件として、7月の側方排水量の再現を試みたが、側方排水量の再現はできなかった。この原因として、側方排水の観測では降雨に対して数時間程度で排水が観測されるが、土質試験では植生層の透水係数は $7 \times 10^{-2} \text{m/day}$ 程度であり、実際の覆土と土質試験等の透水係数や水分特性の乖離が懸念される。
- ・側方排水量は上流側の法面部で観測されているが、平面部からはほとんど観察されていないため、2次元解析を組み合わせたの比較は困難であったと考える。

今後の進め方

- ・廃泥たい積場の措置において、覆土構造を検討するうえで雨水浸透解析は必須である。しかし、廃砂たい積場では覆土内の浸透解析の結果は測定結果と全く合わなかった。
- ・今後、廃砂たい積場の覆土については3次元での解析が考えられるが、今回の土質試験結果を用いた解析では側方排水量の測定結果を表現できないと考えられる。そのため、今後の解析では単に数値合わせとならないように覆土・試験・解析の問題点を検討しながら、廃泥たい積場の覆土にも適用できるように解析を進めたい。
- ・覆土内の実際の流れを把握するために、覆土内の層に対して土壤水分計やその他の機器による観測方法を検討するとともに、覆土末端の構造による水の動きも把握できるように検討を行う。