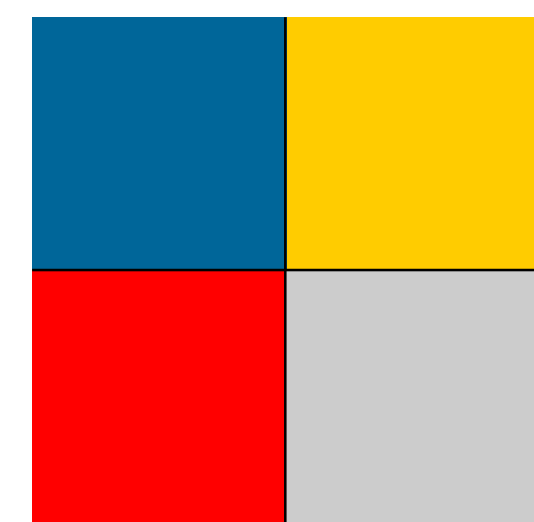
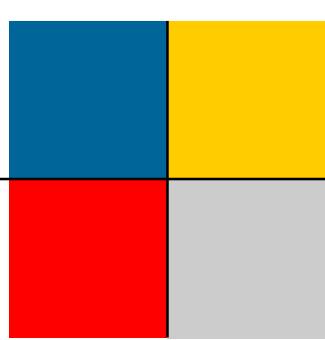




不飽和土/水連成問題における排水パイプの表現



河井 克之, 中島 晃司 (近畿大学)
赤木 悟 (京都大学大学院)
安富 懸一, 大高範寛 (日鉄建材株式会社)

概要

盛土や切土といった土構造物は、降雨や周辺地下水位の上昇によって外部から水が供給され、内部の含水状態が高まると、やがて浸潤線が上昇し、構造物の不安定化を招く。そのため、内部の浸潤線上昇を抑制するために排水工が設けられる。しかしながら、既存の構造物に排水工を設置するのは難しく、排水パイプは既設構造物に対して行える唯一の排水対策である。しかしながら、その効果を定量的に評価した事例は少ないため、適正な配置などを設計に取り入れることは困難である。本研究では、含水率が高く、過去に複数の崩壊歴のある鉄道盛土において、設置された排水パイプの効果を電気探査によって明らかにするとともに、不飽和土/水連成解析の枠組みの中で排水パイプを新たに導入した「浸透境界」として表現することで、排水パイプ工の設計手法の確立を目指した。その結果、盛土内の浸潤線を把握する手法として電気探査が有効であることが分かった。また、排水パイプを「浸透境界」として表現することの妥当性が示された。今後、電気探査の実施により既設盛土の浸潤線を同定し、それに応じた排水パイプの適切な施工方法を数値解析によって提案することが可能であると考える。

現場概況と電気探査測線

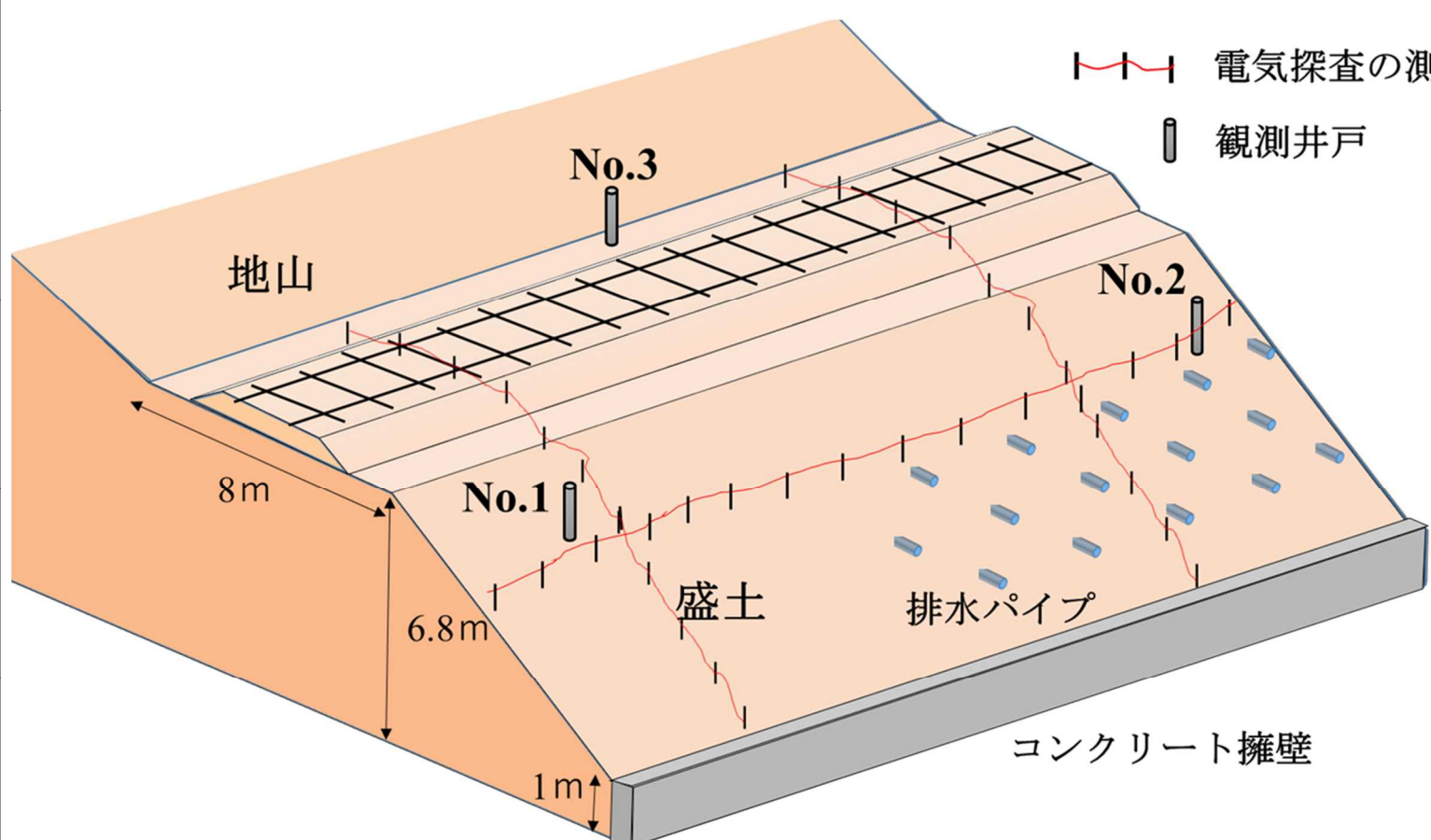
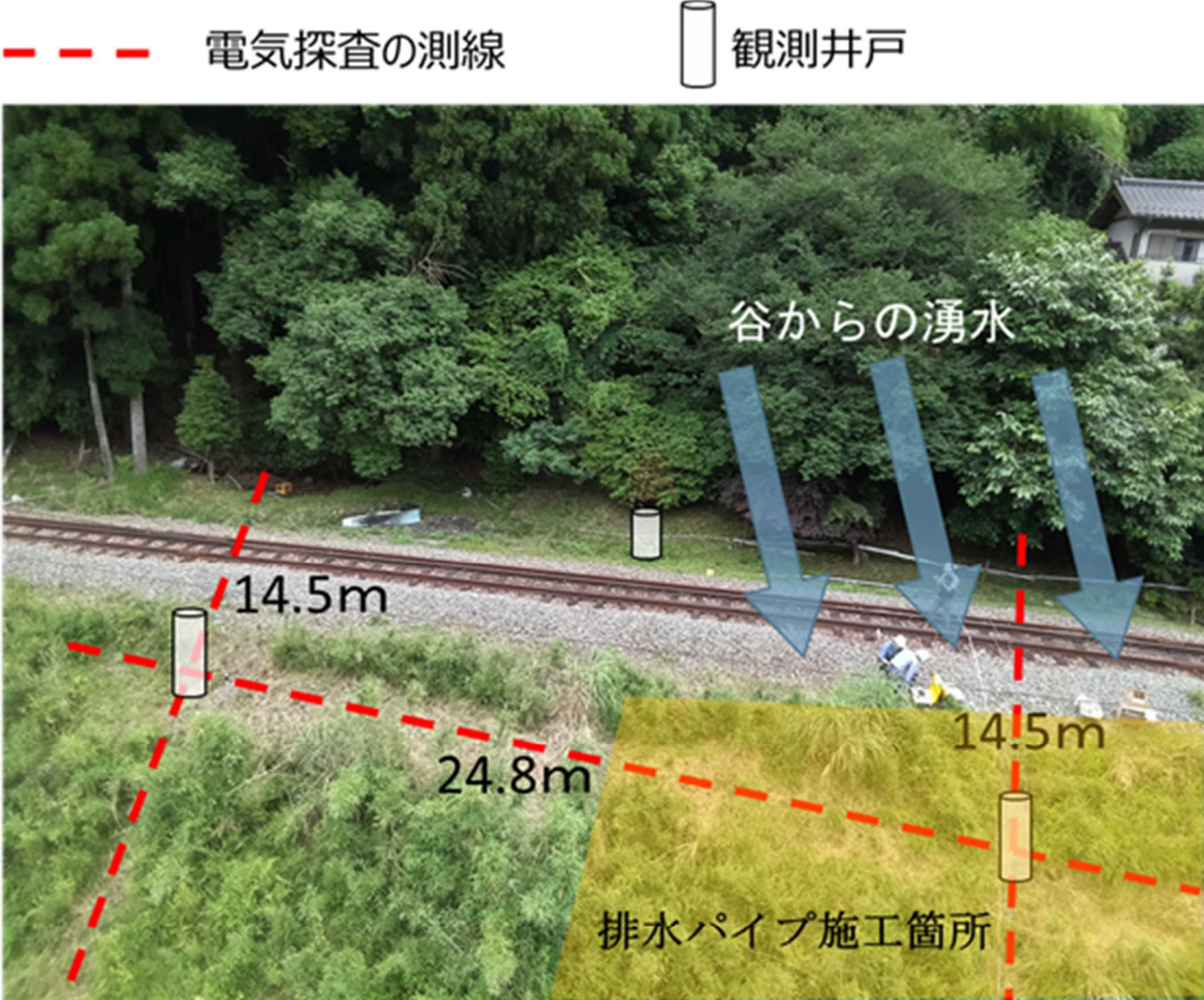


図-1 現場概略図

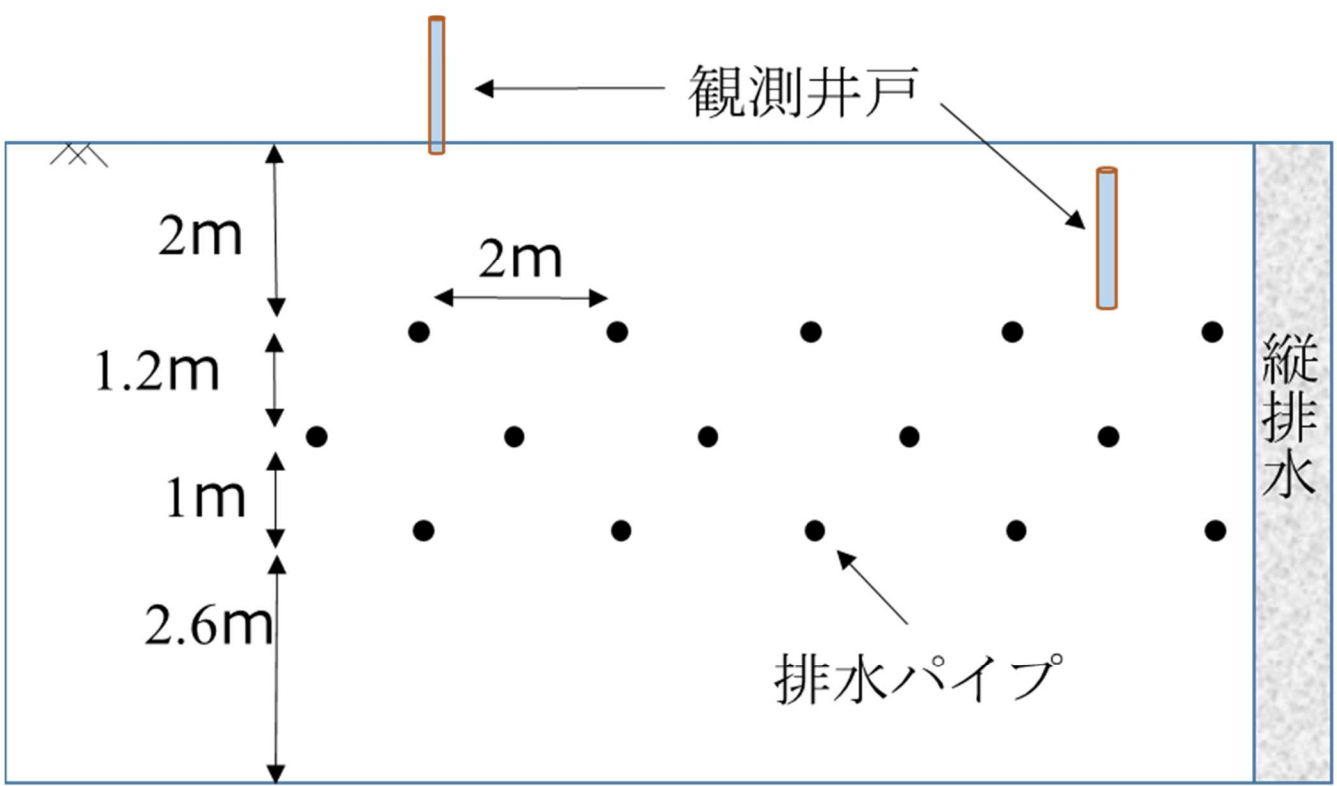


図-2 排水パイプ配置図

鉄道用腹付け盛土で、背後の山からの湧水があり、もともと地下水位が高く、過去に崩壊歴。排水パイプは1段あたり2m間隔で5本、3段で合計15本設置。排水パイプの打設長さは6m、2段ロッド式で最小直径4.9cm、最大直径7.6cm。現地には、感圧式の水位計が3か所設置。電気探査の探査測線は、排水パイプを設置していない盛土横断No.1、排水パイプ設置箇所の盛土横断No.2と、盛土縦断No.3。

電気探査結果

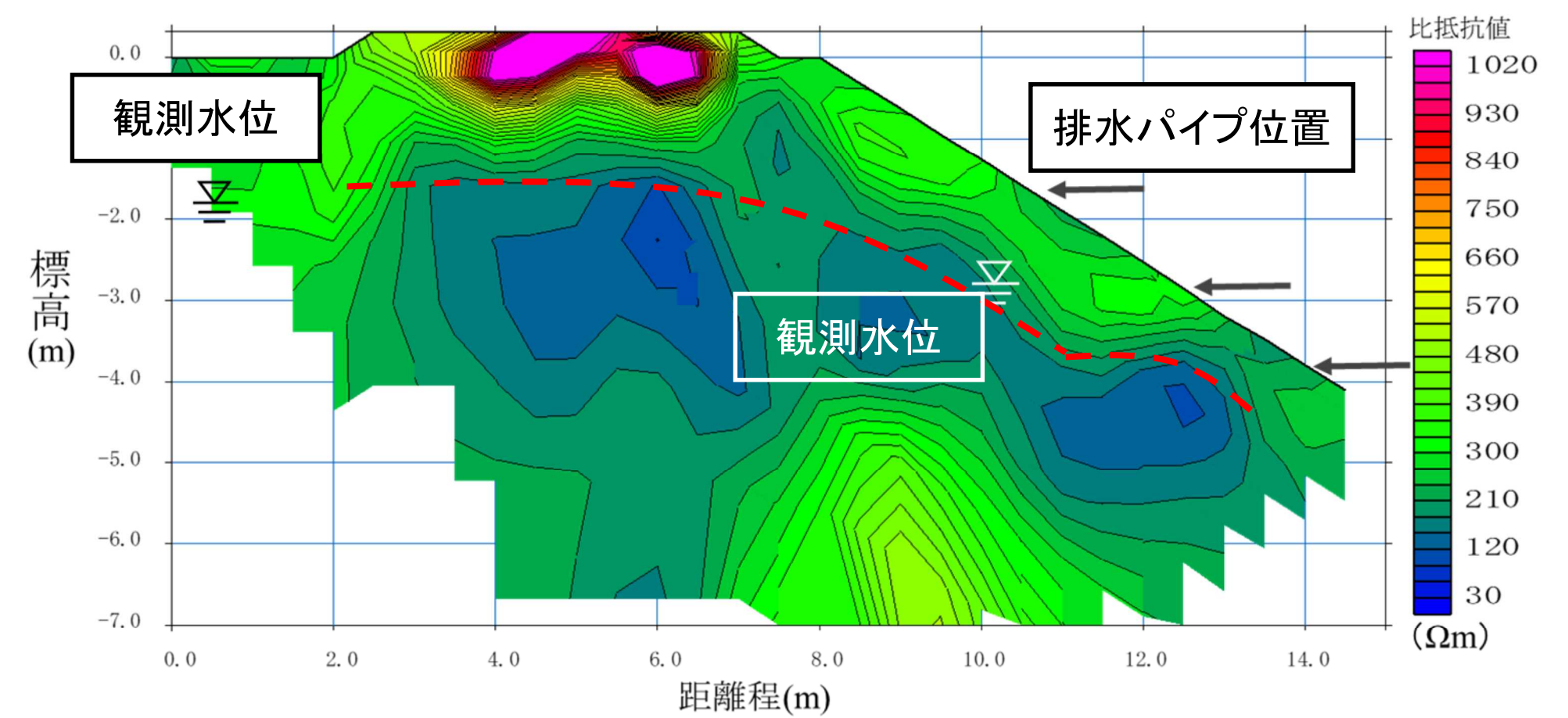


図-3 電気比抵抗分布(No.2)



写真-3 排水パイプ出口(左:上段, 中:中段, 右:下段)

探査日: 2019年12月27日

降水状況: 当日は晴天。前々日に8mm, 前日に14.5mm

電気探査から得られる電気比抵抗は土質や土壌水の含有イオンの影響を受けるが、同じ土質条件ならば含水率が支配的要因となる。観測水位を基準とすると電気比抵抗200 Ω m近辺が浸潤線を表していると考えられる。また、当日、下段からは常時排水が見られたが、上段、中段からの排水は収まっていたことを考えると、図-4赤破線で示す浸潤線が推定され、探査時点では下段排水パイプのみ機能しているといえる。

浸透解析

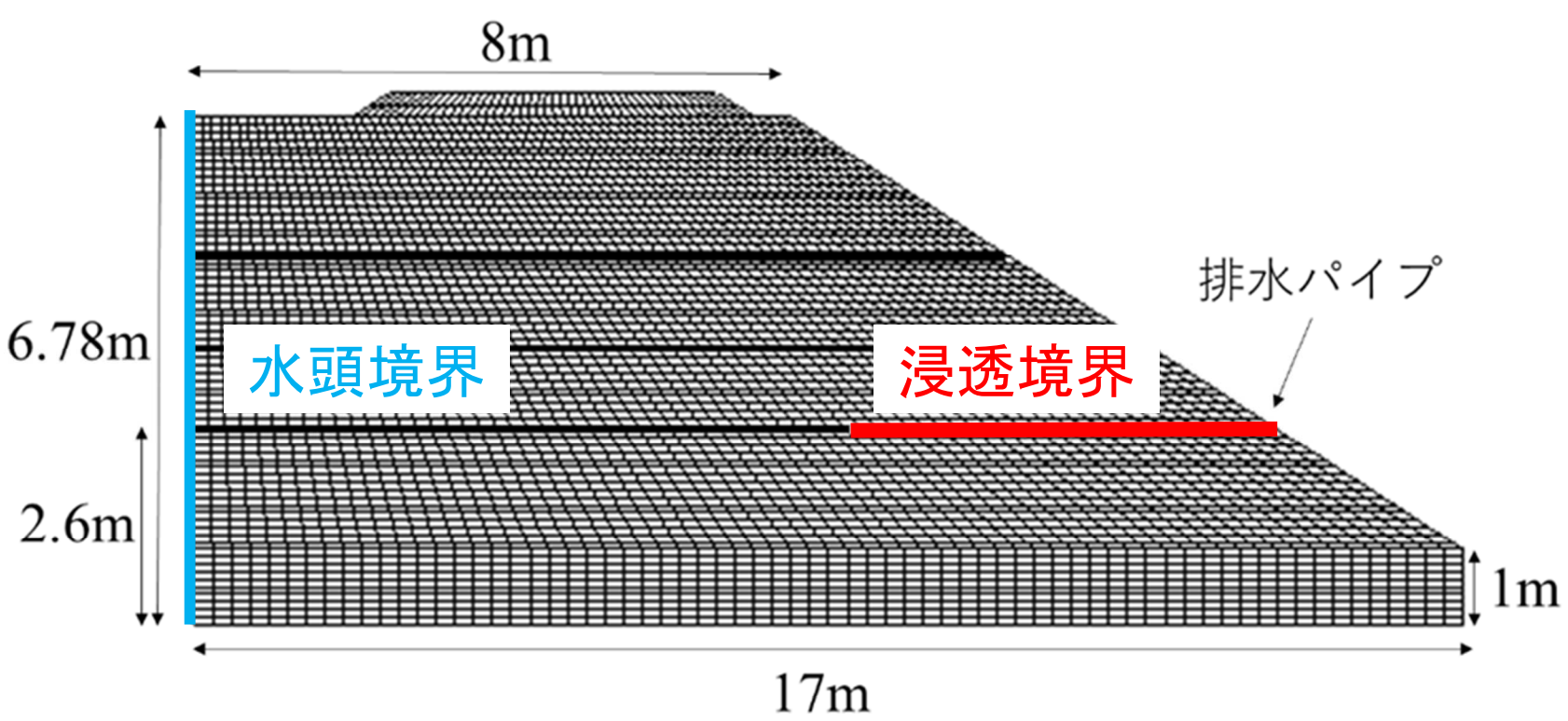


図-4 解析メッシュ(盛土横断面)

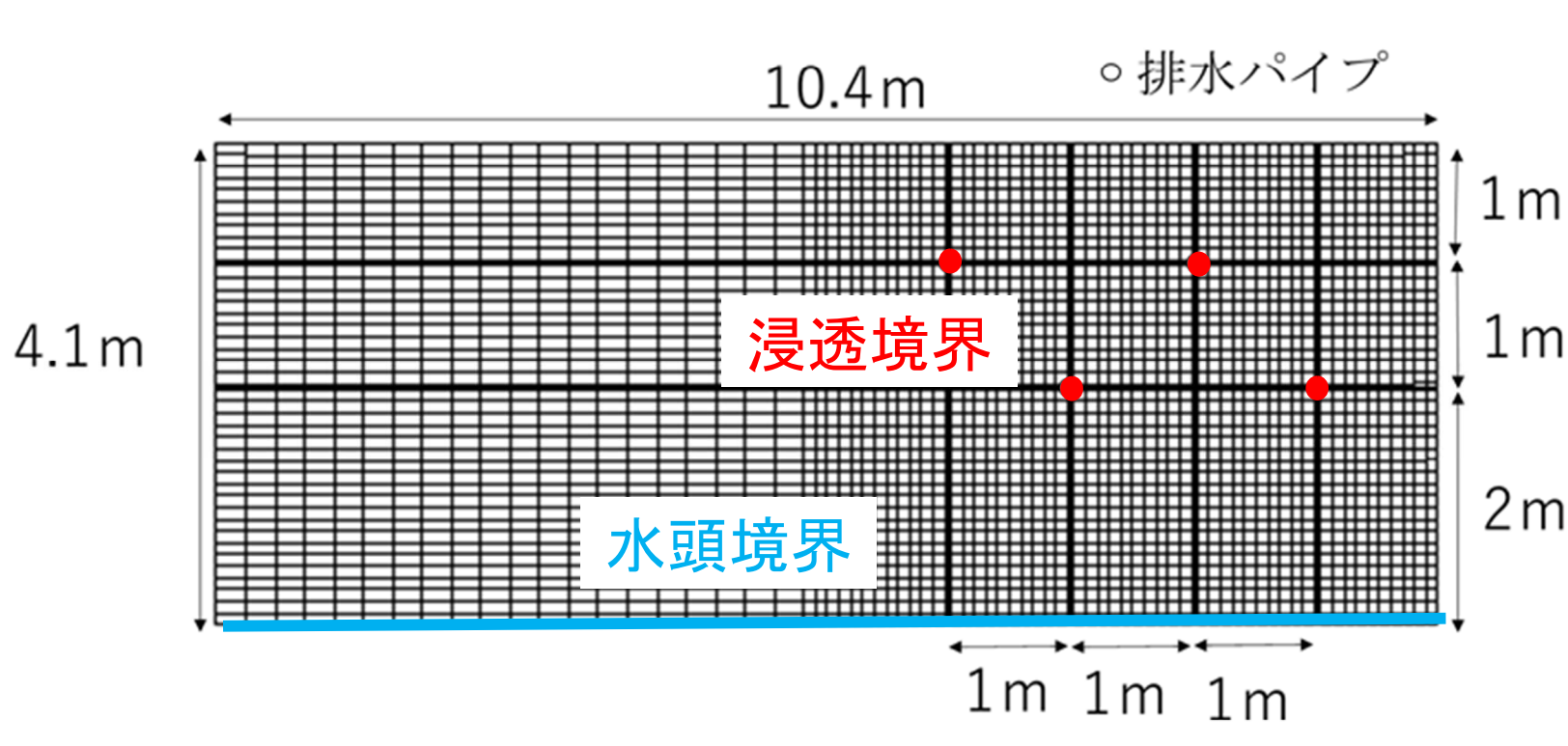


図-5 解析メッシュ(盛土縦断面)

表-1 解析入力定数 (単位:m, day)

λ	κ	M	ν'	m	k_x	k_{ax}
0.087	0.009	1.375	0.33	0.6	5.02	502
e_i	a	n	n_E	S_{r0}	k_y	k_{ay}
0.841	10.0	1.0	0.0366	0.430	2.51	251

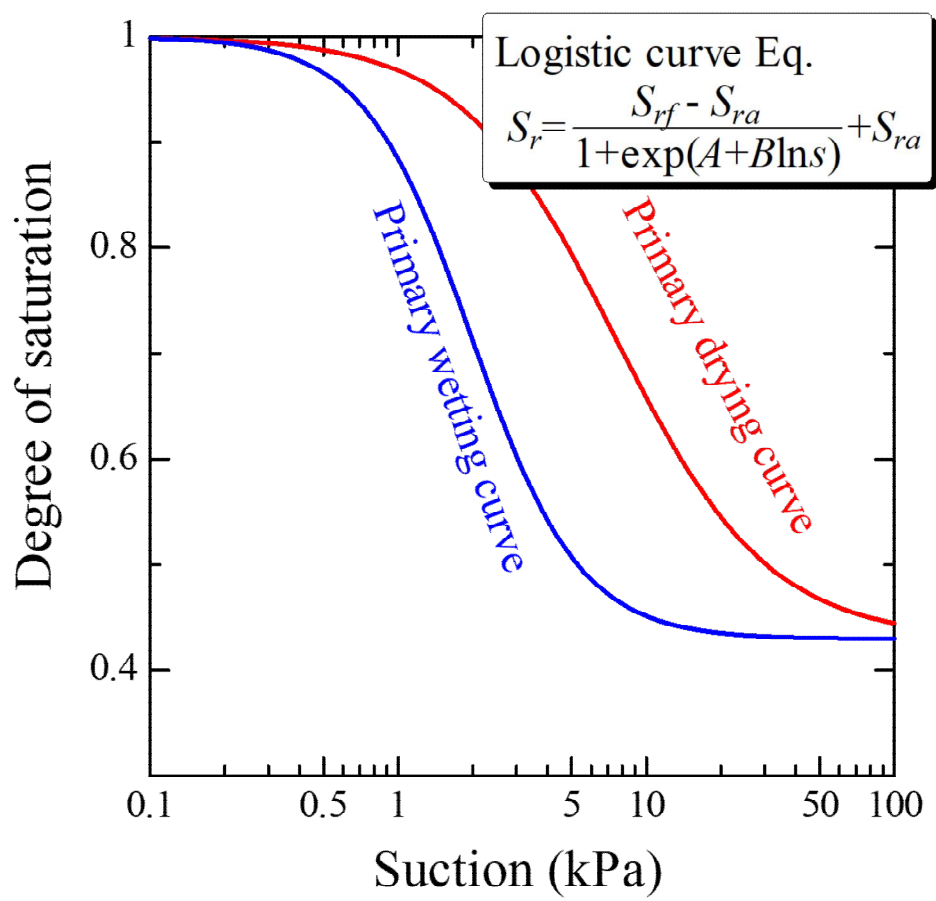


図-6 水分特性曲線

解析コード: 土/水/空気連成解析DACSAR-MP

解析方法: 過去の水位計データをもとに、横断解析では領域左端、縦断解析では下端に水頭境界を与えた。排水パイプ部分は、水圧がゼロを上回る時にはゼロ水圧境界とし、それゼロ以下では境界条件をキャンセルする「浸透境界」。

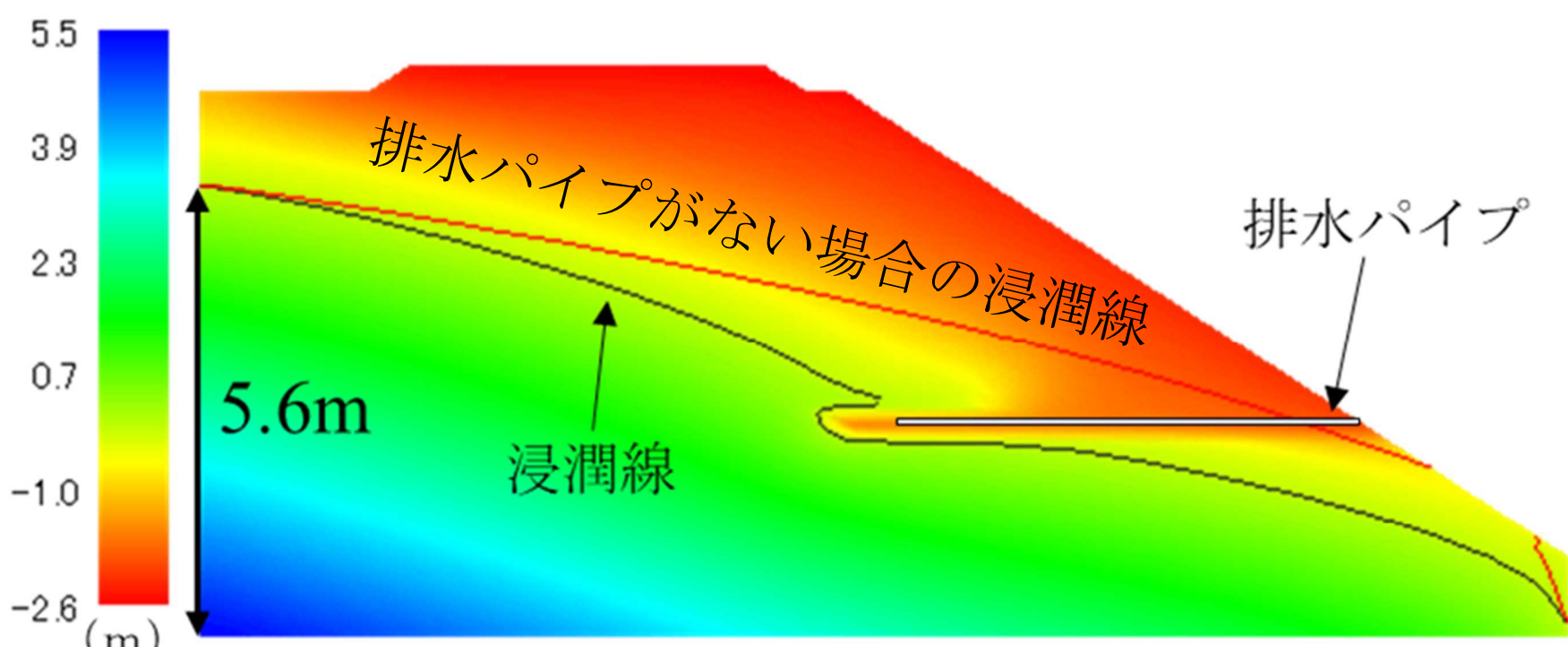


図-7 横断解析結果圧力水頭

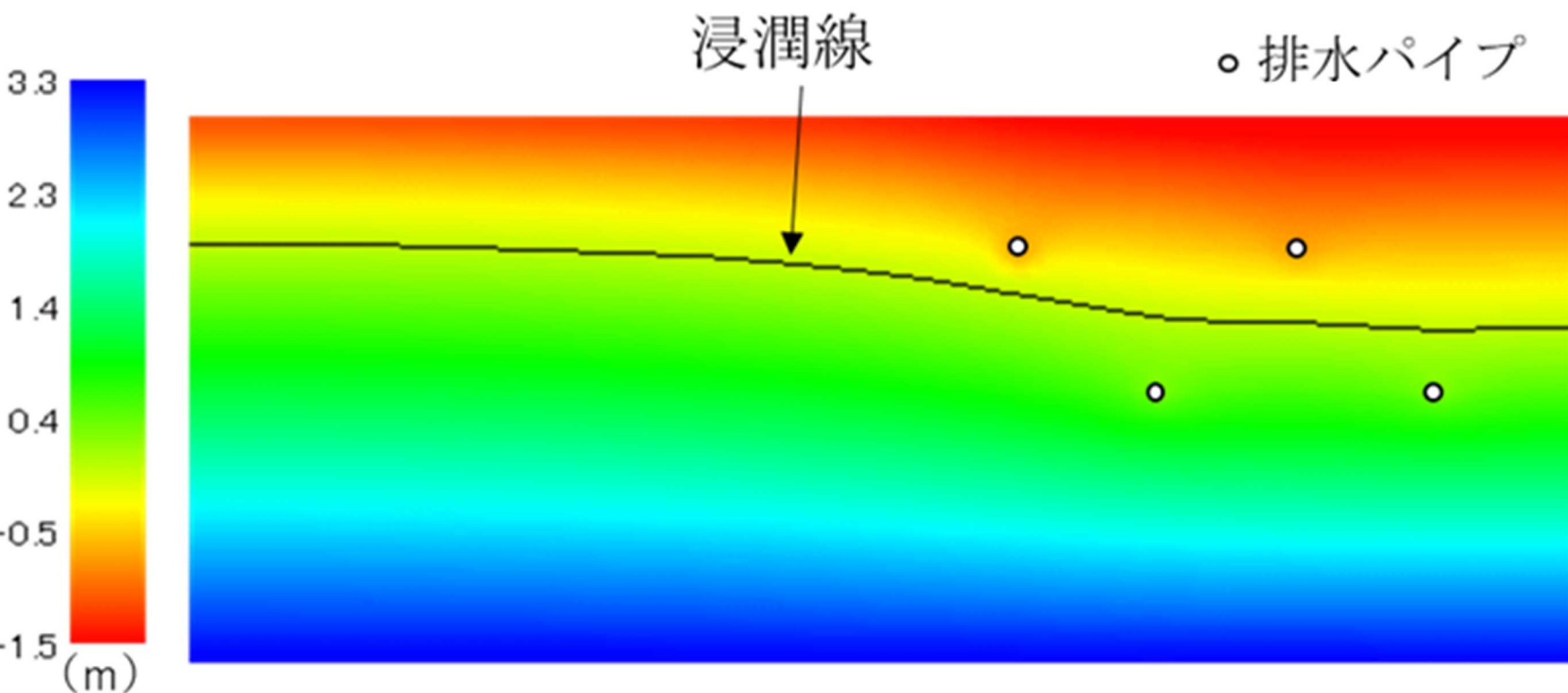


図-8 縦断解析結果圧力水頭

排水パイプを浸透境界として表すことで、電気探査より得られた浸潤線形状を表現することができた。また、排水パイプを設置したことによる浸潤線を低下させる効果を定量的に表現することができた。縦断解析より、排水パイプの影響範囲を知ることができた。設計段階での排水パイプの適正配置などを検討できるようになると考える。

