

遮水材を含む土の 凍結・凍上について

土壌圏システム学教育研究分野

517331 榊原愛弓

地盤強化・遮水のための様々な地盤改良工法

①地盤凍結工法



②薬液注入工法



地上

遮水材を含む土の凍結

凍土壁

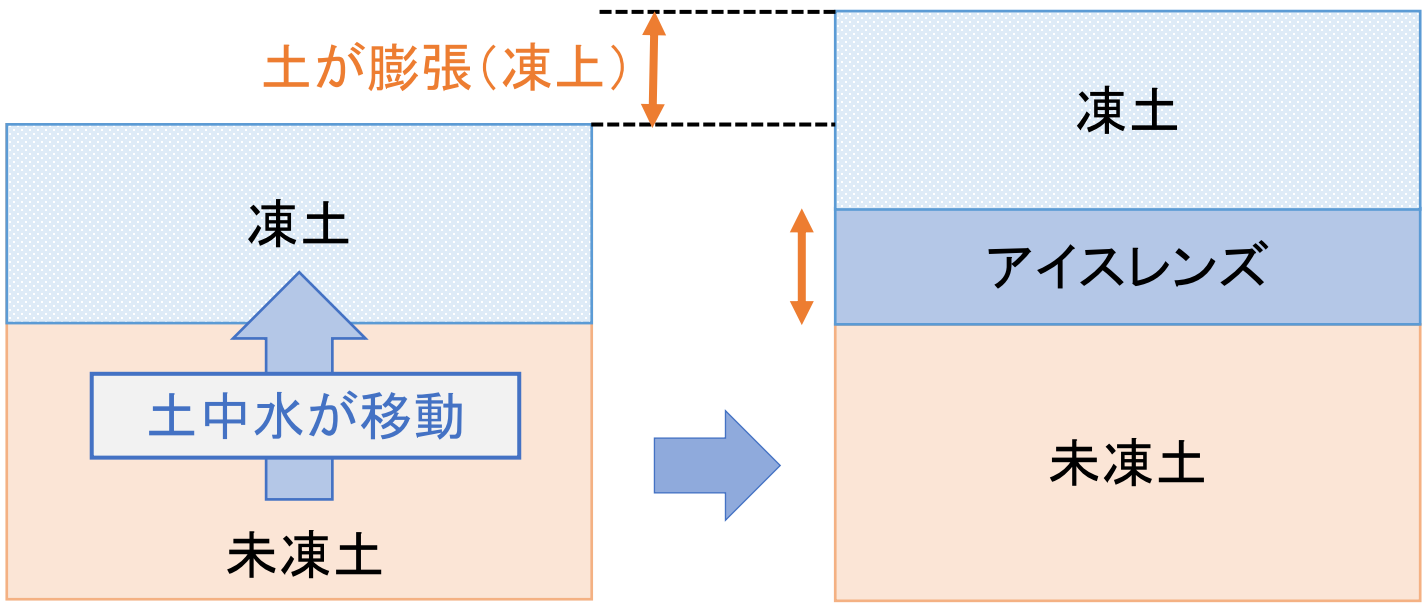
遮水材
(固化材)

地下

地下トンネル工事



地盤凍結工法の課題（凍上現象）



<凍上速度 V を予測するモデル>

SPモデル : $V = SP \frac{dT}{dz}$ $\frac{dT}{dz}$: 凍結面の温度勾配

高志の理論 : $V = B_1 U + B_2 \sqrt{U}$ U : 凍結速度

土固有の定数

目的

地盤凍結工法

土を凍結させる



薬液注入工法

遮水材を
土に混合する

➡ 遮水材を含む土の凍上について知りたい！

- 遮水材の混合によって、どの程度凍上が抑制されるのか。
- 凍上モデル(SP, B_1, B_2)を遮水材の混合率で表せないか。

試料と方法

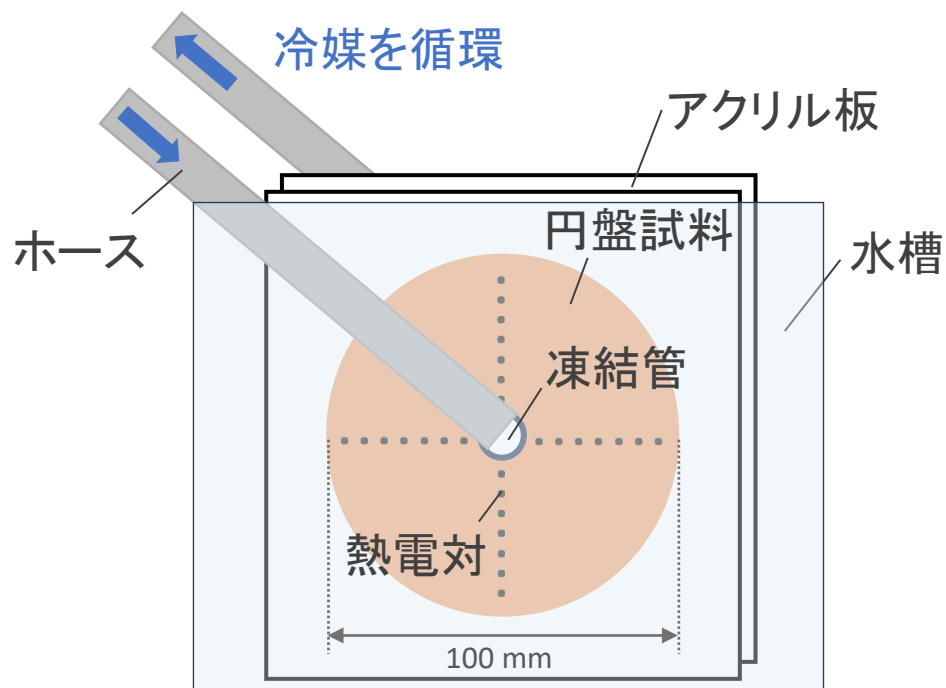
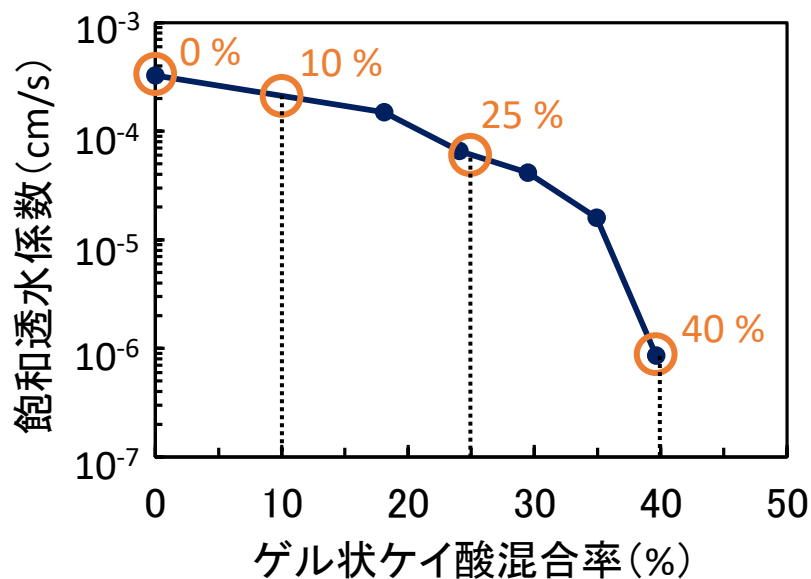
<土試料> 藤森シルト

<遮水材> ゲル状ケイ酸
(水ガラス+希塩酸)

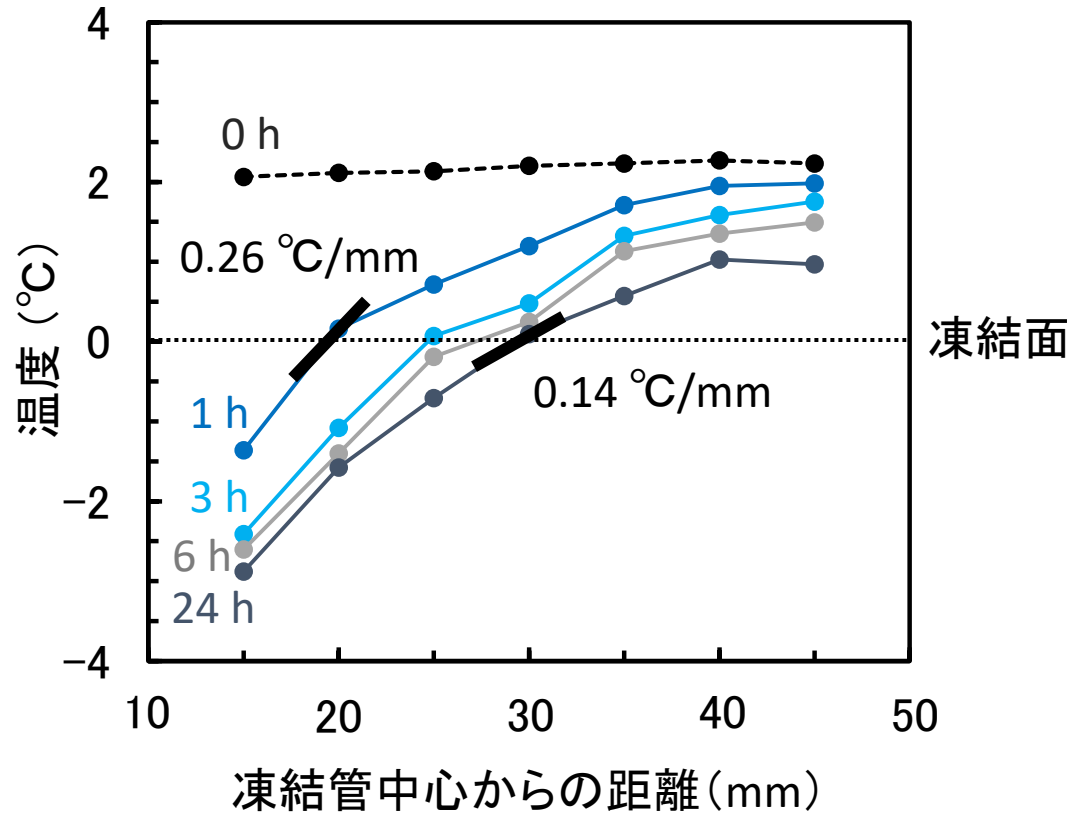
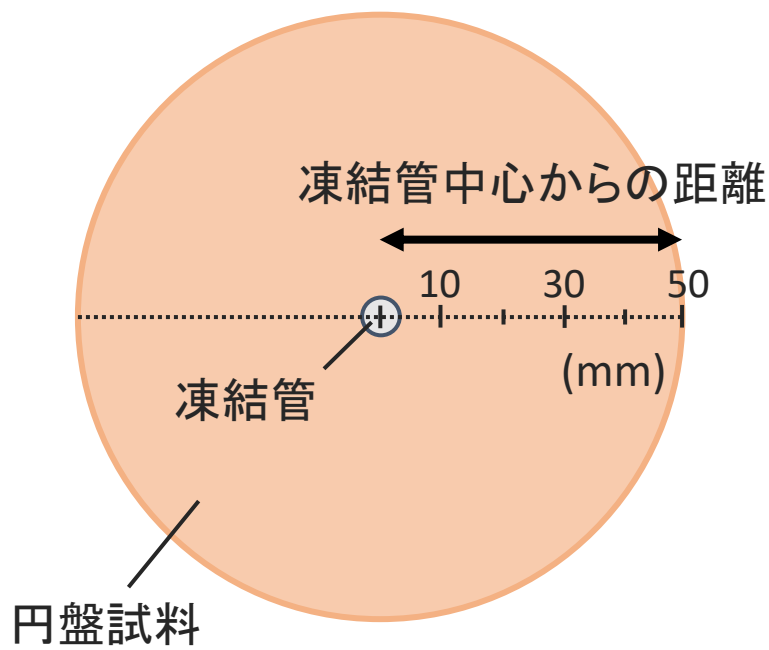
土粒子間隙にゲル状ケイ酸を
0%, 10%, 25%, 40%含む
(ゲル状ケイ酸混合率)
4種類の円盤試料を用意

<場 所> 低温室(2 °C)

<温 度> 初期温度: 2 °C
凍結温度: -5 °C

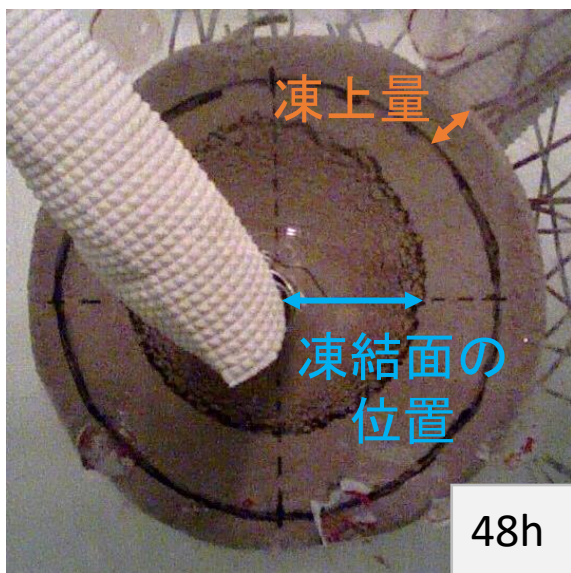
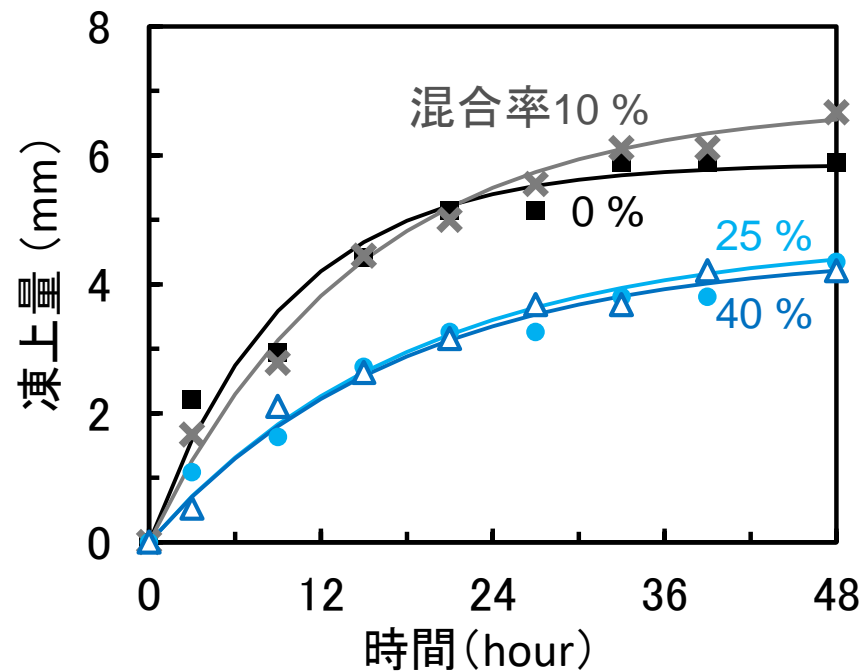
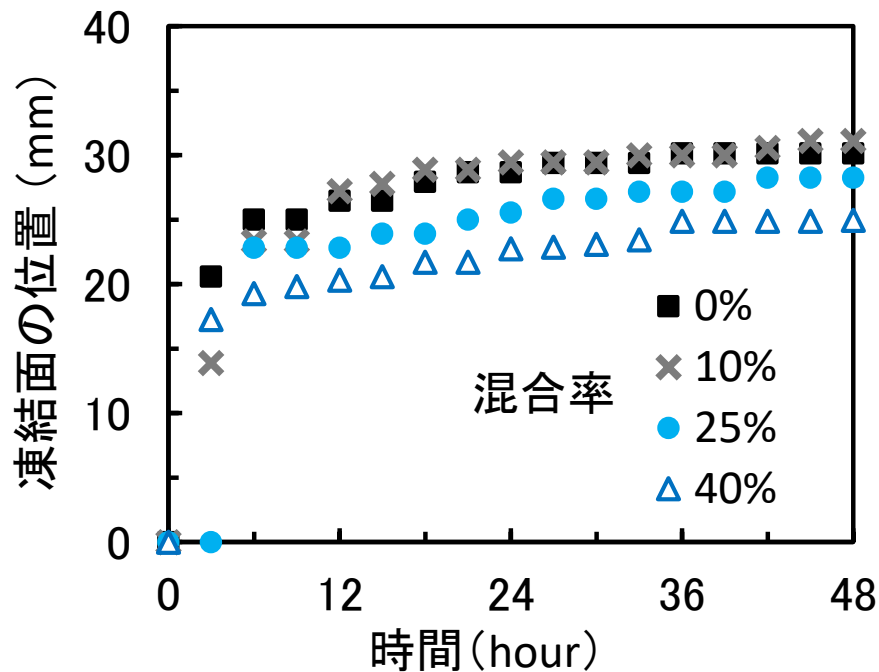


試料の温度分布(ゲル状ケイ酸混合率 0%の例)



- 凍結管近くの温度が急激に低下。
- 時間が経つにつれ、凍結面の温度勾配は緩やかになった。

凍結面の位置・凍上量



- ・ゲル状ケイ酸混合率が高い試料ほど、凍結面が進行しにくい。
- ・ゲル状ケイ酸混合率が高い試料では、凍上量が半分近く抑制された。

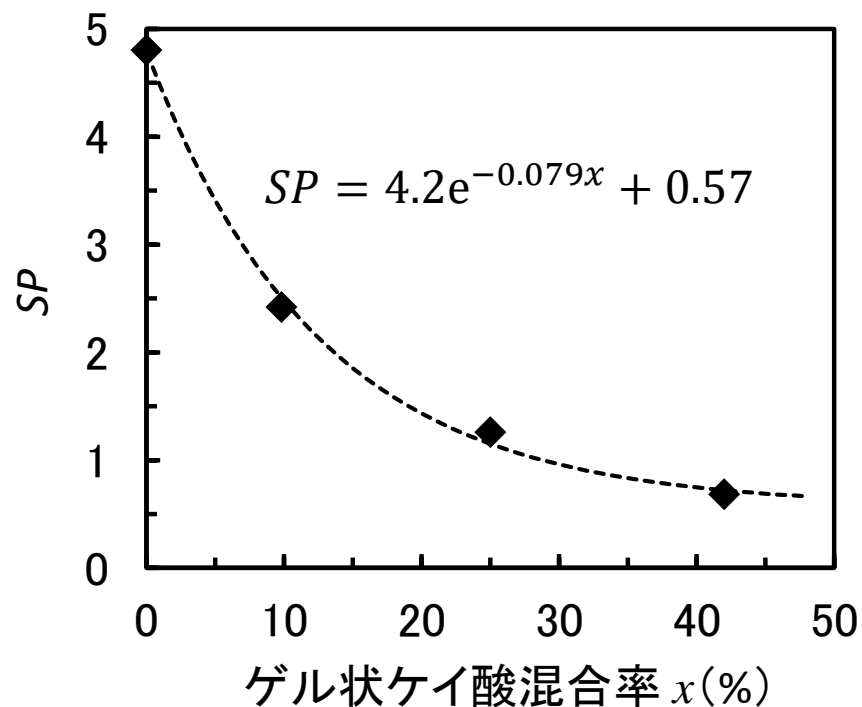
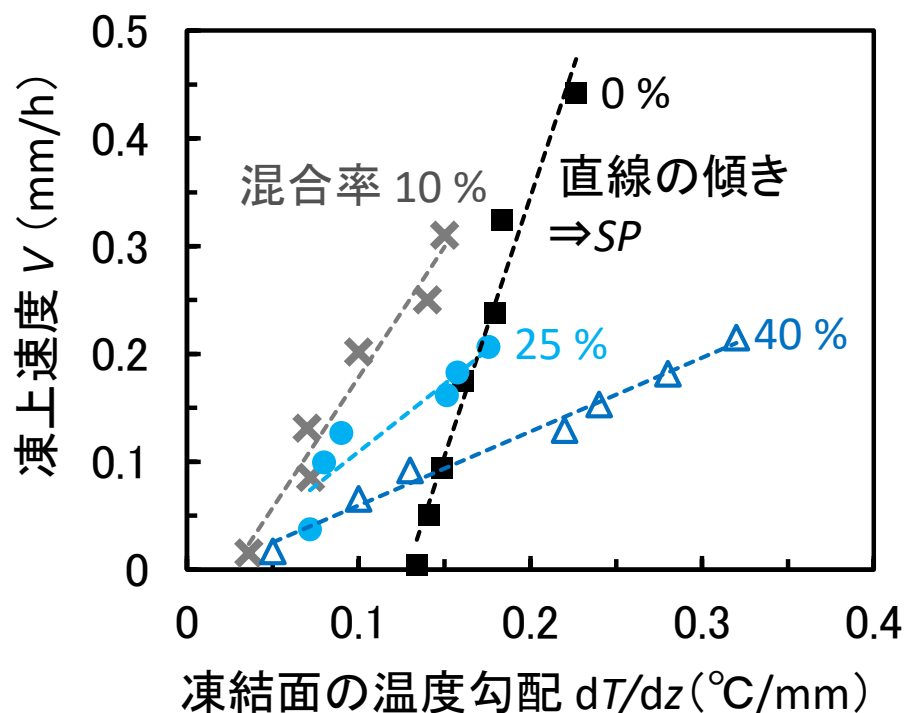
凍上モデルの適用 (SPモデル)

$$SP\text{モデル} : V = SP \frac{dT}{dz}$$

V : 凍上速度

SP : 土固有の定数 (氷晶析出能)

$\frac{dT}{dz}$: 凍結面の温度勾配



どの試料でも
比例関係を確認できた。

SP をゲル状ケイ酸混合率 x の
関数として表せた。

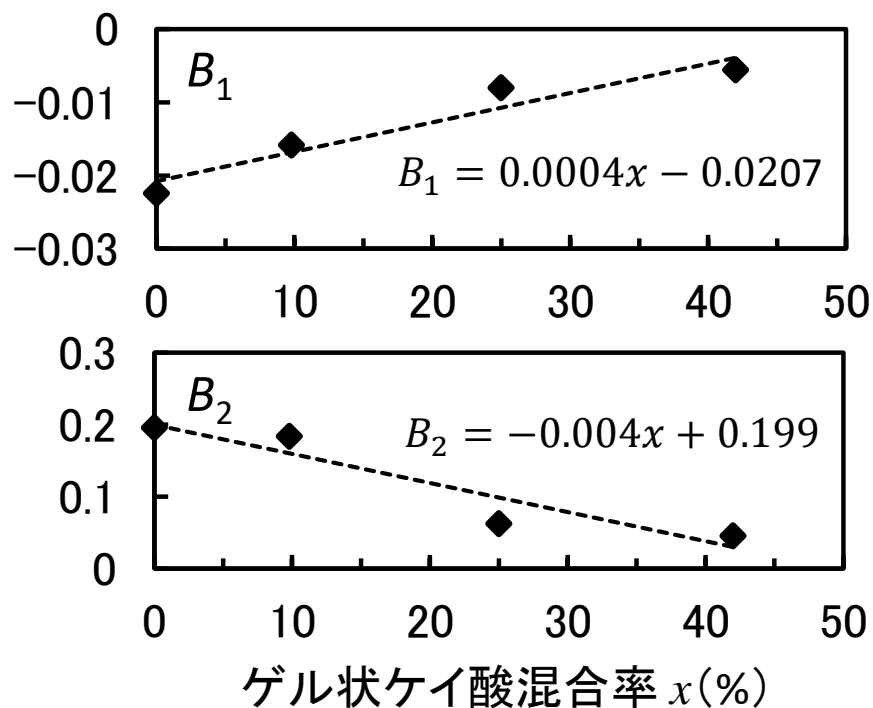
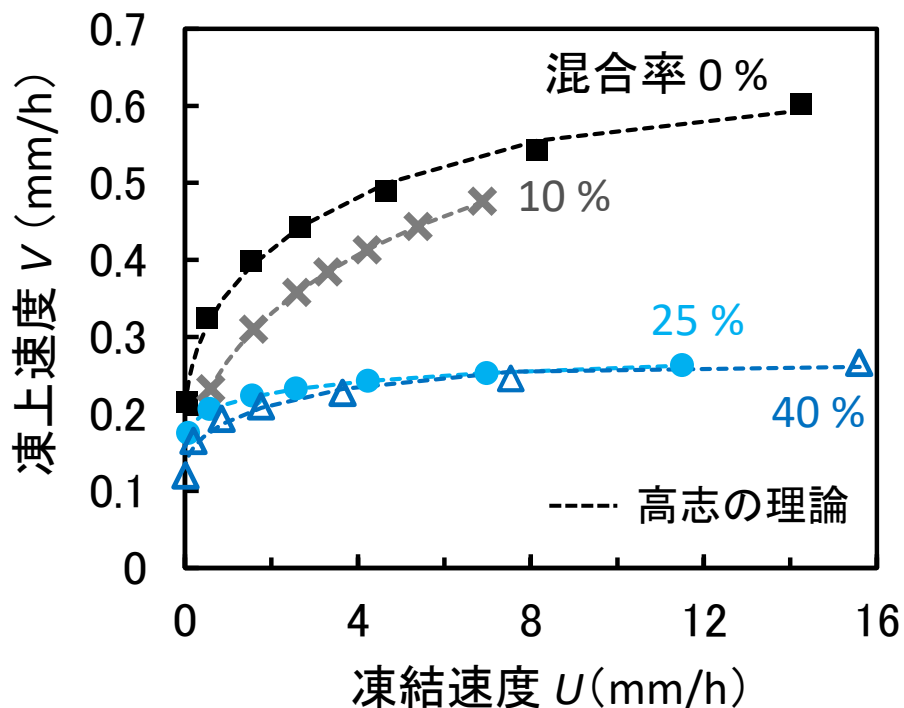
凍上モデルの適用(高志の理論)

高志の理論 : $V = B_1 U + B_2 \sqrt{U}$

V : 凍上速度

B_1, B_2 : 土固有の定数

U : 凍結速度



高志の理論で
フィッティング

B_1, B_2 をゲル状ケイ酸混合率 x の
関数として表せた。

まとめ

目的

遮水材を含む土の凍上について明らかにする。

- 遮水材（ゲル状ケイ酸）の混合により、**凍上量**が半分近く**抑制**された。
- 凍上モデルの定数（ SP, B_1, B_2 ）を**遮水材の混合率 x の関数**として表せた。

<SPモデル> $SP = 4.2e^{-0.079x} + 0.57$

<高志の理論> $B_1 = 0.0004x - 0.0207$
 $B_2 = -0.004x + 0.199$

