

III-261

円板凍土とモルタル板との間の凍着引張強度に関する室内実験（II）

塩分含有の影響

（株） 精 研 正 小林 進
 “ “ 山本 英夫
 “ “ 伊豆田久雄
 “ “ 生頼 孝博

1. はじめに

間隙水中に塩分が含まれる場合、一般に凍土の強度（一軸圧縮強度、曲げ強度等）は、塩分濃度の増加に伴い低下する傾向を示す。凍着引張強度も塩分含有の影響を強く受けるものと考えられ、模型実験を行い塩分含有凍土とモルタル板との凍着引張強度を求めた。実験には粘土凍土と、砂質地盤でも細粒分を含むことが多くある為砂に粘土を混合した砂質凍土を用いた。

2. 実験方法

実験装置ならびに実験方法は前回報告¹⁾と同様である。供試体を凍着させた穴あきのモルタル円板を円筒の支持台に載せ、低温室内に設置した装置により、穴あき部分の凍土に一定変位速度でピストンを押し込む方法で凍着部分に引張応力を生じさせた（図-1）。試料土は、藤の森青粘土及び豊浦標準砂と藤の森青粘土を混合した砂質土である。試料土の粒径分布を図-2に示す。粘土混入率Cは、全炉乾土に対する炉乾粘土の重量比である。塩分濃度Sは、間隙水に対するNaClの重量比である。凍着引張強度 σ_{ad} は、剥離時の最大荷重を凍土とモルタル円板との凍着面積で除して求めた平均値である。

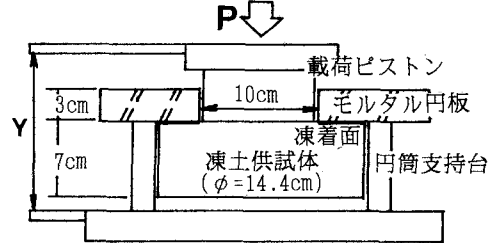


図-1 実験装置模式図

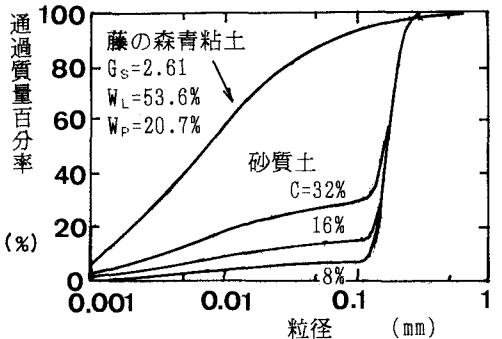


図-2 試料土の粒径分布（C：粘土混入率）

3. 実験結果

1) 塩分含有粘土凍土の温度の影響 塩分含有粘土凍土の σ_{ad} と温度の関係を図-3に示す。図中塩分なしの粘土凍土の σ_{ad} を破線で示す。塩分なし凍土では、 -15°C より高い温度では、温度の低下に伴い増加の傾向を示すが、本実験のように脆性破壊を起こす場合には、それ以下の温度では、逆に低下する傾向を示した。しかし塩分を含有した場合は、今回の試験温度範囲においては、 $S \geq 2\%$ では温度の低下に伴い単調な増加傾向を

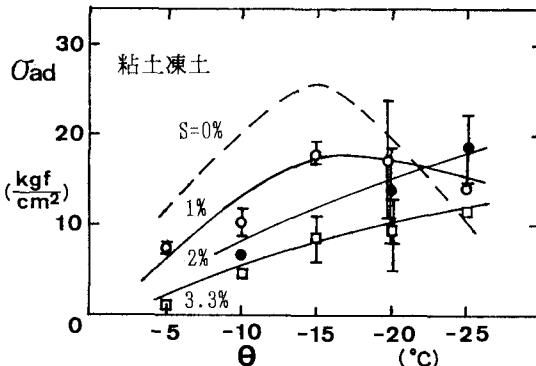


図-3 粘土凍土の凍着引張強度と温度の関係

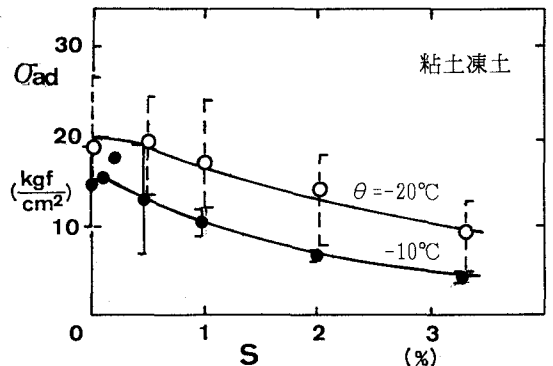


図-4 粘土凍土の凍着引張強度と塩分濃度の関係

示している。

2) 塩分含有粘土凍土の塩分濃度の影響 試験温度 $\theta = -10^\circ\text{C}$ 及び -20°C における塩分含有粘土凍土の σ_{ad} と塩分濃度の関係を図-4に示す。両試験温度とも塩分濃度の増加に伴い、強度は単調な減少傾向を示している。

3) 塩分含有砂質凍土の凍着引張強度 粘土混入率 C の異なる塩分濃度 $S = 1\%$ での砂質凍土の σ_{ad} を図-5に示す。塩分を含有した砂質凍土の場合、試験温度 -10°C では最初粘土分の増加に伴い σ_{ad} は増加していくが、 $C > 16\%$ でほぼ一定の値をとる。試験温度を -20°C にした場合は、 σ_{ad} は -10°C に比べ大きな値となるが、粘土混入率の影響は同様である。一方塩分を含まない場合は、粘土混入による影響は少ない。このような粘土分混入の塩分含有凍土の強度への影響は曲げ強度と同様な傾向を示している²⁾。

4. 考察

今回の実験状態でのモルタル円板と凍土の凍着面近傍の応力及び変位の状態を調べる為、FEMで解析した。モルタル円板のヤング率 $E_m = 3.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu_m = 0.15$ を一定にし、凍土の変形係数 E_s をかえた場合の凍着面近傍の変位及び応力を図-6に示す。凍土の E_s が小さい場合には、凍土のたわみが大きくモルタル円板と凍土の内縁で大きな応力が発生する（図-6a）。凍土の E_s が増加するとモルタル円板のたわみが大きくモルタル円板と凍土の外縁で大きな応力が発生するようになる（図-6b）。この時の凍土の内縁、及び外縁にかかる引張応力と凍土の E_s との関係を図-7に示す。図中の応力は荷重面に $P = 10 \text{ kgf/cm}^2$ の等分布荷重をかけた時に得られる引張応力であり、実験においてこの荷重で剥離した場合の凍着引張強度は、 $\sigma_{ad} = 9.2 \text{ kgf/cm}^2$ としている。一方、凍着面にかかる最大引張応力で剥離が進行すると仮定すると、最大凍着引張強度は求められた値よりも大きくなる可能性がある。また凍土の温度が高くなったり、塩分濃度が大きくなると凍土の E_s が小さくなるので、この傾向はさらに顕著になるものと考えられる。

参考文献

- 1) 小林他，円板凍土とモルタル円板との間の凍着引張強度に関する室内実験，土木学会年次講演会 III-329, p982-983, 1987
- 2) 伊豆田他，塩分を含む粘土混じり砂凍土の曲げ強度，昭和61年度雪氷学会講演予稿集，p232, 1986

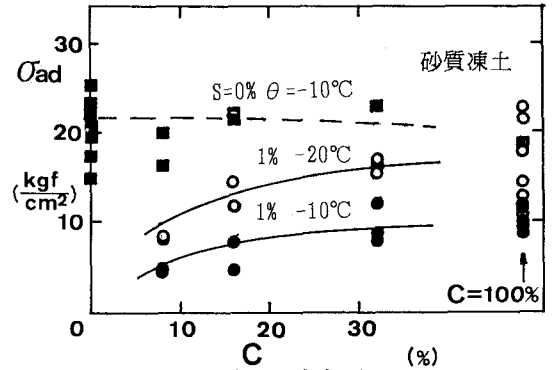


図-5 砂質土の凍着引張強度 σ_{ad}

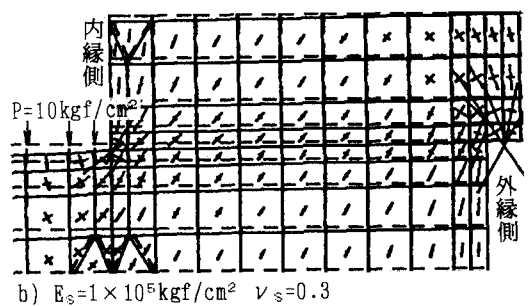
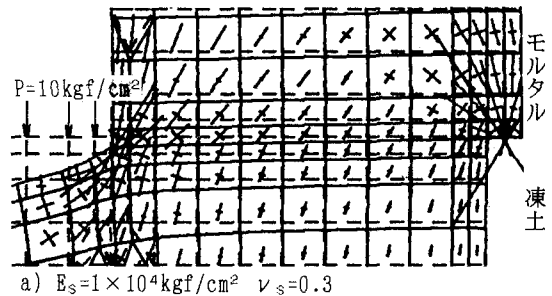


図-6 凍着面近傍の変位・応力分布

(FEM解析結果，応力は主応力を表す)

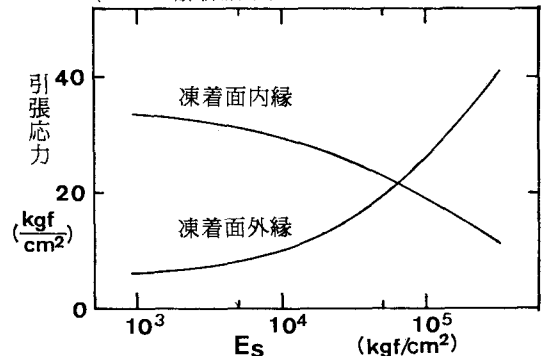


図-7 応力と凍土の変形係数 E_s の関係

(FEM解析結果)