

(Ⅲ-57) 注入材による固結砂の凍結融解特性

東洋大学工学部 学生 小岩井 充○

同 上 正会員 加賀 宗彦

同 上 学生 佐枝 俊之

1、はじめに

地盤を強制的に凍結して地盤の止水性と強度を高める凍結工法は信頼性が高いので大規模な大深度地下工事や海底トンネル工事などに利用される。しかし、この凍結工法は、地下水の流速が2m/day以下でない、冷却熱の拡散で凍結領域の成長が阻止されるため成功しない。このため地下流速が速い場所で凍結工法を成功させるためには、注入工法などを併用して透水係数を小さくする必要がある。しかし、注入工法を併用した地盤の凍結融解に関する研究はほとんどない。

本研究は、これらの一端を調べるため、注入された地盤が凍結融解によって地盤沈下にどのような影響があるかを検討してみた。

実験は凍結試料を圧密試験器にセットし、解凍させながら沈下量を測定した。その結果、高強度注入材によって改良された供試体は、水で飽和させた供試体に比べ凍結融解による沈下量が少なかった。従って、高強度の注入材の使用によって凍結融解による沈下量を阻止できることがわかった。

だが、今回の実験は、緒についたばかりで、また常温実験室で実験を行ったため圧密試験器に試料を設定するまでの時間の差異で初期沈下量が異なり正確な値を得られない懸念もある。ただし、最終沈下量は完全解凍沈下量なので正しい値と考えられる。

2、実験材料と実験方法

1)砂:使用した砂は豊浦標準砂である。物性及び密度は表-1に示す。

表 1							
比 重	e max	e min	Dr	0.4	0.6	0.8	
2.667	0.950	0.660	g/cm ³	1.465	1.500	1.554	

2)注入材:有機系水ガラス注入材(A;高強度注入材、B;低強度注入材)、酸性シリカゾル系水ガラス注入材(C)、コロイダルゾル系注入材(D)の4種類、及び蒸留水によって飽和された供試体の5種類によって比較した。(以下注入材A、B、C、D、と呼ぶ)

3)供試体:6cm×2cmの圧密リングに注入材を入れ砂を流しながら打撃法によって作成した。比較のため注入材の代わりに蒸留水を用いて供試体を作成した。養生は、室温20℃で1日、その後-20℃で1日、計2日養生した。

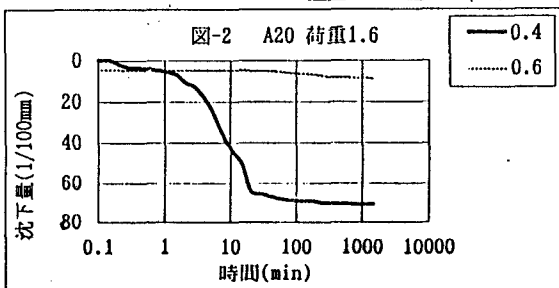
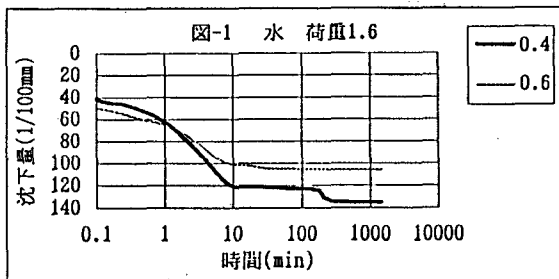
4)圧密試験:準備、設定はJISに準じているが荷重の載荷のしかたは、軽量の荷重から段階ごとに載荷していくのではなく、各凍結圧密試料に0.1、0.4、1.6、6.4、12.8(kg/cm²)を1日載荷した。

3、実験結果及び考察

一軸圧縮試験の結果(☆1)から、今回使用した4種類の薬液の強度を高い順に並べると

注入材A > 注入材D > 注入材C > 注入材

となり、最も強い注入材Aのホモゲルによる qu は10kgf/cmで最も強度の小さい注入材Bの qu は0.05kgf/cmである。次に示すグラフ(図-1、図-2)は、薬液Aと蒸留水による供試体の沈下量と圧密経過時間の関係を示すグラフで、 $Dr=0.4, 0.6$ 、荷重は1.6kgである。この二つのグラフによると、15分間程の間に大きく沈下している点と、注入材Aの方が蒸留水による供試体よりも沈下量が少ないということが読み取れる。先に述べた大きな沈下の原因は、凍結供試体が融解し液体化していくためと考えられる。 $Dr0.4$ と $Dr0.6$ とは間隙水の少ない0.6の方が沈下量が小さい。薬液Aの $Dr0.6$ は極端に沈下していないが他の荷重に関して沈下量は少なかった。



次に、図-3、図-4において各注入材による解凍沈下率と荷重の関係について検討してみる

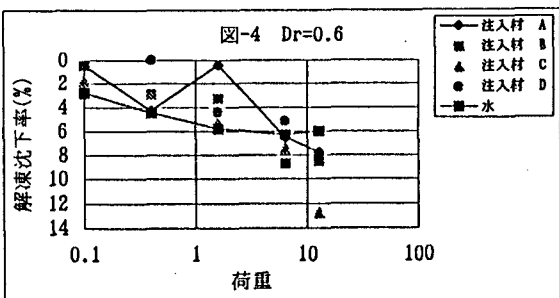
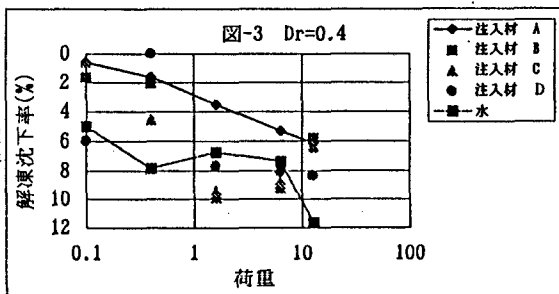
$$hs = \rho_d \cdot V / (Gs \cdot A)$$

$$\Delta e = \Delta h / hs$$

$$SF = \Delta e / (e_0 + 1)$$

hs ; 土粒子の高さ
 ρ_d ; 乾燥密度
 V ; 圧密リングの体積
 A ; 圧密リングの内径
 Gs ; 比重
 Δh ; 沈下量
 e_0 ; 初期間隙比
 SF ; 解凍沈下量

。蒸留水による供試体と注入材Aについては、線を引き、他の注入材については記号のみ示した。このグラフを見ると、注入材の解凍沈下率は、蒸留水の解凍沈下率に比べて上方に分布している傾向がある。これは、注入材が解凍沈下率を低下させた効果といえる。この中でも注入材Aの効果は、他の注入材より顕著に表れている。これは、注入材Aが最も強度が大きいと考えられる。他の注入材C、Dは、文献で報告されているように、強度は経過時間と共に増加するタイプの注入材であるため一日養生期間ではまだ効果過程にあり完全に効果していない。このために注入材C、Dの効果があり見えなかった。仮に注入材C、Dの養生期間を延ばした場合、供試体はもっと硬化し沈下量は小さくなるものと推定できる。注入材Bについては凍結融解によって強度が低下したために効果がえられなかった。



4、結論

高強度注入材によって注入された地盤が凍結融解によって受ける影響は注入されない地盤よりもすくない。

備考
(☆)

加賀、森：薬液注入におけるゲル化した注入材の安定と固結砂強度の耐久性に関する研究、土木学会論文集、1994.8