

株式会社 精研 正員 戸部 暢

正員 ○横田 幸弘

米田 裕次

1 はじめに

前回は固結注入土の凍結後の強度特性を調べる第1段階として、土粒子を混じえない固結注入材を対象とした凍結後の一軸圧縮強度と温度の関係を4種類のグラウト材(セメントミルクCM)、セメントベントナイトくCB)、デンカES<ES>、LW-1<LW>)について報告した。¹⁾

今回は土粒子を混じえない固結注入材の凍結解凍後の強度について、凍結しないときの強度と比較して報告する。

2 実験方法

実験には前回の4種類のグラウト材を用い、試料の配合、作成方法および実験装置、試験法も文献1に合わせた。凍結解凍後の一軸圧縮強度試験は、養生試料と-20℃で急速凍結し室温で解凍したものを用いて室温で行なった。なお、LWは凍結解凍後に一軸圧縮試験の行なえない状態になることが判明したので、圧密試験をこれに替えて行なった。以下で用いる養生日数とは試料作成より凍結開始までの期間、凍結日数とは凍結開始より解凍開始までの期間(凍結保存期間を含む)を示し、解凍後日数とは解凍開始より試験を行なうまでの期間または再凍結開始までの期間を示している。

3 実験結果

3-1 CM, CB, ESの凍結解凍後の一軸圧縮強度

LWの固結供試体に凍結解凍過程を与えると試料は粒状成分と液状成分(水に溶けた化合物を含む)とに分離し、構造破壊を起こして自立性が失われた。そこで、圧密試験を行なって未凍結試料と凍結解凍試料の圧密性を比較した。図1に両試料の $e-\log P$ 曲線を示す。

凍結解凍試料では未凍結試料に比べ、第1荷重段階の小さな圧力で大きく間隙比が減少し、圧縮指数 C_c は小さく、最終圧密圧力では同程度の間隙比に収まった。凍結解凍により圧密を起こしやすくなる現象は他の水ガラス系注入剤(サンソルトく懸濁型>、PG-3く溶液型>)の場合にも見られたので、この現象は水ガラス系の注入剤に共通したものと思われる。

3-2 CM, CB, ESの凍結解凍後の一軸圧縮強度

(1) 応力-歪曲線

図2にCM, CB, ESの未凍結試料、凍結解凍を1回行なった試料の応力-歪曲線の代表例を示す。いずれの試料も1%歪付近に単一ピークをもつ曲線となり、1日養生と7日養生、未凍結試料と凍結解凍試料の間にも曲線形状には差が認められなかった。

これを一軸圧縮強度 σ_u と変形係数 E_{50} の関係としてまとめるとほぼ比例関係と有していることが認められた。

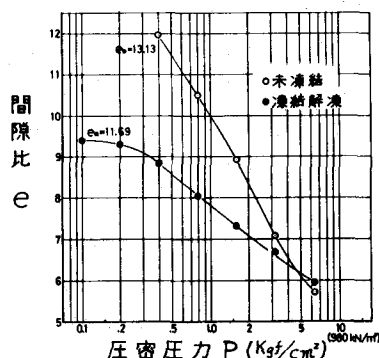
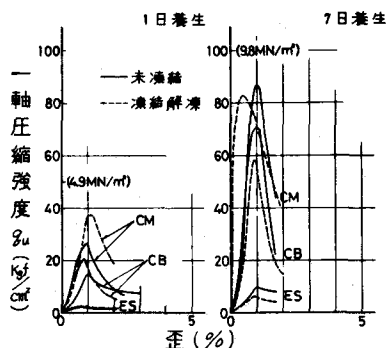
図1 LWの $e-\log P$ 曲線

図2 固結注入材の応力-歪曲線

(ロ) 一軸圧縮強度に及ぼす養生日数の影響

養生後、凍結解凍(凍結日数-1日、解凍日数-1日)を1回行なったCB供試体の一軸圧縮強度と養生日数の関係を図3に示す。凍結解凍後の試料の強度は、養生期間の短いものでは未凍結試料より大きく、養生期間が長くなると逆に未凍結試料より小さくなる傾向が認められた。

しかしながら、CM、CB、ES注入材において、1回の凍結解凍により問題となる程の一軸圧縮強度の変化は生じなかった。

(ハ) 一軸圧縮強度に及ぼす凍結日数の影響

硬化中の固結注入材の強度に及ぼす凍結日数の影響をCMの4日養生供試体とCBの1日養生供試体について調べた結果を図4に示す。いずれの場合も解凍後日数は1日とした。

CM、CBとも凍結維持期間中における強度増加は見られず、逆に凍結日数の増加に伴ない僅かながら強度の低下傾向が見られた。

(ニ) 一軸圧縮強度に及ぼす解凍後日数の影響

硬化中の固結注入材の強度に及ぼす解凍後日数の影響を、養生日数-1日、凍結日数-2日のCB供試体について調べた結果を図5に示す。図中の破線は図3の未凍結供試体の養生日数と強度の関係である。両者の勾配はほぼ等しく、硬化中の注入材では凍結解凍後にも凍結前とほぼ同率で強度増加することが認められる。

(ホ) 凍結解凍回数の強度に及ぼす影響

7日養生の各試料につき凍結解凍(1日凍結、1日解凍)をくり返し、強度に及ぼす影響を調べた結果を図6に示す。凍結解凍のくり返しに伴ない強度は低下傾向を示すが、5~10回の間でESは平衡を示し、CMでは低下率がゆるやかとなり、CBでは逆に強度増を示している。この現象は凍結解凍による強度の低下率は回を追って減少し、強度増加率の高い注入材では解凍期間中に起きる強度の増加率が、凍結解凍のくり返しによる強度の低下率を上廻るためと考えられる。

4 おわりに

本実験で固結後の水ガラス系注入材に凍結解凍を与えるとその結合が破壊され圧密されやすい物質に変換することが判明した。従って凍結領域に接して注入工事をする場合の注入剤の選定、注入領域の凍結には慎重な検討を要する。他のグラウト材(CM、CB、ES)では凍結解凍により構造変化や著しい強度低下を起こすこともなく、解凍後の強度増加も期待できることが判った。

注入固結土の場合に、土粒子および土塊と注入材の結び付きに凍結解凍がどう影響するかは今後の課題である。

〈参考文献〉 1. 戸部、柳田、赤見坂(1979) 固結注入材の凍結後の一軸圧縮強度

土木学会 第34回年次学術講演会要集 II-118 PP.233~234

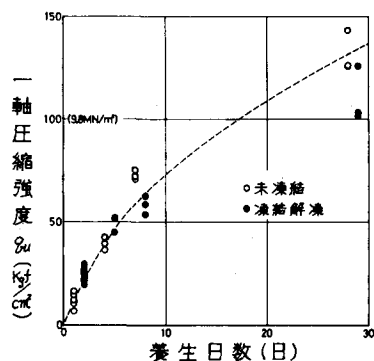


図3 CBの養生日数と一軸圧縮強度

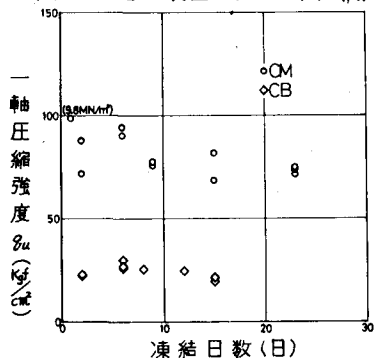


図4 凍結日数と一軸圧縮強度

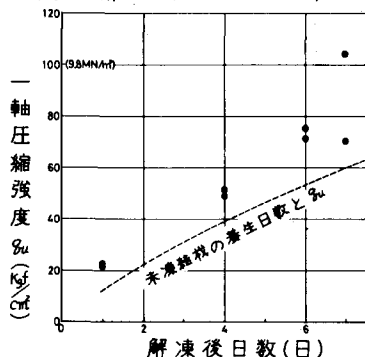


図5 解凍後日数と一軸圧縮強度

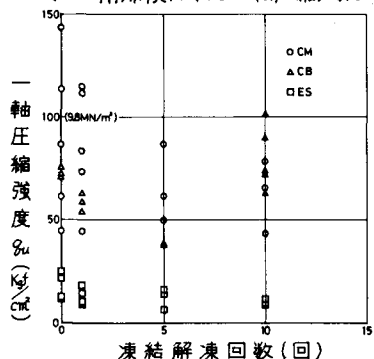


図6 凍結解凍回数と一軸圧縮強度