

生分解性注入材で改良した土の強度の経時変化

東洋大学 正会員 加賀宗彦¹⁾, 丸山大輔, 堀口隆史, 相沢彰宏¹⁾

東鉄工業(株) 元東洋大学 ○富山直樹

日油技研工業(株) 平田昭彦³⁾, 松下安克²⁾

1. はじめに

トンネル切羽天端の転落防止及び地山の緩み防止としてセメント系や水ガラスウレタン系注入材を使用した注入工法が導入されている。注入材として使用されたセメント系注入材やウレタン系注入材で改良された地山の掘削時に生じる土は、樹脂等不要物が混入していることから、産業廃棄物として取り扱われるのが現状である。掘削した土を有用物として再利用するための手段に、生分解性ポリマーの使用が挙げられる。生分解性ポリマーとは、地中に生存する微生物の働きにより、水、二酸化炭素にまで分解する性質を示す樹脂である。生分解性ポリマーを注入材として使用できれば前述の課題の改善が期待される。

2. 使用材料と実験概要

本研究では、生分解性注入材としてポリビニルアルコール(PVA)に着目した。PVAは、水溶性を示し、特定の架橋剤を混合することで容易に硬化する。硬化したPVAは酸化還元酵素等の働きにより分解する。これらの特徴から、生分解性注入材として使用できると考えた。生分解性注入材としての基礎物性を明らかにするため、注入固結砂を作製してその浸透性及び強度の経時変化について調査した。強度はJIS A1216 土の一軸圧縮試験法に順じて行った。

3. 実験結果

(1) 注入材の浸透性

今回着目したPVAを生分解性地盤注入材として使用する考えは新しい発想である(以後PVA生分解性注入材を生分解性注入材と呼ぶ)。そのため、基本データの把握が必要である。最初に注入材として最も基本的な浸透性を調べる実験を行った。円筒形の

容器に砂を入れてその後水を浸透させた飽和砂で注入材の浸透性を調査した。結果と生分解性注入材は透水係数約 10^{-3} cm/secの砂に浸透注入が可能であった。この結果、水ガラス系注入材とほぼ同じ浸透性を持っていると判断できた。

(b) 強度の経時変化とその予測

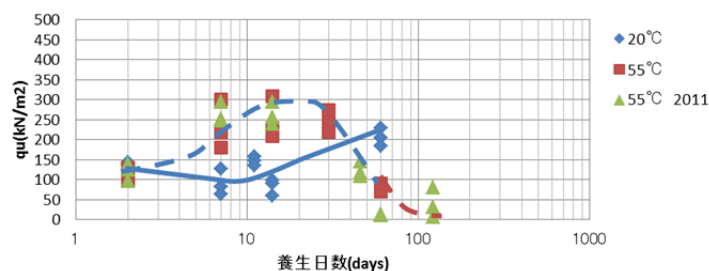
次のステップとして生分解性注入材を使用した注入固結砂の強度の経時変化を検討した。実験に用いた注入砂供試体の大きさは高さ10cm、直径5cmである。供試体は浸透法で作成した。砂は標準砂を使用した。砂の乾燥密度は 1.5g/cm^3 である。これまでの研究から文献1~2)に示したように養生温度を上げて注入固結砂強度の経時変化を促進できることがわかっている。この手法を使用して経時的な強度の予測は促進試験からアレニウスの重ね合わせによる外捜方で行った。供試体は 20°C 及び 55°C で養生した。 20°C 養生は基本的な強度の経時変化を見るために行った。 55°C 養生は強度変化を促進するための養生である。以後それぞれの養生を標準養生および促進養生と呼ぶ。この実験は2010年度から始めた。初年度は標準養生の最長日数は60日だった。それ以降の強度の予測は促進養生から予測した。標準養生および促進養生のデータは図-1(a)に示す。この図に示すように標準養生は経時的に増加をしている。これに対して促進養生はピークを持つ曲線となっている。この曲線を重ね合わせの方法で移動したのが図-1(b)青点線である。この予測から生分解注入材は約180日でピークをつけその後強度劣化が進み約500日付近で強度が $30\sim 80\text{kN/m}^2$ まで下がること予測できた。本年度は昨年の強度の経時変化の予測が正しいかどうかを見るため、昨年の結果にデータを追加プロットした。結果を図-1(a)に示す。▲印

キーワード：生分解，注入材，強度，経時変化，PVA，

連絡先：1) 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学理工学部 kaga@toyo.jp

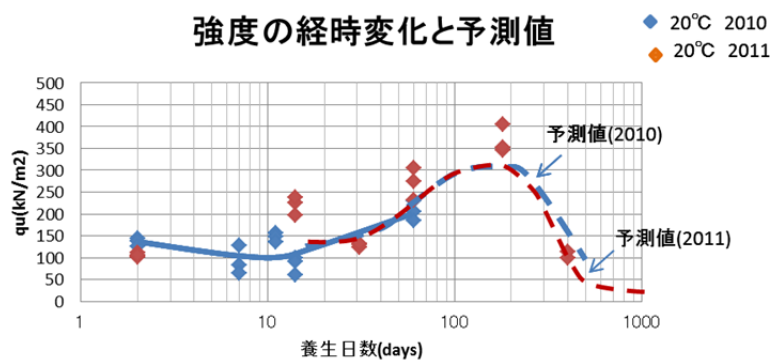
2) 〒350-1107 埼玉県川越市市場新町 21-2 日油技研工業株式会社 TEL 049-234-6168

強度の経時変化(20,55℃)



(a)

強度の経時変化と予測値



(b)

図-1 PVA 系注入材における経時的強度変化

は今年度(2012年度)に実施した 55℃養生試験結果である。前年の 2 倍の期間の経時変化を求めている。経時変化は 60 日目までは前年とほぼ同じである。まだ調査されていない 60 日以上の強度の変化は赤い点線で示してある。次にこの点線を利用してアレニウスの外捜法によって強度を予測したのが図-1(b)に示す赤い点線である。本年度は 1000 日までの強度の予測ができた。結果は昨年予測したのと同じ傾向を得た。180 日まで強度増加をしてその後分解が進み強度減少に向かうことが予測できる。今回は 20℃標準養生で得られた新しいデータを予測値にプロットして予測線が正しいのかもみてみた。結果は図-2(b)に赤の◆で示

す。今回の結果と予測値を照らし合わせてみるとほぼ等しい値が得られた。予測結果からは 1000 日経過で 0~50kN/m² まで強度減少することがわかった。今回の配合では生分解性注入材がほぼ 100%分解するには 1000 日程度の日数が必要と考えられる。また、アレニウス反応速度式を利用して長期強度の予測法が可能であることもわかった。本実験では 55℃養生で約 15 倍の促進であった。

参考文献：

- 1) 松下, 平田, 工業技術報告書, 東洋大学, 2010
- 2) 加賀: 水ガラス系注入材の安定性と注入固結砂の長期強度の予測, 土木学会論文集, 土木学会, No.652/III-51, pp.195-205, 2000.6