

段階定荷重載荷法による水ガラス系注入材のクリープ特性

東洋大学 正会員 ○加賀宗彦
 強化土エンジニアリング 同上 島田俊介
 同上 同上 小山忠雄
 ジャッテク(株) 同上 木嶋 正

1. はじめに

水ガラス系薬液注入材による改良地盤は、止水と強度が同時に改善されるため掘削が容易となる。そのため掘削を伴う工事には仮設工法として多用されている。この掘削表面は土圧から解放されるため、この表面に近い深さ方向の地盤内応力は、一軸圧縮に近い状態となっている。このような応力状態の掘削面は、クリープ変形が生じる。また、クリープによる破壊強度は一軸圧縮破壊強度よりも小さい。クリープ破壊が生じないようにするためには、上限降伏値と呼ばれるクリープ破壊強度を知る必要がある。通常、上限降伏値は、応力レベルの異なった荷重を供試体に長時間載荷するクリープ試験より求める。しかしこの方法はかなりの労力と費用が必要で簡単ではない。そこで一本の供試体に段階定荷重を載荷して簡便的に上限降伏値を求める方法で上限降伏値が得られるかどうかを検討してみた。現在のところ段階定荷重載荷試験法とクリープ破壊試験から求めた上限降伏値はほぼ近い値となった。まだ実験は継続中なので研究発表日に追加のデータも発表できると考えている。

2. 使用材料と実験方法

実験に使用した注入材は、アルカリ領域で固結し高強度でゲルタイムの調整が簡単な有機系注入材である。SiO₂濃度は2通りとした。注入材の呼び名および特性は、表-1に示す通りである。注入固結砂の作製に使用した砂は、密度(ρ_s)が2.686g/cm³の砂である。呼び名をSm砂とした。注入供試体は、高さ10cm、直径(内径)5cmのモールドにSm砂を入れ水で飽和した後、注入材を圧力浸透して作製した。注入材がゲル化した後、供試体をモールドから脱型し2日間の水中養生を行った。ホモゲル供試体は、上述のモールドに注入材を入れガラス板でキャッピングをしてゲル化後、供試体を取り出し2日間の水中養生をした。これらの供試体を用い一軸状態でクリープ試験を実施した。

表-1 注入材の物性

注入材の種類	密度 g/cm ³	SiO ₂ /注入材体積 g/cm ³	ゲルタイム Δmin	ホモゲル強度 kPa
A20	1.239	0.203	10	976.8
A15	1.181	0.152	20	238.4

Sm砂の粒度曲線

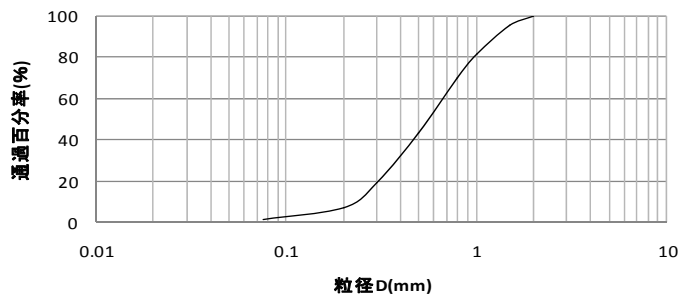


図-1 使用砂(Sm)の粒度曲線

3. 実験結果

クリープ破壊を生ずる最小の応力は、上限降伏値と呼ばれている。この上限降伏値を求める方法¹⁾は、流動曲線法、ひずみ速度—経過時間法、応力—ひずみの法などがある。しかしいずれの方法も時間と労力が必要である。そこで、一本の供試体で上限降伏値を求めることができる段階定荷重載荷試験法¹⁾が適用可能かどうかを検討してみた。最初にA20ホモゲル供試体を用いて、通常行われるクリープ試験を行いその結果をひずみ速度—経過時間で整理して上限降伏値を求めた。結果を図-2に示す。パラメータは応力レベルである。この図に示されるように降伏値以下ではひずみ速度が減少し、上限降伏値以上では

キーワード 注入、クリープ破壊、上限降伏値

1) 県川越市鯨井 2100 東洋大学工学部 環境建設学科 Tel. 049-239-1406

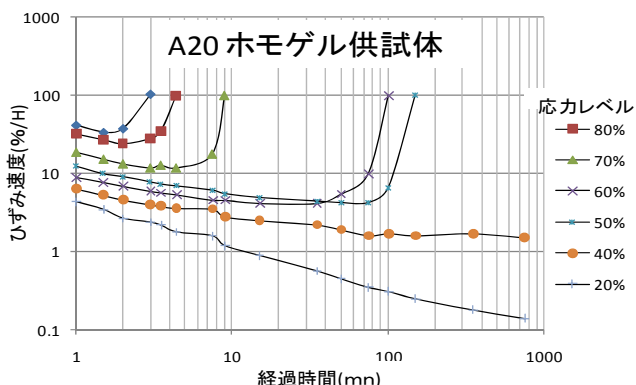


図-2 A20ホモゲル供試体のクリープ試験

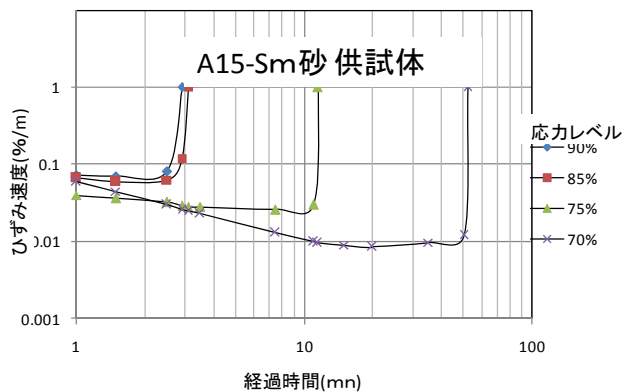


図-3 A15-Sm供試体のクリープ試験

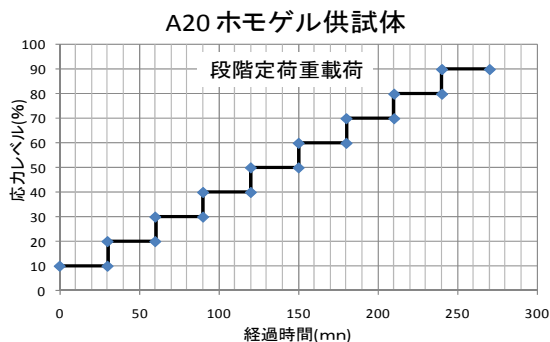


図-4 A20ホモゲル供試体の段階定荷重試験

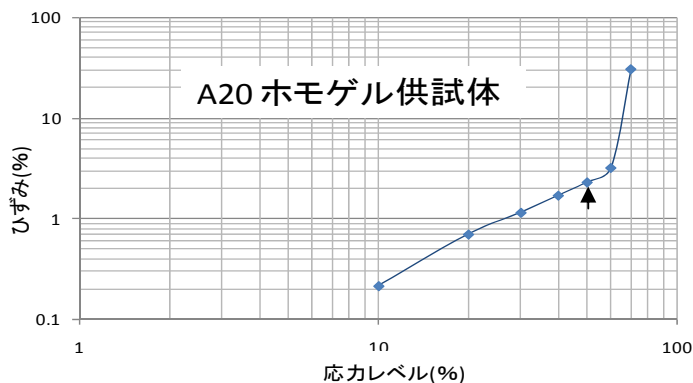


図-5 段階定荷重試験による応カレベルとひずみの関係

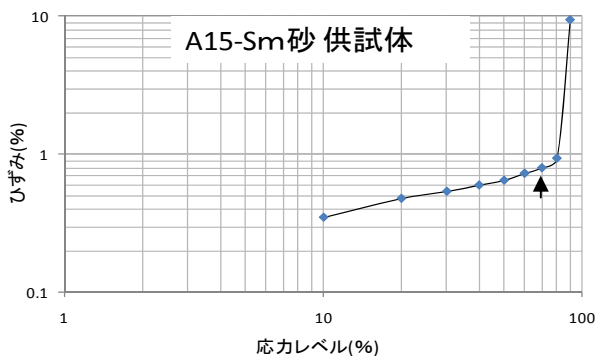


図-6 段階定荷重試験による応カレベルとひずみの関係

ひずみ速度が上昇してクリープ破壊をする。次に、A15 注入材で改良した Sm 砂の上限降伏値を求めるためクリープ試験を実施した。応カレベル 90%からスタートし 70%までのひずみ速度—経過時間で整理したのが図-3 である。図に示されるように応カレベルが 70%までクリープ破壊しているのが明確に示されている。ただ、この時点で、クリープ試験は時間と労力を費やすので、段階定荷重載荷法に切り替えて上限降伏値が求められなかと考え検討してみた。最初に、図-2 に示す上限降伏値が得られた A20 注入材を用いて段階定荷重載荷法で上限降伏値を求めてみた。この方法は、図-4 に示すように一定荷重を一定時間段階的に載荷する方法である。それぞれの段階での最終ひずみ—応カレベルを示すと図-5 のようになる。応カレベルが小さい範囲では、ひずみ—応カレベルの関係は両対数でほぼ直線となる。応カレベルがさらに大きくなると応カレベルとひずみとの関係が曲線に変化する。この曲線となる矢印で示す点が上限降伏値となる。A20 供試体では、図-2 に示した上限降伏値とほぼ等しい値を得た。この結果をみて、前述の Sm 注入供試体についても実施してみた。結果を図-6 に示す。上限降伏値は応カレベルで約 70%となり、クリープ試験で行った応カレベル 70%とほぼ一致した。実験は継続しているので発表日に追加のデータを報告できると考えている。なお、アクリルアミド注入材の上限降伏値は応カレベルで約 25%と報告されている²⁾。

参考文献：1)村山朔朗:土の力学挙動の理論,技法堂 1990 2)Reuben.H. Karol:Chemical Grouting, Marcel Dekker,INC, 1983