

浸透水圧が作用した注入固結砂の長期強度の予測

元東洋大学大学院 正会員 ○菊池康裕
 東洋大学工学部 正会員 加賀宗彦
 元東洋大学工学部 相田健吾 長内 大
 立江晃治

1. はじめに

これまで本研究室では、外的な要因が作用しない静水圧状態での水ガラス系薬液注入固結砂の長期的な強度の経時変化について研究を行ってきた。結果として水ガラス系注入材でも長期耐久性を持った注入材として使用できることが予測された¹⁾。しかし、実際の注入地盤では地下水の流れ（浸透水圧）が作用する現場もありこのようなケースについてはまだ確認されていない。そこで、昨年より浸透水圧を作用させた状態での注入供試体の強度の経時変化を調査した。今年はデータの積重ねを行い、またシリカの溶脱量の測定も行っている。これまでの研究結果よりアレニウスの化学反応速度理論から強度の経時変化を重ね合わせによって短時間で予測できる事を見いだしている^{1) 2)}。この結果は、透水養生による強度の経時変化にも適用できた。これより長期強度の経時変化を約 40 倍のスピードで予測できた。

2. 使用材料および実験方法

(1) 使用材料

今回の実験に使用した砂は、密度（ ρ_s ）が 2.638g/cm^3 の豊浦標準砂である。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 A20 である。注入材の特性については表-1 に示す通りである。

表-1 注入材の特性

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 min
A20	1.239	0.203	10

(2) 実験方法

注入供試体は、高さ 10cm、直径（内径）5cm のモールドに豊浦標準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、図-1 に示すように透水試験用のモールドにこの供試体を入れその周りにベントナイトを隙間や空洞がないように敷き詰めた。その後、図-2 に示す水槽に設置し、所定の養生期間、養生温度（20℃、40℃、55℃、65℃）にて透水養生を行った。なお、20℃で養生したものを便宜上標準養生と呼ぶ。これに対して 20℃より高温で養生したものを促進養生と呼ぶ。浸透水圧は、実際の注入現場での動水勾配は 10 以下のものが多いことを考慮して動水勾配 $i=1$ （0.98 kPa）、 $i=10$ （9.8 kPa）の 2 通りで行った。所定の養生期間が終了した後、JIS 規格に準じて一軸圧縮試験を行った。また、浸透量からシリカの溶脱量も測定した。

なお、実験は酸性シリカゾル系注入材 CH、コロイダルシリカゾル系注入材 CSN についても行っているが今回は有機系注入材 A20 について報告する。

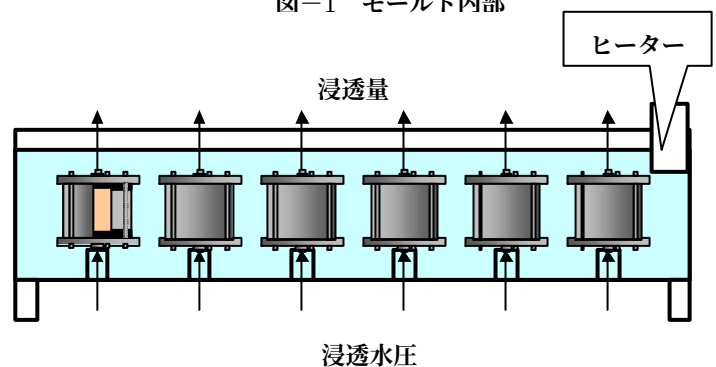
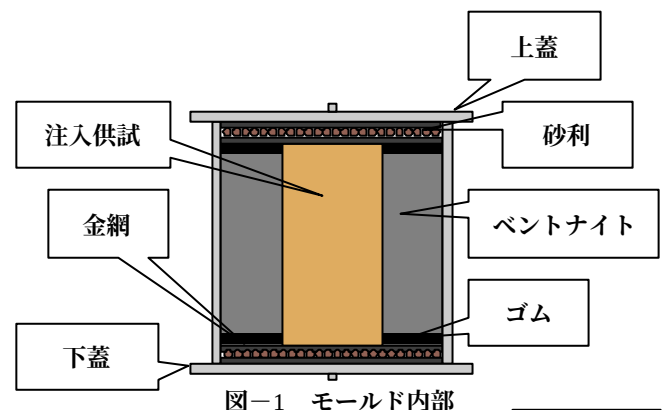


図-2 透水養生風景

キーワード 動水勾配 重ね合わせ 強度

埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学工学部 環境建設学科 tel 049-284-0324 fax 049-231-4482

表-2 シリカ溶脱量 注入材A20)

	養生温度20℃		養生温度65℃	
	i=1	i=10	i=1	i=10
養生日数 (日)	シリカ量(ppm)		シリカ量(ppm)	
1	0	10	30	20
3	0	20	0	20
7	0	30	0	20
14	0	20	10	20
30	20	10	0	10
60	0	30	0	0

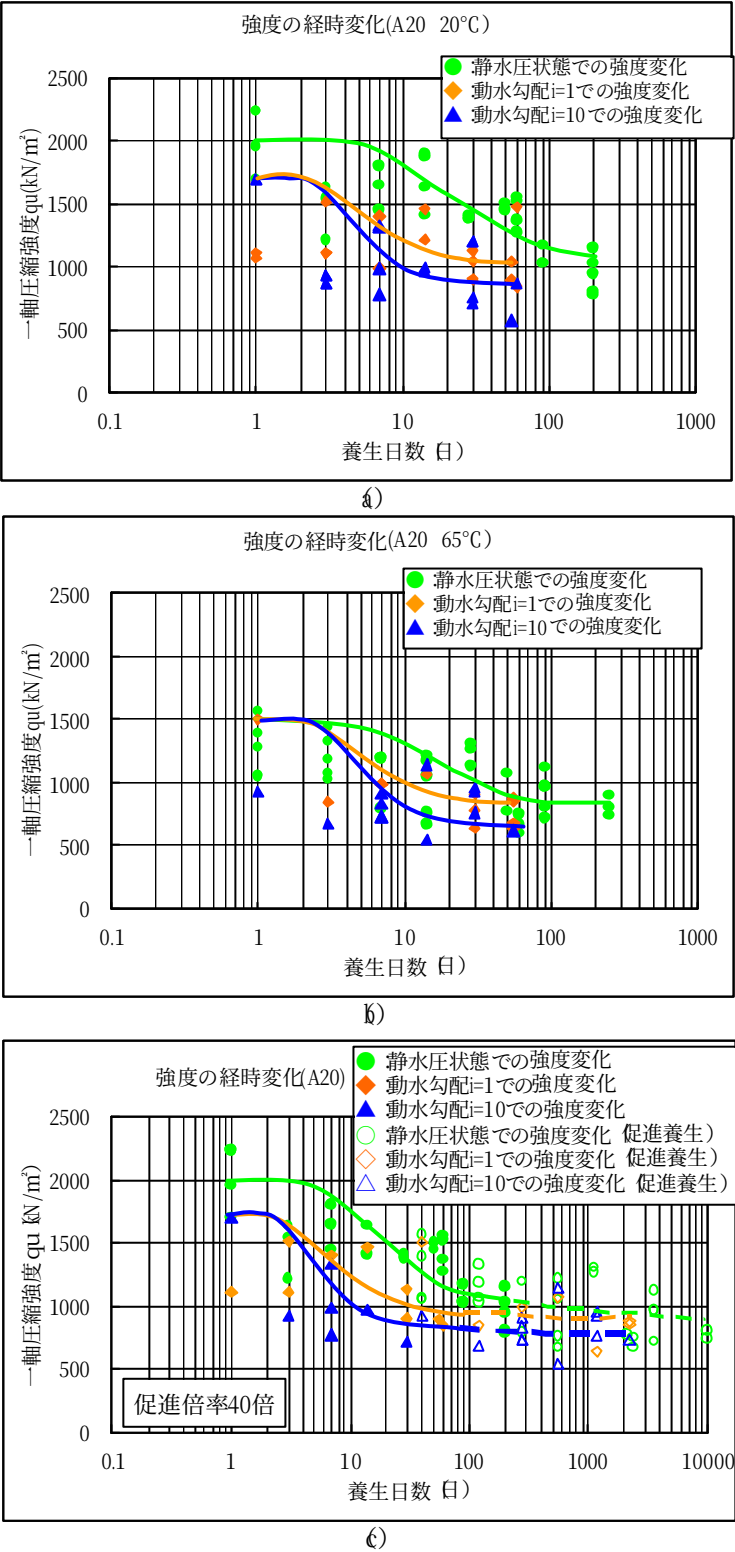
3. 実験結果および考察

今回の促進養生実験は、40℃、55℃、65℃の 3 パターンでの促進養生を行ったが 65℃での促進養生の結果について報告する。

標準養生 20℃および促進養生 65℃の結果を図－3 (a) (b) に示す。図－3 (a) (b) より、強度の経時変化はほぼ相似していることがわかる。アレニウスの化学反応速度理論式を利用して、図－3 (b) の促進養生のグラフを図－3 (a) の標準養生のグラフへ重ね合わせ、まとめてみると図－3 (c) のようになる。なお、図－3 (c) の実線で示したものは標準養生での経時変化を示しており、点線で示したものは重ね合わせから得られた予測値となっている。重ね合わせの結果より促進倍率が 40 倍だとわかった。つまり 65℃での養生 1 日の強度が標準養生では 40 日の強度に相当することになる。また、静水圧状態の実測値が最大で 250 日までしかないのが重ね合わせを利用することで約 10000 日までの強度の経時変化を予測することが可能となる。図－3 (c) の結果より浸透水圧が作用した場合、早期の段階では強度の減少が見られた。浸透水圧によるシリカの溶脱は、表－2 から見てとれるようにほとんど確認されなかった。よって、浸透水圧によるシリカの溶脱が強度減少の原因ではないと考えられる。その後養生日数が経過するにつれて、浸透水圧が作用した場合でも 200 日以降では強度は 900kN/m²で安定し、1000 日以上

【参考文献】

- 1) 加賀宗彦：水ガラス系注入材の安定性と注入固結砂の長期強度予測、土木学会論文集、No.652/III－51、pp195－205、2000.6
- 2) 加賀・菊池：浸透水圧が作用する水ガラス系薬液注入固結砂の強度の耐久性、日本材料学会、第 5 回地盤改良シンポジウム論文集、pp73－76、2002.11



図－3 長期強度予測