

外挿法による注入固結砂の長期強度の予測

三信建設工業株式会社（元 東洋大学工学部）	正会員	水村陽輔
東洋大学工学部	正会員	加賀宗彦
同	（現 株木建設株式会社）正会員	山崎 大
同	（現 東鉄工業株式会社）正会員	八田 学
同	（現 福島県庁）正会員	柳沼喜之
同	（現 新潟大学大学院）	吹井知成

1 はしめに

最近重要視されている薬液注入における固結砂の耐久性について検討を行っている。強度の経時変化を知るためには長期間の日数を必要とする。従って、長期耐久性を求めることは困難であるので耐久性に関してはまだ不明な点が多い。もし、強度変化を短期間で知ることができれば耐久性の判定に利用できる。そこで、注入材のゲル化後ゆっくりとした速度で *syneresis*（離しょう）や硬化が続くことから、この過程において化学反応が進行していることに着目して、養生温度を上げることで強度の経時変化を促進できると考えた。この考えに従って温度を上げて養生した結果、強度の経時変化を促進できることがわかった。これより外挿法による注入固結砂の長期強度の予測法を得た。昨年は³⁾コロイダルシリカ系注入材について発表した。本報告は有機系注入材についての結果を報告する。この外挿法に関しては、文献 1～2)でも発表した。本報告はデータを追加し再検討を行った。

2 使用材料および実験方法

注入材はアルカリ領域でゲル化する有機系注入材、酸性領域でゲル化する酸性シリカゾル系注入材、シリカ粒子を大きくしたコロイダルシリカゾル系注入材の 3 種類である。詳しくは文献 4) を参照されたい。試験に用いた供試体は注入法によって作成した。高さ 10 cm、直径 5 cm のモールドに豊浦標準砂を密度が 1.5 g/cm^3 になるように詰めその後水で飽和し、注入材を圧力浸透した。注入材の飽和度はほぼ 100% である。ゲル化後脱型した供試体を 20℃ 室温養生および 40、55、70℃ 温水養生による 4 通りの方法で養生を行った。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いう。

3 養生温度と強度の経時変化

注入材の硬化過程は次の 2 段階に分けられる。第 1 段階は流動性を失ってゲル化する過程で、注入工法によって改良された地盤の初期強度は、この第 1 段階に支配される。第 2 段階は、ゲル化後離しょう (*syneresis*) や硬化が続く過程で、シラノール結合が継続して進行している過程である。この過程も化学反応に従っているものと考えれば反応速度は、温度、表面積、濃度、触媒に影響される。従って、最も簡便な方法として温度を上げて化学反応を促進することに着目すれば、長期強度の変化速度を促進できると考えた。この考えに従って実施した結果を図 1 (a)～(d) に示す。それぞれの図の縦軸は一軸圧縮強度 (*qu*) で、横軸は養生日数である。最初に図 1 (a) を見てみると、100 日前後まで強度減少し、その後ほぼ一定となる。また、図 1 (b)～(d) の強度の経時変化を見てみると図 1 (a) とほぼ相似していることがわかる。図 1 (a)～(d) に示されるように養生温度に比例して強度の変化が養生日数早期にあらわれている。また、この特性を利用すれば、強度の経時変化を促進養生から推定することが可能と考えられる。

注入、一軸圧縮強度

従って図1 (a) の実線を時間軸に沿って平行移動させてみた。その結果、図 (b) (c) (d) の測点とほぼ一致した。また、挿入のため移動した量が促進倍率と考えられる。この結果、標準養生と促進養生の実線を平行移動により重ね合わせることで、外挿法により標準養生での長期強度を予測することが可能である。

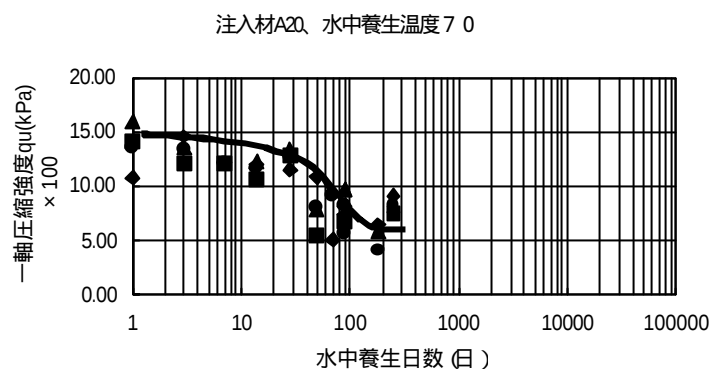
今回の実験結果を外挿法によってそれぞれの図に示した実線から、促進倍率および実線端末の最終強度とその日数を予測してみる。有機系注入材は標準養生ではおよそ2000日後に強度減少が停止し、その後一定となる。その強度は約600 kPa と予測でき、少なくとも6000日は継続できる。その他の結果は表1に示す。ただし、促進倍率は標準養生を基準にして求めている。

表1 促進倍率と予測強度

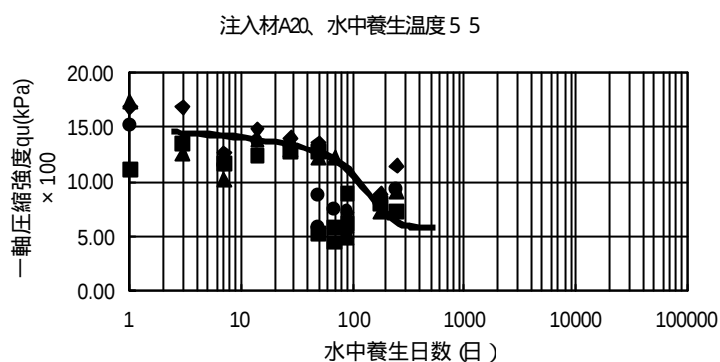
有機系注入材			
温度 (℃)	促進倍率	予測日数 (day)	予測強度 (kPa)
20	1	6000	600
40	6.6	1000	
55	10	500	
70	20	300	

参考文献

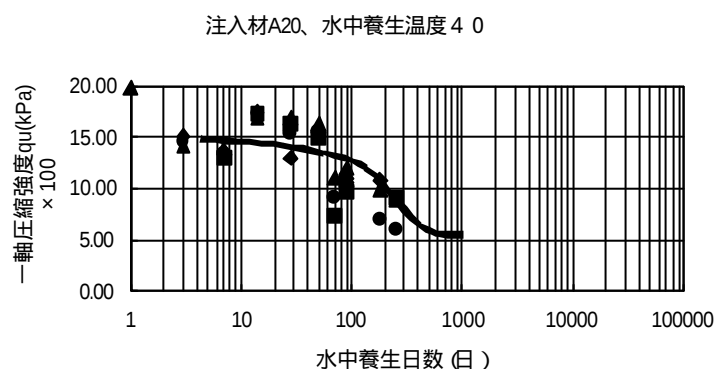
- 1) 加賀、米倉：注入固結砂の長期強度の予測、土木学会第45回年次講演会 pp 442 - 443、1990
- 2) 米倉、島田：薬液注入による長期耐久性の研究、土と基礎、Vol 40、No 12 Ser. No 419、1992、12
- 3) 加賀、久保田、安田、長谷川：第54回年次学術講演会講演概要集 第3部(B)：強度変化速度による注入固結砂の長期強度の予測
- 4) 加賀：第44回地盤工学シンポジウム：温度促進による注入固結砂の長期強度の予測



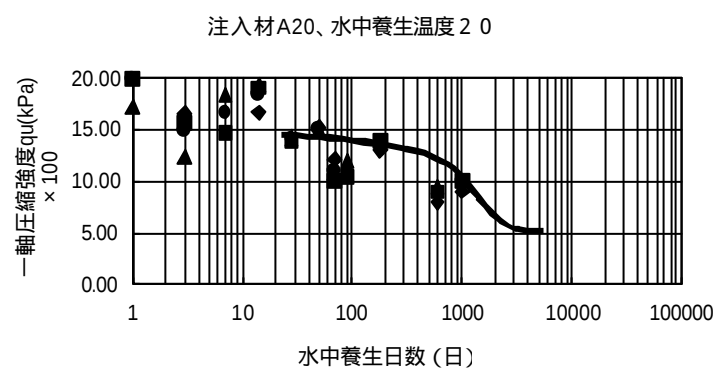
(a)



(b)



(c)



(d)

図1 養生温度の違いによる強度の経時変化