

薬液を用いた自立削孔技術の開発

東京都市大学

学生会員

○杉浦

陽子

東京都市大学

正会員

末政

直晃

強化土エンジニアリング(株)

正会員

佐々木

隆光

東京都市大学

学生会員

松野

遼太郎

1. 目的と社会背景

掘削作業において、ベントナイトの注入やケーシングの配置といった孔壁の維持は必要不可欠である。しかし、孔壁の維持を行うため、工費と時間を費やしていることがコスト削減への課題となっている。そこで、工費と施工時間を可能な限り縮小するため、掘削作業を一工程で完了させる技術が求められている。

本研究では砂地盤を対象とした、削孔しながらにして孔壁を自立させるための技術開発を行う。その方法の一つとして、薬液注入工法に用いる薬液の使用を検討する。この薬液を孔壁に浸透、混合させ、孔の自立が可能か検討していく。本報告書では、孔壁安定のために必要な薬液の最適な配合の検討及び作製した瞬結配合の薬液を用いた円筒供試体の作製を行った結果とその強度について報告する。

2. 薬液の配合

孔壁を掘削しながら素早く自立させるためには、砂地盤においてゲルタイムが短い配合の薬液を使用し孔壁を瞬時に固める必要があると考えた。そこで使用する薬液をパーマロックシリーズのシリカゾルとし、薬液のゲルタイムは図-1を参考にした。この図は、薬液の配合に必要な添加剤の量を調節することにより薬液の固化時間が調節可能なことを意味している。添加剤の量を変えて実験を行った所、最短で5秒のゲルタイムの薬液を配合することに成功した。図-2に示すのは、その実験結果である添加剤と薬液のゲルタイムの関係である。しかし、瞬結配合の薬液では供試体作製途中で固化するため、本報告では円筒供試体が作製可能な固化時間を持つ薬液を配合し、使用した。

3. 円筒供試体の作製¹⁾

配合した薬液を用いて、孔壁を模擬した円筒供試体の作製を行った。作製を試みた供試体サイズは3種類である。No.3の供試体については、脱型に成功しておらず計測したデータは供試体 No.1, No.2のものである。供試体作製方法は混合法を用いた。混合法とは、薬液と砂を事前に混合したものを型に投入し作製する方法である。それぞれの供試体サイズを表-1に示す。用いる砂は豊浦砂・硅砂7

号とし、相対密度を60%とした。相対密度60%における必要質量は表-2に示す通りである。この質量算出には、砂の最大・最小密度の値を使用した。また、瞬結配合の薬液では円筒供試体の作製は行えない。その為、安定的に

キーワード 孔壁 薬液 円筒供試体 外圧

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104 Email : g1118047@tcu.ac.jp

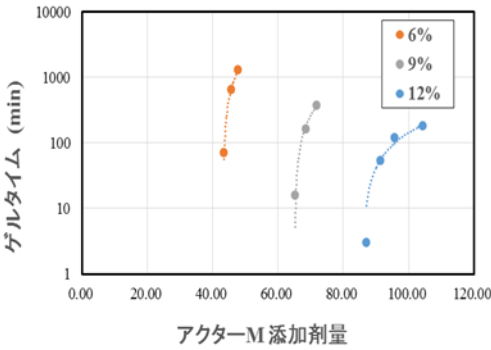


図-1 薬液の固化時間

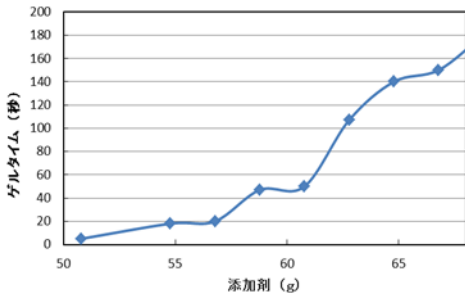


図-2 薬液の瞬結配合実験

表-1 供試体サイズ

	直径(mm)	肉厚(mm)	高さ(mm)
No.1	60	50	150
No.2		30	
No.3		10	

表-2 Dr60%における質量

			Ms	
供試体No	r(cm)	V(cm ³)	豊浦砂(g)	ケイ砂7号(g)
1	6	1340	2010	1975.9
2	5	821.7	1232.7	1211.6

表-3 供試体作製条件

供試体No.	SiO2濃度(%)	薬液固化時間(Min)	放置時間(Min)
No1	9	16	31
No2			41

供試体が作製可能な固化時間で供試体作製を行った。更に固化時間経過直後の脱型は、供試体を崩壊させる為、薬液の固化時間を含めた放置時間を設けた。このような供試体作製条件を表-3 に示す。

4. 円筒供試体の強度測定方法

本報告では、円筒供試体の強度を二種類の方法で測定することを試みた。一つ目は、一軸圧縮試験機に円筒供試体を二次元的な裁荷を仮定して設置し供試体の上下に力を加える強度測定を行った一軸試験である。二つ目は、円筒供試体に水圧を等方的に加え供試体強度の測定を行う試である。供試体の外側にゴムメンブレンを装着し、水で膨張させたメンブレンで供試体の表面を圧縮させるものである。一軸試験機による実験では荷重と変位、およびメンブレンを用いた実験では水圧と排水量をそれぞれ測定する。更に、円筒供試体の破壊形態を観察し、考察する。

5. 一軸圧縮試験機における実験

一軸圧縮試験機において測定した供試体の強度を図-3 に示す。グラフの特徴として、降伏点が二つ存在することが挙げられる。

図-4 より、円筒供試体は割裂破壊を示したと考察される。よって、円筒供試体には引張力がかかっていたと考えられる。円筒供試体に荷重を加え続けると、まずロードセルとの接地面にひび割れが発生するが、そのひび割れに対し完全に供試体は破壊されない。更に載荷を続けると水平方向にも亀裂が入り、供試体は破壊される。そのため、グラフのような2つの降伏点が得られると考えられる。

6. メンブレンを用いた実験

メンブレンを用いた実験は、供試体全体に水圧をかける実験である。メンブレンが水を注入することによって膨張し、円筒供試体を破壊する仕組みとなっている。また、メンブレンの収縮実験で行った結果を図-5 に示す。グラフに見られる凹凸は、水圧を手動で加えたため応力を一定の間隔で増加させられなかったからであると考えられる。No1, No2 とともに図-4 のデータよりも高強度であることが明らかである。よって、円筒供試体は拘束に対しては極めて大きい強度を示すことが考えられる。また、収縮破壊の様子を図-6 に示す。供試体は、注入口付近で押し抜き破壊が発生したと考えられる。

6. まとめ

強度の面において、パーマロックシリーズのシリカゾルで作製された円筒供試体は、割裂破壊よりも円周方向に対し極めて強度が強いことが示された。また、円筒供試体の作製にあたり、脱型までの放置時間が少なからず必要であった。これは脱型によって円筒供試体の中空部分の崩壊を防ぐためである。そのため、供試体の強度が薬液固化直後のものよりも若干増加していたと考えられる。

<参考文献>

1) 土質力学 森北出版株式会社 河野房義・森芳信・柳沢栄司 共著 2012 年 9 月 28

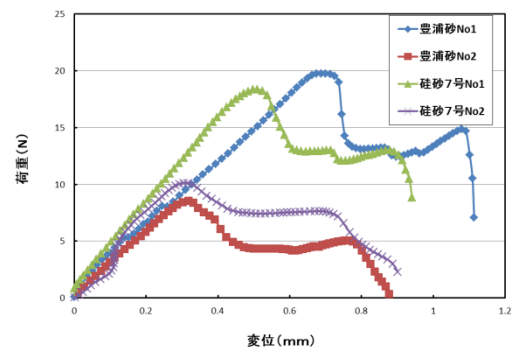


図-3 一軸試験結果



図-4 破壊の様子

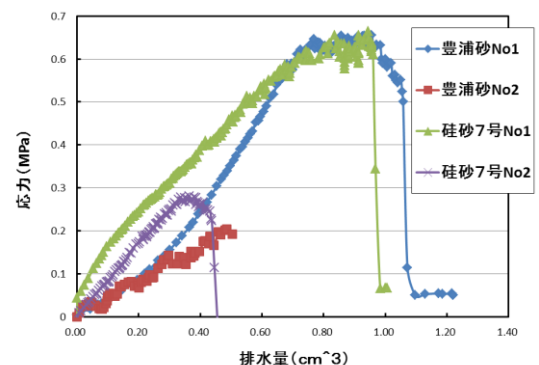


図-5 収縮試験結果



図-6 破壊の様子