

(Ⅲ-19) 注入材と固結砂強度

東洋大学工学部 正会員 加賀宗彦
同 上 正会員 米倉亮三
同 上 学 生 ○佐藤 弘
同 上 学 生 東雲好和

1. はじめに

葉液注入固結砂の強度の発現機構は、まだ明確に把握されていない。そこで、我々は、水ガラス系葉液によるホモゲルと固結砂の一軸圧縮強度を調べ、両者の相関性が、見いだせれば、固結砂の概略的な一軸圧縮強度の推定に利用できると考え、実験を行った。その結果、固結砂の一軸圧縮強度は、ホモゲルの一軸圧縮強度、相対密度、内部摩擦角、砂の間隙の変化（間隙比、表面積等）に関連性を持つことが、わかった。今回は、砂の間隙の状態により、固結砂の一軸圧縮強度は、どのように変化するかを見るため、砂の相対密度を変えた一軸圧縮試験の結果を報告する。一般的に相対密度の増加に伴い、固結砂の一軸圧縮強度も増加する報告が多い（例えば¹⁾など）。本実験においてもホモゲルの強度が、小さい場合は、砂の相対密度と固結砂の一軸圧縮強度は、比例した。しかし、ホモゲルの一軸圧縮強度が、高い注入材による固結砂のになると、砂の密度の増加に比例しなかった。これより一般的に言われている相対密度と固結砂の強度の比例関係は、一概に言えなかった。

2. 実験材料と実験方法

		比重	e _{max}	e _{min}		
Stoyo	標準砂	2.677	0.950	0.660		
Sr	0.42~2	2.686	0.961	0.642		
	\ r _d	1.415	1.465	1.500	1.554	1.617
Stoyo	e	0.892	0.827	0.780	0.723	
Sr	e	0.833	0.833	0.791	0.728	0.661
Stoyo	Dr	0.2	0.4	0.6	0.8	
Sr	Dr	0.2	0.41	0.544	0.744	0.958

表1

N0.	比 重	SiO ₂ 量 (g/cm ³)	硬化剤
A20	1.230	0.203	G s
A17	1.200	0.170	G s
A15	1.181	0.152	G s
A11	1.135	0.114	G s
A09	1.091	0.09	G s
A06	1.072	0.06	G s

表2 G s：グリオキザール

- 1)砂：比較的小さい粒径を多く含む豊浦標準砂（Stoyo）と、ふるい目0.42~2.00mmに留まる粗砂（Sr）を用い、乾燥密度は両砂とも同一とした。供試体作製時の物性および密度を表1に示す。
- 2)注入材：有機系水ガラスを用いた。また、注入材は、SiO₂濃度が連続するような種類を選定した。物性を表2、SiO₂濃度とホモゲルの一軸圧縮強度の関係を図1に示す。
- 3)供試体：ホモゲルおよび固結砂供試体は、共に5cm（直径）×10cm（高さ）のものをを用いた。固結砂供試体は、モールドにあらかじめ注入材を入れ、その後、表1に示す乾燥密度になる砂の量をモールド周囲を打撃しながら層を作らないように、作製した。養生は、すべて恒温恒湿室にて2日とした。
- 4)一軸圧縮試験：JISに準じて行った。

3. 実験結果及び考察

注入材による砂の強度の改良は、間隙を注入材で埋め、または、被覆しこれによって強度増加を与えら

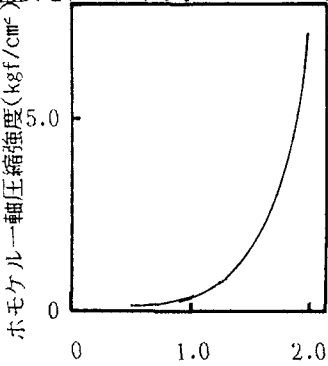


図1 SiO₂量(g/cm³)

れる。したがって固結砂の強度は、間隙の状態、注入材そのものの強度に支配されるものと考えられる。これら相互の関係を見るため砂の密度を変え、強度の異なった注入材を用いて供試体を作製し一軸圧縮試験を行った。その結果を図2、図3に砂別に示す。また関連事項として、相対密度と内部摩擦角の実測値を表3に示した。一般的に

$$qu = (2C \cos \phi) / (1 - \sin \phi)$$

よれば、相対密度の増加とともに内部摩擦角が、大きくなるので一軸圧縮強度も増すことが、分かる。今回の固結砂

\ Dr	0.4	0.6	0.8
Stoyo	34.6°	36.2°	37.2°
Sr	42.0°	43.5°	45.0°

による結果は、ホモゲルの一表3

軸圧縮強度の比較的低い注入材（A06, A09, A11, A15, A17）の各固結砂は、この傾向を示している。しかし、ホモゲルの一軸圧縮強度が、A17の2倍以上大きいA20のStoyo砂において、この傾向は、一概にいえなかった。G. Wayne Cloughら³⁾は、実験により初期乾燥密度の増加と共に、固結砂の一軸圧縮強度は、減少傾向を示すデーター（図4）を報告し、初期乾燥密度は、強度変化をもたらす重要な要因では、ない。と報告している。砂の初期乾燥密度に比例する領域、比例しない領域の在る原因は、明らかでなかった。今回の実験データーより判断すれば、相対密度と固結砂の一軸圧縮強度が比例する限界領域が、あることが分かった。それに起因する条件として、ホモゲルの一軸圧縮強度が、ある程度、大きくなること、かつ、表面積が、比較的大きい砂であるということが、挙げられた。今後の課題としては、固結砂の一軸圧縮強度が相対密度に比例しなくなる領域を定量的に求めるため、ホモゲルの強度、砂の表面積・密度等との関係を更に明確にしていかなければ、ならないと考えている。

4. あとがき

今回の実験において次の結果が、得られた。

一般的に、同一の砂において、内部摩擦角の増加にともない、一軸圧縮強度も比例的に大きくなると言われている。注入固結砂においては、数的には明かに出来なかったが、次の要因によりこの傾向は一概に言えなかった。

- ・ホモゲルの一軸圧縮強度が、ある程度大きくなる事
- ・上記に加えて砂の表面積が、比較的大きくなる事

<参考文献>

- 1) 草野著、薬液注入工法ハンドブック：吉井書店
- 2) G.Wayne Clough etc., "Silicate-Stabilized Sands" Proceedings, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol.105, Jan., 1979

