

花崗岩破碎処理により発生する泥土の脱水固化処理による有効利用の検討

九州産業大学 学生会員 富松 太寛 九州産業大学 正会員 林 泰弘
筑後川砂利砂協業組合 非会員 吉田 一彦 鳥栖碎石 非会員 吉田 健治
九州産業大学 正会員 松尾 雄治

1. はじめに

花崗岩を掘削・破碎して砕砂・洗砂をコンクリート用骨材として製造する過程で発生する泥水は、泥水タンクで凝集・沈殿された後、プレス機で加圧脱水され脱水ケーキとなり破棄されている。去年の研究で、脱水前の泥水に固化材を加えその後加圧脱水した「脱水固化処理土」と脱水ケーキに固化材を加えた「脱水ケーキ改良土」の作製を行い、改良土として必要なコーン指数を得る固化材添加量を求めることができた¹⁾。

本研究では、処理費用削減のため工業用消石灰に変えカーバイト滓の使用を検討した。このカーバイト滓添加による改良土を作製し、工業用消石灰の結果と比較した。また、実際に脱水固化処理プラントで改良土作製実験を行い、改良土の特性を実験室で作製したものと比較し脱水固化処理土の実用化に向けた検討を行った。

2. 室内実験

採取時の脱水ケーキの物理特性を表-1に示す。今年度採取した試料は平成26年度¹⁾とほぼ類似した物理特性となった。

固化材として使用したのは工業用消石灰(HL)とカーバイト滓(DK)である。それぞれのCa含有量を蛍光X線分析で調べたところ、HLは約99%、DKは約96%とほとんど違いがみられなかった。DKは消石灰として販売されており、HL、DKともに消石灰として扱った。

脱水固化処理土は、加圧脱水前の泥水を液性限界の約1.5倍($w_0=63\%$)に調整し、スラリー化した固化材(水/固化材比=1)を添加し、ホバート型ソイルミキサーで十分に混合したのちCBR試験用の直径150mmのモールドに初期高さ約100mmとなるように投入し、ペロフラムシリンダーを用いて約800kN/m²で1時間加圧脱水を行った。脱水後、9.5mmふるいを通過するようにほぐし、恒温庫(20±3℃)内で1週間密閉養生した。脱水ケーキ改良土は、脱水ケーキを4.75mmふるいでほぐして含水比を $w_0=30\%$ に調整し、固化材を添加・混合後、恒温庫(20±3℃)内で1週間密閉養生した。

養生後、9.5mmふるいを通過するようにほぐした試料を用いて、JIS A 1228:2009に基づいてコーン指数試験を実施した。脱水固化処理土と脱水ケーキ改良土の乾燥密度とコーン指数を比較したものを図-1、図-2に示す。脱水ケーキ改良土は、DKで改良した方がHLより乾燥密度が上がっているためコーン指数も上がっている。脱水固化処理土は、HLを添加した場合、固化材添加率が5から10%に増やしてもほとんどコーン指数が変わらなかった¹⁾。

表-1 脱水ケーキの物理特性

発生時期	平成26年5月	平成26年10月	平成27年5月
石分(75mm以上) %	0.0	0.0	0.0
礫分(2-75mm) %	0.0	0.0	0.0
砂分(0.075-2mm) %	27.1	20.1	18.3
シルト分(0.005-	53.5	54.9	52.1
粘土分(0.005mm未満)	19.5	25.0	29.6
均等係数 U_c %	49.0	35.6	64.0
液性限界 WL %	43.2	40.1	42.0
塑性限界 Wp %	28.0	25.1	27.3
塑性指数 Ip	15.2	15.0	14.7
分類名	シルト (低液性限界)	粘土 (低液性限界)	シルト (低液性限界)
分類記号	(ML)	(CL)	(ML)

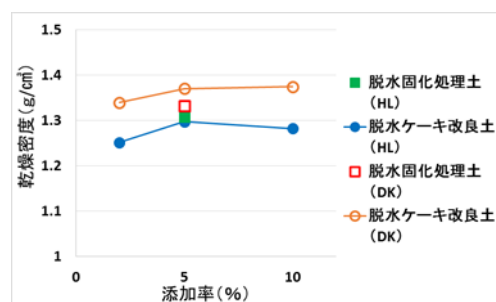


図-1 消石灰添加率と乾燥密度の関係

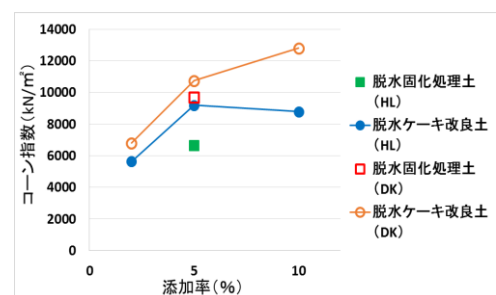


図-2 消石灰添加率とコーン指数の関係

そこで DK の添加率は 5%のみで実施した。こちらでも脱水ケーキ改良土と同様の結果が得られた。

3. プラントでの脱水固化処理土製造実験

鳥栖砕石（有）の脱水処理プラントで 2015 年 9 月 9、10 日と同年 10 月 28 日午前・午後の計 4 回脱水固化処理土の製造実験を行った。その実験スケジュールを図-3 に示す。固化処理土を作製して、養生後にほぐすものと現場で作製直後にほぐすものの 2 種類に分けて試験を行った。養生期間は 7 日、28 日とした。

コーン指数試験は、A-c 法 ($E_c=550\text{kJ/m}^3$)、E'-c 法 ($E_c=1810\text{kJ/m}^3$)、E-c 法 ($E_c=2480\text{kJ/m}^3$) で締固めたものに対して行った。それぞれの締固め仕事量 (E_c) は、標準締固め仕事量・設計 CBR 試験の仕事量・修正 CBR 試験の最大仕事量に相当している。その試験結果は図-4~6 に示す。締固め仕事量の増加に従って乾燥密度は上がっているのにコーン指数が下がっているものがみられる。これは、締固めによって土の構造がつぶされ密な状態になったものの繰り返しによる強度低下が起きたと考えられる。7 日養生試料で水浸養生の影響を調べたところ非水浸よりもコーン指数が大きくなった。これは、水浸期間の分、養生が長くなるためであると考え 28 日養生試料で確認したところ非水浸で養生した方がより強度が上がることもわかった。

4. 透水試験

締固め仕事量が大きくなるにつれて乾燥密度が上がっていることから、透水性が低下し遮水性材料として使用できる可能性がでてきたので JIS A 1218:2009 に基づいた変水位透水試験で透水係数を求めた。結果を図-7 に示す。

試料は HL5% 添加の固化処理土で 7 日養生後に締固めたものと作製して 3 日目に締固め 7 日養生後に試験するもの 2 種類の方法で行った。締固め仕事量が増えるごとに透水係数は小さい値になっている。遮水性材料である刃金土として必要な透水係数は $2 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 未満であり、仕事量を増やすことでこの基準を満足することができると考えられる。

5. まとめ

室内実験では、カーバイト滓を用いたほうが高いコーン指数を得られた。プラントで作製した固化処理土のコーン指数は室内実験結果を大きく下回った。これは消石灰が十分に混ざっていなかったと考えられる。また、仕事量を大きくすることで乾燥密度は大きくなるが、コーン指数、透水係数は小さくなった。

参考文献：1) 林泰弘ら：花崗岩風化残積土の分取工程で発生した

細粒分脱水ケーキの粒状固化処理による盛土材料への適用性，第 11 回環境地盤工学シンポジウム論文集，pp.297-304，2015.7.

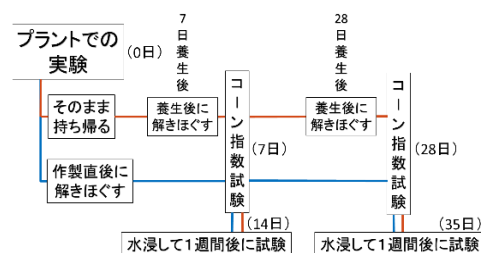


図-3 実験スケジュール

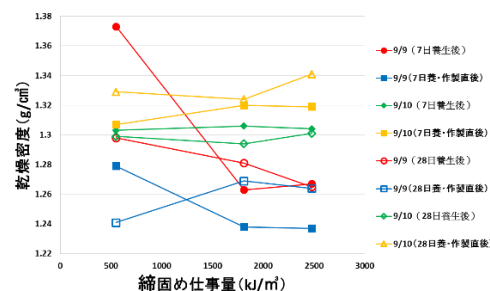


図-4 乾燥密度

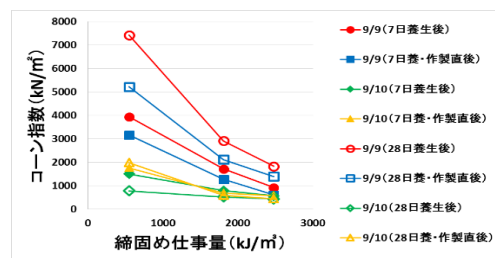


図-5 コーン指数

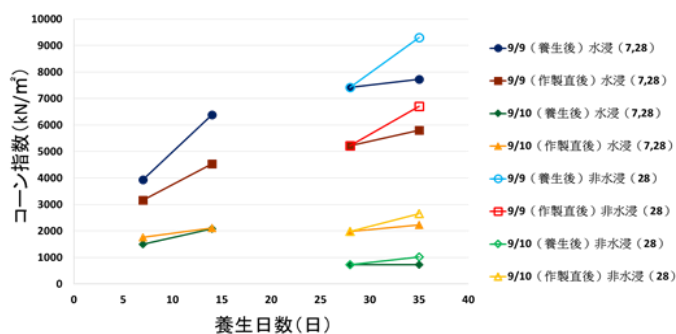


図-6 コーン指数 (水浸・非水浸)

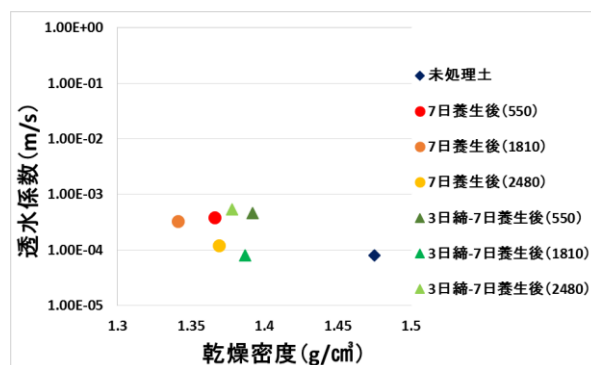


図-7 透水係数と乾燥密度の関係