# 混入する生石灰量が細粒分土砂の粘着力と内部摩擦角に及ぼす影響

明星大学院　学生員　○市川健斗
元明星大学　非会員　増田陽向
明星大学　正会員　矢島寿一

## 1.はじめに

細粒分土砂とは建築工事、土木工事のコンクリート、アスファルト等に使用される砕石を生成する過程で砕石工場から発生する微細な土砂である。細粒分土砂は岩石を粉砕した時に空気中に飛散するものと、砕石に付着しているものを集塵機及び水洗いなどで集積したものである。砕石の規格外である細粒分土砂は処分するためにコストがかかってしまう。そこで現在、細粒分土砂を再利用する方法が考えられている。細粒分土砂は水洗いされて水分を多く含んでいるため、生石灰を入れ 1 日放置し強制的に含水比を落とす作業が行われている。この含水比を落とした細粒分土砂を地盤材料として再利用できるか検討するために、生石灰で安定処理された細粒分土砂について調べることは重要である。そこで本研究では細粒分土砂の含水比と混入する生石灰量を変化させ細粒分土砂の粘着力と内部摩擦角にどのような影響を及ぼすのかを明確にすることを目的とする。

## 2.試験方法

(1)使用材料

本研究では、砕石工場から採取した細粒分土砂を使用した。密度、粒度、液性限界、塑性限界試験の結果を表-1 に示す。また、強制的に含水比を下げる方法を再現するために生石灰を使用した。

表-1 細粒分土砂の物性値

| 土粒子の密度 | 粒度分布(%) | | | 液性限界 | 塑性限界 |
|---|---|---|---|---|---|
| :$\rho_s$(g/cm$^3$) | 細砂 | シルト | 粘土 | :$w_L$(%) | :$w_P$(%) |
| 2.76 | 6.5 | 67.5 | 26.0 | 27.7 | 16.4 |

(2)供試体作成方法

供試体作成方法の概要は図-1 に示す。細粒分土砂に所定の生石灰を混ぜ、所定の水を混入し、恒湿恒温室で 24 時間放置した。その後、突き固めによる土の締固め試験(JIS A 1210)に準じて供試体の作成を行った。試料をモールド内に入れランマーを自由落下させ突き固めを三層に分けて行い、試料を型枠から取り出し、直径 50mm、高さ 100mm になるようにトリミングし、供試体を作成した。

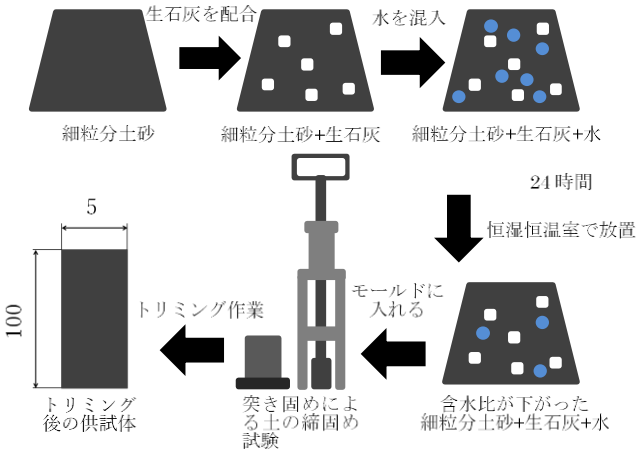


図-1 供試体作成方法の概要

(3)試験ケース

試験ケースは表-2 に示す。初期含水比($w_0$)の条件は w=17.5、20.0、22.5%とし生石灰量(C)は C=20、30、40kg/m$^3$ とした。

表-2 試験ケース

| 初期含水比:$W_0$(%) | 生石灰量:C(kg/m$^3$) |
|---|---|
| 17.5 | 20 |
| | 30 |
| | 40 |
| 20.0 | 20 |
| | 30 |
| | 40 |
| 22.5 | 20 |
| | 30 |
| | 40 |

(4)試験方法

供試体を三軸圧縮試験機に設置し、圧密試験を行った。拘束圧($\sigma'_c$)条件は $\sigma'_c$=50、100、150、200kPa とした。そして、圧密試験終了後 0.05mm/min で 15mm に達するまで排水状態でせん断試験を行った。

キーワード:細粒分土砂、生石灰、締固め特性、粘着力、内部摩擦角
〒191-8506　東京都日野市程久保 2-1-1　Tel.042-591-9649

© Japan Society of Civil Engineers

### 3.生石灰を配合した細粒分土砂の締固め特性の変化

細粒分土砂に対して行った締固め試験より得られる乾燥密度($\rho_d$)と含水比(w)の関係を図-2 で示す。これより、最大乾燥密度($\rho_{dmax}$)は最適含水比($W_{opt}$)=14.8%となることがわかる。含水比(w)=17.5%、20.0%、22.5%の細粒分土砂に所定の生石灰を配合した時の締固め試験の結果を図-2 上にプロットした。含水比(w)=20.0%、22.5%では生石灰を配合すると含水比(w)が低下し、乾燥密度($\rho_d$)が上昇することがわかる。一方、最適含水比($w_{opt}$)に近い w=17.5%では生石灰を配合すると含水比(w)が低下し、乾燥密度($\rho_d$)も減少してしまうことがわかる。このことから、細粒分土砂の含水比(w)が最適含水比($W_{opt}$)を超過する場合では生石灰を配合すると締固め特性に効果があるとわかった。

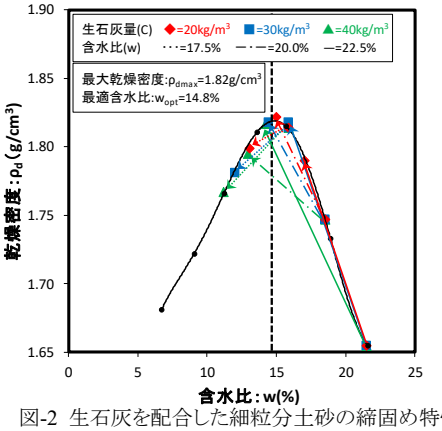

図-2 生石灰を配合した細粒分土砂の締固め特性

### 4.生石灰を配合した細粒分土砂の応力ひずみの関係

生石灰量(C)=20kg/m³ で、初期含水比が変化した時の拘束圧($\sigma'_c$)=100kPa 時の主応力差($\sigma_a$-$\sigma_r$)と軸ひずみ($\varepsilon_a$)の関係を図-3 に示す。これより、軸ひずみ($\varepsilon_a$)が増加するにつれ主応力差($\sigma_a$-$\sigma_r$)が増加しピークを示した後に、残留応力状態になることがわかる。今回の試験では w=20.0%の供試体が最も強かった。これは、締め固めることによりピークが発生し、w=20.0%の供試体は生石灰混入後の含水比が最適含水比($w_{opt}$)に一番近くなったため、強度が大きくなったと考えられる。

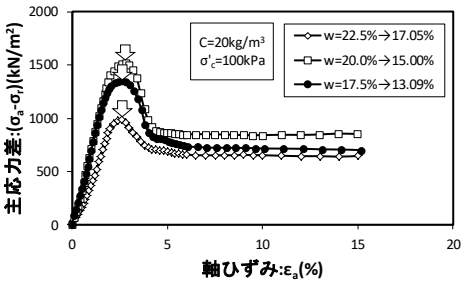

図-3 主応力差と軸ひずみの関係

### 5.粘着力、内部摩擦角と含水比の関係

生石灰量(C)が異なる供試体の最大応力状態の粘着力($c_{max}$)、残留応力状態の粘着力($c_{res}$)と供試体作成後の含水比(w)の関係に図-4 に示す。図中には $\rho_d$－wの関係も示している。これより、生石灰を配合した細粒分土砂の最大応力状態の粘着力($c_{max}$)と残留応力状態の粘着力($c_{res}$)は含水比(w)が増加すると、最適含水比($w_{opt}$)=14.8%までは上昇し、最適含水比($w_{opt}$)を越えると下降する。また、生石灰量(C)が異なる供試体の最大応力状態の内部摩擦角($\phi_{max}$)、残留応力状態の内部摩擦角($\phi_{res}$)と供試体作成後の含水比(w)の関係を図-5 に示す。図中には $\rho_d$－wの関係も示している。これより、最大応力状態の内部摩擦角($\phi_{max}$)と残留応力状態の内部摩擦角($\phi_{res}$)では含水比(w)が増加すると、最適含水比($w_{opt}$)までは若干上昇し、最適含水比($w_{opt}$)を越えると下降する。これらのことから、最大応力状態の粘着力($c_{max}$)、残留応力状態の粘着力($c_{res}$)と最大応力状態の内部摩擦角($\phi_{max}$)、残留応力状態の内部摩擦角($\phi_{res}$)は含水比(w)と乾燥密度($\rho_d$)の増加に伴う傾向が一致していることがわかる。よって、最適含水比($w_{opt}$)では、土粒子のかみ合わせがよいため空隙が小さくなり、締固めエネルギーが効率よく伝わると考えられる。しかし、最適含水比を境にかみ合わせが悪くなり締固めエネルギーが伝わりずらくなると考えられる。

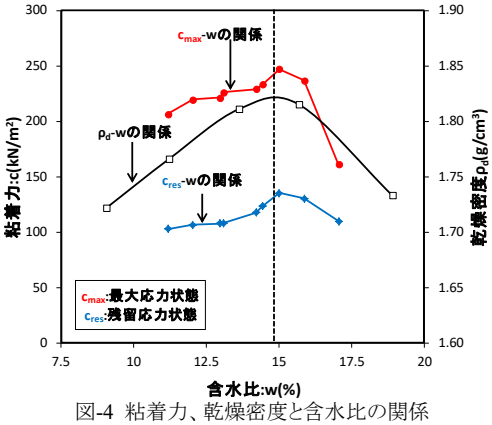

図-4 粘着力、乾燥密度と含水比の関係

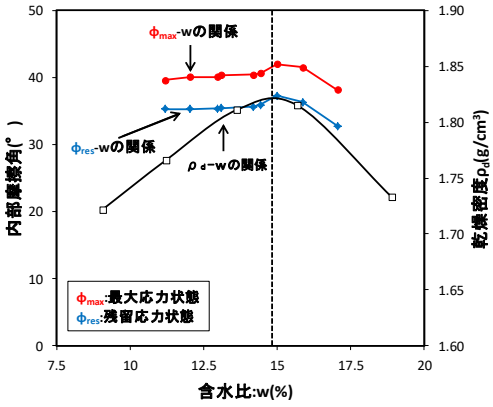

図-5 内部摩擦角、乾燥密度と含水比の関係

### 6.まとめ

本研究から以下のことがわかった。

(1)細粒分土砂の含水比(w)が最適含水比($w_{opt}$)を超過する場合に生石灰を配合すると締固め特性に効果があるとわかった。

(2)生石灰配合の細粒分土砂の最大応力状態の粘着力($c_{max}$)、残留応力状態の粘着力($c_{res}$)と最大応力状態の内部摩擦角($\phi_{max}$)、残留応力状態の内部摩擦角($\phi_{res}$)は乾燥密度($\rho_d$)と含水比(w)の増加に伴う傾向が一致していることがわかった。

© Japan Society of Civil Engineers