

ALC 廃材の吸水性を利用した建設汚泥の性質の改善に関する基礎的研究

岐阜工業高等専門学校 建設工学専攻 2 年

(学生会員) ○上野慎也

岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 (フェロー会員)吉村優治・(正会員)水野和憲

岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 4 年

林 高之

1. はじめに

建設廃棄物として排出されるコンクリート塊やアスファルト塊は、砕石や砂利の代替品として道路の路盤材やコンクリート用再生骨材、割栗石などとしての再利用方法はほぼ確立している。しかし、ALC 廃材（軽量気泡コンクリート廃材）については、水を吸いやすい、傷つきやすく低強度であるという性質をもつためほとんど再利用されていないのが現状である。

また、掘削工事に伴い発生する泥土（建設汚泥）については、セメントや石灰などの固化剤により建設汚泥の性状を化学的に改良するシステムが提案¹⁾されており、改良土の強度増加や脱水時間の短縮が可能となり、路盤材や埋戻土として再利用が可能となったが、土質改良材など多くの改良費を要することが難点として残る。

そこで、本研究は、経済性に優れた建設汚泥の処理方法を確立するため、改良材として未だ再利用方法が確立されていない ALC 廃材を混合させ、その吸水性を利用することで建設汚泥の性質の改善を試みたものである。

2. 取り扱う建設廃棄物と供試体

2.1 ALC 廃材

ALC (Autoclaved Light-Weight Concrete) は、気孔率が体積で 80% 以上を占め、見かけ比重が 0.5~0.6 程度と軽量なコンクリート製品であり、建築材料として外壁、間仕切などに使用されている。わが国では、ヨーロッパからの技術導入により、1962 年から製造が開始された。現在では、年間約 300 万 m^3 が生産されている²⁾が、今後、建物の寿命に伴い ALC 廃材の排出量が増大することを考慮すると、その再利用方法を検討しておく必要がある。

本研究では、旭化成建材㈱の「ヘーベル」を使用し、ALC 板製品の不良品等を一次破碎した後、中間処理施設にて 40mm 以下に破碎したもののうち、粒径が 0.42~2.0mm（土質材料に置き換えると中砂~粗砂に相当、 $\rho_s=2.60\text{g/cm}^3$ ）を使用する。

2.2 建設汚泥(岐阜県揖斐郡大野町の土)

本研究では、岐阜県揖斐郡大野町の大野町運動公園内にある大野レインボースタジアムの建設の際に排出された建設汚泥（以下、大野土という）を使用する。特徴として有機質で約 50% の粘土分を含み、高含水比である。表 - 1 に大野土の物理的性質を、図 - 1 に大野土および乾燥した ALC 廃材と自然状態の大野土混合試料の粒径加積曲線を示す。

2.3 供試体

JIS A 1216³⁾に準じて、大野土のみの試料と、ALC 廃材と大野土混合試料について一軸圧縮試験（供試体寸法 ϕ 50mm, h 100mm, せん断速度 0.2%/min）を行い、改良の効果の判定を行う。供試体の作製方法には、動的に締め固める方法と、静的に締め固める方法があるが、前者の方法では大野土に対して供試体が作製できないため、後者の方法を採用しベロフラムシリンダーを用いて一度の加圧で締め固めることとする。

表 - 1 大野土の物理的性質

土粒子の密度 ρ_s [g/cm^3]	1.896
自然含水比 w [%]	60 ~ 400
液性限界 w_L [%]	333.97
塑性限界 w_P [%]	162.93
塑性指数 I_P	171.03
強熱減量 L_i [%]	57.67
粘土分 [%]	48.97
シルト分 [%]	30.00
砂分 [%]	21.03
平均粒径 D_{50} [%]	0.01
pH	4.11
設計 CBR [%]	0.0551

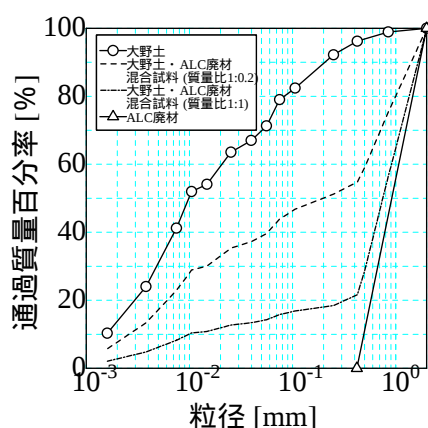


図 - 1 粒径加積曲線

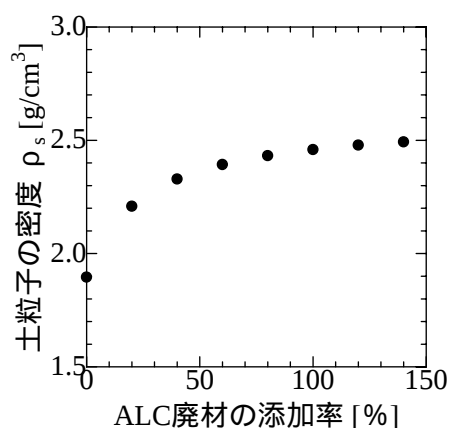


図 - 2 混合土の土粒子平均密度

なお、大野土が自立するためには約 800kN/m^2 の締固め応力が必要であったため、ALC 廃材と大野土混合試料についても同等の圧力で締め固める。また、ALC 廃材の混合量は添加率で表現する。ここでいう添加率とは、自然状態の大野土の質量 1 に対する乾燥した ALC 廃材の質量の割合である。

大野土に ALC 廃材を 20% ずつ添加し、改善効果を検討するが、ALC 廃材の添加に伴う混合土の土粒子平均密度 ρ_s は図 - 2 に示すように増加する。

3. 大野土の物理的性質の改善

図 - 3 は、ALC 廃材の添加に伴う含水比 w の変化を示したものである。ALC 廃材の添加量の増加に伴い含水比が低下し、ALC 廃材の吸水性の効果がみられる。特に、ALC 廃材をわずか 20% 添加しただけで、含水比は半減している。

図 - 4 は、ALC 廃材の添加に伴う湿潤密度 ρ_t 、乾燥密度 ρ_d および間隙比 e の変化を示したものである。 ρ_t は ALC 廃材が吸水するために混合に伴い増加するが、添加率が 60% を越えると低下する。これは、供試体作製時、試料は添加率 80% 程度で急激に粘着性を失い粒状材料のようになることから ALC 廃材の吸水に対して水分が不足していると予想できる。一方、 ρ_d は ALC 廃材の添加に伴い微増しているが、図 - 2 に示すように ALC 廃材の添加率により ρ_s が増加しているため供試体の締め具合を適切に表しているとは言い難い。そこで各添加率における ρ_s 、 ρ_d を用いて算出した間隙比 e で評価すれば、ALC 廃材の添加に伴い減少するが、添加率 80% 以上では変化しないことがわかる。すなわち、供試体の締め程度は ALC 廃材の添加率 80% 程度以上ではほぼ一定になる。

4. 大野土の力学的性質の改善

図 - 5 は各試料の一軸圧縮試験の応力 - ひずみ関係の代表例を示したものであり、図 - 6 はこれらの全試験結果をまとめたものである。試料 A (大野土) の最大圧縮応力 q_u は約 10kN/m^2 と非常に小さいが、ALC 廃材の添加量を増加 (図中: B → C → D → E → F) させることで、変形係数 E_{50} が大きくなり、 q_u も増大する。しかし、添加率が 100% を越えると、試料の粘着性が小さくなり逆に E_{50} 、 q_u とも減少し、添加率が 140% 以上になると試料は粒状材料のようになり供試体は自立しなくなる。この結果より、ALC 廃材の添加により大野土の力学的性質は改善され、一軸圧縮強さの点では乾燥した ALC 廃材と自然状態の大野土の最適な配合は質量比で 1:1 程度が望ましいと考えられる。ただし、ALC 廃材の低拘束圧力 (49kN/m^2) の三軸圧縮試験の結果、緩詰め状態においても内部摩擦角 ϕ は 40° 以上⁴⁾を得ており、粒子破碎がなければ質量比で 1:1 以上に ALC 廃材を混合しても、十分に地盤材料として使用可能であると推測できる。

4. おわりに

本研究の結果から、自然状態の建設汚泥に添加する乾燥した ALC 廃材の量は質量比で、供試体の締め具合の点では 1:0.8 程度、一軸圧縮強さの点では 1:1 程度が望ましく、ALC 廃材を建設汚泥の改良材として混合することで、建設汚泥の物理的性質および力学的性質が改善できることが明らかとなった。

参考文献

- たとえば、セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル，pp.1～48，1994.8.
- 経済産業省：<http://www.meti.go.jp/statistics/index.html>(2006.11/27.)
- (社)地盤工学会：土質試験の方法と解説 - 第一回改訂版 -，pp.430～440，2000.3.
- 工藤晃一：軽量粒状体としての ALC 廃材のリサイクルに関する研究，岐阜工業高等専門学校環境都市工学科平成 12 年度卒業論文，2001.2.

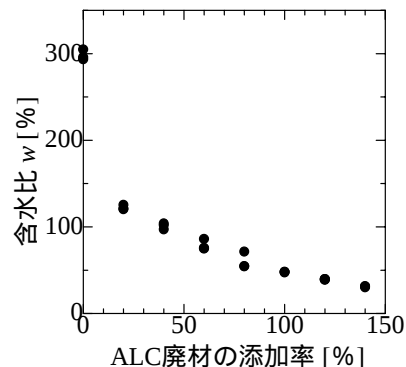


図 - 3 ALC 廃材の添加率と含水比の関係

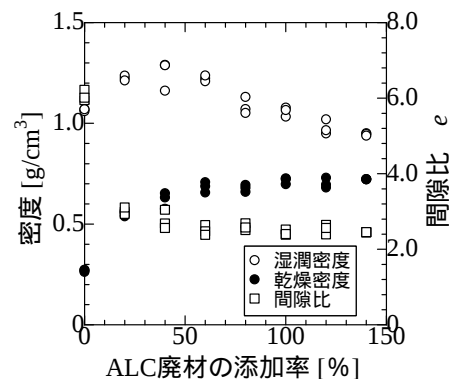


図 - 4 ALC 廃材の添加率と湿潤密度・乾燥密度および間隙比の関係

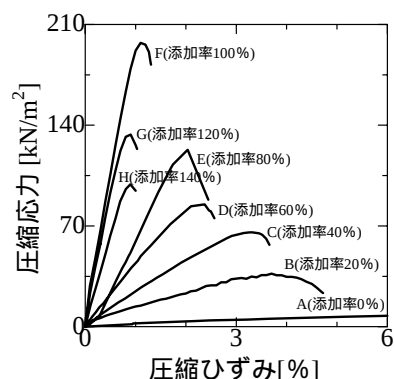


図 - 5 圧縮応力とひずみの関係

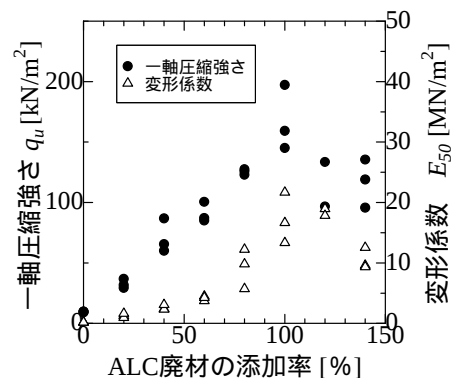


図 - 6 ALC 廃材の添加率と一軸圧縮強さおよび変形係数の関係