

再生石膏と石炭灰を用いた混合材としての力学的・化学的特性の評価 その2

長崎大学工学部 学生会員 ○田中謙士朗 長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静
 長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖 長崎大学大学院 正会員 杉本知史
 長崎大学工学部 学生会員 内田周治

1. はじめに

現在、石膏は石膏ボード、型枠石膏など建築物や石膏製品に広く用いられ、生産量が増加している。一方で、建築物の解体等の増加に伴い排出量の膨大な増加が予測されており、石膏の処理は社会問題化しつつある。また、火力発電に伴い発生するフライアッシュ（以下、FA）とベッドアッシュ（以下、BA）は産業副産物であり、火力発電所の稼働率増加に伴い排出量が増加しているため、処理問題が顕在化している。再生石膏とFAは、水和反応を起こすと、硬化するという性質を有しており、このような作用は地盤改良への活用に期待できると考えられる。本研究では、廃石膏を再生させた再生石膏とFA、BAを用いて高含水比粘性土である有明粘土の乾湿繰り返しを行い、力学的特性実験および科学的特性実験を行い、評価する。

2. 実験試料

本研究では、本研究発表回の「再生石膏と石灰灰を用いた混合材としての力学的・化学的特性の評価その1」で用いた試料と同じものを使用した。

3. 実験概要

所定の含水比に調整した改良対象土に固化材として再生石膏とFA、BAを混合攪拌し、高さ100mm、直径50mmのモールドで供試体を作製した。供試体作製後、温度25℃、湿度90%の恒温恒湿槽において7日、28日間養生を行った養生後、モールドから供試体を取り出し、既往の研究^{2), 3)}に準じて、1日おきに恒温恒湿槽で乾燥と水浸を繰り返した。乾湿繰り返し試験のケースを表-1に示す。乾燥、湿潤の順で所定の回数乾湿繰り返しを行い、湿潤後に一軸圧縮試験を行った。化学的特性については、乾湿繰り返し時の水浸に用いた水より、フッ素の溶出試験とpH試験（JIS Z 8802）を行った。

表-1 実験ケース

改良対象土	初期含水比(%)	BA もしくは FA (kg/m ³)	再生石膏 (kg/m ³)	養生日数(日)	サイクル数(回)
有明粘土	160	50 (FA のみ)	50	7,28	0,3,7,10
		100	100		
		150 (FA のみ)	150		

4. 実験結果

4.1 力学的特性

図-1に7日養生後の混合量と一軸圧縮強度の関係を示す。また、図-2に28日養生後の混合量と一軸圧縮強度の関係を示す。7日養生と28日養生の、全ての実験ケースにおいて混合量の増加に伴い、一軸圧縮強度の増加が見られる。これは、石膏とBAまたはFAの水和反応により硬化作用が発揮されたためだと考えられる。7日養生に関しては、180℃の再生型枠石膏を用いた場合が最も高い強度となっているが28日養生後に関しては、石膏ボードを用いた場合のほうが、型石膏を用いた場合よりも強度が高いという結果になった。7日養生と28日養生の一軸圧縮強度を比較すると、型枠石膏を用いた場合については、強度に大きな変化は見られないが、石膏ボードを用いた場合については、28日養生の強度が高くなるという結果となった。石膏ボードに含まれる紙成分の影響があったと考えられる。また、7日養生と28日養生ともに混合量100 kg/m³に注目すると、BAを用いた場合とFAを用いた場合に強度の差が、ほとんどないことが分かる。

図-3 には、28 日養生の供試体の一軸圧縮強度の変化を示す。240℃の再生型砕石膏と石膏ボードを用いた供試体のみ記載している。サイクル数の増加に伴い、FA を用いた場合には強度が増すが、BA を用いた場合には横ばいか減少する結果となった。これは、BA が FA と比べ粒径が大きいいため、乾湿繰り返しによるひび割れなどの影響を大きく受けるためだと考えられる。

4.2 化学的特性

図-4 に、固化材の混合量が 100 kg/m³ の場合の 7 日養生と 28 日養生の供試体のサイクル数と pH の関係を示す。1 サイクル目は 7 日養生の方が 28 日養生に比べ低い傾向であったが、5 サイクル目には一部逆転している。また、サイクル数を重ねることで pH が収束していくことが確認された。型砕石膏と石膏ボードの違いによる pH への影響は少ないと考えられる。

図-5 に、28 日養生のフッ素溶出量を示す。240℃の再生型砕石膏と石膏ボードを用いた供試体のみ記載している。石膏ボードを用いた供試体のフッ素溶出量が比較的高く、環境基準の 0.8mg/L を大きく上回る結果となった。また、FA と BA を比較すると全てのサイクル数において FA の実験ケースのほうが高い値となっている。FA は、BA に対して細かいため、粒子の表面積が大きく流出しやすいためだと考えられる。

5. おわりに

力学的特性としては、混合材の混合量を増やすことで一軸圧縮強度が増加することが確認された。また、化学的特性としては、乾湿繰り返しを行うことで pH が収束していく傾向が確認され、石膏ボードを用いた実験ケースのフッ素溶出量は、環境基準を大きく上回る値となっているため、石膏ボードを使用する際には、対策が必要となる。

【参考文献】

- 1) 内田ら：再生石膏と石炭灰を用いた混合材としての力学的・化学的特性の評価その 1，平成 29 年度土木学会西部支部研究発表会，2018
- 2) 白岩ら：再生石膏とベッドアッシュを用いた地盤改良材の力学的・化学的特性に関する研究，第 49 回地盤工学研究発表会講演概要集(CD-ROM),pp533~534,2014.
- 3) 丹田ら：再生石膏とベッドアッシュを用いた低アルカリ固化材の地盤改良材としての力学的・化学的特性の評価，平成 26 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集(CD-ROM),pp353~354,2015.

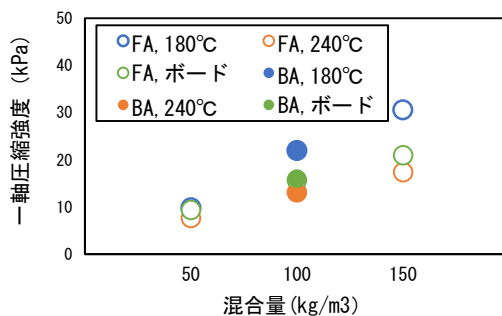


図-1 7 日養生終了後の一軸圧縮強度

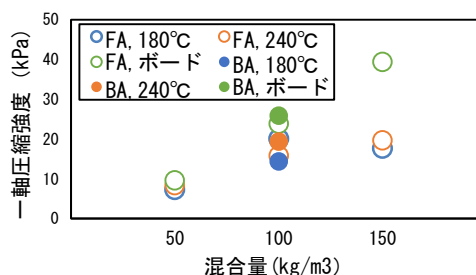


図-2 28 日養生終了後の一軸圧縮強度

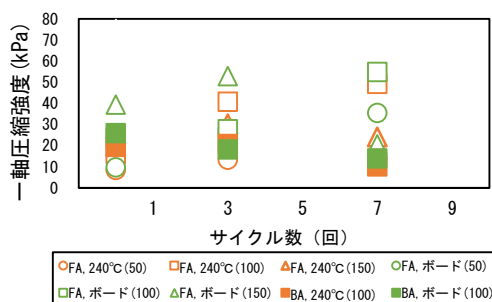


図-3 一軸圧縮強度の変化 (28 日養生)

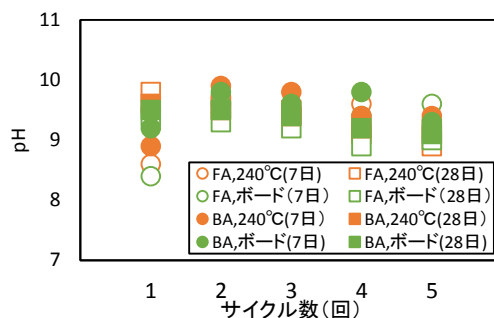


図-4 pH の変化

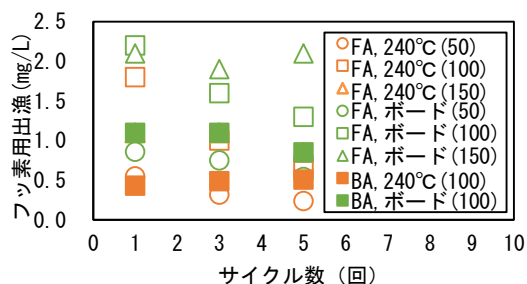


図-5 フッ素溶出量の変化 (28 日養生)