

火山灰質粘性土の安定処理における高炉スラグの適用

熊本大学工学部 学生会員 ○溝田 真由
 熊本大学工学部 正会員 鈴木 敦巳
 熊本大学工学部 正会員 北園 芳人

1. はじめに

火山灰質粘性土は高含水比、乾燥に伴う非可逆性、攪乱による軟弱化が大きいなどの性質¹⁾から建設廃土とされている。これを有効利用するためには安定処理が必要となるが、セメントやセメント系固化材を用いると六価クロムの溶出が問題となってくる。そこで、産業廃棄物として発生する高炉スラグの潜在水硬性に着目し、固化材としての適用性を検討するために、土の種類と固化材添加率を変えて一軸圧縮試験を行い、確認として六価クロム溶出量を調べるために環境庁告示第 46 号試験を行った。

2. 試料及び固化材

火山灰質粘性土は風化の進行に伴って、アロフェン・ハロイサイト・カオリナイトなどの粘土鉱物を含む。そのため、主要粘土鉱物が変化するそれぞれの風化過程における安定処理効果の違いを検討するため、赤ぼく・灰土・カオリナイトを試料とした。表-1 に試料の物理・化学特性を示す。固化材には高炉スラグに消石灰、石膏を補助材として加えた。高炉スラグ 10%、30%、消石灰 10%、20%、石膏 0%、10%の各 2 水準で予備実験を行い、安定処理効果に影響を及ぼす要因を検討した後、本実験を行った。

表-1 物理・化学特性

試料	カオリナイト	灰土	赤ぼく
自然含水比 W_n (%)	1.1	56.8	79.4
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.60	2.71	2.91
有機物含有量(%)	0	0.9	2.4
液性限界 W_L (%)	56.3	54.2	77.8
塑性限界 W_P (%)	24.0	47.1	56.9
塑性指数 I_P (%)	32.3	7.1	20.9
六価クロム(mg/l)	0.022	0.005	0.006

3. 一軸圧縮試験

試料に固化材の添加率を変えて供試体を作製し、7 日、28 日養生後、JIS A 1216 に従って一軸圧縮試験を行った。

1) カオリナイト

予備実験より、石膏>高炉スラグの順に効果があること、消石灰を多く添加すると強度が低下する場合があることがわかった。そこで、高炉スラグ 0%、10%、20%、消石灰 0%、10%、石膏 0%、5%で本実験を行った。

図-1 より、消石灰を添加しない場合の一軸圧縮強度はかなり小さく、高炉スラグ、石膏の添加率を大きくしても短期、長期強度ともにほとんど発現が認められない。消石灰を添加する場合、石膏 0%の 7 日養生では強度は小さいが、高炉スラグを多く添加したときの長期強度の増加が著しい。さらに石膏 5%を添加すると高炉スラグ、石膏による効果が大きく、高炉スラグによる長期強度の増加も著しい。

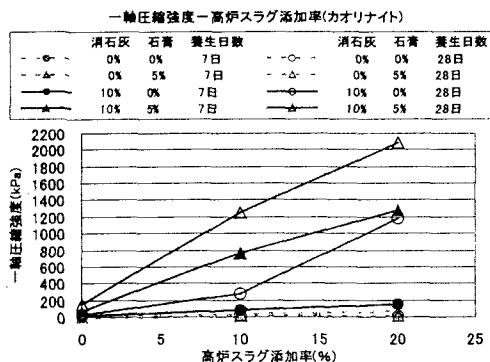


図-1 カオリナイトの一軸圧縮強度

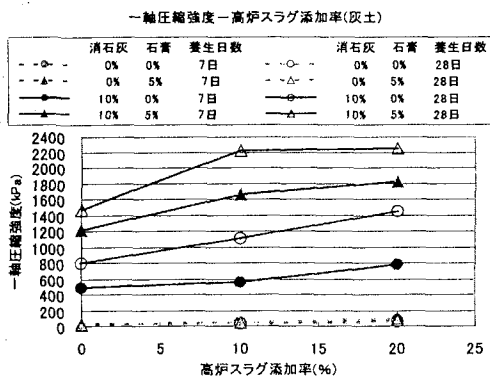


図-2 灰土の一軸圧縮強度

2) 灰土

予備実験より、石膏>高炉スラグの順に効果があること、全体的に強度が大きいことがわかった。そこで、高炉スラグ 0%、10%、20%、消石灰 0%、10%、石膏 0%、5% で本実験を行った。

図-2 より、消石灰を添加しない場合、カオリナイトと同様に短期、長期強度ともにほとんど発現が認められない。消石灰を添加する場合、高炉スラグ、石膏による効果があり、長期強度も発現する。また、消石灰のみ、消石灰と石膏でも強度が得られる。

3) 赤ぼく

予備実験より、石膏>消石灰>高炉スラグの順に効果があることがわかった。また、高炉スラグ 10%-消石灰 10%-石膏 10%の配合では 550kPa の一軸圧縮強度が得られた。そこで、高炉スラグ 5%、10%、20%、消石灰 0%、10%、石膏 0%、5% で本実験を行った。

図-3 より、消石灰を添加しない場合、同様に、短期、長期強度ともにほとんど発現が認められない。消石灰を添加する場合、高炉スラグ添加率を増やすことによって強度は緩やかに増加し、また長期強度の発現も認められる。さらに石膏を加えると、短期、長期ともに強度発現が著しくなる。

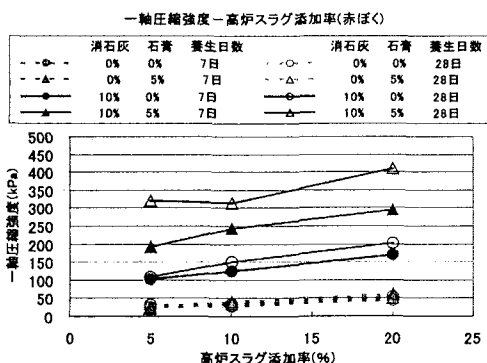


図-3 赤ぼくの一軸圧縮強度

4. 六価クロム溶出特性 (7日養生)

六価クロム溶出量を調べるために 46 号試験を行った。

上記の配合の中でカオリナイトと灰土を対象にした高炉スラグ 0%-消石灰 10%-石膏 5%の配合の 7 日養生において、基準値 (0.05mg/l) 以上の六価クロムが検出された。赤ぼくは高炉スラグを添加しない場合、表-2 で示すように基準値を超えるが、高炉スラグを 5%添加することによって、検出限界値 (0.005mg/l) 以下となった。

表-2 赤ぼくの六価クロム溶出量

高炉スラグ (%)	消石灰 (%)	石膏 (%)	六価クロム (mg/l)
0	10	0	0.063
0	10	5	0.093

5. まとめ

消石灰を添加しない場合、赤ぼく、灰土、カオリナイトのすべてに共通して 100kPa 程度以下となるため、消石灰は不可欠である。しかし、消石灰は単価が高く、六価クロムを含んでいるため、使用量をできるだけ減らし、産業副産物である高炉スラグの潜在水硬性を利用した配合を検討する必要がある。

それ自体は六価クロムをほとんど溶出しない赤ぼくに、六価クロムを含んでいる消石灰 (六価クロム溶出量 0.147mg/l) と石膏を加えることで六価クロムが溶出しやすくなるが、今回の実験結果から、六価クロムの溶出が高炉スラグによって抑制されていると考えられる。このことから、赤ぼくは全体的に強度は低い、消石灰の添加を 10%程度に抑え、高炉スラグを添加することで六価クロムを抑制し、石膏を 5~10%添加することで有効利用が可能であると考えられる。これらの結果から、高炉スラグの適用は有効であると考えられる。

また、本研究に用いた高炉スラグは新日鐵高炉セメント株式会社に提供していただいたものであり、新日鐵高炉セメント株式会社に深謝する。

【参考文献】

- 1) 山内 豊聡 監修・土質工学九州支部編：九州・沖縄の特殊土，pp92~106，1983。
- 2) 由衛 真吾：火山灰質粘性土の安定処理効果と六価クロム溶出の評価，平成 15 年度土木学会西部支部研究発表会後援概要集