

火山灰質粘性土の化学的安定処理効果

熊本大学 学生会員 ○片山 稔夫
正会員 北園 芳人

積水化学工業（株）住宅技術研究所 野原 和宏、田中 直人、西村 新吾

1. 研究背景

アロフェン系の火山灰質粘性土は、高含水比であるために攪乱による軟弱化で強度低下が大きい。そのため、宅地造成など盛土を行った場合、軟弱化して支持力不足になることから安定処理が必要とされる場合が多い。そこで、化学的安定処理が行われているが、セメント系固化材を用いた場合、六価クロムの溶出が問題となっている。本研究では、消石灰の安定処理能力に加え、石膏はエトリンサイト生成反応により安定処理効果を高める効果が期待できる。また、高炉スラグは還元作用を持つため六価クロムの溶出の抑制効果や、潜在水硬性から長期の強度発現が期待でき、そこで固化材として消石灰に石膏と高炉スラグを混合して安定処理効果の促進と六価クロムの抑制を図るものである。

2. 研究目的

火山灰質粘性土の安定処理において、消石灰・高炉スラグ・石膏の3種類の添加比率を変えて混合添加することによって、強度発現、六価クロム溶出量にどのような違いが出てくるのかを検討し、これらの3種類の添加材の最適添加率を検討する。

3. 研究方法

固化材の添加率（消石灰 3～15%、高炉スラグ 10～40%、石膏 2.5～15%）をこれまでの研究成果¹⁾を参考に決定し、供試体を作製する。即日・7日・28日養生後に一軸圧縮強度、7日養生後に環境庁告示第46号試験を行い六価クロム溶出量を測定する。そして、一軸圧縮強度、六価クロム溶出量と固化材添加率の関係から安定処理効果を検討する。

4. 試料の物理・化学特性

「関東ローム」²⁾の関東ローム地質図によれば、今回の試料は採取地より下末吉ロームに分類されるが、「関東ロームの土工」³⁾ではこの下末吉ロームはおおむね自然含水比 50～75%、武蔵野ロームは 100～120%となっている。試料の自然含水比の結果から考えて、採取地が武蔵野ロームの層にも近接しているので一概に下末吉ロームとはいえない。また、同じ火山灰質粘性土である阿蘇市の赤ぼくを比較対照のため記載した。

表1 試料の物理・化学試験結果

試料			関東ローム	赤ぼく
自然含水比	Wn	%	93.8	108.9
土粒子密度	ρ_s	g/cm ³	2.516	2.704
液性限界	WL	%	105.3	176.6
塑性限界	Wp	%	81.3	79.7
液性指数	IL		0.521	0.301
塑性指数	Ip		24	96.9
一軸圧縮強度	qu	kPa	62.0	47.2
六価クロム		mg/l	不検出	不検出
採取地			つくば市	阿蘇市

5. 一軸圧縮強度

試料は関東ロームを用い、全面改良を目的とした7日養生の目標一軸圧縮強度を 142kPa、28日養生の目的一軸圧縮強度を 425kPa として、それぞれの試料に対して消石灰・高炉スラグ・石膏を様々な配合比（消石灰 3～15%、高炉スラグ 10～40%、石膏 2.5～15%）で添加し、その効果について調べた。図1より消石灰の最適添加率は 10%前後であり、それ以上添加しても強度増加はほとんど期待出来ないと推測される。また、図2より石膏についても著しく強度の増加が認められるのは 10%前後であり、それ以上の添加でも 10%前後のものと同程度の強度しか得られないことがわかった。図3の高炉スラグの添加率に関しては、どの組み合わせに対しても添加率が増加すると強度も増加する傾向が見られた。7日養生強度、28日養生強度ともに目標強度を上回っているものも見られた。

5. 六価クロム溶出量

図4の六価クロム溶出量については、セメント系固材(供試体番号2～4)または消石灰のみ(供試体番号6)を添加した場合は、0.06～0.047mg/lという値を示した。しかし、高炉スラグを加えた場合は、高炉スラグ 10%消石灰 12.5%石膏 5%(供試体番号17)以外においては全て 0.005mg/l 未満という結果が得られた。この配合比だけ何故六価クロムが溶出したかという点に関しては、高炉スラグの添加率が消石灰の添加率に比較して低く、高炉スラグの還元作用が十分に発揮されていないのではないかと考えられるが今後のさらなる研究が必要と思われる。また、これまでの研究成果¹⁾から、石膏を添加した場合、六価クロム溶出量がやや高くなる傾向が見られたが、今回の結果ではその傾向も高炉スラグの還元作用の許容範囲であると考えられる。

6. まとめ

消石灰と石膏の安定処理効果は 10%前後までが高く、それ以上の添加率では顕著な効果は期待できない。高炉スラグでは現段階で 40%の添加率までは強度の増加が見込める。また六価クロムについては消石灰・石膏が10%程度であるなら高炉スラグの還元効果で溶出の問題は解決できると考えられる。目標強度を達成した供試体の配合比は表2の他に追加試験で行った高炉スラグ・消石灰・石膏 (30・10・15, 30・15・10, 40・10・10, 40・15・10, 40・15・15) のものであった。

7. 参考文献

- 1)藤本 泰典：火山灰質粘性土の安定処理における添加材の効果，熊本大学工学部環境システム工学科平成 18 年度卒業論文，pp.2-4，2007.3
- 2)関東ローム研究グループ：関東ローム ―その起原と性状―，別冊，関東ローム等厚線図 1965.1
- 3)高速道路調査会：関東ロームの土工 ―その土質と設計・施工―，pp. 35-82，1973.4

表2 供試体番号表

供試体No.	固化材	高炉スラグ	消石灰	石膏	供試体No.	高炉スラグ	消石灰	石膏
①					⑪	25	10	8.75
②	20				⑫	25	5	7.5
③	15				⑬	30	6	9
④	30				⑭	30	9	9.75
⑤		20			⑮	30	12	10.5
⑥			20		⑯	10	10	5
⑦				20	⑰	10	12.5	5
⑧		20	6	6.5	⑱	10	15	2.5
⑨		10	3	3.25	⑲	15	10	5
⑩		25	7.5	8.125	⑳	15	12.5	2.5

①は無添加，固化材：セメント系固化材，単位%

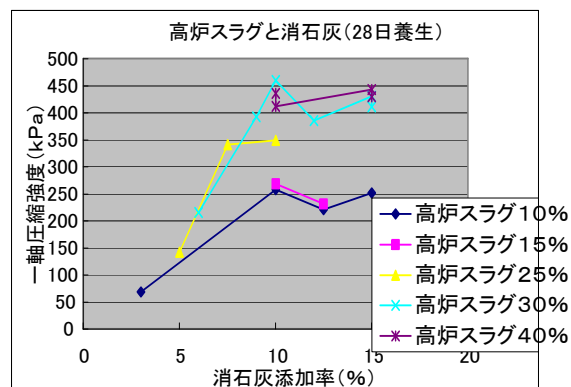


図1 高炉スラグと消石灰 (28日養生)

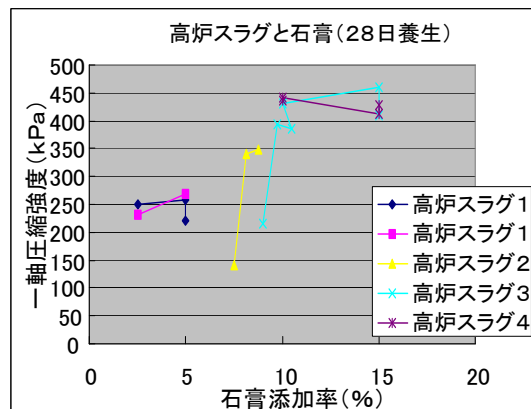


図2 高炉スラグと石膏 (28日養生)

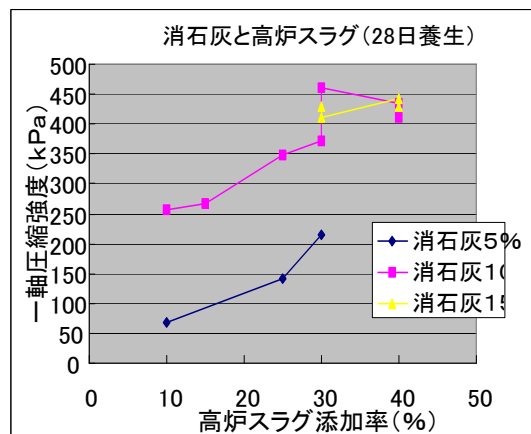


図3 消石灰と高炉スラグ (28日養生)

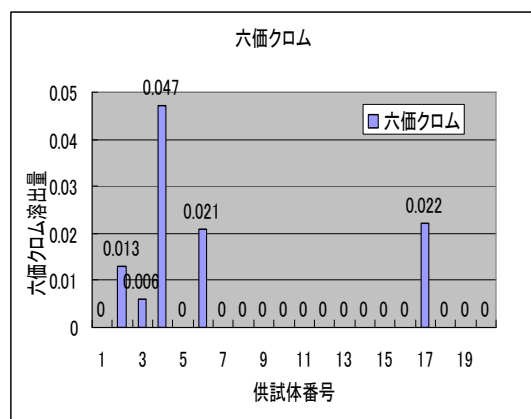


図4 六価クロム溶出量