

糖蜜を用いたカオリン粘土の固化におけるミョウバンの効果

鹿児島高専 学生員 ○宇都 陸
正会員 堤 隆

1. はじめに

著者らは環境への負荷の小さい粘土の固化方法確立を目標に糖蜜に酸化カルシウム、酢酸を加えた水溶液をカオリン粘土に加え 600N/cm² 程度の仕事量で締固め 28 日間気乾養生を行ったところ、含水比 11% から 12% 付近で 30N/cm² 程度の引張強さの最大値を得た。同時に、このときの乾燥密度は養生 1, 3, 7 日のものに比べ最も小さな値となった¹⁾。pH が 4 から 5 程度を示すこの材料における体積膨張は二水セッコウ析出によるものと考えることが妥当である²⁾。カオリン粘土および水溶液には二水セッコウ析出に必要なカルシウムイオンは豊富に含まれているものの、硫酸イオンは水/糖蜜比 0.5 の組成成分に 0.6% 含まれているに過ぎない³⁾。本研究では、二水セッコウの析出量を増加させる目的で硫酸イオンを供給するミョウバンを先行研究で扱った水溶液に加え、粘土供試体の引張強さの増加を試みた。

2. 実験方法

本研究で用いた土試料は土粒子の密度 2.65g/cm³、塑性限界、液性限界がそれぞれ 25.61%、17.88% のカオリン粘土である。締固めに用いた水溶液は重量比で濃度が 10% の糖蜜、0.1g/l の酸化カルシウム、0.9% 濃度の酢酸からなる水溶液に 2~20g/l のミョウバンを加えた。用いたミョウバンは硫酸カリウムアルミニウム 12 水である。370g の粘土試料に 48cc の水溶液を加え、厚さが 2.3cm 程度となるように直径 5cm、高さ 10cm のモールドに 90g の土試料を入れ、仕事量が 600N/cm² 程度となるよう質量 1.5kg、高さ 20cm のランマーで 99 回締固めた。湿潤養生期間を 0, 1, 3 および 7 日間とた後に空気乾燥を行い、あわせて 28 日養生を行った後に圧裂試験で引張強さを求めた。養生時の平均温度および平均湿度を Table 1 に示す。さらに、蒸留水、ミョウバン濃度 0g/l, 10g/l, 20g/l の水溶液を用いて同じ手順で作成した供試体に対し、直径方向を鉛直に立てて深さ 6mm の蒸留水に浸し、安定が失われるまでの時間を測定し耐水性を調べた。

Table 1 Environment in curing for specimens

Concentration of KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O (g/l)	Temperature in curing (°C)	Humidity in curing (%)
2	27.6	41.8
4	26.9	39.5
6	26.8	38.6
8	26.6	40.0
10	26.4	41.6
12	26.3	39.7
14	26.2	39.9
16	26.0	39.6
20	25.8	40.7

3. 結果および考察

Fig. 1 にミョウバン添加量と供試体の引張強さとの関係を示す。ミョウバンの濃度と引張強さには一様な関係は見られないものの、ミョウバン濃度 14g/l で引張強さの最大値 36N/cm² が得られた。これは著者らの先行研究¹⁾で得られた最大値 30N/cm² よりも大きな値となった。また、ミョウバン濃度 10 および 16g/l 以外では湿潤養生 0 日で引張強さの最大値を示すことがないことから、二水セッコウ析出のための化学反応に必要な水分確保には、供試体作成直後は 1 から 3 日程度の湿潤養生が望ましいことが見て

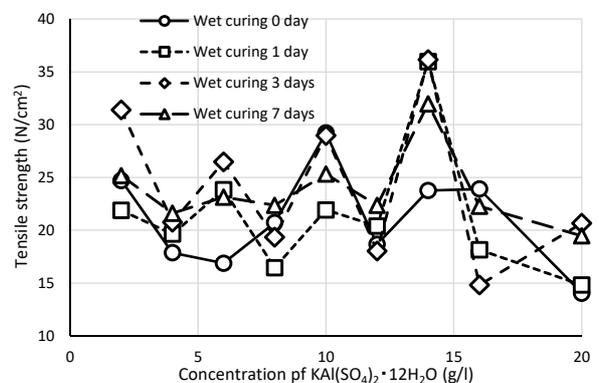


Fig. 1 Relationship between alum and tensile strength

キーワード 粘土, 固化, 引張強さ, 糖蜜, ミョウバン, 二水セッコウ

連絡先 〒899-5193 霧島市隼人町真孝 1460-1 鹿児島工業高等専門学校 都市環境デザイン工学科 TEL0995-42-9019

取れる。

Fig. 2 にミョウバン添加量と圧裂試験で用いた供試体の含水比の初期値に対する比との関係を示す。ミョウバンの濃度が 10 から 14g/l 付近にかけて含水比の減少が見られる。二水セッコウ析出は以下の化学式による。



この濃度で二水セッコウ析出量が増加したのは間隙中の水が化学反応に用いられて含水比が減少したものと考えられる。

Fig. 3 にミョウバン添加量と圧裂試験で用いた供試体の乾燥密度との関係を示す。ミョウバンの濃度は 10 から 14g/l 付近にかけて乾燥密度の増加が見られる。この濃度で析出した二水ミョウバンは粘土粒子間の空隙に生じ、供試体の体積増加には寄与せず密度が増加したものと考えられる。

Fig. 4 にミョウバン添加量と圧裂試験で用いた供試体の乾燥密度との関係を示す。蒸留水およびミョウバンを含まない水溶液で作成した供試体は 4 種類の湿潤養生期間すべてで水浸後 10 分以内に安定を失った。ミョウバンの濃度 10g/l の供試体では、湿潤養生 0 日では 5 分程度で安定を失ったものの、湿潤養生 1 日では 100 分を超え、湿潤養生 3 および 7 日では 120 分を超えた。ここでは 120 分を超えた場合は測定を打ち切り、Fig. 4 では 120 分として表した。ミョウバンの濃度 10g/l の供試体では、湿潤養生 0 日で 20 分程度の安定を示したものの、湿潤養生 1 および 3 日ではミョウバンの濃度 10g/l の供試体より早く安定を失っている。10 分程度以内で安定を失う供試体は水浸部分が崩壊していると同時に、それより上の部分では毛管作用によって空隙に吸い上げられた水によって供試体が軟化し、供試体の剛性を失って安定を失った。一方、安定を失うのに 100 分を超える供試体では水浸部分は崩壊するものの、毛管作用によって吸い上げられた水によって軟化することが無く供試体は安定を保ち続けた。二水セッコウは水に対して難溶であることから、供試体内で析出された二水セッコウが粘土粒子間でバインダーとしての役割を果たすと考えられ、毛管水程度であれば十分抵抗できることが示された。また、ミョウバンの濃度 10g/l では二水セッコウ析出の化学反応に必要な水分を確保するためには 1 から 3 日程度の湿潤養生が必要であることも示された。

参考文献

- 1) 堤, 谷口, 内田, 日高, 材料, **71**(1), pp. 111-117, 2022.
- 2) Gabrisova and Havlica, Cement and Concrete Research, **21**, pp. 1023-1027, 1991.
- 3) 安藤, 大谷, 古川, 神園, 向吉, 鹿児島県工業技術センター研究報告, **29**, pp. 19-23, 2015.

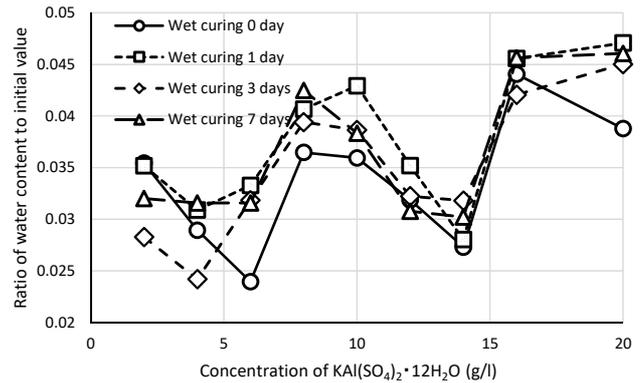


Fig. 2 Relationship between alum and water content

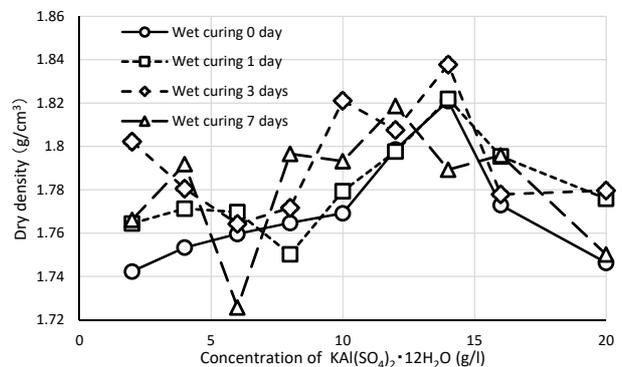


Fig. 3 Relationship between alum and dry density

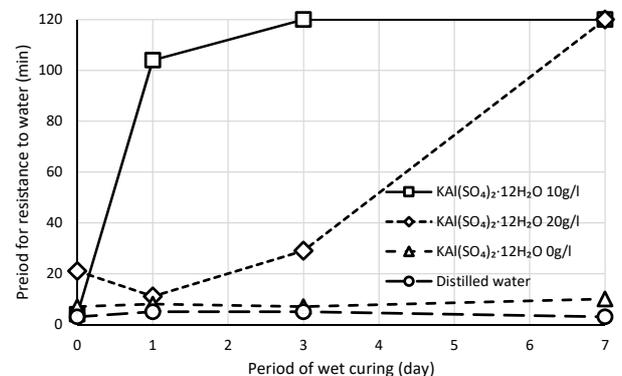


Fig. 4 Relationship between alum and resistance to water