

一般的な固化材に代わる酸化マグネシウム入り改良土の実験的検討

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○畑原大輝
木更津工業高等専門学校 正会員 鬼塚信弘

1 まえがき

改良土の固化材は一般的にセメント、石灰が用いられ¹⁾、化学反応により pH が上昇し、改良土がアルカリ性となる²⁾。土がアルカリ性になることでその問題点は、有機物の分解によるアンモニアガスの発生、地盤中の自然由来重金属等の溶出、水域に接する場所では水生生物に悪影響を及ぼす³⁾。これら改善の要求に応えるために、酸化マグネシウム(以下 MgO とする)の研究が進められている⁴⁾。一般的な固化材は水和反応により、Ca(OH)₂ が形成され、この物質により pH が上昇するが²⁾、MgO の水和反応では Mg(OH)₂ が形成される⁵⁾。Mg(OH)₂ には Ca 系材料を含まないため、pH が一般的な固化材よりも小さめとなる⁵⁾。しかし、MgO は通常の固化材に比べ、コストは高いが、付加価値が得られれば一般的な固化材との併用で用いられる可能性がある。そこで本研究の目的は、MgO とセメント、石灰の割合を変えることで改良土の強度、pH の変化を実験を通して確認し、改良材としての MgO の効果を評価することである。

2 使用材料

土質試料は山砂と黒ボク土を用い、固化材はセメント、生石灰、MgO を用いた。土質試料の物理的性質は表 1 のように得られた。

表 1 土質試料の物理的性質

項目	山砂	黒ボク土
土粒子の密度 ρ_s (Mg/m ³)	2.71	2.53
液性限界 w_L (%)	NP	106.8
塑性限界 w_p (%)	NP	83.4
塑性指数 I_p	NP	23.4
砂分 (%)	93.7	9.0
シルト分 (%)	2.1	84.9
粘土分 (%)	4.2	6.1
最適含水比 w_{opt} (%)	16.1	79.3

3 供試体作製方法と実験方法

表 2 に示した配合設計で各 3 本の供試体を作製する。表 2 では土粒子の質量を 100 としたときの質量比(%)を示し、水を加えた量は締固め試験で測定した w_{opt} をもとに決定した。また、山砂の配合試料を A、B、C とし、黒ボク土の配合試料を D、E、F とする。直径 5cm、高さ 10cm のモールドを使用し、1.5kg ランマーで 30cm の高さから、3 層 25 回で突き固め、1 日、7 日、14 日、28 日で養生させた⁶⁾。養生後、改良土の評価は一軸圧縮試験を行い、一軸圧縮強さ(以下 q_u とする)と破壊後の供試体の pH を測定し、平均の値をとった。

表 2 配合設計

項目	土粒子 (%)	水 (%)	セメント (%)	生石灰 (%)	MgO (%)
A	100	16.1	5.0	0	0
B	100	16.1	0	0	5.0
C	100	16.1	2.5	0	2.5
D	100	79.3	0	5.0	0
E	100	79.3	0	0	5.0
F	100	79.3	0	2.5	2.5

4 実験結果・考察

A～C の養生期間と q_u の関係を図 1、養生期間と pH の関係を図 2 に示す。D～E の養生期間と q_u の関係を図 3、養生期間と pH の関係を図 4 に示す。なお、山砂単体の一軸圧縮試験は供試体が自立しない為、行わなかった。

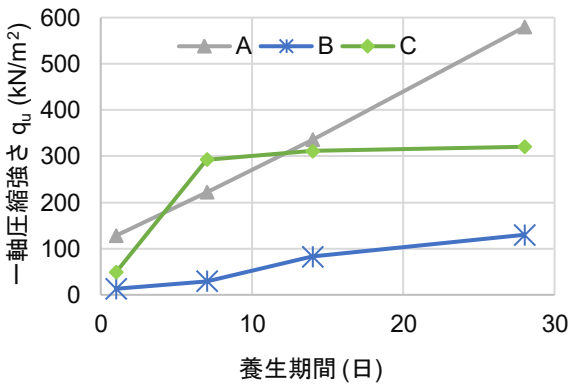


図 1 A～C の養生期間と一軸圧縮強さ(q_u)の関係

キーワード：改良土、セメント、生石灰、酸化マグネシウム、一軸圧縮強さ(q_u)、pH
連絡先：〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津工業高等専門学校 TEL：0438-30-4161 E-mail：onizuka@kisarazu.ac.jp

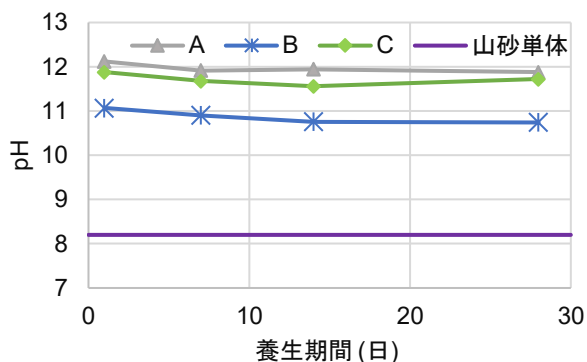


図2 A～Cの養生期間とpHの関係

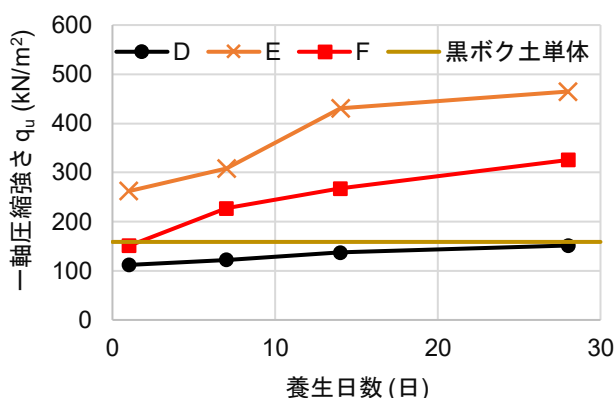


図3 D～Fの養生期間と一軸圧縮強さ(q_u)の関係

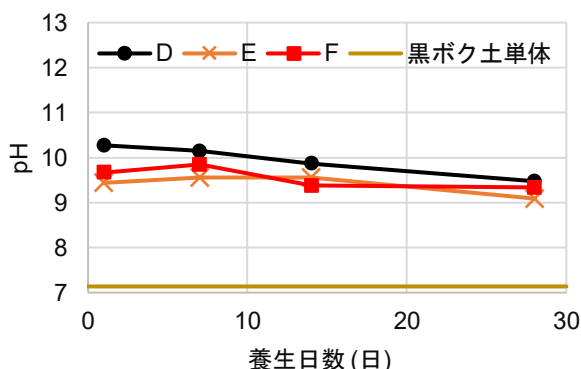


図4 D～Fの養生期間とpHの関係

図1をみると、山砂は q_u がB, C, Aの順に大きくなり、pHは図2よりCとAがほぼ等しく、B、山砂単体の順に低くなる。よって、CのMgOを割合を増やし、セメントの割合を減らすと、強度を保ちながらpHを下げることができると予想される。一方、黒ボク土は q_u がE, Fの順に大きく、Dと黒ボク土単体はほぼ等しい(図3)。この傾向について火山灰質粘性土は非晶質成分が多く含まれていることが影響していると考えられる⁷⁾。pHは黒ボク土単体以外ではほぼ等しい(図4)。しかし、改良材としての効果が、一般的な固化材よりMgOの方が多い土であっても、

MgOと一般的な固化材の割合を変えることで、コスト削減のために有効になるといえる。

5 まとめ

本研究は各種実験にてMgOとセメント、石灰の割合を変えることで改良土の強度、pHの変化を確認し、改良材としてのMgOの効果を評価した。その結果、pHの考慮が必要な場合では、MgOの割合を、コストと強度の考慮が必要な場合では、一般的な固化材の割合を増加させればよいことが分かった。また、改良材としての効果が、一般的な固化材よりMgOの方が多い土であっても、MgOと一般的な固化材の割合を変えることで、コスト削減のために有効であることが分かった。本研究は1日、7日、14日、28日の強度、pHの測定を行ったが、今後はさらに長い期間において、供試体を養生させ、強度とpHの測定を行う必要がある。

謝辞

本研究実施にあたり、JFEミネラル株式会社から酸化マグネシウムを提供していただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 社団法人セメント協会，セメント系固化材の位置付け，セメント系固化材による地盤改良マニュアル，技法堂出版株式会社，2012
- 2) 独立行政法人土木研究所，総説，建設発生土利用技術マニュアル第4版，丸善出版(株)，2013.
- 3) 鹿島建設株式会社：材料 地盤改良・液状化対策技術 (https://www.kajima.co.jp/tech/c_soil_improvement/material/index.html#!body_02) 閲覧日 2022年12月1日
- 4) 山田哲司他，酸化マグネシウムの地盤改良への適用に関する研究(その1：改良土の一軸圧縮強さについて)，第39回地盤工学研究発表会，pp.813-814, 2004.
- 5) JFEミネラル株式会社：不溶化剤 STA-M (https://www.jfe-mineral.co.jp/business/environment_project/sta_m.html) 閲覧日 2022年12月1日
- 6) 社団法人セメント協会，試験項目及び方法，セメント系固化材による地盤改良マニュアル，技法堂出版株式会社，2012
- 7) 藤原信吾他，酸化マグネシウムの地盤改良への適用に関する研究(その6：非晶質物質の定期試験結果)，土木学会第60回年次学術講演会，Ⅲ部門，pp.79-80, 2005.