

## 初期 pH の異なる養生液と高炉スラグ微粉末混合砂の強度・変形特性に関する検討

福岡大学 学生会員 ○鶴 うらら  
 福岡大学 正会員 村上 哲  
 西 智美

### 1. はじめに

平成28年に発生した熊本地震により、表層から3～5mの液状化層の宅地地盤に液状化被害が及ぼされた<sup>1)</sup>。液状化対策として表層改良工法があるが、宅地地盤に用いるには高コストであることが課題となっている。解決策として、表層改良工法の固化材として鉄の副産物である高炉スラグ微粉末を用いることにより、低コストで液状化対策が可能になることが期待される。高炉スラグ微粉末は、水と接触する環境下やアルカリ刺激剤によって固化する特徴(潜在水硬性)がある。しかし、実際に地盤改良に使用することを想定すると、固化に伴うpHの値が周辺地盤に悪影響を及ぼす恐れがある<sup>2)</sup>。従って、高炉スラグ微粉末を固化材として用いた際に、周辺地盤環境に対しpHや固液比がどのように影響するか把握する必要がある。

先行研究では、高炉スラグ微粉末混合砂について、養生液の初期pHが低くても養生中にpHが上昇し、固化することが明らかになっている。しかし、養生中にpHが上昇する原因が明らかになっていない<sup>3)</sup>。そこで本研究では、実際の環境を想定した養生を行い一軸圧縮試験を実施し、pHの変化と強度特性の関係、変形係数と強度特性の関係、またpHが上昇する原因を検討した。

### 2. 実験概要

本研究では、母材に豊浦砂、固化材に高炉スラグ微粉末を用い、添加率10%で混合した試料を混合砂とする。混合砂の土粒子密度と最大・最小密度( $\rho_s=2.658\text{Mg/m}^3$ 、 $\rho_{\max}=1.752\text{Mg/m}^3$ 、 $\rho_{\min}=1.341\text{Mg/m}^3$ )より、相対密度50%で供試体に詰める質量を決定した。モールド(直径50mm、高さ100mm)の底に有孔盤と濾紙を設置し、混合砂を3層に分け詰めて作製した。次に、底に養生シートを敷いた養生容器に混合砂を詰めたモールドを入れ、養生液はpH7,8.5,10,12以上に調整をした水酸化カルシウム水溶液を使用し固液比1:5として養生を行い、養生7,14,21,28,56,84日後に一軸圧縮試験を行った。また、養生開始より7日間は毎日、それ以降は1週間毎に養生液のpHを測定した。

### 3. 養生液のpH、圧縮強度、変形係数と養生日数の関係

図-1にpHと養生日数の関係を示す。図より、初期pH12以上を除く3つのpHでは、養生開始後すぐにpH10程度まで上昇し、その後pH11～12間に落ち着くことが分かる。また、初期pH12以上では、pH12以上を保ち続けることが明らかになった。

図-2に養生日数と一軸圧縮強さを示す。図より、初期pH7,8.5,10は同じような傾向の強度発現をしており、初期pH12以上は途中で乱れが起こっているが、全ての条件において84日養生では強度発現が緩やかになってきていることが考えられる。図-3に養生日数と変形係数の関係を示す。84日養生の変形係数は、初期pH7,12以上と初期pH8.5,10の結果は大きく2分化していることが分かる。また、初期pH7,12以上は変形係数に乱れが見られるため、強度発現が不安定であると考えられる。これらの結果より初期pHの違いと一軸圧縮強さの関係はないが、初期pHの違いと変形係数の関係はあると考えられる。

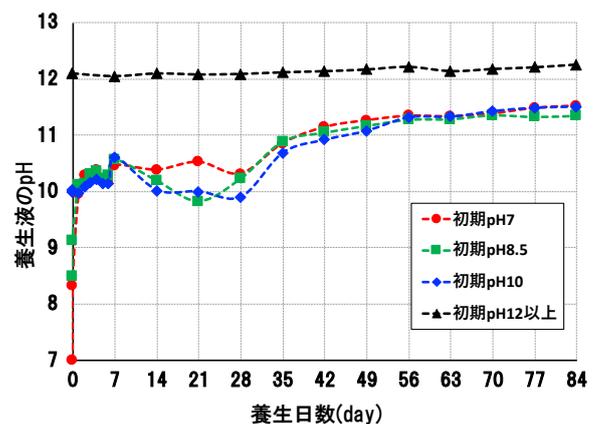


図-1 養生日数と養生液 pH の関係

図-4 に一軸圧縮強さと変形係数の関係を示す。圧縮強度と変形係数は、 $q=7.66x$  という直線近似を引くことができ、相関係数は 0.90 と強い正の相関が見られた。よって、変形係数と一軸圧縮強さのいずれかの値が分かればもう一方の値も推測できるのではないかと考える。

4. まとめ

初期 pH7,8.5,10,12 以上の 4 種類の養生液で 7~84 日間水中養生させた高炉スラグ微粉末混合砂供試体の一軸圧縮試験を実施し、養生液の初期 pH の違いが高炉スラグ微粉末混合砂の強度・変形特性に及ぼす影響について検討した結果、以下の知見が得られた。

(1)固液比 1:5 で養生した pH の変化は、初期 pH7,8.5,10 は養生開始後すぐに pH10 程度まで上昇し、やがて pH11~12 間に安定し、初期 pH12 以上は pH12 以上を保ち続けることが分かった。

(2)強度変化は、いずれの養生液でも強度発現が緩やかになってきていると考えられる。よって初期 pH の違いと一軸圧縮強さの関係はないと言える。

(2)初期 pH の 84 日養生の一軸圧縮強さには大きな差は見られなかったが、変形係数は初期 pH7,12 以上と初期 pH8.5,10 で大きく 2 分化し、初期 pH7,12 以上の変形係数には乱れが見られるため、強度発現が不安定であると考えられる。

(3)変形係数と一軸圧縮強さは  $q=7.66x$  という直線近似を引くことができ、相関係数は 0.90 と強い正の相関が見られた。よって変形係数と一軸圧縮強さのいずれかの値が分かればもう一方の値も推測できるのではないかと考える。

(4)実際の環境を想定した養生を行っても、pH の上昇が見られたため、pH 上昇の原因は本研究でも解明できなかった。

【謝辞】

本研究を進めるに当たり、日鉄高炉セメント株式会社より高炉スラグ微粉末を提供いただいた。記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1)山口紗奈, 村上哲, 西智美, 樫原弘貴, 坂本龍太郎, 三輪滋:平成 28 年熊本地震における液状化危険度の関係について, 土木学会西部支部研究発表会, pp.277-278, 2020.3.
- 2)桐生和明, 梅村靖弘:高炉スラグを使用した汚染土壌中の六価クロム抑制に関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.743-744, 2005.9
- 3)熊谷寛太:養生液の初期 pH の異なる高炉スラグ微粉末混合砂の強度・変形特性, 土木学会西部支部研究発表会, 2021.3.

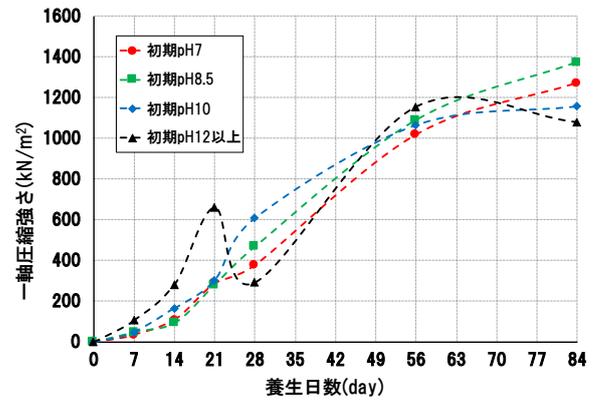


図-2 養生日数と圧縮強度の関係

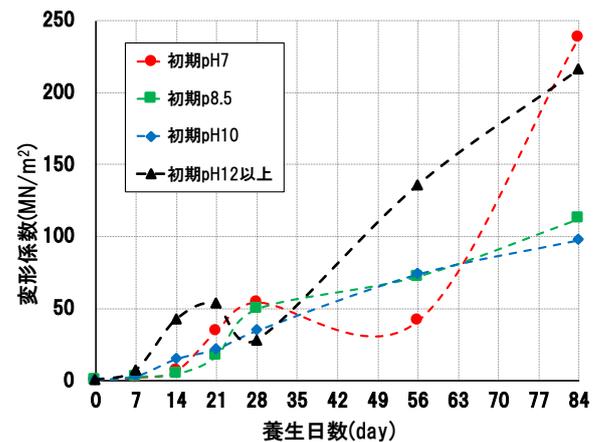


図-3 養生日数と変形係数の関係

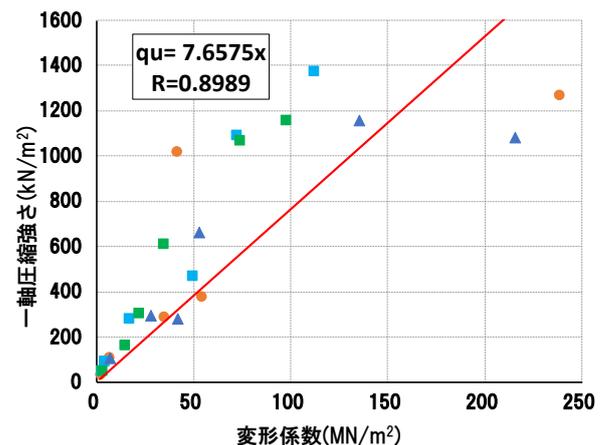


図-4 変形係数と圧縮強度の関係