

立命館大学 学生会員 ○飯田 悟
立命館大学 学生会員 大矢 綾香

立命館大学 正 会 員 藤本 将光
立命館大学 フェロー会員 深川 良一

1. はじめに

ベトナム・ホーチミン市を流れるサイゴン川流域では、河岸斜面の崩壊が起り被害を出している。その河岸斜面の崩壊要因の 1 つとして、河岸を構成する地盤が軟弱であることが挙げられる。しかしインフラ整備予算が十分でないため、経済的かつ効果的な軟弱地盤対策工の提案をする必要がある。

本研究では現地で安価に入手可能で、環境に対する負荷の小さい生石灰と珪殻灰に、破壊ひずみの低下を改善できるとされる稲わらを加えた場合の軟弱地盤に対する地盤改良工法の検討を行う。その中でも今回は稲わらの長さの違いに焦点を当てて研究を行う。また改良土の pH 値を測定して、改良土が硬化する際の反応過程を確認する。

2. 改良土の硬化メカニズム

改良土が硬化するメカニズムを図 1 に示す。

短期的反応である生石灰と水が反応する脱水作用、長期的反応である珪殻灰をポズラン材料として利用したポズラン反応、および消石灰と土粒子によるポズラン反応により改良土の耐久性、水密性が向上する。そこに破壊ひずみの低下を改善できるとされる稲わらを加えることで改良土が補強され、引張力と

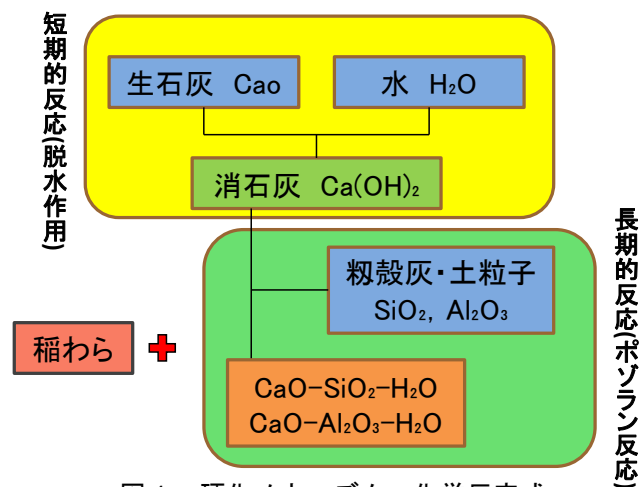


図 1 硬化メカニズム 化学反応式

見かけの粘着力によりさらに強固なものとなって、脆性破壊が起きにくくなると考えられる。

3. 改良土の一軸圧縮試験

試料は現地の軟弱地盤を想定して藤森粘土を使用する。配合比は藤森粘土を 100%とし、水 50%前後、生石灰 5%、珪殻灰 10%、稲わら 1%とした。

まず藤森粘土と水をミキサーに投入し十分に練り混ぜた後、生石灰と珪殻灰と稲わらを投入し 10 分ほど練り混ぜる。その後、直径 5cm、高さ 10cm のモールドに 1 層 100g、計 3 層 300g を突き棒で締め固め、層ごとに分離しないように供試体を作製する。養生については 3 日までは空气中で養生し、それ以降は水浸養生に切り替えて養生を行う。これは現地にこの改良土を適用した場合、改良土の大部分が地下水面下になることが想定されるからである。

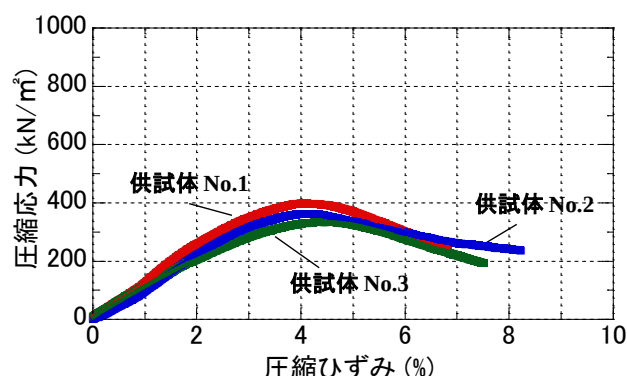


図 2 応力-ひずみ曲線（稲わら 3-7cm, 養生日数 3 日）

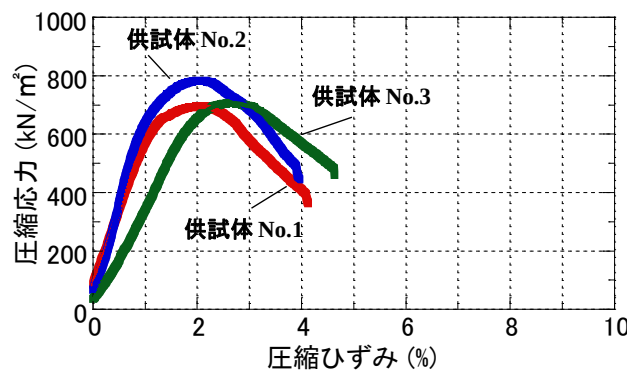


図 3 応力-ひずみ曲線（稲わら 3-7cm, 養生日数 14 日）

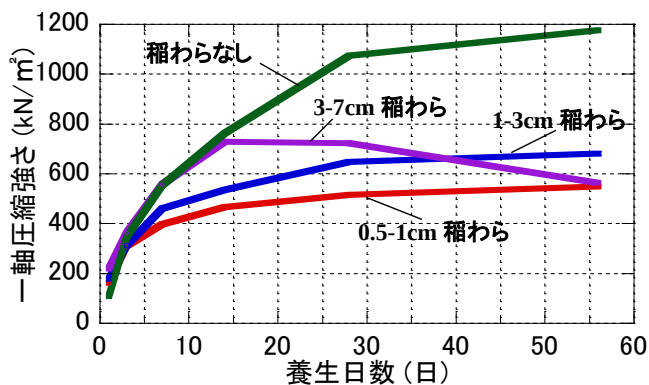


図4 養生日数別一軸圧縮強さ

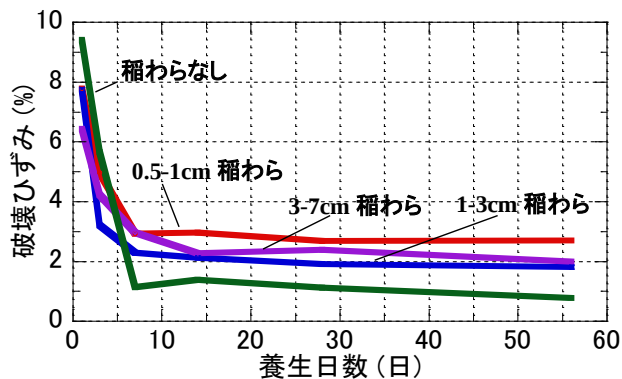


図5 養生日数別破壊ひずみ

一軸圧縮試験は地盤工学会基準「JGS 0511 土の一軸圧縮試験方法」に基づき行う。試験では長さ0.5-1cm, 1-3cm, 3-7cmの湿った稲わらを用いて供試体を作製し、養生日数1, 3, 7, 14, 28, 56日に供試体を3つずつ用いて一軸圧縮試験を行った。

試験結果として、今回の試験で代表的な応力-ひずみ曲線を図2, 図3に、養生日数ごとに一軸圧縮強さと破壊ひずみをまとめたグラフを図4, 図5に示す。

一軸圧縮試験の目標値は高橋らの研究¹⁾を参考に一軸圧縮強さ 200kN/m²、破壊ひずみ 5%とした。

結果は、稲わらを用いた場合で 3-7cm の稲わらを用いた養生14日の場合が高い一軸圧縮強さを示したが、それ以降、強度が低下している。一軸圧縮強さは、稲わらを用いた場合と比べると稲わらなしの方が高い値を示したが、全ての条件において目標値を大きく上回る結果となった。破壊ひずみについては全てにおいて目標値を下回る結果となったが、稲わらなしと比べると稲わらを用いた場合が 1-2%高い破壊ひずみを示し、少しは改善できる結果となった。その中でも、0.5-1cm の稲わらが高い破壊ひずみを示した。これは長さが短い分、稲わらの本数が多くなり、それによって全体に混ざり合い、破壊ひずみの低下を改善したと考えられる。

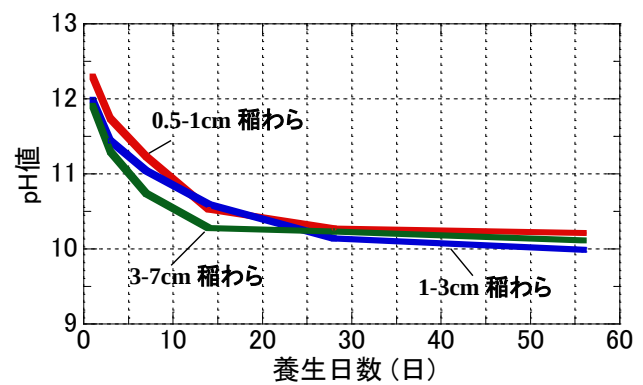


図6 養生日数別 pH 値

4. pH 試験

pH 試験については地盤工学基準「JGS 0211 土懸濁液の pH 試験方法」に基づき行う。試験条件は一軸圧縮試験と同様で、試験終了後の供試体をハンマーで砕き、それを試料として混濁液を作成し、pH 試験を行った。

試験結果として、養生日数ごとに pH 値をまとめたグラフを図6に示す。

結果は、全てにおいて1日目に約12前後の値から56日目に約10前後の値に推移した。また稲わらの長さが pH 値に与える影響はほぼないと考えられる。その中でも7日目までに pH 値が急に低下していることがわかる。これは短期的反応である生石灰と水とが反応する脱水作用による反応が pH 値の低下に寄与しているのではと考えられる結果となった。

5. おわりに

本研究では、生石灰と粃殻灰に、破壊ひずみの低下を改善させる稲わらを加えた軟弱地盤に対する地盤改良工法について検討し、また改良土が硬化する際の反応過程を確認した。

破壊ひずみに関しては目標値を上回る結果は得られなかったが、稲わらを加えたことによる改良効果を確認できた。pH 試験に関しては、pH 値がアルカリ性から中性に近づく反応過程を確認できた。今後は稲わらの配合比を上げ、破壊ひずみの低下を改善できるか、また改良土を適度なアルカリ性環境に保つことが重要であることについても検討する。

参考文献

1) H.Takahashi et al.: Study on Strength and Durability of Fiber-Cement-Stabilized Soils by using Rice Straw, Proc. of the 1st Vietnam/Japan Joint Symposium on Saigon River Bank Erosion, pp.100-110, 2011.