

生石灰と粉砕灰の配合比の違いが改良土の力学特性に与える影響

立命館大学 理工学研究科 ○飯田 悟
立命館大学 理工学研究科 大矢 綾香
立命館大学 理工学部 山戸 貴嗣

立命館大学 理工学部 首藤 祐介
立命館大学 理工学部 藤本 将光
立命館大学 理工学部 深川 良一

1. はじめに

ベトナム・サイゴン川では河岸侵食による河岸斜面崩壊が起きている。その要因の1つに地盤が軟弱であることが挙げられ、早急な対策が求められている。しかし、サイゴン川は大河川であるため対象区間が長く、通常の工法では巨費が必要となる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かつ効果的な材料として生石灰と粉砕灰に注目し、軟弱地盤改良工法の検討を行う。今回は生石灰と粉砕灰の配合比を変化させて一軸圧縮試験を行い、条件の違いによる改良効果について検証する。

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。生石灰は、従来から地盤改良に使用されており、脱水効果や粘土とのポズラン反応により土粒子の固結および間隙の充填といった効果を発揮する¹⁾。粉砕灰は、地盤改良に有効な二酸化ケイ素(シリカ・SiO₂)の含有率が約90%と、ポズラン材であるフライアッシュより高い特徴を有す。硬化メカニズムとしては、短期的反応である生石灰と水が反応する脱水作用、長期

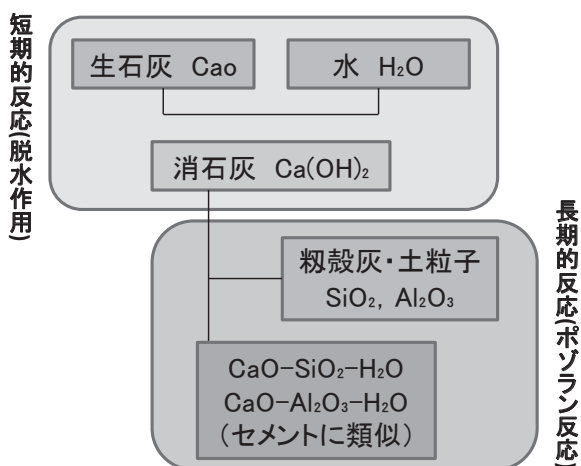


図1 改良土の硬化メカニズム

的反応である粉砕灰と消石灰および土粒子が反応するポズラン反応がある。これらの反応により生成するケイ酸石灰水和物(CaO-SiO₂-H₂O)やアルミン酸石灰水和物(CaO-Al₂O₃-H₂O)が改良土の耐久性、水密性を向上させ、改良土が硬化していく。

3. 改良土の一軸圧縮試験

3.1. 試験条件・方法

表1に今回実施した試験条件について示す。なお、配合比は質量比率に基づき決定した。試料は現地の軟弱地盤を想定して藤森粘土を使用する。

始めに藤森粘土と水をミキサーに投入し十分に練り混ぜた後、生石灰と粉砕灰を投入し練り混ぜる。その後できた改良土を直径5cm、高さ10cmのモールドに突き棒で締固め、300gの供試体を作製する。養生については3日目までは空气中養生を行い、それ以降は水侵養生に切り替える。これは対象地が河岸斜面であり、地下水位が非常に高く水に浸かった状態での改良効果を検証するためである。

表1 材料の配合比(質量比率)

	初期含水比 (%)	生石灰 (%)	粉砕灰 (%)
配合比	55	4	0
			5
			10

(試料である藤森粘土を100%とする。)

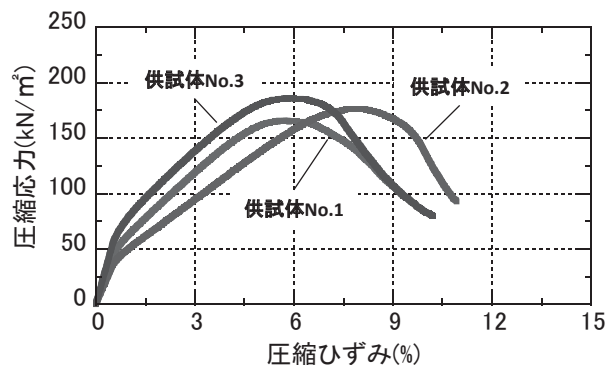


図2 応力-ひずみ曲線(養生3日)

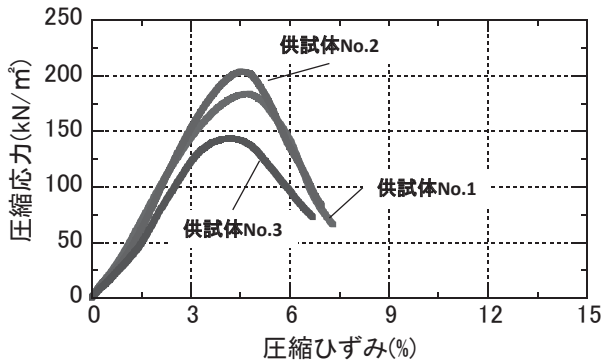


図3 応力-ひずみ曲線 (養生 56 日)

一軸圧縮試験は地盤工学会基準「JGS 0511」に基づいて行う。島津製作所製圧縮試験機(最大荷重 300kN)を用いて試験を行い、養生日数 1, 3, 7, 14, 28, 56 日に同一条件で 3 回実施する。

3. 2, 試験結果

試験結果として、今回の試験で代表的な配合比である生石灰 4%, 粃殻灰 10%の応力-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²⁾の研究を参考に一軸圧縮強さ 200kN/m², 破壊ひずみ 5%とした。

結果は、生石灰の配合比の違いにより一軸圧縮強さ、破壊ひずみ共に大きな差が現れた。生石灰 4%の改良土については、一軸圧縮強さは、養生日数が経過してもほとんど増加せず、生石灰 5%の改良土と比べると 4~6 倍の差がある結果となった。また、粃殻灰の配合比が高いほど一軸圧縮強さが大きくなる傾向を示した。

また今回実施した試験条件では養生 3 日目からの強度増加がほとんどなく強度低下しているような結果もあった。これは空气中養生から水浸養生に切り替えた影響によるものと考えられ、空气中養生の期間を延ばすことでさらに強度発現する可能性もある。

破壊ひずみについては、生石灰 4%の改良土が目標値 5%に近い結果となり、生石灰 5%の改良土と比べ 3~4%高い破壊ひずみを示している。破壊ひずみに対する粃殻灰の影響は少なく、養生 56 日目において試験結果に大きな差がない。そのため粃殻灰の配合比より生石灰の配合比の違いが改良土の硬化に与える影響の大きさがわかった。

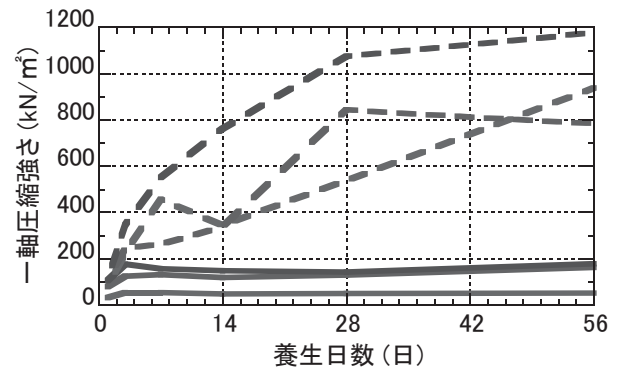


図4 養生日数別一軸圧縮強さ

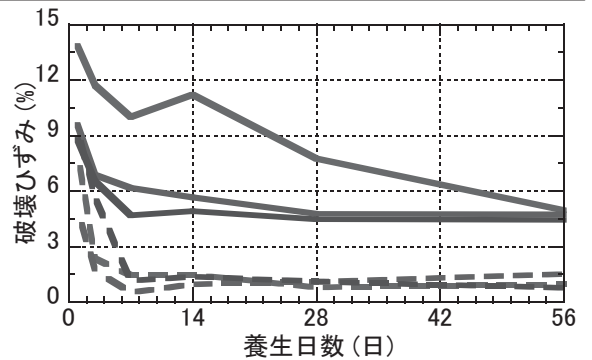
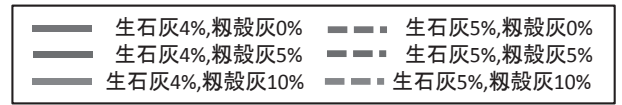


図5 養生日数別破壊ひずみ

4. おわりに

本研究では、生石灰と粃殻灰を用いた軟弱地盤に対する地盤改良工法の検討を行い、生石灰と粃殻灰の配合比を数パターン設定して改良土を作製し、一軸圧縮試験により改良効果を検証した。

生石灰による改良効果は粃殻灰より大きいことが確認できた。今回の条件では空气中養生の期間を延ばすことでより高い一軸圧縮強さになる傾向が見られた。今後は現地での気温を考慮し、気温が改良土へ与える影響についての検討や、一軸圧縮試験以外に乾湿繰り返し試験を実施し、水分量の変化が改良土へ与える影響をより詳しく検討必要がある。

参考文献

- 1) 木暮敬二：高有機質土の地盤工学，東洋書店，pp.245-250, 1995.
- 2) 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.