

氏名	LARRY PAX CHEGBELEH
授与した学位	博士
専攻分野の名称	学術
学位授与番号	博甲第4023号
学位授与の日付	平成21年 9月30日
学位授与の要件	環境学研究科 資源循環学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	Study on Suspension Grouting and its Application to Geo-environmental Conservation for Sustainable Development (懸濁液の注入とその持続可能な開発に対する地盤環境保全への応用に関する研究)
論文審査委員	教授 西垣 誠 教授 河原 長美 准教授 鈴木 茂之

### 学位論文内容の要旨

Initially and prior to laboratory experimentations in this research, an extensive review of the literature published to date on similar areas of studies was conducted. The main emphasis of this review was on grouting with particular reference to suspension grouts and its applications in barrier systems for: seepage control and contaminant remediation as in underground space development or repositories for high level radioactive waste disposal, the design and construction of vertical cut off walls for groundwater storage in underground dams and drainage control for environmental protection. Salient points from the literature review are presented in Chapter 2. Chapters 3, 4 and 5 discuss procedures used in Laboratory investigations for this study. Each chapter gives an in depth discussion about the corresponding results of the experiments. The results are presented in tables and graphs.

Chapter 3 discusses the injection behaviors of ethanol/bentonite slurry (EBS) and salt/bentonite slurry (SBS) into synthetic fractures. Comparisons are also made between EBS and SBS for use as better grouting material. Permeability and critical hydraulic gradient of grouted fractures are also determined.

Chapter 4 discusses the injection characteristic of SBS into porous media. Determination of pore diameter of the porous media, permeability and the critical hydraulic gradient of grouted media are discussed.

An entirely different kind of suspension grouting other than bentonite is discussed in chapter 5. This is cement - grouting. This chapter also covers areas such as one-dimensional and asymmetric injections, radius of action of grouted front, porosity and effective porosity, permeability and compressive strength and some numerical validations.

General conclusions drawn from the resulting data obtained from the laboratory experimentations are presented in Chapter 6. Recommendations for future research are also given in this chapter.

## 論文審査結果の要旨

本研究では大きく2つの研究を行なった。

### (1) ベントナイトの地盤内への注入に関する研究

亀裂性岩盤や多孔質体の止水を安価に行なう方法として、ベントナイト（1~2 $\mu\text{m}$ ）をエタノールアルコールか4%の塩水による懸濁液に注入する方法が考えられる。この注入方法は、ベントナイトはこれらの溶液の中では膨潤しないで間隙内に注入され、その後、周囲の真水により、エタノールや塩水の濃度が希釈する事によってベントナイトが膨潤して、その止水性が増加する手法を開発している。その結果、亀裂でも多孔質体でも、その透水係数は $10^{-8}\text{m/s}$ 程度まで低下していることが分かった。

本研究では、このように注入したベントナイトが、止水壁を形成した後、どの程度までの浸透圧に耐えられるかについても検討している。その結果、ベントナイトを注入した多孔質体は数100の動水勾配に耐えられることが分かり、1m程度の幅の注入だけで、十分に地下ダムの止水として利用できることが分かる。

### (2) 微粒子セメントの地盤への注入に関する研究

河川堤防の洪水時の耐久性強化に関する研究として、河川堤防に直接セメントミルクを注入する方法に関する研究を実施している。その結果、不飽和状態の堤防に十分に微粒子セメントや極超微粒子セメントが注入可能であることが分かった。また、その結果、注入された供試体は低透水性で一軸強度が大きい材料になることが分かった。特に不飽和状態では、鉛直一次元状態で注入すると、セメント粒子と分離した水が流下するので、水セメント比の低い状態になり、極めて品質の良い材料になるために、堤防の洪水に対しての強化方法として有効であることを示した。これらは非常に有意義なことである。

上記の事より、本研究は博士（学術）を授与するに値すると判断した。