

学 位 論 文 の 要 旨

氏 名	新屋敷 和明
学位論文題目	再生石膏を利用した軟弱地盤改良に関する基礎的研究

本論文は、廃石膏ボードの再資源化物を利用した軟弱地盤の改良に関する室内配合試験結果および現場施工事例をまとめたものである。

第1章：研究の背景として、今後排出量が増大するものと予想される廃石膏ボードは、管理型最終処分またはリサイクル品として有効活用するのいずれかを選択しなければならない。前者の場合、管理型最終処分場の短期間での逼迫は明かである。

よって後者により、建設分野での有効活用を目指すべく本研究に着手したことを述べている。

第2章：石膏ボードは、建築物の壁材・天井材として多く使用されているが、現在経済成長期の建築物が更新される時期となり、大量の廃石膏ボードが排出されることとなったことを述べている。次に、本研究の主材料である廃石膏ボードのリサイクル品（＝再生石膏）の製造工程と、基本的な筆内実験により再生石膏の性質を明らかにした。

第3章：地盤改良の対象とした南九州に分布する軟弱土について解説した。鹿児島県薩摩半島、大隅半島、霧島連山周辺、宮崎県内に分布する軟弱土を対象として説明を加えた。それらの軟弱土は泥炭、池底泥土、火山灰質粘性土、沖積粘性土、沖積砂質土、赤色粘土、風化しらすであり、本章ではその分布状況をまとめている。また、現行の軟弱地盤対策工法をまとめ、再生石膏による地盤改良の位置付けについて解説した。

第4章：採取した軟弱土の基本的な物性についてまとめるとともに、再生石膏と生石灰、石灰系固化材、高炉セメントB種を混合した複合材を用いて、軟弱土と混合攪拌した場合の、室内配合試験を実施し結果をまとめている。

試験結果を整理して「改良材乾燥土比～一軸圧縮強度関係」にまとめ、7種類の実験式を提案した。これらの式を利用し、任意の軟弱土に対する所要強度を設定し現場における含水比、湿潤単位体積重量を測定すれば、改良材添加量の概略値が推定できることを実例で示した。さらに、建設現場でのトラフィカビリティーを改善するために、石膏単独または複合材を用いた改良効果をコーン指数で評価し、現に適用した事例を示した。

第5章：泥炭と池底泥土の室内配合試験強度と現場強度を比較したところ、2ケースとも、スケール効果と考えられる現象すなわち現場強度が室内強度よりも、かなり大きいことを示した。このことを実証すべく、室内試験を行ったが、結果的にスケール効果を示す有効なデータは得られなかったが、今後はさらに大容積で養生を行う、数段階の温度管理を行うなどの手法でスケール効果を確認し、地盤改良の経済的な設計に役立てたいと結んだ。

第6章：廃石膏ボードを熱処理してリサイクルすることにより、有効な地盤改良材となることを、南九州地域に分布して、土木工事等で安定性や施工能率が問題となっている軟弱土を対象に、室内試験を行った。その結果、軟弱土は大別して数種類存在するが、自然含水比と湿潤単位体積重量を計測することにより、目標強度を得るためには、原土の単位容積に対して、どの程度の再生石膏を主体とする複合材を添加すればよいか提案式を示した。また、施工現場で問題となるトラフィカビリティー確保のために、再生石膏単独で改良材として使用できる可能性があることを室内試験で明らかにした。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 336 号	氏 名	新屋敷 和明
審査委員	主 査	北村 良介	
	副 査	武若 耕司	山口 明伸
<p>学位論文題目 再生石膏を利用した軟弱地盤改良に関する基礎的研究 (Basic study on soft ground improvement using recycled gypsum)</p> <p>審査要旨</p> <p>提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、廃石膏ボードの再資源化物（再生石膏）を利用した南九州に分布する軟弱地盤の改良に関する室内配合試験および現場施工事例をまとめたものであり、全文6章より構成されている。</p> <p>第一章では、研究の背景と目的、論文構成について整理し、本研究の目的、意義を明確にしている。</p> <p>第二章では、高度経済成長期に建造され、更新時期を迎えた建築物から排出される廃石膏ボードの再資源化物（再生石膏）の製造工程を示し、本研究で使用した再生石膏の物理・化学的な特性を明らかにしている。具体的には、二水再生石膏を半水石膏、無水石膏にする工程、凝結硬化特性、加水による温度変化特性を明らかにしている。</p> <p>第三章では、南九州に分布する軟弱地盤を紹介し、本研究で対象とした軟弱地盤を構成する軟弱土の採取場所（18ヶ所）の地質・土質特性を明らかにし、目視による土質分類を試みている。</p> <p>第四章では、採取した軟弱土を試料とし、各種土質試験から得られた土質特性を明らかにしている。具体的には、南九州の18ヶ所から採取した泥炭、粘土、黒ボク、風化しらす、火山灰質粘性土、火山灰質砂質土、火山灰質礫質土を研究対象とし、粒度試験、密度試験、土粒子密度試験、乾燥密度試験、含水比試験を行っている。次に、改良材の添加量をパラメータとした配合試験を行い、軟弱地盤の改良手順に関するフローチャートを提案している。さらには、実務で有用な改良材の添加量と一軸圧縮強度の関係を評価するための実験式を提案している。</p> <p>第五章では、試料を採取した18ヶ所の中から2地点（吹上町の泥炭、高山町の池底粘土）を抽出し、室内での配合試験結果と現場での地盤改良施工での改良効果の比較を行い、供試体のスケール効果について考察を加えている。</p> <p>第六章では、再生石膏を用いた最適な配合設計によって軟弱地盤を効率よく改良する手順を述べた本研究の成果をまとめている。</p> <p>本論文でのこのような成果は、今後益々増大が見込まれる廃石膏ボードの再資源化に寄与するのみならず、南九州に分布する軟弱地盤の効率的な改良技術に資するものと考えられる。</p> <p>よって、審査委員会は博士（工学）の学位論文として合格と判定する。</p>			

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第386号	氏名	新屋敷 和明
審査委員	主査	北村 良介	
	副査	武若 耕司	山口 明伸

平成22年2月15日（月）に論文発表会が開催され、30分の説明と30分余の活発な質疑応答が発表者と審査委員を含む参加者との間でなされ、発表者からの的確な回答が得られた。

主な質疑応答内容を以下に記す。

【質問】従来の軟弱地盤改良においては、室内配合試験で得られた改良材の添加量は現場において割り増す必要がある。ところが、本研究での再生石膏による地盤改良においては、室内配合試験で得られた改良材の添加量で施工を行うと、過大な安全側の施工になるようであるが、このようなことは一般的なことなのか。

【回答】本研究に取り組む動機はまさにそのことを明らかにしようとするものであった。本研究では再生石膏による地盤改良と室内配合試験との間のスケール効果を定量的に明らかにすることを試みたが、試験中の含水比の管理等が困難であるため、定量的な評価式の提案までにはいたらなかった。他の地域で行われた再生石膏を用いた地盤改良事例をチェックする必要がある。

【質問】室内配合試験結果より提案された最適な配合比の評価式を使った設計手順を示して下さい。

【回答】皆様に配布するつもりであった図4.6のコピーを忘れましたので、口頭で説明させていただきます。対象となる軟弱地盤から攪乱・不攪乱試料を採取して、各種室内土質試験を行う。次に要求される設計強度を算定し、改良工法の選定を行う。そして、再生石膏を使った地盤改良が最適となったら評価式を用いた配合比によるコストを含めた検討を行う。このように提案した評価式は利用されることになる。

【質問】改良材として再生石膏以外の材料（生石灰、高路スラグ、採石ダスト）が使われているが、これらの材料はどのように選定されたのか。

【回答】一般に、粘性土系の軟弱地盤の改良には石灰系の改良材が再生石膏と組み合わせて使われ、砂質土系の軟弱地盤にはセメント系の改良材が再生石膏と組み合わせて使われている。本研究においてもこのような基準で再生石膏以外の改良材が添加された。

【質問】黒ボクに関しては、図4.3に示された改良材水比 M/W —軸圧縮強さ関係の線形性が、図4.5に示された改良材乾燥土比 M/W_d —軸圧縮強さ関係よりも良好であるように見えるが、このことに関するコメントをいただきたい。

【回答】黒ボクについてはご指摘の通りです。しかし、他の試料を含めた結果では改良材水比より改良材乾燥土比がよいと考えました。但し、本研究で用いた試料数が十分ではないので、今後は試料を追加し、両方の整理法の比較・検討を行わなければならないと考えます。

【質問】石膏は地下水と反応して硫化水素ガスが発生する可能性があります。このことについては何らかの対策がなされているのでしょうか。

【回答】市販の再生石膏は、製造工程で鉄分を混ぜ込んでおり、それによって硫化水素を鉄と反応させ、硫化水素ガスの発生を抑えるようにしております。

以上の結果、3名の審査委員は申請者が大学院博士後期課程修了者として十分な学力と見識を有するものと認め、博士（工学）の学位を与えるに足る資格を有するものと判定した。