

環境調和型開発システムに関する研究

Studies on environment-friendly development systems



教授 高橋 弘
Professor
Hiroshi Takahashi



助教 里見 知昭
Assistant Professor
Tomoaki Satomi



At Ecollab, Tohoku University



At KINOIE in Akiu-town, Sendai city

In 2016, the research activities of this laboratory are as follows: 1) Development on recycling system of mud generated from disaster sites by Fiber-cement stabilized soil method, 2) Study on diggability of crushed stone using mining shovels, 3) Study on development of shovel bucket to reduce soil adhesion, 4) Study on soil sampling method using UAV (Unmanned Air Vehicle), 5) Development on soft mud stabilization material using paper sludge ash, 6) Study on strength property of Fiber-cement stabilized soil including granule made from disaster debris, 7) Study on stabilizing mud using geopolymers to apply a sediment disaster recovery, and 8) Study on improvement of strength of concrete using recycled concrete aggregates treated by pozzolanic materials.

1. 繊維質固化処理土工法による災害復旧対応型泥土処理システムの開発と環境修復への適用

近年、東日本大震災や度重なる大型台風の襲来など大規模自然災害が多発している。自然災害では大量の軟弱泥土が発生することが多く、この軟弱泥土が迅速な災害復旧の障害になっているのが現状である。本研究室では、これまでに軟弱泥土を盛土材などの地盤材料に再資源化する研究を行ってきたが、本年は軟弱泥土を緑化材に再資源化し、法面や堤防などの環境修復へ応用することを目的に、緑化材の土壌物理特性について検討した。本年は、木材チップ混合の緑化土の性能を調べるための装置を新たに開発し、実験を行った (Fig.1)。

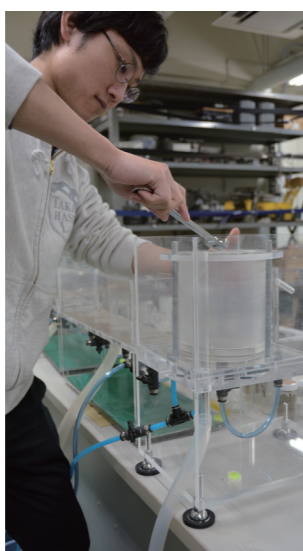


Fig.1 New developed permeability test apparatus

2. Mining Shovel の掘削性に関する研究

資源開発現場では、岩盤を削孔し、爆薬を充填して発破を行い、破碎堆積物をショベルで掘削する作業を繰り返すが、最近では、破碎堆積物の粒度から発破成績を評価し、次の発破計画に役立てようという試みが行われている。しかし、発破成績の評価を画像処理から行うには長時間を有する。そこで、掘削作業中にショベルに作用する抵抗力から粒度を推定し、発破成績を評価することが本研究の目的である。本年は、掘削抵抗力と粒度の関係について実験的に検討し、粒度推定のために有効と考えられるパラメータの抽出を行った (Fig.2)。



Fig.2 Crushed stone digging test

3. 地中環形生物に学ぶ土粒子非付着性掘削バケットの開発に関する研究

建設機械の作業ツールに土が付着すると作業効率が大幅に低下することから、土の付着は建設機械にとって大きな課題である。昨年、作業ツールの表面の小孔から水が染み出る構造を提案した。本年は、本研究で提案する構造の有効性を定量評価する実験を行った (Fig.3)。材料表面から水を染み出させた結果、水量の増加に伴い付着力は減少することから、本研究で提案する構造の有効性が検証された。また付着を軽減できる最小の加水量を定量的に把握することができ、実機への適用を可能にした。

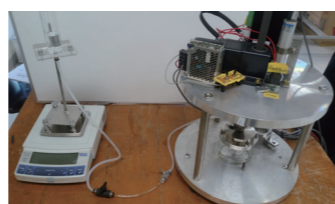


Fig.3 Soil adhesion test apparatus

4. UAV を用いた土砂サンプリングに関する基礎的研究

土砂災害現場などにおいて、ドローンなどの UAV(Unmanned Air Vehicle) を用いた 3次元形状計測は実用化の域にある。一方で、火山災害などでは土砂のサンプリングが必要とされているが、UAV による土砂サンプリングに関してはまだ課題が残されている。そこで、UAV による土砂サンプリングシステムの開発を目指した研究を行っている。本年は、筒状の採取装置を上空から落下させて土砂を内部に取り込む機構を提案した。実験の結果、軟弱泥土から比較的硬く締まった土まで幅広い性状の土砂を採取可能であることが確認された (Fig.4)。

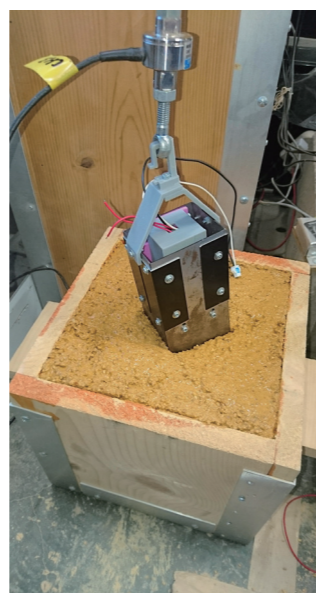


Fig.4 Soil sampling test using developed device

5. PS 灰を用いた新しい軟弱泥土固化材の開発

製紙工場から排出される PS 灰は、土質改良材としての有効利用が期待されているものの、フッ素の溶出が土壌環境基準を超えるため、実用化にまでは至っていないのが現状である。そこで、食品廃棄物を用いてフッ素の溶出を抑え、PS 灰から軟弱泥土用の新しい固化材を作成する研究を行っている (Fig.5)。本年は、主として PS 灰からのフッ素の溶出抑制について実験的に検討した。



Fig.5 Making of insolubilizing material for fluorine

6. がれき類を主原料とする造粒物を含む繊維質固化処理土の強度特性に関する研究

がれき類の再資源化技術の1つに、がれきを粉砕し、固化材により造粒化させる工法がある。造粒物は再生骨材の一部として利用されているが、これでは再利用される量が少なく、単体としての利用が求められる。そこで、造粒物の吸水性の高さを利用して、繊維質固化処理土工法における吸水材としての利用に関する研究を実施した。実験では、泥土の見かけの含水比が低下するため、固化材および古紙破砕物の添加量を削減することができ、コスト的にメリットがあることが確認された (Fig.6)。

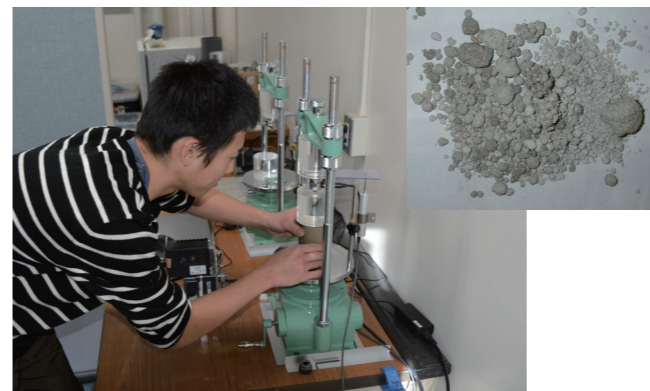


Fig.6 Measurement of strength property of Fiber-cement stabilized soil including granule (upper right side picture)

7. ジオポリマーを用いた泥土改良と土砂災害復旧への応用に関する研究

セメントは、その製造過程で大量の CO₂ を排出すると言われていたが、近年注目されているジオポリマーは CO₂ の排出量が少なく、環境に優しい次世代の固化材として期待されている。強度発現も早いので、災害現場における軟弱泥土の改良に利用すれば、早期の災害復旧が可能になると思われる。本研究室では、泥土に古紙破砕物とセメント系固化材を混合して良質な土砂に再資源化する「繊維質固化処理土工法」を開発しているが、本年はセメント系固化材の代わりにジオポリマーを用いて再資源化を行う「ジオポリマー繊維質固化処理土工法」の開発に関する研究を開始した (Fig.7)。

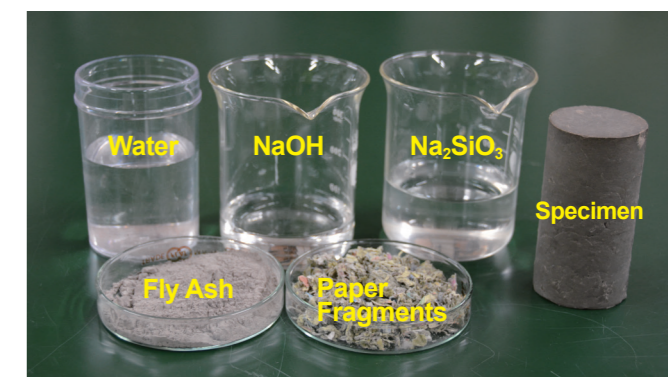


Fig.7 Some materials to create Fiber-geopolymer stabilized soil and the specimen

8. ポズロン物質による再生骨材の被覆とコンクリート強度の向上に関する研究

再生骨材 (RCA) の表面をポズロン物質でコーティングすることにより、この RCA を用いた再生骨材コンクリート (RAC) の強度がどのように変化するか実験的に検討した。その結果、何もコーティングしない骨材を用いたコンクリートの強度と比較して、ポズロン物質で被覆された骨材を用いたコンクリートの強度は増加することが確かめられた。

特筆すべき業績

As an attempt to improve the quality of recycled aggregate concrete was investigated by using surface treatment solution for recycled concrete aggregates with different of pozzolanic materials. Pozzolanic materials such as fly ash, silica fume and metakaolin combined with sodium silicate was recommended to pre-treat recycled concrete aggregate. This research was presented at International Symposium on Earth Science and Technology 2016, and best paper award was given for this research.