

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



In front of Ecollab, Tohoku University



Yearend party at Togatta Onsen

In 2015, the research activities of this laboratory are as follows:

- 1) A study to develop the continuous recycling machine for high-water content mud generated from disaster sites was conducted. This research was financially supported by JSPS KAKENHI Grant Number 25289330.
- 2) To develop the intelligent power shovel, soil excavation tests with different soil strength characteristics and different bucket angle were carried out by using an actual power shovel with several sensors.
- 3) To elucidate adhesion mechanism between clay-rich soil and

metallic material, the test device to control wettability of solid surface were developed.

- 4) To estimate ground strength property at disaster site, a new measurement device by dropping the weight with acceleration sensor was developed.
- 5) To recycle a large amount of dehydrated cake from crushed stone quarry, the melted spherical aggregate for concrete was produced.
- 6) To create Fiber-cement-stabilized soil of placing type, flow test and bleeding test with different additive amount of paper debris and cement, and different water content were conducted.

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 (科研費補助金: 基盤 B)

近年、東日本大震災や度重なる大型台風の影響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。そこで、一昨年より『災害復旧対応型泥土処理システム』の開発を目指した基礎研究を開始した。本年は、連続式繊維質固化処理土工法施工機械の模型を作製し、その基礎性能を検証した。さらに、国土強靱化政策に寄与するため、津波堆積物の再資源化による築堤材の開発を行った。津波堆積物を繊維質固化処理土工法で改良した結果、改良土は築堤材としての十分な強度および耐久性を有することが確認された。本成果は、松江市で開催された実験力学国際シンポジウムで発表した。



Fig.1 Developed apparatus to continuously recycle high-water content mud generated from disaster sites



Fig.2 Drying and wetting test using Fiber-cement stabilized soil

2. 油圧ショベルの掘削動作による土の性状のセンシングに関する研究 (共同研究)

自動制御機能を有する油圧ショベルのパラメータ調整を自動化するためには、油圧ショベル自らが掘削時の土質の状態を自動的に把握する必要がある。昨年は、真砂土および粘土を用いて様々な強度を有する地盤を作製し、掘削実験を行うとともに、シリンダからの信号を基に地盤強度を推定する方法について検討した。本年は、実際の掘削を

より適切に模擬するため、バケット角を変化させ、昨年度同様に強度を調整した地盤を掘削し、抵抗力を比較した。本研究の成果は、テラメカニクス研究会で発表した。



Fig.3 Soil excavation test by hydraulic power shovel with different soil strength characteristics and different bucket angle

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 (萌芽研究)

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が、未だ有効な解決手段は見つかっていない。これまでの研究で、同一の土質であっても含水比が異なると付着特性は大きく変化し、液性限界を超えると付着量は大きく低下することが確認されている。これは、ミミズのような地中環形生物の特性と同様であることから、作業ツールの表面のみを濡らして局部的に液性限界を超える含水比状態を作成すれば、土が付着しない作業ツールを開発できる可能性がある。そこで本年度は、内側に多孔質材料をセットし、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、装置を作製した。本研究の成果は、テラメカニクス研究会で発表した。なお、2016年は本装置の有効性を定量評価する予定である。



Fig.4 A new device to control wettability of solid surface

4. 災害現場における地盤強度の無人自動計測に関する基礎的研究

土砂災害現場などにおいて、被災の様子や被災地の3次元形状を迅速に計測する技術としてドローンなどのUAV(Unmanned Air Vehicle)の有効性が確認されている。これまでのUAVでは、地盤形状は計測できるが、地盤強度までは計測できない。形状計測と同時に被災地の地盤強度まで計測できれば、その後の迅速な復旧作業に大きく貢献できる。そこで、被災地の地盤強度を無人で計測できるシステムの開発を目指し、基礎研究を開始した。本年は、球形体の中に加速度計を組み込み、空中から地盤表面に落下させて、衝突時の加速度波形から地盤強度を推定するための研究を実施した。



Fig.5 In situ test to measure ground strength property using developed test device



Fig.6 Developed test device to estimate ground strength property

5. 脱水ケーキを用いた球形骨材の作製に関する研究

本分野では、様々な廃棄物の再資源化に関する研究を行っているが、その一環として、砕石場から発生する産業廃棄物である脱水ケーキの再資源化にも取り組んでいる。近年では、環境問題から海砂や川砂の採取が規制されているため、コンクリート骨材としての砕石の需要が増大しているが、それに伴い、大量に発生する脱水ケーキの処理が問題になっている。そこで、脱水ケーキを球形に造粒し、適切な時間・温度で溶融させることにより、球形骨材を作成し、種々の物理特性を計測している。岩質により最適溶融時間・温度が変化するため、岩石成分が最適溶融時間・温度に及ぼす影響を検討中である。



Fig.7 Melted spherical aggregate using dehydrated cake from crushed stone quarry

6. 打設型繊維質固化処理土工法に関する研究

流動化処理土工法は、軟弱泥土にセメント系固化材を添加し、固まらない状態の泥土を型枠などに流し込んで裏込めや盛土などを行う工法であり、その簡便さから広く用いられているが、乾湿繰返しに対する耐久性が低いことなどの欠点も指摘されている。そこで、本分野では、流動化処理土工法の持つ長所を維持しつつ、従来の欠点を補う打設型繊維質固化処理土工法に関する研究を本年より開始した。どのような粒度を有する泥土に対してもフロー値およびブリーディング率の目標値を満足する古紙およびセメント系固化材の最適配合率、最適含水比などについて研究を継続中である。



Fig.8 Flow test



Fig.9 Bleeding test

受賞

- ① 第6回ものづくり日本大賞・経済産業大臣賞 (高橋教授)「泥状津波堆積物(ヘドロ)を原料とした高性能地盤材料の開発」
- ② 平成27年度建設施工と建設機械シンポジウム優秀論文賞 (高橋教授)「大水深対応型水中ロボットの開発」
- ③ Best Paper Award, International Symposium on Earth Science and Technology 2015 (Milkos Borges Cabrera, 里見助教, 高橋教授)「Study on Recycling of Waste Asphalt Blocks Containing Roadbed Materials Using a New Screenless Separation Equipment with a Vibrating Device Dealing with Grizzly under Materials Containing 3% and 5% Water Content」



展示会

国土交通省東北地方整備局主催の展示会「EE 東北」(6月3日~4日)にて、高橋教授が日本建設機械施工協会東北支部長としてテープカットを行うとともに、展示会にも参加し、本分野の研究内容の展示を行った。さらに東北大学イノベーションフェア(12月9日)に参加し、本分野の研究内容の展示を行った。

学外ゼミ

研究室恒例の学外ゼミを10月6日に実施した。本年度は名取市の地盤嵩上げ造成現場を視察し、その後、秋保にて研修を行った。