

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

本研究室では、環境調和型開発機械システムの構築を目指し、建設副産物の再資源化、開発機械の知能化、土砂災害現場における地盤情報取得技術の開発などを行っている。本年は、繊維質固化処理土工法の高度展開に関して、(1) 打設型繊維質固化処理土工法の開発、(2) 繊維質固化処理土の強度定数、(3) AIを用いた繊維質固化処理土の最適配合条件の推定について検討を行った。建設機械の高度化・知能化に関する研究に関しては、(1) ブレードによる水中地盤掘削、(2) 自動掘削のための地盤情報取得、(3) 軟弱地盤のバケット掘削と地盤強度推定、(4) 礫混じり地盤の掘削抵抗力について検討を行った。さらに UAV を用いた地盤情報取得および土砂サンプリングに関しては、コーン落下試験を行うとともに土砂サンプリング装置開発のための要素研究を行った。

The research activities of this laboratory are as follows. As for the advanced study of fiber-cement-stabilized soil method, (1) development of placing-type fiber-cement-stabilized soil method, (2) evaluation of shear strength parameters of modified soil, and (3) estimation of optimum mixing conditions of fiber-cement-stabilized soil using artificial intelligence (AI), specifically, a neural network, were conducted. As for the study of intelligent excavation by the bucket/blade, (1) soil excavation in water by the blade, (2) acquisition of ground information for automatic bucket excavation, (3) estimation of soft ground strength through soil excavation by bucket, and (4) evaluation of excavating resistive force on soil with gravel by bucket were conducted. Furthermore, as for acquisition of ground information and soil sampling using an unmanned aerial vehicle (UAV), cone rod falling test was carried out and fundamental study on the development of soil sampling device was conducted.

繊維質固化処理土工法の高度展開に関する研究

本研究室では、未利用高含水比泥土の再資源化率向上を目指して、泥土に古紙破砕物とセメント系固化材を混合することにより良質な地盤材料に改良する繊維質固化処理土工法を開発した。本年は本工法の高度展開を目指し、以下の検討を行った。

- (1) 打設型繊維質固化処理土工法の開発：空洞などの埋戻し材として流動性を有する繊維質固化処理土を使用することを目的として打設型繊維質固化処理土工法の開発を行った。任意の泥土からフロー値、ブリージング率、強度特性、密度の目標値を同時に満足する処理土を生成する処理フローを導出した (Fig.1)。
- (2) 繊維質固化処理土の強度定数：昨年に引き続き、繊維質固化処理土を用いて一面せん断試験を行い、強度定数 (粘着力および内部摩擦角) を測定し、強度定数に及ぼす古紙および固化材の添加量の影響について考察した。本成果を九州大学で開催された地球科学技術に関する国際シンポジウム 2019 で発表したところ、優秀論文賞を受賞した (Fig.2)。



Fig.1 Specimens after 20th cycle of drying and wetting cyclic test (Left: without fiber, right: with fiber)

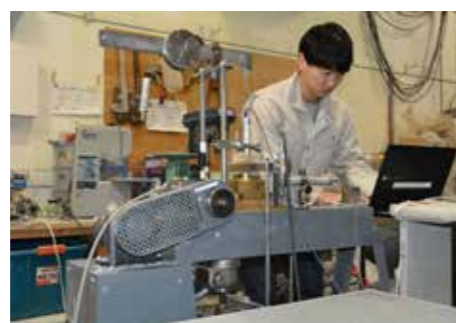


Fig.2 Box shear test machine

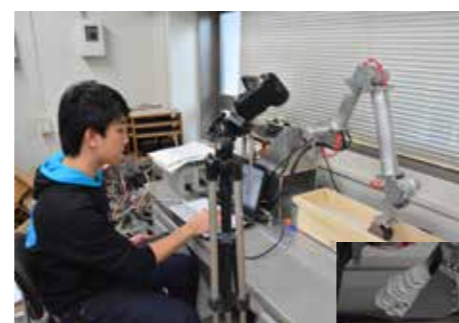


Fig.3 Measuring experiment for ground shape due to bucket excavation



助教 里見 知昭
Assistant Professor
Tomoaki Satomi



Group Photo



(3) AIを用いた繊維質固化処理土の最適配合条件の推定：繊維質固化処理土の配合条件は、これまで試行錯誤で決定することが多く、非効率であった。そこで本年はAIを用いて繊維質固化処理土の最適配合条件を推定するための基礎研究を実施した。本研究は2020年も継続して実施する予定である。

建設機械の高度化・知能化に関する研究

土木建設現場や資源開発現場などでは、重機による地盤掘削が不可欠である。特に災害現場での復旧作業や海底資源開発、宇宙などの極限環境下では、重機の遠隔操作あるいは自律作業など掘削作業の知能化が必要不可欠となっている。本年は、バケット掘削作業の知能化を目指し、以下の検討を行った。

- (1) ブレードによる水中地盤掘削：本年は、ブレードの角度を変化させて地盤掘削実験を行い、抵抗力を計測した。さらに地盤の破壊形態を観察し、抵抗力について理論的に考察した。
- (2) 自動掘削のための地盤情報取得：昨年に引き続き、バケット掘削に伴う地盤形状変化の計測実験を行った (Fig.3)。
- (3) 軟弱地盤のバケット掘削と地盤強度推定：豪雨による災害現場での復旧作業の効率化を目指し、軟弱地盤のバケット掘削時の抵抗力計測実験を行った (Fig.4)。
- (4) 礫混じり地盤の掘削抵抗力：通常地盤は礫を含んでいるため、本年は礫混じり地盤を作製し、バケット掘削時の抵抗力を計測した。

UAVを用いた地盤情報取得および土砂サンプリング

本研究室では、災害現場におけるUAVの更なる高度活用を目指し、UAVからコーンを落下させて貫入距離を自動計測し、地盤強度を推定する基礎研究を行っている。本年はコーン落下実験を行い、コーンの貫入距離とコーン指数との関係について実験的に考察した (Fig.5)。さらにスクリュー式土砂サンプリング装置の開発を目指し、ケーシングとスクリューから構成される装置を考案し、土砂サンプリングの基礎実験を行った (Fig.6)。



Fig.4 Bucket excavation experiment of the soil in water



Fig.5 Cone falling experiment to predict ground strength



Fig.6 Screw type soil sampling device

were determined by trial and error, the work efficiency was low. In 2019, the fundamental study on estimation of optimum mixing conditions of fiber-cement-stabilized soil using AI (i.e., a neural network) was conducted.

Study on intelligent excavation by bucket/blade

In construction and resource development sites, ground excavation by heavy machinery is indispensable. In particular, intelligent excavating methods such as remote operation or autonomous heavy machinery are indispensable in an extreme environment (e.g., restoration work at a disaster site, development of seabed resources, space development). The following studies were conducted.

- (1) Soil excavation in water by the blade: Blade excavation experiments with various blade angles were conducted, and the soil failure process and pattern were observed. Moreover, the excavating resistive force was investigated at a theoretical level.
- (2) Acquisition of ground information for automatic bucket excavation: Continuing from 2018, the shape of the ditch after the bucket excavation was measured using a 3D camera throughout the laboratory soil excavation experiments (Fig.3).
- (3) Estimation of soft ground strength through soil excavation by bucket: The excavating resistive force on soft ground was measured through bucket excavation experiments (Fig.4).
- (4) Evaluation of excavating resistive force on soil with gravel by bucket: The excavating resistive force on soil with gravel was measured through bucket excavation experiments.

Study on acquisition of ground information using a UAV

To achieve advanced utilization of UAV, a fundamental study on estimating ground strength from the penetration depth when a cone rod was dropped from the UAV has been conducted. The relationship between the penetration depth and the ground strength (i.e., cone index) was experimentally evaluated (Fig.5). Furthermore, to develop a screw-type soil-sampling device, a device consisting of a casing and a screw was devised, and soil sampling experiments were carried out (Fig.6).