

地盤条件と水中部トラフィカビリティの関係性について

土木研究所	正会員	○山田	充
土木研究所	正会員	梶田	洋規
土木研究所	正会員	藤野	健一

1. はじめに

無人化施工は、火山や地震などの各種災害への対応を目的として開発された日本特有の技術である¹⁾。近年、日本では集中豪雨による水災害（地すべり、土石流、出水等）が頻発、大規模化する傾向にある。大規模化した水災害では、被災区域が広範囲に拡大するとともに、発生する土砂等も膨大となるため、災害対応施工において土砂等の運搬、排出が必要になるが、それに適した建設機械が見受けられない。そこで次世代無人化施工技術研究組合では、水深 2m 程度の浅水域から陸上にわたって移動可能で、人間が搭乗することなく遠隔地から操縦することが可能な、遠隔操作型半水中クローラダンプ（以下、本クローラダンプ）の開発に取り組んでいる（図-1）²⁾。

災害区域は車両走行性、いわゆるトラフィカビリティの悪い地盤条件が多く、本クローラダンプのトラフィカビリティを調査、把握する必要がある。一般にトラフィカビリティは地盤の水分量とともに悪化するため、特に水中部を走行する本クローラダンプの水中部のトラフィカビリティを把握することが極めて重要である。しかし、水中地盤のトラフィカビリティについては、測定手法や土質条件との基本的な関係性がほとんど明らかにされていない。そこで本研究では、水中部の地盤のトラフィカビリティについて調査検討することとした。本報告は、本クローラダンプの試験走行フィールドにおいて、水中地盤のトラフィカビリティの測定を行ったので、その結果について報告するものである。

2. 測定方法

測定は長崎県島原、南島原両市境（以下、島原地区）、および奈良県五條市赤谷（以下、赤谷地区）の2ヶ所で行った。本クローラダンプを時速 3km で陸上部および水中部を含むコースを設定し走行させた。陸上部、水中部の走行前、および5回走行後にコーンペネトロメータによりコーン指数の測定を行った。コーン指数はトラフィカビリティの指標とされる数値である³⁾。測定箇所の水深は約 30cm だった。また、陸上部および水中部の土試料を採取し土質試験を行った。

3. 測定結果および考察

図-2 に島原地区のコーンペネトロメータによるコーン指数の測定結果を陸上部と水中部にわけて示す。陸上部の走行前、走行後の貫入深さ 20cm 以上、および水中部の走行前の貫入深さ 20cm 以上は貫入不可であった。図-2 より、陸上部では走行前、走行後でコーン指数がさほど変化しなかったが、水中部では走行後にコーン指数が低下する傾向が見受けられた。表-1 に島原地区の陸上部と水中部で採取した土試料の土質試験結果を示す。表-1 より、水中部と陸上部では自然含水比および粒土分布が異なり、水中部は陸上部に比べ自然含水比が高くシルト分を多く含んでいた。水中部の地盤表層部が飽和状態であったと考えられ、そのため水中部で自然含水比が高くなったものと考えられる。また、シルト分は降雨により周辺地盤から流入し堆積したものと考えられる。そのため、水中部の地盤はクローラダンプ走行によりかく乱されやすい条件となり、走行後に地盤の強度が低下しコーン指数が低下したと考えられる。

図-3 に赤谷地区のコーンペネトロメータによるコーン指数の測定結果を陸上部と水中部にわけて示す。陸上部の貫入深さ 10cm 以上、および水中部の走行前 15cm 以上と走行後 10cm 以上は貫入不可であった。図-3 より、水中部、陸上部ともに走行前に比べ走行後にコーン指数が大きくなる傾向が見受けられた。

キーワード トラフィカビリティ、水中

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所 先端技術チーム 029-879-6757



図-1 開発中の遠隔操作型半水中クローラダンプ

表-1 島原地区の土質試験結果

試料名	土粒子密度 (g/cm^3)	自然含水比(%)	粒度(%)			分類記号	液性限界	塑性限界	最大乾燥密度 (g/cm^3)	最適含水比(%)
			レキ	砂	シルト					
陸上部	2.644	2.3	35.7	56.5	4.6	SG-F	NP	NP	1.801	13.3
水中部	2.625	33.4	9.4	44.2	38.1	SF-G	NP	NP	-	-

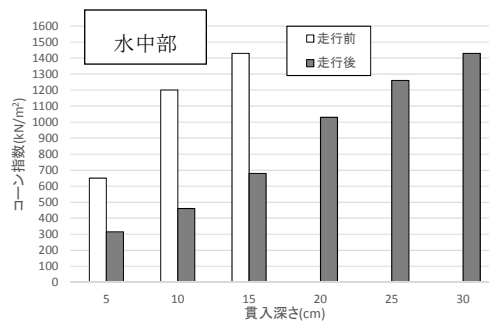
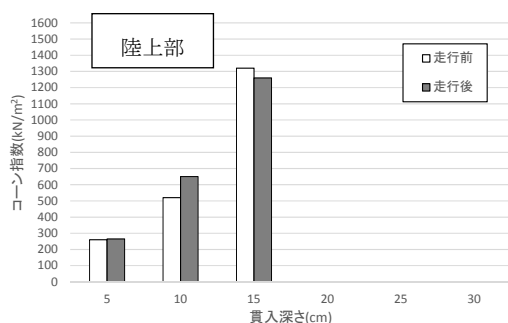


図-2 島原地区のコーンペネトロメータの測定結果

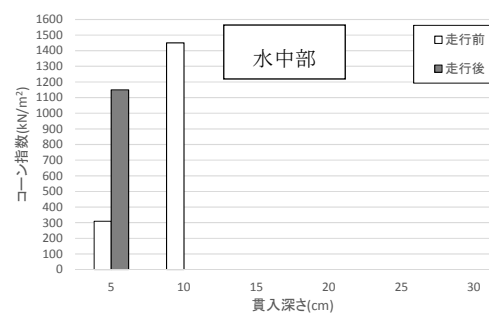
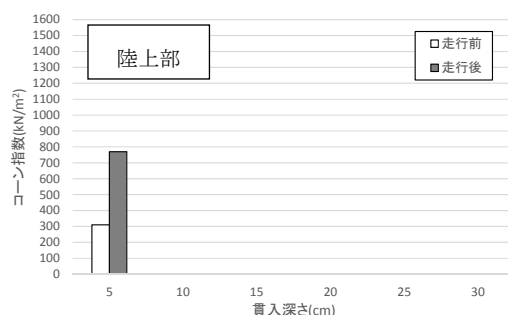


図-3 赤谷地区のコーンペネトロメータの測定結果

赤谷地区の地盤は比較的良好なレキ質土だったため、クローラダンプ走行により地盤が締め固められ強度が増加し、走行後にコーン指数が大きくなったものと考えられる。また、レキ質土は水中部においても水分の影響をさほど受けることなくクローラダンプ走行により締め固められ地盤強度が増加し、走行後にコーン指数が大きくなったものと考えられる。

4. まとめ

島原地区の土質条件では、含水比の増加、およびクローラダンプ走行のかく乱により、水中部で走行後にトラフィカビリティが悪化する結果となった。一方、赤谷地区のレキ質土では、水中部、陸上部にかかわらず、クローラダンプ走行により逆にトラフィカビリティが改善する傾向が見受けられた。土質条件により、トラフィカビリティが含水比と走行のかく乱から受ける影響が異なることがわかった。今後、さらに様々な土質条件、含水比でトラフィカビリティを計測する必要があると考えられる。

5. 謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務の結果得られたものです。

参考文献

- 1) 建設無人化施工協会技術委員会:無人化施工の推移と展望, 建設の施工企画, 2006
- 2) 村上ら:遠隔操作型半水中重運搬ロボットのプロトタイプ 2 号機の開発, 第 17 回建設ロボットシンポジウム, 2017
- 3) 日本道路協会:道路土工要領 (平成 21 年度版), p287, 2009