

盛土施工における締固め特性について (その7)  
 —小型締固め機械に搭載した加速度応答システムの適用検討—

(独) 土木研究所 正会員 ○橋本 毅 (独) 土木研究所 正会員 茂木 正晴  
 (独) 土木研究所 正会員 藤野 健一 三笠産業 (株) 須永 久治  
 コベルコ建機 (株) 大中 康弘 西松建設 (株) 正会員 佐藤 靖彦

1. はじめに

振動ローラの振動挙動が、接する地盤剛性の影響を受けることを利用し、機械に搭載した加速度計の挙動を解析して地盤剛性を推定する手法が、これまで振動ローラなどで研究・実用化されている。この加速度応答システムを利用した締固め管理手法は、締固め品質を面的にリアルタイムで確認できるため、新しい施工管理技術として注目されており、近年では狭隘部などの締固めに用いる小型機械にも搭載されてきている。しかしこの小型機械用システムは開発からまだ日が浅く、管理指標との相関性などの検証が未だ十分に行われていないため実現場への適用条件などが明らかになっていない。そこで筆者らはこの小型機械用システムの現場への適用条件を明確にすることを目的とした実験を行い、1種類の砂質土にて含水比を変化させた場合のシステム表示値と密度・地盤剛性との相関性を明らかにした<sup>1)</sup>。本報では、さらなる基礎データ収集を目的とし、複数の土質と複数の小型機械を用いて行った実験の結果について報告する。なお、本実験は土木研究所と民間企業との「盛土施工手法及び品質管理向上技術に関する共同研究」の一環として行ったものである。

2. 実験概要

本実験は土木研究所土工実験施設内の実験ピットを使用した。まず十分に締固められた地盤をピット内に製作し、その片側の壁を構造物に見立て、壁際に機械の締固め幅応じた幅および深さ 30cm の溝を掘削し、そこへ仕上がり厚さ 30cm 相当の材料を盛り立てて実験フィールドを製作した。初期締固め状態は 0.1m<sup>3</sup> 級の油圧ショベルのクローラにて 2 回締固めた状態とした。使用した材料は、表-1 に示す細粒分含有率の異なる 3 種類を用いた。また前後進コンパクタ (加速度応答システム搭載) は表-2 に示す 2 種類を使用した。実験の計測項目は次の 3 項目である。

(1) 密度 (コアサンプリング)

表-1.実験土質物理特性<sup>2)</sup>

密度の測定は、0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 回の各締固め回数時にそれぞれ 3 点ずつ行い、内径 100mm 高さ 100mm の円筒形コアサンプラーを用い、測定点毎に深さ 0~100mm, 100~200mm, 200~300mm の 3 サンプルを採取した。

呼称 <sup>2)</sup>	土質(1)	土質(4)	土質(5)
土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.647	2.681	2.665
細粒分含有率 $F_c$ (%)	4.3	33.4	57.1
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.571	1.666	1.531
最適含水比 $w_{opt}$ (%)	18.2	18.8	24.9
実験時含水比 (%)	15.6	18.3	26.5

(2) 地盤剛性 ( $K_{30}$  換算値)

突き固め試験: A-c 法 (JIS A 1210)

地盤剛性の測定は、0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 回の各締固め回数時にそれぞれ 3 点ずつ行い、土木研究所で開発された超小型動的平板載荷試験装置を用い  $K_{30}$  換算値 (MN/m<sup>3</sup>) を測定した。

表-2.使用機械仕様

(3) 加速度応答値 (LED 点灯個数)

	前後進 コンパクタ A	前後進 コンパクタ B
機械質量 (kg)	330	410
振動起振力 (kN)	45	50
振動数 (Hz)	73	73
締固め幅 (mm)	445	500

本システムは前後進コンパクタに搭載された 10 個の LED の点灯個数により、システムで解析された値を表示している (点灯個数が多いほど加速度応答値が高い)。実験では 1~16 回の各締固め回数時に LED 点灯状況をビデオ撮影し、点灯個数にその点灯秒数をかけた点灯個数の総和をレーン走行時間 (秒) にて除して、刻々の点灯個数を走行延長にて平均化した「平均 LED 点灯個数」を算出した。

3. 実験結果

締固め回数と平均 LED 点灯個数、締固め度 (0~30cm 平均)、地盤剛性値 ( $K_{30}$  換算値) の関係を図-1~6 に示す。図-1~6 によると、平均 LED 点灯個数と締固め度および地盤剛性値とは、土質(1) (細粒分含有率小) での両前後進コンパクタ、土質(4) (細粒分含有率中) での前後進コンパクタ A、土質(5) (細粒分含有率大) での前後進コンパクタ B では良好な関係があり、それ以外ではあまり良好な関係が無い。特に土質(5) 前後進コンパクタ A では LED は

キーワード 盛土, 締固め, 品質管理, 小型締固め機械, 前後進コンパクタ, 加速度

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

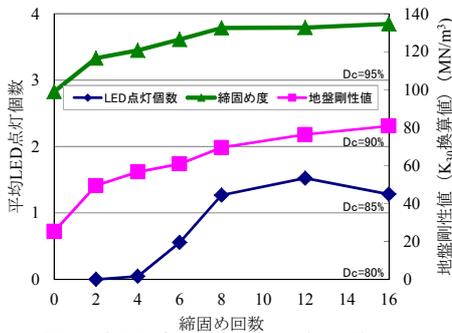


図-1.実験結果(土質1前後進 A)

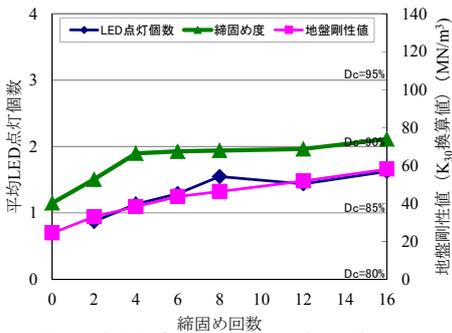


図-2.実験結果(土質4前後進 A)

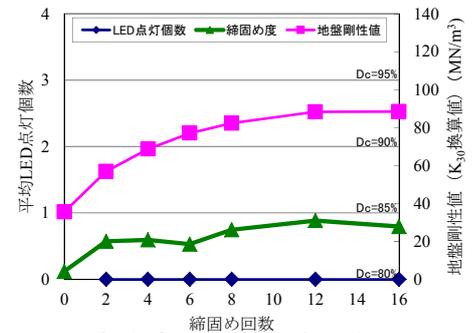


図-3.実験結果(土質5前後進 A)

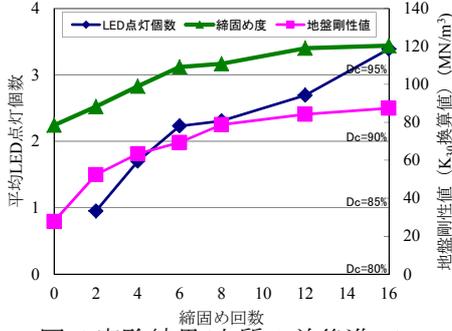


図-4.実験結果(土質1前後進 B)

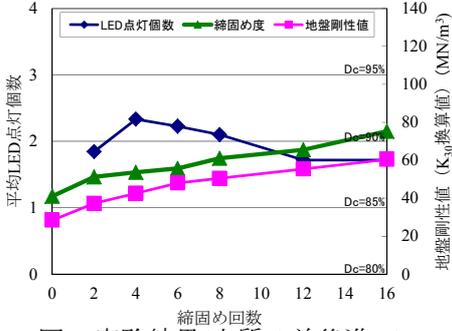


図-5.実験結果(土質4前後進 B)

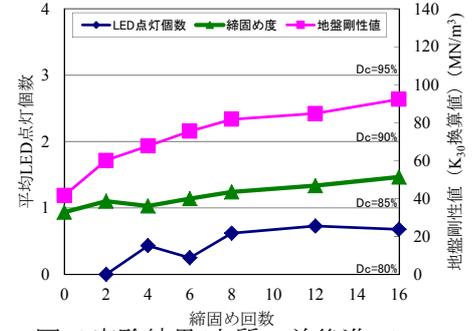


図-6.実験結果(土質5前後進 B)

ほとんど点灯せず，この条件では本システムを活用することは困難であることがわかる．次に平均 LED 点灯個数と締固め度および地盤剛性値との関係を図-7,8 に示す．図-7,8 によると，同じ土質で同程度の締固め度および地盤剛性値の場合，平均 LED 点灯個数は前後進コンパクト A より B の方が多いことがわかる．また良好な関係があった実験ケースにおいても LED 点灯個数と締固め度および地盤剛性値との関係は土質・機械によって大きく異なっていることがわかる．

4. まとめ

3 種類の材料，2 種類の前後進コンパクトを用いて加速度応答システム表示値（平均 LED 点灯個数）と締固め度，地盤剛性との関係を調査した結果，以下の結果が得られた．

- ① 平均 LED 点灯個数と締固め度，および地盤剛性値は，土質(1)（細粒分含有率小）での両前後進コンパクト，土質(4)（細粒分含有率中）での前後進コンパクト A，土質(5)（細粒分含有率大）での前後進コンパクト B では良好な関係がある．
- ② 平均 LED 点灯個数は，同じ土質で同程度の締固め度および地盤剛性値の場合，前後進コンパクト A より B の方が多い．これは機体質量や起振力などの機械仕様によるものと考えられる．
- ③ 良好な関係がある場合でも，平均 LED 点灯個数と締固め度および地盤剛性値との関係は土質・機械によって大きく異なっている．従って，平均 LED 点灯個数を締固め度や地盤剛性値の代替指標にするには，土質・機械毎に両者の関係を求めておく必要がある．

本実験および過去の実験<sup>1)</sup>は，いずれも砂質土にて行われている．今後は礫質土など様々な材料，および他の加速度システムなども用いて，さらなる基礎データの収集を行い，本システムの適用性検討を進めたい．

参考文献

- 1) 橋本ら：盛土施工における締固め特性について（その5）－小型締固め機械における加速度応答システムの適用性について－，第67回土木学会年次学術講演会，pp.847-848，2012.
- 2) 佐藤ら：盛土施工における締固め特性について（その5）－小型締固め機械の締固め特性－，第69回土木学会年次学術講演会，2014.（投稿中）

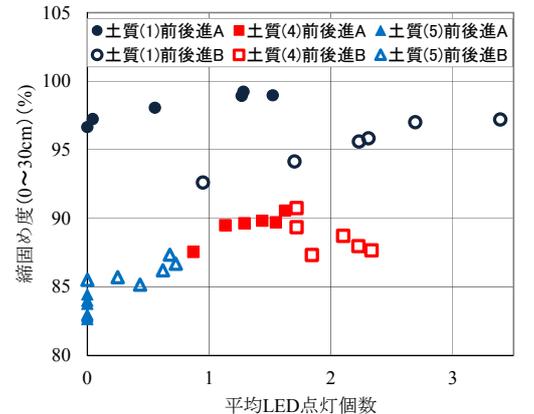


図-7.平均 LED—締固め度

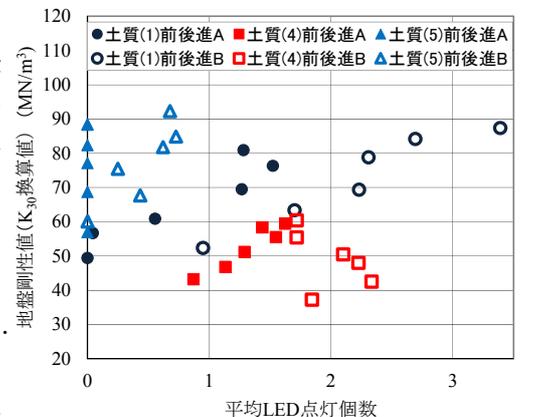


図-8.平均 LED—地盤剛性値