

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 -

（独）土木研究所 正会員 ○橋本 毅
 （独）土木研究所 正会員 小橋 秀俊
 （独）土木研究所 正会員 茂木 正晴
 西松建設（株） 正会員 佐藤 靖彦
 コベルコ建機（株） 大中 康弘

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。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前後進コンパクタにも搭載されてきている。しかし、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。そこで本研究では、この小型機械用加速度応答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て、システムの表示値と密度・地盤剛性との相関性に関する基礎データの収集のための実験を行った。本稿ではこの実験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

2.1. 実験条件

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、壁際を幅 600～700mm、深さ 300mm、長さ 25m にわたり掘削し、そこへ仕上がり厚さ 300mm 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（締固め 0 回）は 0.1m³ 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 に示す砂質土を用い、含水比は、乾燥側 11%、最適近傍（乾燥側）15%、最適 16%、湿潤側 18% の 4 パターンとした。また締固め機械およびシステムは、国内において最初に上市された前後進コンパクタ用加速度応答システムとして、BOMAG 社の BPR45/55 + ECONOMIZER を使用した。表-2 にその機械仕様を、図-1 に概略を示す。

実験の計測項目は次の 3 点である。

(1) 密度（コアサンプリング）

密度の測定点は、0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 の各締固め回数時にそれぞれ 3 点ずつ設定した。測定は内径 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、深さ 100～200mm、深さ 200～300mm の 3 サンプルを採取した。

(2) 地盤剛性（K₃₀ 換算値）

地盤剛性の測定点は、0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 の各締固め回数時にそれぞれ 3 点ずつ設定した。測定は土木研究所で開発された超小型動的平板載荷試験装置にて測定した。

(3) 加速度応答値（ECONOMIZER LED 点灯回数）

本システムは、前後進コンパクタに搭載された 10 個の LED の点灯回数により、システムで解析された値を表示し

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

表-1.土質材料の物理特性

試験項目	試験地盤
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.675
細粒分含有率 F_c (%)	15.3
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.674
最適含水比 w_{opt} (%)	16.0
地盤材料の工学的分類	細粒分質砂 (SF)

突き固め試験：A-c 法（JIS A 1210）

表-2.使用機械仕様

機械質量(kg)	396
振動起振力(kN)	45
振動振動数(Hz)	70
締固め幅(mm)	550



図-1 ECONOMIZER 概略

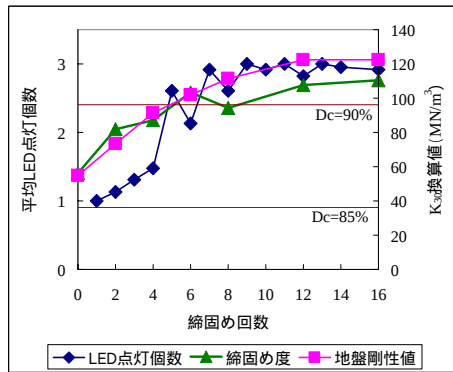


図-2 締固め回数との関係
(含水比 11%)

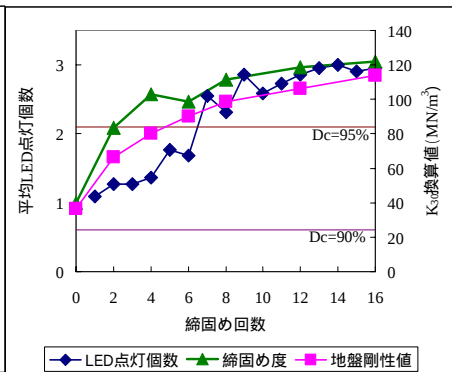


図-3 締固め回数との関係
(含水比 15%)

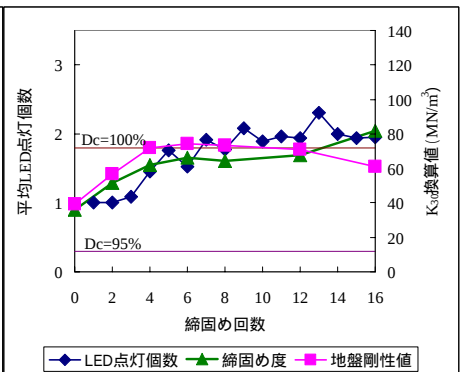


図-4 締固め回数との関係
(含水比 16%)

ている（点灯個数が多いほど剛性が高い）。実験では 1～16 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

各含水比における締固め回数と、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-2～5 に示す。各値の相関を見るため締固め度の値はグラフが重なるよう図示している。また、LED 点灯個数と締固め度との関係を図-6 に、LED 点灯個数と地盤剛性値（ K_{30} 換算値）との関係を図-7 に示す。なお、含水比 18%において締固め回数 8 回を越えると、前後進コンパクタは走行不能となり、データの取得はできなかった。

図-2～5 によると、LED 点灯個数と締固め度、および地盤剛性値との関係は、各含水比においてそれぞれ比較的良好な関係があることがわかる。特に最適含水比より乾燥側（11、15%）にて良好な関係がある。しかしながら図-6 によると、LED 点灯個数と締固め度の関係は含水比によって大きく異なっており、両者は一意的な関係になっていない。一方、図-7 によると LED 点灯個数と地盤剛性値の関係は、含水比の変化に対してもほぼ一意的な関係を示している。

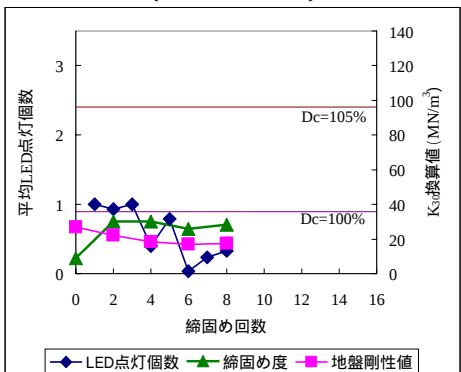


図-5 締固め回数との関係
(含水比 18%)

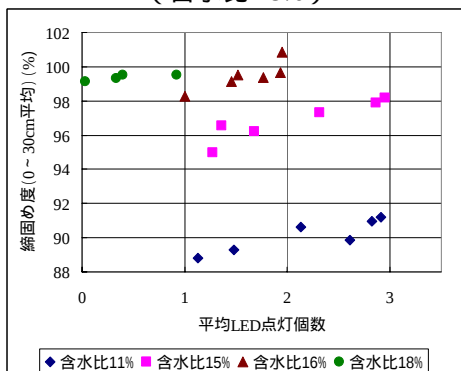


図-6 LED 点灯個数 - 締固め度

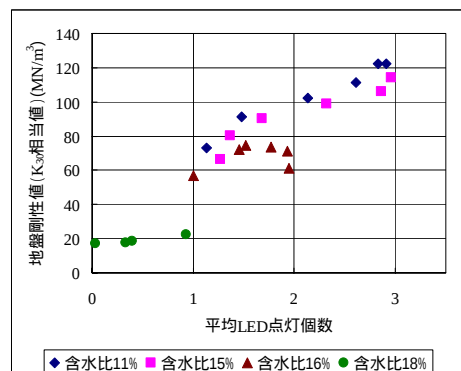


図-7 LED 点灯個数 - 地盤剛性

4. まとめ及び今後の取り組み

砂質土を用いて、様々な含水比における小型機械用加速度応答システム表示値と締固め度、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。

各含水比において、加速度応答システム表示値（LED 点灯個数）と締固め度、および地盤剛性値は、比較的良好な関係がある。特に最適含水比より乾燥側にて良好な関係がある。

加速度応答システム表示値（LED 点灯個数）と締固め度の関係は、含水比によって大きく異なっており、LED 点灯個数を締固め度の代替指標にするには、施工中の含水比を一定に保ち、かつその含水比における両者の

関係を求めておくか、あるいは想定されるすべての含水比における両者の関係を求めておく必要がある。

加速度応答システム表示値（LED 点灯個数）と地盤剛性値との関係は、含水比によらずほぼ一意的であり、LED 点灯個数を地盤剛性値の代替指標にすることは可能であるといえる。

上記の結果は、一つのシステムと 1 種類の土質を用いた結果である。今後の課題としては、他の小型機械用加速度応答システムおよび礫質土などの他の材料を用いた実験を行い、同様の結果が得られるか調査を行いたい。