

盛土締固め時の乾燥密度と表面沈下量の関係

西松建設（株）（元土木研究所交流研究員） 正会員 ○岩谷 隆文
 （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

1. はじめに

盛土施工における表面沈下量の測定は、試験盛土時に、施工面の表面沈下量（以下、沈下量という）と締固め回数毎の密度により締固め回数を決定するなどの施工管理の一端を担っている。しかし、盛土施工では、使用土質等における沈下量特性が把握できない実態がある。

平成 23 年度より（独）土木研究所と民間 10 社との共同研究「盛土施工手法及び品質管理向上技術に関する研究」を行っており、その一環として土槽締固め実験により盛土の締固めに関する基礎データの収集を行っている。本稿では、共同研究の成果として、砂質土を用いた小型締固め機械を対象とした土槽締固め実験を行い、3 ケースの含水比状態における沈下量の特性について報告する。

2. 実験概要

2. 1. 実験条件

本実験は土木研究所構内の土工実験施設内の実験ピット（幅 5m、長さ 44.8m、深さ 5m のコンクリート土槽）を使用した。実験フィールドは、山砂を用いてピット底面より高さ 2.8m まで十分に締固めた基礎地盤をピット内に作製した。次に、その上に表-1 に示す実験土を仕上がり厚さ 30cm となるよう敷均し、十分締固めを行った後、壁際に幅 60~70cm（使用する機械による）、深さ 30cm、長さ 25m のトレンチを作製し、そこへ仕上がり厚さ 30cm の実験土を盛り立て実験フィールドとした。土槽締固め実験は、作製した実験フィールド上を表-2 に示す締固め機械にて、0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 回の締固め実験を行い、各締固め回数時の乾燥密度、含水比と沈下量を測定した。実験時の含水比は、 $w \approx 11\%$ 、 15% 、 16% の 3 ケースとした。

2. 2. 計測項目

(1) 乾燥密度および含水比計測

写真-1 に示す、内径 100mm、高さ 100mm の円筒形コアサンプラーを用いて密度と含水比を測定した（コアカッター法、JGS 1613）。測定点は、各締固め回数時にそれぞれ 3 点ずつ設定し、測定点毎に深さ 0~10cm、深さ 10~20cm、深さ 20~30cm の 3 サンプルを採取し測定した。

(2) 沈下量計測

写真-2 に示すように各締固め回数時にレベル測量による沈下量計測を行った。測定点は、各締固め回数時にコアカッター法の測定点とは異なる 3 点を設定し、測定を行った。

表-1. 土質材料の物理特性

試験項目	物性値
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)

土の締固め試験：A-c 法（JIS A 1210）

表-2. 締固め機械の仕様

使用機械	機械質量	締固め幅
プレートコンパクタ	66 kg	35cm
ランマ	62 kg	26.5cm
前後進コンパクタ	330 kg	44.5cm
ハンドガイドローラ	600kg	65cm



写真-1 コアカッター法



写真-2 沈下量測定状況

キーワード 盛土, 締固め実験, 締固め回数, 沈下量, 乾燥密度, 含水比

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10 西松建設(株) 技術研究所 TEL 03-3502-0273

3. 実験結果

(1) 乾燥密度、沈下量と締固め回数の関係

実験結果の特徴は、各含水比において同様の結果を得られており、代表して $w \div 16\%$ の結果について以下に述べる。

コアカッター法によって得られた深さ $h=0 \sim 30\text{cm}$ の平均乾燥密度と締固め回数の結果を図-1 に示す。各締固め機械で違いはあるが、乾燥密度は締固め回数 2~4 回程度まで増加し、6 回以降は収束している。次に、同含水比における沈下量と締固め回数の関係を図-2 に示す。沈下量の挙動も乾燥密度と同様に締固め回数 2~4 回まで沈下量が大きくなり、6 回以降は収束していることがわかる。

(2) 沈下量と乾燥密度の相関関係

各締固め回数における沈下量と乾燥密度の関係について、含水比 $w \div 11\%$ を図-3、含水比 $w \div 16\%$ を図-4 に示す。含水比が乾燥側から最適含水比付近まで変化しても、各締固め機械では沈下量と乾燥密度の間には相関関係があることがわかる。また、初期値（締固め回数 0 回）の乾燥密度の違いはあるが、各締固め機械の近似曲線の傾きは、ほぼ同じ傾向を示していることがわかる。

次に、沈下量と乾燥密度の相関関係をよりわかりやすく検討するために、沈下ひずみと密度増加率の関係を図-5 に示した。ここで、沈下ひずみとは、締固め回数 0 回時の実験地盤の層厚 h_0 に対する各締固め回数時に計測した沈下量 Δh_i の比であり、密度増加率とは、締固め回数 0 回時の乾燥密度 ρ_{d0} に対する各締固め回数時の乾燥密度 ρ_{di} の比率である。図-5 より、各締固め機械において沈下ひずみと密度増加率の関係は、含水比の影響をほとんど受けてないことがわかった。また、ランマは他の規格に比べ締固めエネルギーが大きいいため、沈下ひずみおよび密度増加率が大きくなっているが、沈下ひずみと密度増加率との関係は、含水比と締固め機械の違いは小さく、相関関係が認められた。

4. まとめ及び今後の取り組み

以上の結果から、本実験では以下の知見が得られた。

- ① 沈下量は、締固めによる密度の増加とともに大きくなり、密度増加が収束すると、沈下量も収束することから、土の締固めを管理する指標として有効であることが再確認できた。
- ② 沈下ひずみと密度増加率は、含水比や締固め機械違いによる影響を受けず、一定の相関関係を示していることから、締固め施工管理に利用できる可能性が示唆される。

本稿では、1 種類の土質を用いた実験結果をまとめたものである。今後の課題としては、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検証を進めたい。

参考文献

藤野ら：盛土施工の効率化と品質管理向上技術に関する研究 (1)，土木研究所重点プロジェクト研究報告書，2011

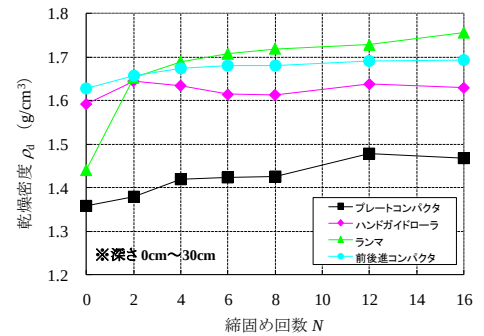


図-1 乾燥密度－締固め回数 ($w \div 16\%$)

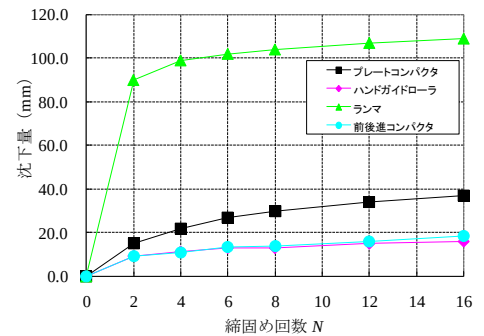


図-2 沈下量－締固め回数 ($w \div 16\%$)

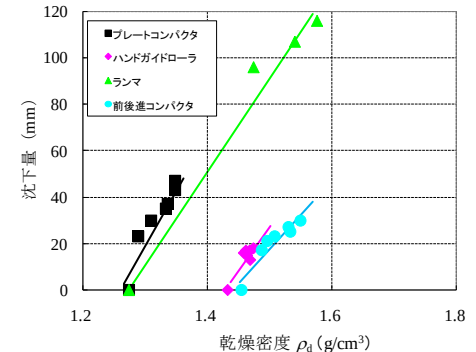


図-3 沈下量－乾燥密度 ($w \div 11\%$)

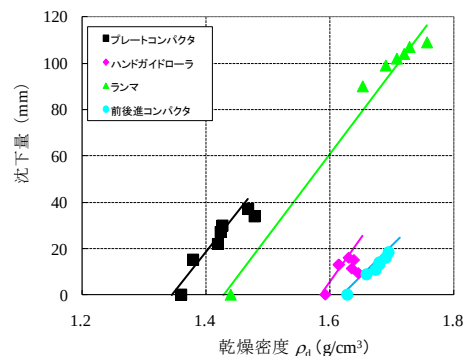


図-4 沈下量－乾燥密度 ($w \div 16\%$)

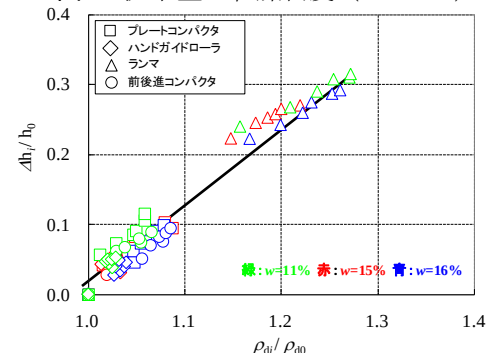


図-5 沈下ひずみ－密度増加率の関係