

盛土施工における締固め特性について(その4)  
 ー動的平板載荷試験装置の盛土品質管理の適用性についてー

(独) 土木研究所 正会員 ○岩谷 隆文  
 (独) 土木研究所 正会員 茂木 正晴  
 (独) 土木研究所 正会員 西山 章彦  
 三笠産業(株) 須永 久治

1. はじめに

現在盛土の品質管理については、所要の締固め度を満足することによって品質を担保している。しかし、近年日本は未曾有の災害にみまわれており、盛土の品質については耐震性・耐豪雨性により一層配慮することが求められている。このような潮流の中で、今後求められる盛土の要求性能を確保するためには強度、変形性についての計測を施工管理手法に活かし現行の品質管理手法と組み合わせることも必要になると考えられる。

そこで本研究では、重錘を地盤に落下させることにより簡易に地盤の変形特性を計測する重錘落下試験装置を品質管理に使用した場合のその特性を明らかにすることを目的とし、砂質系土質を対象に盛土工事を想定した実験場内の試験フィールドにおいて代表的な小型・大型締固め機械(以下小型・大型機械)による盛土締固め実験を実施した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が共同でおこなっている、「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構内の土工実験施設内の実験ピットを使用した。実験ピットは幅5m、長さ44.8m、深さ5mのコンクリートピットである。実験に用いる盛土材料としては、砂質系の土質材料を使用した(表-1)。なお、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ 、最適含水比 $w_{opt}$ は突き固めによる土の突き固め試験(JIS A 1210)のA-c法による結果である。実験は実験ピット底面より高さ2.8mまで山砂を十分に締固めた基礎地盤を作成し、この基礎地盤上で実験を行った。特に、小型機械を使用した実験においては、実験ピットの片壁を構造物に見立て、基礎地盤上の壁際に幅600~700mm、深さ300mm、長さ25mのトレンチを作成し実験を行った。盛土締固めの実験に使用する機種としては、道路土工施工指針に基づいて盛土工事に広く利用されているものを選定した(表-2)。

2. 2. 実験内容

大型機械については上述した基礎地盤上に仕上がり厚さ300mmになるように試験地盤の盛り立て敷均しを行い、小型機械については作成したトレンチに大型機械同様仕上がり厚さ300mmになるように盛り立てた。その後敷均しを行い、各締固め回数(N=0, 2, 4, 6, 8, 12, 16)における土の締固めデータの計測を行った。計測項目は、密度及び地盤剛性とし、密度計測では試験地盤表面から深さ毎の締固め効果を計測できるように、コアサンプラー(内径 $\phi=100$ mm、高さ $h=100$ mm)を用いて、試験地盤表面からの深さ $h=0\sim100$ mm、 $100\sim200$ mm、 $200\sim300$ mmの3サンプルを3測点から採取した。地盤剛性については土木研究所で開発された超小

表-1.土質材料の物理特性

試験項目	試験地盤
土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.675
細粒分含有率 $F_c$ (%)	15.3
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	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)

表-2.使用機械仕様

使用機械	機械質量
プレート	66 kg (MVC-F60)
ランマ	62 kg (MT55L)
前後進	330 kg (MVH-306DS)
ハンドガイド	600 kg (MRH-600DS)
タイヤローラ	11t級 (CP210)
ブルドーザ	11t級 (D5k湿地タイプ)
振動ローラ	11t級 (SV512D)



写真-1.超小型動的平板載荷試験装置

キーワード 盛土, 締固め実験, 盛土品質管理, 含水比, 締固め機械

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

型動的平板載荷試験装置<sup>1)</sup>(写真-1、以下重錘落下試験)による計測を各3測点にて行った。なお、重錘落下試験は本実験で行った平板載荷試験(JIS A 1215)による地盤剛性値とはほぼ整合していたことを確認している。

盛土材料の含水比は、乾燥、最適付近( $w=10, 15, 16\%$ )の3パターンに設定した。実験ケースについては、表-2に示す小型機械の4ケース、大型機械については振動ローラ(振動なし・振動あり)を含めた4ケースの計8ケースを実施した。

### 3. 実験結果

コアサンプリングによって得られた深さ  $h=0\sim 300\text{mm}$  の  $N=16$  の平均乾燥密度-含水比の関係を図-1に示す。図のように全ての機械について含水比の上昇とともに最適含水比まで密度の増加傾向が見られた。次に、重錘落下試験によって得られた  $N=16$  の地盤反力係数換算値  $K_{30}^*$  と含水比の関係を図-2に示す。 $K_{30}^*$  については含水比の上昇とともに低下していることがわかる。特に、その低下傾向は  $w=15\sim 16\%$  間で顕著になっている。この傾向に関しては、 $w=16\%$  の締固め回数実験では試験途中か試験地盤表層に水分が上昇している傾向が見られた。そこで、コアサンプリングによって得られた  $h=0\sim 100\text{mm}$  の密度結果について着目し、 $N=16$  の表層  $100\text{mm}$  の飽和度  $S_r$  と含水比の関係について図-3に示す。使用機械で多少の飽和度のバラツキはあるがプレートを除き  $w=10\%$  では  $S_r \approx 50\%$  付近であり、 $w=15\%$  では  $S_r \approx 70\%$  となり  $w=16\%$  では  $S_r \approx 80\%$  に到達している。以上の結果より、 $K_{30}^*$  値の低下が地盤の飽和度の影響を受けている可能性がある。次に、各含水比に関して全締固め機械の締固め回数の密度と  $K_{30}^*$  の関係を図-4に示す。なお、図中の  $K_{30}^*$  については平方根を取った値となっている。 $w=10\%$  では密度と  $K_{30}^*$  とは比較的良好な相関関係があることがわかる。しかし、 $w=15\%, 16\%$  と含水比が推移するにつれて密度と  $K_{30}^*$  の間のバラツキが大きくなる。さらに、密度と  $K_{30}^*$  の関係は各含水比で独立した相関関係を示しており、すべての含水比間において相関性を示すには至らなかった。

### 4. まとめ及び今後の取り組み

本実験では砂質系土質に関して、種々の含水比における小型・大型機械について盛土締固め実験を行い、各含水比における密度と  $K_{30}^*$  の関係について整理し以下の知見を得た。

- ①  $K_{30}^*$  は密度と違い含水比の上昇とともに減少傾向を示した。
- ②  $K_{30}^*$  が減少傾向は、飽和度に影響をうけており、特に飽和度が  $S_r=80\%$  付近までその傾向は顕著に現れる。
- ③ 密度と  $K_{30}^*$  については最適含水比より乾燥側では比較的良好の相関関係があり、含水比の上昇とともにその関係は弱くなる。また、両者の相関関係は各含水比で独立している。

以上のような特性が今回の実験により明らかになった。地盤剛性の測定手法を密度の代替指標として使用する場合、 $w_{opt}$  よりも乾燥であれば比較的信頼性の高い指標となる。さらに、含水比の上昇とともに密度とは相対する傾向から、盛土の品質を総合的に評価するために密度管理以外の管理手法の活用として今後考慮する必要がある。今後の取り組みとして、本実験結果についてはその再現性の検証を行い、さらに砂質系土質以外の礫質土や碎石など様々な土質条件(含水比条件等)についても同様の実験を行いその特性の検証を行う必要がある。

### 参考文献

- 1) 境ら：重錘落下による地盤反力係数の測定、第41回地盤工学会研究発表会、pp975-976、2006

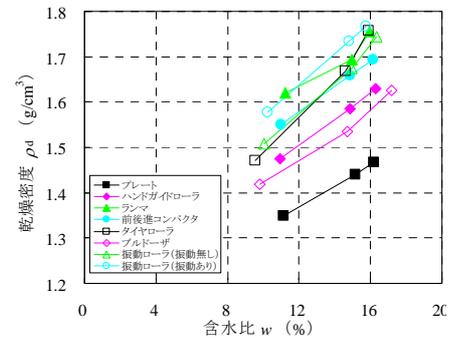


図-1.乾燥密度-含水比 ( $N=16$ )

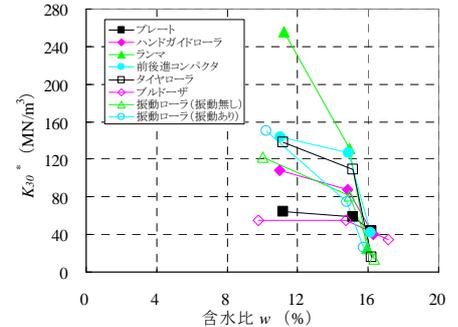


図-2.  $K_{30}^*$ -含水比 ( $N=16$ )

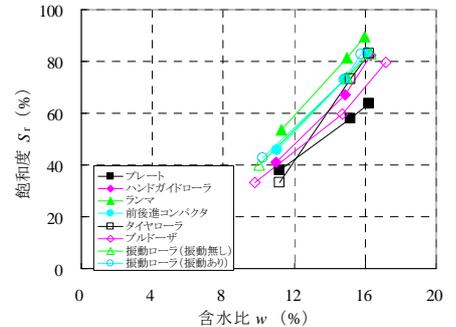


図-3. 飽和度-含水比 ( $N=16$ )

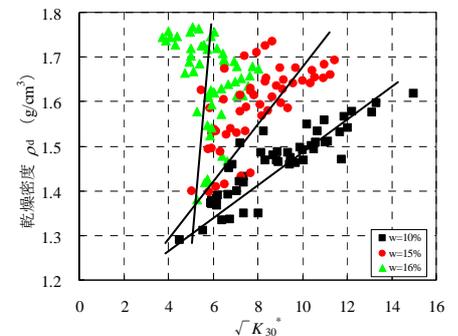


図-4. 乾燥密度- $K_{30}^*$  ( $N=0\sim 16$ )