

盛土工事における締固め機械の土の締固め特性について

(独) 土木研究所 正会員 岩谷 隆文
 (独) 土木研究所 藤野 健一
 (独) 土木研究所 小橋 秀俊
 (独) 土木研究所 正会員 茂木 正晴
 (独) 土木研究所 正会員 橋本 毅

1. 目的

近年、未曾有の豪雨・地震による盛土の崩壊が世間の注目を浴びる中、盛土における品質（耐災害性）はより高度なものが必要とされている。土の締固めは盛土の品質を大きく支配する重要な工法の一つであり、これまでも多くの技術者、研究者が新たな技術を開発、研究し土の締固めによる盛土の品質向上に努めきた。しかし、情報化社会と言われて久しい昨今においても、現場工事では経験法に基づき施工を行いその方法がどの根拠に基づきどのような適用範囲において有効であるか明らかでない場合も多い。

そこで、本研究では盛土工事で行われる土の締固めにおいて、その最適な施工手法及び対象となる土質に応じた最適な締固め機械の選定を行うため、実現場に近い状況での締固め実験を行い基礎データの収集・分析を行った。

2. 実験概要

2.1. 実験条件

本実験で使用する土質条件として、比較的均質な材料である山砂を使用した(図1、表1)。但し、 ρ_{dmax} 、 W_{opt} は突き固め試験（JIS A 1210）のa-A法で算出したものである。また、実験は土木研究所構内の土工実験棟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。このピット底面より高さ2.8mまで実験土を十分締固め盛り立てた地盤（基礎地盤）上を使用した。

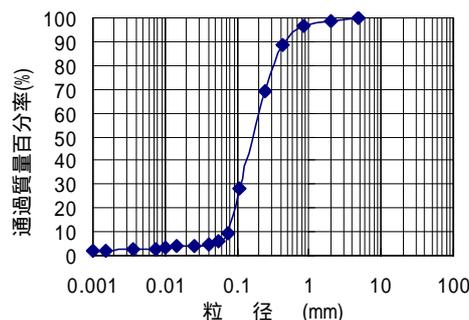


図-1.粒径加積曲線

2.2. 締固め機械の選定

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。使用する機械の規格については各機種の機械重量が同程度であるものとした（表-2）。

2.3. 実験内容

基礎地盤に長さ40m、幅5m、仕上がり厚さ300mm程度で盛り立て敷均し、各締固め機械にて各締固め回数における土の締固め特性データの分析を行った。土の締固め特性には様々な条件が考えられるため以下の条件に特定し実験を進めた。

1. 実験土の含水比は、最適含水比付近の $14\% < W < 16\%$ とした。
2. 走行速度は各締固め機械 3 ~ 4km/h とした。
3. 初期転圧状態（締固め0回）は $0.1m^3$ 級の油圧ショベルにてクローラによる締固めを2回した状態とした。
4. 使用された締固め機械の仕様は表2に示すものであり、実験ケースとしては、タイヤローラ、振動ローラ（振動なし）、振動ローラ（振動あり）の3パターンとした。

測定する各締固め回数については、0,2,4,6,8,12,16回とし、層厚300mmの密度変化を各回数ごとにコアサンプラーにて測定することにより土の締固め特性について分析した。使用するコアサンプラーは、内径100mm、高さ

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 (%)	10
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)	1.674
最適含水比 W_{opt} (%)	16.0

表-2.締固め機械仕様

使用機械	規格
タイヤローラ	11t級 (CP210)
振動ローラ	11t級 (SV512D)

100mmの円筒形のものであり、測定は、 $h=0\sim 100\text{mm}$ 、 $100\sim 200\text{mm}$ 、 $200\sim 300\text{mm}$ の3サンプルを各3測点にて行った。

3. 実験結果

コアサンプリングによって得られた深さ $h=0\sim 100\text{mm}$ 、 $100\sim 200\text{mm}$ 、 $200\sim 300\text{mm}$ における乾燥密度 - 締固め回数の結果を図2、3、4に示す。図はいずれも3測点の平均を表している。

締固め度 (D_c) とは、土の突き固め試験 (JIS A 1210) のA-a法によって得られた最大乾燥密度に対する割合を表している。また $D_c=90\%$ 、 95% とは、「道路土工 - 盛土工指針」に記載されている現場盛土工事 (路体、路床) における日常管理の基準値である。以下、コアサンプリングによって得られた結果を示す。

締固め実験では、タイヤローラ、振動ローラ (振動なし)、振動ローラ (振動あり) はすべての深さについて締固め回数の増加とともに密度も増加しており、締固め初期 (2~4回) で急速密度増加が起こり、その後概ね6回で密度増加の収束を向かえている。振動ローラ (振動あり) ではすべての深さにおいて締固め回数2回で $D_c=95\%$ を達成することができた。タイヤローラ、振動ローラ (振動なし) は $h=0\sim 200\text{mm}$ で優に $D_c=95\%$ を達成することができたが $h=200\sim 300\text{mm}$ ではかろうじて達成できたただけであった。最終締固め回数後の達成密度は、振動ローラ (振動あり) > タイヤローラ 振動ローラ (振動なし) の順となった。深さ方向における密度の減少量は、タイヤローラ 振動ローラ (振動なし) > 振動ローラ (振動あり) の順となった。

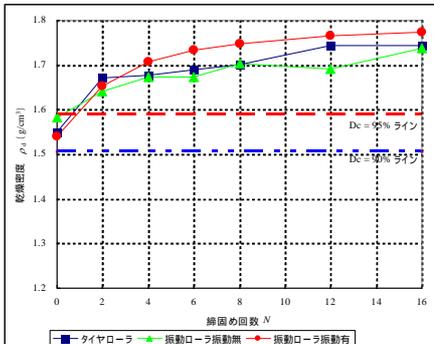


図-2.乾燥密度 ($h=0\sim 100\text{mm}$)

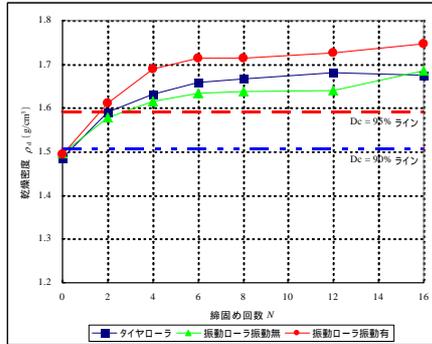


図-3.乾燥密度 ($h=100\sim 200\text{mm}$)

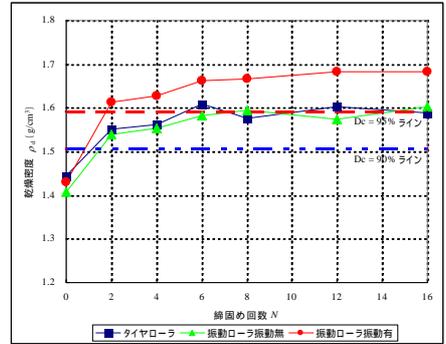


図-4.乾燥密度 ($h=200\sim 300\text{mm}$)

4. まとめ及び今後の取り組み

実験結果に基づき締固め機械ごとの土の締固め特性をまとめたものを表3に示す。表3に示すように、タイヤローラ、振動ローラ (振動なし) は、路床のように高い品質が必要とされる場合仕上がり厚を 300mm で行うことは難しいと思われる。

本実験では含水比、土質、締固め機械の走行速度を固定した実験データをもとに土の締固め特性について整理した。しかし、土の締固めには様々な要因があり今後でもできるだけ多くのパターンにおいて実施工機械と土の締固め特性の実験を行い、そのデータの収集・分析を行うことがより品質の高い安全な盛土をつくるために非常に重要なことであり今後の課題となっている。

表-3. 各締固め機械による土の締固め特性評価

		タイヤローラ	振動ローラ (振動なし)	振動ローラ (振動あり)
深さ h	0~100mm			
	100~200mm			
	200~300mm			
締固め回数 ($D_c=95\%$ 達成時)		2	6	6

: 有効なもの
: 使用できるもの

キーワード 盛土, 締固め実験, 密度, 締固め度, 含水比

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

参考文献

- 土の締固めと管理, 土質工学会編, 土質工学会
- 道路土工施工指針, 社団法人日本道路協会