

盛土施工における締固め特性について (その2)
 ~大型無振動締固め機械による締固め特性~

安藤ハザマ 正会員 ○永井 裕之
 (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
 (株)不動テトラ 正会員 山下 章
 (株)鹿島道路 山口 達也
 前田建設工業(株) 正会員 松尾 健二

1. はじめに

近年、豪雨・地震による盛土の崩壊が多発し、それらの要因の一つとして締固め不足の影響が指摘されている¹⁾。盛土の品質は、密度により算出される締固め度による管理が一般的であるが、地盤を均一に締固め、品質を向上させるためには、締固め度の他、土質や施工機械、施工方法の影響を詳細に把握することが重要と考えられる。

そこで、実盛土現場を想定した試験フィールド(砂質土)において、盛土締固め施工時における適切な施工方法や施工機械の選定手法、品質管理手法の提案を目的として材料、含水比、施工機械を変化させた一連の締固め試験²⁾を実施した。本稿では、大型無振動締固め機械を用いた試験について報告する。

2. 試験概要

2.1 土質条件

試験は(独)土木研究所(つくば市)構内の試験用コンクリートピット(幅5m,長さ44.8m,深さ5m)を使用した。盛土材料は、細粒分含有率(以下:F_c)を変化させた2種類の砂質系の土質材料とした(表1参照)。なお、最大乾燥密度(以下:ρ_{dmax})、最適含水比(以下:opt)は土の突き固めによる締固め試験(JIS1210:2009)のA-c法による結果である。試験はピット底面より高さ2.8mまで山砂を十分に締固めて作成した基礎地盤上で行った。

表1 土の物理特性

呼称	土質(2)	土質(3)
土粒子密度 ρ _s (g/c m ³)	2.67	2.68
最大粒径(mm)	9.5	9.5
細粒分含有率 F _c (%)	14.8	15.3
最大乾燥密度 ρ _{dmax} (g/c m ³)	1.63	1.67
最適含水比 opt (%)	17.8	16.0

2.2 施工重機条件

締固め機械は、道路土工施工指針に基づいて表2のように選定した。なお、ブルドーザは敷均し機械であるが、締固め効果の比較を行うため、本研究対象とした。

表2 大型締固め機械仕様

施工重機	メーカー:形式	質量(kg)
タイヤローラ	日立:CP210	11000
振動ローラ(振動無)	酒井:SV512D	11050
ブルドーザ10t	CAT:D5K-LGP	10300

2.3 試験方法

上述した基礎地盤上に各ケースとも仕上がり厚さ300mmになるように盛土材を敷均し、締固め回数0, 2, 4, 6, 8, 12, 16回における土の締固め特性データを測定した。計測項目は、密度、含水比、レベル測量、地盤剛性(重錘落下試験³⁾:以下K30)である。密度測定では、試験地表面から深さごとの締固め効果が測定できるようにコアサンプラー(内径φ100mm,高さh=100mm)を用いて、地表面からの深さh=0~100mm, 100~200mm, 200~300mmの3サンプルを3測点から採取した。

2.4 試験ケース

試験ケースを表3に示す。ここでは試験含水比と最適含水比の差も合わせて示している。盛土材料の含水比は、最適含水比(opt)、乾燥側(opt-○%), 湿潤側(opt+○%)の3ケースに設定した。なお、表中の「—」は試験を実施していないケースを示している。

3. 試験結果

図1~図2には、タイヤローラ、振動ローラ(振動無)、ブルドーザにおける締固め度(以下D_c)とK30の結果を示した。図中の矢印は締固め回数の増加を示している。図3, 図4には、横軸を試験含水比(締固め回数0~16回時の含水比の平均値)と最適含水比との差とし、縦軸を締固め回数8回時点のD_c, K30としたグラフをそれぞれ示した。また、図中には各重機の試験値の一次近似直線を示す。なお、図1~図4の凡例は、表3に示す記号の通りである。

キーワード 盛土, 締固め試験, 大型無振動締固め機械, 締固め度, 地盤剛性
 連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1 安藤ハザマ技術研究所土木研究部 TEL029-858-8813

表 3 試験ケースと試験条件

土質名	タイヤローラ (11t)		振動ローラ(振動無) (11t)		ブルドーザ (10t)	
	含水比(%)	記号	含水比(%)	記号	含水比(%)	記号
	最適含水比との差(試験含水比)		最適含水比との差(試験含水比)		最適含水比との差(試験含水比)	
土質(3)	opt-5.52 (10.48)	▲	opt-6.02 (9.98)	△	opt-6.03 (9.97)	△
	opt-1.18 (14.82)	●	opt-1.14 (14.86)	○	opt-1.07 (14.93)	○
	opt+0.08 (16.08)	◆	opt+0.42 (16.42)	◇	opt+1.13 (17.13)	◇
土質(2)	opt-0.53 (17.27)	●	opt-1.83 (15.97)	○	—	—
	opt-1.12 (16.86)	◆	opt-0.61 (17.19)	◇	—	—

3.1 土質(3)について (図1)

締固め回数0回時点のDcを比較すると、opt-5~6%付近でDc=80%程度、opt付近でDc=90%程度であり、初期含水比がDcに与える影響が大きいと考えられる。また、締固め回数の増加に伴いDcは増加傾向を示すが、最適含水比より大きく乾燥側(opt-5~6%程度)ではDc=90%以下となった。

K30は、締固め回数の増加に伴う増減の傾向が二分された。このうち、Dc、K30がともに大きな増加量を示す含水比条件は、opt-1%程度であり(図1、図2の青点線)、タイヤローラ、振動ローラ(振動無)は概ね同様の傾向を示すことが確認された。

3.2 土質(2)について (図2)

前述(3.1節)の土質(3)と概ね同様の傾向を示すことが確認された。これは、土質(2)、(3)の物理特性が類似していること(表1参照)に起因すると考えられる。

3.3 締固め特性、含水比の関係

Dcは含水比の増加に伴い増加(図3参照)し、K30は含水比の減少に伴い増加(図4参照)することが明らかとなった。盛土の品質(Dc=90%以上)を満足し、かつ高い剛性を示す含水比条件はopt-1%程度(図3、図4の橙点線で囲んだ範囲)である。

3.4 重機比較

図1~図4より、タイヤローラ、振動ローラ(振動無)は概ね同様の試験結果を示し、ブルドーザは締固め効果が最も小さいことが確認された。

4. まとめ

本研究では、下記の知見を得た。

- ①opt-1%程度の材料は、タイヤローラや振動ローラを無振動で用いることで、規定の品質(Dc>90%)を満足することができる。ブルドーザはopt-1%程度で規定の品質を確保するが、他重機よりも締固め効果が小さかった。
- ②盛土の品質管理の指標としてK30が取り上げられることがあるが、K30の挙動は含水比の違いにより二分することが確認された。すなわち、K30は、施工含水比の影響を受け易いため、施工管理の指標として取扱うには、十分な注意が必要である。

【参考文献】1)松尾修:道路盛土・河川堤防の設計と締固め土の締固めと管理,基礎工,pp36,2009年7月号。2)西山ら:盛土施工における締固め特性について(その1),土木学会第67回年次学術講演会,pp855-856,III-428,2012。3)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。

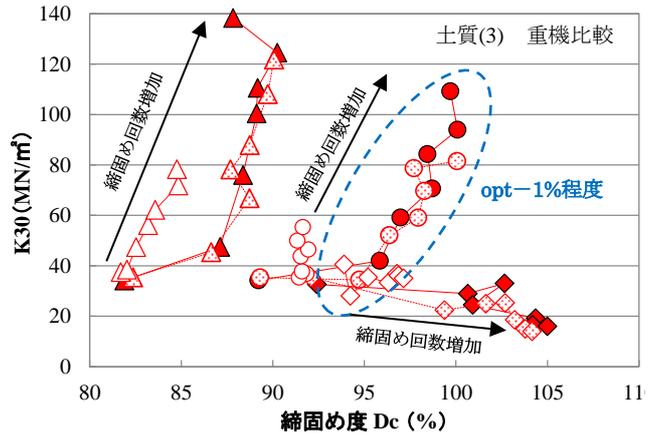


図1 締固め度とK30の関係(土質(3))

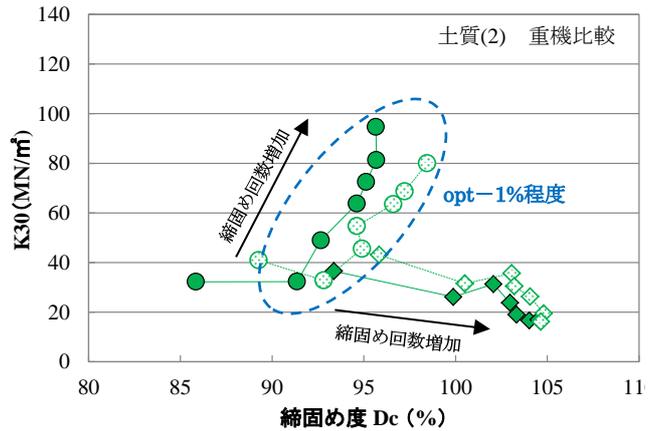


図2 締固め度とK30の関係(土質(2))

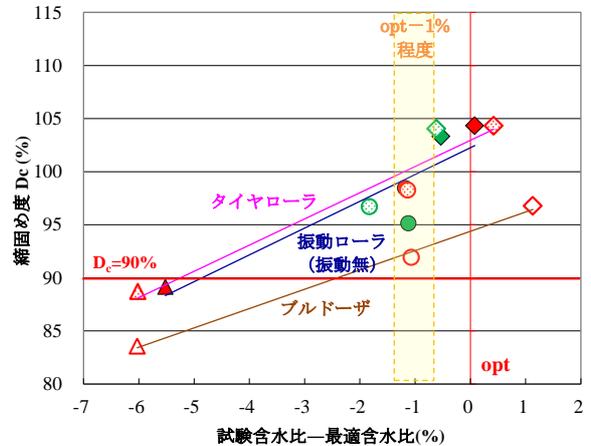


図3 締固め度と含水比の関係(重機比較:締固め回数8回)

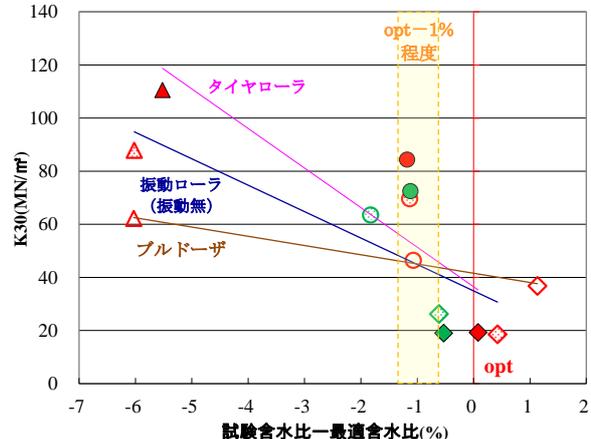


図4 締固め度とK30の関係(重機比較:締固め回数8回)