

種々の盛土法面締固め装置の性能比較結果

鹿島建設(株) 正会員 ○大津祐一 岡本道孝 小澤一喜 大原伸浩 間中弘之 岡本遙河

1. はじめに

盛土法面の締固めでは、転圧機械の足場を確保するように盛土材を敷き均し、転圧後に出来形余剰範囲を削り取る方法や、斜面でも安定して走行できる車両(ex.ブルドーザ)で転圧するなどの方法が推奨されている¹⁾。いずれも転落などの危険があるため、実際にはバックホウを用いた法面整形作業中にバケット底部の押し付けや打撃によって締固めを行うことが多い。一方、バックホウのアタッチメント型の法面締固め装置がいくつか実用化され、締固め品質の改善や作業の効率化に活用されている^{2~4)}。これらの装置の性能や施工性に関する比較実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 使用装置

実験で使用した法面締固め装置を図-1に示す。①はバックホウでの法面整形作業に広く用いられている法面バケットで、平滑に加工された底部で法面を打撃して締固めを行う。②は法肩形状に合わせて接合した2面の鋼製プレートで法肩に設置し、法肩部の鋼板上に取り付けた振動発生装置を稼働させて法肩と法面を同時に締め固める装置である(以下、二面拘束型²⁾とする)。③は②と同じ機構の装置で、使用するプレートを一面の平板型としたものである(以下、一面型とする)。④は最も多くの実績を持つ法面締固め装置で、法面用バケットの底部を部分的に振動プレート(図-1中、白枠範囲)としたものである(以下、プレート付とする)。本機では、バケット底部を法面に押し付けた上でプレートを振動させて法面を締め固める³⁾。⑤は振動ローラー型のアタッチメントで、振動ローラーを法面に押し当て、これを法面の下から上に引き上げるようにアームを操作して締固めを行うものである(以下、ローラー型とする)⁴⁾。

3. 実験概要

比較実験は勾配1:1.8の盛土法面を対象として行った。実験では図-1の装置を装備させた0.45m³級バックホウで法面を締め固めた後、法面に垂直に線源棒を挿入して透過型RI計器による現場密度試験を行った。振動エネルギーを付与する②~④の装置では締固め時間を15、20、30秒とし、①と⑤の装置ではそれぞれ2、4、6回の打撃、もしくはローラーパス数とした。作業時間は機械操作者の熟練度に依存すると考えられるが、①の場合、当実験では2回の打撃に30~40秒を要した。また⑤の装置でパスの距離を1.5mとした場合、転圧に要した時間は6回転圧で15秒、8回転圧で20秒であった。盛土材には、自然含水比状態の山砂と強風化砂岩の掘削土を用いた。それぞれの物理特性と粒度分布を表-1、図-2に示す。いずれも自然含水比 w_n は最適含水比 w_{opt} より小さく、乾燥側での締固めとなった。また、両材料とも細粒分含有率が小さく、品質管理基準としては締固め度 D_c が適用される。



図-1 使用した法面締固め装置

キーワード 盛土、法面、締固め

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111

山砂は、均等係数 U_c が10未満の粒度の悪い材料である。

4. 実験結果

図-3、4 に締固め作業単位（締固め時間・回数）と D_c （3点の平均値）の関係を示す。作業単位の増加に従って D_c が大き

表-1 対象土の物理特性

項目		山砂	強風化砂岩
土粒子の密度	ρ_s g/cm ³	2.666	2.662
最大粒径	D_{max} mm	26.5	53.0
細粒分含有率	F_c %	12.1	26.3
均等係数	U_c	7.1	516.8
自然含水比	w_n %	14.3	22.9
液性限界	w_L %	N.P	52.8
塑性限界	w_P %	N.P	21.5
塑性指数	I_P	N.P	31.3
最大乾燥密度	ρ_{dmax} g/cm ³	1.545	1.441
最適含水比	w_{opt} %	19.4	26.5

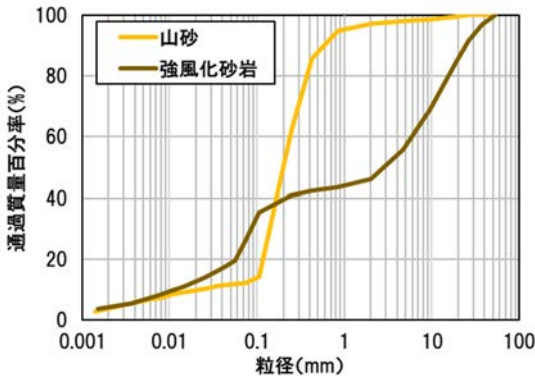


図-2 粒径加積曲線

くなり、いずれの装置でも最終的には RI 計器を用いた場合の D_c の一般的な管理値（92%）を満足した。二面拘束型と一面型の D_c は概ね等しかったため、ここでは二面拘束型の結果のみを示した。山砂の場合、二面拘束型の D_c が大きく、法面バケット、プレート付、ローラー型の順で D_c が小さくなった。一方、強風化砂岩ではローラー型の D_c が最大となり、これに次いで二面拘束型の D_c が大きく、法面バケットとプレート付の D_c が最も小さくなった。このように二面拘束型では材料に寄らずに大きな D_c を安定して得ることができ、これは一面型の場合でも同様である。ローラー型は、強風化砂岩では高い締固め品質を得ることができたが、山砂を対象とした時は、締固め回数 4 回で D_c が頭打ちとなり、それ以上の締固め効果を得ることができなかった。実験では締固め回数が 6 回以上の範囲では締固めによる密度増加と振動に伴う密度低下が同時に生ずる過転圧的な様相を呈した。このようにローラー型は U_c の小さい材料の法面締固めには不向きと考えられ、盛土材料の選定に注意が必要である。プレート付は法面バケットを用いた締固め作業の効率化と品質向上を目的とした装置だが、結果として両者の D_c は同等となった。プレート付装置のバケット底面の非振動範囲（図-1 の白枠以外）が締固め中の体積圧縮に追従しないため、振動エネルギーが法面の D_c の向上に効果的に作用していない様子が伺われた。

5. おわりに

盛土法面の締固め品質の確保や締固め作業の効率化に向けて運用されている複数の機械の性能比較実験を実施した。法面に大型のプレートを設置し、これに振動を加えて締固めを行う二面拘束型振動締固め装置と一面型振動締固め装置は、材料に寄らず安定して大きな D_c を確保するのに有効であることが確認できた。

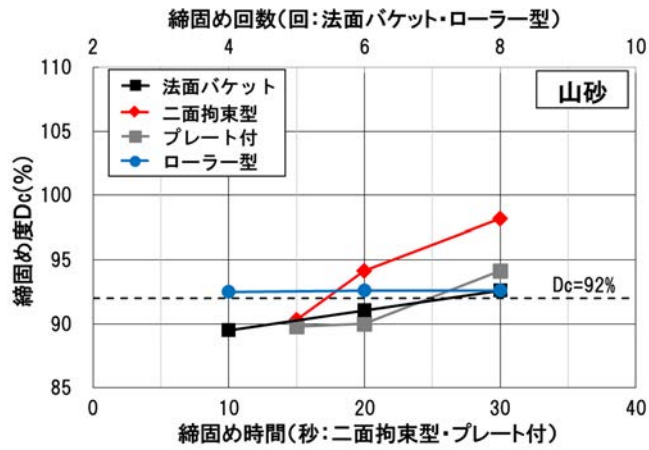


図-3 締固め作業単位と D_c の関係（山砂）

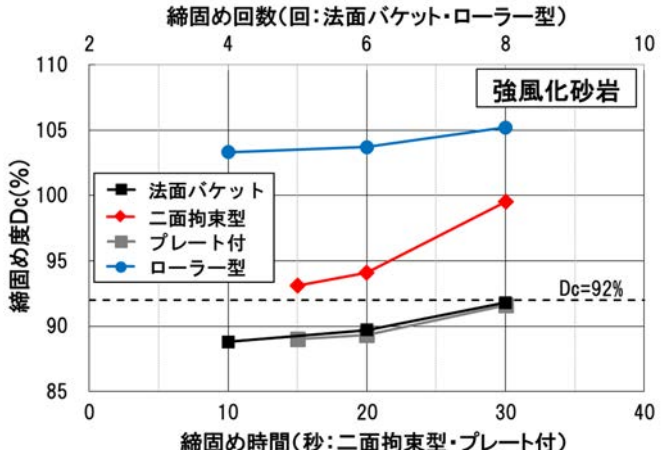


図-4 締固め作業単位と D_c の関係（強風化砂岩）

参考文献 1)土質工学会：盛土の調査・設計から施工まで 第1回改訂版，p.258，1990. 2)大津ほか：二面拘束型振動転圧機を用いた盛土法肩部の締固め特性、土木学会第77回年次学術講演会、VI-148、2022. 3)ターボノリバケ、NETIS No.QS-160025-VE、2016. 4)振動ローラーコンパクター、NETIS No.KT-170071-A、2017.