

粒度特性の異なる碎石土砂の締固め特性

宇都宮大学 学生会員 ○西澤将大
宇都宮大学 正会員 海野寿康 非会員 吉直卓也

1. はじめに

近年の交通荷重の増量，異常気象に伴う自然災害により路盤の存在は顕著である．一方，路盤材に用いられる碎石の需要が増加し，日々の生産もその需要に追いつかない事例¹⁾も存在し，需要と供給がアンバランスとなる問題も浮き彫りになっている．これらの事情から，長期にわたり品質を保持することが重要であり路盤の耐久性や支持力のさらなる強化が求められている．
一般的に路盤は，締固め試験を実施し土の締固め特性を調べ現場における施工時の含水比，密度を決定する．本研究では，複数の粒度分布を持つ粒状路盤材を使い，締固め特性を把握した．具体的に，粒度分布を6種類に変化させた道路用碎石に対して JIS A 1210，ジャイレトリーコンパクタによる締固め試験を実施した．

2. 検討した試料

本研究では，路盤用碎石土砂（0~2.36mm）を用い，次に示す6種類の異なる土砂を配合して実験を行った．碎石土砂は硬質砂岩由来の碎石材（茨城県産）を配合した6種類の土砂であり，粒度分布を図-1に示す通りである．粒度Bは一般の舗装設計において使用される試料で，粒度A，粒度Cは粒度Bの砂分をそれぞれ増加，減少させたものである．粒度Eは Fuller ら（1907）の最大密度曲線²⁾の粒度分布であり，舗装設計で使用される粒度より砂分，シルト分が多い．粒度D，粒度Fは粒度Eの砂分，シルト分をそれぞれ増加，減少させたものである．

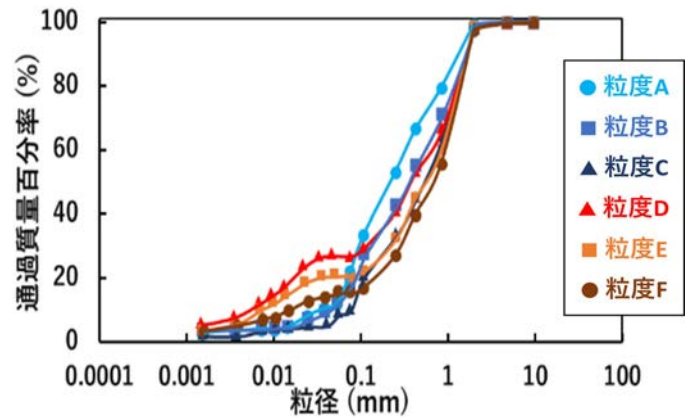


図-1 粒度A～Fの粒度分布

各粒度において，粒度分布より把握した細粒分含有率 Fc と均等係数 Uc を表-1に示す．表より細粒分含有率 Fc は，粒度A, B, C を見てみると粒度Aが細粒分を多く含んでおり次に多い順から粒度B, 粒度Cとなる．粒度D, E, F を見てみると粒度Dが細粒分を多く含んでおり次に多い順から粒度E，粒度Fとなる．
均等係数 Uc は，粒度A, B, C を見てみると粒度A，粒度B，粒度Cの順で大きく，粒度D, E, F を見てみると粒度D，粒度E，粒度Fの順で大きい．特に粒度D, E, F は値が非常に大きく，粒度分布の範囲も広い．

表-1 各粒度の粒度の指標

	細粒分含有率 Fc(%)	均等係数 Uc
粒度A	22.0	33.0
粒度B	18.0	12.6
粒度C	10.0	10.7
粒度D	27.0	131.3
粒度E	20.0	125.4
粒度F	16.0	55.8

3. 締固め試験の概要

本研究では，締固め方法の違いと粒度分布の違いによる締固め特性の影響を把握する．「JIS A 1210 突固めによる土の締固め試験」（A-b 法）に準拠し，締固めを実施した．他方，もう一つの締固め方法として舗装工学において締固め機械として用いられているジャイレトリーコンパクタ（以下，ジャイレトリーと略す）により JIS A 1210 と同様の方法で締固め試験を実施した．
締固め試験の突固め回数の条件として A 法の基準である 25 回/層による締固め試験を行った．また締固めエネルギー増加による締固め特性を把握するため，基準の突固め回数より大きい 100 回/層，500 回/層の2種類の条件でもそれぞれ試験を行った．
ジャイレトリーによる締固めは，回転数の基準は設けられておらず，JIS 規格における締固め試験の比較するため回転数の条件の一つとして JIS A 1210 の締固め試験で求めた最大乾燥密度に合わせ回転数を設定した．JIS A 1210 と同様に締固めエネルギーによる影響も把握するため回転数 500 回も行った．

4. 試験結果と考察

JIS A 1210 とジャイレトリーの締固め曲線を図-2 に示す。一例として粒度 B, 粒度 E の JIS A 1210 回数 25 回と回数 500 回, ジャイレトリー JIS に合わせた旋回数と旋回数 500 回の締固め曲線を示した。粒度 B ではジャイレトリーの曲線が両方のケースにおいて JIS A 1210 の曲線に比べ乾燥密度の変化が小さく横這いになっており, また JIS A 1210 の曲線より下に位置する形となった。

粒度 E ではジャイレトリーの曲線と JIS A 1210 の曲線が両方のケースにおいてほぼ近似する形となった。よって, 粒度 E では締固め方法による締固め特性の影響がほとんどない。

次に締固めエネルギーと最大乾燥密度 ρ_{dmax} の関係を JIS A 1210 とジャイレトリーそれぞれ図-3 に示す。回数が増加するごとに最大乾燥密度も大きくなっていく。どちらの締固め方法においても, 粒度による最大乾燥密度の増加傾向に大きな違いがないことが分かった。

次に細粒分含有率 F_c と最大乾燥密度 ρ_{dmax} の関係を図-4 に, 均等係数 U_c と最大乾燥密度 ρ_{dmax} の関係を図-5 に示す。細粒分含有率と最大乾燥密度の関係では JIS A 1210, ジャイレトリーともかなりばらつきがあり, 細粒分含有率と最大乾燥密度の相関性はみられなかった。均等係数と最大乾燥密度の関係では JIS A 1210, ジャイレトリーともに均等係数が大きくなるほど最大乾燥密度が増加する傾向がどの回数においても見られた。

5. 結論

本研究より得られた結論は以下の通りである。

- 1) JIS A 1210 とジャイレトリーコンパクタの締固め曲線を比較した場合, 粒度 B においてはジャイレトリーが JIS A 1210 に比べ乾燥密度の変化が小さく, 粒度 E においては締固め曲線が近似する形となった。
- 2) 異なる締固め法においてどの粒度においても, 最大乾燥密度の増加傾向に大きな違いはなかった。
- 3) 粒度特性の各指標と最大乾燥密度 ρ_{dmax} との比較の結果, 細粒分含有率 F_c と最大乾燥密度 ρ_{dmax} の相関性はみられず, 均等係数 U_c と最大乾燥密度 ρ_{dmax} には正の相関があった。

参考文献

- 1) 宮古毎日新聞：路盤材用砕石が不足(平成 31 年 3 月)(2022 年 1 月 9 日閲覧)
<https://www.miyakomainichi.com/news/post-117773/>
- 2) Fuller, W.B. & Thompson S.E. : The laws of proportioning concrete, Trans. A. S. C. E. , 59, (1907), 67~143 ; Discussion, 144-72

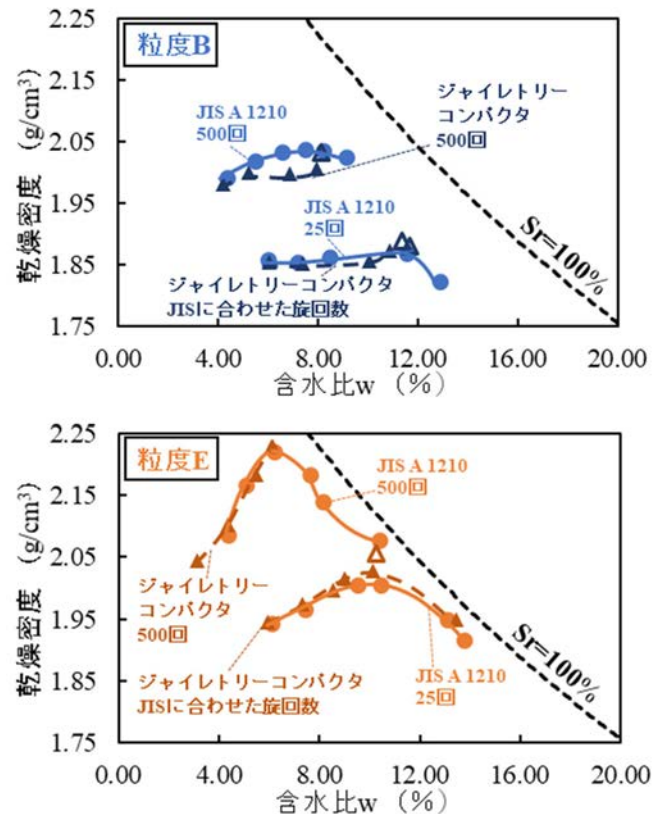


図-2 粒度 B, 粒度 E における JIS A 1210, ジャイレトリーコンパクタの締固め曲線の比較

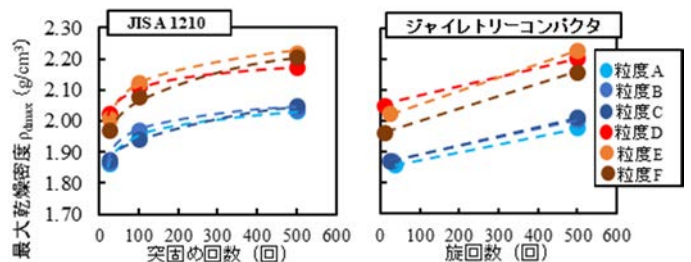


図-3 締固めエネルギーと最大乾燥密度 ρ_{dmax} の関係

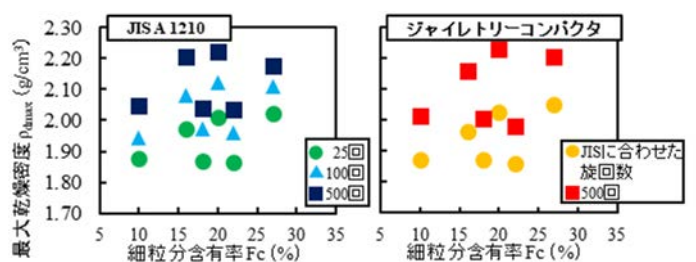


図-4 JIS A 1210, ジャイレトリーコンパクタにおける細粒分含有率 F_c と最大乾燥密度 ρ_{dmax} の関係

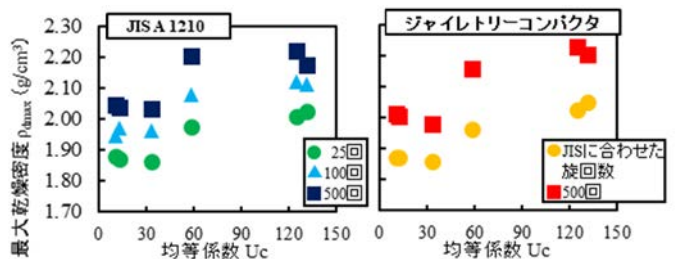


図-5 JIS A 1210, ジャイレトリーコンパクタにおける均等係数 U_c と最大乾燥密度 ρ_{dmax} の関係