

細粒分を含んだ発生バラストのせん断特性に関する研究

東洋大学 学生会員 ○小池 雄生
東洋大学 正会員 須長 誠

1. はじめに

現在、東日本旅客鉄道株式会社(JR 東日本)の有道床軌道では、通過トン数や経年劣化をもとに細粒分が多くなった等、現場の実情に合わせて交換する必要があると判断された場合、新品の道床バラスト(碎石)に交換している。劣化・細粒化した発生バラストは、コンクリート骨材等に転用されているが、鉄道問題を考慮すれば、これらの発生バラストを有道床軌道にリサイクルする研究の必要があると考えられる。そこで細粒分が混入した場合、大型一面試験機を用いて、バラストのせん断特性にどのような影響があるかを試験した。

2. 試験試料の作成

発生バラストのせん断特性を知るために、図1に示すように道床バラスト(碎石)の石質試験基準(JR グループ)の合格基準の上限と下限の粒径を、上限粒度及び下限粒度として作成する。また、その中間の粒径を試験粒度として作成する。さらに、図2に示すように試験粒度に細粒分を混ぜたものを作成する。ここでの細粒分の粒径は19mm以下とする。粒径9.5~19mmを10%混ぜたものを試料①、粒径9.5~19mmと4.75~9.5mmを5%ずつ混ぜたものを試料②、粒径4.75~9.5mmを10%混ぜたものを試料③とする。

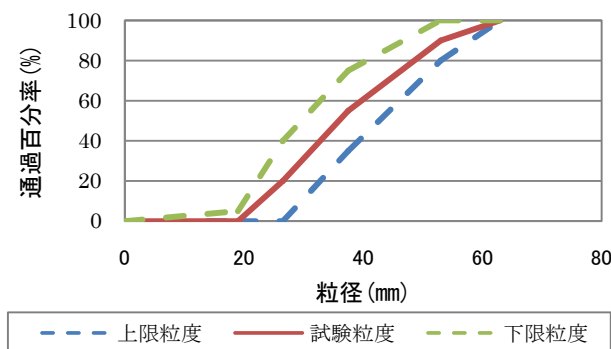


図-1 上限粒度・下限粒度・試験粒度の関係

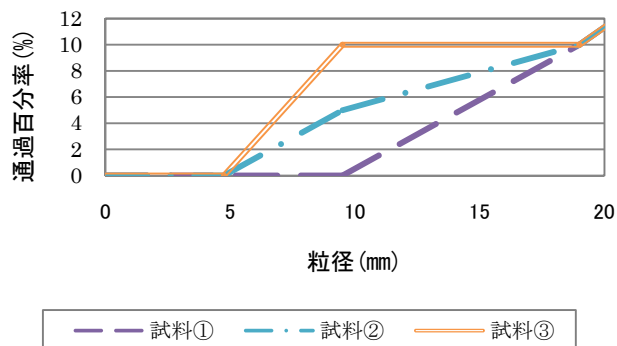


図-2 試験粒度に細粒分を混ぜた際の粒度曲線の拡大図

3. 大型一面せん断試験

3.1 大型一面せん断試験方法

試験機中央に位置する直径 350mm、高さ 200mmを持つせん断装置にバラストを自由落下で投入する。投入後に天板を載せやすいようにバラスト上面をならし天板を載せる。そして、毎分 3.5mm(毎分 1%ひずみ)の変位でせん断力を加え、応力・ひずみを測定する。試験機の上部を元の位置へ戻し、中のバラストを取り出してかき混ぜ、さらに 0.25kN の上載荷重を加え、同一の試験を行う。この試行を上載荷重 0.49kN, 0.74kN, 0.98kN の場合で繰り返し、それぞれの上載荷重での最大せん断応力を求める。図3にその一例を示す。また、測定前と測定後の天板の高さを用いて密度を求めた。ここで、測定前、すなわちせん断試験を行う前の上載荷重を与えた際の試料の密度を初期密度 ρ_0 、また、最大せん断応力時の密度を ρ_1 とする。



図-3 上限粒度の応力ひずみ曲線(上載荷重 0.98kN)

キーワード 発生バラスト, リサイクル, 大型一面せん断試験, 細粒分

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 TEL 049-239-1484

3.2 大型一面せん断試験結果

図3に示すように、応力ひずみ曲線において大きく凹凸する箇所が見られた。この時試料の密度は減少しており、粒状体特有の負のダイレイタンス¹⁾が生じたものと考えられる。図4(最大せん断応力をその時の密度で割って正規化したもの)に示すように、載荷重0kNの時、各々の試料の最大せん断応力の値はほぼ差がなかった。しかし、図4に示すように、試料①②③の最大せん断応力は、近似曲線においても、上載応力10.19kN/m²においても、細粒分を含まない試験粒度と比較するといずれも上まわっていた。細粒分を含んだ試料で比較をすると、近似曲線では、試料①が一番大きな最大せん断応力を持ち、試料②③ではあまり差が現れなかった。一方、上載応力10.19kN/m²時では、試料①が一番大きな最大せん断応力を持ち、ついで試料②、試料③と続いた。初期密度(図5)においては試料③が最も高い密度の値を現し、ついで試料②、①と続いた。

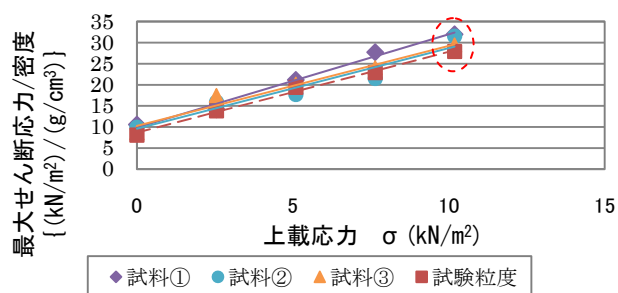


図-4 最大せん断応力と上載荷重の関係

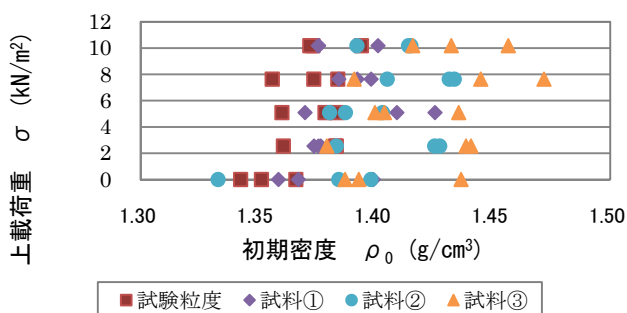


図-5 初期密度比較

4. 考察

4.1 細粒分によるせん断応力への影響

先述したように細粒分を加えると、せん断応力は増加する。これは、バラストの間隙を細粒分が埋めることで密度が増加し、より締め固まった状態になったことが原因と考えられる(図6)。また、細粒分を含んだものの中では、上載応力10.19kN/m²で比較すると、試料

①が一番大きな最大せん断応力を持ち、ついで試料②、試料③と続いた(図4)。これは、バラスト同士の間隙の大きさに、細粒分の大きさが適しているかどうかで最大せん断応力に変化が現れたのではないかと考えられる。

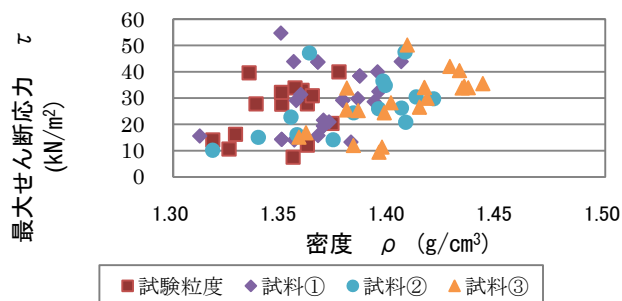


図-6 最大せん断応力とその際の密度の関係

5.2 密度変化について

初期密度において、試料③が最も高い密度の値を現し、ついで試料②、①と続いた(図5)。また、最大せん断応力時の密度(図6)においても同様の結果が得られた。しかし、密度が全体的に高いのは試料③であるが、最大せん断応力においては、試料①が最も大きな値である(図4)。これは、試料③が細粒分の粒径において最も小さく、バラストの間隙に入り込みやすく、更にせん断時にバラストの間隙を細粒分が通り抜けていくことによって密度が増加したと考えられる。一方試料①においては、細粒分の粒径が最も大きいので、間隙に入り込んだまま動くことなく、密度がそれ程増加しなくても最大せん断応力が増加したと考えられる。

6. 結論

- ・石質試験基準の合格基準の粒度において、上限粒度のものが最も高いせん断応力を持ち、ついで試験粒度、下限粒度となった。
- ・発生バラストに細粒分(19.0mm以下の発生バラスト)が含まれることで最大せん断応力は増加する。
- ・発生バラストに細粒分を加えた際、9.5mm～19.0mmならば、最大せん断応力は最も増加する。
- ・細粒分の影響はバラストの密度増加に影響する事は間違いないが、最大せん断応力を増加させることは一概に言えないことがわかった。

7. 参考文献

- 1) 須長誠, 池内久満:「三軸圧縮試験における道床バラストの強度特性」第29回土質工学研究発表会講演集, 1994.6