

作製方法の違いによる粗粒材の締固め特性に関する検討

(独)港湾空港技術研究所 正会員 秋元 洋胤, 早野 公敏, 北詰 昌樹

1. はじめに 盛土や路床・路盤などを構築する際、一般に突き固め試験を実施して、締固めの設計や管理を行っている。しかしながら、これらの土構造物は、ロードローラーやタンパーなどにより締固められ構築されることが多い。したがって、室内試験で締固め特性や強度・変形特性を評価する場合には、現場の改良状況をなるべく模擬した供試体を作製することが望ましい。

そこで本研究では、粗粒材料に対し、従来の突き固め試験、パイブレータによる振動締固め試験、ローラーによる転圧状態に近いとされているジャイレトリー・コンパクタによる旋回締固め試験の3種類の方法で締固めを行った後、ふるい分け試験を行い、粒子の破碎性などについて検討を行った。

2. 使用材料 検討に使用した粗粒材料は、表-1 に示した粒度分布をもつ材料を用いた。おもに砂岩で構成されており、最大粒径が 20mm で、均等係数は 33.6 である。この材料を自然乾燥した状態で使用した。

3. ランマーによる突き固め試験 試験には、自動突き固め装置を使用し、モールドの直径は 150mm、高さ 125mm のものを用いた。約 5kg の試料を 3 層に分けて投入し、ランマーの質量は 4.5kg、落下高さは 450mm とし、各層の突き固め回数を 17, 42, 92, 138, 400 回として試験を実施した。

4. パイブレータによる振動締固め試験 試験は、文献¹⁾に記載されている最大密度試験方法を参考に行った。試験には、直径 300mm、高さ 350mm のモールドを用いた。まず、約 45kg の試料を 5 等分し、5 層に分けて試料を投入した。各層ごとに起振力約 2000N を有する直径 280mm のパイブレータで、一層あたりの締固め時間を 60, 180, 300, 600, 1200, 1800 と変化させ締固めを行い、体積、質量を計測して密度を算出した。なお、振動締固め後のふるい分け試験は、締固め時間が 300, 1200 秒についてのみ行った。

5. ジャイレトリー・コンパクタによる旋回締固め試験 試験には、Superpave のアスファルト混合物の配合設計法に基づき設計製作されたジャイレトリー・コンパクタを使用した。モールドは直径 100mm のものを使用し、締固め圧力 200kPa、回転角度 1.25°、回転速度 30/min の条件で、約 2.1kg の試料を投入し、回転数を 50, 100, 300, 600, 900, 1800 回として締固めを行った。通常、アスファルト混合物の配合設計で用いる場合には締固め圧力は 600kPa である。しかし、高橋らの研究²⁾により骨材を締め固めた場合には著しい割れやすり減りが生じることが報告されていることから、今回の実験では締固め圧力は 200kPa とした。

6. 締固め試験結果 図-1 に突き固め試験結果を示す。突き固めを行った試料の密度は、突き固め回数の増加とともに増加していた。図-2 に振動締固め試験結果を示す。締固め時間が長くなると密度は増加したが、一層の締固め時間が 1200 秒以上になると密度の増加傾向が見られなくなった。図-3 に旋回締固め試験結果を示す。回転数が多くなると密度が増加するが、回転数が 900 回以上になると密度の増加傾向が見られなくなった。

7. ふるい分け試験結果 図-4 に、各試験の代表的なふるい分け試験結果を示す。1200 秒振動締固め、1800 回旋回締固め後の粒度分布は試験前の粒度分布との違いがあまり認められないが、400 回突き固めの時の粒度分布は細粒分が著しく増加していた。これは粒子破碎が生じていることを意味している。この粒子破碎を定量的に比較するため、ふるい分け試験結果から文献³⁾に記載されている方法により、各試験時における単位体積あたりの粒子の表面積の増分を算出した。この方法は、あるふるい目に残留した粒子をそのふるい目とそれより 1 段階大きいふるい目の平均粒径で代表させ、粒子形を球形と仮定して表面積を算出したものである。図-5 に締固めにもなう表面積

表-1 粗粒材の粒度分布

ふるい目(mm)	通過質量百分率(%)
26.5	100.0
19.0	98.0
13.2	80.3
9.5	69.2
4.75	44.9
2.36	27.2
0.6	16.5
0.3	10.0
0.15	7.4
0.075	4.6

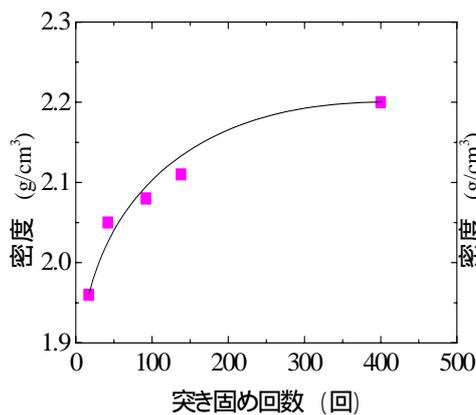


図-1 突き固め試験結果

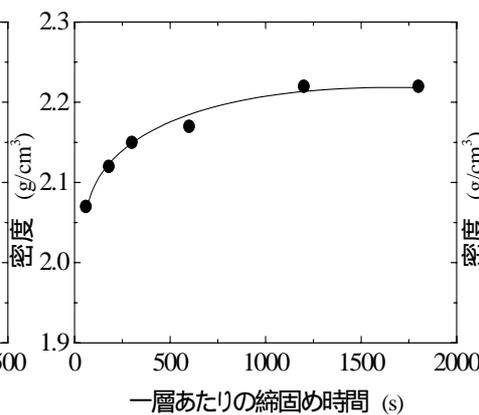


図-2 振動締固め試験結果

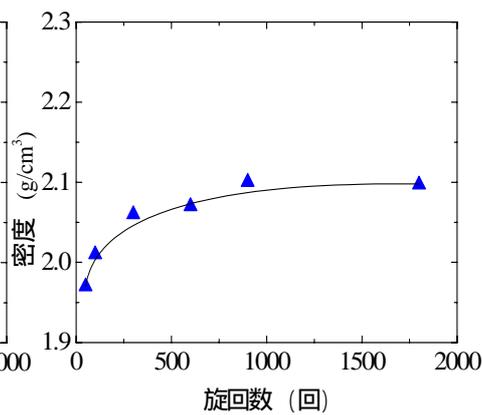


図-3 旋回締固め試験結果

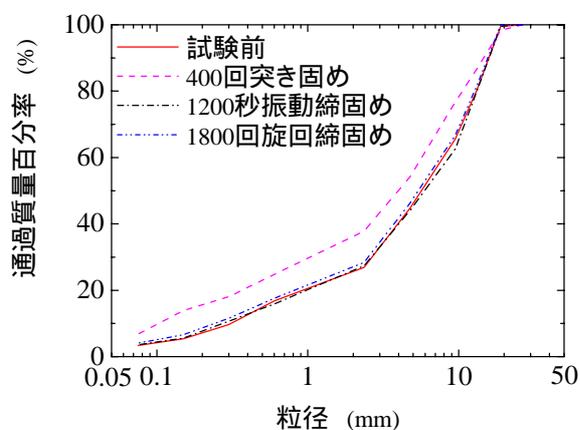


図-4 代表的なふるい分け試験結果

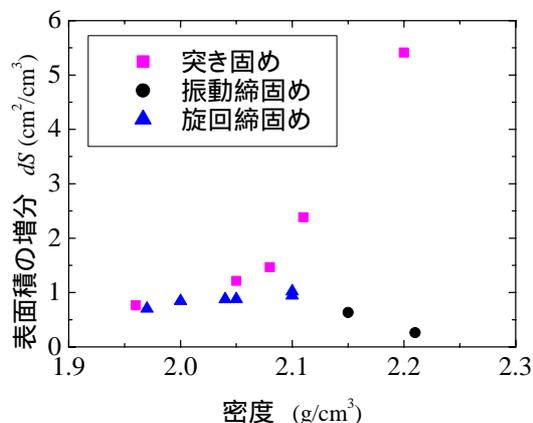


図-5 表面積の増分と密度の関係

の増分と密度の関係を示す。ランマーによる突き固めの場合は、密度が増加すると表面積の増分が著しく増加する傾向を示した。パイブレータによる振動締固めの場合は、締固め時間と密度が増加しても表面積の増分はあまり変化が見られなかった。ジャイレトリー・コンパクタによる旋回締固めの場合も、密度が増加しても表面積の増分にはあまり変化が見られなかった。

8. まとめ 粗粒材料に対し、3種類の方法で締固め試験を行った後、ふるい分け試験を行い、得られた粒子の破碎性などについて検討を行った。その結果、いずれの締固め試験とも、突き固め回数、振動時間、回転数をそれぞれ増加すると、密度が増加した。また単位体積あたりの表面積の増分は、突き固め試験の場合は密度の増加とともに著しく増加したものの、振動締固め、旋回締固めの場合はあまり変化が見られなかった。

9. 今後の課題 振動締固め試験において若干の材料分離が見られた。また旋回締固め試験では、締固め圧力を200kPaと固定した。今後は、これらがそれぞれの試験結果に及ぼす影響についても検討していきたい。

参考文献

- 1) (社)地盤工学会 砂礫の最小・最大密度試験方法検討委員会：砂礫の最小・最大密度試験方法検討委員会報告書(1～5)，2003.4。
- 2) 高橋，増井，八谷：粗骨材の骨格構造に着目した大粒径アスファルト混合物の配合設計に関する一検討，土木学会舗装工学論文集第9巻，pp.57-64，2004.12。
- 3) 吉田，川端，龍岡，朴：一次元圧縮による砂の破碎特性，第30回土質工学研究発表会，pp.399-402，1995.7。