

湿潤ベントナイトペレットの2段階乾燥実験

清水建設株式会社 正会員 ○中島 均 齋藤 亮

1. はじめに

ベントナイトペレットは、放射性廃棄物処分施設において緩衝材の施工に伴い発生する隙間の充てん材料として期待されている。筆者らは、汎用的な造粒技術を組み合わせて、含水比が高く可塑性がある状態でベントナイトを球形に成型し、そののち乾燥収縮を利用して密度を向上させるをベントナイトペレット製造法を提案した¹⁾。この方法では乾燥時間が速いと、適切な乾燥収縮が起こらずにベントナイトペレットが低密度になることがわかっている²⁾。しかし、乾燥に必要以上の時間をかけることは製造コストの上昇につながるので、できる限り乾燥時間を短くすることは課題であった。このような課題の解決に向けて、乾燥条件として温度を変えた乾燥実験を、送風式の回転乾燥機を用いて行っている³⁾。現在のところ次のような知見が得られている。送風温度が低いほうが高い場合に比べて、水分低下率が同じでも密度増加率が大きくなる。しかし、送風温度が低い場合は完全乾燥に至る前に水分低下が止まる。(以下、参考文献3を前報と称す。)

この結果を受けて、乾燥初期は低温で乾燥することで乾燥収縮を最大限進展させ、そのうえで110℃の高温乾燥して、さらなる乾燥収縮の積み増しを図る方法が、合理的な乾燥方法として考えられた。本報告では、この考えにもとづき行った乾燥試験の結果とそれによって得られた知見を示した。

2. 乾燥試験の方法

乾燥実験に用いた湿潤ペレットは、含水比25%程度に加水したクニゲルV1(クニミネ工業製)を用いて作製した。作製方法は参考文献1)を参照されたい。押出し径は8mmである。

乾燥方法は送風型回転乾燥方式とした。乾燥機の構造は図1に示すとおりである。側部が金属メッシュの円筒容器に乾燥前のベントナイトペレットを投入し、容器外部の側部から送風を行う。円筒容器の前方と後方は金属版で仕切られている。中心軸まわりに円筒容器が回転する。円筒容器の内部空間は100Lである。図示していないが、均一な攪拌の目的で、容器内部に高さ5cm程度の突起が4つ配置されている。

乾燥手順は、1)常温の送風で乾燥させる。2)含水比の変化がなくなった段階で送風温度を110℃に変え、さらに乾燥させる。3)完全乾燥になった段階で乾燥を終了させる。風速は通過風速で0.2m/sとし、参考文献3の場合の通過風速0.55m/sと比べて半分以下にした。容器の回転速度は0.5rpmで、ベントナイトペレットの投入量は10kgとした。

乾燥の途中で適宜サンプルを採取し、含水比と単体密度の測定を行った。含水比の測定は、ペレット10g程度を同時刻に3点採取し、110℃の乾燥炉で24時間以上乾燥させ、水分低下量より算定し平均値をとった。単体密度の測定は、1g程度のペレットを同時刻に3点採取し、水中浸漬し水置換法により湿潤密度を求めたのちに、別途算定した含水比もしくは含水比の推定値を用いて乾燥密度に換算し平均値をとった。

3. 試験結果と考察

乾燥にともなうペレットの含水比の経時変化を図2に示す。前報での常温乾燥での結果も併記した。常温での初期の乾燥速度は、前報の結果に比べて2倍程度遅かった。通過風速の違いが乾燥速度に影響しているものと思われる。常温乾燥では含水比が10%程度で収束したので、その後110℃の送風に切り替え完全乾燥に近い状態まで乾燥した。

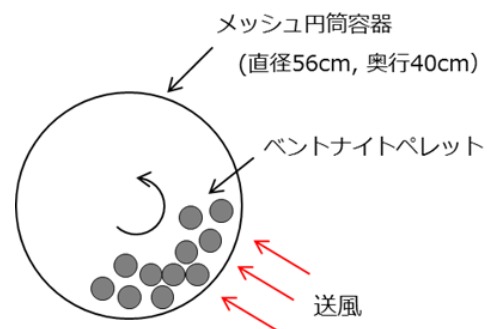


図1 乾燥機の概要

キーワード ベントナイト, ペレット, 隙間充てん, 乾燥収縮, 球形

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設(株)技術研究所 TEL: 03-3820-8431

図 3 に乾燥の進展に伴い変化するペレットの含水比と乾燥密度の関係を示す。常温による乾燥で含水比が 24% から 10% に変化することに伴って、乾燥密度が 1.6Mg/m^3 から 1.9Mg/m^3 に増加していることがわかる。常温乾燥では含水比は 10% より下がらないので、乾燥密度は 1.9Mg/m^3 以上には上がらない。その後 110°C 乾燥で乾燥すると含水比が 10% から完全乾燥に至る。この段階で、乾燥密度が 1.9Mg/m^3 から 2.0Mg/m^3 にさらに増加したことがわかる。

常温乾燥での密度増加指数(乾燥密度の増加量を含水比の低下量で除した値: 図中の回帰式の傾き)は、 $2.33\text{Mg/m}^3/\%$ であった。前報の 2.5Mg/m^3 (図 4 参照) よりも乾燥速度が遅いにもかかわらず若干小さかった。前報の乾燥温度を変えて行った結果では乾燥速度が遅くなると、密度増加指数は増加していた。しかし、その差は小さく誤差の範囲内であると考ええる。乾燥風速を小さくし、乾燥に 2 倍程度の時間をかけても、密度増加は高まらなかったと言える。

常温乾燥に引き続き行った 110°C 乾燥での密度増加指数は $1.39\text{Mg/m}^3/\%$ であった。前報の 1.23Mg/m^3 (図 5 参照) より若干大きかった。この違いも誤差の範囲内であると考えれば、常温で乾燥させた後の含水比 10%、乾燥密度 1.9Mg/m^3 の状態からでも、含水比 24%、乾燥密度 1.6Mg/m^3 の初期状態からとほぼ同等の密度増加指数で乾燥収縮が進むことがわかった。

今回の試験では、22 時間の常温乾燥の後に 7 時間の 110°C 乾燥で合計 34 時間の乾燥時間であったが、常温乾燥 8 時間と 110°C 乾燥 5 時間の合計 13 時間程度でもほぼ同じ乾燥密度のベントナイトペレットが製造できる可能性があることが予測できる。さらに常温乾燥で乾燥時間を 2 倍程度にしても、密度増加効果は得られなかったため、常温乾燥 4 時間、 110°C 乾燥 5 時間の合計 9 時間での乾燥でも、ほぼ同等の乾燥密度が確保できることも考えられる。

4. おわりに

含水比が高い状態で球形に成形したベントナイトペレットに対して、乾燥初期に低温で乾燥させ水分低下が止まった時点から、さらに高温で乾燥させる 2 段階乾燥法による乾燥試験を行った。この結果、常温乾燥の段階で乾燥収縮が良好に進み、高温乾燥でさらに乾燥密度が増加することが確認でき、乾燥時間の合理化に向けた方向性が得られた。今後、条件を変えた試験を行うことで、さらなる合理化の余地があることがわかった。

参考文献

1) 中島均, 他: 高密度で真球度が高いベントナイトペレットの製造方法, 日本原子力学会 2013 年春の年会, A19. 2) 中島均, 他: 乾燥収縮を利用したベントナイトペレットの製造方法, 第 48 回地盤工学研究発表会, 2013. 3) 中島均, 他: 乾燥収縮を利用したベントナイトペレットの製造方法における乾燥条件の検討, 第 49 回地盤工学研究発表会, 2014.

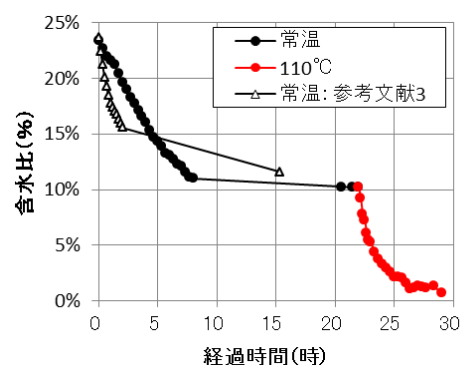


図 2 ペレット含水比の経時変化

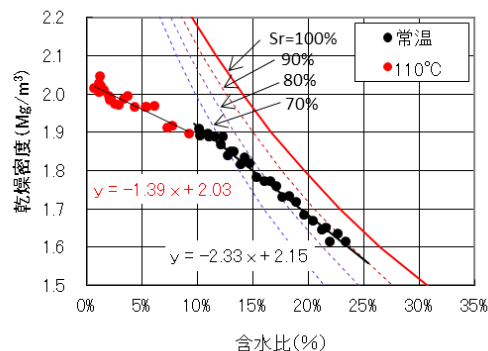


図 3 含水比と乾燥密度の関係

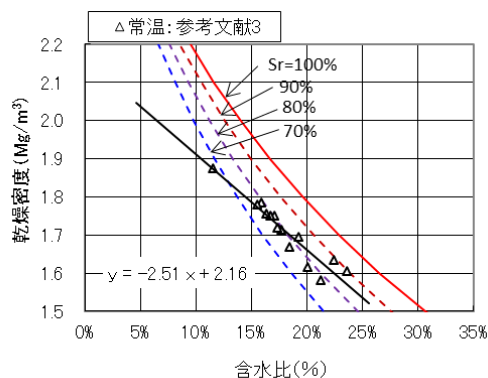


図 4 前報の常温乾燥の結果

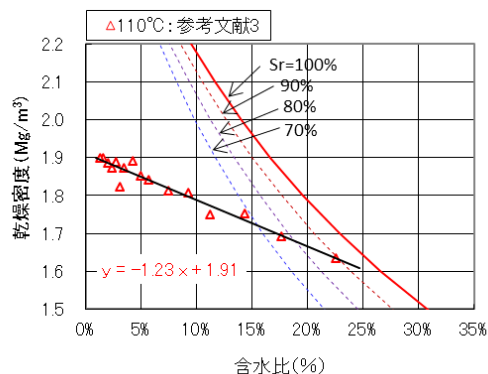


図 5 前報の 110°C 乾燥の結果