

粘土粒子の電着および剥離特性に関する研究

旭化成工業(株) 正員 玉井俊行
立命館大学理工学部 正員 深川良一
(株)栗本鐵工所 松野 進

1. はじめに 粘土に顕著に見られる建設機械や農業機械に対する付着は、作業能率の低下の原因となることから重大な問題となっている¹⁾²⁾。本研究の目的は、土と固体表面間の付着を減少させるための対策を樹立することである。本報告では、粘土粒子の電気的特性に注目し、この特性を利用した付着抑制方法を提案している。提案手法の妥当性を検証するために粘土粒子の電着および剥離試験を実施した。

2. 土質試料と極板材料 本試験では、3種類のベントナイトとカオリンを供試土として使用した。各供試土の物理特性を表1に示す。ベントナイト A, B, C の物理特性の

表1 供試土の物理特性

	密度 (g/cm ³)	比表面積 (m ² /g)	CEC (me/100g)	膨潤力 (ml/2g)
ベントナイト A	2.399	24.3	72.3	23.0
ベントナイト B	2.415	16.6	73.1	17.5
ベントナイト C	2.422	34.7	103.0	13.5
カオリン	2.56	15	5~15	——

各値は豊順鋳業(株)の提供によるものであり、カオリンの比表面積とCECは文献³⁾を参照した。表4のCECとは、陽イオン交換容量の略称であり、電荷の範囲を示して

表2 電気量と付着土質量の関係

時間 t(sec)	900			
電気量 Q(C)	120	30	60	30

表3 時間と付着土質量との関係

時間 t(sec)	180	360	540	900
電気量 Q(C)	120			

いる³⁾。また極板材料として、カーボン(黒鉛)と銅を使用した。各材料の表面はできるだけ滑らかにした。

3. 試験方法 供試土と水道水を 10 : 1 の比で攪拌して分散状態のスラリーにしたものを試験装置の容器に入れる。試験装置の概略図を図1に示す。電着試験ではカーボンを陰極、銅板を陽極に、また剥離試験ではカーボンを陽極に、粘土が電着された銅板を負極になるように接続した後、スラリーの入った容器に設置する。電気量および時間の条件を表2,3に示す。所定時間になると電源を切り、銅板を容器から取り出す。取り出した銅板は乾燥炉に入れ、銅板に付着している水分を蒸発させる。炉乾燥後、表面に付着している粘土粒子の質量を測定する。

4. 結果と考察

1) 電着試験 単位面積当りの付着土質量 M と電気量 Q との関係を図2に示す。図より、各供試土とも M は、Q が大きくなるにつれて増加した。これは、電気量 Q が大きくなれば、陽極板表面の帯電密度が大きくなり、誘電率も高くなることが原因であると思われる。また、各供試土の付着土を比較するため、最小二乗法によって回帰線を示した。ある所定電気量に対する M は、ベントナイト A > ベントナイト B > ベントナイト C の順になった。また、質量を比で表すために、回帰線の傾きを求めた。傾きが大きいほど所定電気量に対して、土がより多く付着する。結果はおおよそ、ベントナイト A : ベントナイト B : ベントナイト C = 4 : 2 : 1 となった。これは、各供試土の物理化学的特性によるものであ

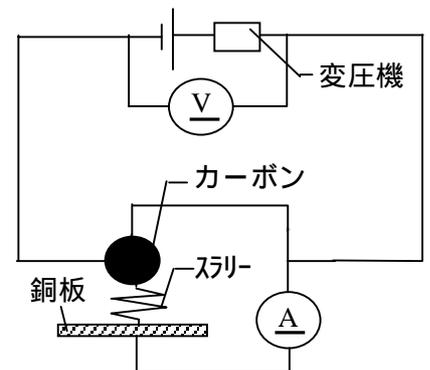


図1 電着および剥離試験装置の電気回路概略図

表4 粘土鉱物の電荷³⁾

粘土鉱物	電荷の範囲 (me/100g)
カオリナイト	5~15
モンモリナイト	80~100

キーワード：粘土、ベントナイト、電着、抑制

住所：〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 Tel : 077-561-2666 Fax : 077-561-2667

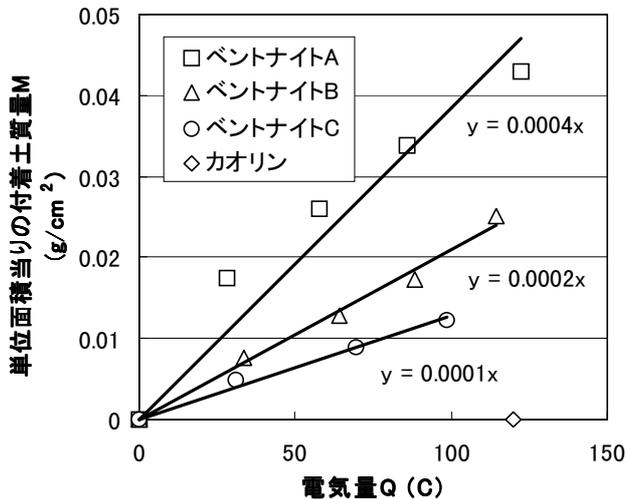


図2 付着土質量と電気量との関係

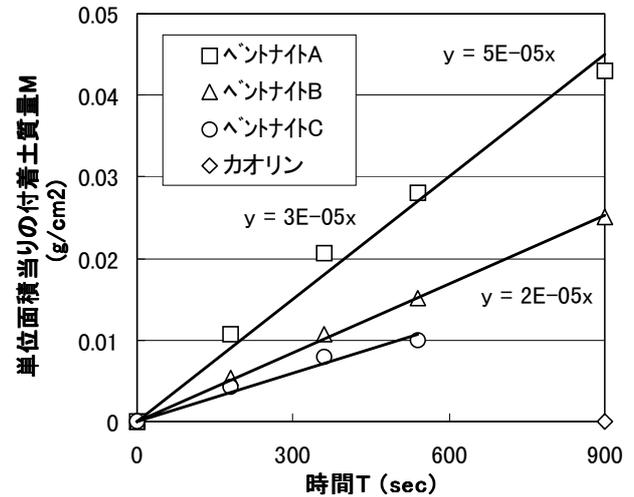


図3 付着土質量と時間との関係

ると考えられる。単位面積当り付着土質量 M と時間 T との関係を図3に示す。図より、時間が経過するにつれて、土もより多く付着していることが分かる。この結果は図2の結果に依存するものである。つまり $Q(C) = i(A) \times t(sec)$ より、時間 T は電気量 Q に比例する。また、図2より Q が増加すれば単位面積当りの付着土質量 M も増加する。よって、時間の経過と M の関係は比例関係になるのである。図2における各回帰線の傾きを付着率とし、付着率と膨潤力との関係を図4に示す。図より膨潤力が付着率の違いに対する要因のひとつであると推察される。また、カオリンは極板に全く電着しなかった。ベントナイト各種とカオリンの結果との違いは、粘土鉱物による電荷範囲の違いによるものと思われる。各粘土鉱物の電荷範囲について表4に示す。電荷範囲は陽イオン交換容量で表しており、この大きさは電荷の範囲を示している。カオリナイトの電荷の範囲はモンモリナイトの約13分の1であるため、カオリンの粘土粒子と陽極の間には、電気的な引力がほとんど発生しなかったと思われる。

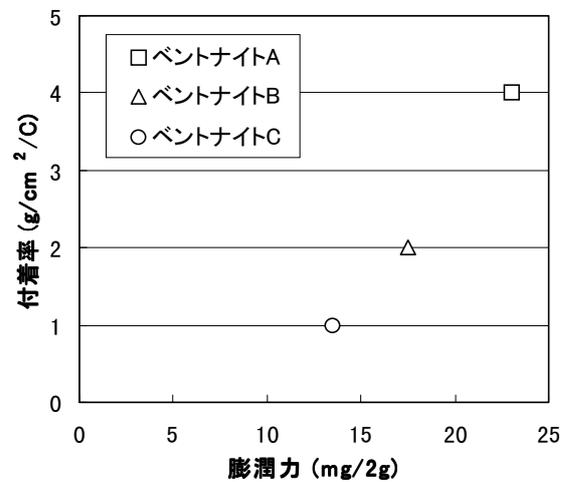


図4 付着率と膨潤力との比

2) 剥離試験 剥離試験は、各ベントナイトに電着させた供試板を使用して実施した。結果は、各ベントナイトともに所定電気量で約3分以内に剥離した。よって、ある一定のわずかな時間、所定の電圧をかけることにより粘土を剥離することができると考えられる。粘土の剥離状態を図5に示す。

5. まとめ 粘土の電着試験においては、付着土量は極板の電気量や帯電時間に比例するという結果になり、一方剥離試験においては、極板の電気量や帯電時間に比例することなく、所要電気量を数分帯電させることによって粘土が剥離するということが分かった。以上の結果は、本付着抑制方法の効果を示唆するものである。

参考文献

- 1) 上野正美：圃場機械における土の付着問題，テラメカニクス，第14号，pp. 123-132，1994.
- 2) 能勢行則：締固め機械における付着の問題について，テラメカニクス，第14号，pp. 119-123，1994.
- 3) 村山朔郎：土の力学挙動の理論，技報堂出版株式会社，p.353，1992.

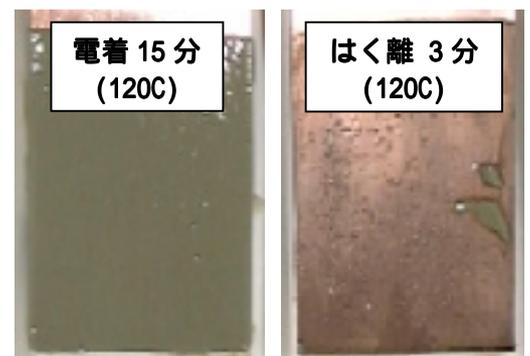


図5 粘土の剥離状態 (ベントナイトC)