泥状土のコンシステンシー評価に関する実験結果報告

流動化処理工法研究機構　正　岩淵常太郎　　徳倉建設㈱　正○和泉　彰彦
住友大阪セメント㈱　正　吉原　正博　　同　小山　智芳
同上　宮脇賢司　　同　田中　伸幸

１．はじめに

適切にストックされた建設発生土（建設汚泥を含む）でも土性が変動しばらつくことがある。すると予め決めた配合で泥状土やスラリーを製造しても品質が安定しない。そこで製造された泥状土の品質安定化を念頭にコンシステンシー試験に着目して変動を適切に評価する方法について実験を行ってきた[1)]。土性の変動の要因[2)]は、土の種類が同じなら、主に粗粒分／細粒分と含水量の変動にある。これらは泥状土の粘性係数に直接寄与するので、Ｐロート試験の流下時間[3)]およびフロー試験のフロー値の各々に対する粘性係数について実験を行った。フロー値と粘性係数の結果をここに報告する。

２．実験概要

フロー試験（ＪＨＳ　３１３－１１９２ シリンダ法）は、試験仕様で規定する「静かにシリンダを引き上げる」ことはせず、「すばやく引き上げる」ことにした。フロー板は表面の摩擦を極力抑えるため、新しく表面に光沢のある塩ビ板（１ｍｘ１ｍ）と透明アクリル板（１ｍｘ１ｍ）を用いた。

使用した土は３種類で、その物理的性質を表－１に示す。

カオリン粘土泥水①はρ＝１．１０１～１．４５７ｇ／ｃｍ^{3}間で７種類の密度を、②はρ＝１．１１～１．４８８ｇ／ｃｍ^{3}間で９種類、③はρ＝１．１～１．３ｇ／ｃｍ^{3}間で３種類、関東ローム泥水⑪はρ＝１．１０４～１．２４ｇ／ｃｍ^{3}間で４種類の密度を用いた。

表－１　実験に用いた土の物理的性質

項目	カオリン粘土ＮＮ 竹原化学産	沖積粘土＋山砂泥水 横浜産	関東ローム 佐倉産
分類記号	Ｃ	ＭＨ	VH_2－Ｓ
湿潤密度	Ｎ／Ａ	１．４０９	１．３５３
乾燥密度	Ｎ／Ａ	０．６５９	０．５８３
礫分	０	１．１	３．４６
砂分	０	５９．６	８．２３
シルト分	３２．３	１９．２	２１．４１
粘土分	６７．７	２０．２	６６．９０
最大粒経	０．０２２	４．７５＞	９．５＞
液性限界	Ｎ／Ａ	３１．４	１３５．２
塑性限界	Ｎ／Ａ	２１．６	９０．３
塑性指数	Ｎ／Ａ	９．９	４５．０
粒子比重	３．０７	２．６５４	２．８１８
ωｎ	Ｎ／Ａ	１１５．０	１３２．２

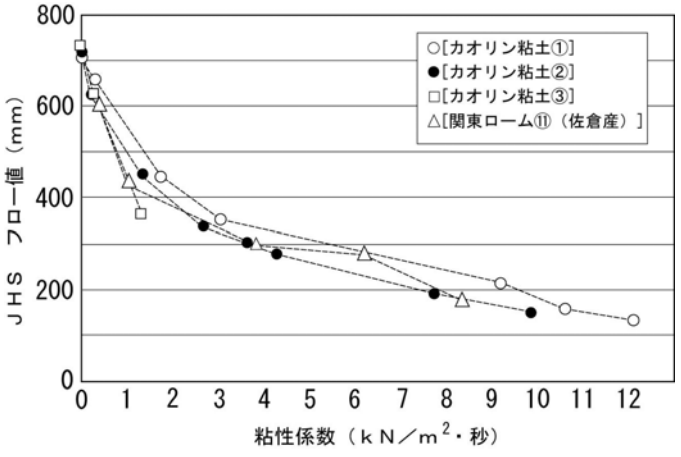
固化材（普通ポルトランドセメント）を沖積粘土に山砂を加えた泥水⑫（ρ＝１．１３１～１．５２ｇ／ｃｍ^{3}間で３種類）と関東ローム泥水⑪に外割り質量で５０ｋｇ、１００ｋｇ、３００ｋｇ加え試料泥水を作った。

砂の混入によるフロー値への影響を分析するためカオリン粘土泥水に豊浦標準砂を加えた試料④（ρ＝１．１０１泥水ベースで１．５６７ｇ／ｃｍ^{3}まで３種類)、⑤（ρ＝１．２９２泥水ベースで１．７０８ｇ／ｃｍ^{3}間まで３種類)、⑥（ρ＝１．４１泥水ベースで１．８１ｇ／ｃｍ^{3}間まで３種類)、⑦（ρ＝１．３５泥水ベースで１．９０ｇ／ｃｍ^{3}間まで４種類)、⑧（ρ＝１．１泥水ベースで１．６ｇ／ｃｍ^{3}間まで５種類)、⑨（ρ＝１．２泥水ベースで１．８ｇ／ｃｍ^{3}間まで５種類)、⑩（ρ＝１．３泥水ベースで１．８ｇ／ｃｍ^{3}間まで４種類）を用いた。

泥水の粘性係数はＴＶＣ型粘度計を用いて測定した。測定された粘性係数は時間とともに変動するが、変動カーブから判断して攪拌終了後２０秒の値を採用した。

３．実験結果

砂と固化材を含まないカオリン粘土泥水と関東ローム泥水のフロー値と粘性係数の試験結果を図－１にプロットした。４種類の試験結果は粘性係数に対してよい相関を示した。粘性係数が約２ｋＮ／ｍ^2・秒まではフロー値が泥水の粘性の増加に対して相対的に大きく減少する傾向を示すが、約９ｋＮ／ｍ^2・秒を超えるとフロー値は２００ｍｍを下回り、泥水の粘性の増加によるフロー値の低下率が減少する傾向を示した。

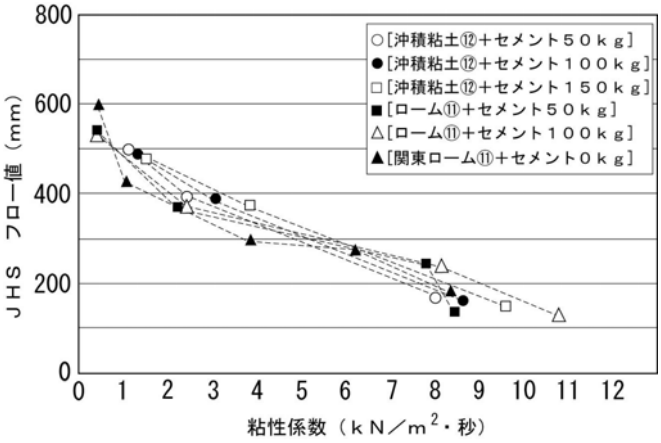


図－１　カオリン粘土泥水のフロー値と粘性係数の関係

同様に固化材を加えた試料の結果を図－２に示す。

フロー値と粘性係数の相関はよく、泥水の粘性に対してフロー値の低下は全体的に直線的な傾向が見られ、その勾配は粘性係数２から９ｋＮ／ｍ²・秒の区間で表－１より少し大きい。このとき固化材添加量のフロー値と粘性への影響に顕著な差は見られない。

砂の混入による泥水のフロー値の変動を図－３に示す。砂が泥水に混入すると砂の摩擦により粘性係数が増加する[3)]が、砂の混入によるフロー値への影響は異なる傾向を示した。そこで砂を加えることで増加する密度をフロー値に対してプロットした。結果を図－３に示す。

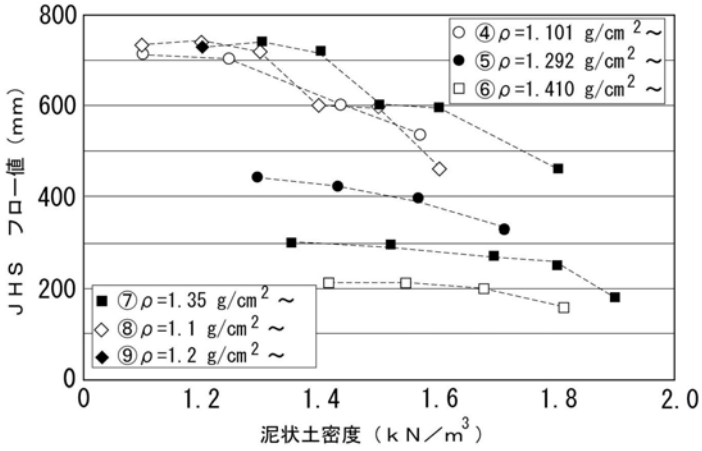


図－２　固化材を含む泥水のフロー値と粘性係数の関係

図中の泥水試料④と⑧は粘性係数 η＝０．０２ｋＮ／ｍ²・秒、⑧は η＝０．２５ｋＮ／ｍ²・秒で、粘性が小さいので初期のフロー値は７００ｍｍ以上と大きい。

一方、⑥と⑦は η＝９．２と３．７ｋＮ／ｍ²・秒で、泥水の粘性が大きいので初期のフロー値は３００ｍｍ以下と小さい。

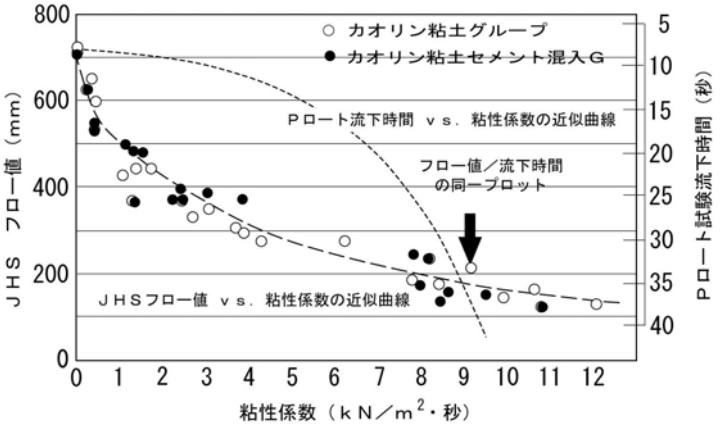
両グループとも共通して砂の混入量とフロー値の関係には変局点がみられ、これを境にフロー値が低下する。変局点の前はフロー値が一定なので、砂混入の影響が現れない、変局点を境に砂が流動性に影響し始め泥水のみの流動性から粗粒分が寄与する砂混入泥水の流動性に移行する得意な傾向が確認された。



図－３　砂の混入と泥水のフロー値の関係

表－１のプロット（○／関東ローム試料含む）と表－２のプロット（●）をまとめて図－４に示した。全てのプロットに対して近似曲線を図中に描いた。プロットの曲線に対する分散は比較的小さく、この近似曲線でフロー値から粘性係数を推定する可能性が示唆される。

図中、Ｐロート試験の流下時間－粘性係数の実験で得られた近似曲線[3)]を、同じ試料で得られたプロット（フロー値２１６ｍｍ、流下時間３３．２５秒、η＝９．２）を共有するようにして配置した。



図－４　フロー値／流下時間と粘性係数の近似曲線

泥水やスラリーのコンシステンシーを評価するためにフロー試験やＰロート試験を使うが、図中の二つの近似曲線を参考にすると各々の数値に粘性係数をパラメーターとした共通認識が生まれる。また粘性係数からブリージングや流動性が関連付けられるのでコンシステンシー試験の利便性が高まる可能性がある。

４．おわりに

製造段階で安定した品質となるよう泥状土等を調整するとき粘性管理が有用である[2)]が、粘性係数の測定は現場では難しく、コンシステンシー試験が選択される。今後は、現場で測定された流下時間とフロー値と粘性係数の相関が重要で、データの集積が求められる。

【参考文献】１）岩淵常太郎ほか：泥水の粘性評価に関する実験的研究、第６２回土木学会年次学術講演会、平成１９年９月　２）小林学ほか：流動化処理土製造における粘性管理に関する一考察、第４２回地盤工学会研究発表会、２００７年７月　３）吉原正博ほか：Ｐロート試験の流下時間と粘性係数に関する実験結果報告、第４３回地盤工学会研究発表会、２００８年７月