泥水の流動性評価に関する実験的研究

（社）日建経中技研　正○岩淵常太郎　住友大阪セメント㈱　正　吉原　正博
徳倉建設㈱　正　岩橋　亮　住友大阪セメント㈱　荒木　一司
みらい建設工業㈱　正　小林　学　住友大阪セメント㈱　小川　智芳

１．はじめに

流動化処理土の流動性評価は実務的な観点からＪＨフロー試験の値が使われている。流動性は狭隘な空間の充填性と打設後の流動勾配に関連する施工上の品質で、フロー値に対する充填性と流動勾配が、過去、実験により検証されている[1) 2)]。埋戻しの充填性が打設する落下高さと流動性により決まるのは定性的に理解される。そこで密度を調整した泥土を使用し、落下エネルギーと粘性を変化させてフロー試験を行いフロー値と流動勾配を粘性係数の観点からまとめた。結果を報告する。

２．実験概要

フロー試験はＪＨＳ３１３－１９９２に準拠した。フロー板は極力摩擦を抑えるため表面の摩擦抵抗が最も少ないと判断した塩化ビニル製を１ｍ×１ｍに整形したものと、この板に１mmの透明アクリル板を敷いたものを使った（写真－１参照)。試料土は沖積粘土と関東ロームを使った。土の性質を表－１に示す。

フロー試験の容器を写真－１と寸法を表－２に示す。ＪＨＳの試験仕様はφ８×８ｃｍだが、落下高さを変えるため、容器の高さを変化させかつ体積が一定となるように内径を変化させた５種類の容器を用意した。同時に質量変化の影響を比較するため直径一定で高さを変えた容器も５種類用意した。これにより泥土の位置（落下）エネルギーによるフロー値と流動勾配の変動を測定する。

泥水の粘性係数は粘性測定器ＴＶＣ－５により測定した。流動勾配は写真－２に示すように容器から開放され放射状に広がった泥土の厚さを外中内の３点について計り計算により求めた。落下エネルギーは容器の高さと処理土の密度から式（１）によって算出した。

$$mgh(N \cdot m) = \rho_t \times \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 \times \pi \times h \times g \times \frac{h}{2} \qquad \text{式（1）}$$

写真－１　フロー試験容器とフロー板

写真－２　流動勾配の計測

表－１　試料土の物理的性質

項目	沖積粘土	関東ローム
粒子密度	２．６４７	２．８３６
湿潤密度	１．３７３	１．４２２
乾燥密度	０．６０４	０．６８２
礫分	０．６０	０．４９
砂分	５７．４０	７．７７
シルト分	２０．５０	３２．９９
粘土分	２１．５０	５８．７６
最大粒径	４．７５	９．５０
液性限界	３１．６０	１３５．２４
塑性限界	２３．７０	９０．２５
塑性指数	７．９０	４４．９９

表－２　使用容器サイズ（ｃｍ）

体積一定容器	径一定容器
φ４．８２×２２	φ８．００×１８
φ５．３３×１８	φ８．００×１４
φ６．５２×１２	φ８．００×１０
φ８．００×　８	φ８．００×　８
φ９．２４×　６	φ８．００×　６

３．実験結果

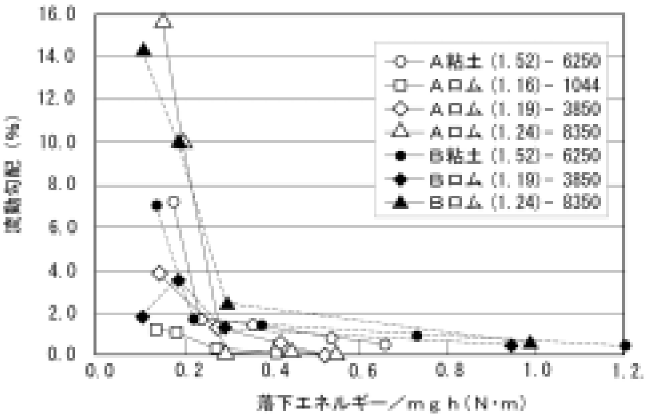
図－１に落下エネルギーと流動勾配の関係を示す。白抜きプロットは体積一定容器の試験結果、黒塗りプロットは直径一定の試験結果、凡例の右側の数値は粘性係数（Ｎ／ｍ^2・秒）が示されている。

プロットを結ぶ曲線群は、体積一定および直径一定の両者とも落下エネルギー（位置エネルギー）０．３を境に流動勾配２％未満に収束する傾向を示す。この傾向は粘性係数が高くなっても変わらない。したがってある程度の落下エネルギーを加えると流動化処理土の原料となる

キーワード　流動化処理土　流動性　粘性係数　フロー試験　流動勾配
連絡先：〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-5-1 東京建設会館 3 階 TEL03-5542-8870　流動化処理工法研究機構

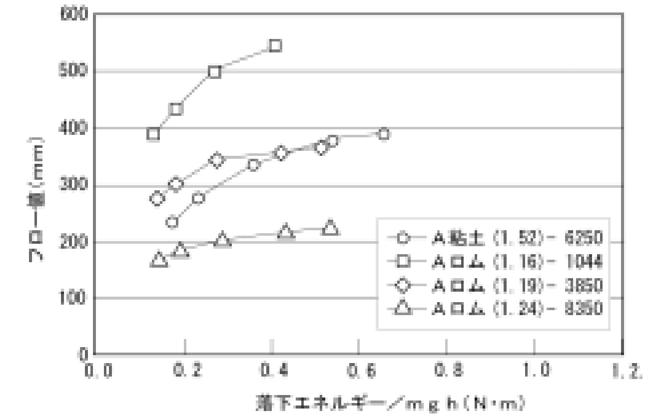
泥土は粘性係数に影響されずセルフレベリングを保つ傾向を示した。

ＪＨフロー試験はφ８×８ｃｍの容器を使う。このとき落下エネルギーｍｇｈは約０．２～０．３Ｎ・ｍの範囲にある。図をみるとこの範囲から流動勾配が２％未満となり泥水の表面が扁平に広がる状態を示している。扁平な広がり形状が安定して得られるとフロー値（直径）は流動性を評価する尺度として相関が明確になり、且つ他の容器より相対的に高さが小さい。これらの点を考慮してφ８×８㎝の規格が決められたことがうかがわれる。



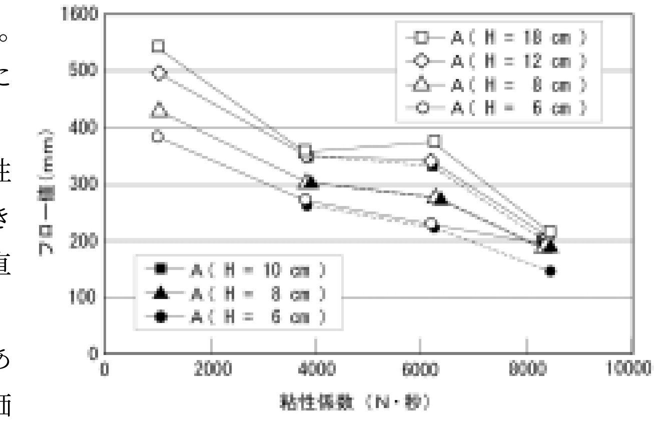
図－１　落下エネルギーと流動勾配の結果

体積一定条件で得られた落下エネルギーとフロー値の関係を図－２に示す。落下エネルギーが増加するとフロー値は増加した。粘性係数が大きくなるとフロー値は大きくなる傾向を示した。粘性係数が８３５０Ｎ／ｍ^2・秒の泥水は落下エネルギーが増加しても相対的にフロー値の変動は小さい傾向を示した。落下エネルギーを変えるとフロー値が変わるのでフロー値のみで現場で打設する流動化処理土の流動性や流動勾配を推定することは課題が残る結果となった。



図－２　落下エネルギーとフロー値の結果

最後に粘性係数に対するフロー値の結果を図－３に示す。白抜きプロットは体積一定容器の試験結果、黒塗りプロットは直径一定の試験結果、凡例には容器の高さが示されている。図に見るように粘性係数の増加とともにフロー値が直線的に低下する傾向が読み取れる。容器の高さ（落下エネルギー）とフロー値の直線には相対的な位置関係が認められる。粘性係数が大きくても落下エネルギーを加えるとフロー値は大きく流動性が増す傾向が確認される。この傾向は体積一定と直径一定の条件に影響されない。



図－３　粘性係数とフロー値の結果

実験の結果からフロー値と粘性係数には強い相関関係があり、ほぼ直線関係がうかがえる。フロー試験は流動性を評価することについて適用されてきたが、流動性を物理的に直接評価する粘性係数を推測する試験としても適用が可能と考えられ、フロー試験の意義が再認識される。容器の高さと試験結果を観察すると、容器の高さが１８ｃｍと１２ｃｍのプロットについては直線と見るのは難しいが、高さが１０ｃｍと８ｃｍと６ｃｍは比較的安定した直線を示していて、試験の規格として好ましい結果を示した。

４．おわりに

フロー値は実務的に充填性と流動勾配の品質を確認する仕様と考えられ使われてきたが、落下エネルギーを確保すると所要の性能が確保されることが、またフロー値は流動性を評価する経験的な尺度のほかに、物理的に粘性係数を測定することも可能性であることが認識された。

【参考文献】

１）久野悟郎ほか、「発生土の利用率を高めた流動化処理土の充填性に関する大型実物大実験の報告」第２９回土質工学研究発表会、平成６年６月

２）久野悟郎ほか、「流動化処理土の坑道埋戻し充填性に関する実物大実験」第３０回土質工学研究発表会、平成７年７月