

流動化処理土の現場配合調整パラメータ

流動化処理工法研究機構 正 久野悟郎（社）日建経中技研 正 岩淵常太郎
馬淵建設(株) 正○加藤修一 日東大都工業(株) 正 市原道三 徳倉建設(株) 正 三ツ井達也

1. はじめに

流動化処土の原料となる発生土や泥水はプラントへの搬入時にその性状にバラツキがでる。現行の配合設計法は、現場やストックヤードの残土を分類して配合試験を実施し複数の配合を設定する。しかし各配合に対する土性のバラツキが大きくなると処理土の品質が不安定になり、新たな配合設計が必要となる。そこで過去の配合設計資料を分析して配合の微調整を製造現場で行うべく、土性のバラツキに対応するための配合パラメータを調査した。

2. 配合調整パラメータの分析

流動化処理土は、セメント添加量、添加水分量、粘土含有量、シルト含有量等の変化により処理土の品質、この場合、一軸圧縮強さ、ブリージング率、フロー値が変化する。そこで処理土への要求品質の関係をこれらの配合パラメータと関連付け分析した。

分析方法を図-1 に示すブリージング率の関係を例にとり説明する。図に示す配合では1 m³中に含まれる細粒分含有量を見ると流動化処理土（A）が（B）より少ない状態にある。処理土1 m³中の水との比で整理すると（A）の○が10%でブリージング率2.5%程度となり、（B）の□が20%で2%程度となるように示される。全体にブリージング率と細粒分含有量と水の比の相関は良いように思われる。一方、図中の黒い印は細粒分含有量にセメントを加えた量を同様に水との比で示したものである。このとき（A）のセメント量は内割り重量2000Nで（B）の外割り1000Nのそれより多くなっている。合計で見ると1 m³に占める（A）と（B）の細粒土とセメント重量と水との比は同レベルとなる。ブリージング率の関係を見ると、（A）も（B）も同一の範囲に収束しているのが確認される。したがってブリージング率の配合パラメータは、粘土とシルトのほかにセメントも影響している、と判断される。このようにして一軸圧縮強さ、ブリージング率、フロー値、に対する配合パラメータを分析し相関をまとめた。

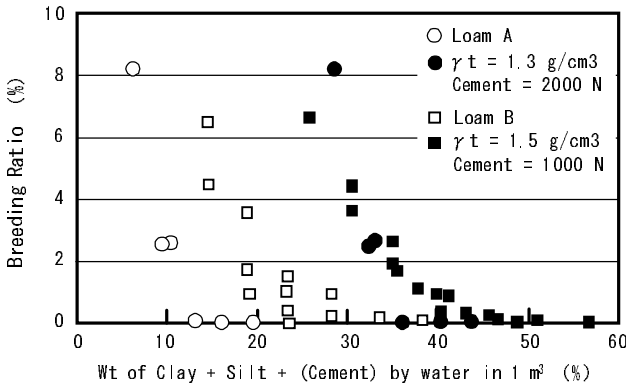


図-1 配合パラメータの検討

3. 配合設計とパラメータの関係

《一軸圧縮強さと水セメント比》

既存の配合試験データから、泥水と固化材を混練した処理土(湿潤密度 $\gamma_t = 1.5 \text{ g/cm}^3$ 以下)と、予め製造した泥水に発生土(砂質土)または山砂とセメントを加え混練した高密度流動化処理土の配合を抽出し一軸圧縮強さと配合パラメータの関係を検討した。このときブリージング率が1%を超えるデータは除いた。また配合データ毎に

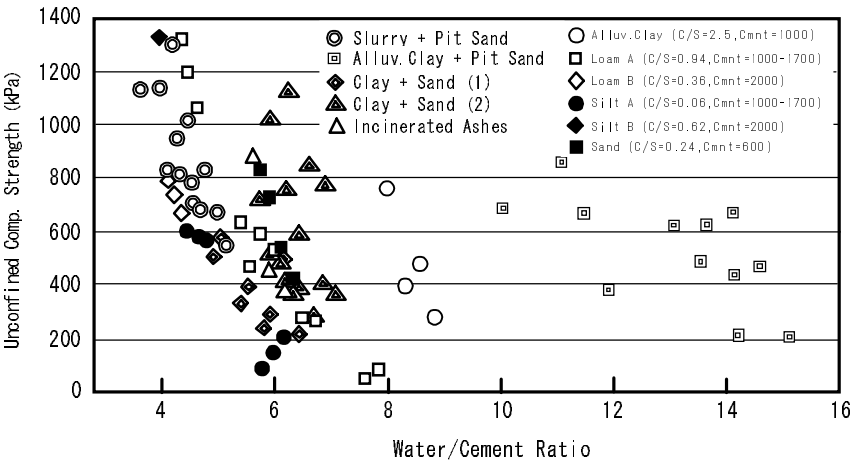


図-2 一軸圧縮強さと水セメント比

土の種類、湿潤密度、セメント添加量、泥水密度は異なっている。様々な配合パラメータを分析した結果、一軸圧縮強さは、水セメント比と最もよい相関を示すことが判明した（図-2）。なお図中、C/S は処理土中の粘土（Clay）とシルト（Silt）の配合重量比を、Cmnt は 1 m^3 当たりのセメント重量（N）を表す。

全体的に泥水と固化材を混練した処理土も砂質土を加えた高密度流動化処理土も、処理土の一軸圧縮強さは、水セメント比により直線に近い曲線で近似された。これは土の種類やセメント添加量にかかわらず一定の範囲に収まる傾向を提示した。ただし沖積粘土（○印）および粘土が混ざった高密度流動化処理土には違いが見られた。

《ブリージング率》

粘土及びシルトを多く含む処理土がブリージングすると一軸圧縮強さの低下を招く懸念がある。したがって現行設計基準ではブリージング率を1%未満として処理土の配合設計を行っている。前述のように過去の配合試験データを分析して様々なパラメータとブリージング率の相関を調査した結果、水に対する細粒土とセメントの重量比がブリージング率とよい相関を示す傾向が得られた（図-3）。この図から水／細粒土セメントの重量比が2.0程度ではブリージング率が0%であること、それ以降になるとブリージングが発生し2.5付近で1%程度となる結果となった。ただし図には高密度流動化処理土の相関が挿入されていない。砂質土を混入した処理土ではよい相関が得られなかった。

《流動性（フロー値）》

流動化処理土の流動性は、ブリージングと同様に水と細粒土及びセメント量と関連があると考えた。配合設計では流動性を示す指標としてJHフロー値を使う。この値と水／細粒土セメントの重量比の関係をまとめた結果を図-4に示す。図中にデータの凡例に粘土とシルトの構成比（C/S）とセメント重量（内割）（N）を示した。

全体としてフロー値と水細粒土セメント比は直線的な相関となった。粘土分の多い処理土とシルト分の多いもので特にフロー値の顕著な違いは見られない。またシルトの処理土やロームの処理土といった同じ土質からなる処理土が、特に群をなすような傾向も見られなかった。山砂を混入した処理土もフロー値との相関では同程度の範囲に収まった。

4. おわりに

一軸圧縮強さ、ブリージング率、フロー値と調整パラメータの関係をまとめた。その結果、一軸圧縮強さは水セメント比と、またブリージング率とフロー値は水細粒土セメント比と最もよい相関がえられた。この相関関係から、例えば処理土中の発生土とセメントの平均比重 G_s を2.6と仮定し、現場でセメントを添加する前の泥水の密度 γ を計測する。すると以下の簡単な計算式（ $V=1\text{ m}^3$ ）を使い 1 m^3 中の水分量が算出され、次ぎに水セメント比から必要セメント量を算出することができる。これにより必要強度を安定化するためのセメント量の調整が可能となる。

$$Ww = \{\gamma * V - Gs * \gamma w\} \div \{1 - Gs\} = \{Gs - \gamma\} \div \{Gs - 1\}$$

なおブリージング率は1%未満とすることが多いが、そのパラメータは2.5以下である。パラメータが3以上となりブリージングが2%を超える場合は砂分が70%以上となる可能性が高い。このような範囲では原料となる発生土は砂質土で改良せず転用できる、と考えられる。

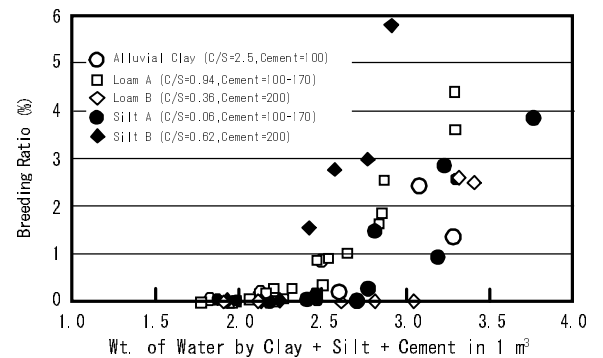


図-3 ブリージング率と配合パラメータ

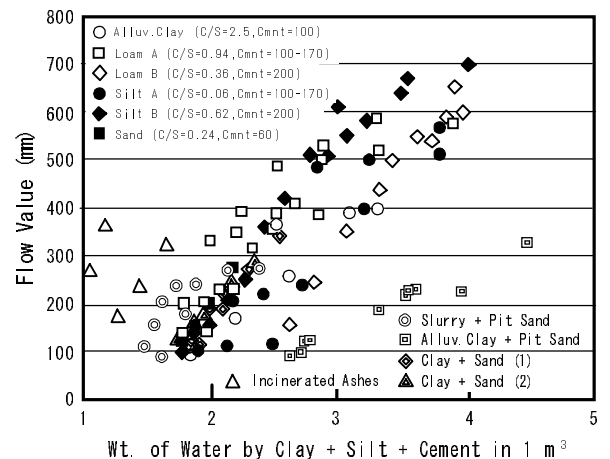


図-4 フロー値と配合パラメータ