

## フライアッシュと底質土を用いた流動化処理土の配合検討

九州産業大学 学生会員 中島 綱大  
九州産業大学 正会員 林 泰弘  
九州産業大学 正会員 松尾 雄治

### 1. はじめに

海底や河川の底質土は高含水比の泥状であり、締固めが可能な状態に改良する場合には手間と費用を要する。泥状を生かした有効利用方法として流動化処理への適用を考えた。しかし、底質土だけで十分な強度を得るためには固化材の量が過多となる懸念が残るため、強度の改善を期待してフライアッシュを混合することとした。フライアッシュは国内での発生量が年間で 800~900 トン<sup>1)</sup>となっている。フライアッシュは微細な球形をしており、コンクリート混和剤として使用するとワーカビリティの向上や単位水量の減少が期待できる<sup>2)</sup>ため、有効利用をすることで廃棄物処分の問題を軽減できるほか、コスト削減も期待できる。本研究では底質土を調整泥水としてフライアッシュを用い、流動化処理土の配合を検討した。

### 2. 対象とする底質土

底質土として蓮池粘土、新門司浚渫土、博多湾浚渫土の三種類を使用した(表 1)。蓮池粘土は一般的に粘土分が多く、自然含水比が液性限界を大きく上回る特徴<sup>3)</sup>があるが、今回佐賀県牛津川下流で採取したものはシルト分が多く、自然含水比と液性限界が近く、シルト(高液性限界)に分類された。新門司浚渫土は関門航路の浚渫土砂で新門司土砂処分場から採取したものである。蓮池粘土と比べると液性限界は低いが、粘土分が多く、砂まじり粘土(高液性限界)に分類された。博多湾浚渫土は博多港航路浚渫工事にて発生した浚渫土である。砂分、礫分が割合の 60%を占めており、粘土(低液性限界)質礫質砂に分類された。

表 1 対象土の物理特性表

	蓮池粘土(AH)	新門司浚渫土(MJ)	博多湾浚渫土(HK)
自然含水比(%)	158.2	102.2	42.6
土粒子の密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.570	2.778	2.655
液性限界(%)	151.5	90.0	49.9
塑性限界(%)	70.9	36.7	24.0
塑性指数(%)	80.7	53.3	25.9
礫分(%)	0	0	25.6
砂分(%)	0.6	13.9	38.9
シルト分(%)	94.1	35.1	27.7
粘土分(%)	5.3	51.0	7.7
強熱減量(%)	11.20	8.60	4.09
地盤材料の分類名	シルト(高液性限界)	砂まじり粘土(高液性限界)	粘土(低液性限界)質礫質砂

### 3. 流動化処理土の作製および工学特性の評価方法

流動化処理土は底質土を用いた調整泥水にフライアッシュと固化材を混合し作製した。底質土を用いた調整泥水にフライアッシュを添加した後、高炉セメント B 種を添加し、ホバート型ミキサーでムラがなくなるように 5 分間混ぜることで流動化処理土とした。

流動化処理土は旧道路公団規格「エアモルタル及びエアミルクの試験法(JHS A 313-1992)」のコンシステンシー試験法のシリンダー法を準用してフロー値を測定した。また土木学会基準「プレバックドコンクリートの注入モルタルのブリーディング率及び膨張率試験(JSCE-1986)」を準用して、3 時間および 20 時間経過後にブリーディング率を測定した。さらに一軸圧縮試験の供試体作製のため直径 50mm、高さ 100mm のプラスチック製モールドに充填したのち、恒温庫(20±3℃)で 1 週間養生を行った。養生後脱型し「土の一軸圧縮試験方法(JIS A 1216:2009)」に基づいて一軸圧縮強さを求めた。

### 4. 流動化処理土の工学特性

流動化処理土は用途によって基準が若干異なるが、本研究では明確な用途は定めず一般的な基準(表 2)を目標とした。

表 2 流動化処理土の一般的基準<sup>4)</sup>

	一般的な基準
一軸圧縮強さ	100kN/m <sup>2</sup> ~8.3MN/m <sup>2</sup>
ブリーディング率	3%未満
フロー値	140mm以上

図 1 にフロー値と泥水密度( $\rho_f$ )の関係を示す。蓮池粘

土をAH、新門司浚渫土をMJ、博多湾浚渫土をHK、フライアッシュをFと表記する。○○/Fと表記されたものは泥水とフライアッシュを質量比1対1で混合したことを示す。固化材量は外割で算出した。泥水密度が低いほどフロー値は大きくなった。フライアッシュを添加することでどの処理土もフロー値は小さくなっている。特に蓮池粘土単体では最低限のフロー値が得られにくく、AH/Fの泥水密度 $\rho_f=1.070\text{g/cm}^3$ でも最低限のフロー値が得られなかった。それに対してHK/Fでは泥水密度 $\rho_f=1.150\text{g/cm}^3$ でフロー値の基準を満たした。液性限界が高い土ほど最低限のフロー値が得られにくいため泥水密度を低くする必要がある。

図2にブリーディング率と泥水密度の関係を示す。泥水密度が低いほどブリーディング率が大きくなった。フライアッシュを添加したことで底質土単体のときよりもブリーディング率が大きくなった。フロー値とブリーディング率の関係をみると、フロー値が大きくなればブリーディング率も大きくなっている。フライアッシュ添加時に、必要なフロー値が得られていて、ブリーディングが抑制されている底質土は新門司浚渫土である。蓮池粘土はフロー値を得るために新門司浚渫土より水を必要とするがブリーディング率に影響している。

一軸圧縮強さと泥水密度の関係を図3に示す。いずれの処理土も一軸圧縮強さの基準を満たした。泥水密度が高ければ一軸圧縮強さが大きくなる傾向にあり、フライアッシュを添加することでより強度を得ることが出来た。

一軸圧縮強さとフロー値の関係(図4)で整理すると、同じフロー値に対して蓮池粘土は新門司浚渫土より一軸圧縮強さが小さい。また、いずれもフライアッシュを添加することで一軸圧縮強さが大きくなっている。底質土を用いた流動化処理土にフライアッシュを混合することで、フロー値が若干低下するが、同じフロー値で比較すると一軸圧縮強さが改善されているため経済的といえる。

5. まとめ

今回実施した配合では調整泥水に新門司浚渫土を用いた場合は蓮池粘土を用いた場合と比べて高い泥水密度で流動化処理土をつくることができ、フロー値やブリーディング率の調整もしやすく、一軸圧縮強さの基準も超える結果となったため調整泥水の材料として最良であると考えられる。蓮池粘土では基準を満たすものは作れるが泥水密度をかなり小さくしないと適切なフロー値が得られなかった。博多湾浚渫土でも基準を満たすものは作製でき、高い一軸圧縮強さを得られるが、ブリーディング率が高くなってしまふ懸念があるため配合調整が難しい底質土であるといえる。

参考文献 1) 石炭灰の発生量と生産工程: <http://www.tic-inc.co.jp/manmade/man01.html>, 2019. 12. 閲覧 2) 日本フライアッシュ協会: 石炭灰ハンドブック(第6版)、日本フライアッシュ協会、2015. 11. 3) 土質工学会九州支部: 九州・沖縄の特殊土、1983. 7. 4) 久野悟朗・流動化処理工法研究機構: 土の流動化処理工法第2版、技報堂出版、2007. 9.

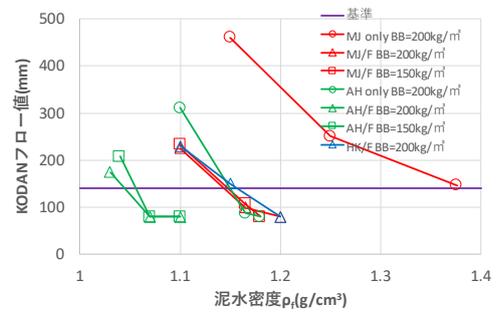


図1 フロー値と泥水密度

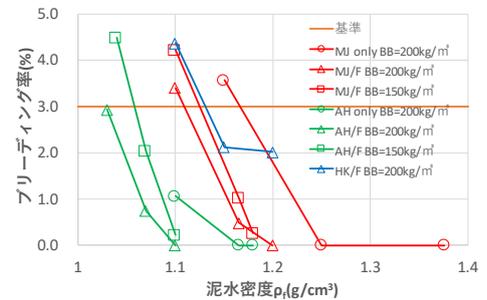


図2 ブリーディング率と泥水密度

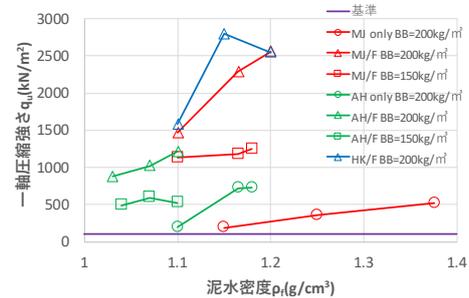


図3 一軸圧縮強さと泥水密度

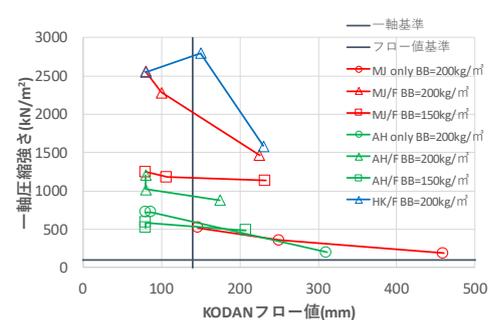


図4 一軸圧縮強さと KODAN フロー値