

固化処理土と硬化コンクリートの力学特性の比較

九州大学 正○笠間清伸 正 善功企 正 陳光斉

1. 背景と目的

これまで浚渫粘土や建設発生土などに固化材を混合して作成された固化処理土は、盛土材や人工島の埋立材など主に地盤材料として用いられてきた。今後は、資源循環型の社会の構築や各種の安定処理工法の発展などにより、固化処理土は使用目的や用途を広げつつ利用される機会が増大すると考えられる。そこで、高強度な固化処理土を作成することは、その使用用途を広げる意味で有効であると考えられる。本文では、高強度な固化処理土の作成を目指すうえで、硬化コンクリートの強度特性や用途などの比較をおこない、高強度を得る上で重要な因子を検討する。また、検討結果より固化処理土中の余分な水分を高圧脱水することで高強度な固化処理土の作成を達成しようとするものである。

2. 硬化コンクリートと固化処理土の強度特性の比較

表 1 固化処理土と硬化コンクリートの力学特性の比較

固化処理土と硬化コンクリートの力学特性および適用・用途について比較し、両者に発現する強度の違いを考察する。表 1 に、固化処理土と硬化コンクリートの力学特性の比較結果のまとめを示す。

固化処理土の有する強度は、硬化コンクリートに比べてほぼ十分の一である。これは、固化処理土と硬化コンクリートに含まれる固化材と水分の比（水セメント比）に大きな開きがあるのが原因であると考えられる。したがって、固化処理土の高強度化を考えるさいには、固化処理土中の固化材の水和反応に不必要な水分を減少させるのが妥当であると考えられる。

強度に与える因子に関しては、固化処理土では固化対象の土質が多岐にわたっているために影響を与える支配的な因子は明確ではない。一方、硬化コンクリートはその材料構成が明確に区分されており、各々が与える影響がはっきりしている、強度の考え方に一貫した考え方が存在している。

適用や用途に関しては、固化処理土は地盤の安定処理として用いられるこ

	硬化コンクリート	固化処理土
材料の構成	粗骨材,細骨材,セメントペースト 減水剤等の添加剤	母材（固化材を添加する前の材料。 砂質土,粘性土や産業廃棄物など多岐にわたる。） 固化材,分離防止剤
強度の範囲	20～100MPa	2～10MPa
セメントの添加量の指標	水セメント比 一般的には、0.2～0.8	kg/m ³ , 乾燥添加率 etc 50～200kg/m ³ , 10～20% 水セメント比で表すと 2 以上
強度の考え方	ポリシティー理論 セメント水比 水セメント比 セメント空隙比説	モールクーロンの破壊基準 砂質土の場合 c, ϕ 粘性土の場合 q_u
強度に与える要因	・ 水セメント比 ・ セメントの種類 ・ 骨材の強度 ・ 骨材表面粗さ 注) 骨材以上の強度になることはない。また、骨材の粒度は無関係	・ 対象土の性質（土の粒度組成,有機物含有量,PH,含水比など） ・ セメントの種類 ・ 混合条件 注) 強度に与える支配的な指標については、明確ではない。
強度発現に与える影響	・ 材令 ・ 養生温度	コンクリートと同じ
ワーカビリティの評価	・ スランプ試験により評価 ・ 骨材の粒度に影響	評価されることは少ないが、流動化処理土についてはフロー試験によって評価する。
作製法	・ プレパックドコンクリート ・ ポストパックドコンクリート ・ 吹き付けコンクリート ・ 遠心締固め,加圧締固め ・ 振動締固め	・ 機械攪拌 ・ 事前混合 ・ 管中混合 ・ 高圧噴射注入 ・ 加圧（低圧・高圧プレス）
さまざまな適用・用途例	・ 鉄筋コンクリート ・ プレストレスコンクリート ・ 繊維補強コンクリート ・ 軽量コンクリート ・ 透水性コンクリート ・ 水中コンクリート ・ 放射能遮蔽コンクリート ・ 低強度コンクリート	・ 各種地盤安定処理 ・ 直接基礎・ソイルセメント壁 ・ 浚渫土・産業廃棄物の再資源化 ・ 有害物質固定化 ・ 流動化処理土 ・ 軽量混合処理土

キーワード：粘土、セメント、固化処理土、硬化コンクリート、高圧脱水、高強度化

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 共同研究棟 2F 防災地盤工学研究室 Tel&Fax:092-642-4406

とが多く、最近になって軽量材の混合による軽量化や有害物質の固定化などが行われており、その適用域が模索されている。硬化コンクリートは、その高強度を生かして幅の広い適応がなされている。その中で、比較的強度なコンクリートを用いて再掘削が可能な充填材・埋め戻し材として利用されその適応範囲の拡大がなされている¹⁾。

今後、固化処理土の適用範囲の拡大を行うには、強度の支配的因子を明確にした上で、固化処理土の強度の上限値を把握し、発現する強度をコントロールしていくことが重要である。

3. 高圧脱水による高強度化

高強度な固化処理土を作成するために、固化材を混合した直後に機械的に荷重を行い、固化処理土中の余分な水分を脱水させ固化処理土の高強度化を試みた。用いた試料は、熊本港で浚渫された有明粘土である。作成手順は試料の乾燥重量に対して 10～30%の高炉スラグセメント B 種を混合し十分に攪拌する。攪拌した試料を締め固めモールドに充填し、一定の圧力で脱水が完全に終了するまで荷重をおこなった。ここで、荷重圧力として 5～20MPa を採用した。詳しい供試体作成法や実験条件は、参考文献 2) に詳しい。

図 1 は、一軸圧縮強度とセメント添加率との関係である。図 1 よりセメント添加率の増加にしたがって一軸圧縮強度も増加している。また、セメント添加率一定の下では、荷重圧の増加とともに一軸圧縮強度は増加しているが、その増加傾向に関しては一義的な関係は見られない。

図 2 は荷重圧と一軸圧縮強度の関係である。これをみると荷重圧の増加にしたがって一軸圧縮強度が増加している。ただし、荷重圧 10MPa より大きい荷重圧では一軸圧縮強度が頭打ちの様相を呈しており、高強度化の効果がほぼ同等である。今回作成した固化処理土の中では、セメント添加率 30% 荷重圧 10MPa において 24.75MPa もの一軸圧縮強度を有する高強度供試体を作製した。なお、セメント添加率 30% で荷重圧 10MPa、15MPa、20MPa の一軸圧縮強度は 20MPa を超える高強度を有している。このように、高圧脱水による固化処理土の高強度化は非常に有効であることがわかる。

図 3 は、乾燥密度と一軸圧縮強度の関係である。乾燥密度の増加とともに一軸圧縮強度も増加する。ただし、セメント添加率 20% と 30% においては、一軸圧縮強度はほぼ同じ分布を示しており、セメント処理および高圧脱水による高強度化の効果はほぼ等しい。

4. まとめ

本文では、固化処理土と硬化コンクリートの力学特性を比較し、その比較結果をもとに高強度を有する固化処理土の作成法を考察した。なお、本研究は、前田記念工学振興財団の援助を受けたものである。ここに記して感謝の意を示す。

【参考文献】1) 平田隆祥: 規格外フライアッシュを活用する低強度制御材料の米国における現状 — CLSM(Controlled Low-Strength Materials)—, コンクリート工学, Vol.36, No.6, pp.22-26, 1998. 2) 田畑陽丞, 善功 企, 陳光齊, 笠間清伸: 定圧荷重による浚渫粘土の高強度セメント処理化, 平成 12 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集第 1 分冊, pp.A-358-359, 2001.

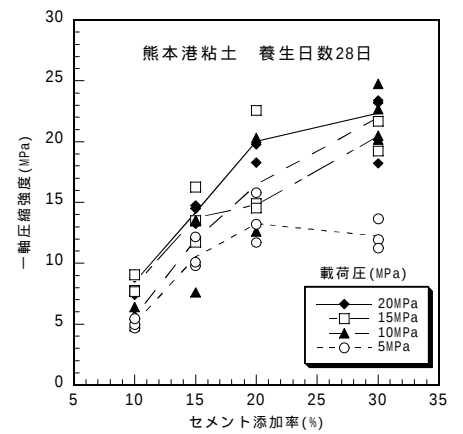


図 1 セメント添加率と一軸圧縮強度の関係

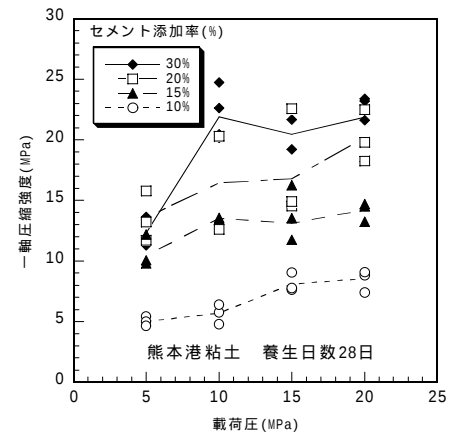


図 2 荷重圧と一軸圧縮強度の関係

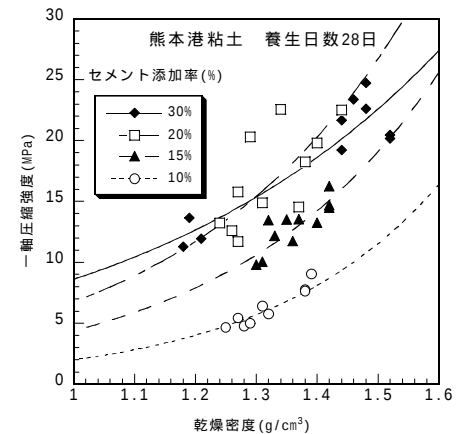


図 3 乾燥密度と一軸圧縮強度の関係