

養生初期におけるセメント安定処理土の改良効果の評価

九州大学大学院 学○渡辺 諭 九州大学大学院 フェロー 落合英俊
九州大学大学院 正 安福規之 九州大学大学院 正 大嶺 聖

1.はじめに

軟弱地盤の対策工の一つであるセメント安定処理工法は、生活基盤の多様化により、人工島や重要構造物の基礎の設計等をはじめ、近年では廃棄物の無害化を目的としたものまで幅広く用いられている。セメント安定処理土の特徴の一つとして経時的に強度が増加することが挙げられる。そのため、安定処理土の養生初期における強度の増加傾向から改良効果を判定し、その後の強度を推定することは品質管理の面でも重要である。本研究では、その基礎的研究として養生初期の段階から変形係数を経時的に測定できる小型の载荷試験装置を用いて、セメント安定処理土の変形係数を考察する。また、せん断強度との関係から、安定処理土の養生初期における改良効果について検討を行う。

2.実験内容

(1)実験方法 本研究で用いた試料および実験条件を表-1に示す。4種類の軟弱粘土試料について、それぞれセメント添加量の異なる供試体を作製する。セメントスラリー中の水を含む安定処理土の含水比が所定の含水比となるように各粘土試料の初期含水比を調整後、水セメント比1のセメントスラリーを添加し、安定処理供試体を作製する。供試体寸法は直径65mm、高さ90mmの円柱供試体である。供試体作製を作製した直後から、载荷試験装置によって、载荷応力および沈下量を経時的に測定し変形係数を算出する。载荷板は直径20mmの円盤であり、その上部に重錘を段階的に载荷し、载荷板の沈下量をレーザー変位計により測定する。また同様の条件における供試体を用いてベーンせん断試験を実施し、せん断強度と変形係数の相関関係について考察する。

表-1 試料および実験条件

試料	カオリン粘土	有明粘土	博多湾粘土	関門粘土
液性限界 w_L (%)	50.6	105.0	91.0	77.5
塑性指数 I_p	19.6	57.8	53.1	50.2
土粒子密度 ρ_s	2.70	2.54	2.75	2.64
初期含水比 w_0	100	210	180	160
固化材	普通ポルトランドセメント			
固化材添加量 $C(kg/m^3)$	50,100,150,200,300	20,40,60	60,80,100	100,200

65mm、高さ90mmの円柱供試体である。供試体作製を作製した直後から、载荷試験装置によって、载荷応力および沈下量を経時的に測定し変形係数を算出する。载荷板は直径20mmの円盤であり、その上部に重錘を段階的に载荷し、载荷板の沈下量をレーザー変位計により測定する。また同様の条件における供試体を用いてベーンせん断試験を実施し、せん断強度と変形係数の相関関係について考察する。

(2)载荷試験における変形係数 E の算出法 载荷試験装置を用いて、载荷応力と沈下量を測定し、双曲線近似より、応力と沈下量の関係を把握する。セメント安定処理土を微小変位領域において線形弾性体とみなし、载荷応力の増加割合より測定される最急勾配から地盤反力係数 K を求める。この地盤反力係数 K と、反無限弾性体に対するブーネスクの理論式より変形係数 E を算出した。なお養生初期には十分固まっておらず、飽和度100%の土と考えてポアソン比は0.5を用いた。

(3)载荷試験およびベーンせん断試験結果と考察

図-1に载荷試験装置より得られた安定処理土供試体の载荷応力と沈下量の関係を養生時間別に示した一例を示す。図中の滑らかな曲線の初期接線勾配を地盤反力係数 K とすると、地盤反力係数 K は、養生時間 T が経過するにつれて増加していくことがわかる。図-2に算出された変形係数 E と養生時間 T の関係を示す。 E は T が経過するにつれ直線的に増加する傾向

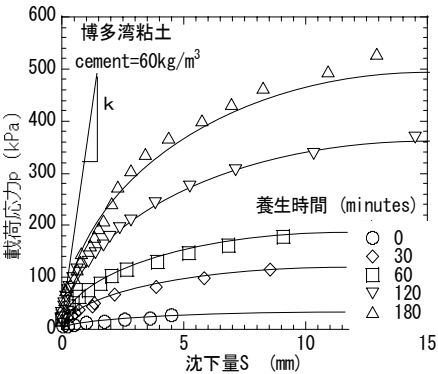


図-1 载荷応力と沈下量の関係

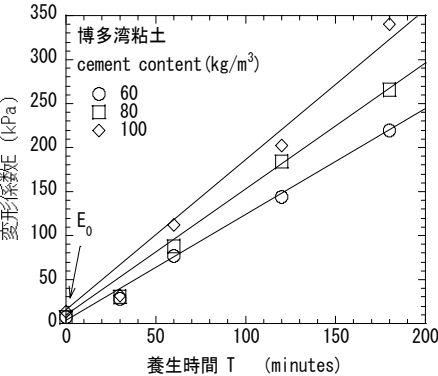


図-2 変形係数と養生時間の関係

キーワード:養生初期、セメント安定処理土、変形係数、セメント水比

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel:(092)642-3286 Fax:(092)642-3285

向が見られる。次に変形係数の増加量($E - E_0$)の増加傾向をセメント水比に着目して整理する。ここで E_0 は、養生時間 0 分における変形係数の値であり、初期含水比やセメント添加量等に依存する値である。図-3 に変形係数の増加量($E - E_0$)とセメント水比 C/W の関係の一例を示す。同図より ($E - E_0$) は C/W が増加するにつれて直線的に増加しており、 T を経るにつれて直線勾配は大きくなる傾向が見られる。また、いずれの時間においてもこれらはほぼ原点を通る直線として表わされる。この直線勾配を K_E と定義する。

次に、先に定義した K_E と養生時間 T の関係の一例を図-4 に示す。同図より、 T の増加に伴い K_E は増加していることがわかる。安定処理土のセメント水比 C/W に関わらず、養生初期における K_E の増加傾向は一本の直線で表わされ、 K_E はセメント水比の変化量に対する安定処理土の改良効果を示す指標となると考えられる。また、 K_E 直線の x 軸切片は、セメントによる固化が発現する時間であると考えられる。表-2 に、各試料の固化開始時間を示す。直線勾配 K_E はセメント量に依存しない、改良効果を表す一つのパラメータである¹⁾。

ベーンせん断試験によって得られたせん断強度 τ と養生時間 T の関係を図-5 に示す。この図より τ も E と同様に、養生時間が経過するにつれてほぼ直線的に増加する傾向がみられる。

図-2 と図-4 から得られた結果をもとに、せん断強度の増加量($\tau - \tau_0$)と変形係数の増加量($E - E_0$)の関係を図-6 に示す。同図より両者には各試料で定まる密接な関係があり、その関係はほぼ一定の比例関係であることがわかる。また、それぞれの増加量の関係をとることでこの直線は原点を通ることがわかる。この比例定数 α を用いることにより、変形係数と強度を関係付けることができる。各試料の α を表-3 に示す。以上より、載荷試験を行うことによって、安定処理土の養生初期における変形係数の増加傾向を測定し、さらにベーンせん断試験との関係から改良効果を評価することが可能である。今後は、 α と試料の物性値との関係を明らかにし、変形係数を指標として、養生初期の増加傾向から中・長期における安定処理土の強度を推定していきたい。

3.まとめ

- 1)変形係数とセメント水比の関係は一本の直線で表わされ、この直線勾配 K_E はセメント水比の変化量に対する安定処理土の改良効果を示す指標となり得る。
- 2)載荷試験装置より求められる変形係数とベーンせん断試験による強度の間には各試料で定まる密接な関係があり、両者の増加量はほぼ比例している。
- 3)セメント安定処理土の変形係数の経時変化を測定することによって、養生初期における安定処理土改良効果を評価できると考えられる。

【参考文献】1)属ら:セメント水比に着目したセメント安定処理土の変形特性の評価法、第 35 回地盤工学研究発表会(2000),pp.229-300

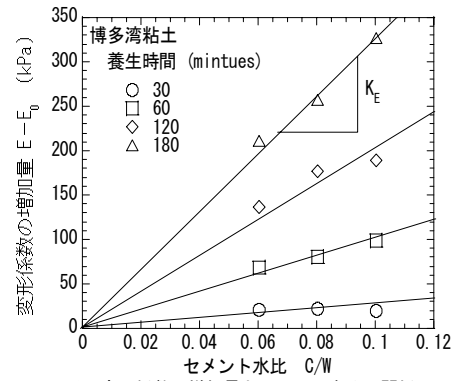


図-3 変形係数の増加量とセメント水比の関係

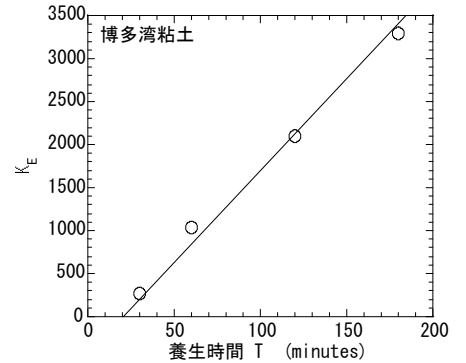


図-4 K_E と養生時間の関係

表-2 各試料の固化開始時間

試料	カオリン	有明	博多湾	関門
時間(minutes)	20	10	20	160

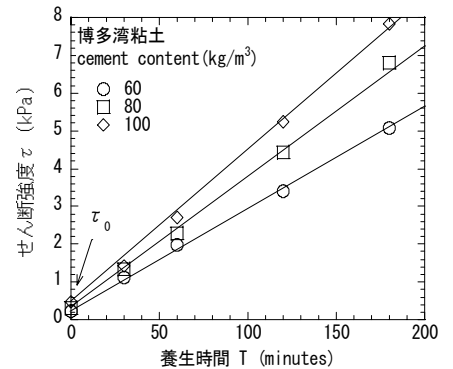


図-5 せん断強度と養生時間の関係

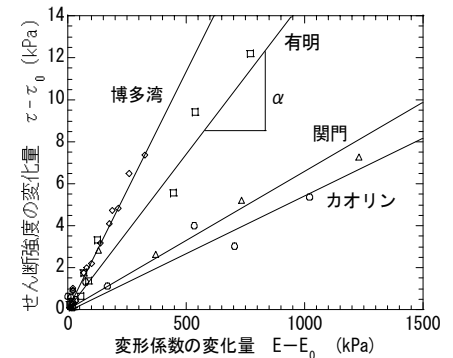


図-6 $\tau - \tau_0$ と $E - E_0$ の関係

表-3 各試料の比例定数

試料	カオリン	有明	博多湾	関門
$\alpha (\times 10^{-3})$	5.2	15.6	23.6	6.4