

養生初期におけるセメント安定処理土の改良効果の測定

九州大学工学部 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、また埋め立てによる臨海部の開発をはじめ、近年では産業廃棄物の無害化を目的とした改良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載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. 実験概要

2.1 実験条件 試料はカオリン粘土($w_L=50.6\%$ 、 $I_p=19.6\%$ 、 $\rho_s=2.70\text{Mg/m}^3$)を用いる。固化材としては普通ポルトランドセメントを用い、セメントスラリー中の水を含む安定処理土の含水比が100%となるようにカオリン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。供試体を作製した直後から、図-1に示す載荷試験装置によって、載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。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。

2.2 変形係数 E の算定法 載荷試験装置を用いて、載荷応力と貫入量を測定し、双曲線近似により応力と貫入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、載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。一様な弾性地盤内に生じる応力と変形については、反無限弾性体に対する Boussinesq (ブーシネスク) の理論解がよく用いられる。荷重が剛性円盤による場合、荷重面における沈下量 S は一様で、変形係数 E は次式のようになる。

$$E = \frac{\pi(1-\nu^2)K}{2} \quad (1)$$

ここで K : 地盤反力係数(MN/m^3) E : 地盤の変形係数(kPa)
 r : 載荷板の半径(mm) p : 載荷応力(kPa)
 ν : ポアソン比 s : 沈下量(mm)

(1)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. 実験結果と考察

3.1 変形係数について 図-2は載荷試験装置により得られた安定処理土供試体(セメント添加量 100kg/m^3)の載荷応力と貫入量の関係を養生時間別に示したものである。地盤反力係数は、養生時間が経過するにつれて増加していくことがわかる。変形係数 E は図-2の双曲線近似の初期接線勾配から地盤反力係数 K を求めて(1)式から算出した。図-3は変形係数の増分 ΔE とセメント水比

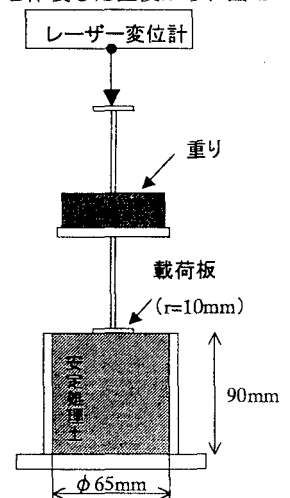


図-1 載荷試験装置図

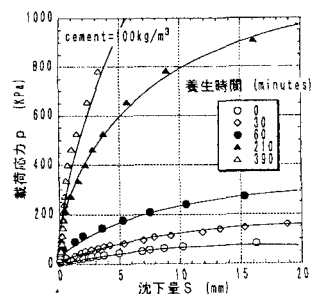


図-2 載荷応力と沈下量の関係

C/W の関係を示したものである。ここで ΔE は、各養生時間の変形係数から養生時間 0 分の変形係数を差し引いたものである。この図より ΔE はセメント水比が増加するにつれて直線的に増加しており、養生時間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。直線勾配を ΔK_E とすると、 ΔK_E は養生時間と変形係数の関係を示す重要なパラメータである¹⁾。

3-2 ペーンせん断強度について 図-4に、ペーンせん断強度の増分 $\Delta\tau$ とセメント水比 C/W の関係を示す。ペーンせん断強度の増分も変形係数の増分と同様に算出した。この図より $\Delta\tau$ も ΔE と同様の傾向が見られる。

3-3 ΔK_r 、 ΔK_E と養生時間の関係 次に ΔK_E 、 ΔK_r と養生時間の関係を図-5に示す。なお ΔK_r は図-4における直線勾配である。養生時間の増加に伴い ΔK_E 、 ΔK_r は増加していることが分かる。安定処理土のセメント水比に関わらず、養生初期における ΔE と $\Delta\tau$ の増加傾向はそれぞれ一本の直線で表わされる。また ΔK_E 、 ΔK_r 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。

3-4 ペーンせん断強度と変形係数の関係 ペーンせん断強度と変形係数の関係を図-6に示す。多少のばらつきが見られるものの、ペーンせん断強度と変形係数には比例関係があると考えられる。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、さらにペーンせん断強度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、変形係数や ΔK_r 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。

4.まとめ

- 1) 養生初期において、安定処理土の載荷応力及び沈下量を測定することができる載荷試験装置を開発し、変形係数の経時変化を測定した。
- 2) ペーンせん断強度、変形係数とセメント水比の関係はそれぞれ一本の直線で表わされ、この直線勾配 ΔK_r 、 ΔK_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。
- 3) 載荷試験装置より求められる変形係数とペーンせん断強度の間には密接な関係があり、両者はほぼ比例している。
- 4) 載荷試験およびペーンせん断試験を行うことによって、セメント安定処理土の養生初期における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

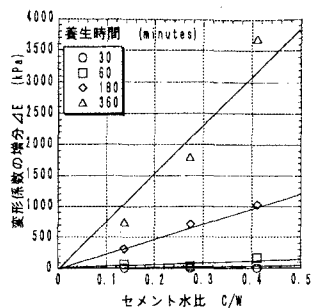


図-3 変形係数とセメント水比の関係

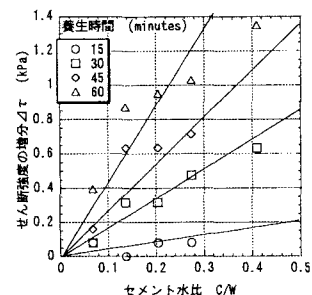


図-4 ペーンせん断強度とセメント水比の関係

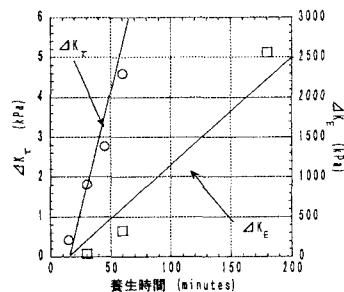


図-5 ΔK_r 、 ΔK_E と養生時間の関係

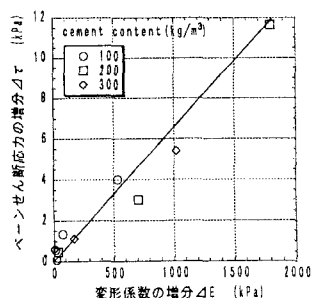


図-6 $\Delta\tau$ と ΔE の関係