

コーン貫入試験による中間土の圧密特性評価

中央大学大学院 学生会員 深井孝多朗
 中央大学 正会員 斎藤 邦夫
 中央大学 学生会員 野上 学

1.はじめに

通常、地盤の設計では、土を砂と粘土に区分して取り扱われている。しかしながら、実際の土は幅広い粒径の土粒子を含んでいるため、砂か粘土かにはっきり分類できないような土も多い。このような土は、砂と粘土の中間的な性質を有するため、中間土と呼ばれている。中間土の設計に関して問題となるのは、強度定数の決定法である。一般に中間土は、サンプリングに伴う乱れが大きく、その正確な性状把握は困難である。例えば、圧密係数 c_v と非排水せん断強度 s_u を過小に評価してしまう恐れがある。

本研究では、塑性指数の異なる中間土について、三成分コーン貫入試験(CPT)による消散試験と圧密試験を実施し、両者の c_v に及ぼす乱れの影響を検討する。

2.試料の性質

使用した試料は、汐留埋立地で採取し塑性指数が約 40 の粘土である。以下、この汐留粘土を S40 と略記する。もう一つの試料は、砕砂を混合し塑性指数を人工的に I_p 20 に調整した M20 である。各試料の物理特性を表-1 に示す。なお、砕砂を混合して土試料の塑性指数を調整する際、母材と砕砂の乾燥重量比 が塑性指数 I_p に対して直線関係¹⁾であることを利用した。図-1 は、今回得られた塑性指数 I_p と砕砂混合率 の関係である。これに基づいて母材に混入する砕砂量を決定した。S40 と M20 の圧密特性を把握するため、標準圧密試験を行った。その結果、両者の圧縮指数 C_c 、圧密係数 c_v 、体積圧縮係数 m_v は表-2 に示すようになった。

3.実験装置

コーン貫入試験装置の概要を図-2 に示す。同装置は円筒容器、圧密システム、貫入システムから成る。円筒容器は内径 200mm、深さ 350mm の鋼製容器であり、内面を研磨処理し、粘度の高いシリコングリースを塗布することにより摩擦軽減を図っている。試料の含水比をおよそ液性限界の二倍に調整し、容器に投入した。圧密は容器内の载荷ピストンにより行い、上下面から排水した。圧密終了を 3t 法により判定し、底盤中央の閉塞キャップを取り外し、直径 12mm のコーンを貫入させる。コーンは先端角 60° で貫入抵抗 q_t 、間隙水圧 u 、周面摩擦力 f_s の三成分が測定できる。コーン貫入に先立ちポーラスストーン部を予めエタノールに浸し、その後蒸留水で置換する方法で極力飽和させるように努めた。

表-1 試料の物理特性

	S40	M20	砕砂
$w_L(\%)$	66.4	43.3	
$w_P(\%)$	27.2	23.4	
I_p	39.2	19.9	
$s_g(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.698	2.655	2.650
砂分(%)	8.5	4	0
シルト分(%)	41.5	62.5	78
粘土分(%)	50	33.5	22

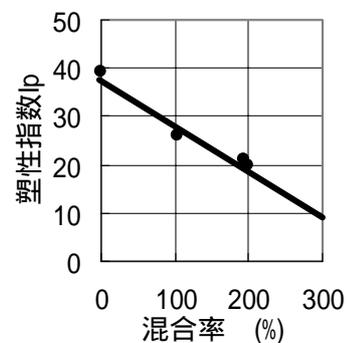


図-1 塑性指数と混合率 との関係

表-2 試料の圧密特性

	S40	M20
C_c	0.75	0.31
e_{100}	1.5	1.1
$c_v(\text{m}^2/\text{day})$	1.0×10^{-2}	4.0×10^{-2}
$m_v(\text{m}^2/\text{kN})$	3.0×10^{-3}	1.5×10^{-3}

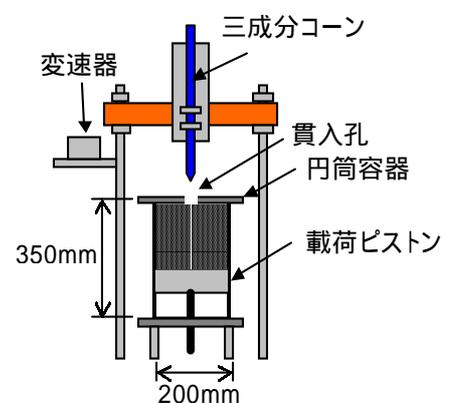


図-2 実験装置の概要図

キーワード：中間土、消散試験、圧密係数

連絡先：東京都文京区春日 1-13-27 中央大学地盤環境研究室 TEL 03-3817-1812

4.実験方法

模型土層を上下反転させ貫入装置に設置し、貫入試験を行う。貫入速度は 1.0cm/sec とし、貫入量は約 110mm とした。貫入終了後、貫入装置を停止させ間隙水圧消散試験を行う。消散試験終了後の模型地盤からブロックサンプルを取り出し、圧密試験の供試体を作成し、急速圧密試験を実施する。ここで急速圧密試験とは、1 段階当たりの載荷時間を 24 時間とする標準圧密試験とは異なり、 t 法において圧密度が 100%に達した時点で次の載荷段階に移行する圧密方法である。

5.実験結果と考察

中間土の圧密試験における課題のひとつが、圧密開始直後の沈下-時間関係である。相対的に圧密速度が速い中間土に t 法を適用した場合、初期直線部の判断によっては、 c_v の評価に影響する懸念もある。そこで、通常の測定時間間隔の従来法と、測定時間間隔が 1 秒の短縮法でそれぞれ整理して、 t_{90} を求めることにした。従来法による場合を図-3、短縮法によるものを図-4 に示す。両図より t_{90} を算出すると、前者については $t_{90}'=13.7$ 、後者では $t_{90}=7.84$ となった。 $d-t$ 関係の初期部に直線をフィッティングする際、個々人の視覚的な判断が大きく関連すると考えられるが、 I_p が異なる 2 種類の試料について表-3 に示す結果となった。同表より、沈下の測定間隔によっては、 t_{90} の値に相当な違いをもたらす結果となった。さらに、圧密係数 c_v に換算したところ、S40 では従来法で $3.75 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{day}$ 、短縮法で $3.63 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{day}$ であった。一方、M20 では従来法で $5.27 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{day}$ 、短縮法で $9.20 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{day}$ と算出される。塑性の大きな S40 は、測定間隔の短縮による t_{90} 、 c_v に違いはほとんど見られないが、M20 では、 t_{90} 、 c_v に 70%以上もの生じている

以上より、 I_p が小さく c_v が大きい中間土では、測定間隔の違いにより本来の c_v を過小評価してしまう恐れがあることが確認された。

装置の都合上、CPT 及び急速圧密試験の結果は掲載していないが、発表当日には CPT に基づく c_v の評価を行う。

[参考文献]：1)末政直晃：粘性土地盤におけるコーン貫入試験に関する基礎的研究，東京工業大学学位論文，1992．2)地盤工学会：土質試験の方法と解説，pp.348-388，2000．

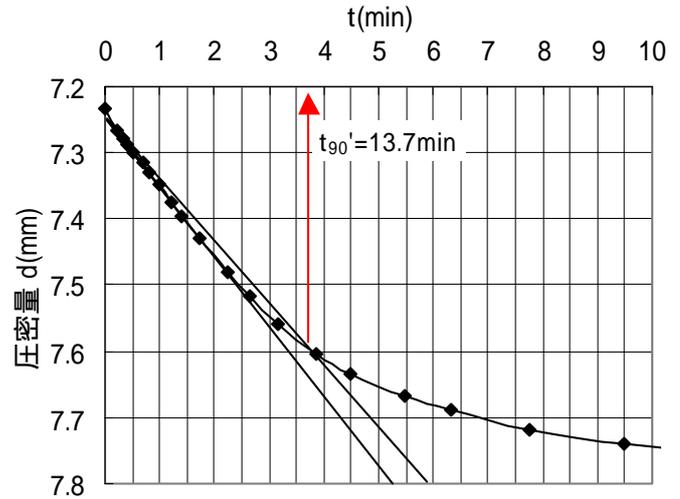


図-3 従来法による $d-t$ 関係(M20、 $p=20\text{kPa}$)

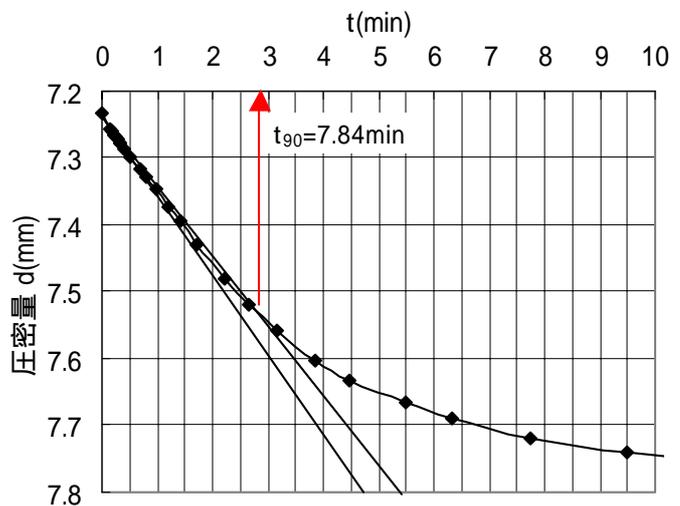


図-4 短縮法による $d-t$ 関係(M20、 $p=20\text{kPa}$)

表-3 従来法と短縮法の比較

		S40	M20
従来法	t_{90}' (min)	18.8	13.7
	c_v' (m^2/day)	3.75×10^{-3}	5.27×10^{-3}
短縮法	t_{90} (min)	18.2	7.84
	c_v (m^2/day)	3.63×10^{-3}	9.20×10^{-3}