

埋立地における圧密定数の提案事例

東邦地水株式会社 谷奥 幸雄

1. はじめに

浚渫土は埋立地の造成に用いられることが多いものの、近年では埋立地造成の需要は少なくなっており、浚渫埋立工事は減少傾向である。しかしながら、航路の維持、岸壁増深等に伴う浚渫土は常に発生しており、現在では建設費用の増大や環境保全の観点から、埋立処分場の新規確保が困難な状況であり、既存の処分場の延命化が望まれている。

今回の発表では、埋立処分場の受入容量拡大を目的とした設計業務に伴う地質調査において、物性値を用いた圧密定数の提案事例について紹介する。

2. 調査地の地形・地質

調査地は三重県北勢地域の臨海部に位置しており、平成3年頃に浚渫土の海面処分場として埋立事業が開始された場所である。

地質構成は、最上位が第四紀完新世に形成された沖積層、その下位には第四紀更新世の洪積層、さらに下位には第三紀鮮新世の東海層群が分布する状況である。

各層は表-1 のとおり地質的な特徴によって細区分される。このうち当該地の旧地形は海岸～遠浅の海底であり、砂層を主体とする最上位の富田浜層は薄く、粘土層を主体とした四日

表-1 地層区分表¹⁾

年代	地質学的区分	地盤地質区分
第四紀	完新世	富田浜層
		最上部層(Um)
		上部砂層(US)
		上部粘土層(UC)
	四日市港層	上部粘土基底砂層(UCs)
更新世	伊勢神戸層	下部砂礫層(LS)
		下部粘土層(LC)
	古伊勢湾層	最下部層(Lm)
第三紀	鮮新世	東海層群 (竜芸層群)
		大泉層 治泉層 桜村層 等

市港層が表層地形の一部を形成していたと考えられる。当該地は、このような海岸線および浅海底を浚渫土によってYP+7m付近まで埋立てた敷地である。

3. 調査計画

(1) 処分場の容量拡大方策

当該処分場の受け入れ容量拡大計画として、【嵩上げ築堤】、【浚渫土の圧密による減容化】の両面からの検討が行われており、今回の業務では【浚渫土の圧密による減容化】の検討に必要な地盤データを得ることが目的であった。

(2) 問題点

過年度調査による地層構成は図-1 および表-2 のとおりで、浚渫土による粘性土主体の埋土層(B層)の下位に第四紀完新世の富田浜層(Tmc層・Tms層)および四日市港層(Uc層・Ucs層)が分布している。

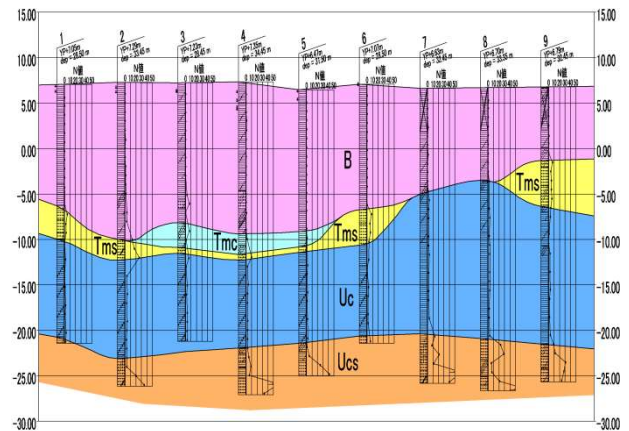


図-1 過年度成果による地層模式図

過年度調査により、B

表-2 地層凡例

層は圧密未了状態と判断されている。ここに浚渫土を受け入れて上載荷重を増加させれば、さらなる圧密が期待され、浚渫土受入時の埋立量を検討するに当たっては、B層の詳細な圧密特性をより迅速で経済的に把握することが望まれていた。

地質時代		地層名	
現世	新第四紀	埋土層(B)	
		富田浜層	粘性土層(Tmc)
		四日市港層	砂質土層(Tms)
		四日市港層	粘性土層(Uc)
新生代	第四紀	富田浜層	砂質土層(Ucs)
		四日市港層	

しかしながら、築堤・浚渫土砂埋立範囲は1200m×500m程度と広大な敷地であり、B層は層厚20m程度で全域に分布することから、圧密特性を把握するためのサンプリング、圧密試験には調査期間が長くなることや費用の増大が問題とされた。

(3) 調査方法の選定

過年度調査では地層構成を把握できる程度のデータが得られていた。今回はこれを補完し、「物性値と圧密特性の相関に着目した圧密定数の提案」を経済的にを行うことを目的とし、以下の調査内容とした。

- ・圧密層(B層、Uc層)、排水層(Tms層、Ucs層)の詳細位置を把握するため、9箇所のオールコアボーリング
- ・過年度調査でデータが少ない浚渫土(B層)のサンプリングと室内土質試験(物理試験、圧密試験)

4. 調査結果

(1) ボーリング結果

ボーリング調査では、埋土層(B)下位に第四紀完新世の四日市港層の粘性土層(Uc)が確認され、さらに下位に砂質土層(Ucs)が確認された。なお、過年度調査ではB層下位に富田浜層の粘性土層(Tmc)、砂質土層(Tms)が確認されているものの、今回は確認されていない。

図-2 に今回調査分の地層構成をまとめた。

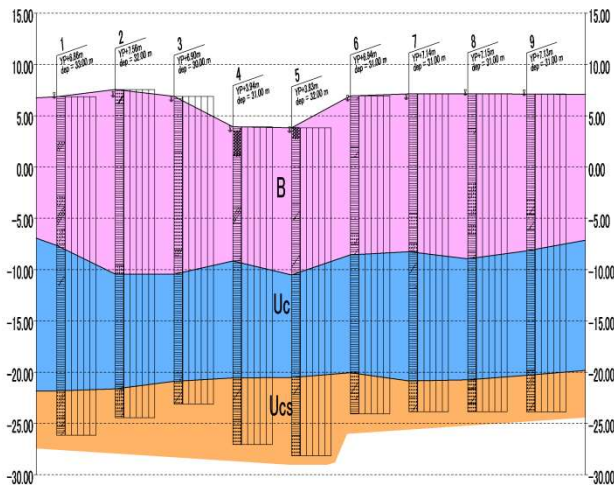


図-2 今回調査による地層模式図

(2) 室内土質試験結果

表-3 に圧密試験結果を示す。過圧密比は、OCR=0.37～0.96 となり、全ての試料において「圧密未了」の状態と判断された。一方、過年度調査では OCR=0.27～0.80 であり、全体的に今回の OCR が大きく、圧密が進行していると判断された。

表-3 圧密試験結果一覧

調査地点	採取深度 GL-m (YP m)	圧密降伏応力 P_c (kN/m^2)	有効上載圧 P_σ (kN/m^2)	過圧密比 OCR (P_c / P_σ)	圧縮指数 C_c
2	4.00～4.90 (+3.56～+2.66)	24.91	67.81	0.37	1.040
	8.00～8.80 (-0.44～-1.24)	51.94	107.66	0.48	0.475
3	4.00～4.90 (+2.90～+2.00)	64.21	67.20	0.96	0.754
	16.00～16.90 (-9.10～-10.00)	147.19	170.99	0.86	0.472
7	4.00～4.95 (+3.14～+2.19)	51.31	69.77	0.74	0.674
	8.00～8.95 (-0.86～-1.81)	77.33	109.82	0.70	0.508
9	4.00～4.89 (+3.13～+2.24)	46.25	65.8749	0.70	0.970
	8.00～8.00 (-0.87～-1.75)	91.29	104.592	0.87	0.581
過年度1	12.00～12.90 (-4.95～-5.85)	41.10	151.35	0.27	0.731
過年度3	11.00～11.85 (-3.77～-4.62)	116.30	144.77	0.80	0.508
	14.50～15.35 (-7.27～-8.12)	130.40	172.77	0.75	0.459
過年度4	11.00～11.90 (-3.65～-4.55)	84.90	146.05	0.58	0.671
	15.00～15.90 (-7.65～-8.55)	108.30	178.05	0.61	0.312
過年度5	14.00～14.90 (-7.53～-8.43)	78.70	162.13	0.49	0.722
過年度6	12.00～12.85 (-4.93～-5.78)	79.50	151.33	0.53	0.580

5. 圧密定数の推定

「自然含水比 (W_n) - 圧密降伏応力 (P_c)」および「液性限界 (W_L) - 圧縮指数 (C_c)」の関係を図-3 に示す。

各関係より、以下の相関式が得られる。

$$P_c = 67000 W_n^{-1.7} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \text{----- (式 1)} \quad R = 0.85$$

$$C_c = 0.014 W_L - 0.31 \quad \text{----- (式 2)} \quad R = 0.91$$

式(1)、式(2)ともに相関が高く、自然含水比 W_n 、液性限界 W_L から圧密降伏応力 P_c および圧縮指数 C_c が精度良く算出できる結果が得られた。

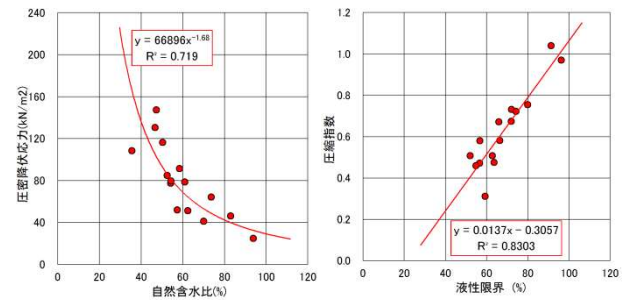


図-3 自然含水比(W_n)-圧密降伏応力(P_c)の関係および液性限界(W_L)-圧縮指数(C_c)の関係

6. まとめ

B 層にて物理試験と圧密試験を実施した結果、物理的性状-圧密定数の良い相関関係が得られ、この関係式を用いれば、物理的性状から圧密状態の判断や圧密沈下量が精度良く求められると考えられる。

このような相関関係が得られたことで、敷地内の詳細な地盤モデルを低コストで作成することができ、合理的な浚渫土砂埋立計画の作成等、高品質な設計におけるコスト削減に寄与できたと考える。

また施工管理においても、物理試験結果より圧密状態を把握できることから、事後調査を実施する際のコスト削減も図れるのではないかと考える。

なお一般的に、土の圧密特性は堆積環境等の違いによる地域性があり、各機関や地域ごとに物性値との相関が謳われている。この関係式の一例を以下に示す。

$$C_c = 0.009 (W_L - 10) \quad : \text{港湾}^{2)}$$

$$C_c = 0.015 (W_L - 19) \quad : \text{港湾}^{2)}$$

$$C_c = 0.010 (W_L - 12) \quad : \text{大阪沖積粘土}^{3)}$$

$$C_c = 0.013 W_L \quad : \text{有明粘土}^{3)}$$

以上のように、様々な関係式が提案されているものの、当該地の相関式とも異なることから、物性値と圧密特性の関係を求める場合には、地域による区分を行うことが重要であると考えられる。

また伊勢湾岸には他にも浚渫土による埋立地があり、これらについてもデータを収集し、各地域における物性値と圧密定数の相関を求めることにより、様々な地域・条件下におけるコスト削減に寄与することが可能になると考える。

《引用・参考文献》

- 建設省計画局・愛知県・三重県編：伊勢湾北部臨海地域の地盤(都市地盤調査報告書第1巻)、p. 1、1962. 8.
- 港湾の施設の技術上の基準・同解説検討委員会編：港湾の施設の技術上の基準・同解説(上・下)、p. 312、2007. 9.
- 地盤工学会編：軟弱地盤の調査・設計・施工法、p. 94、1966. 3.