

(III-39) 海成粘土のせん断強度の統計的性質

(株)日本港湾コンサルタント 正会員 辻 清

(株)日本港湾コンサルタント 正会員 星野 正美

(株)日本港湾コンサルタント 正会員 飯田 典生

1. はじめに

臨海部の軟弱地盤の安定検討に用いるせん断強度は、従来から、日本では一軸圧縮試験、欧米では、現場ベーン試験やコーン貫入試験により評価されてきた。本研究では、一面せん断試験とコーン貫入試験を用いて、広大なサイトのせん断強度を低コストで評価する方法の開発の一環として、軟弱な海成粘土のせん断強度を原位置試験と室内試験より求め、それらの相関関係を調べた。原位置試験として現場ベーン試験(FVT)とコーン貫入試験(CPT)を、室内試験として一軸圧縮試験(UCT)と定体積一面せん断試験(DST)を行った。試験結果を用いて、DSTより得られた非排水せん断強度と他の試験より得られた強度の比の平均値と変動係数を算出した。DSTでは、供試体を再圧縮法により一次圧密終了まで圧密した後($\sqrt{t}$ 法にて確認)、せん断速度0.25mm/minでせん断した。強度の比較は、原位置試験の深度と不攪乱試料の採取深度がほぼ一致するもの同士で行った。

2. 各種試験によるせん断強度の関係

(1) DSTとUCTの関係

各粘土について得られた $\tau_f(UCT)/\tau_f(d)$ の平均値と変動係数を表-1に示す。ここに、 $\tau_f(UCT)=q_u/2$ 、 q_u =一軸圧縮強度、 $\tau_f(d)$ =一面せん断強度である。 $\tau_f(UCT)/\tau_f(d)$ の平均値は0.6~1.0を示す。各粘土に対する強度比の変動係数の平均値は25.9%(範囲10~41%)を示し、バラツキがやや大きい。有明、桑名、Bothkennar粘土のように変動係数が10%台の粘土と霞ヶ浦、八郎潟、Champlain、Drammen粘土のように変動係数が30~40%台の粘土がある。変動係数が大きくなった一つの原因として、不攪乱試料のサンプリングや試料の運搬、供試体作製時における試料の乱れによって、その影響をより受けやすい q_u が過小評価されたことが考えられる¹⁾。

(2) DSTとFVTの関係

各粘土について得られた $\tau_f(FVT)/\tau_f(d)$ の平均値と変動係数を表-2に示す。ここに、 $\tau_f(FVT)$ =現場ベーン試験より得られたせん断強度である。 $\tau_f(FVT)/\tau_f(d)$ の平均値は0.9前後を示す。各粘土に対する変動係数の平均値は15.4%(範囲5~32%)を示し、バラツキが小さいといえる。ただし、笠岡、霞ヶ浦、Semakau、Drammen粘土のように変動係数が20%~30%台の粘土もある。ベーン強度の主成分はベーン側面のせん断抵抗であるため、貝殻片や有機物質があると強度が過大に評価されることがある¹⁾。

(3) DSTとCPT

各粘土について得られた $(q_T - \sigma_{vo})/\tau_f(d)$ の平均値と変動係数を表-3に示す。ここに、 q_T =コーン先端抵抗、 σ_{vo} =土被り圧である。 $(q_T - \sigma_{vo})/\tau_f(d)$ の平均値は10~13が殆どである。各粘土に対する変動係数の平均値は14.0%(範囲6~23%)を示し、バラツキが小さいといえる。CPTは原位置で簡便に実施できコストも安い。また、DSTは不攪乱試料のサンプリングや試験技術の熟練度の影響が比較的小さい試験法であるので、両試験を適当に組み合わせてせん断強度を決めるようにすれば、広大なサイトにおけるせん断強度の評価を低コストで行うことが期待できる。

キーワード：海成粘土、せん断強度、統計的性質、原位置試験、室内試験、一面せん断試験

連絡先：〒150-0022 東京都渋谷区恵比寿南1-15-1 TEL 03-3792-1047 FAX 03-3792-1099

表-1 $\tau_f(\text{UCT})/\tau_f(d)$

粘土	データ数	平均値	変動係数
有明A	40	0.668	0.230
有明B	18	0.864	0.170
柳井	14	0.724	0.301
笠岡	10	0.824	0.248
桑名	13	0.954	0.102
霞ヶ浦	7	0.824	0.411
八郎潟	28	0.653	0.339
Bothkennar	9	0.964	0.105
Champlain	10	0.588	0.343
Drammen	27	0.649	0.339
全体	176	0.765	0.259

表-3 $(q_T - \sigma_{vo})/\tau_f(d)$

粘土	データ数	平均値	変動係数
有明A	40	10.30	0.127
有明B	19	10.70	0.165
柳井	12	9.84	0.079
出雲	20	10.70	0.065
笠岡	10	13.40	0.229
玉野	11	9.93	0.139
岡山	13	7.58	0.214
桑名A	20	11.85	0.153
桑名B	19	10.74	0.106
厚木A	25	13.06	0.137
厚木B	24	12.64	0.140
東扇島	6	11.01	0.198
霞ヶ浦	7	17.27	0.118
八郎潟	22	8.28	0.162
Surabaya8	19	11.27	0.149
Surabaya13	11	12.31	0.117
Surabaya23	18	10.37	0.155
Semakau	55	9.61	0.186
Bothkennar	10	12.70	0.061
Champlain	10	15.30	0.104
Drammen	27	15.73	0.135
全体	398	11.65	0.140

表-2 $\tau_f(\text{FVT})/\tau_f(d)$

粘土	データ数	平均値	変動係数
有明A	40	0.843	0.085
有明B	18	0.896	0.144
笠岡	10	0.866	0.232
桑名	13	1.065	0.134
霞ヶ浦	7	1.185	0.282
Surabaya8	22	0.783	0.124
Surabaya13	11	0.824	0.054
Surabaya23	18	0.841	0.111
Semakau	71	0.857	0.204
Bothkennar	10	0.850	0.061
Champlain	10	1.113	0.098
Drammen	27	0.600	0.323
全体	176	0.894	0.154

3. 結論

(1) DSTから得られたせん断強度とUCT, FVTから得られたせん断強度およびCPTから得られたせん断強度パラメータを比較すると, DSTとFVTおよびDSTとCPTによる強度の相関性は非常に高い(変動係数14~15%)。

(2) DSTとCPTの組合せにより, 広大なサイトにおける設計用せん断強度が低コストで決定できることが期待できる。

参考文献

- 1) 辻清, 半沢秀郎: 一面せん断試験から得られた海成粘土の変形および強度特性, 土木学会論文集, No.596/III-43, pp.81-90, 1998.6