

室内におけるコーン指数に代わる簡便な試験方法の検討

(社)セメント協会 ○清田正人 根本佳則 鈴木章市
 本田欽也 金城徳一 吉本 徹

1. はじめに

近年、セメント系固化材を使用した地盤改良工事が増加し、様々な対象土や地盤改良工法、建設発生土の有効利用、汚染土壌対策への利用など適用範囲が広がっている。建設発生土を有効利用する場合や建設機械の走行性を評価する場合には、コーン指数 q_c で判定されており、この試験を実施する事例が増えている。ところが、室内試験におけるコーン指数試験は、一軸圧縮試験に比べて試料土を多く必要とし、試験装置や方法が煩雑となる。そこで、コーン指数試験に代わる方法として、一般に固化処理土の試験に実施されている一軸圧縮試験やその他の簡便な試験方法の適用性を比較検討した。なお、コーン指数 q_c と一軸圧縮強さ q_u の関係式としては $q_c = 5 \times q_u$ などが提案されているが、これは現状土に対するもの¹⁾であり、固化処理土での比較^{2,3)}ではないことから、これらの確認も含めて実施した。以下にその結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 強度試験の内容

コーン指数試験に代わる簡便な試験方法としては、コンクリートの凝結試験で実施されているプロクター貫入試験および土木学会の針貫入試験を採用した。コーン指数試験はJIS A1228、プロクター貫入試験はJIS A 1147、針貫入試験は「軟岩の調査・試験の指針(案)」⁴⁾、一軸圧縮試験はJIS A 1216に準拠して実施した。強度試験の材齢は1～24時間の間で、状況に応じて各試験が同時刻となるように実施した。各試験の状況を写真1～3に示す。



写真1 コーン指数試験状況

(2) 供試体の作製

固化材は一般軟弱土用セメント系固化材を使用した。試料土は、地盤改良の対象となる代表的な表1に示す4種類を使用した。砂質土の低強度の測定には、加水して含水比を調整した。

水固化材比0% (粉体添加) で、固化材添加量を各試料土に対して2～3水準とし、5分間混合して固化処理土を作製した。供試体の作製は、JGS 0821 (タッピング法)、砂質土の一部ではJGS 0811およびJCAS L-01 (ランマー突固め法) に準拠し、供試体寸法は、コーン指数試験はφ10cm×12.75cm、その他の試験はφ5cm×10cmとした。



写真2 (左) プロクター貫入試験
 写真3 (右) 針貫入試験状況

(3) 結果の整理

コーン指数 q_c 、一軸圧縮強さ q_u 、プロクター貫入抵抗 p_r および土木学会針貫入勾配 NP の試験結果は、 $q_c = \alpha \times q_u$ 、 $q_c = \beta \times p_r$ 、 $q_u = \gamma \times p_r$ 、 $q_c = \delta \times NP$ 、 $q_u = \varepsilon \times NP$ 、の関係式で表した($\alpha \sim \varepsilon$: 係数)。 q_c は実用範囲の2000kN/m²以下で整理した。

表1 試料土の性状

試料土	採取場所	湿潤密度 (g/m ³)	含水比 (%)	粒度 (%)		
				礫分	砂分	細粒分
砂質土	埼玉県	1.962	24.8	7	47	46
粘性土	茨城県	1.536	67.9	0	21	79
ローム	神奈川県	1.449	95.9	1	24	75
浚渫土	静岡県	1.224	221.8	1	22	77

3. 実験結果および考察

試験結果を図1～6に示す。

キーワード: コーン指数, 針貫入試験, コンクリートの凝結試験, 一軸圧縮強さ

連絡先: 東京都北区豊島4-17-33 TEL (03) 3914-2695 FAX (03) 3914-2690

3.1 quとqcの関係

quとqcには、土質の違いによる若干のばらつきがあるものの、相関係数の高い関係があることが判明した。qc < 2000kN/m²の範囲とした場合(タッピング成型), quとqcの関係を表すαの範囲は8.4~11.3となり、概ね1つの式(平均α=9.9)で表示できる(図1)。一方、ランマーによる締固めを必要とする砂質土では、タッピング成型に比べてαは大きな値になることが判明した(図2)。これらは試験方法の特性の違いが原因と考えられる。すなわち、コーンを貫入する試験では、砂質土が持つ土粒子間の摩擦力がコーンに対して抵抗力として働き、抵抗値が比較的大きくなる。一方、一軸圧縮試験はせん断強度を求める試験であり、応力載荷時に型枠の拘束圧がないため、粘着力の小さい砂質土ではqcに対してquは相対的に低くなる。

また、加水して含水比を調整した場合、他の土と同様に間隙部が多くなり、土粒子間の摩擦力が低減したものと考えられる。低強度(qc < 2000kN/m²)の砂質土では、概ね他の土質と同様のαが適用できる。

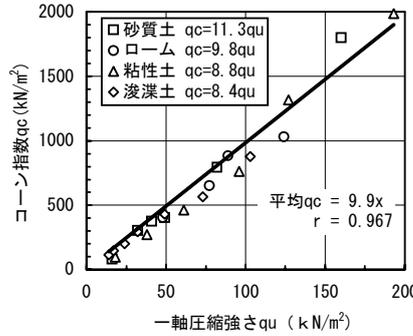


図1 quとqcの関係 (qc < 2000kN/m²)

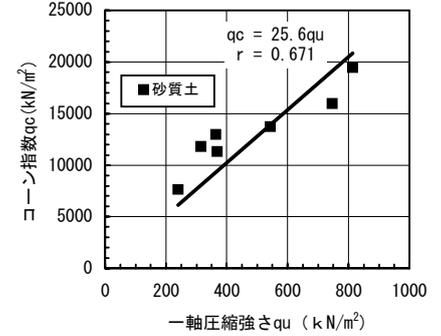


図2 quとqcの関係 (砂質土, ランマー成型)

3.2 prとqcおよびprとquの関係

prとqcの関係は、土質の種類に係わらず相関係数の高い関係があり、1つの関係式β=0.73で表示できる(図3)。これは、プロクター貫入試験がコーン指数試験と類似し、貫入抵抗を測定するためと考えられる。prとquの関係もランマー成型の砂質土を除けば、1つの関係式γ=0.071で表すことができる(図4)。

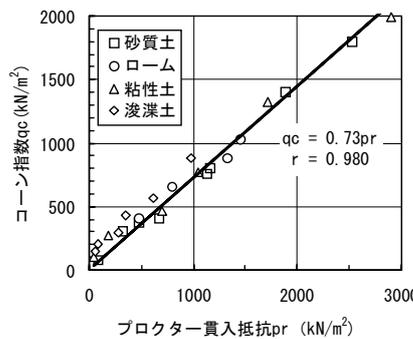


図3 prとqcの関係 qc < 2000kN/m²

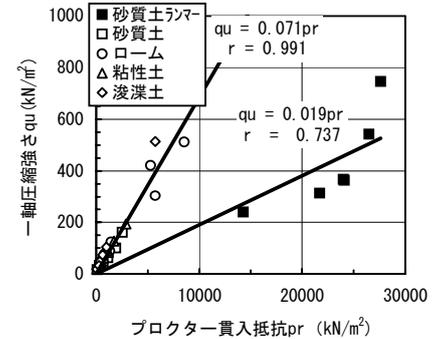


図4 pr-quの関係 (qu < 1000kN/m²)

3.3 NPとqcおよびNPとquの関係

針貫入試験では、強度レベルの低い範囲(qc < 500kN/m²)で測定不能(NP=0)となるため、NPはqcの推定には適さないと判断される。一方、NPとquの関係は土質の違いにより変動が大きいものの、様々な関係式⁴⁾が示されていることから、高強度域のquの推定には適用できると考えられる。今後、さらにデータを蓄積して関係式の精度を高める予定である。

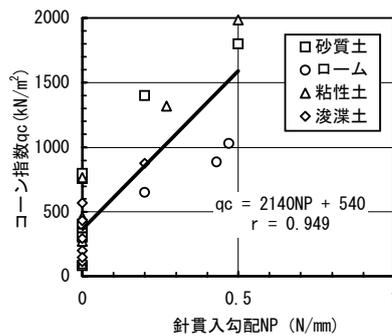


図5 NPとqcの関係 (qc < 2000kN/m²)

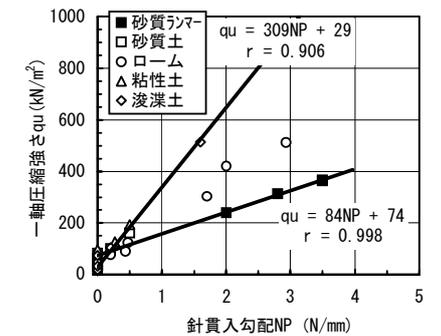


図6 NPとquの関係

4. まとめ

コーン指数試験に代わる方法として、一軸圧縮試験やその他の簡便な試験方法の適用性を比較検討した。その結果、quとqcには相関係数の高い関係があることが確認され、qc < 2000kN/m²の範囲ではquからqcを精度良く推定できるものと考えられる。プロクター貫入試験は簡便かつ幅広い強度レベルで適用できる試験であり、prからqcやquを推定できる。針貫入試験はqcの推定には不適であるが、高強度域のquの推定には活用できるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) (社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説, pp293-294 (2004.6)
- 2) (財)先端建設技術センター：建設汚泥リサイクル指針, p159, (1999.11)
- 3) 清田他：固化処理土の初期硬化特性と簡便な評価方法の提案, 第41回地盤工学研究発表会, (2006.7)
- 4) (社)土木学会：軟岩の調査・試験の指針(案), pp.56-59, (1991.11)