

高圧噴射攪拌工法に対する大型コアの採取と強度試験結果について

ケミカルグラウト(株) 正会員 井口 雄介

1.はじめに

昨今、高圧噴射攪拌工法では液状化対策や耐震補強等のような本設利用の適用例が増えてきており、その要求品質は高まってきている。通常、高圧噴射攪拌工法の強度・剛性は、改良体からコア採取径φ86mmやφ116mmでコア採取を行い、そのコアに対して一軸圧縮試験を実施して評価する。しかし、高圧噴射攪拌工法の改良径はコア採取径に対して大口径である為、改良体全体に対して、設計で要求される性能を満足しているか評価する為には、統計・確率的な考え方を導入する必要がある。

「改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」(財)日本建築センター(以下、BCJ 指針)では、改良体の品質のバラつきを考慮して以下の式が規定されている。

$$F_c = Q_u = q_u - m \times \sigma \quad (1)$$

ここで、

F_c :設計基準強度 Q_u :実大コアの平均一軸圧縮強度

q_u :採取コアの平均一軸圧縮強度

m : 不良率より決まる定数(=1.3) σ :標準偏差

上記の定数 $m=1.3$ は経験的なものであるが、その根拠は実地盤での機械攪拌工法の実大コアの一軸圧縮試験の結果に依る。しかし、高圧噴射攪拌工法の実大コアの試験については事例が少ない。

本論文では、実地盤での高圧噴射攪拌工法の実大強度を推定する為に、コア採取径φ300mmとφ86mmのコアに対して一軸圧縮試験を実施し、強度を比較した。

2.実験概要

本実験は某現場において行った。施工箇所をバックホウにて掘削し、障害物探査を行った後に埋戻しを行った。その後、地盤改良を実施し、所定の養生期間を確保した後に、改良体の頭出し及びコアサンプリングを行った。工法はJETCRETEで、有効径φ1,400mmの半円、土質は埋土($N < 20$ 砂質土)である。

図-1に平面図・断面図を示す。図-1のように半円型の改良体を壁状に1m造成し、コア採取径φ300mmとφ86mmでサンプリングを行った。また、実地盤の性状の異なる2つのエリアに渡って、1つの施工仕様で改良を行うことにより、性状の異なる2つの改良体の寸法効果の評価を行った。

採取したコアの採取率を算出して、コアの連続性を評価した。コアの判断は、断面欠損部の割合が50%未満の場合は固化部分として判断した。結果、コア採取率は全長(=1m)で、エリア1が97%/m、エリア2が98%/m確保で

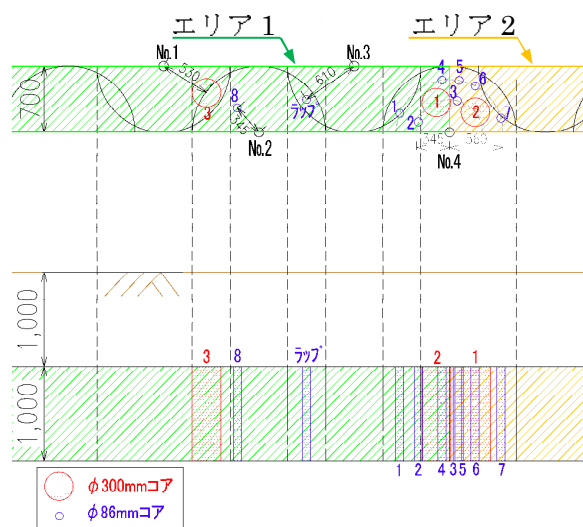


図-1 断面図

表-1 数量表

エリア区分	コア採取径 (mm)	コアNo.	杭芯からの距離 (mm)	検体数 (個)
エリア1	φ300	1	345	1
		3	530	1
	φ86	1	560	5
		2	345	4
		4	560	4
		8	345	3
		ラップ	610	5
エリア2	φ300	2	345	1
		3	345	3
	φ86	5	560	3
		6	560	3
		7	560	1

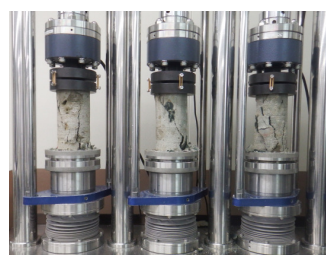


写真-1 φ86mm コアの一軸圧縮試験状況



写真-2 φ300mm コアの一軸圧縮試験状況

キーワード 高圧噴射攪拌工法, 一軸圧縮強度, 寸法効果

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-2-5 ケミカルグラウト(株) TEL03-5575-0479

きており、BCJ 指針で示されている目安(90%/m, 95%/全長)を満足する良好な結果であった。

一軸圧縮試験はどちらのコア採取径のコアにおいても、材令 28 日で一定のひずみ速度 1.0%/min で行い、変位の測定は外部変位計×2ヶ使用した。写真-1, 2に試験状況を示す。

3.試験結果

エリア 1,2 のコア採取径 φ300mm の応力-ひずみ関係を図-2 に示す。また、コア採取径 φ300mm と φ86mm の試験結果を表-2 に示す。高圧噴射攪拌工法の変動係数は通常 40~50%程度であるが、今回の φ86mm の一軸圧縮試験結果は、エリア 1 では同程度の 40.2%, エリア 2 では、それよりも大きい 61.0%を示した。上記のような、強度や変動係数の異なる 2 つのエリアにおいて、寸法効果を確認した。

高圧噴射攪拌工法の改良体も他の材料と同じように、コア寸法が大きくなると一軸圧縮強度が下がる傾向が見られた。エリア 1 ではコア採取径 φ300mm と φ86mm の一軸圧縮強度の平均値の比 Q_u/qu は 93%となり、エリア 2 では 69%であった。比較的一様に改良されており、変動係数の小さいエリア 1の方が強度の減少率が小さい結果となった。

BCJ 指針では、機械攪拌工法改良体の実大強度(コア寸法 φ600×h1200~φ1000×h2200 程度)とコア強度の関係が示されているが、その関係式 $Q_u=0.69\times qu$ (2) とほぼ一致することが分かった(図-4 参照)。つまり、強度やバラツキの大小があっても、高圧噴射攪拌工法も機械攪拌工法と同様に、式(2)と高い相関性を示すことが分かった。

4.まとめ

以下に本実験で得られた知見を示す。

- 1) 高圧噴射攪拌工法の改良体は、機械攪拌工法の改良体と同様に、式(2)と高い相関性を示す。よって、式(2)を用いることで、コア強度から改良体の実大強度を推定できる。
- 2) BCJ 指針では改良体のバラつきを考慮して式(1)を規定しているが、今回の実験結果から逆計算すると、エリア 1 : $m=0.19$, エリア 2 : $m=0.51$ であった。今回の場合では、 $m=1.3$ を適用すると安全側に評価することになる。今後益々、高圧噴射攪拌工法の適用の高度化が進むと思われるが、本設利用の為に更なるデータの取得と設計の合理化を進める必要がある。

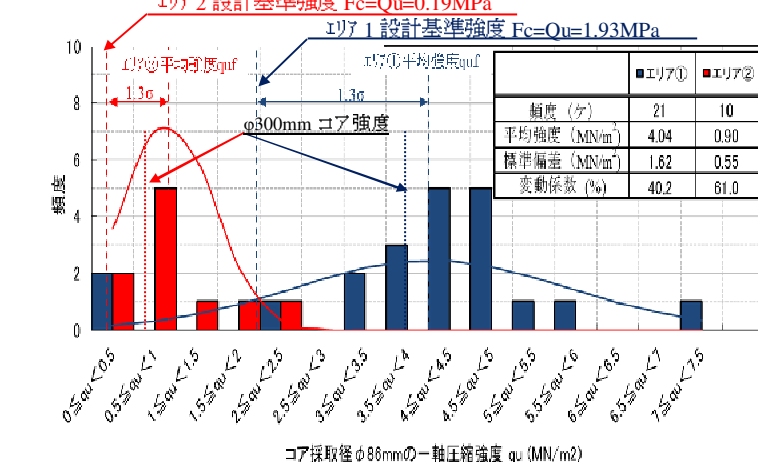


図-3 一軸圧縮試験結果のヒストグラム (コア採取径 φ86mm)

5.参考文献

- 1) 改訂版建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針-セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法-(財)日本建築センター(2002)

表-2 試験結果一覧表

項目	単位	エリア1		エリア2	
コア採取径	(mm)	86	300	86	300
検体数	(個)	21	2	10	1
コア採取率	(%)	97	100	98	100
一軸圧縮試験	最大値 q_{max}	(MN/m ²)	7.340	3.820	2.050
	最小値 q_{min}	(MN/m ²)	0.200	3.650	0.310
	平均値 q_{ave}	(MN/m ²)	4.040	3.740	0.900
	強度比 Q_u/qu	(-)	93%		69%
	変動係数V	(%)	40.2	-	61.0
	破壊ひずみ ϵ_f	(%)	0.52	0.34	0.63
	割線剛性 E_{50}	(MN/m ²)	1,250	1,885	268
			$E_{50}=309\times qu$	$E_{50}=504\times qu$	$E_{50}=298\times qu$

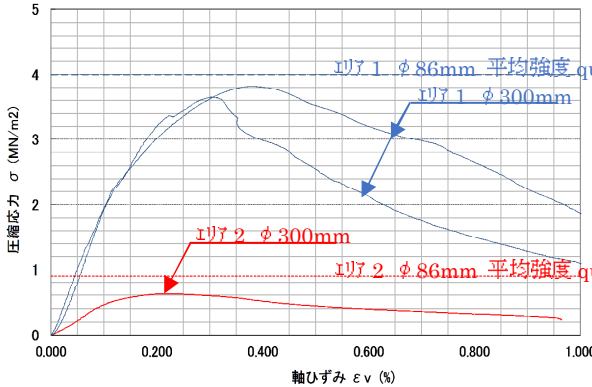


図-2 応力-ひずみ関係

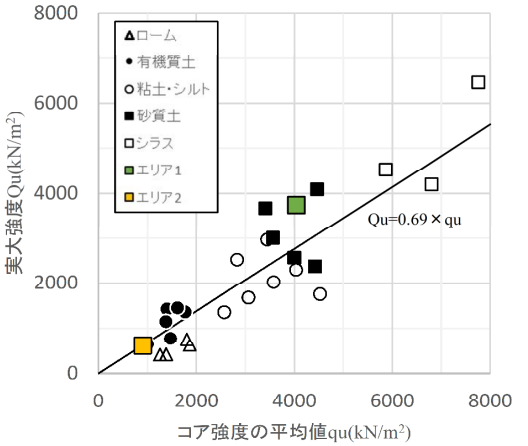


図-4 実大強度 Q_u -コア強度 qu の関係 (参考文献 1) 加筆