

浸透固化改良土の充填率が強度発現に及ぼす影響

日本大学 非会員 ○松崎滉平 非会員 一柳歩夢  
 五洋建設(株) 正会員 秋本哲平 正会員 上野一彦  
 日本大学 正会員 仙頭紀明

1. はじめに

浸透固化処理工法は既設構造物直下の液状化対策として広く用いられている。地盤改良時には現場の地盤条件の違いによって、薬液の充填率に差が生じ、強度に影響を及ぼす。しかし、充填率と強度の関係についての知見は限られている。そこで、本研究では異なる充填率の供試体を作製し、一軸圧縮試験を実施して、強度の傾向を調べた。加えて、供試体内部に間隙水圧計を設置して載荷中に発生する間隙水圧と強度の関連を調べた。

2. 実験概要

試料土には東北珪砂6号を用いた。薬液のシリカ濃度は6%とし、配合を表-1に示す。

作製する供試体の間隙の体積に占める薬液の体積割合を充填率とし、目標充填率は100%、90%、80%、70%、60%とした。供試体は、薬液と試料を混ぜ合わせ、直径5cmのモールドに4層にわけて投入し、相対密度が60%になるように各層毎にガラス棒を用いて突き固めた。間隙水圧計は小型(セシズ製、HWT-8VC-100KP-50-100-LP、直径8mm、高さ15mm)のものを使用し、供試体中心位置に設置した。なお水圧の測定可能範囲は-100~100kN/m<sup>2</sup>である。供試体は各充填率で3本作製し、養生期間は14日間とした。一軸圧縮試験はJIS A 1216に準拠して実施し、載荷速度は1%/minとした。

表-1 薬液配合表

薬液濃度 (%)	EC硬化剤 (g)	特殊シリカⅢ (g)	ECリアクター (g)	反応剤B (g)	水 (g)	合計 (g)	pH
6	92.4	120.5	11.4	37.4	797.2	1058.8	3.9

表-2 一軸圧縮試験結果

実験ケース	相対密度 (%)	充填率 (%)	湿潤密度 ρ <sub>w</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮強さ q <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	最小間隙水圧 u <sub>min</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	q <sub>u2</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	q <sub>u1</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
目標充填率 100%	①	99.9	2.042	82.2	-18.5	76.8	5.5
	②	100.0	2.033	87.5	-14.8	81.3	6.2
	③	99.2	2.029	117.2	-26.7	97.9	19.3
目標充填率 90%	①	92.7	2.001	68.0	-20.7	63.2	4.9
	②	92.5	2.007	67.5	-25.3	61.7	5.9
	③	95.4	2.023	61.9	-13.8	52.2	9.8
目標充填率 80%	①	75.8	1.888	51.1	-17.9	42.0	9.1
	②	73.7	1.878	51.9	-14.5	38.9	13.0
	③	73.3	1.866	38.9	-6.5	19.5	19.4
目標充填率 70%	①	70.0	1.842	32.0	-3.7	27.6	4.4
	②	69.7	1.831	34.7	-7.5	31.9	2.7
	③	68.4	1.844	35.6	-7.5	23.8	11.8
目標充填率 60%	①	64.7	1.792	20.2	-0.9	20.2	0.0
	②						
	③	54.7	1.725	15.4	-0.9	12.9	2.5

3. 実験結果と考察

一軸圧縮試験結果を表-2にまとめて示す。表中の充填率は試験後に供試体の含水比を測定して求めた充填率を記載した。得られた結果より求めた充填率と一軸圧縮強さの関係を図-1に示す。

充填率が上がるにつれて強度も大きくなる傾向を示した。また、充填率90%供試体の q<sub>u</sub> は充填率60%供試体の約3~3.5倍となった。

充填率90%供試体の応力及び間隙水圧と圧縮ひずみの関係を図-2に示す。応力-ひずみ関係はひずみが2.5~3.0%付近で応力が最大となった。間隙水圧はひずみの増加とともに小さくなり、応力の最大値付近で最小となった。その後、クラックの発生とともに間隙水圧は、大気圧に戻る傾向を示した。

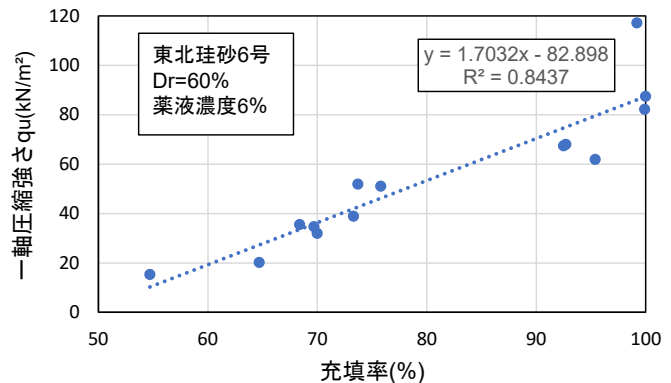


図-1 充填率と一軸圧縮強さ q<sub>u</sub> の関係

キーワード 浸透固化改良土 充填率 一軸圧縮試験 間隙水圧 液状化

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 TEL 024-956-8858

充填率 60%供試体の応力及び間隙水圧と圧縮ひずみの関係を図-3 に示す。応力の増加傾向は充填率 90%と同様であるが間隙水圧は、他の充填率とは異なりゼロに近い小さな値でほぼ一定値を示した。

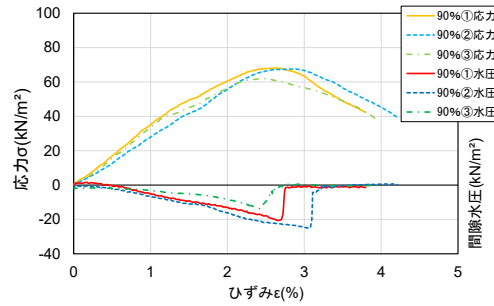


図-2 充填率 90%供試体の応力及び間隙水圧とひずみの関係

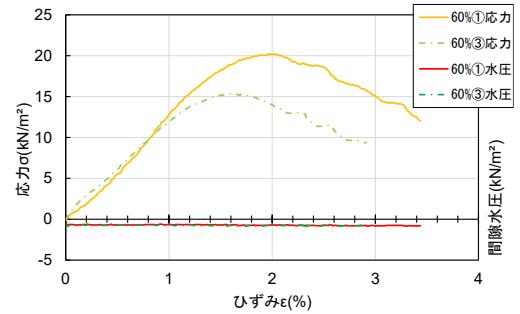


図-3 充填率 60%供試体の応力及び間隙水圧とひずみの関係

応力及び間隙水圧と圧縮ひずみの関係から  $q_{u2}$  を求める。図-4 にその求め方の例を示す。ここで  $q_{u2}$  は、ひずみの増加に伴って生じる正のダイレイタンスによって発生する強度であり、 $q_{u1}$  は付着力等のその他の要因で発生する強度である。ここで発生負圧の求め方の詳細については参考文献 1) を参照されたい。

求めた  $q_{u1}$  と  $q_{u2}$  をまとめて表-2 に示す。

一軸圧縮強さに占める  $q_{u1}$  と  $q_{u2}$  の割合の関係を図-5 に示す。いずれの供試体も  $q_{u2}$  の割合が高い結果となった。そこで、 $q_{u2}$  に着目し、負圧と  $q_{u2}$  の関係を図-6 に示す。既往のデータ 2) は充填率 100%の結果を追加したものである。図中には  $\phi=35.8^\circ$  を仮定した負圧による  $q_{u2}$  の推定式 1) によって求めた増加強度を破線で示した。

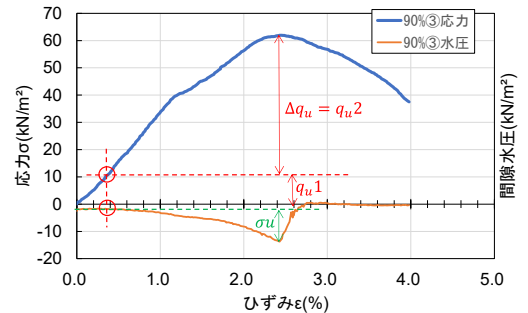


図-4 応力及び間隙水圧とひずみの関係

負圧と  $q_{u2}$  の関係は、充填率によらず相関があり、負圧の増加とともに  $q_{u2}$  も増加する傾向を示した。また、 $q_{u2}$  の推定式 1) よりも実験結果が大きめの値を示すものの傾向をとらえており、推定式 1) は充填率によらず改良土の強度評価に適用できることが分かった。

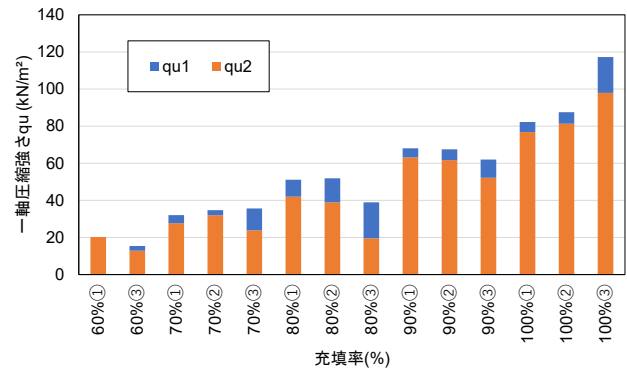


図-5 一軸圧縮強さに占める  $q_{u1}$  と  $q_{u2}$  の割合

#### 4. まとめ

充填率の異なる浸透固化改良土の一軸圧縮試験を行って供試体内部の間隙水圧を測定した結果、以下の事がわかった。

- (1) 充填率が高くなるほど改良土の強度も増加。充填率 90%の一軸圧縮強さは充填率 60%の約 3~3.5 倍となった。また、間隙水圧の発生量も大きくなった。
- (2) 充填率によらず負圧と  $q_{u2}$  には相関関係が認められ、充填率によらず負圧を用いた強度推定式が適用できる。

#### 5. 参考文献

- 1) 秋本哲平・仙頭紀明・上野一彦 (2021) : 薬液注入改良土の一軸圧縮強さに影響を及ぼす要因の評価, 海洋開発論文集 Vol.38, 78 巻 2 号, 2022
- 2) 秋本哲平・上野一彦・仙頭紀明・佐藤海渡・斎藤有沙: 薬液注入改良土の強度発現メカニズムに関する基礎的研究, 第 57 回地盤工学研究発表会, 22-4-3-01

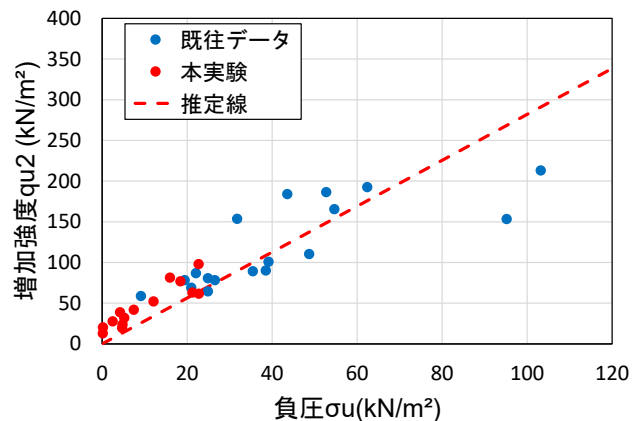


図-6 負圧と増加強度  $q_{u2}$  の関係