

佐賀平野の沖積粘土改良における促進養生試験の適用

(公財)佐賀県建設技術支援機構 正○喜連川聰容

NPO 法人技術交流フォーラム 正 碓井博文 古賀浩史 正 宮副一之

佐賀大学 正 日野剛徳 名 三浦哲彦

佐賀県有明海沿岸道路整備事務所 原孝宏

1. はじめに 佐賀平野の沖積粘土は、見た目の均質さとは異なり、含水比、pH、塩分濃度、鋭敏比、有機質含有量など、それぞれが幅広い分布を示すことが知られている。このことを看過して固化材で地盤改良しようとする、予期せぬ強度不足を招くことがある。上記の諸性質が強度発現にどのように影響するのか、必ずしも明確でない。佐賀平野における地盤改良の固化不全リスクを低減するには、固化材と粘土の相性を確かめるのが有益である。これまでは、混練り成形した供試体の1週強度にもとづいて4週強度を概略推定するか、4週養生して強度を調べるしかない。4週強度を知るまでの時間待ちを仮に1日に短縮できれば、現場対応はかなり合理化できると考える。改良土の材齢28日強度を1日で推定する方法を確立するため、筆者らは促進養生研究会を組織し、共同実験を行った。第1報として、佐賀平野の沖積粘土における温水法による促進養生試験のデータを集積し、1日強度から28日強度の推定式を求めたので報告する。

2. 促進養生試験 試験方法は「深層混合処理工法における促進養生を用いた施工品質確認手法」¹⁾に基づき行う。

図-1に促進養生における温度の経時変化を示す。供試体は、水分が蒸発しないように上面をポリエチレンフィルムなどで覆い、静置して前置き養生する。供試体作製後1時間程度経過した時に、ナイフなどを用いて上面を平面に形成し、上面は再度ポリエチレンフィルムなどで密封する。前置き養生時間は、固化材を添加・混合からの時間（練り込み終了時）とし、2時間（±30分は許容できるものとする）を目安とする。温水養生槽は、水温 $55\pm 2^{\circ}\text{C}$ に保ち得るように自動温度調整装置を備え、水温が循環するタイプのもの（写真-1）を基本とする。

温水養生槽の大きさは、必要な本数の円柱供試体を型枠ごと格納できるものとし、型枠の上面において少なくとも5cm冠水を確保し得るようにする。また、槽の底面と型枠の底面との間には、スノコなどを敷いて、温水の循環が円滑に行われるようにする。後置き養生は、恒温恒湿養生室（室内温度 $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ 、室内湿度 $92\pm 5\%$ ）による後置き養生が理想であるが、今後、現場での未固化状態

の改良土の試験を想定した場合に困難となる。よって、室内温度 $20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ の気中養生とする。ただし、乾燥を防ぐ目的から、後置き養生時間経過後に上面のポリエチレンフィルムなどの覆いを外し、一軸圧縮試験を行う。後置き養生時間について、本検討（本研究）では当初に調べられた供試体温度の室温に至るまでの時間²⁾を考慮し、1.5時間としている。その後、後置き養生時間については30分で差し支えないことが確かめられている³⁾。なお、材齢28日は、恒温恒湿養生室にて養生した。

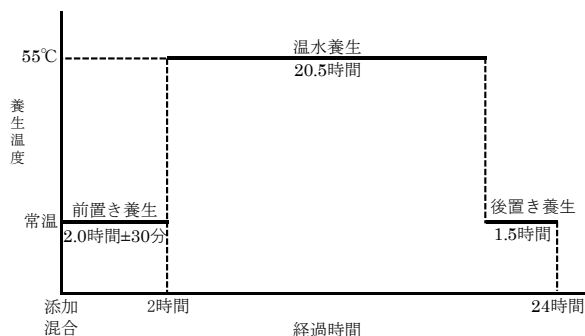


図-1 促進養生における温度の経時変化



写真-1 温水養生の様子

キーワード 沖積粘土、地盤改良、促進養生試験

連絡先 〒840-0811 佐賀市大財4-1-52 促進養生研究会 代表 三浦哲彦

3. 土質および配合仕様 試料土採取は、佐賀県杵島郡白石町の3ヵ所において上中下3深度にて行い、上中2深度にて配合試験を行った。土質試験結果を表-1に示す。セメント系固化材の種類は、改良範囲内である下部において有機分が多い箇所があり、強熱減量試験の結果が10%未満は一般軟弱土用、10%を超える場合は有機質土用の固化材を使用し、各深度に対して2社のセメント系固化材を使用した。表-2に配合仕様を示す。

表-1 土質試験結果

採取箇所	採取深度	土層名	湿潤密度 (g/cm ³)	自然含水比 (%)
1	上	蓮池層上部	1.37	133.5
	中	有明粘土層	1.39	122.2
2	上	蓮池層上部	1.34	135.8
	中	有明粘土層	1.39	111.7
3	上	有明粘土層	1.39	112.7
	中	有明粘土層	1.37	124.5

4. 一軸圧縮試験結果 一軸圧縮強度試験結果を図-2に示す。試料土の土質に大きな差はないが、有機質土用と一般軟弱土用では、一般軟弱土用の方が大きな値となった。一般軟弱土用と有機質土用のデータの統計分析の検定を行った結果(表-3)、これら2つのデータに対して有意差が認められ、現段階で同一のデータとしての処理は相応しくないと判断し、今回は一般軟弱土用のデータのみ1日強度から28日強度の推定式を求めた。

表-2 配合仕様

採取箇所	セメント系固化材種類	W/C (%)	下部層強熱減量 (%)
1	有機質土用	100	14.5
2	一般軟弱土用		7.7
3	一般軟弱土用		8.1

表-3 統計分析検定結果

固化材種類	有機質土用		一般軟弱土用		
	養生日数	1	28	1	28
サンプル数	12	12	24	24	24
平均値 (kN/m ²)	665.4	1661.8	1229.3	2050.8	2050.8
標準誤差	130.0	229.6	138.9	194.7	194.7
標準偏差	431.0	761.7	666.2	933.8	933.8
不偏分散	202677.4	632857.2	463087.4	909960.4	909960.4
		1日強度	28日強度		
F検定 P値		0.078 > 0.05 有意差なし	0.270 > 0.05 有意差なし		
t検定 P値		0.014 < 0.05 有意差あり	0.233 > 0.05 有意差なし		

F検定：2群間の分散の検定
t検定：等分散である2群間の平均値の検定

5. 強度推定式 1日強度 (q_{p1}) と28日強度 (q_{u28}) の関係を図-3に示す。これらの関係をべき乗関数で近似すると、図-3に示す近似式が求められる。また、統計手法により求めた片側90%信頼度限界式も図-3に示した。片側信頼限界式とは、その確率で28日強度を推定するものである。つまり片側90%の場合、1日強度より推定した28日強度が実際の28日強度を下回る確率(回数)を10%に抑えることがわかった。

6. まとめ 佐賀平野の沖積粘土と固化材の相性を早期に確認する目的から、促進養生による1日強度から28日強度を推定する式が得られた。今回は、一般軟弱土用の固化材の場合の推定式に留めたが、今後は有機質土用の固化材によるデータの集積を行い、有機質土用セメント系固化材を使用した場合の推定式も求めて行きたい。さらに、現場において改良された未固化状態の改良土においても促進養生の適用性を調べて行きたい。

参考文献 1) 村山ら：日本建築学会大会学術講演概要集，pp. 437-438，2003. ; 2) 山際ら：平成30年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM，第Ⅲ部門，pp. 375-376，2019. ; 3) 日野ら：第54回地盤工学研究発表会平成31年度発表講演集，CD-ROM，2019. (投稿中)

謝辞 本検討に際し、佐賀県有明沿岸道路整備事務所の末次副所長ほか関係各位にはデータ提供でお世話になった。また、NPO 法人技術交流フォーラムならびに佐賀県建設技術支援機構より実験費の支援をいただいた。記して感謝の意を表します。

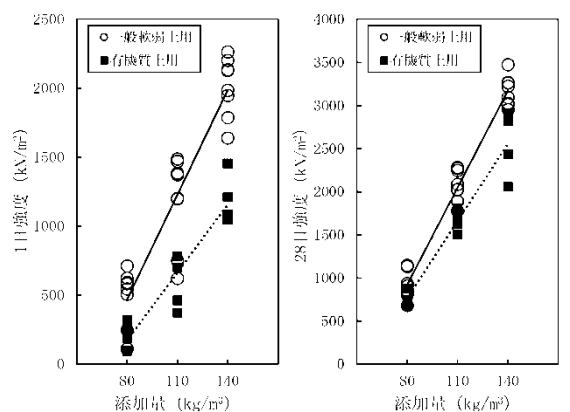


図-2 一軸圧縮強度試験結果

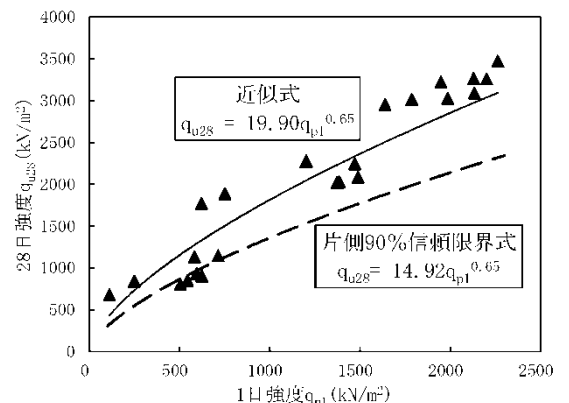


図-3 1日強度と28日強度の関係