

セメント系固化材を用いた改良体の材齢と一軸圧縮強さの関係

正会員 ○山田 宗範\*  
// 井上 宏一\*  
// 山形 雄太\*

セメント系固化材 地盤改良 強度発現  
一軸圧縮強さ 設計基準強度 不合格率

1. はじめに

一般財団法人ベターリビングつくば建築試験研究センター（以下、TBTL と呼ぶ）つくば工用材料試験室および名古屋試験分室（名古屋ラボ）では試験業務の一環として、住宅など小規模建築物の地盤改良体モールドコア供試体の一軸圧縮試験を実施している。当試験の目的は、設計基準強度（試験依頼者設定の目標値）に対し、改良体の一軸圧縮強さが十分に発現しているかの確認である。現場施工での工期短縮の観点から早期での一軸圧縮強さの確認が望まれるため、試験材齢は概ね7日となっている。

本報では、最適な試験材齢の検討を目的として、材齢7日で実施した一軸圧縮試験の結果と設計基準強度の比較、同一試料による材齢7日一軸圧縮強さと材齢28日の一軸圧縮強さの比較を行った。さらに、4種の土質（砂質土、粘性土、ロームおよび有機質土）を対象として、材齢1日から材齢35日までを変数とした室内配合試験を実施し、地盤改良体の一軸圧縮強さの時系列変化（強度発現の様子）を調査した。

2. モールドコア供試体による材齢7日の一軸圧縮強さと設計基準強度の比較

2018年4月1日から11月17日の間に実施した材齢7日のモールドコア供試体（総数7347体、1試料に対するn数は原則3体）について、材齢7日の一軸圧縮強さ（ $q_7$ ）と対応する設計基準強度（ $F_c$ ）との比（強度比（ $q_7/F_c$ ））を度数分布として図-1に示す。強度比が1.0未満であった供試体数、強度比が1.0以上2.0未満であった供試体数および2.0以上で会った供試体数の供試体総数に対する割合を表-1にまとめて示す。試験結果が設計基準強度を下回る割合は0.8%と僅かであった。なお、下回った改良体については、後日追加試験が行われており、すべての改良体について設計基準強度を上回ることが確認されている。

3. モールドコア供試体による材齢7日と材齢28日の一軸圧縮強さの比較

2017年度および2018年度において、同一試料によるモールドコア供試体で材齢7日および材齢28日の両日で一軸圧縮試験が253体（1試料に対するn数は原則3体、うち一部は、図-1の内数を含む）実施された。これらの試

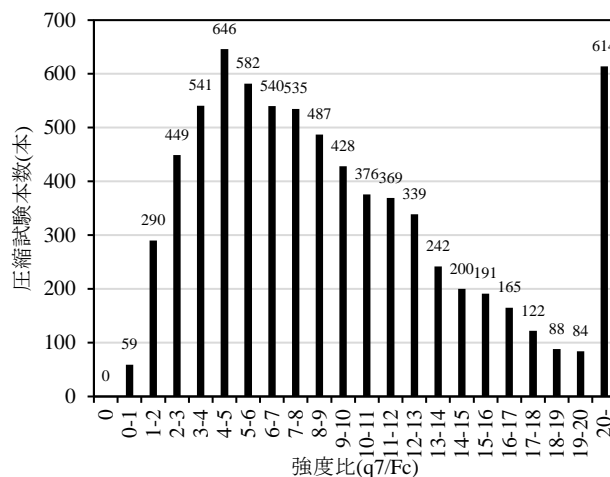


図-1 材齢7日の一軸圧縮強さ（ $q_7$ ）と対応する設計基準強度（ $F_c$ ）との強度比

表-1 各強度比の供試体総数に対する割合

強度比 ( $q_7/F_c$ )	圧縮試験本数(本)	割合 (%)
$0 < 1$	59	0.8
$1 \leq 2$	290	4.0
$2 \leq$	6,998	95.2
合計	7,347	100.0

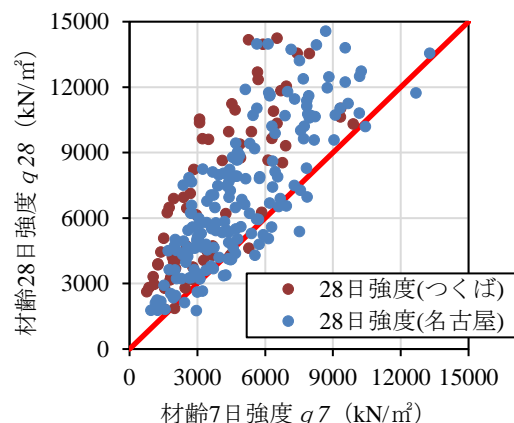


図-2 材齢28日の一軸圧縮強さ（ $q_{28}$ ）と材齢7日（ $q_7$ ）の一軸圧縮強さの比較

験体について、材齢 28 日の一軸圧縮強さ ( $q_{28}$ ) と材齢 7 日 ( $q_7$ ) の一軸圧縮強さの比較を図-2 に示す。材齢 7 日の結果が材齢 28 日の結果を上回る一軸圧縮強さを示す特異な例も見られるなど、試験結果は大きくばらついている。また、つくば工事用材料試験室で実施した結果と名古屋ラボで実施した結果を比べると、つくば工事用材料試験室での結果ではばらつきが小さく、また、材齢 28 日の結果と材齢 7 日の結果との強度比が大きい傾向がみれる。

このように大きなばらつきを含んだデータではあるが、253 体のすべてのサンプルについて、材齢 28 日の結果と材齢 7 日の結果との強度比の平均を単純計算すると 1.66 であった。既往研究における、各種土質（高有機質土、有機質土、ローム、粘性土、砂質土）に関する材齢 28 日の一軸圧縮強さと材齢 7 日の一軸圧縮強さとの強度比を表-2 に引用する。これら 5 種類の土質における強度比の平均を単純計算すると 1.57 となり、両者の結果は整合的である。

#### 4. 配合試験供試体による材齢 1 日から材齢 35 日までの一軸圧縮強さの時系列変化

改良体が材齢とともにどのように強度発現していくかを確認することを目的に、砂質土、粘性土、ロームおよび有機質土を用い、材齢 1 日から材齢 35 日までを変数とした室内配合試験を実施した。なお、配合条件は表-3 に示す通り各土質共通とした。各材齢での試験結果は 3 体の平均として算定している。

砂質土、粘性土、ロームおよび有機質土から作製した配合試験供試体の一軸圧縮強さを材齢 7 日での一軸圧縮強さ ( $q_7$ ) で無次元化した無次元化強さと材齢との関係を図-3 に示す。土質ごとの材齢による強度発現の状況を比較するため、各土質の材齢 7 日の一軸圧縮強さに対する材齢 1 日から 6 日および 28 日の一軸圧縮強さの強度比 ( $q_1/q_7 \sim q_6/q_7, q_{28}/q_7$ ) を表-4 に示す。各土質とも、材齢 4 日で既に材齢 7 日の一軸圧縮強さの 7 割を超える一軸圧縮強さを発現しており、また、材齢 7 日の前日である材齢 6 日で材齢 7 日の約 9 割の一軸圧縮強さを発現している。

#### 5. まとめ

得られた知見を以下に示す。

- 常用されている材齢 7 日での一軸圧縮試験において、一軸圧縮強さ ( $q_7$ ) が設計基準強度を下回った割合は 0.8% と僅かであった。
- 材齢 7 日の一軸圧縮強さに対し、材齢 4 日で約 7 割、材齢 6 日で約 9 割の一軸圧縮強さが発現することを示した。

表-2 室内配合試験による平均一軸圧縮強さの関係

	高有機質	有機質	ローム	粘性土	砂質土
$\overline{q_{ul28}}/\overline{q_{ul7}}$	1.86	1.31	1.23	1.41	2.03

$\overline{q_{ul}}$  : 室内配合試験による平均一軸圧縮強さ

表-3 配合条件

土質	湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 (%)	使用固化材	配合量 (g/cm <sup>3</sup> )	W/C (%)
砂質土	1608	14.9	GS-225 太平洋セメント	300	60
粘性土	1645	50.1			
ローム	1457	85.1			
有機質	1207	119.4			

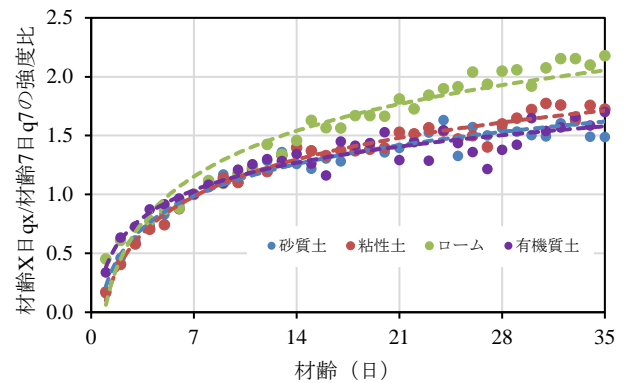


図-3 材齢と無次元強さの関係

表-4 材齢 7 日に対する材齢 1 日から 6 日および 28 日の一軸圧縮強さの強度比

	$q_1/q_7$	$q_2/q_7$	$q_3/q_7$	$q_4/q_7$	$q_5/q_7$	$q_6/q_7$	$q_{28}/q_7$
砂質土	0.16	0.46	0.61	0.73	0.83	0.91	1.57
粘性土	0.17	0.41	0.58	0.71	0.74	0.88	1.60
ローム	0.45	0.61	0.72	0.78	0.87	0.88	2.05
有機質	0.34	0.64	0.73	0.87	0.92	0.97	1.38
平均	0.28	0.53	0.66	0.77	0.84	0.91	1.65

- 目標値に対し、地盤改良体の一軸圧縮強さが発現する時期の推定については、統計的な処理を含めてさらに精査し検討する必要があると考えられる。
- 固化材の種類や配合量などを変数とした検討、試験項目として土質試験を加え定量的かつ化学的な土の性質を考慮した検討により、さらに地盤改良体の強度発現に関する知見を収集する必要があると考えられる。

#### 【参考文献】

- 1) 日本建築センター、ベターリビング：2018 年版 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—, P.38, 2018