

セメント改良土強度とばらつきの供試体寸法影響に関する実験検討

大成建設 技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 ○石井 裕泰 松井 秀岳
下村 雅則

1. はじめに

セメント改良土の一軸圧縮強さは供試体寸法に応じて低下する傾向が知られ、これまで実験的な知見が提供されたり、解析的な評価方法が提案されたりしている(例えば1)。本報では、まず供試体寸法影響の実験的な知見を、既往の研究に対する追加データとして提供する。あわせて、簡易に多点の一軸圧縮強度の推定が行える針貫入抵抗 (JGS 3432, 机上型) を測定し、品質管理の労力低減の見地にて小型供試体や針貫入試験の活用性を考察する。

2. 実験方法

実験に用いた発生土は泥土圧シールドによる泥岩からの排出土で、図1の粒径過積曲線と土質特性を有する。セメント添加量は 158kg/m^3 (5%の気泡混入を想定した当初設定 150kg/m^3 に基づく) に固定した上で、一般的な流動化処理土の配合仕様を参考にシリンダーフローとして 150mm 程度、ブリーディング率として1%未満を確保する表1の配合を採用した。

供試体の作製に際しては、 $\phi=20\text{mm}$ (30 供試体) , 50mm (30 供試体) , 100mm (5 供試体) , 150mm (3 供試体) , 針貫入試験用 ($100\times 400\times 100\text{mm}$ のブロック体) の各供試体を同一バッチから準備するため、 300L 分の泥水、固化材、気泡を2軸混合ミキサーに投入し(図2(a))、一度に混練りした。これを、「JGS 0821 安定処理土の締固めをしない供試体作製方法」に準じて各々モールドに詰めた上で(図2(b))、 20°C 恒温室で濡れウエスとプラスチックバックで覆った湿潤状態にて28日間養生した。

一軸圧縮試験は $1\%/\text{min}$ のひずみ速度で実施した。当社施設内において極力同時並行で強度確認にあたるため、载荷装置として $\phi=20\text{mm}$ 供試体に対して A&D 社製万能試験装置(型式: RTC1250A-PL) , その他に対してはテンシロン社製万能試験装置(型式: 1185) 用いた。

3. 実験結果と考察

図3に、一軸圧縮試験における代表的な圧縮ひずみと载荷応力の関係を示す。原点補正を行った後の関係は、载荷過程初期は供試体寸法によらず概ね一致するが、一軸圧縮強さに相当するピーク値は、供試体寸法に応じて低くなる傾向が現れている。一軸圧縮強さの全結果、および各供試体寸法に対する平均値と供試体寸法の間接を図4に、既往の結果との比較として $\phi=20\text{mm}$, 40mm (本検討では 50mm) , 150mm の平均強度と、 $\phi=40\text{mm}$ (50mm) に対する強度比を表2にまとめる。平均強度は対数でとった横軸の供試体寸法に対して既往の知見

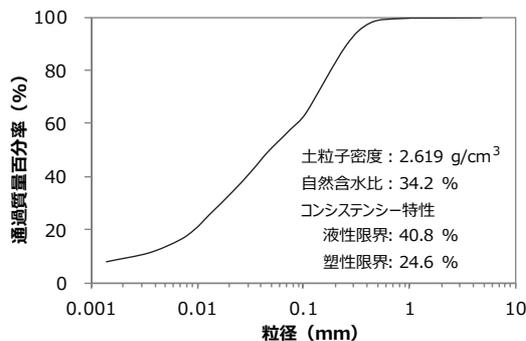


図1 実験に用いた発生土の粒径過積曲線と土質特性

表1 実験に用いた流動化処理土の配合

泥水密度	単位配合 (kg/m ³)				合計
	泥水	泥水内訳		固化材 (高炉B種)	
		土	水		
1.40	1,327	606	721	158	1,485



(a) 泥水の投入 (b) モールド作製
図2 供試体作製状況

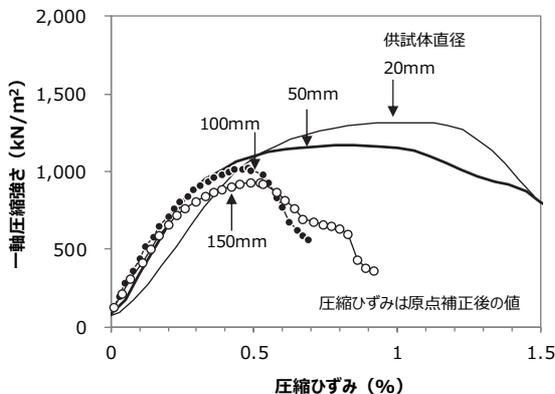


図3 代表的な応力ひずみ曲線

キーワード セメント改良土, 一軸圧縮強さ, 品質評価

連絡先 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7217

と同様になだらかな低下傾向を示すが、 $\phi=40\text{mm}$ (本検討では 50mm) に対する $\phi=20\text{mm}$, 150mm の強度比はそれぞれ異なる。また、少なくとも強度水準と強度比の相関性は、本結果を通しては見られない。品質管理の労力低減に向けては、最大粒径が過大にならない範囲で供試体寸法を低減することが一方策として挙げられるが、寸法影響により過大評価につながることで、その度合いは一律に定められないことを本結果は示している。

本検討で 30 供試体の強度を確認した $\phi=20\text{mm}$, $\phi=50\text{mm}$ については、その頻度分布を図 5(a), (b)にまとめた。既往の検討では供試体寸法の増加に応じた強度の低減と並び、変動係数も低減する傾向が図 4と同じ関係図により示されているが、本比較ではその傾向が逆転している。現段階ではその要因を特定するに至らず、供試体作製方法、養生方法、異なる試験装置を用いての載荷方法による影響も含めた検討を要する。

図 6には針貫入試験での測定例と、図 5(c)には全 30 点で得られた針貫入勾配 N_p の頻度分布を示す。本検討における針貫入勾配の算定には貫入量 10mm 時点の貫入荷重を用い、既往の研究²⁾で示された次式により換算一軸圧縮強さを算出した。

$$\log(q_u / 98.1) = 0.978 \log(N_p / 9.81) + 1.599 \quad (q_u : \text{一軸圧縮強さ} [\text{kN/m}^2], N_p : \text{針貫入抵抗} [\text{N/m}])$$

その結果、以下のことが言える。

- $\phi=50\text{mm}$ の実測平均値 $1,140\text{kN/m}^2$ に対して、 N_p からの換算平均値は $1,061 \text{ kN/m}^2$ となる。その誤差は約 7%となっている。
- 変動係数は実測値 8.0% (図 5(b)) に対して換算値は 3.5% (=針貫入勾配の結果に相当、図 5(c)) となる。ばらつき程度は倍の乖離が生じている。

セメント改良土の品質管理に関しては、近年、確率・統計的な考え方が取り入れられ、強度水準とともに変動係数の把握もその重要性が認識されている。上記結果は、針貫入試験を積極的に強度管理に活用する場合の強度水準把握の有効性と、ばらつき評価における課題を示すものと言える。

4. まとめ

実験結果と既往データの比較を通して、小型供試体、針貫入試験を品質管理に用いた場合の課題を明示した。引き続き、セメント改良土の品質管理における労力低減の観点で、データ収集と評価法の検討、検証にあたりたい。

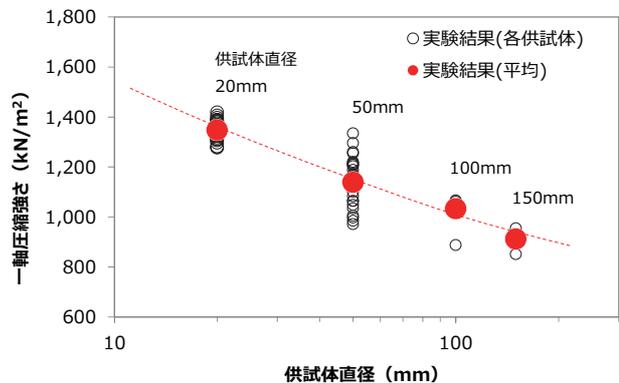


図4 供試体直径と一軸圧縮強さの関係

表 2 供試体寸法影響の比較

分類	$\phi=20\text{mm}$		$\phi=40\text{mm}$ (*50mm)	$\phi=150\text{mm}$	
	平均 q_u	強度比	平均 q_u	平均 q_u	強度比
Omine	120.5	1.35	89.4	65.1	0.73
et al.	335.9	1.15	290.9	254.8	0.88
(2005)	757.9	1.10	687.5	546.6	0.80
本検討	1348.8	1.18	1139.8*	913.1	0.80

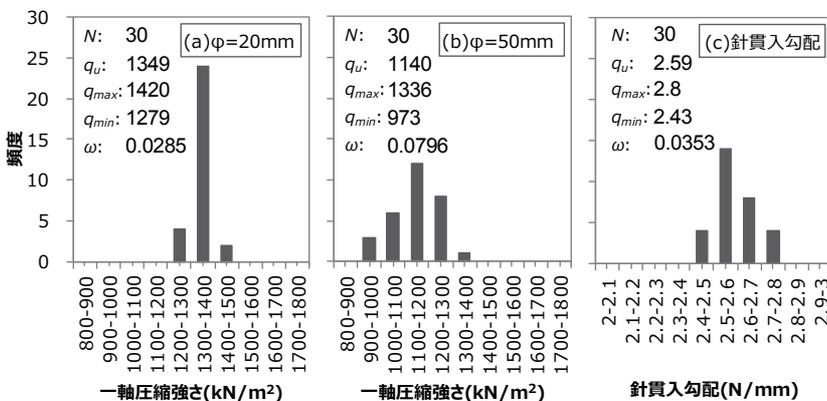


図5 一軸圧縮強さ、針貫入勾配の頻度分布

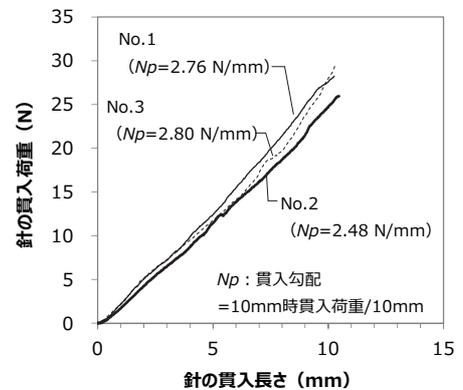


図6 針貫入抵抗の測定例

1) Omine, K. et. al : “Evaluation of scale effect on strength of cement-treated soils based on a probabilistic failure model”, *Soils and Foundations*, Vol.45, No.3, pp.125-134, 2005.
 2) 岡田ほか: “針貫入試験による軟弱な地山強度の推定”, *土と基礎*, Vol.33, No.2, pp.35-38, 1985.