

H形鋼を芯材とするソイルセメント杭に関する研究（その2）

- ソイルセメントの強度特性 -

大木建設(株) 正○金澤 勝治, (株)浅沼組 木村 建治
三井住友建設(株) 大塚 繁, (株)鴻池組 佐竹 啓一

1. はじめに

仮設構造物である土留め壁を本設の構造物として利用する杭工法¹⁾を開発した。本工法はH形鋼とソイルセメントとの合成構造により支持力を確保することから、ソイルセメントに高度な品質が求められる。そこで本工法開発ではソイルセメントの品質確認のための施工性確認試験を行った。試験では、芯材挿入時の流動性と硬化後の強度特性について調査したが、本報では後者について報告する。

2. 試験概要

施工性確認試験の概要は(その1)に示す通りであるが、ソイルセメントの強度特性については、試験体施工直後に孔中から採取した試料(以後、未固結試料と称す)による供試体、硬化した試験体から採取したコア供試体、および現地土を用いた室内配合試験による供試体について一軸圧縮試験等を行って調査した。コア供試体は1週間以上養生期間をおいた後に採取した。また各供試体は、封緘後、温度20度・湿度60%の恒温恒湿で養生した。

3. ソイルセメントの強度特性

1) 一軸圧縮強度等の深度分布 17.5mの試験体(3体)から採取したコア供試体の一軸圧縮強度・密度・含水比の深度分布を図1に示す。一軸圧縮強度は深度が深くなるほどばらつく傾向が見られたものの、深さに比例して増加していることが確認された。また、密度および含水比は12~14mを除き、一様に増加または減少しており、一軸圧縮強度と相関性があることが確認された。

2) 一軸圧縮強度 標準配合・標準施工方法で構築された各試験体から採取したコア供試体の一軸圧縮強度試験結果を表1に示す。なお設計基準強度は以下の式²⁾により算定した。

$$q_{uck} = \bar{q}_{uf} - K \times \sigma \quad \cdots (1)$$

ここで、 q_{uck} ：設計基準強度、 $\bar{q}_{uf}$ ：材齢28日の一軸圧縮強度、 K ：係数(=1.3, 不良発生率10%相当)、 σ ：一軸圧縮強度の標準偏差である。不良発生率10%とした場合の試験体部位の設計基準強度は、いずれも目標強度(一般部：1N/mm²、先端部：5N/mm²)を満足していることが確認された。また、未固結試料供試体とコア供試体の一軸圧縮強度の関係を図2に示す。未固結試料の一軸圧縮強度はいずれもコア供試体の平均強度より低い強度(強度比で0.48~0.85)であることが確認された。ソイルセメントの強度管理を未固結試料による供試体で行うことは、コア供試体に較べて安全側に評価することとなるという。

表1 コア供試体の設計基準強度

試験場	施工深度	採取位置	供試体個数	平均強度(N/mm ²)	標準偏差(N/mm ²)	設計基準強度(N/mm ²)
1	8.0 (m)	一般部上部	18	2.67	0.93	1.46
		一般部下部	9	6.44	1.80	4.10
		先端部	19	13.04	3.91	7.95
	17.5 (m)	一般部上部	39	6.9	2.97	3.04
		一般部下部	35	11.48	4.94	5.06
		先端部	41	15.80	5.85	8.20
	17.5 (m)	一般部上部	36	7.58	3.45	3.24
		一般部下部	36	12.92	5.56	5.70
		先端部	44	14.66	5.13	7.99
	17.5 (m)	一般部上部	39	3.90	1.21	2.33
		一般部下部	36	8.98	2.51	5.71
		先端部	44	9.76	3.61	5.07
2	33.5 (m)	一般部(砂)	18	7.00	1.89	4.54
		一般部(シルト)	15	3.55	1.24	1.93
		先端部	13	18.40	4.42	12.66

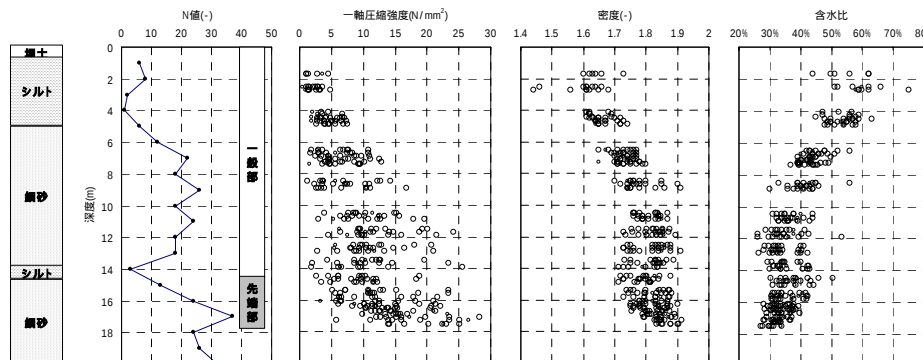


図1 コア供試体の一軸圧縮強度・密度・含水比の深度分布

キーワード: 杭基礎, ソイルセメント, 一軸圧縮強度, 強度管理

連絡先〒270-1402 千葉県白井市平塚 2668-3 TEL.047-492-5362 FAX.047-492-5319 E-mail kanazawa@ohki.co.jp

未固結試料供試体の7日強度と28日強度の関係を図3に示す。一般部・先端部ともに7日から28日への強度増加は1.6～3.2倍であった。文献²⁾によれば、深層混合処理工法による改良土の7日強度と28日強度の比は平均で1.5であり、本試験結果はこれよりやや大きな値となっている。材齢7日の供試体で強度管理を行う場合、(1)式の $\bar{q}_{uf}$ に「1.5×材齢7日の一軸圧縮強度」を代入することで安全側に評価することができる。コア供試体の28日強度と91日強度との関係を図4に示す。ほぼ全数に近い試験体で28日以降も強度が増加していることが確認された。

3) 室内配合試験による強度評価 現地土を用いた室内配合試験による供試体とコア供試体の一軸圧縮強度の比較を表2に示す。室内配合強度はコア強度よりも低い結果(強度比で0.11～0.55)となった。その要因としては養生条件の違いが考えられ、本工法のような高強度・大深度の施工では、原位置での圧密・脱水の影響が大きくなると考えられる。深層混合処理工法でも、砂質土では同じ傾向になること³⁾⁴⁾、その要因として拘束圧⁵⁾、含水量⁶⁾の影響が報告されており、今回の結果もこれと対応している。よって室内配合試験の結果によりソイルセメントの一軸圧縮強度を推定する際には注意を要する。

4) 変形係数 コア供試体の一軸圧縮強度と変形係数の関係を図5に示す。変形係数(E_{50})と一軸圧縮強度(qu)との間には「 $E_{50}=200 \times qu$ 」の関係が見られ、深層混合処理工法による改良土²⁾と同等であることが確認された。

4. まとめ

以下にH形鋼を芯材とするソイルセメント杭のソイルセメントの強度特性についてまとめる。

- (1) 深度が深くなるほど一軸圧縮強度は増加し、比重・含水比と一軸圧縮強度との間に相関性が見られた。
- (2) 標準配合・標準施工方法で構築されたソイルセメント柱の設計基準強度は不良発生率10%としたとき目標強度を満足することを確認した。また、未固結試料供試体により強度管理を行うことは安全側に評価することとなる。
- (3) 7日と28日の一軸圧縮強度の比は1.6～3.2であり、7日強度によりソイルセメントの強度管理を行うことができる。また材齢28日以後の強度増加も確認された。
- (4) ソイルセメントの一軸圧縮強度は、コア供試体→未固結試料供試体→室内配合供試体の順に低下する傾向が見られた。
- (5) 変形係数は深層混合処理工法による改良土²⁾と同等の評価ができる。

本報告は青木建設、浅沼組、安藤建設、大木建設、奥村組、鴻池組、五洋建設、住友建設、銭高組、鉄建建設、戸田建設、西松建設、松村組、三井建設の14社による共同研究の成果の一部をまとめたものである。

参考文献

- 1) 平澤他、「同題(その1)」土木学会第58回年次学術講演会(投稿中)、2) (財)土木研究センター、「陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル」、1999、3) 塩澤 他、「セメント系改良材により改良された砂地盤の土質性状」、第28回土質工学研究発表会、pp.2559-2562、1993、4) Matsuo, O., 「Determination of design Parameters for Deep Mixing」、深層混合処理工法ワークショップ講演集、2002、5) 中間 他、「深層混合処理工法による砂地盤改良における室内配合試験の基礎的検討、(その2) - 初期硬化時の上載荷重の影響 -」、第33回地盤工学研究発表会、pp.2201-2202、1998、6) 太田 他、「深層混合処理工法による飽和砂地盤の改良強度について」、第34回地盤工学研究発表会、pp.887-888、1999

表2 室内配合供試体とコア供試体の一軸圧縮強度(材齢28日)の比較(N/mm²)

	室内配合供試体	コア供試体	室内/コア
一般部	1.38	最小 3.90	最大 0.35
		最大 12.9	最大 0.11
先端部	5.41	最小 9.76	最小 0.55
		最大 15.8	最大 0.34

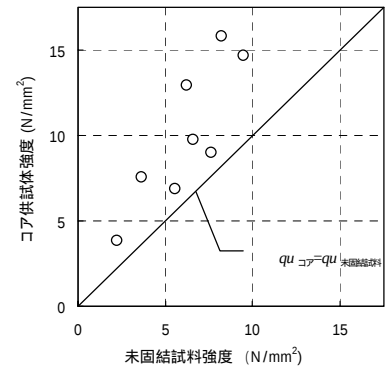


図2 未固結試料供試体とコア供試体の一軸圧縮強度の比較

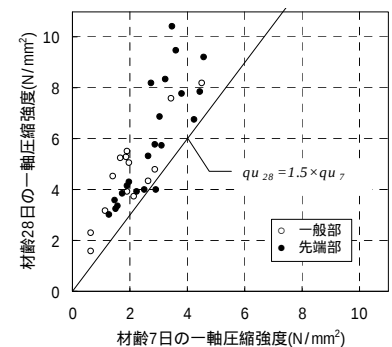


図3 未固結試料供試体の材齢7日と28日の圧縮強度の比較

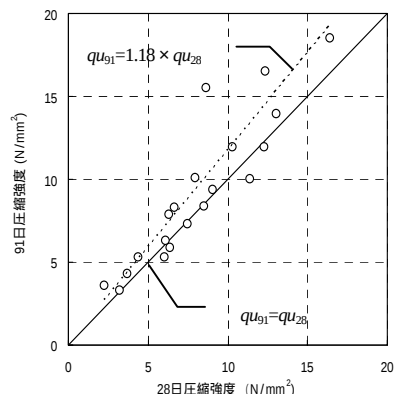


図4 コア供試体の材齢28日と91日の圧縮強度の比較

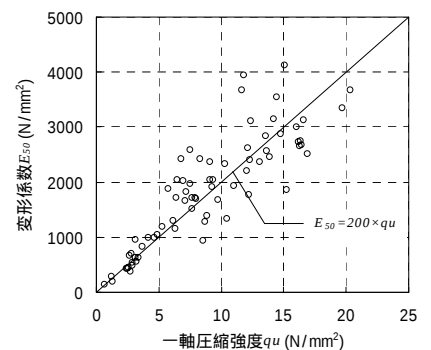


図5 コア供試体の一軸圧縮強度と変形係数の関係