

国土交通省 NETIS KT-150002-A
建築技術証明 GBRC 第 11-06 号改 2
防災安全協会 DP SA 第 E-0038 号

技 術 資 料

—圧密地盤改良 SST工法—

平成 28 年 11 月

株式会社 エスエスティー協会

技術開発部



ASSESSMENT OF TECHNOLOGY
FOR BUILDING CONSTRUCTION

GBRC 性能証明 第11-06号 改

建築技術性能証明書

技術名称：SST 工法

－置換式柱状地盤改良工法－（改定）

申 込 者：株式会社エスエスティー協会 代表取締役 飯田 哲夫

千葉県市原市山田橋 862-1

株式会社アルテック 代表取締役 野澤 俊夫

茨城県つくば市東新井 18 番地 2

技術概要：本技術は、地盤を円柱状に掘削し、地上で掘削土に追加砂とセメント系固化材を混合して改良土を作製し、この改良土を独自開発のオーガを用いて水平および鉛直方向に締固めながら掘削孔に充填することで、柱状改良体を築造する地盤改良工法である。

開発趣旨：本技術は、独自開発のオーガ機構を用いることで、柱状改良体中央部の固化不足を解消するとともに、改良体周辺地盤の側圧を高めて強い摩擦力を発生させることを意図して開発した工法である。また、地上で掘削土に砂と固化材を添加・混合することで、安定した品質の高強度な改良体の築造を可能としている。

当法人の建築技術認証・証明事業 業務規程に基づき、上記の性能証明対象技術の性能について、下記の通り証明する。なお、本証明の有効期間は、平成 29 年 2 月末日までとする。

平成 26 年 2 月 12 日

一般財団法人 日本建築総合試験所

理事長 建 文 三

記

証明方法：申込者より提出された下記の資料により性能証明を行った。

資料 1：性能証明のための説明資料

2：SST工法 施工管理マニュアル

3：試験資料

4：更新資料

資料 1 には、本技術の目標性能達成の妥当性を確認した説明資料がまとめられている。

資料 2 は、本工法の施工および施工管理についてのマニュアルであり、施工方法および施工管理方法が示されている。

資料 3 には、資料 1 で用いた個々のボーリングコアの観察結果や圧縮試験結果等が取りまとめられている。

資料 4 では、施工実績や運用報告などが示されている。

証明内容：申込者が提案する「SST 工法 施工管理マニュアル」に基づいて築造される改良体は、 $700\text{kN/m}^2 \sim 2,400\text{kN/m}^2$ の設計基準強度を確保することが可能であり、配合設計及び品質検査に用いる改良体コアの一軸圧縮強さの変動係数として、砂質土層、粘性土層、ローム層および有機質土層で 30% が採用できる。

また、本技術については、運用実績の報告がなされており、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。

目次

第1章 概要

概要	1
----------	---

第2章 性能試験データ

基礎試験	3
現場確認試験	9
実験結果	17

第3章 設計

コラムの許容支持力の検討	32
水平力の検討	35
コラムの設計基準強度	36
計画強度	37
配合計画	38
コラムの出来形	39

第4章 施工管理

施工管理概念	43
施工管理基準	44

第5章 品質管理

品質試験	46
------------	----

参考資料	50
------------	----

第1章 概要

1.工法の名称

申請名称：置換式柱状地盤改良工法

一般名称：置換式締固め工法

固有名称：圧密地盤改良 SST 工法

2.工法の概要

本工法は、地盤を円柱状に掘削し、地上に排出した掘削土に追加砂とセメント系固化材（以下固化材と称す）を混合した改良土を作製し、この改良土を独自開発のオーガを用いて水平および鉛直方向に締固めながら削孔に充填することで、柱状改良体(以下コラムと称す)を築造する地盤改良工法である。

3.工法の特徴

本工法の特徴は、掘削土を直接目視確認し、これに追加砂と固化材を混合した改良土を独自開発の水平および鉛直方向に締固めるオーガ機構によって締固め、高強度で地盤との摩擦力が大きなコラムを築造するところにある。

4.技術開発の趣旨

本技術は、独自開発のオーガ機構を用いることで、コラム周辺地盤の側圧を高めてコラムに強い摩擦力を発生させるとともに、コラム中央部の固化不足を生じさせないこと、また、掘削土に追加砂と固化材を加えることにより改良土の品質を向上させ、圧縮強度の高いコラムを築造すること、およびコラムの連続性を確保することを意図して開発したものである。

5.適用範囲

(1) 適用建築構造物

- ・ $\phi 500\text{mm}$: コラム1本に要求する長期支持力が 150kN/m^2 以下の建築構造物とする。
 - ・ $\phi 600\text{mm}$: コラム1本に要求する長期支持力が 220kN/m^2 以下の建築構造物とする。
 - ・ $\phi 700\text{mm}$: コラム1本に要求する長期支持力が 300kN/m^2 以下の建築構造物とする。
- ※長期支持力がそれぞれ 150kN/m^2 、 220kN/m^2 、 300kN/m^2 を超える場合は、載荷試験による確認要。 $\phi 700\text{mm}$ は、日本建築センター指針の計量基準型抜取検査方法（検査手法B）又は静的載荷試験にて所要の支持力が発揮されることを確認する。

(2) 適用地盤

砂質土、粘性土、ローム、有機質土(高有機質土、腐植土含む)ただし、下記の条件に該当する地盤は適用範囲外とする。

- 1) 削孔内の流水に対して止水処理が不可能な地盤
- 2) 削孔内の孔壁崩落対策が不可能な地盤
- 3) 酸性土地盤 ($pH \leq 4.0$) や硫酸塩を含む地盤 (可溶性 $SO_4 \geq 0.5\%$)
- 4) 産業廃棄物等が堆積している地盤
- 5) 施工障害となる玉石、礫等が存在する地盤

(3) 設計基準強度

設計基準強度は、 $700 \sim 2,400 \text{ kN/m}^2$ とする。

(4) 計画強度

$1300 \sim 4200 \text{ kN/m}^2$

計画強度とは(技術資料 P37(2)に示す)設計基準強度に許容応力度法および試験体採取箇所数(4箇所)に基づく合格判定系数乗じたものでコラムに求められる圧縮強度である。

6.改良深度およびコラム長

改良深度は施工地盤面より 12m以内とし、コラム長は 1.5～12mとする。

7.コラムの概要

本工法で築造するコラムの概要を表 1.1 に示す。

表 1.1 コラムの概要

コラム長	1.5～8.5m		
コラム径	設計径 500mm、600mm、700mm		
コラム強度	実績強度：砂質土 $2800 \sim 7500 \text{ kN/m}^2$ ローム $1600 \sim 4200 \text{ kN/m}^2$	粘性土 $1600 \sim 5200 \text{ kN/m}^2$ 有機土 $2100 \sim 4800 \text{ kN/m}^2$	
追加砂の標準配合比	1 : 1 2 : 1 3 : 1 4 : 1 (掘削土：追加砂の体積比)		
固化材の配合量	150 kg/m^3 175 kg/m^3 200 kg/m^3 (200kg/m ³ を超えときは六価クロム試験) (掘削土と追加砂の体積に対する固化材の質量)		

8.材料

- (1)掘削土：砂質土、粘性土、ローム、有機質土
- (2)固化材：六価クロム対応型の特殊土用
- (3)追加砂：粒径は 20mm 以下、細粒分含有率は 20%以下

第2章 性能試験データ

2.1 基礎試験

SST 工法の性能を確立するために行なった基礎的試験および試験データを以下に示す。

2.1.1 コラム強度に関する実験データ

(1) コラム材料の実験

掘削土と固化材に、追加砂を混合した時の強度変化を供試体の一軸圧縮試験で確認する。

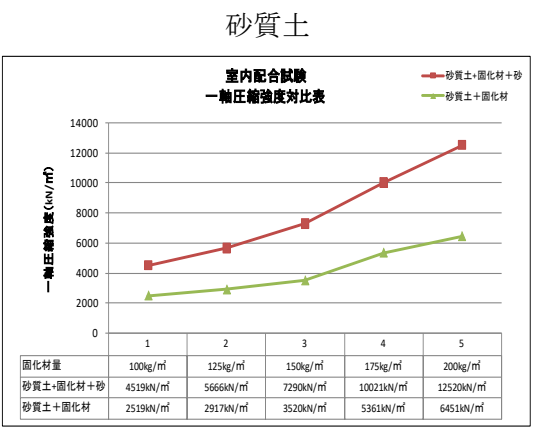


図 2.1.1 一軸圧縮強さと配合量の関係

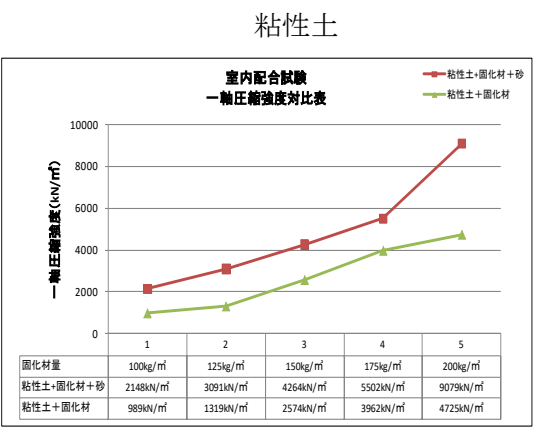


図 2.1.2 一軸圧縮強さと配合量の関係

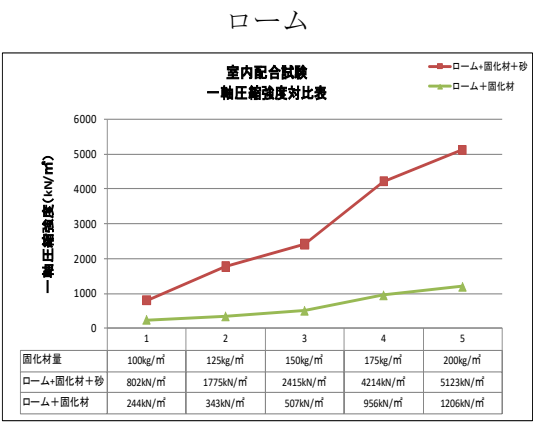


図 2.1.3 一軸圧縮強さと配合量の関係

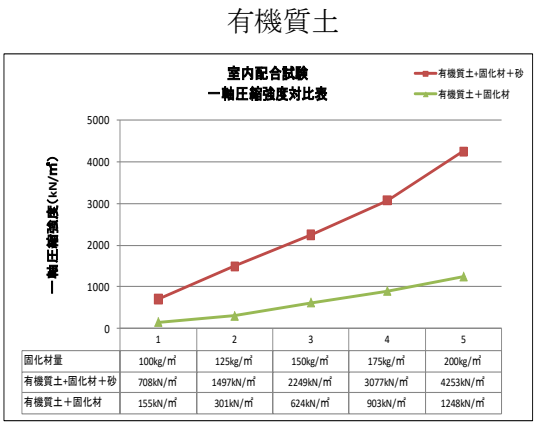


図 2.1.4 一軸圧縮強さと配合量の関係

以上のことから土質にかかわらず、追加砂を添加した場合は、添加しない場合に較べて大きな一軸圧縮強さとなることが確認された。実現場は複合土質であることが多いので、安全性を考慮してすべての適用土質に対して固化材の最小配合量を 150 kg/m^3 以上とし、また、六価クロムの溶出に対する安全性に対してはこれまでの実績を考慮して、固化材の最大配合量を 200 kg/m^3 と設定した。

(2) 配合量の実験

掘削土に配合する砂と固化材の配合量を変化させたときの、一軸圧縮強度の変化を確認する。

砂質土

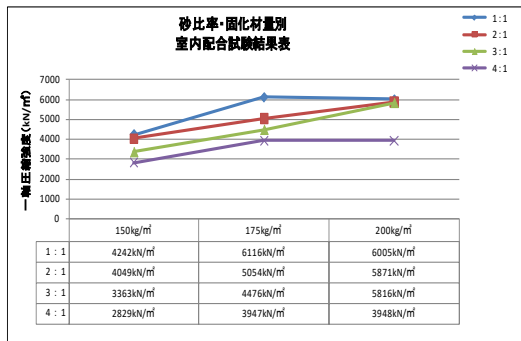


図 2.1.5 一軸圧縮強さと配合量の関係

粘性土

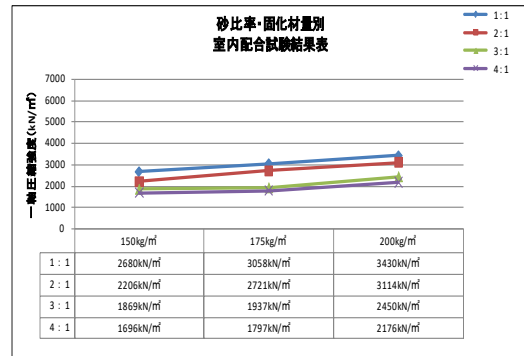


図 2.1.6 一軸圧縮強さと配合量の関係

ローム

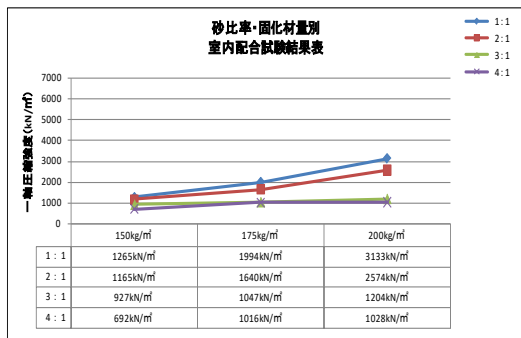


図 2.1.7 一軸圧縮強さと配合量の関係

有機質土

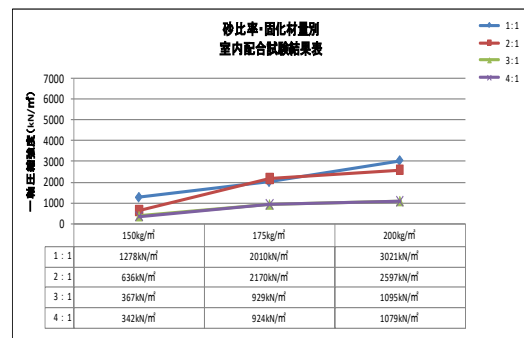


図 2.1.8 一軸圧縮強さと配合量の関係

以上のことから、コラムの一軸圧縮強さは、追加砂の添加量が多いほど、また、固化材の配合量が多いほど大きくなることが確認された。なお、本工法では一軸圧縮強さが 1300 kN/m^2 に満たない追加砂と固化材の配合量は採用しないものとする。また六価クロムの溶出に対する安全性を考慮して、固化材の最大配合量を 200 kg/m^3 と設定した。

(3) 単一土質および土質が異なる複合土質における強度変化を供試体の一軸圧縮試験で確認する。

A：砂質土 B：粘性土 C：ローム D：有機土

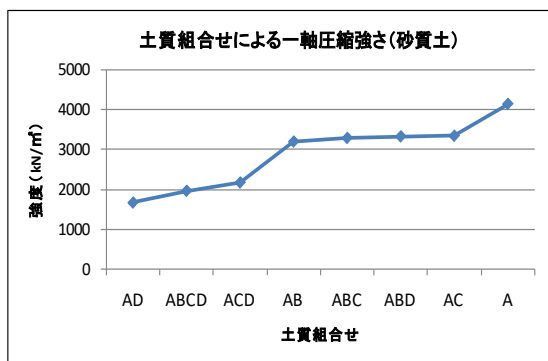


図 2.1.9 一軸圧縮強さ (砂質土)

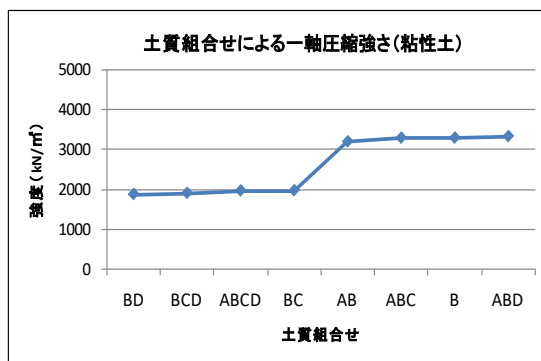


図 2.1.10 一軸圧縮強さ (粘性土)

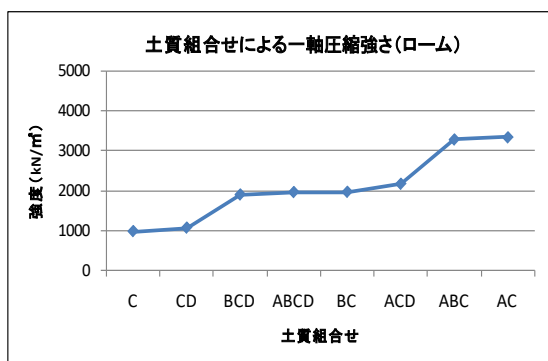


図 2.1.11 一軸圧縮強さ (ローム)

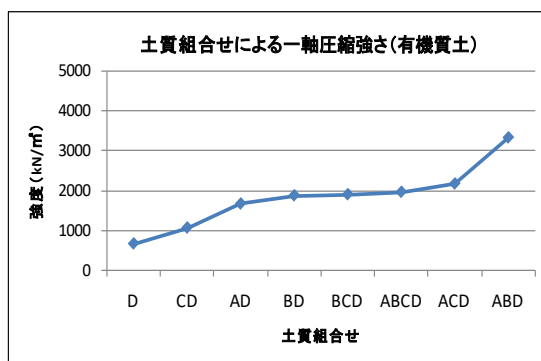


図 2.1.12 一軸圧縮強さ (有機質土)

以上のことから、各土質とも混合する土質によって圧縮強度が大きく変化することが確認された。また、ロームおよび有機土に関し、固化力が脆弱であることと、砂を加えることによって固化力が増すことが確認された。

(4) 材齢による強度変化

材齢による強度変化を供試体の一軸圧縮試験で確認する。

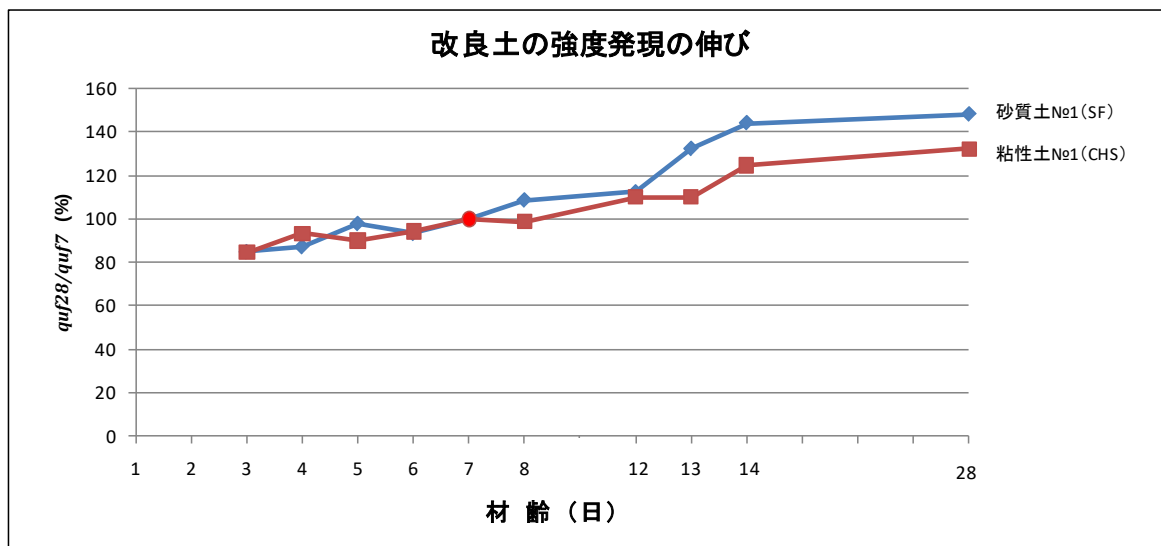


図 2.1.13 改良土の強度発現の伸び

独自に確認した材齢 7 日から材齢 28 日の強度発現の伸び率は、砂質土で 1.35、粘性土で 1.46、ロームで 1.32、有機質土で 1.42 であった。また、スラリー工法ではあるが、(財)日本建築センター指針「改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」に示されている材齢 7 日の一軸圧縮強さ q_{uf7} から材齢 28 日の一軸圧縮強さ q_{uf28} を推定する場合の平均値は下表 2.1 のとおりである。よって材齢 7 日の一軸圧縮強さで材齢 28 日の一軸圧縮強さを推定する場合の伸び率をすべての適用土質 1.3 と定めた。

表 2.1 建築センター指針が示す伸び率

土質	砂質土	粘性土	ローム	有機質土	高有機質土
$\alpha_2 (q_{uf28}/q_{uf7})$	2.03	1.45	1.31	1.31	1.73

(5) 添加水量による固化材の体積変化と強度変化を供試体の計測と一軸圧縮試験で確認する

1) 供試体の体積計測

供試体の作製状況を写真 2.1 に、材齢 7 日時点での供試体の状況を写真 2.2 に示す。



写真 2.1 供試体作製状況



写真 2.2 材齢 7 日時の供試体の状況

実験結果

計測結果を、表 2.2、2.3 および図 2.1.14、2.1.15 に示す。

表 2.3.13 材齢による質量変化 (g)

No.	材齢	1	2	3	4	5	6	7	14	高さ (mm)
1		207	204	201	199	197	195	195	194	56
2		223	219	214	208	205	200	200	196	64
3		231	227	218	210	206	200	200	196	68
4		265	256	244	232	223	212	207	201	77
5		297	275	262	246	236	224	216	206	86

表 2.3.14 一軸圧縮強さと一覧

一軸圧縮強さ 材齢 14 日 (kN/m ²)	(固化材比重 3.06g/cm ³)		
	体積 (cm ³)	乾燥質量 (g)	供試体密度 (g/cm ³)
16331	109.9	166.1	1.51
13209	125.6	168.8	1.34
8266	133.5	164.9	1.24
6852	151.1	167.2	1.11
5216	168.8	170.0	1.01

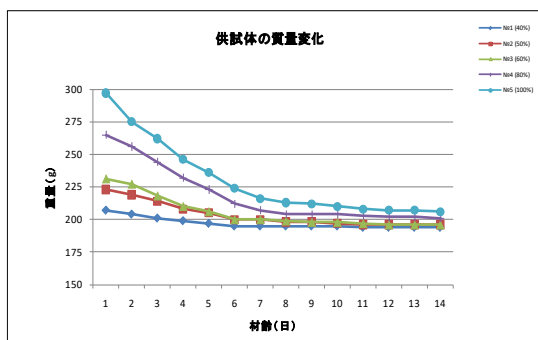


図 2.1.14 供試体質量の経時変化

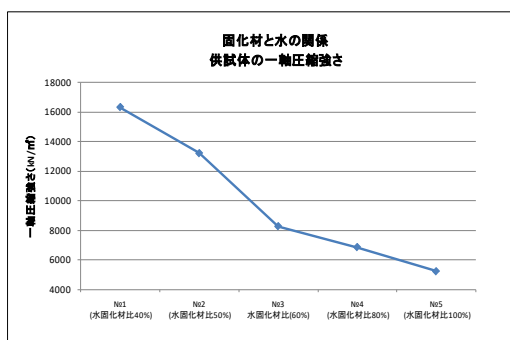


図 2.1.15 供試体の一軸圧縮強さ

供試体 No.1～5 の材齢 7 日の質量はほぼ等しいが、No.1 の体積を 1.00 とすると、他の供試体の体積は 1.14～1.53 となり、密度試験結果 1.01～1.51 でも、水の添加量が増加するほど供試体の体積は大きくなることが確認された。また、水固化材比が大きくなるほど、一軸圧縮強さが低下することが確認できた。このことは、水固化材比が大きくなるほど固結したスラリーの空隙が多くなることに起因するものと考えられる。

2) 水の適正配合量

水の配合量が起因する固化不足を確認する。

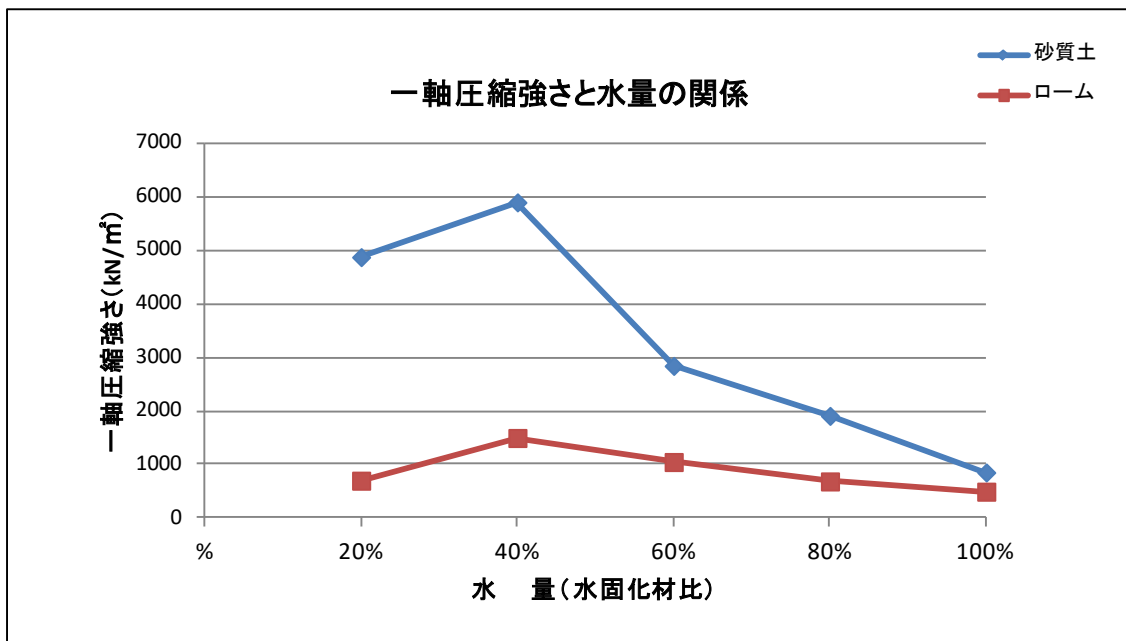


図 2.1.16 一軸圧縮強さと水固化材比の関係

以上のことから、改良土の圧縮強度は水固化材比に影響されることがと、40%の水量が最適であることが確認された。このことから、セメント系固化材を用いる場合は、配合水の管理が最も重要な課題の一つであることが判明した。

2.2 現場確認試験

2.2.1 現場一覧：実験を行った現場を表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 試験現場一覧表

現場 番号	工事名称	所在地	先端土質	周面土質	構造階高	要求支持力 (kN/本)
1	M 中山 6 丁目	千葉県船橋市本中山	砂質土	砂質土	RC5F	58
2	N 様店舗	東京都足立区千住	砂質土	砂質土	鉄骨 3F	31
3	A 加納マンション	東京都足立区東和	砂質土	砂質土	RC3F	70
4	H 坂田	千葉県君津市東阪田	砂質土	粘性土	RC4F	80
5	M 行徳	千葉県市川市南行徳	砂質土	砂質土	RC4F	54
6	a クラブ	茨城県牛久市牛久町	砂質土	粘性土	鉄骨平屋	87
7	H 大阪	大阪府東大阪市高井	砂質土	粘性土	RC4F	64
8	F 吉田	千葉県船橋市本中山	砂質土	粘性土	WRC4F	100
9	F 塗装	千葉県香取市南原地	砂質土	砂質土	鉄骨平屋	16
10	I 湊マンション	千葉県市川市湊	粘性土	砂質土	鉄骨 3F	64
11	T ライスセンター	千葉県香取郡多古町	粘性土	有機質土	鉄骨平屋	110
12	A 様マンション	東京都足立区扇	粘性土	粘性土	木造 2F	39
13	Y マンション	神奈川県横浜市南区睦町	粘性土	粘性土	木造 3F	49
14	A I-House	千葉県我孫子市緑	粘性土	粘性土	WRC3F	73
15	U 増井マンション	千葉県浦安市入船	粘性土	粘性土	WRC3F	50
16	T H-House	東京都北区豊島	粘性土	粘性土	WRC3F	60
17	U 様マンション	東京都新宿区北新宿	ローム	ローム	RC3F	111
18	P 武蔵小金井	東京都小平市御幸町	ローム	ローム	RC5F	93
19	市原第 1 試験場	千葉県市原市菊間東	有機質土	有機質土	—	24
20	市原第 1 試験場	千葉県市原市菊間東	有機質土	有機質土	—	18
21	市原第 1 試験場	千葉県市原市菊間西	粘性土	有機質土	—	58
22	市原第 2 試験場	千葉県市原市大厩 1 丁目	粘性土	粘性土	—	62
23	市原第 1 試験場	千葉県市原市菊間西	粘性土	有機質土	—	87
24	市原第 2 試験場	千葉県市原市大厩 1 丁目	粘性土	粘性土	—	72
25	市原第 2 試験場	千葉県市原市大厩 3 丁目	粘性土	粘性土	—	113
26	市原第 2 試験場	千葉県市原市大厩 3 丁目	粘性土	粘性土	—	83
27	K 倉庫新築工事	千葉県旭市井戸野	砂質土	砂質土	鉄骨平屋	150
28	T 本荘マンション	千葉県東金市家之子	砂質土	砂質土	鉄骨 2F	100
29	E 棟新築工事	埼玉県川口市安行原	粘性土	有機質土	木造 2F	78
30	N 試験打設	千葉県市原市能満	粘性土	ローム	—	102
31	S 試験打設	千葉県市原市下野	粘性土	ローム	—	100
32	O 試験打設	千葉県市原市大厩	粘性土	粘性土	—	92
33	M 試験打設	千葉県木更津市馬来田	砂質土	砂質土	—	45
34	M 試験打設	千葉県木更津市真里谷	砂質土	砂質土	—	64
35	M 試験打設	千葉県木更津市真里谷	砂質土	砂質土	—	71
36	K 試験打設	千葉県千葉市中央区川戸	粘性土	ローム	—	59
37	F 試験打設	千葉県千葉市緑区古市場	砂質土	ローム	—	150
38	K 試験打設	千葉県千葉市緑区鎌取	砂質土	ローム	—	150
39	コラム出来形確認№1	千葉県市原市大厩	有機質土	有機質土	—	—
40	コラム出来形確認№2	千葉県市原市菊間	有機質土	有機質土	—	—
41	O マンション	東京都大田区大森町	砂質土	砂質土	鉄骨 5F	150
42	G 倉庫	神奈川県横浜市南区	砂質土	砂質土	鉄骨平屋	61
43	T 試験打設	茨城県つくば市高野	砂質土	粘性土	—	70
44	T 工場	新潟県上越市額城区	粘性土	粘性土	鉄骨平屋	45
45	M 試験打設	茨城県守谷市野木崎	粘性土	ローム	—	60
46	つくば試験打設	茨城県つくば市向山	粘性土	ローム	—	57
47	J 棟新築工事	埼玉県川口市安行原	粘性土	有機質土	木造 2 階建	93
48	N マンション	東京都台東区谷中	砂質土	有機質土	鉄骨 3F	150
49	N 邸新築工事	東京都江東区森下町	粘性土	粘性土	鉄骨 2F	49

現場 番号	工事名称	所在地	先端土質	周面土質	構造階高	要求支持力 (kN/本)
50	市川市立 S 小学校	千葉県市川市	砂質土	砂質土	鉄骨 2F	58
51	K 川越店	埼玉県川越市	砂質土	砂質土	鉄骨 2F	70
52	門前仲町 1 丁目	東京都江東区	砂質土	砂質土	鉄骨 2F	61
53	H マンション	大阪府豊中市	砂質土	砂質土	RC4F	220
54	T フィルム加工福島	福島県岩瀬郡	砂質土	砂質土	発電機基礎	50
55	F さいたま中尾店	埼玉県さいたま市	粘性土	粘性土	鉄骨 1F	40
56	K 木曽川店	愛知県一宮市	砂質土	粘性土	鉄骨 1F	110
57	M 木曽川店	愛知県一宮市	砂質土	粘性土	鉄骨 1F	140
58	W 会	千葉県袖ヶ浦市	粘性土	粘性土	鉄骨 1F	90
59	千葉技術開発 C	千葉県市原市	砂質土	砂質土	鉄骨 1F	150
60	市原市有秋台東	千葉県市原市	粘性土	粘性土	擁壁	150
61	大阪イベント	大阪市淀川区	砂質土	砂質土	—	120
62	R ハイッ	千葉県八千代市	粘性土	粘性土	鉄骨 3F	100
63	T 緑が丘 II	千葉県八千代市	砂質土	粘性土	鉄骨 3F	86
64	O 神楽坂	東京都新宿区	粘性土	粘性土	RC7F	163
65	有料老人ホーム M	大阪市浪速区	粘性土	砂質土	鉄骨 3F	100
66	K 流山セントラルパーク店	千葉県流山市	粘性土	粘性土	鉄骨 1F	160
67	I 邸	東京都江戸川区	砂質土	砂質土	鉄骨 3F	50
68	医療福祉専門学校	岩手県一関市	砂質土	砂質土	鉄骨 3F	160
69	佐倉市寺崎店	千葉県佐倉市	粘性土	粘性土	鉄骨 1F	70
70	特別養護老人ホーム H	茨城県土浦市	粘性土	粘性土	鉄骨 1F	100
71	グランデュオ E	東京都渋谷区	粘性土	粘性土	WRC5F	110
72	ル・リオン高田馬場	東京都新宿区	砂質土	砂質土	RC6F	150
73	S 様ビル	東京都台東区	砂質土	粘性土	RC6F	180
74	M ビル	大阪府東大阪市	砂質土	粘性土	鉄骨 5F	130
75	S 保育園	千葉県船橋市	粘性土	粘性土	RC3F	180
76	S 倉社屋	千葉県山武郡芝山町	砂質土	砂質土	鉄骨 2F	180
1	A ライセンサー (φ 600)	千葉県山武郡横芝町	砂質土	砂質土	鉄骨 1F	150
2	K 寺集会所 (φ 600)	千葉県君津市	粘性土	粘性土	鉄骨 1F	110
3	φ 600 コラム出来形確認No1	千葉県市原市能満	ローム	ローム	—	—
4	φ 600 コラム出来形確認No2	千葉県市原市大厩	有機質土	有機質土	—	—
5	φ 600 コラム出来形確認No3	千葉県市原市	砂質土	砂質土	—	—

φ 700						
1	φ 700 コラム出来形確認	千葉県市原市大厩	有機質土	有機質土	—	—
2	φ 700 コラム出来形確認	千葉県市原市山倉	粘性土	粘性土	—	—
3	φ 700 コラム出来形確認	千葉県木更津市	砂質土	砂質土	—	—
4	φ 700 コラム出来形確認	千葉県市原市能満	ローム	ローム	—	—
5	φ 700 コラム出来形確認	千葉県四街道市	粘性土	粘性土	—	—

2.2.2 実験項目

性能を確認するために行った実験項目を表 2.2.2 に示す。

表 2.2.2 実験項目

現場 番号	一軸圧縮強度試験及びコア採取率			載荷試験	出来形試験
	室内供試体強度試験	モールド供試体強度試験	抜き取りコア強度試験 及びコア採取率	杭の押し込み試験	掘出し試験
1		○		○	
2		○		○	
3		○		○	
4		○		○	
5		○		○	
6		○		○	
7		○		○	
8		○		○	
9		○		○	
10		○		○	
11		○	○	○	
12		○		○	
13		○		○	
14		○		○	
15		○		○	
16		○		○	
17		○		○	
18		○		○	
19	○	○	○	○	○
20	○	○	○	○	○
21			○		○
22			○		○
23			○		○
24	○	○	○		
25	○	○	○		
26	○	○	○		
27		○	○		
28		○	○		
29		○	○		
30		○	○		
31		○	○		
32		○	○		
33	○	○	○		
34	○	○	○		○
35	○	○	○		
36	○	○	○		○
37	○	○	○		○
38	○	○	○		
39					
40					○
41	○	○	○		
42		○	○		
43		○	○		
44		○	○		
45	○	○	○		
46		○	○		
47	○	○	○		
48		○	○		
49		○		○	

現場 番号	一軸圧縮強度試験及びコア採取率			載荷試験	出来形試験
	室内供試体強度試験	モールド供試体強度試験	抜き取りコア強度試験 及びコア採取率	杭の押し込み試験	掘出し試験
50				○	
51				○	
52				○	
53				○	
54				○	
55				○	
56				○	
57				○	
58				○	
59				○	
60				○	
61				○	
62				○	
63				○	
64				○	
65				○	
66				○	
67				○	
68				○	
69				○	
70				○	
71				○	
72				○	
73				○	
74				○	
1	○	○	○		
2	○	○	○		
3	○	○	○		
4	○	○	○		
5					○

2.2.3 地盤条件

実験を行った現場の地盤調査の柱状図を図 2.2.1～2.2.8 に示す。

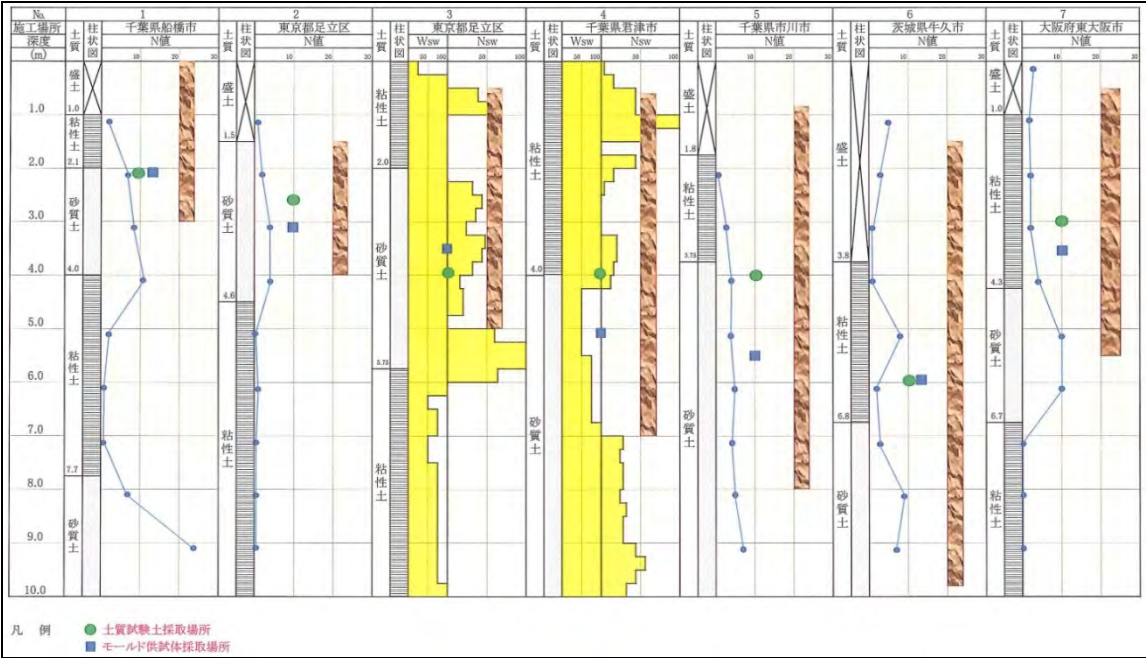


図 2.2.1 柱状図 現場番号 1～7

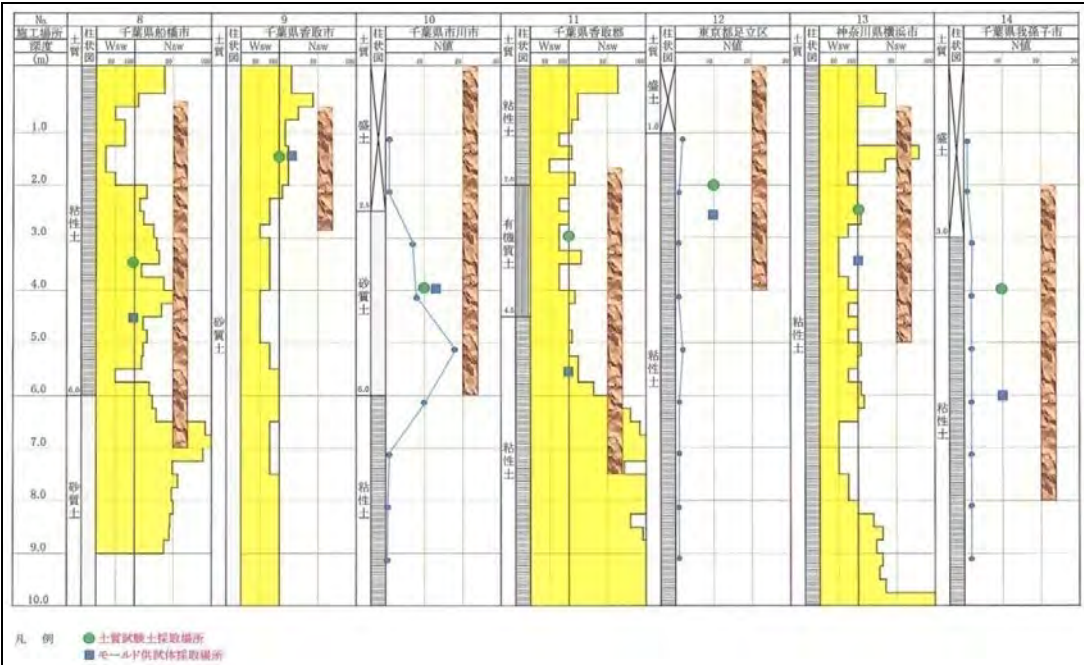


図 2.2.2 柱状図 現場番号 8～14

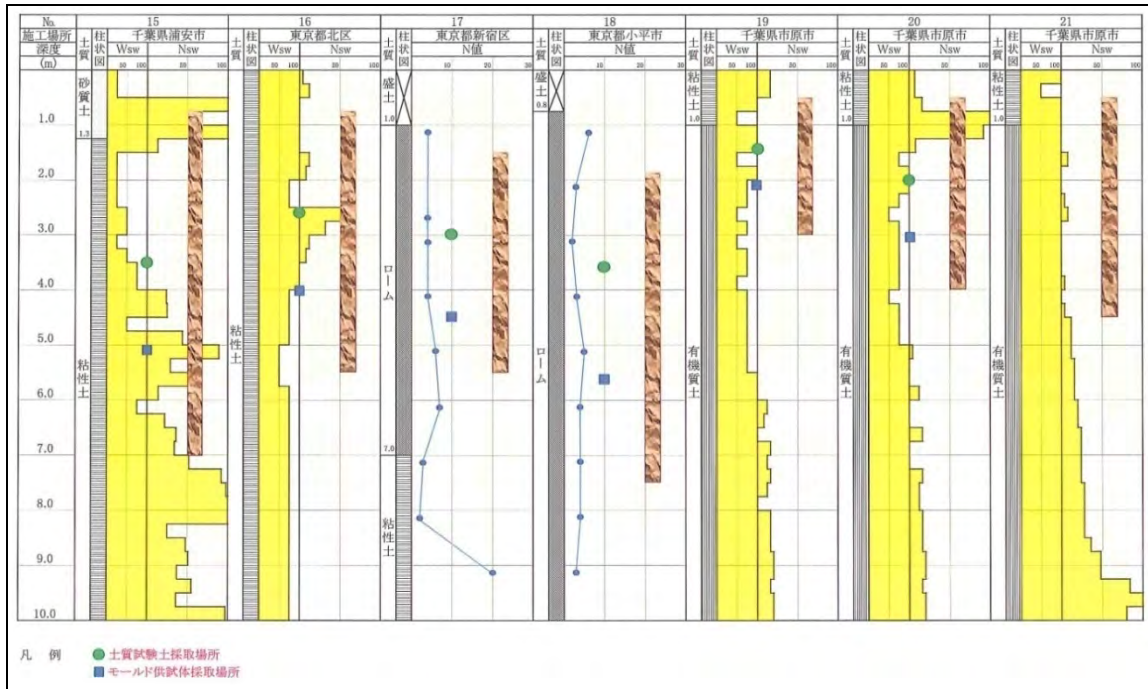


図 2.2.3 柱状図 現場番号 15～21

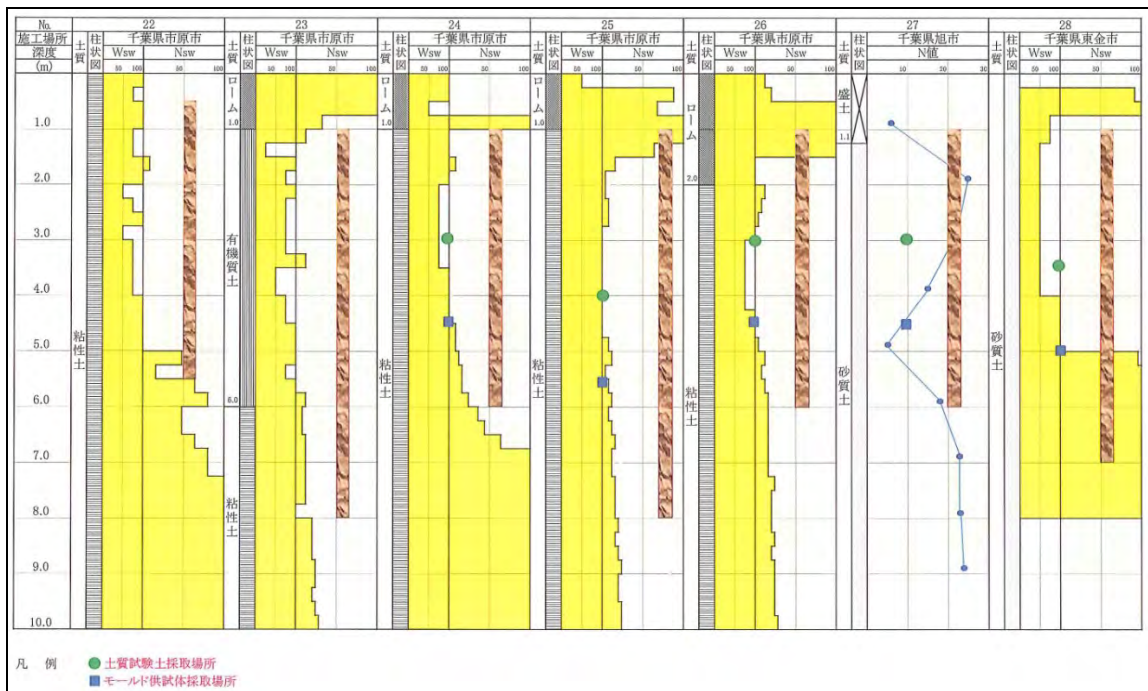


図 2.2.4 柱状図 現場番号 22～28

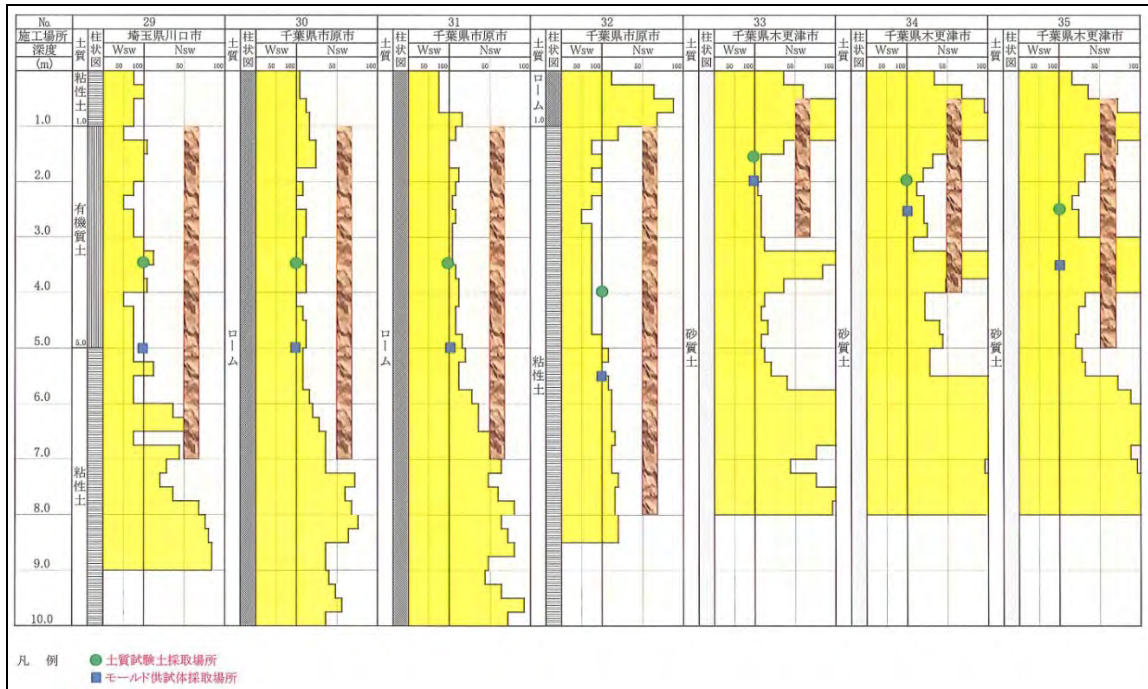


図 2.2.5 柱状図 現場番号 29～35

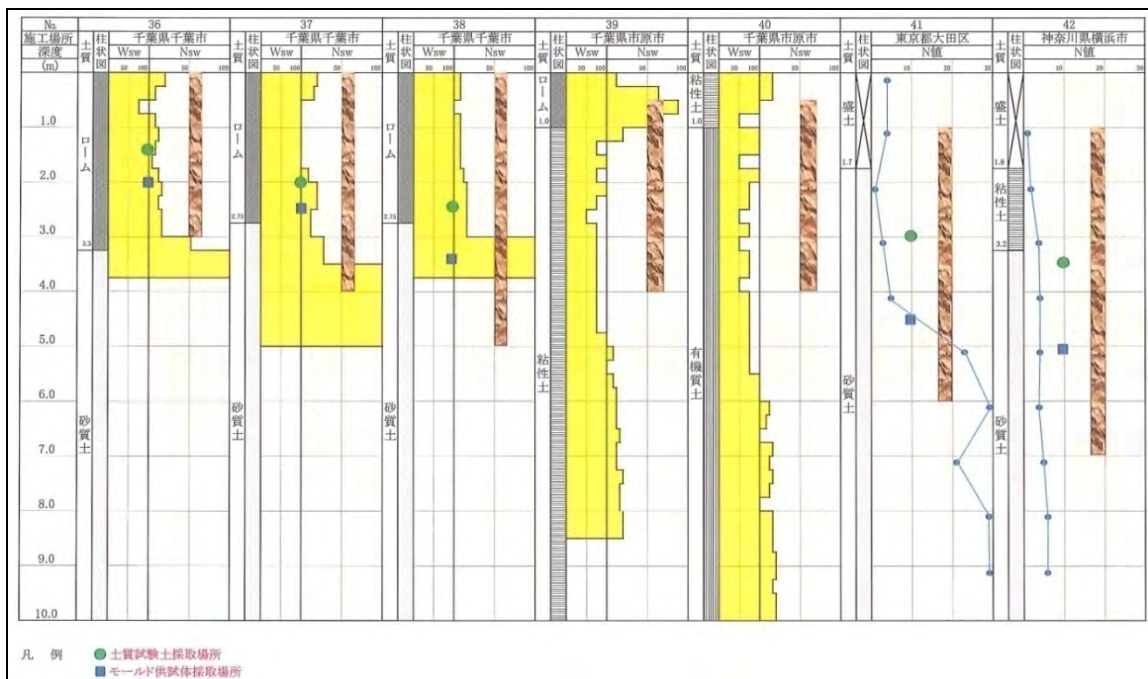


図 2.2.6 柱状図 現場番号 36～42

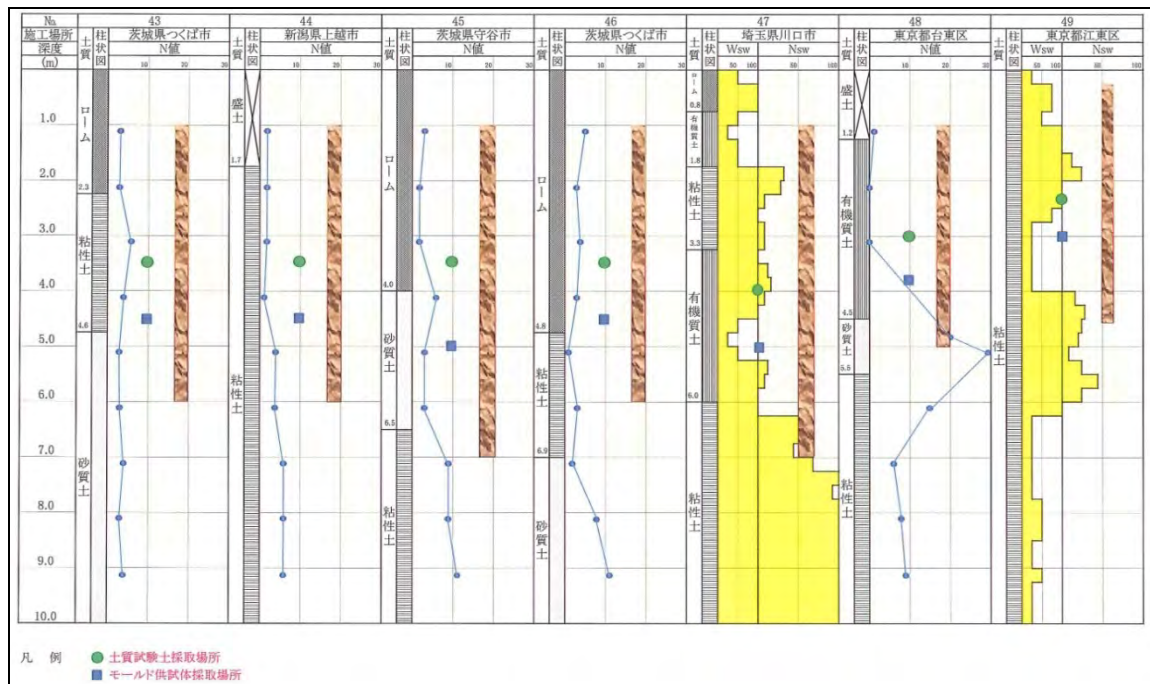


図 2.2.7 柱状図 現場番号 43～49

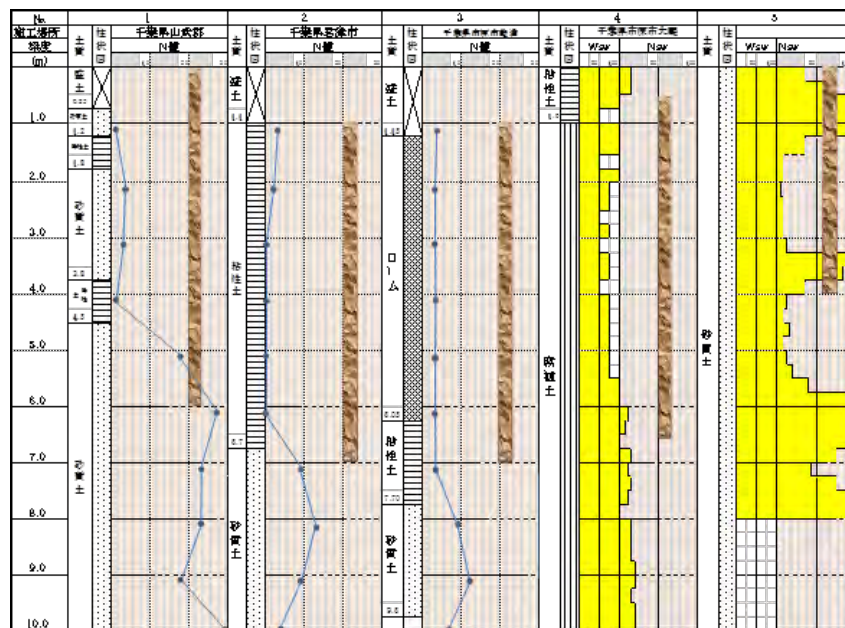


図 2.2.8 柱状図 現場番号 1～5

註) ■ はモールドコアの採取位置を示し ● は土質試験土の採取位置を示す。

2.3 実験結果

性能確認のために行なった実験結果を、以下に示す。

2.3.1 室内供試体の一軸圧縮強さと変動係数

モールド供試体の一軸圧縮強さと、抜き取りコアの一軸圧縮強さの相関関係を確認するために、現場で混合した掘削土で実践した室内供試体の一軸圧縮強さと標準偏差および変動係数を、表 2.3.1、表 2.3.2 に示す。

表 2.3.1 室内供試体の試験結果 (1)

(材齢 28 日)

現場番号	土 質	設計基準強度 kN/m ²	一軸圧縮強さ kN/m ²	平均強度 kN/m ²	標準偏差	変動係数
33	砂質土	700	4817 5747 5759	5441	441	0.08
34	砂質土	1000	6014 4752 7414	6060	1087	0.18
35	砂質土	1100	4939 3744 6433	5039	1100	0.22
41	砂質土	2300	6664 5103 4999	5589	762	0.14
24	粘性土	1200	2299 4033 2958	3097	715	0.23
25	粘性土	1800	4785 3012 2536	3444	968	0.28
26	粘性土	1300	2232 3041 2551	2608	333	0.13
36	ローム	1000	3071 2777 2971	2940	122	0.04
37	ローム	2300	3202 3288 3412	3301	86	0.03
38	ローム	2300	3800 3736 4511	4016	351	0.09
45	ローム	1000	2787 1711 2456	2318	450	0.19
19	有機質土	500	3666 2981 2143	2930	623	0.21
20	有機質土	900	3213 3874 4279	3789	439	0.12
47	有機質土	1500	2168 2798 3903	2956	717	0.24

表 2.3.2 室内供試体の試験結果 (2) φ 600mm コラム

現場番号	土 質	設計基準強度 kN/m ²	一軸圧縮強さ kN/m ²	平均強度 kN/m ²	標準偏差	変動係数
1	砂質土	2300	5923 5325 4994	5414	384	0.07
2	粘性土	1700	3520 4281 2358	3386	791	0.23
3	ローム	2400	3765 4230 4280	4092	232	0.06
4	有機質土	2400	3368 4049 4960	4126	652	0.16

2.3.2 モールド供試体の強度と変動係数

築造したコラムの長さを3等分した下部区分の最上部の深度から採取したモールド供試体について、一軸圧縮強さの平均値と変動係数を表 2.3.3～2.3.6 に示す。

表 2.3.3 モールド供試体の試験結果(1)

(材齢 28 日)

現場番号	土 質	設計基準強度 kN/m ²	一軸圧縮強さ kN/m ²	平均強度 kN/m ²	標準偏差	変動係数
1	砂質土	900	4525 4965 3446	4312	638	0.15
2	砂質土	500	2140 2375 2302	2272	98	0.04
3	砂質土	1100	5694 6688 6801	6394	497	0.08
5	砂質土	900	5905 5831 6591	6109	342	0.06
9	砂質土	300	2114 3444 2865	2808	544	0.19
10	砂質土	1000	6569 5947 6649	6388	314	0.05
27	砂質土	2300	6945 4166 6378	5830	1199	0.21
28	砂質土	1600	9573 6045 6931	7516	1499	0.20
33	砂質土	700	5338 4789 4829	4985	250	0.05
34	砂質土	1000	6978 5462 6812	6417	679	0.11
35	砂質土	1100	4772 3821 5312	4635	616	0.13
41	砂質土	2300	4555 6102 5385	5347	632	0.12
42	砂質土	1000	5132 6888 4703	5574	945	0.17

表 2.3.4 モールド供試体の試験結果(2)

(材齢 28 日)

現場番号	土 質	設計基準強度 kN/m ²	一軸圧縮強さ kN/m ²	平均強度 kN/m ²	標準偏差	変動係数
4	粘性土	1300	4718 4654 3926	4433	359	0.08
6	粘性土	1400	6226 8142 7884	7417	849	0.11
7	粘性土	1000	4639 5066 4015	4573	432	0.09
8	粘性土	1700	3416 2767 3561	3248	345	0.11
12	粘性土	600	3674 4350 3969	3998	277	0.07
13	粘性土	800	3409 3564 3880	3618	196	0.05
14	粘性土	1200	5095 5357 5599	5350	206	0.04
15	粘性土	1100	6853 6833 7616	7101	364	0.05
16	粘性土	1000	4597 5609 4096	4767	629	0.13
24	粘性土	1200	2971 4253 2302	3175	809	0.25
25	粘性土	1800	2991 2167 4022	3060	759	0.25
26	粘性土	1300	2038 2866 2607	2504	346	0.14
32	粘性土	1200	1318 1163 1201	1227	66	0.05
43	粘性土	1100	2486 3539 4885	3637	982	0.27
44	粘性土	700	3112 3637 5009	3919	800	0.20
49	粘性土	800	7105 8473 7984	7854	566	0.07

表 2.3.5 モールド供試体の試験結果(3)

(材齢 28 日)

現場番号	土 質	設計基準強度 kN/m ²	一軸圧縮強さ kN/m ²	平均強度 kN/m ²	標準偏差	変動係数
17	ローム	1700	5719 5651 5911	5760	110	0.02
18	ローム	1500	4312 5575 4461	4783	564	0.12
30	ローム	1600	3239 4003 4847	4030	657	0.16
37	ローム	2300	2855 4240 3059	3385	611	0.18
38	ローム	2300	4133 3859 4183	4058	142	0.04
45	ローム	1000	2006 3111 1927	2348	540	0.23
46	ローム	900	1739 2221 1541	1834	286	0.16
11	有機質土	1900	4299 3800 3982	4027	206	0.05
19	有機質土	500	2333 3871 2702	2969	656	0.22
20	有機質土	900	2940 3247 3649	3279	290	0.09
29	有機質土	1200	1100 1155 1649	1301	247	0.19
47	有機質土	1500	3812 2117 2499	2809	726	0.26
48	有機質土	2300	2333 3777 2502	2871	645	0.22

表 2.3.6 モールド供試体の試験結果(4) φ 600mm コラム

現場番号	土 質	設計基準強度 kN/m ²	一軸圧縮強さ kN/m ²	平均強度 kN/m ²	標準偏差	変動係数
1	砂質土	2300	5389 4620 6098	5369	604	0.11
2	粘性土	1700	2232 3980 2995	3069	716	0.23
3	ローム	2400	4038 4112 3920	4023	79	0.02
4	有機質土	2400	3548 5243 4031	4274	713	0.17

2.3.3 抜き取りコアの強度と変動係数

コラムの鉛直方向から採取したコアの一軸圧縮強さと変動係数を表 2.3.7 に示す。

表 2.3.7 実験結果の概要

(材齢 28 日)

現場 番号	実験場所	主たる 土 質	コラム仕様		設計基 準強度 F_c (k N/m ²)	コア採取率		コアの一軸圧縮強さ			
			設計径 (mm)	改良長 (m)		全長 (%)	m単位 (%) 最小値	数 n	平均値 quf (kN/m ²)	標準偏差 σ (kN/m ²)	変動係数 V_{quf} (kN/m ²)
27	千葉県旭市井戸野	砂質土	500	5.00	2300	99.0	97.0	25	6053	1829	0.30
28	千葉県東金市家之子	砂質土	500	6.00	1600	98.7	97.0	25	9280	2122	0.23
33	千葉県木更津市馬来田	砂質土	500	2.00	700	99.6	98.0	25	7001	1736	0.25
34	千葉県木更津市真里谷	砂質土	500	3.00	1000	99.0	96.0	25	7371	1546	0.21
35	千葉県木更津市真里谷	砂質土	500	4.00	1100	98.2	97.0	25	6282	1855	0.30
41	東京都大田区大森町	砂質土	500	5.00	2300	99.4	98.0	25	8667	2362	0.27
42	神奈川県横浜市南区	砂質土	500	6.00	1000	99.0	96.0	25	8909	2116	0.24
22	千葉県市原市大厩 1 丁目	粘性土	500	4.00	1000	100	100	25	4428	1372	0.31
24	千葉県市原市大厩 1 丁目	粘性土	500	5.00	1200	98.2	96.0	25	3605	1044	0.29
25	千葉県市原市大厩 3 丁目	粘性土	500	7.00	1800	97.4	95.0	28	5006	1269	0.25
26	千葉県市原市大厩 3 丁目	粘性土	500	5.00	1300	97.8	95.0	25	3284	746	0.23
32	千葉県市原市姉ヶ崎	粘性土	500	7.00	1200	98.7	95.2	28	1672	281	0.17
43	茨城県つくば市高野	粘性土	500	5.00	1100	98.8	97.0	25	4117	1227	0.30
44	新潟県上越市頸城区	粘性土	500	5.00	800	98.4	98.0	25	4831	1405	0.29
30	千葉県市原市能満	ローム	500	6.00	1600	98.5	96.0	25	6054	1390	0.23
31	千葉県市原市下野	ローム	500	6.00	1600	98.0	92.0	25	5933	1261	0.21
36	千葉県千葉市中央区	ローム	500	2.00	1000	99.6	98.0	25	4103	1239	0.30
37	千葉県千葉市中央区	ローム	500	3.00	2300	99.6	99.0	25	3845	876	0.23
38	千葉県千葉市緑区	ローム	500	4.00	2300	97.0	94.0	25	4927	1408	0.29
45	茨城県守谷市野木崎	ローム	500	6.00	1000	99.5	98.0	25	3271	1025	0.31
46	茨城県つくば市向山	ローム	500	5.00	900	99.2	98.0	25	2870	840	0.29
11	千葉県香取郡多古町	有機質土	500	5.00	1900	98.0	96.0	25	6330	1947	0.31
19	千葉県市原市菊間東	有機質土	500	2.00	500	98.6	98.0	25	3816	1065	0.28
20	千葉県市原市菊間東	有機質土	500	3.00	900	97.8	91.0	25	5339	1215	0.23
21	千葉県市原市菊間西	有機質土	500	3.00	900	99.3	97.0	25	4691	960	0.21
23	千葉県市原市菊間西	有機質土	500	6.00	1400	98.8	93.0	25	3294	719	0.22
29	埼玉県川口市安行原	有機質土	500	6.00	1300	95.2	93.0	25	1953	432	0.22
47	埼玉県川口市安行原	有機質土	500	6.00	1500	99.7	98.0	25	4643	1365	0.29
48	東京都台東区谷中	有機質土	500	4.00	2300	98.5	98.0	25	3948	972	0.25
1	千葉県山武郡横芝町	砂質土	600	6.00	2300	97.5	95.0	30	13236	2191	0.17
2	千葉県君津市大和田	粘性土	600	6.00	1700	98.7	95.0	25	8405	307	0.04
3	千葉県市原市能満	ローム	600	6.00	2400	100	100	30	5964	1027	0.17
4	千葉県市原市大厩	有機質土	600	6.00	2400	100	100	30	7463	1143	0.15

2.3.4 コアの採取率

コラムの鉛直方向全体から抜取ったコアの採取率を土質毎にまとめたものを表 2.3.8 および図 2.3.1～2.3.4 に示す。

表 2.3.8 抜き取りコア採取率

土質	全長コア採取率 (%)		1m 当たりコア採取率 (%)	
	平均値	最小値	平均値	最小値
砂質土	99.0	98.2	98.9	96.0
粘性土	98.5	97.4	98.4	95.0
ローム	98.8	97.0	98.8	92.0
有機質土	98.2	95.2	98.2	91.0

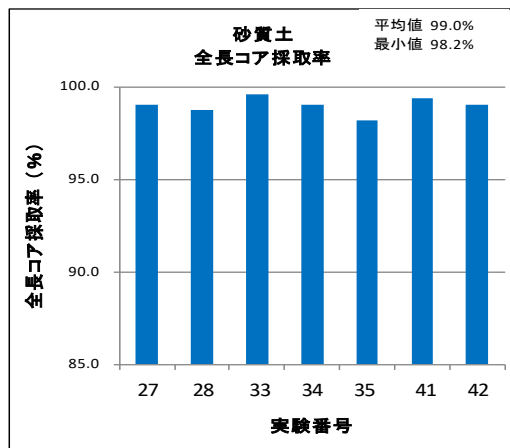


図 2.3.1 全長コア採取率 1

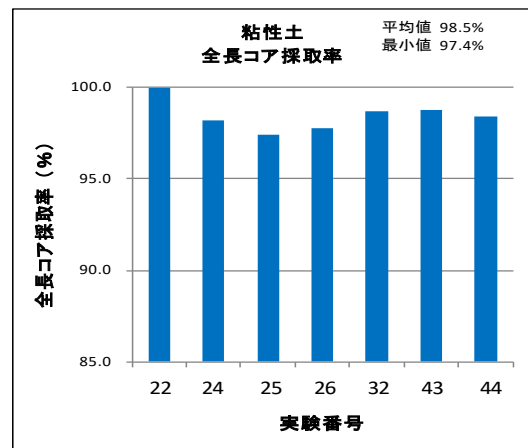


図 2.3.2 全長コア採取率 2

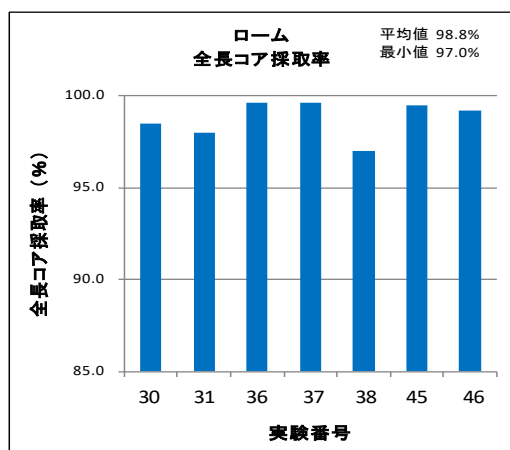


図 2.3.3 全長コア採取率 3

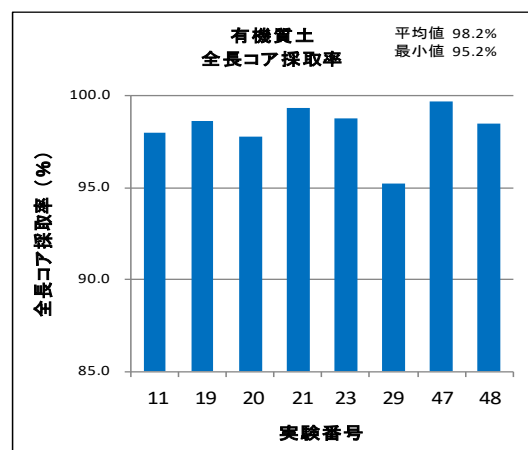


図 2.3.4 全長コア採取率 4

*コア採取率の詳細データを土質ごとに、表 2.3.9～表 2.3.11 に示す。

表 2.3.9 コア採取率一覧 1

現場 番号	改良長 (mm)	採取長 (mm)	コア全長 採取率	コ ア 採 取 率 デ ー タ (砂質土)									
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m			
27	6000	5000	99.0%	土 質	粘性土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土			
				採取率	切断部	97%	98%	100%	100%	100%			
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m		
28	7000	6000	98.7%	土 質	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土		
				採取率	切断部	100%	97%	97%	100%	98%	100%		
				深 度	1m	2m	2m	2m	3m	3m			
33	3000	2000	99.6%	土 質	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土		
				採取率	切断部	100%	98%	100%	100%	100%			
				深 度	1m	2m	2m	3m	4m				
34	4000	3000	99.0%	土 質	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土				
				採取率	切断部	96%	100%	100%	100%				
				深 度	1m	2m	2m	3m	4m	5m			
35	5000	4000	98.2%	土 質	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	粘性土			
				採取率	切断部	100%	98%	98%	97%	98%			
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m			
41	6000	5000	99.4%	土 質	粘性土	粘性土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土			
				採取率	切断部	100%	100%	98%	99%	100%			
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m		
42	7000	6000	99.0%	土 質	粘性土	粘性土	粘性土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土		
				採取率	切断部	100%	98%	100%	100%	100%	96%		
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m		
現場 番号	改良長 (mm)	採取長 (mm)	コア全長 採取率	コ ア 採 取 率 デ ー タ (粘性土)									
				深 度	1m	2m	2m	3m	4m	5m			
22	5000	4000	100%	土 質	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土			
				採取率	切断部	100%	100%	100%	100%	100%			
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m			
24	6000	5000	98.2%	土 質	ローム	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土			
				採取率	切断部	100%	98%	100%	96%	97%			
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	
25	8000	7000	97.4%	土 質	ローム	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土
				採取率	切断部	100%	97%	99%	100%	96%	95%	95%	
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m			
26	6000	5000	97.8%	土 質	ローム	ローム	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土			
				採取率	切断部	100%	96%	100%	98%	95%			
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	
32	8000	7000	98.7%	土 質	ローム	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土
				採取率	切断部	100%	95%	98%	98%	100%	100%	100%	
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m			
43	6000	5000	98.8%	土 質	ローム	ローム	粘性土	粘性土	粘性土	砂質土			
				採取率	切断部	100%	100%	97%	99%	98%			
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m			
44	6000	5000	98.4%	土 質	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土			
				採取率	切断部	98%	100%	98%	98%	98%			
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m			

表 2.3.10 コア採取率一覧 2

現場 番号	改良長 (mm)	採取長 (mm)	コア全長 採取率	コ ア 採 取 率 デ ー タ (ローム)							
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m
30	7000	6000	98.5%	土 質	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム
				採取率	切断部	100%	96%	100%	100%	97%	98%
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m
31	7000	6000	98.0%	土 質	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム
				採取率	切断部	100%	100%	96%	92%	100%	100%
				深 度	1m	2m	2m	3m	3m	3m	
36	3000	2000	99.6%	土 質	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム	
				採取率	切断部	100%	98%	100%	100%	100%	
				深 度	1m	2m	2m	3m	3m	4m	
37	4000	3000	99.6%	土 質	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム	砂質土	
				採取率	切断部	100%	100%	100%	99%		
				深 度	1m	2m	2m	3m	4m	5m	
38	5000	4000	97.0%	土 質	ローム	ローム	ローム	ローム	砂質土	砂質土	
				採取率	切断部	97%	98%	98%	94%	98%	
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m
45	7000	6000	99.5%	土 質	ローム	ローム	ローム	ローム	砂質土	砂質土	粘性土
				採取率	切断部	99%	100%	100%	98%	100%	100%
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	
46	6000	5000	99.2%	土 質	ローム	ローム	ローム	ローム	ローム	粘性土	
				採取率	切断部	100%	100%	98%	98%	100%	
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	

現場 番号	改良長 (mm)	採取長 (mm)	コア全長 採取率	コ ア 採 取 率 デ ー タ (有機質土)							
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	
11	6000	5000	98.0%	土 質	粘性土	粘性土	有機質土	有機質土	有機質土	粘性土	
				採取率	切断部	96%	100%	98%	96%	100%	
				深 度	1m	2m	2m	2m	3m	3m	
19	3000	2000	98.6%	土 質	粘性土	有機質土	有機質土	有機質土	有機質土	有機質土	
				採取率	切断部	98%	99%	98%	98%	100%	
				深 度	1m	2m	2m	3m	4m		
20	4000	3000	97.8%	土 質	粘性土	有機質土	有機質土	有機質土	有機質土		
				採取率	切断部	91%	100%	100%	100%		
				深 度	1m	2m	2m	3m	4m		
21	4000	3000	99.3%	土 質	粘性土	有機質土	有機質土	有機質土	有機質土		
				採取率	切断部	97%	100%	100%	100%		
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m
23	7000	6000	98.8%	土 質	ローム	有機質土	有機質土	有機質土	有機質土	有機質土	粘性土
				採取率	切断部	100%	100%	100%	100%	93%	100%
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m
29	7000	6000	95.2%	土 質	粘性土	有機質土	有機質土	有機質土	有機質土	粘性土	粘性土
				採取率	切断部	96%	94%	94%	94%	93%	100%
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m
47	7000	6000	99.7%	土 質	ローム	有機質土	粘性土	有機質土	有機質土	有機質土	粘性土
				採取率	切断部	100%	100%	100%	98%	100%	100%
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m		
48	5000	4000	98.5%	土 質	粘性土	有機質土	有機質土	有機質土	有機質土		
				採取率	切断部	98%	100%	98%	98%		
				深 度	1m	2m	3m	4m	5m		

表 2.3.11 コア採取率一覧 3 (φ 600mm コラム)

現場 番号	改良長 (mm)	採取長 (mm)	コア全長 採取率	コ ア 採 取 率 デ ー タ (砂質土)							
1	6000	5850	97.5%	深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	
				土 質	砂質土	粘性土	砂質土	砂質土	砂質土	砂質土	
				採取率	90%	100%	100%	100%	95%	100%	

現場 番号	改良長 (mm)	採取長 (mm)	コア全長 採取率	コ ア 採 取 率 デ ー タ (粘性土)							
2	6000	6000	98.7%	深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m
				土 質		粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土	粘性土
				採取率	※切断部	100%	100%	100%	97%	100%	95%

現場 番号	改良長 (mm)	採取長 (mm)	コア全長 採取率	コ ア 採 取 率 デ ー タ (ローム)							
3	6000	6000	100.0%	深 度	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m
				土 質		ローム	ローム	ローム	ローム	ローム	粘性土
				採取率	※切断部	100%	100%	100%	100%	100%	100%

現場 番号	改良長 (mm)	採取長 (mm)	コア全長 採取率	コ ア 採 取 率 デ ー タ (腐植土)							
4	6000	6000	100.0%	深 度	0.6m	1.6m	2.6m	3.6m	4.6m	5.6m	6.6m
				土 質		腐植土	腐植土	腐植土	腐植土	腐植土	腐植土
				採取率	※切断部	100%	100%	100%	100%	100%	100%

2.3.5 設計基準強度

試験結果から建築センター指針に示されている『許容応力度法』に基づく現場強度による設計基準強度の計算値 F_{cf} を式(3.1)から求め、設計基準強度 F_c と比較した。ただし、 F_{cf} の信頼性を考慮してコアの数は 25 個以上とした。

$$F_{cf} = (1 - 1.3 V_{quf}) \cdot quf$$

ここに、

F_{cf} : 現場強度による計算設計基準強度(k N/m²)

F_c : 設計基準強度(k N/m²)

V_{quf} : 抜き取りコアの変動係数

quf : 現場平均一軸圧縮強さ(k N/m²)

計算設計基準強度 F_{cf} と設計基準強度 F_c との関係を図 2.3.5 に示す。計算設計基準強度 F_{cf} が、設計基準強度 F_c をすべて上回っていることが確認された。

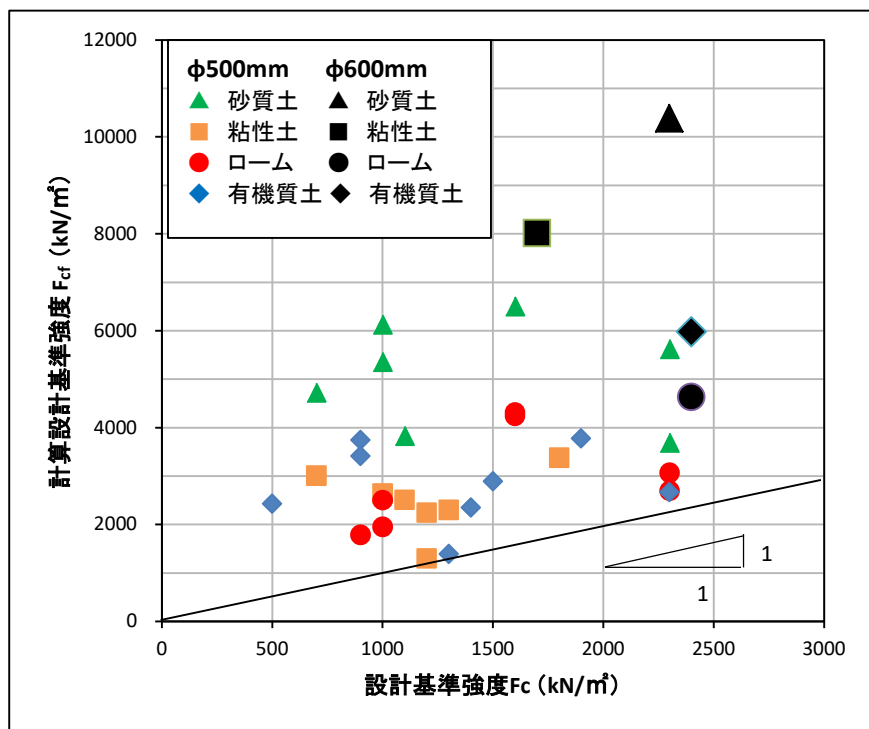


図 2.3.5 計算設計基準強度 F_{cf} と設計基準強度 F_c の関係

計算設計基準強度 F_{cf} が、設計基準強度 F_c をすべて上回っていることが確認された。

2.3.6 コア強度相互の相関関係

(1)室内供試体とモールド供試体の強度比較

施工現場から採取した試料土で作製した室内供試体と、打設したコラムから採取した改良土で作製したモールド供試体の一軸圧縮強さを材齢 28 日で比較した結果を表 2.3.12 と図 2.3.6 に示す。

表 2.3.12 室内供試体とモールド供試体の一軸圧縮強さの比較

固化材 kg/m ³	設計基準強度 kN/m ²	室内供試体強度 kN/m ²	モールド供試体 kN/m ²	強度比
175	500	2930	2969	1:1.01
200	900	3789	3279	1:0.86
150	1200	3097	3175	1:0.97
200	1800	3444	3060	1:0.88
200	1300	2608	2504	1:1.04
200	700	5441	4985	1:0.91
200	1000	6060	6417	1:1.06
200	1100	5039	4635	1:0.92
200	1000	2940	2843	1:0.96
175	2300	3301	3385	1:1.02
200	2300	4016	4058	1:1.01
175	2300	5589	5347	1:0.96
200	1000	2318	2348	1:1.01
200	1500	2956	2809	1:0.95

φ 600mm

固化材 kg/m ³	設計基準強度 kN/m ²	室内供試体強度 kN/m ²	モールド供試体 kN/m ²	強度比
175	2300	5414	5369	1:0.99
200	1700	3386	3069	1:0.91
200	2400	4076	4023	1:0.97
200	2400	4240	4274	1:1.01

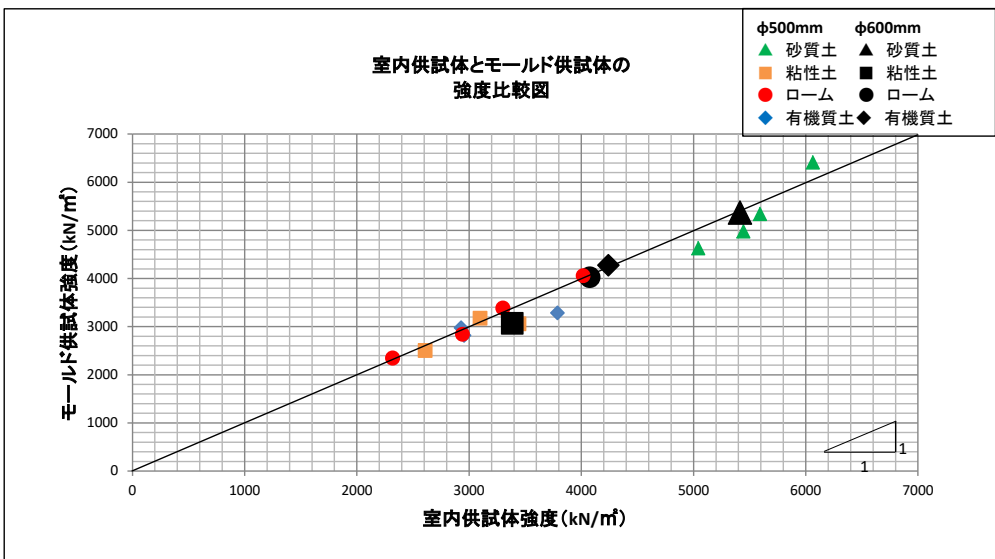


図 2.3.6 室内供試体とモールド供試体の一軸圧縮強さの比較

モールド供試体の一軸圧縮強さは、室内供試体の一軸圧縮強さとほぼ等しい。

(2)室内供試体と抜き取りコアの一軸圧縮強さの比較

材齢 28 日の室内供試体と抜き取りコアとの一軸圧縮強さの比較を表 2.3.13 および図 2.3.7 に示す。

表 2.3.13 室内供試体と抜き取りコアの一軸圧縮強さの比較

現場 番号	土質	砂：土	固化材 kg/m ³	設計基準強度 kN/m ²	室内供試体強度 kN/m ²	抜き取りコア強度 kN/m ²	強度比
19	有機質土	1:1	175	500	2930	3816	1:1.30
20	有機質土	1:1	200	900	3789	5339	1:1.41
24	粘性土	1:1	150	1200	3097	3605	1:1.16
25	粘性土	1:1	200	1800	3444	5006	1:1.45
26	粘性土	1:1	200	1300	2608	3284	1:1.26
33	砂質土	1:4	200	700	5441	7001	1:1.29
34	砂質土	1:4	200	1000	6060	7371	1:1.22
35	砂質土	1:4	200	1100	5039	6282	1:1.25
36	ローム	1:2	200	1000	2940	4103	1:1.40
37	ローム	1:2	175	2300	3301	3845	1:1.16
38	ローム	1:2	200	2300	4016	4927	1:1.23
41	砂質土	1:2	175	2300	5589	8667	1:1.55
45	ローム	1:1	200	1000	2318	3271	1:1.41
47	有機質土	1:1	200	1500	2956	4643	1:1.57

φ 600mm

現場 番号	土質	砂：土	固化材 kg/m ³	設計基準強度 kN/m ²	室内供試体強度 kN/m ²	抜き取りコア強度 kN/m ²	強度比
1	砂質土	4:1	175	2300	5414	13236	1:2.44
2	粘性土	3:1	200	1700	3386	8405	1:2.48
3	ローム	2:1	200	2400	4076	5964	1:1.46
4	有機質土	2:1	200	2400	4240	7463	1:1.76

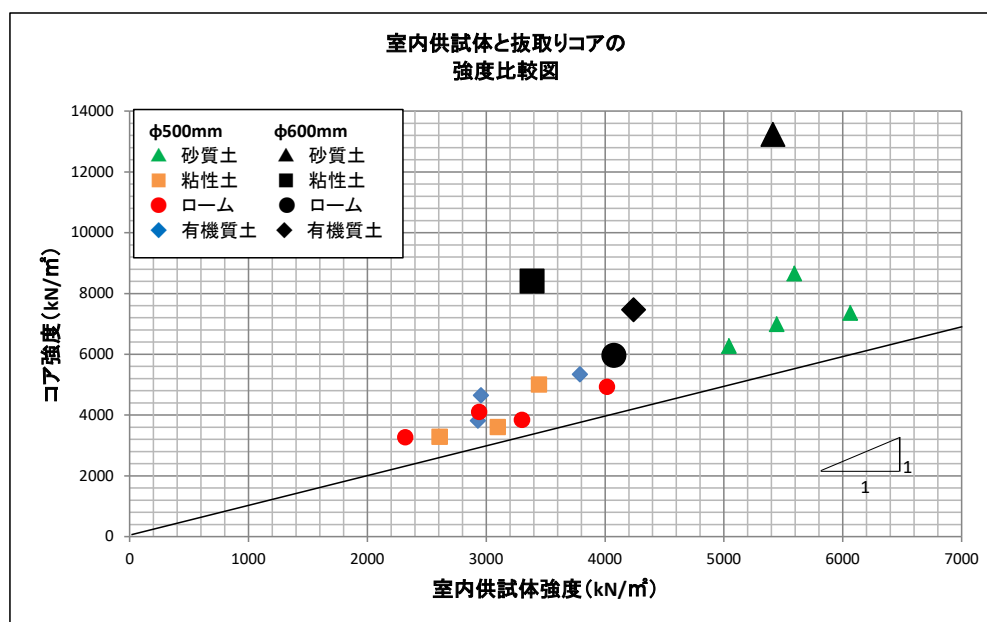


図 2.3.7 室内供試体と抜き取りコアの一軸圧縮強さの比較図

抜き取りコア強度は、室内供試体の一軸圧縮強さより 1.16～2.48 倍となっている。

(3) モールド供試体と抜き取りコアの一軸圧縮強さの比較

モールド供試体と抜き取りコアの一軸圧縮強さの比較を、表 2.3.14 および図 2.3.8 に示す。

表 2.3.14 材齢 28 日のモールド供試体と抜き取りコアの一軸圧縮強さの比較

現場番号	土質	砂：土	固化材 kg/m ³	設計基準強度 kN/m ²	モールド供試体 kN/m ²	抜き取りコア強度 kN/m ²	強度比
11	有機質土	1:2	175	1900	4027	6330	1:1.57
19	有機質土	1:1	175	500	2969	3816	1:1.29
20	有機質土	1:1	200	900	3279	5339	1:1.63
24	粘性土	1:1	150	1200	3175	3605	1:1.35
25	粘性土	1:1	200	1800	3060	5006	1:1.64
26	粘性土	1:1	200	1300	2504	3284	1:1.31
27	砂質土	1:3	175	2300	5830	6053	1:1.04
28	砂質土	1:4	175	1600	7516	9280	1:1.23
29	有機質土	1:4	175	1300	1301	1953	1:1.50
30	ローム	1:2	175	1600	4030	6054	1:1.50
31	ローム	1:2	175	1600	3320	5933	1:1.79
32	粘性土	1:1	150	1200	1227	1672	1:1.36
33	砂質土	1:4	200	700	4985	7001	1:1.40
34	砂質土	1:4	200	1000	6417	7371	1:1.49
35	砂質土	1:4	175	1100	4635	6282	1:1.36
36	ローム	1:2	200	1000	2843	4103	1:1.44
37	ローム	1:2	175	2300	3385	3845	1:1.16
38	ローム	1:2	200	2300	4058	4927	1:1.21
41	砂質土	1:2	175	2300	5347	8667	1:1.62
42	砂質土	1:3	175	1000	5574	8909	1:1.60
43	粘性土	1:2	175	1100	3637	4117	1:1.13
44	粘性土	1:2	200	800	3919	4831	1:1.23
45	ローム	1:1	200	1000	2348	3271	1:1.39
46	ローム	1:2	200	900	1834	2870	1:1.56
47	有機質土	1:1	200	1500	2809	4643	1:1.65
48	有機質土	1:1	200	2300	2871	3948	1:1.37

φ 600mm

現場番号	土質	砂：土	固化材 kg/m ³	設計基準強度 kN/m ²	モールド供試体 kN/m ²	抜き取りコア強度 kN/m ²	強度比
1	砂質土	4:1	175	2300	5369	13236	1:2.47
2	粘性土	3:1	200	1700	3069	8405	1:2.74
3	ローム	2:1	200	2400	4023	5964	1:1.48
4	有機質土	2:1	200	2400	4274	7463	1:1.75

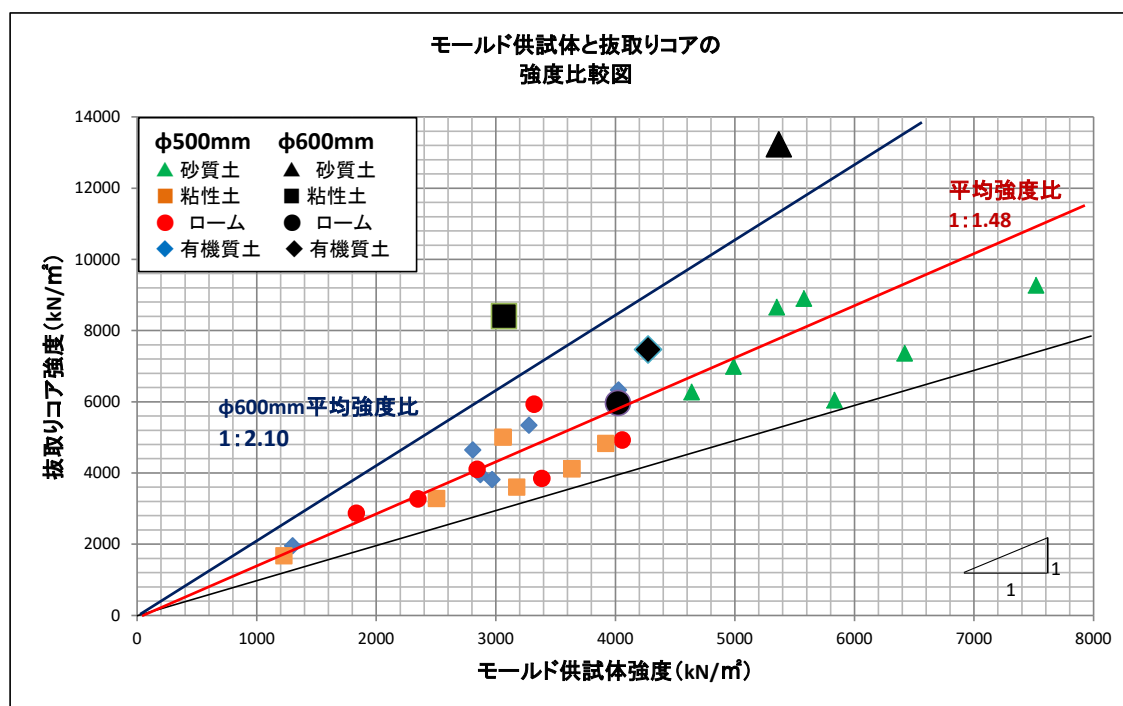


図 2.3.8 モールド供試体と抜き取りコアの一軸圧縮強さの比較

以上の結果から、抜き取りコア強度はモールド供試体強度より 1.04～2.74 倍となっており、平均強度比は 1.48 であるが、配合計画および品質試験では安全を考慮して平均強度比を 1.0 とする。

第3章 設計

3.1 コラムの許容支持力の検討

許容支持力は日本建築センター「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」、(社)日本道路協会・道路橋示方書に準拠し、下式によって求める。

$$R_u = R_{pu} + \phi \cdot \sum \tau_{di} \cdot h_i$$

ここに、

R_u : コラムの極限鉛直支持力 (kN)

R_{pu} : コラム先端部における極限鉛直支持力 (kN)

ϕ : コラムの周長 (m)

τ_{di} : 極限周面摩擦力度 (kN/m²)

h_i : 層厚 (m)

上記 R_{pu} は次式により安定する。

砂質土の場合 $R_{pu} = 75N \cdot A_p$ 粘性土の場合 $R_{pu} = 6C \cdot A_p$

N : コラム先端±d の範囲内の平均 N 値

C : 粘性土層の粘着力 (kN/m²) N 値から推定する場合 $C = (40 + 5N)/2$

又は $6.25N$

A_p : コラムの先端有効断面積 (m²)

・ S S T コラムの設計径 : $d = 500\text{mm}$ として、 $A_p = 0.196\text{m}^2$ $\phi = 1.57\text{m}$

$d = 600\text{mm}$ として、 $A_p = 0.282\text{m}^2$ $\phi = 1.884\text{m}$

極限周面摩擦力度 τ_{di} 値は「道路橋示方書・同解説 下部構造編【日本道路協会】」(以後、道路橋示方書と呼ぶ)に準拠し、同示方書において提示されている場所打ち杭としての数値を採用する。

すなわち、砂質土の場合 $\tau_{di} = 5N$ 粘性土の場合 $\tau_{di} = C$ 又は $10N$

実現場と試験打設で実践した静的載荷試験【杭の押込み試験】結果を表 3.1 で示す。

表 3.1 載荷試験結果一覧表

番号	先端土質	主たる周囲土質	コラム長 m	コラム設計支 持力 k N/本	最大荷重 k N/本	第 1 限界抵抗力 k N	第 2 限界抵抗力 k N
1	砂質土	砂質土	3.1	78.5	262.5	検出されず	検出されず
2	〃	〃	2.5	41.1	280.6	検出されず	検出されず
3	〃	〃	5.0	71.9	227.5	検出されず	検出されず
4	〃	粘性土	6.4	90	300	250	検出されず
5	〃	砂質土	7.2	60	250	検出されず	検出されず
6	〃	粘性土	8.3	110	350	検出されず	検出されず
7	〃	〃	4.6	98.1	306.3	218.8	306.3
8	〃	〃	6.25	100	375	250	360
9	〃	〃	2.3	25	80.2	検出されず	検出されず
10	粘性土	〃	4.68	100	300	検出されず	検出されず
11	粘性土	有機土	5.80	110	540	検出されず	検出されず
12	〃	粘性土	3.72	40	250	検出されず	検出されず
13	〃	〃	4.50	50	157.5	検出されず	検出されず
14	〃	〃	6.15	80	350	検出されず	検出されず
15	砂質土	〃	6.10	50	360	210	検出されず
16	粘性土	〃	4.70	70	252	170	252
17	ローム	ローム	4.07	120	375	検出されず	検出されず
18	〃	〃	4.60	110	352	検出されず	検出されず
19	有機土	有機土	3.2	24	168	112	検出されず
20	〃	〃	2.3	18	160	検出されず	検出されず
49	粘性土	粘性土	3.15	150	450	300	検出されず
50	〃	〃	7.60	70	216	162	検出されず
51	粘性土	粘性土	3.15	150	450	300	検出されず
52-1	砂質土	砂質土	4.39	61.6	250	検出されず	検出されず
52-2	〃	〃	4.39	61.6	300	検出されず	検出されず
53	〃	〃	5.45	220	664	498	検出されず
54	粘性土	粘性土	4.86	50	175	検出されず	検出されず
55	〃	〃	5.40	40	160	検出されず	検出されず
56	砂質土	〃	7.40	110	336	252	336

番号	先端土質	主たる周面 土質	コラム長 m	コラム設計支 持力 k N/本	最大荷重 k N/本	第 1 限界抵抗力 k N	第 2 限界抵抗力 k N
57	砂質土	粘性土	6.85	140	440	300	440
58	粘性土	〃	5.00	90	360	検出されず	検出されず
59	砂質土	砂質土	6.00	150	480	300	検出されず
60-1	〃	粘性土	7.08	150	480	400	検出されず
60-2	〃	砂質土	7.2	150	480	360	検出されず
61	〃	〃	6.0	120	500	検出されず	検出されず
62	粘性土	粘性土	5.15	100	270	検出されず	検出されず
63	砂質土	粘性土	7.44	86	264	検出されず	検出されず
64	粘性土	〃	1.79	163	600	検出されず	検出されず
65	〃	砂質土	6.46	100	350	検出されず	検出されず
66	〃	粘性土	5.85	160	480	検出されず	検出されず
67	砂質土	砂質土	3.85	50	160	検出されず	検出されず
68	〃	〃	5.40	160	480	検出されず	検出されず
69	粘性土	粘性土	3.50	70	216	162	検出されず
70	〃	〃	6.95	100	450	250	検出されず
71	〃	〃	6.00	110	420	検出されず	検出されず
72	砂質土	砂質土	4.90	150	522.5	検出されず	検出されず
73	〃	粘性土	2.90	180	600	検出されず	検出されず
74	〃	〃	6.95	130	400	検出されず	検出されず
75	〃	〃	8.20	180	540	405	検出されず
76	〃	砂質土	6.60	140	480	検出されず	検出されず

3.2 水平力の検討

以下の手順にて検討する。

コラムに作用する水平力



コラムに作用する曲げモーメントの算出



縁応力の算出と照査

$$\sigma_{\max} = W_p / A_p + M_d / Z_p < f_c$$

$$\sigma_{\min} = W_p / A_p - M_d / Z_p > f_t$$

許容圧縮応力度 $f_c = F_c / F_{sp}$ (F_{sp} : 安全率 中地震時=1.5)

許容引張応力度 $f_t = -0.2 \cdot f_c$

W_p :改良体に作用する鉛直荷重

M_d :改良体に作用する曲げモーメント

A_p :改良体の断面積

Z_p :改良体の断面係数



せん断応力度の算出と照査

せん断応力度の検討は下式による

$$\tau_{\max} = \kappa \cdot \tau = \kappa \cdot (Q_p / A_p) \leq f_\tau$$

$\tau_{\max}$: 形状を考慮した断面内の最大せん断応力度 kN/m^2

τ : 平均せん断応力度 kN/m^2

f_τ : 許容せん断応力度 kN/m^2

Q_p : 改良体に作用する水平力 kN

A_p : 改良体の断面積 m^2

κ : 形状係数 = 4/3

$$\tau_{\max} = 4/3 \times 11.97 / 0.196 = 81.4 \text{ kN/m}^2$$

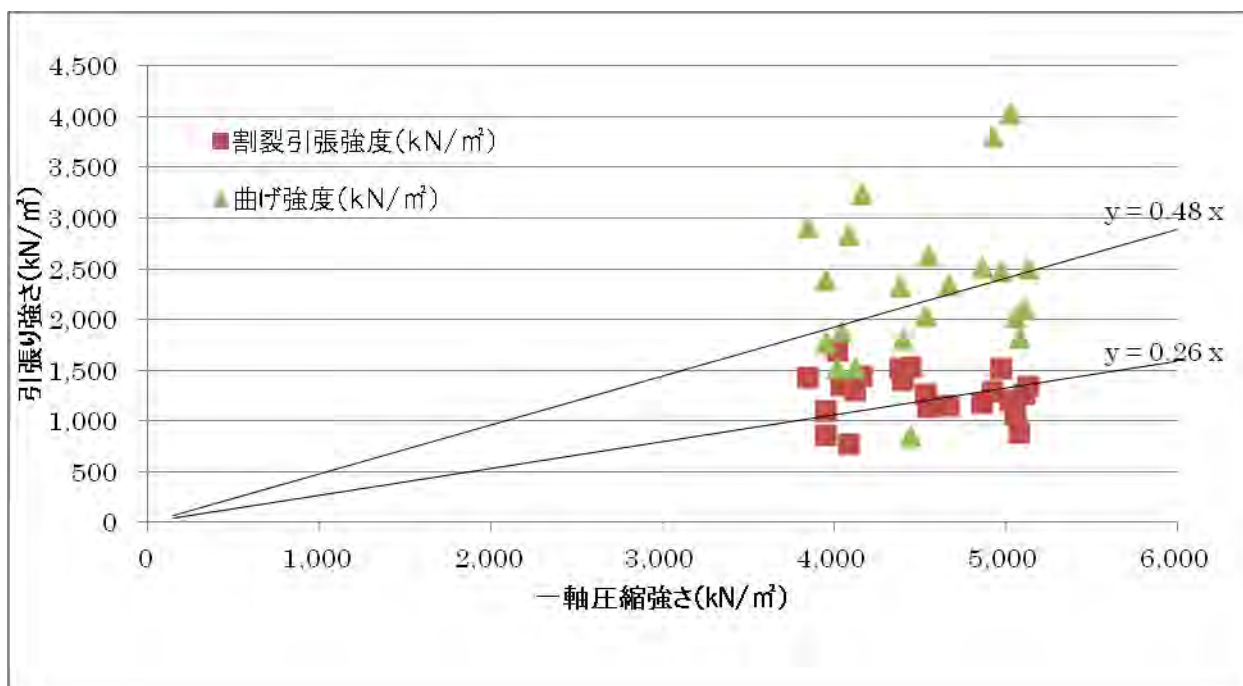
$$f_t = 2/3 \times \min (0.3F_c + (Q_p / A_p) \tan \varphi, 0.5F_c)$$

(1) コラムの曲げ応力度の確認

試験値 0.2664 設計値 0.26

(2) コラムのせん断応力度の確認

試験値 0.4877 設計値 0.48



【注】 上記数値は 27 供試体の実験値である。

3.3 コラムの設計基準強度

- (1) 設計基準強度はコラムの支持力から定める。
- (2) 設計基準強度は建築物のバラツキや不良率を考慮して適切な値を考慮する。
- (3) 設計基準強度は室内試験、現場試験、施工実績を考慮して定める。
- (4) 安全率 長期：1/3 短期：1/2
- (5) 杭の押込み試験を採用する場合の補正係数 1/1.2 とする（道路橋示方書・同解説Ⅳ）

3.4 計画強度

打設するコラムの計画圧縮強度 f_c はバラツキを許容考慮した許容応力度法と品質試験に用いる供試体の採取箇所数(センター指針表 6.2.1・)を考慮して定める。

割増し係数の設定

(1) 許容応力度法

$$f_c = (1 - 1.3 V_{quf}) \bar{q}_{uf}$$

V_{quf} : 変動係数

$\bar{q}_{uf}$: 供試体の圧縮強度の平均値

(2) 供試体の合格判定係数 (センター指針表 6.2.1)

k_a : 合格判定係数

採取箇所数N	1	2	3	4～6	7～8	9～
合格判定係数 k_a	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3

上記事項をまとめた数値を下表に示す。(建築技術証明 施工管理マニュアル P37)

F_c の倍数としての合格判定係数

採取箇所数N	1	2	3	4～6	7～8	9～
合格判定係数(倍)	1.93	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64

まとめ

以上のことから計画圧縮強度 f_c は設計基準強度 F_c に上記の合格判定係数を乗じた数値で設定することができる。但し、小規模建築物はこの限りではない。

解説

SST 工法で築造するコラムの圧縮強度は室内配合試験より強く、設計基準強度 F_c を下回る数値は今まで確認されていない。また変動係数は 30%以内も合格判定値以内のバラツキであることも証明されている。よって、許容応力度法および供試体の採取箇所数による合格判定係数は必要のないものと考えられるが、現時点では適当な指針が無いのでセンター指針に準拠することとした。

但し、静的載荷試験(杭の押し込み試験)で確認を行う場合はこの限りとしない。

3.5 配合計画

一般的に、配合計画は事前に行う室内配合試験で得た結果数値に割増し係数乗じて定められるが、SST 工法では原地土に砂を加えて混合し、均一にすることと、施工実績からまとめられた施工実績配合表で配合計画を行うこととしている。但し、施工実績の無い地域または不足している地域は室内配合試験結果で配合計画を行うものとする。

施工実績配合表を表 3.5.1～3.5.4 に示す。(建築技術性能証明 施工管理マニュアル P15)

表 3.5.1 施工実績配合表(砂質土) (k N/m²)

掘削土：追加砂	150kg/m ³	175kg/m ³	200kg/m ³
1 : 1	4200	5800	7500
2 : 1	4000	5300	7300
3 : 1	3300	4900	6500
4 : 1	2800	4700	5100

表 3.5.2 施工実績配合表(粘性土) (k N/m²)

掘削土：追加砂	150kg/m ³	175kg/m ³	200kg/m ³
1 : 1	2600	3900	5200
2 : 1	2200	3100	4800
3 : 1	1800	2200	4600
4 : 1	1600	1900	4100

表 3.5.3 施工実績配合表(ローム) (k N/m²)

掘削土：追加砂	150kg/m ³	175kg/m ³	200kg/m ³
1 : 1		2100	4200
2 : 1 【33%】		1600	2800

表 3.5.4 施工実績配合表(有機質土) (k N/m²)

掘削土：追加砂	150kg/m ³	175kg/m ³	200kg/m ³
1 : 1		3000	4800
2 : 1		2100	3600

註)表の各数値は実際に施工を行った 5 現場 45 の抜き取り供試体の一軸圧縮強度平均値を示す。

解説

表に示す数値が固化材メーカーの技術資料に示されている数値より大幅に大きいことと、室内配合試験の結果数値より大きいのは SST 工法の特許技術である。(建築技術性能証明、P11・75～78)

3.6 コラムの出来形

コラムを掘り出し、コラムの形状確認と長さ確認、及び直径と連続性を確認する。

(1) コラムの形状確認

コラムの形状は周面に凹凸がある円筒形であり、支持層が強いときの先端は押し潰された状態となり、支持層が軟弱だと先端が円錐状に伸び、やや細くなる。また周辺に軟弱層があるとその部分が太くなっている。その様子を写真 3.6.1～3.6.5 で示す。

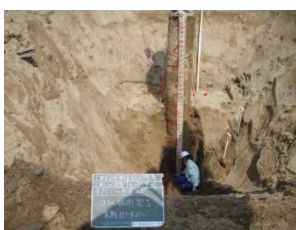


写真 3.6.1 掘り出し全体写真



写真 3.6.2 全景全長写真



写真 3.6.3 先端底部写真



写真 3.6.4 コラム径写真



写真 3.6.5 コラム径写真

(2) コラムの形状図

掘出しコラムの形状を図 3.6.1 に示す。

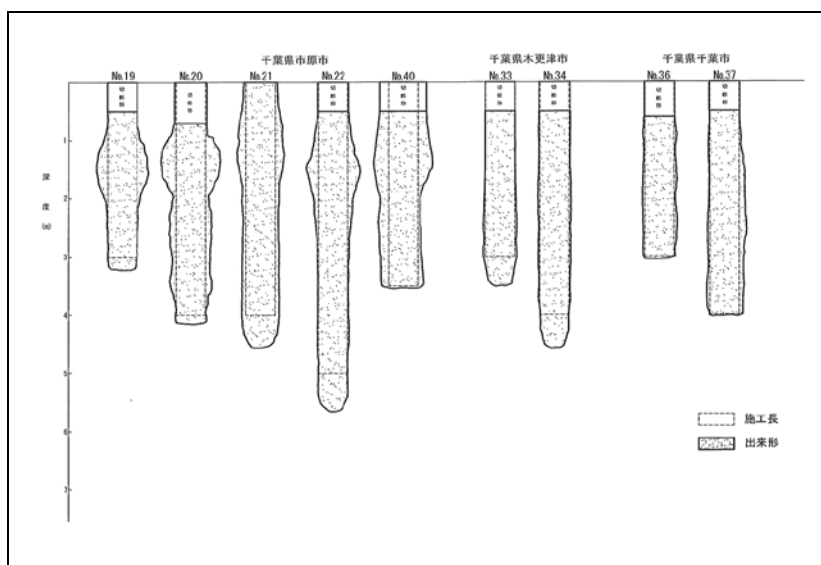


図 3.6.1 掘り出しコラム姿図

(3) コラムの出来寸法

コラムの計測寸法を表 3.6.1 で示す

表 3.6.1 計測寸法表

番号	土質	設計径 mm	コラム長 m	最小径 mm	最大径 mm
19	腐植土	500	2.5	630	870
20	腐植土	〃	3.5	580	1000
21	腐植土	〃	4.0	580	740
22	粘性土	〃	5.0	530	920
39	腐植土	〃	3.5	520	730
40	腐植土	〃	3.0	620	980
33	砂質土	〃	3.0	500	580
34	砂質土	〃	4.0	520	610
36	ローム	〃	2.5	520	580
1	砂質土	600	6.0	800	800
2	粘性土	〃	6.0	630	730
3	ローム	〃	6.0	650	750
4	腐食土	〃	6.0	700	1150
5	砂質土	〃	4.0	610	850

まとめ

(1)コア採取率

ボーリング掘削長全長に対するコアの採取率は、全長の場合および1mあたりの場合とも、建築センター指針に示されるランダムサンプリングが可能となる必要条件を満たしていることを確認した。

(2)設計基準強度

コアの一軸圧縮試験結果の平均値および変動係数を用いて、建築センター指針が示す設計基準強度設定式から現場強度による設計基準強度の計算値 F_{cf} を求め、この F_{cf} が設計の求める設計基準強度 F_c をすべて上回っていることを確認した。

(3)抜き取りコアの一軸圧縮強さの変動係数

抜き取りコアの一軸圧縮強さの変動係数の推定値を、建築センター指針に示されている方法に準拠して求めた。実験データのうち、標準偏差に信頼性を持たせるための必要標本数 ($n \geq 25$) を満足しているデータについて、有意水準 5%を採用した χ^2 分布による正規分布適合度の検定を行い、すべてのデータが正規分布とみなせることを確認した。土質毎の現場数は、建築センター指針に定められている変動係数設定のために必要とされる 5 現場以上という条件を満足している。

(4)コア強度相互の関係

- 1)室内供試体とモールド供試体の一軸圧縮強さはほぼ同等であったので、室内供試体強度＝モールド供試体強度として運用することとした。
- 2)抜き取りコアの圧縮強度は、室内供試体強度の 1.16～2.48 倍、モールド供試体の 1.04～2.74 倍の値を示した。また、室内供試体、モールド供試体、抜き取りコア、いずれの最小値も設計基準強度を下回っている供試体は無かったが、配合計画および品質管理では安全を考慮して室内供試体と現場モールド供試体および抜き取りコアの強度比を 1.0 とすることにした。

(5)コラムの許容支持力

全ての現場で実績値が計算値を上回り、コラムの安全性が確認できた。

(6)コラムの出来形

掘出したコラムの形状は凹凸のある円形で軟弱層ほど太くなる傾向が見られたが、設計径および設計長はすべてのコラムで確保されていた。

第4章 施工管理

4.1 施工管理概念

SST 工法の大きな特徴は原地盤の土質・水位・孔内崩落等の確認および改良土の混合状況やコラムの築造過程が、目視確認ができるところにある。従って SST 工法では人的管理が基本となり、統括責任者の指揮のもとに現場では施工管理者と施工技術者と作業技術者が共同で施工管理を行うこととなる。その役割分担を表 4.1 に示す。

表 4.1 役割分担表 (◎管理責任者 ○管理担当者)

管理項目	施工管理者	施工技術者	作業技術者
①固化材			
搬入量管理	◎	○	
品質管理	◎	○	
保管管理	◎		○
配合量管理	◎	○	○
②砂			
搬入量管理	◎	○	
品質管理	◎	○	
保管管理	◎		○
配合量管理	◎	○	○
③改良土			
配合量管理	◎	○	○
混合回数管理	◎	○	○
④施工上の管理			
不適物混入防止	◎	○	○
不適土混入防止	◎	○	○
固化材配合量管理	◎	○	○
追加砂配合量管理	◎	○	○
⑤技術的管理			
削孔管理	◎	○	○
締固め管理	◎	○	○
⑥総合管理			
施工管理シート	◎	○	
安全管理	◎	○	○

4.2 施工管理基準

本工法における管理項目、管理基準値および対処方法、記録方法を以下に示す。

(1) 施工前管理基準

施工前の管理基準を表 4.2 示す。

表 4.2 施工前管理基準

管理項目	管理手法	管理値	対処方法	業務担当	記録
①設計関連					
設計 GL 確認	立会・設計図照合	設計値	統括管理者指示	施工管理者	写真
打設位置確認	設計図照合	設計図通り	統括管理者指示	施工管理者	打設図
打設数確認	設計図照合	設計図通り	統括管理者指示	施工管理者	打設図
改良深度確認	設計図照合	設計図通り	統括管理者指示	施工管理者	打設図
コラム天端確認	設計図照合	設計図通り	統括管理者指示	施工管理者	打設図
②固化材					
搬入量管理	数量の照合	計画書通り	追加・返品	作業技術者	納品書・写真
品質管理	品番確認	計画書通り	追加・返品	作業技術者	納品書・日誌
保管管理	養生	納品後 7 日以内	交換	作業技術者	納品書・日誌
③追加砂					
搬入量管理	数量の照合	計画書通り	追加・返品	作業技術者	納品書・写真
品質管理	分析表	粒径 20mm 以内 細粒分 20% 以内	交換	施工管理者	分析表
保管管理	養生	飛散、流出防止	養生補強	施工管理者	日誌・写真
④機器					
オーガ径	計測	±10mm 以内	交換、修理	施工技術者	写真
オーガ長	計測(マーキング)	+100mm	再計測	施工技術者	写真
計測器	設置位置	適正	調整(定期点検 1 年)	施工技術者	写真
建柱車の設置	水平器	水平	調整	施工技術者	日誌

(2)施工管理基準

施工時の施工管理基準を表 4.3 に示す。

表 4.3 施工管理基準

管理項目	管理手法	管理値	対処方法	業務担当	記録
①掘削					
位置の管理	逃げ芯からの距離計測	±20mm	修正	施工管理者	日誌、竣工図
オーガの鉛直	さげ振りまたはトランシット	1/100 以内	修正	施工管理者	日誌
掘削速度	ブレードの観測	100mm/回転以内	再掘削	施工技術者	管理シート
サンプリング土	土質ごとの採取	蓋付き容器	再採取	作業技術者	写真、現物
不適物	撤去の確認		統括管理者指示	作業員	日誌
不適土	廃土の確認		統括管理者指示	作業技術者	写真
掘削深度	オーガ長の確認	計画深度+200mm 以内		施工管理者	写真、管理シート
削孔の自立	計測と目視	崩落、止水対策		施工管理者	写真、管理シート
②改良土					
掘削土の計量	バケット数で計量	計算値との比較	配合量の変更	作業技術者	日誌
掘削土の混合	バケットで混合	4 サイクル以上	追加混合	作業技術者	日誌
追加砂の配合	バケット数で計量	配合計画値以上	統括管理者報告	作業技術者	管理シート
固化材の配合	計量容器	配合計画値以上	統括管理者報告	作業技術者	管理シート
混合	バケットで混合	4 サイクル以上	追加混合	作業技術者	日誌
改良土	目視および触覚		追加混合	施工管理者	日誌
③先端処理					
スライム	計測	2m 以下	再掘削	施工管理者	写真
スライム処理	砂と固化材で攪拌処理	攪拌数(逆 10、正 10、 逆 10 回転以上)	追加攪拌	施工技術者	日誌
④締固め					
締固め速度	ブレード観測	150mm/回転以下	調整	施工技術者	日誌
締固め状況	打設機の反力上昇	常時	再締固め	施工技術者	管理シート
コラムの高さ	レベル計測	±50mm 以内	統括管理者指示	施工管理者	管理シート
コラムの位置	逃げ芯から距離計測	±100mm 以内	統括管理者指示	施工管理者	管理シート
⑤モールド供試体					
採取位置	採取器で採取		再採取	作業員	
添加水	モールドで計量	980cc(5 モールド [※] 分)の改良土に対し 80 cc(0.4 モールド [※])の添加量	再作製	作業員	写真
充填方法	3 層に分けて充填	タッピング数、各層 50 回	再充填	作業員	写真
⑤安全管理	指示指導	労安法に準拠	指示指導、改善	施工管理者	日誌

註)標準仕様機械の油圧ショベルのバケットの容量は 0.06 m³とし、標準外のバケットは容量確認を行う。

第5章 品質管理

発注者および監督確認機関等の要求に応じるために設けている静的載荷試験、固化材混合試験、土塊混入試験、コラムの連続性試験、六価クロム溶出試験の概要と判定基準等を以下に示す。

(1)静的載荷試験

コラムの支持力を確認するために行なう静的載荷試験の条件と判定方法を表 5.1 に示す

表 5.1 静的載荷試験

項目	試験手法と判定方法
試験条件	発注者の要求、またはコラム 1 本が負担する荷重が 150kN を超える場合（φ 600mm コラムは 220kN を超える場合）
試験方法	コラムに要求する数値の 3 倍以上の実荷重をコラム頭部にかけ沈下量を測定する
試験機関	基本的に載荷試験用工事は自社、計測は第三者機関
判定方法	第 1 限界抵抗値の 1/2 と第 2 限界抵抗値の 1/3 のいずれか小さいほうの数値を長期支持力とする。
対処方法	基準値を満たさない場合はコラムの追加打設等を発注者と検討する

註)「杭の押し込み試験方法」JGS1811・2002、地盤工学会に準じる。

(2)一軸圧縮強度試験

コラムの一軸圧縮強度試験を行なう条件と判定基準を表 5.2 に示す

表 5.2 一軸圧縮試験

項目	試験手法と判定方法
試験条件	静的載荷試験を行わないすべての現場
試験方法	材齢 7 日または 28 日の潰し試験
調査箇所	頭部 3 箇所以上、鉛直方向 1 箇所以上【小規模は頭部のみ】とし、試験単位は 300 本とする
試験機関	第三者機関
判定方法	設計基準強度 $F_c \times k_a' < \text{供試体の圧縮強度}$
対処方法	基準値を満たさない場合はコラムの追加打設等を発注者と検討する

(3)土塊および不適物混入試験

土塊混入試験および不適物混入試験を行うための、条件と判定方法を表 5.3 に示す。

表 5.3 土塊および不適物混入試験

項目	試験手法と判定方法
試験条件	発注者の要求に応じて
試験方法	コラム頭部に 50mm 升目の網を掛け楊枝を突き刺して確認する
試験単位	1 現場 1 箇所以上
試験機関	自社
判定方法	土塊、不適物がコラム断面積に対して 5%以内
対処方法	土塊、不適物が 5%を超えた場合は設計担当に再計算を依頼し、要求強度に満たない場合は追加打設等を発注者と検討する

(4)固化材混合試験

固化材の混合状況を確認する条件と判定方法を表 5.4 で示す

表 5.4 固化材混合試験

項目	試験手法と判定方法
試験条件	発注者の要求の要求に応じて
試験方法	フェノールフタレイン液を噴霧し、アルカリ反応試験で確認する
試験単位	1 現場 1 箇所以上
試験機関	自社
判定方法	未混合面積が、コラム断面積に対して 5%以内
対処方法	未混合面積が、5%を超えた場合設計担当者に再計算を依頼し、要求強度に満たない場合は追加打設等を発注者と検討する

(5) コラムの連続性確認

コラムの連続性確認する条件と判定方法を表 5.5 で示す

表 5.5 コラムの連続性確認

項目	試験手法と判定基準
試験条件	発注者の要求に応じて
試験方法	ボーリングマシンによる抜き取りコア又は IT 試験により連続性を確認する
試験単位	要求に応じて
試験機関	第三者機関
判定基準	コアの場合は、コアの採取率全長コア 90%以上、1 mあたりで 85%以上
対処方法	上記の判定基準を満足しない場合は再打設等を発注者と検討する

(6) バラツキ試験

コラム強度のバラツキおよび不良率【 $f_c \times k_a > \text{コラム強度}$ 】を確認する条件と判定方法を表 5.6、5.7 に示す。

表 5.6 コラムのバラツキ確認

項目	試験手法と判定基準
試験条件	発注者の要求があった場合
試験方法	モールド供試体または抜き取りコアの一軸圧縮強さの変動係数で確認
採取単位	要求に応じて
試験単位	頭部 25 個・鉛直 25 個以上
試験機関	第三者機関
判定基準	変動係数が 30%以内または全ての供試体が $f_c \times k_a < \text{コラム強度}$
対処方法	上記の判定基準を満足しない場合は追加打設等を発注者と検討する。

表 5.7 不良率の確認

項目	試験手法と判定基準
試験条件	発注者の要求があった場合
試験方法	潰し試験
採取単位	要求に応じて
試験単位	25 個以上
試験機関	第三者機関
判定基準	合格判定値と比較し、不良率 5%以内
対処方法	上記の判定基準を満足しない場合は追加打設等を発注者と検討する

(7)六価クロム溶出試験

発注者の要求または固化材の配合量が 200 kg/m^3 を超えるとき、環境庁告示第 46 号『土壌の汚染に係る環境基準について』に準拠して、事前に六価クロム溶出試験を実施する。基準値以上の六価クロムが計量された場合は、固化材の配合量を変更する。

参考資料

第 1 章 支持力

第 2 章 圧縮強度

第 3 章 曲げ強度

第 4 章 引張り強度

第 5 章 RC の付着力

第 6 章 HA の引抜き抵抗値

第1章 支持力

SST 工法で築造されたコラムの支持力を杭の押し込み試験(地盤工学会基準 JGS 1811-2002)で確認し、当該工法で用いる支持力計算式の妥当性を確認した結果を以下に示す。

支持力計算式

$$R_u = q_d \times A_p + U \sum (\ell_i \times f_i)$$

R_u : 地盤から決まる改良体の極限支持力【KN】

A_p : 改良体先端面積【m²】

d : 改良体先端で支持する単位面積当たりの極限支持力係数

砂質土 $q_d = 75N$ 粘性土 $q_d = 6C$ $C = 6.25$

V : 改良体の周長【m】

ℓ_i : 周辺摩擦力を考慮する層の層厚【m】

f_i : 周辺摩擦力を考慮する層の最大周辺摩擦応力度【KN/m²】

砂質土 $f_i = 10N/2$ 粘性土 $f_i = 10N$ or $q_u/2$

1.試験地盤と築造コラム

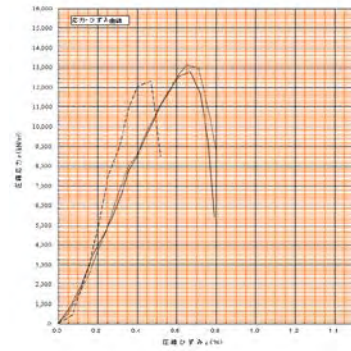
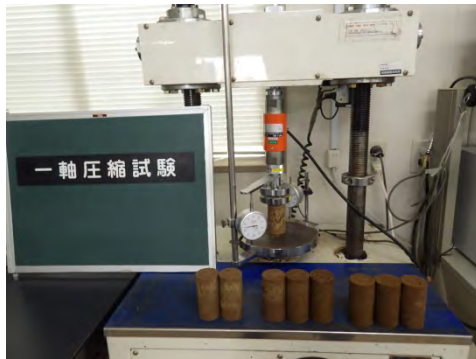
杭の押し込み試験を行った地盤の柱状図と築造したコラムを図1.1に示す。

2.試験結果を図1.2に示す。

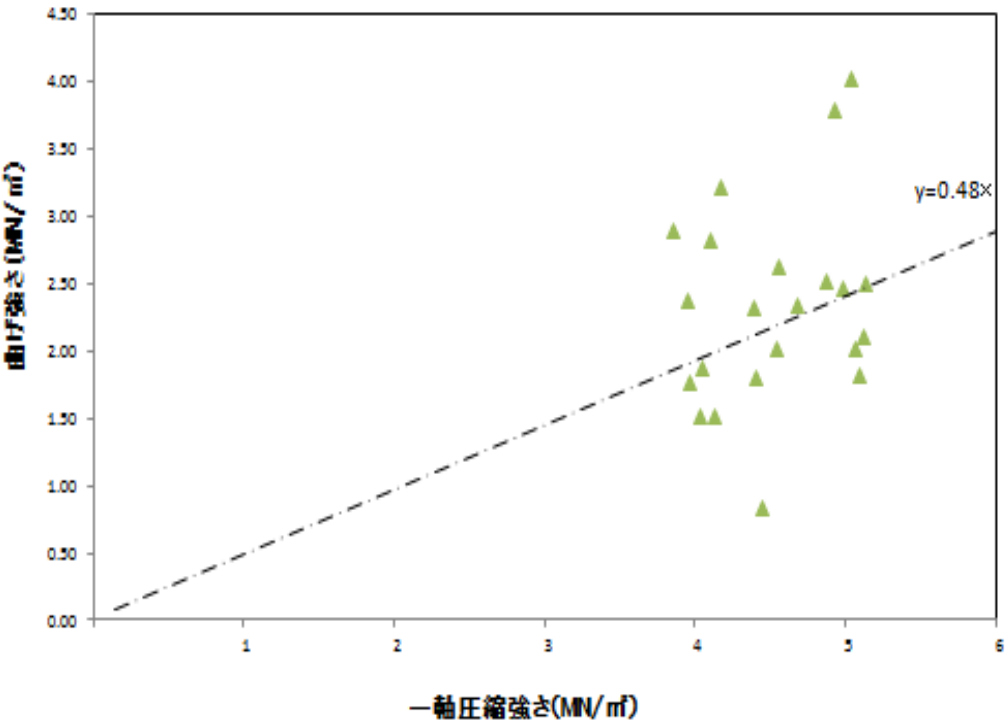
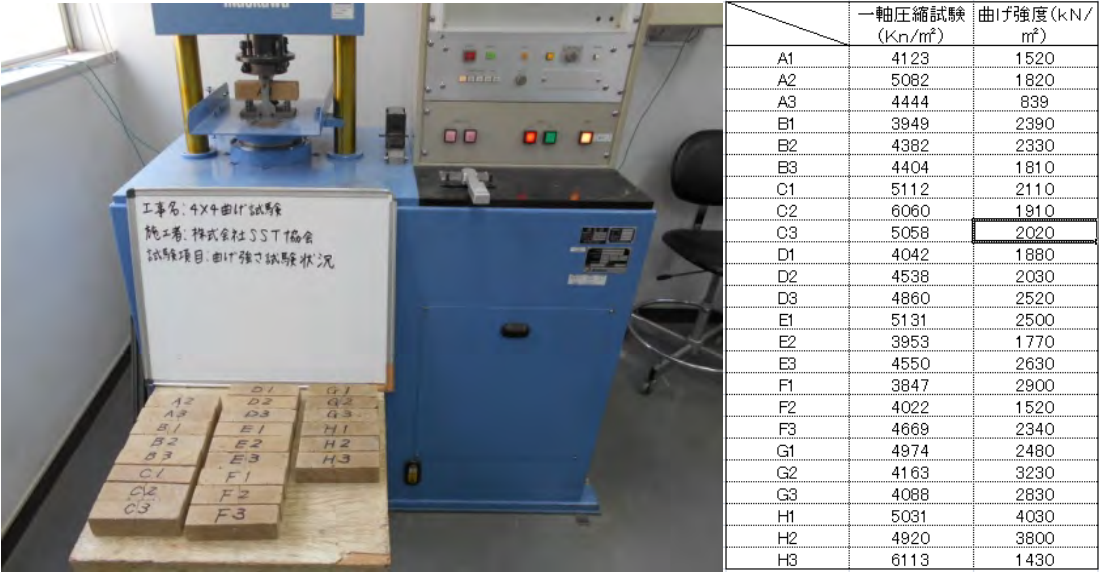
3.試験結果

すべての試験体が支持力計算式で求めた支持力を上回っており、当該工法で用いる計算式の妥当性が確認された。

第2章 圧縮強度



第 3 章 曲げ強度

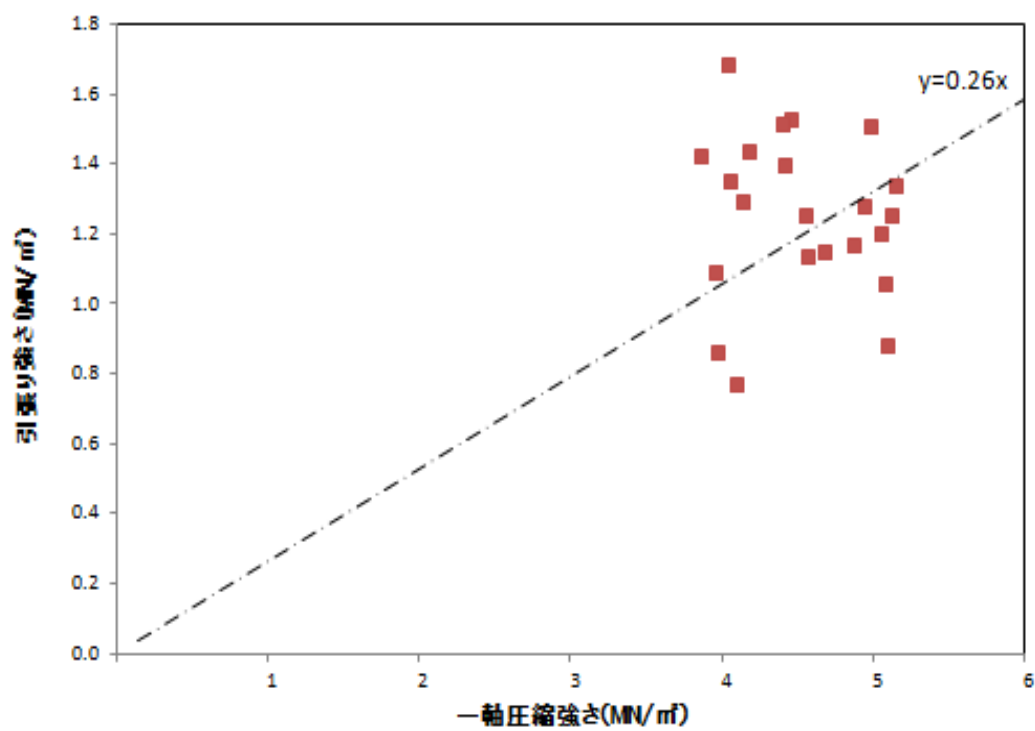


曲げ強度と一軸圧縮強度圧縮強さの関係

第4章 引張り強度



	一軸圧縮試験 (kN/m ²)	割裂引張強度 (kN/m ²)
A1	4123	1295
A2	5082	880
A3	4444	1532
B1	3949	1092
B2	4382	1519
B3	4404	1401
C1	5112	1256
C2	6060	1239
C3	5058	1057
D1	4042	1351
D2	4538	1256
D3	4860	1173
E1	5131	1339
E2	3953	862
E3	4550	1136
F1	3847	1428
F2	4022	1686
F3	4669	1149
G1	4974	1509
G2	4163	1438
G3	4088	769
H1	5031	1203
H2	4920	1282
H3	6113	1223



割裂引張り強度と一軸圧縮強度圧縮強さの関係

第 5 章 RC の付着力

当該工法で築造されたコラムに対するセメントの付着力を確認した結果を以下に示す。

1.試験方法

当該工法で築造したコラムにφ65mm・L100&200mm の削孔を行いφ16mm の異形鉄筋を落とし込み FC15 のコンクリートを充填して材齢 14 日で引抜き試験を行う。

2.試験状況

実験状況画像を図 5.1 に示す。



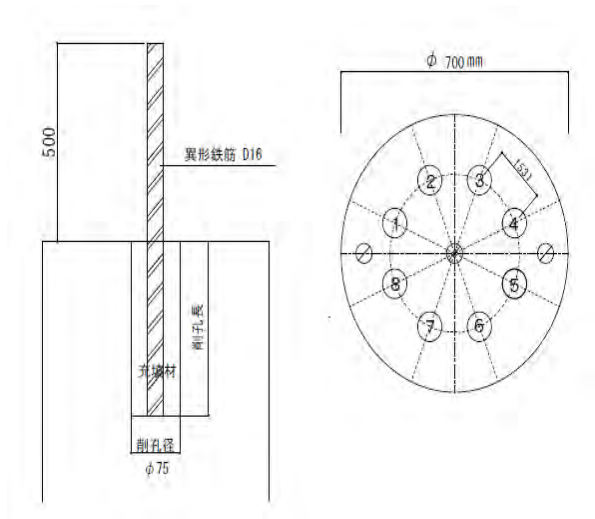
図 5.1

3.試験結果

試験結果数値を表 5.1 に示す。

削孔長	引抜き荷重
100	26.4
200	57.1
300	49.8
400	54.3
100	28.4
200	50
300	55.4
400	59.4
100	30
200	62.5
300	52
400	55
100	31
200	54
300	58
400	60

表 5.1



以上の事から当該工法で築造されたコラムとコンクリートの付着力は概ね 116kN/m²であることが確認された。

第 6 章 HA の引抜き抵抗値

