

論文

戸建住宅におけるコラム芯ずれの施工強度評価

Evaluation of Construction Strength on Column Point Error for Small-Building

吉津利洋 (よしづ としひろ)

株ソイルテック技術部 主任

青木達也 (あおき たつや)

株ソイルテック技術営業部 係長

福島敏活 (ふくしま としかつ)

株ソイルテック技術部 部長

笠井有 (かさい ゆう)

株ソイルテック工務部 主任

1. はじめに

「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針(以下、指針という)¹⁾」によると、深層混合処理工法(以下、ソイルセメントコラムとする)における施工品質上のコラム芯ずれの許容範囲は100 mmと規定されている。この数値は中規模以上の建物を含めた許容範囲であり、戸建住宅等の小規模建築物に限定した場合、基礎の立ち上がり寸法を考慮すると大きいように考えられる。今回、固化材添加量の異なる戸建住宅60棟を対象に、打設後のコラム芯ずれ調査および品質管理のモールドコア供試体による一軸圧縮強度試験を実施した。その調査結果から、戸建住宅におけるソイルセメントコラムの施工品質の評価を行った。なお、本報での調査に当たり、先端に垂直案内板を装備した共回り防止翼を使用した掘削搅拌機^{2)~4)}を用いた施工手法を対象に実施した。

2. 調査目的

コラム芯ずれおよびモールドコア供試体による一軸圧縮強度を定量的に調査するために表-1に示す設計条件およびコラム仕様を調査対象とした。

3. 調査方法

3.1 コラム芯ずれの調査

コラム芯ずれの計測は、計画のコラム位置と打設後のコラム頭部に残った掘削搅拌機の先端跡により計測した。

計測は、計画線からの誤差を巻尺にて2方向(X, Y)のそれぞれに基準値との差を計測した(図-1参照)。

また、測定状況を写真-1に示す。



写真-1 コラム芯の測定状況

表-1 設計仕様およびコラム仕様の概要

建物対象	3階以下の軽量鉄骨造建物(60棟)
対象土質	粘性土主体($N < 15$)
基礎形式	布基礎(フーチング幅450mm)
コラム本数	20~50本/件(平均31本/棟)
設計基準強度(F_c)	$F_c = 0.9(N/mm^2)$ (一般的に使用されている基準強度)
コラム径(mm)	φ600
改良長(L)	2.5m~6.0m(平均3.5m/棟)
施工サイクル	ダブル搅拌形式 時間(min) v1: 斜リ注入, v2~v4: 搅拌 v1 ≤ 0.5(m/min), v2~v4 ≤ 1.5(m/min) v3 ≤ 1.5(m/min), v4 ≤ 1.5(m/min)
固化材添加量 $C(kg/m^3)$	350(kg/m ³): 30棟 400(kg/m ³): 25棟 450(kg/m ³): 5棟 (品名: ジオセット「GS-200」 比重3.00)
水/固化材比 $W/C(%)$	60(%)

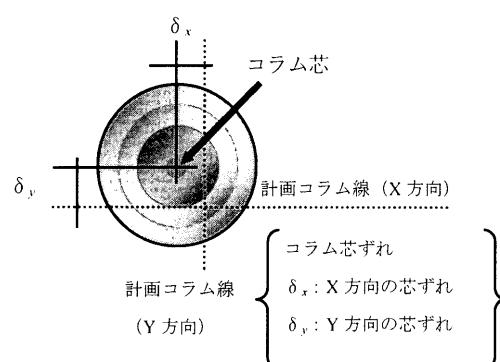


図-1 コラム芯ずれの計測方法

図-1は、コラム中心から基礎芯に対してX方向を δ_x 、Y方向のずれを δ_y とした。

3.2 モールドコア供試体による一軸圧縮強度試験

モールドコアの供試体の採取方法は、「指針」の深度コアの代替として採取するもので、施工後に掘削攪拌翼に採取器を取り付け(写真-2参照)、改良土を採取する。その後、改良土をモールド管 $\phi 5 \times 10(\text{cm})$ に詰めて3供試体を製作した。この供試体は、材齢7日間、湿空養生($20 \pm 3^\circ\text{C}$)養生し、一軸圧縮試験を実施した。



写真-2 採取器の取付け状況

4. 調査結果

4.1 コラム芯ずれの結果

(1) コラム芯ずれ(調査60棟全体)

調査結果を表-2に示す。布基礎におけるコラム芯ずれによる耐力評価する場合、フーチング幅方向(1方向)のみに対して評価されると考えられる。そこで、同表で

表-2 コラム芯ずれの調査結果

コラム芯のずれ距離(δ)	芯ずれ(本数)	発生頻度 η (%) [※]
$\pm 0 \sim 9(\text{mm})$	2 604	69.37
$\pm 10 \sim 19(\text{mm})$	479	12.76
$\pm 20 \sim 29(\text{mm})$	277	7.38
$\pm 30 \sim 39(\text{mm})$	214	5.70
$\pm 40 \sim 49(\text{mm})$	111	2.96
$\pm 50 \sim 60(\text{mm})$	69	1.84
全 体	3754	—

※ 発生頻度は、(各芯ずれの本数)/3754(本) × 100%を示す。

は2方向の測定結果を加算し、コラム本数の合計が倍数の数値を示している。

(2) コラム芯ずれ(固化材添加量)

室内配合試験により決定した3種類の添加量350, 400および450(kg/m^3)ごとのコラム芯ずれの発生頻度を表-3に示す。

表-3 コラム芯ずれの調査結果

コラム芯ずれ 距離(δ)	コラム芯ずれ(本数)		
	350(kg/m^3) [*]	400(kg/m^3) [*]	450(kg/m^3) [*]
$\pm 0 \sim 9(\text{mm})$	1 234 (66.5%)	1 113 (70.1%)	257 (81.8%)
$\pm 10 \sim 19(\text{mm})$	251 (13.5%)	196 (12.4%)	32 (10.2%)
$\pm 20 \sim 29(\text{mm})$	139 (7.5%)	124 (7.8%)	14 (4.5%)
$\pm 30 \sim 39(\text{mm})$	112 (6.0%)	95 (6.0%)	7 (2.2%)
$\pm 40 \sim 49(\text{mm})$	68 (3.7%)	41 (2.6%)	2 (0.6%)
$\pm 50 \sim 60(\text{mm})$	50 (2.7%)	17 (1.1%)	2 (0.6%)
総本数	1 854	1 586	314

※固化材添加量の種別

() 内は総本数に対する比率

4.2 モールドコア供試体による一軸圧縮強度の結果
添加量ごとのモールドコア供試体による一軸圧縮試験結果を表-4に示す。

表-4 供試体の一軸圧縮試験結果

固化材 添加量 $C(\text{kg}/\text{m}^3)$	一軸圧縮強度試験		
	現場/室内 強度比	平均圧縮強度 $q_{uf}(\text{N}/\text{mm}^2)$	変動係数 $V_{quf}(\%)$
350	0.98	2.73	8.89
400	1.03	2.84	8.65
450	1.03	2.84	5.68
全 体	1.01	2.79	8.63

5. 考察

5.1 コラム芯ずれの調査結果

(1) コラム芯ずれ(調査60棟全体)

調査した60棟のコラム芯ずれの結果、表-2より、 $\pm 19(\text{mm})$ 以下が約8割であり、最大でも $\pm 60(\text{mm})$ 程度であった。一般の戸建住宅の基礎の立ち上がり幅が120(mm)であることを考慮すると、最大でもこの範囲内に納まっていることがわかる(図-2参照)。

しかし、施工に際し、表土の影響や地中障害物の有無や施工管理のミスによってもコラム芯ずれが発生することを鑑みると十分な施工管理が求められるものとも言える。

論 文

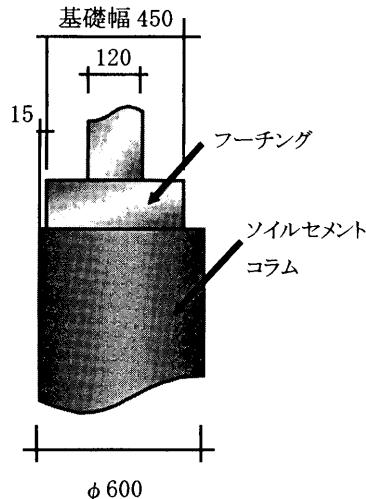


図-2 コラム芯ずれが60(mm)の場合
(布基礎とソイルセメントの位置関係)

(2) コラム芯ずれ (固化材添加量)

表-3より、各添加量で調査した棟数に差はあるものの、添加量が増加するに伴いコラム芯ずれで±9(mm)以下を占める割合が増加する傾向が示された。

通常、所定の設計基準強度を確保するために、室内配合試験により、固化材添加量の増加と水・固化材比の低下を決定している。しかし、小規模建物の場合は水・固化材比を一定とし、軟弱な地盤では固化材添加量の増加のみでコラム耐力を担保する手法としている。

当然、軟弱な地盤であれば富配合とする必要がある。すなわち、地盤条件がとくに軟弱の場合は、貫入性が高いため、掘削搅拌機のセットが簡単で表土による影響が少なかったと言える。

5.2 モールドコア供試体による一軸圧縮試験の結果

(1) 圧縮強度 (調査60棟全体)

表-4より、各現場で3本の供試体の圧縮試験の結果、変動係数が8.63(%)であり、「指針」に記載がある変動係数が25(%)に対し、大きく下回り、施工品質が安定していることがわかる。なお、今回調査した戸建住宅に採用されているソイルセメントコラムの設計基準強度は、 $0.9(N/mm^2)$ 程度であることから、今回の調査した一軸圧縮強度は $2.79(N/mm^2)$ と、約3倍の強度の性能を確保している。

(2) 圧縮強度 (固化材添加量)

表-4より、固化材添加量が350, 400および450(kg/m³)と圧縮強度の相関関係は示されなかったものの、変動係数と添加量との相関は見られた。これは、固化材添加量が増加する地盤においては、軟弱で貫入性が高いため、土の抵抗が少なく、オーガー回転数が増加しやすい。このため、羽根切り回数が増加し、結果としてより均質なソイルセメントコラムが築造されたと推測される。

6. 戸建住宅におけるソイルセメントコラムの施工品質評価

6.1 コラム芯ずれの施工品質

コラム芯ずれは指針の範囲内を十分に満足した結果であった。また、図-2より、基礎幅が450 mmの場合でもコラム芯ずれが60(mm)でも、まだ15(mm)程度余裕があり、施工的には十分満足できる品質性能であった。

6.2 モールドコアの一軸圧縮強度

室内配合試験では「指針」から、変動係数を25(%)とし、室内／現場強度比を0.59(粘性土)と設定して固化材添加量を決定した。しかし、表-4から現場／室内強度比が1.01であり、設定強度比と2倍ほどの差があった。このため、現場施工品質がかなり安全側の品質だと見える。

今後は、現場／室内強度比を1.01とし、固化材量を低減できると考えられる。

7. おわりに

今回の調査では、コラム芯ずれの計測と合わせて品質管理における一軸圧縮試験を実施した。その結果、小規模建築物のコラム芯ずれは、指針の許容値を大きく下回り、良好な施工品質があったことが示された。

一方、一軸圧縮強度は設計基準強度に比べてかなり高い値を示していたため、今後は現場／室内強度比の設定値を「指針」より高い値と設定し、適正な強度にする必要がある。

とくに軟弱地盤では、スラリー注入量の増加と羽根切り回数の増加に伴い、均質なソイルセメントコラムの築造可能であると言える。

今回の調査は、粘性土を対象としたものである。また、提案した仕様も粘性土に対応するものである。このため、今後は各種の土質条件を加味した仕様の提案を考えている。

参考文献

- 1) (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, (財)日本建築センター, 2002.
- 2) 吉津利洋・福島敏活: 深層混合処理工法における混合搅拌機に関する実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中部), pp. 433~434, 2003.
- 3) セメント系固化材を用いた深層混合処理工法(STコラム工法 BCJ-審査証明-28), (財)日本建築センター(建築物等の施工技術及び保全技術・建設技術審査証明事業), 2004.
- 4) 吉津利洋・福島敏活・青木達也・坂本一允: 深層混合処理工法における混合搅拌機性能に関する研究, 地盤工学会 土と基礎, Vol. 52, No. 4, pp. 29~31, 2004.

(原稿受理 2004.4.16)