



Title	建築杭基礎敷設規模全国調査とエネルギーパイルシステム導入可能性評価
Author(s)	斎藤, 央; 濱田, 靖弘; 中村, 真人 他
Description	第11回衛生工学シンポジウム (平成15年11月6日 (木) -11月7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 一般セッション . 5 建築・都市環境とエネルギー有効利用 . P5-4
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 11, 205-208
Issue Date	2003-10-31
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7082">https://hdl.handle.net/2115/7082</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	11-5-4_p205-208.pdf



5-4 建築杭基礎敷設規模全国調査とエネルギーパイルシステム導入可能性評価

○斎藤 央 (北海道大学)  
中村 真人 (北海道大学)  
尚和 泰宏 (北海道大学)

濱田 靖弘 (北海道大学)  
窪田 英樹 (北海道大学)  
落藤 澄 (北海道大学)

はじめに

筆者らの研究室では、これまでに建築物の杭基礎を空調用熱交換器として利用するエネルギーパイルシステムを実際の建築物に適用し、その導入効果を明らかにしてきた<sup>1),2)</sup>。本システム的设计を行う上で、杭基礎の規模は最も重要なパラメータの一つであり、杭基礎の規模と建築規模との関係を把握することは、今後各種用途・規模の建築物に対して本システムの導入効果を検討していく際に、有用な情報となり得ると考える。そこで、本報では、各種建築物の杭基礎の敷設状況に関するデータベースを作成し、エネルギーパイルシステムとしての可能性評価を行うことを目的としている。まず、建築杭基礎敷設規模全国調査の概要を示す。次いで、データの整理分析を行い、各調査項目の傾向を述べる。さらに、詳細な情報が得られた北海道大学構内の施設を対象として、より具体的な検討を行った。

1. 建築杭基礎敷設規模全国調査の概要

表-1 に対象建築物の分類を示す。調査項目内容は表-2 に示すとおり、建築物仕様としては、竣工年、構造、面積(建築面積、延床面積)、階数、杭基礎仕様としては、杭の種類、杭径、杭長、本数、地盤の状況とした。図-1 に地方別調査件数を示す。調査件数は合計 345 件であった。そのうち北海道が 135 件と最も多く、全体の約 40% を占めており、次いで、関東が 97 件で約 28% であった。図-2 に建物用途別の分類調査件数を示す。学校が 109 件と多く、集合住宅が 69 件、事務所は 46 件、医療施設は 28 件であった。

2. 建築物の仕様

表-1 対象建築物の用途と形態

建築物用途	形態
戸建て住宅	
集合住宅	
事務所	自社ビル、貸ビル
店舗	
医療施設	病院、保健センター、老人ホーム
学校	小学校、中学校、高校、大学、研究施設
宿泊施設	ホテル、保養所
官公庁施設	役所、郵便局、消防局、裁判所、警察署、公民館
工場	
その他	ごみ処理施設、し尿処理施設、体育館、競馬場、発電所、斎場、浄水場、球場スタンド、博物館

表-2 調査項目

調査項目	内容
建築物仕様	竣工年、構造、面積(建築面積、延床面積)、階数
杭基礎仕様	杭打ち工法、杭の種類、杭径、杭長、本数、地盤の状況

図-3 と図-4 にそれぞれ、建築面積と延床面積の集計結果を示す。建築面積は最小で 93 m<sup>2</sup>、最大で 12576 m<sup>2</sup> であり、1000 m<sup>2</sup> 未満に全体の約 65% が分布している。また延床面積は最小で 100 m<sup>2</sup>、最大で 50899 m<sup>2</sup> であり、3000 m<sup>2</sup> 未満に全体の約 65% が分布している。図-5 に建築物構造の集計結果を示す。RC 造が全体の 66% と最も大きな割合を占めており、S 造が 16%、SRC 造が 13%、W 造が 4% であった。

3. 杭基礎の仕様

図-6 と図-7 にそれぞれ、杭打ち工法と杭の種類を集計結果を示す。杭の施工方法においては、プレボーリング拡大根固め工法とプレボーリング打撃工法が最も多く、全体の約 25% を占め、次いで、回転圧入工法が 18%、回転貫入工法と場所打ちコンクリート杭工法が 8% であった。杭の種類においては、PHC 杭が最も多く、全体の 51% を占めていた。次いで先端開放型鋼管杭が 15%、PC 杭が 9%、先端閉鎖型鋼管杭と場所打ちコンクリート杭が 7% であった。

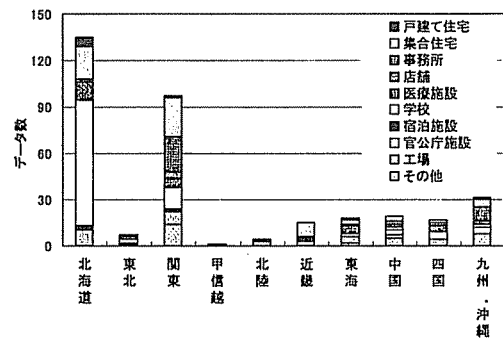


図-1 地方別調査件数

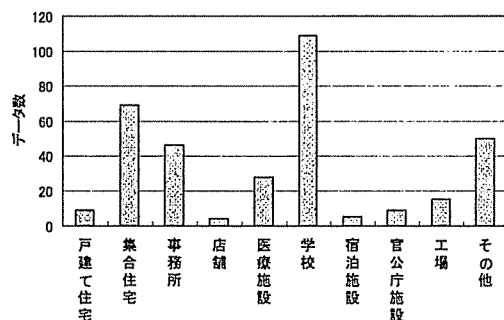


図-2 建築物用途別調査件数

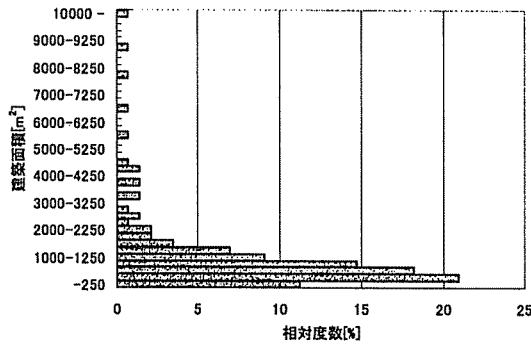


図-3 建築面積

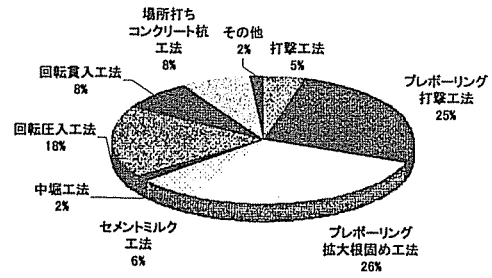


図-6 杭打ち工法

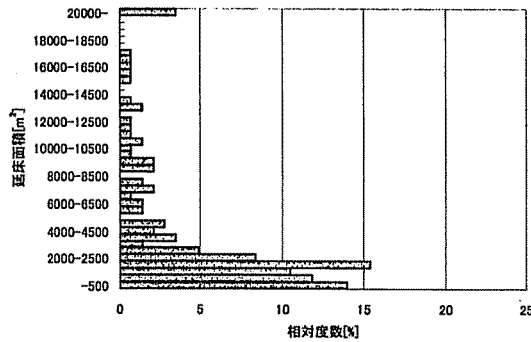


図-4 延床面積

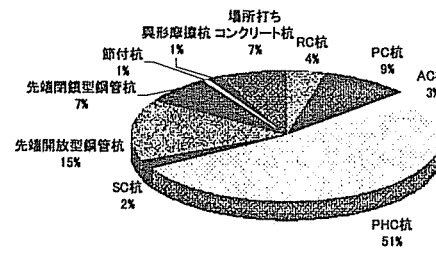


図-7 杭の種類

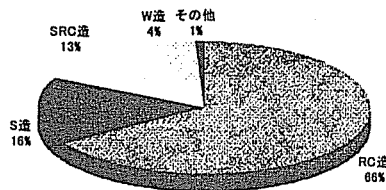


図-5 建築物構造

図-8 に杭の種類別杭径分布を示す。PHC杭は250 mm から600 mm の間に全体の約90%が分布しており、先端閉鎖型鋼管杭は300 mm から550 mm の間にほぼすべてが分布している。一方で、先端開放型鋼管杭は400 mm から1300 mm の間と広範囲に分布している。図-9 に杭の種類別杭長分布を示す。PHC杭は4 m から35 m の間に、場所打ち杭は7 m から35 m の間に分布している。一方で、先端開放型鋼管杭は6 m から70 m の間、先端閉鎖型鋼管杭は4 m から97 m の間と広範囲に分布している。図-10 に杭の種類別杭本数分布を示す。先端閉鎖型鋼管杭が100本未満の間に集中して分布している一方で、PHC杭は200本程度までばらついて分布しており、平均本数もそれぞれ66.5本、110.4本となっている。このように杭の種類によって特徴的な分布をしているのは、杭の種類や杭打ち工法により、杭径や施工深さの適用範囲があるからである。

#### 4. 建築物規模と杭規模との関係

全国における建築物規模と杭規模との関係を分析した。図-11 から図-13 にそれぞれ、延床面積と杭本数の関係、延床面積と杭長との関係、延床面積と杭総延長との関係を示す。杭本数については同程度の面積で変動幅は100本以上である。杭長については延床面積10000 m<sup>2</sup>未満における同程度の面積で変動幅は50 m以上である。ただし、建築面積を考慮に入れないと延床面積が同じでも地盤が受ける圧力が違うので単純に比較することはできない。杭総延長(杭本数×杭長)についても、同程度の面積で変動幅は1500 m以上と非常に大きくなっている。

これらのように杭基礎規模のばらつきが大きいのは、杭基礎設計において、建築物の規模やレイアウトや重量といった上部構造の条件、地層構成や地層の性質といった地盤の条件、杭工事による地下水汚染、騒音といった敷地周辺環境の条件を、設計者が豊富な経験から総合的に判断して杭打ち工法や杭の種類、杭径、杭長、杭本数を決定しているからである<sup>3)</sup>。

#### 5. 北海道大学構内における杭規模の特徴

今回調査した全345施設のうち93施設は北海道大学の施設であり、そのうち87施設は札幌キャンパス内の施設である。データの収集において調査項目に加えて、平面図、杭伏せ図、土質柱状図を参照することができたので、具体的な事例を基に検討を行った。

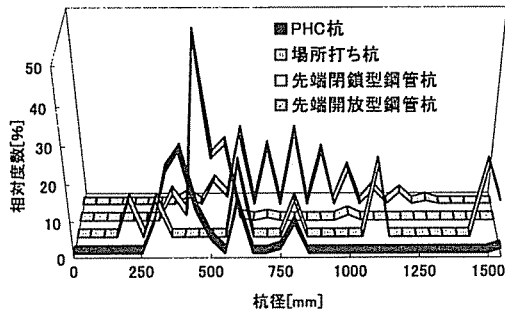


図-8 杭の種類別杭径分布

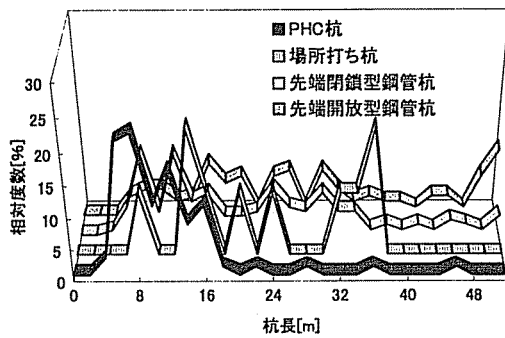


図-9 杭の種類別杭長分布

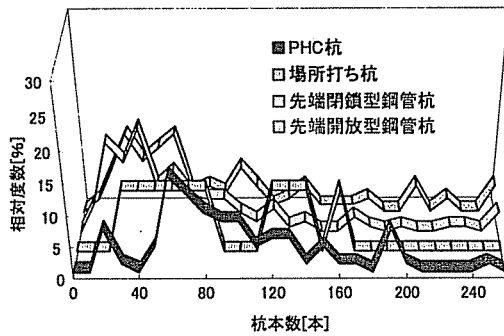


図-10 杭の種類別杭本数分布

札幌キャンパスは南北約2.4 km, 東西約1 km, であり約181 haという広大な敷地面積を持つ。地質の概要としては、キャンパス一帯は豊平川の沖積土で構成されており、地盤の上層部は砂質粘土で、北部に行くに従って粘土質に変わっているが、この下層は一般には砂礫層で、その深さは南部で地表面下3 m~4 m程度で北部に行くに従って15 m程度まで深くなっている<sup>4)</sup>。施設位置の土質柱状図を見ると、そのほぼすべてが初めにN値が50を超える砂礫層を支持層としており、杭長は支持層深さとほぼ一致している。また杭伏せ図を見るとほぼ全ての施設で柱脚毎に2本以上の杭からなる群杭を使用している。群杭中の杭の間隔は0.7 mから5 mの範囲にあり、柱の間隔は、1 mから9 mの範囲にある。一例として図-14と図-15にそれぞれ北海道大学札幌キャンパス内A

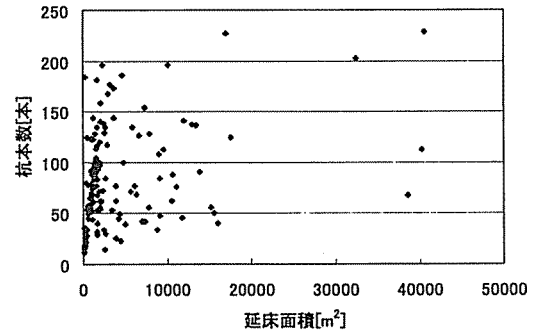


図-11 延床面積と杭本数の関係

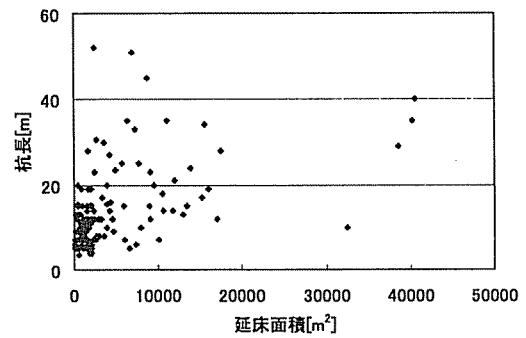


図-12 延床面積と杭長の関係

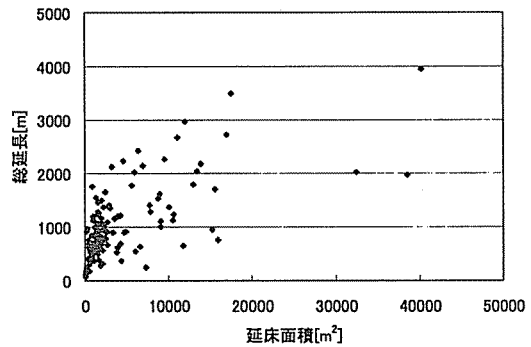


図-13 延床面積と杭総延長の関係

施設の土質柱状図と杭伏せ図を示す。当研究室の過去の検討結果<sup>5)</sup>においては、理想的な杭の間隔は5 m程度としているが、このような場合は実際の杭本数をすべてエネルギーパイルとして用いるのではなく、適切な本数とレイアウトを決定する必要が出てくる。

前述したように、杭基礎の設計は様々な要因が複雑に絡み合うため、上部構造のみのデータで杭規模を予想することは非常に困難である。しかし、北海道大学構内における場合に限れば、杭長やエネルギーパイルとして扱う杭本数は、過去のデータを参考にある程度予想できる。これはつまり、建物の新築計画時において、計画の初期の段階からエネルギーパイルシステムの導入可能性評価を簡易にではあるが、行えることになる。今回はあくまでも北海道大学構内における場合に限つ

掘 尺 m	掘 高 度 m	層 厚 m	柱 状 図	地 質 名	掘 準 質 入 試 験				N 値	
					深度 m	打撃 回数 / 貫入量 cm	10cm高の 打撃回数	30cm高の 打撃回数		
0.00	0.00	0.00		硬質粘土 シルト	-1.15	4	1	2	1	
1				シルト	1.45	2	1	2	2	
2					2.15	2	1	2	2	
3	2.30	2.10			2.45	2	1	2	1	
4	4.00	1.10		硬質粘土 シルト	3.00	2	1	1	1	
5	5.20	1.20		硬質粘土 シルト	3.45	2	1	1	1	
6					4.15	14	2	5	7	
7					4.45	20	10	10	8	
8					5.15	28	12	9	8	
9					5.45	33	9	12	13	
10					6.15	31	11	13	13	
11					6.45	33	11	13	13	
12				砂礫	7.15	88	22	18	22	
13					7.45	10.15	26	18	22	
14					8.15	53	18	15	20	
15					8.45	11.45	35	12	13	
16					9.15	12.15	36	12	13	
17					9.45	13.15	35	22	20	
18					10.15	65	24	21	15	
19				粘土	10.45	15.15	56	12	14	
20	18.50	12.00		シルト	11.15	58	23	23	14	
21	19.70	0.90		シルト	11.45	25	23	23	14	
22	20.25	0.55		砂礫	12.15	60	25	25		
23					12.45	60	20	25	25	
24					13.15	60	19	21	20	
25	21.35	5.10			13.45	10	3	3	4	
					13.75	19.45	10	3	3	
					14.15	20.15	8	22	20	
					14.45	60	26	37	33	
					15.15	60	26	37	33	
					15.45	60	15	19	27	
					16.15	60	15	19	27	
					16.45	60	20	26	9	
					17.15	60	20	26	9	
					17.45	60	20	26	9	
					18.15	60	20	26	9	
					18.45	60	20	26	9	
					19.15	60	20	26	9	
					19.45	60	20	26	9	
					20.15	60	20	26	9	
					20.45	60	20	26	9	
					21.15	60	20	26	9	
					21.45	60	20	26	9	
					22.15	60	20	26	9	
					22.45	60	20	26	9	
					23.15	60	20	26	9	
					23.45	60	20	26	9	
					24.15	60	20	26	9	
					24.45	60	20	26	9	
					25.15	60	20	26	9	
					25.45	60	20	26	9	

図-14 土質柱状図  
(札幌キャンパス内 A 施設地点)

て得られた知見に過ぎないが、今後、調査対象建築物のエネルギー需要量を把握し、杭を活用して得られる地下熱賦存量との比較の検討を行う予定である。また、全国各地域において杭伏せ図や土質柱状図を加えたデータベースのさらなる充実を図り、地域別や建物用途別にエネルギーパイルシステムの導入可能性評価を行っていくことにつなげていきたい。

#### まとめ

- 1) 建築物の杭基礎を空調用熱交換器として利用するエネルギーパイルシステムの導入可能性評価を目的として、建築物杭基礎敷設規模全国調査によるデータベースを作成した。現在の収録件数は345件である。
- 2) 建築物仕様の調査結果を整理した。今回、対象とした物件の建築面積および延床面積は、それぞれ1000 m<sup>2</sup>未満、3000 m<sup>2</sup>未満に全体の60%以上が集中していた。
- 3) 杭基礎仕様の調査結果を整理した結果、PHC杭の利用頻度が最も高く、51%を占め、次いで先端開放型鋼管杭が15%であった。また、杭長に関しては、PHC杭が4~35 mの範囲に分布しているのに対し、先端閉鎖型鋼管杭は4~97 mと広範囲に分布していることを示した。

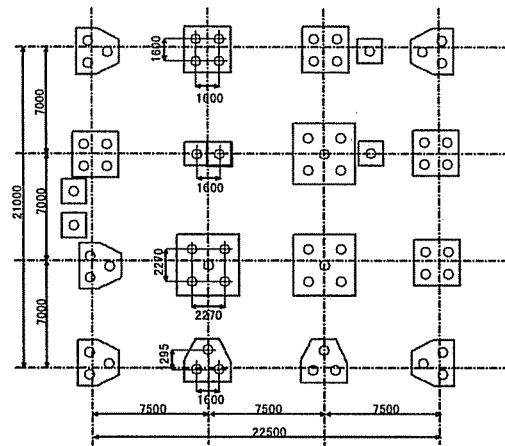


図-15 杭伏せ図  
(A 施設 RC 造 5 階 延床面積 2000 m<sup>2</sup>)

- 4) 建築物規模と杭基礎規模との関係について検討した。小規模の建築物ほど杭基礎規模も小さくなるという傾向が見受けられたが、全体的にばらつきが大きかった。
- 5) 北海道大学構内の施設を対象として分析を行った結果、杭長と支持層深さがほぼ一致することを確認した。また、多くの建築物で群杭が使用されていることがわかった。今後、土質柱状図や杭伏せ図を参照することにより、データベースの充実を図ることが必要であると考えられる。

#### 〈謝辞〉

本研究の遂行にあたり、新日本製鐵株式会社、JFEスチール株式会社、北海工営株式会社、北海道大学施設部の関係諸氏に多大なご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

#### 〈参考文献〉

- 1) 濱田靖弘・窪田英樹・中村真人・長倉香織・斎藤央・横山真太郎・落藤 澄・圓山彬雄・照井康徳：空調用エネルギーパイルシステムに関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(2001-9), pp.353~356
- 2) 斎藤 央・濱田靖弘・中村真人・窪田英樹・横山真太郎・落藤 澄・圓山彬雄・照井康徳：第10回衛生工学シンポジウム論文集(2002-10), pp.49~52
- 3) 杭基礎の調査・設計から施工まで改訂編集委員会：杭基礎の調査・設計から施工まで、土質工学会(1993-5)
- 4) 北海道立寒地建築研究所：技術資料 No.13 札幌市の地盤資料集(1986-3)
- 5) 濱田靖弘・中村真人・落藤 澄・横山真太郎・長野克則・永坂茂之：標準熱回収率による地下熱利用システムの評価方法および住宅への導入効果に関する研究、空気調和・衛生工学会論文集(1998-10), No.71, pp.53~62