

江東区建築物における摩擦杭の成立性検討

芝浦工業大学 学生会員 ○安井大貴

芝浦工業大学 齊藤美帆

芝浦工業大学 正会員 岡本敏郎

1. はじめに

東京港の埋立地の造成は、江戸時代初期に始まり現在も継続されている。江東区は現在、地盤沈下は沈静化しているが、面積の半分近くは海面より低いゼロメートル地帯である。埋立地は地盤沈下以外に液状化の問題なども抱えており開発に適しているとは言い難い地域であるにも拘らず、比較的低廉な地価と土地の広さという魅力のため、埋立地での開発は今後も増加していくことが予想される。このような軟弱地盤で建物を建設するには基礎部分が重要であり、より良い条件の基礎選定をするためには、地盤はもちろん各基礎形式の特徴やそれらの基礎の成立条件を知る必要がある。軟弱層が厚く堆積しているため江東区では支持地盤が深く、浮き基礎や直接基礎は厳しいことが予想され、このような地盤では杭基礎を選定することが考えられ、より経済的な摩擦杭の成立性を検討する必要がある。

本研究では、江東区内の建物基礎の現状を調査し、具体的な建物基礎を取り上げ、軟弱地盤における摩擦杭の成立性と課題の考察を目的とする。

2. 研究方法

江東区を対象として、東京都環境局特定建物一覧より中低層の建物で摩擦杭での施工が可能と思われる既存建物を選定し、それらの基礎形式データの収集を行った。次に摩擦杭の成立性を検討するため、ケーススタディとして相応しい建物及び基礎地盤を抽出し、建築基礎構造設計指針に準拠して、支持力・沈下量計算を行った。

3. 結果

3-1 既存建物の基礎形式

江東区既存建物の基礎形式を調査した結果(表1)、多くの建物で支持杭を使用しており、2階から50階近くまで、高さに関係なく支持杭を使用していた。中低層の建物でも支持地盤の深さや軟弱地盤の状態が基礎形式選定の際に重要視されており、摩擦杭の事例は全くなかった。

3-2 検討した地盤と杭特性

湾岸物流センター内の主要建物が建っている部分(B=35m, L=70m)を検討対象とした。摩擦杭での建設も可能であったと聞いているからである。ここは、図2のように、実際には支持地盤であるGL-78m地点までの鋼管杭を35本使用している。そこでN値

表1 江東区建築物基礎調査結果

建物名	地上(階)	高さ(m)	基礎	深さ(m)	本数
竹尾物流センター	2	22.7	支持杭	78	87
ビバホーム	4	19.7		48	—
スーパーエコプラント	5	59		24	528
芝浦工業大学	14	67.3		—	—
オーベル東陽町サウシア	20	62		53~60	26
チャミングスクエア	23	77.6		43	30
豊洲シエルタワー	40	134.35		52	—
BEACON Tower Residence	41	140.3		65	41
ザ・豊洲タワー	43	155		—	—
シティワーズ豊洲 ザツイン	48	147.4		45	117
ららぽーと	5	25.5	連続基礎	—	—



図1 湾岸物流センターとその位置

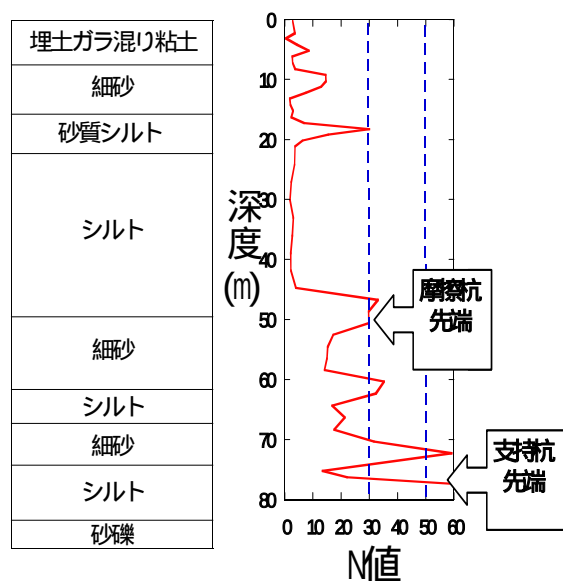


図2 地層図

江東区、建築物、摩擦杭、支持杭、沈下計算

連絡先：東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学土木工学科 Tel.03-5859-8360

30 以上を示す GL-50m 地点を先端とする長尺摩擦杭を使用した場合を検討対象とした。

摩擦杭の設計では、建築基礎構造設計指針に準拠し、建物重量・杭の極限支持力・安全率を 3.0 として、杭本数を算出した。また単杭となるように杭間隔を設定し、杭長×本数より杭総延長を算出した。表 2 に設計結果概要を示した。これより摩擦杭の方が、総延長は短くなり杭材料費が支持杭よりも経済性で優ることになる。

表 2 杭総延長

	実際(支持杭)	仮定(摩擦杭)
先端深さ(m)	GL-78	GL-50
本数(本)	35	50
杭総延長(m)	2730	2500

3-3 摩擦杭の総沈下と不同沈下

一般建築物として支持力を確保しているので、沈下に対して安全であれば設計として終了することになる。そこで総沈下と不同沈下を求めた。図 2 に示すように、不同沈下は建物全体が同一な沈下をせず不均一に沈下することをいい、総沈下などとの関係は次のようになる。

$$S_{max} - S_1 = \text{不同沈下量}$$

そこで、即時沈下を求めるために以下の式を用いた。

$$S_E = \mu_H \frac{q \sqrt{A}}{E}$$

S_E : 即時沈下量 (m) E : 地盤の弾性係数 (N/m²)
 A : 基礎底面積 (m²) μ_H : 沈下係数
 q : 基礎の平均荷重 (N/m²)

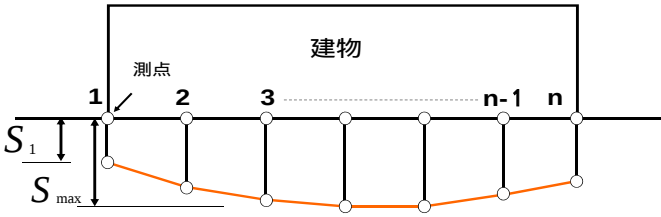


図 2 不同沈下

表 3 不同沈下量標準限界値(cm) 【建築基礎構造設計指針】

構造種別	鉄筋コンクリート構造
基礎形式	べた基礎
標準値	2.0 ~ 3.0
最大値	4.0 ~ 6.0

以上により $S_E=1.25\text{cm}$,不同沈下($S_E \times 0.72$) = 0.90cm , 変形角=0.51/1000 rad となった。

表 3 と 4 より、不同沈下量標準限界値、標準許容総沈下量ともに標準値を満たしていることがわかる。また、変形角も下限変形角内に入っており、損傷が明らかでない範囲といえる。(表 5)

4. 物流センターの機能からみた摩擦杭の成立性

一般建築物としての沈下に関する性能は、前項不同沈下の検討により十分といえる。さらに検討すべきものとしては、工場としての沈下に関する性能が考えられる。これは、具体的には内部機器やクレーンの性能に障害が発生しないことが挙げられる。工場内に設置される機器・資材は工場完成後に設置されるため、基礎コンクリート打設の時点で沈下が見られれば、鉄板などによる不同沈下修正が可能である。よって、不同沈下が発生した場合でも、施工順序を考えると機器の許容傾斜角以内に修復させることが可能となる。したがって、物流センターとしての機能から見ても摩擦杭が成立するといえる。よって、基礎版の不同沈下という構造的性能と工場内機器の性能を満たす対策も可能である。

5. 考察とまとめ

中低層の建物で、50m 以深まで杭を打っているのは経済性が低く、安易に支持杭を使うのではなく、摩擦杭を利用することが望ましい。また、用途や規模に合った基礎を選定しやすいよう、様々な建物において支持杭以外の基礎での計算を行い、具体例を増やす必要がある。摩擦杭以外の工法としてはパイルドラフト基礎の採用も近年増えてきており、今後期待出来るものである。摩擦杭について重点的に調べたが、支持杭に比べ資料や計算例が極端に少なかった。今後も埋立地での開発により建物の増加が予想されることから、基礎選定によるコスト削減は重要となり、摩擦杭やパイルドラフト基礎の採用事例を増やしていくことが肝要と考える。

表 4 標準許容総沈下量(cm) 【建築基礎構造設計指針】

構造種別	鉄筋コンクリート構造
基礎形式	べた基礎
標準値	2.0 ~ 3.0
最大値	4.0 ~ 6.0

表 5 構造別変形角の例 【建築基礎構造設計指針】

支持地盤	下限変形角 $\times 10^{-3}\text{rad}$	上限変形角 $\times 10^{-3}\text{rad}$
沖積粘土層	0.7	1.5

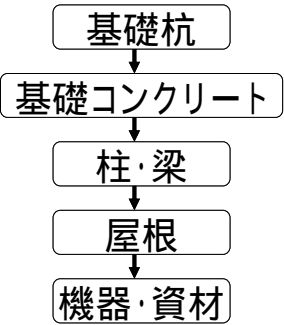


図 3 施工順序