

パイルド・ラフト基礎に節杭を適用した建物の挙動 (その1: 建物・地盤の概要と計測結果)

正会員 松尾 雅夫<sup>\*1</sup>  
 正会員 小椋 仁志<sup>\*2</sup>  
 正会員 田中 佑二郎<sup>\*2</sup>

パイルド・ラフト基礎 沈下計測 杭

1. はじめに

パイルド・ラフト基礎は、直接基礎と杭が複合して外力に抵抗する基礎形式であり、従来の直接基礎や杭基礎、支持杭や摩擦杭などに分類するような単純な考え方にとられず、性能設計に対応した多様で合理的な設計が可能な基礎形式である<sup>1)</sup>。しかし、沖積地盤での実測例が少なく、その挙動が十分に解明されているとは言えない状況にある。

筆者らは、沖積地盤上に計画された建物基礎に、節杭を沈下低減杭として用いたパイルド・ラフト基礎を採用し、設計資料を得る目的で挙動計測を実施している<sup>2) 3)</sup>。本報告では、地盤・建物の概要と竣工後 2 年までの計測結果について紹介する。

2. 地盤および建物の概要

地盤は、図-1 に示すように、GL - 0.0 ~ 4.5m が埋土層、GL - 4.5 ~ 8.4m が沖積砂層、GL - 8.4 ~ 25.2m が N 値 2 程度の沖積粘性土層、GL - 25.2 ~ 36.3m が沖積砂層、GL - 36.3m 以深が N 値 50 以上の洪積砂礫層から成っている。沖積粘性土層は、ほぼ正規圧密状態である。

建物は、大阪市の港湾地域に建設されており、上部構造は、鉄骨造で用途上階高やスパンなどが異なる 2 つの建物(平屋 A 棟と 2 階建て B 棟)をエキスパンションジョイント(EXPJ)によって分離している。建築面積は、全体で約 766m<sup>2</sup>、積載荷重満載時の建物の接地圧は 32 ~ 42 kN/m<sup>2</sup> であるが、使用状況から現状は、約 20 ~ 24 kN/m<sup>2</sup> となっている。建物形状・計測位置を図-2 に示す。

3. 設計の考え方と計測概要

パイルド・ラフト基礎の設計方針は、次のとおりである。

沖積粘土層の増加応力を小さくするために、建物全域で 1.55m の排土を行う(セミ・フローティング基礎とする)。不同沈下対策として、梁成 2.0m の基礎梁と厚さ 30 ~ 35cm の底版、厚さ 15 ~ 20cm の 1 階スラブによる箱型断面を形成する。支持力については、鉛直荷重・水平荷重に対して、べた基礎として設計する。沈下低減杭は、建物荷重を極限支持力で支持できるとして本数・配置を決定する。液状化時には、地震時積載荷重時の建物荷重に対して液状化層よりも上の摩擦力を無視した杭の極限支持力で支持できるようにする。

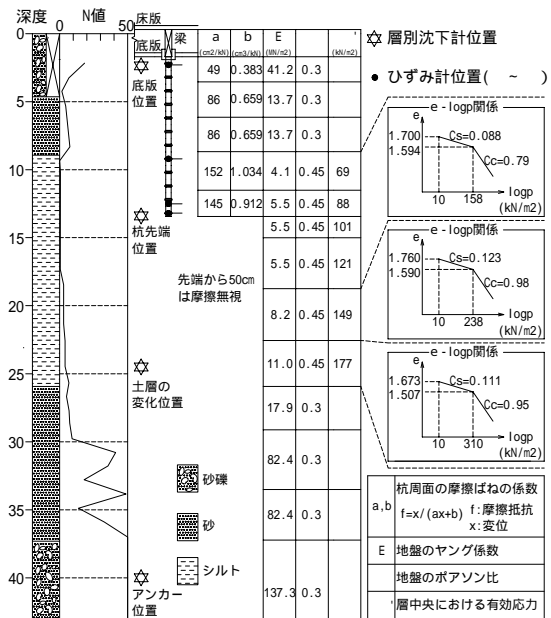


図-1 地盤概要

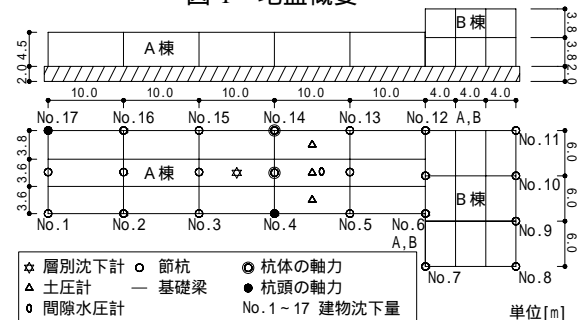


図-2 建物概要 (上: 断面図, 下: 平面図)

表-1 計測項目

計測項目	計測の目的	計測機器
地盤内各層の沈下量: A棟建物中央部1ヶ所(3断面)	各層ごとの沈下特性と沈下量の計測	層別沈下計
建物の沈下量: 19ヶ所(各柱下) 地表面沈下量: 2ヶ所	建物の不同沈下量や傾斜角の計測	レベル計測
基礎底版の接地圧: 3ヶ所 基礎底版位置での間隙水圧: 1ヶ所	基礎底版の接地圧および有効応力の計測	土圧計 間隙水圧計
杭体の軸力: 2ヶ所(各4断面) 杭頭の軸力: 2ヶ所	杭の負担荷重の計測と支持力特性の把握	ひずみ計

表-2 計測時期

計測時期 \ 計測項目	建物・地表面沈下量以外	建物・地表面沈下量	計測
基礎底版打設前	計測器設置		済
基礎底版打設直後	1回目		
基礎梁打設直後	2回目	計測器設置	
1階・2階床打設直後	3回目	1回目	
竣工時	4回目	2回目	
竣工後3ヶ月	5回目	3回目	
竣工後6ヶ月	6回目	4回目	
竣工後1年	7回目	5回目	
竣工後2年	8回目	6回目	
竣工後4, 8年	9, 10回目	7, 8回目	

杭は、摩擦杭としての実績が多く、大きな摩擦抵抗が期待できることなどから、節杭(杭径 500-400mm, 杭長 12m, 改良セメントミルク工法)を採用した。

計測項目を表-1 に示す。計測機器等の設置場所、各層の沈下量と軸力の計測位置は、図-1, 2 に示すとおりである。計測は、基礎底版が打設される前の 2001 年 11 月に開始した。ただし、建物沈下量を計測するための標点は基礎梁に設置するため、この計測は基礎梁打設直後から開始している。計測時期は、表-2 のように設定した。

#### 4. 概要計測結果の概要と考察

2005 年 4 月末現在、竣工後 3 年 1 ヶ月経過し、計測は竣工後 2 年まで終了している。計測結果の一部を図-3~6 に示す。ただし、杭の軸力計測に関して、竣工後 1 年から杭体のひずみ計に不良が認められたため、竣工後 6 ヶ月までの計測結果を示している。

図-3 の土圧計の値は、3 ヶ所の計測値の平均値を示した。同図には、土圧平均値から水圧を引いた値や、建物荷重を施工段階に応じて算出した値も示している。接地圧は工事の進捗とともに増加し、竣工時に最大値を示した後、徐々に減少する傾向にあることがわかる。

図-4 の杭体の軸力について、竣工時までの杭頭と杭先端には負の軸力が生じ、杭頭部は徐々に正の軸力になり増加する傾向を示している。また、杭上部には、竣工後 3 ヶ月まで負の摩擦力が作用している。杭体の軸力は、底版から地盤を通して伝達される応力の影響を受けて複雑な挙動を示している。

図-3, 4 より、竣工時までは建物荷重は底版が多く負担していたが、底版下の地盤沈下の進行により、杭へ移行したものと推測できる。本建物の杭は、施工中は底版直下の地盤の圧縮を抑止する効果を発揮し、竣工後は、底版の負担荷重の減少に伴い、直接基礎荷重を支持することで、沈下低減効果を発揮していると考えられる。

図-5 より、各計測時期において GL-1.9~13.4m の沈下量の占める割合が大きい。竣工時までは建物直下の砂層の即時沈下量が増加し、これ以降の沈下量の増加は、沖積粘性土の圧密進行によるものと考えられる。

図-6 より、建物沈下量は、ばらつきはあるものの竣工時から大きな動きは見られない。沈下量 10~20mm で分布し、X6 通りで最大となっている。

建物中央部の層別沈下計では竣工後も圧密沈下が進行しているが、建物外周部の沈下計測では沈下はほとんど進行していない。これは、建物中央部と外周部とでは、沖積粘土層に及ぼす増加応力が異なるためと考えられる。

#### 5. おわりに

本報告では、沖積地盤上に計画された建物基礎に、節

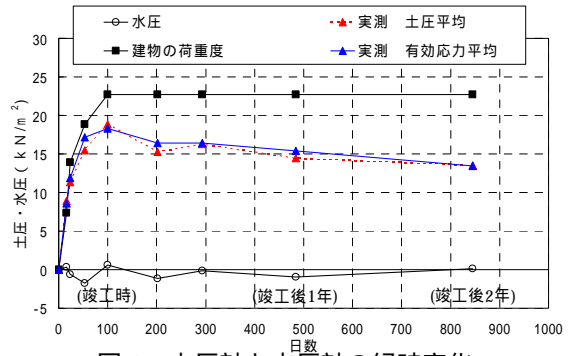


図-3 土圧計と水圧計の経時変化

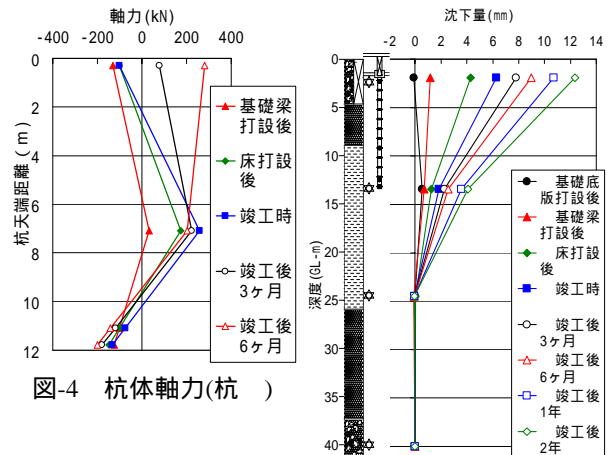


図-4 杭体軸力(杭)

図-5 層別沈下量

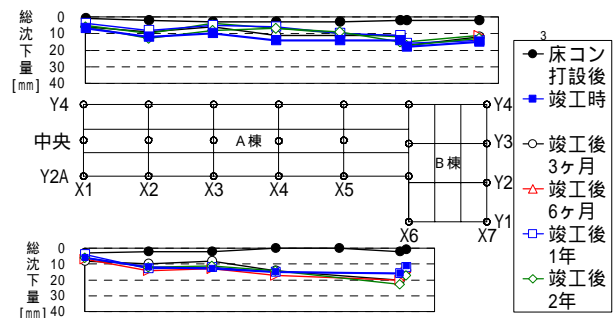


図-6 建物沈下分布

杭を沈下低減杭として用いたパイルド・ラフト基礎建物の概要と、挙動計測結果などについて紹介した。今後も引き続き計測を行い、設計資料を蓄積する予定である。

#### 6. 参考文献

- 1) 建築学会：建築基礎構造設計指針，2001.10
- 2) 松尾・辻・二見・小椋・伴野：パイルド・ラフト基礎に節杭を適用した建物の挙動(その 1：建物概要と沈下解析)，第 37 回地盤工学研究発表会，pp.1489-1490，2002.7
- 3) 二見・小椋・伴野・辻・松尾：パイルド・ラフト基礎に節杭を適用した建物の挙動(その 2：計測概要と計測結果の速報)，第 37 回地盤工学会研究発表会，pp.1491-1492，2002.7

\*1 安井建築設計事務所 構造部

\*2 ジャパンパイル(株)

\*1 Structural Design dept. Yasui Architects & Engineers, Inc

\*2 JAPAN PILE CORPORATION