

建物の沈下観測データの収集とDB化
報告書

平成26年3月

一般社団法人日本建設業連合会 建築本部
建築技術開発委員会 技術研究部会
地盤基礎専門部会

地盤基礎専門部会

主査	伊勢本昇昭 (戸田建設)		
副主査	石井 雄輔 (大林組)	長尾 俊昌 (大成建設)	
幹事	青木 雅路 (竹中工務店)	桂 豊 (清水建設)	
	武居幸次郎 (鹿島建設)		
委員	山崎 勉 (安藤・間)	高稲 敏浩 (浅沼組)	
	岸本 剛 (奥村組)	森 利弘 (熊谷組)	
	井川 望 (鴻池組)	伊藤 仁 (銭高組)	
	原 博 (東亜建設工業)	矢島 淳二 (東急建設)	
	尻無濱昭三 (鉄建建設)	新井 寿昭 (西松建設)	
	古澤 顯彦 (ピーエス三菱)	中川 太郎 (フジタ)	
	野田 和政 (前田建設工業)	宮田 勝利 (三井住友建設)	

建物の沈下観測データの収集とDB化WG

主査	長尾 俊昌 (大成建設)
副主査	中川 太郎 (フジタ)
委員	八重樫 光 (安藤・間)
	鈴木 直子 (大林組)
	舟木 秀尊 (奥村組)
	下村 修一 (鹿島建設)
	堀田 洋之 (清水建設)
	金田菜都美 (大成建設)
	谷川 友浩 (竹中工務店)
	田村 友法 (東亜建設工業)
	中沢 楓太 (東急建設)
	田口 智也 (戸田建設)

建物の沈下観測データの収集と DB 化 WG 報告書

目 次

1 章	はじめに	1
1.1	目的	1
1.2	活動内容	2
2 章	収集データの概要	3
2.1	調査対象とデータ整理の概要	3
2.2	収集データの内訳と特徴	10
2.3	収集データの DB 化と利用方法	14
3 章	収集データの分析	17
3.1	直接基礎	17
3.2	杭基礎	33
3.3	併用基礎	36
3.4	各種基礎の比較	47
3.5	リバウンド	56
3.6	地盤 E の逆算	65
3.7	まとめ	78
4 章	収集データ	83
4.1	調査物件リスト	83
4.2	文献リスト	88
付録	ウェブアプリケーション 操作マニュアル	

1 章 はじめに

本報告は、一般社団法人日本建設業連合会 建築技術開発委員会 技術研究部会 地盤基礎専門部会下に設置された“建物の沈下観測データの収集・DB化WG”（以下本WGと称す）の活動成果をまとめたものである。以下に、本WGの活動目的と活動内容を示す。

1.1 活動目的

本WGは2001～2003年に活動を行った「建物の沈下観測データと分析」（以下前WGと称する）の成果を受け、その第2弾として企画したものである。その主目的は、実測されている建物の沈下観測データを収集し、分析のためのデータベース(DB)を構築することにある。前WGにおいて建物の沈下観測データを収集したのは、

‘建築基準法や建築基礎構造設計指針の改定に伴い、建築物基礎の設計は、従来の仕様設計から性能設計に移行しつつある。基礎の性能設計においては、基礎形式に係わらず基礎の変形、とりわけ、沈下量の評価が不可欠であり、沈下予測の高精度な予測は益々重要となる。

（中略）

一方、工事期間中から竣工後の長期にわたる建物基礎の安全性の確認、沈下低減対策効果の確認、あるいは、沈下予測手法の検証を目的として、過去に数多くの建物で沈下観測が行なわれ、学会論文などで数多く公表されている。ただし、これらの実測値は極めて貴重なデータであるにも係わらず、これまで系統的に分析・評価されたことは極めて少ない。’（前WG報告書）

ためであり、多くの観測データを収集・分析することによって、基礎設計に資する情報を得ることを目的としていた。

本WGでは前WGの意思を受け継ぎ、2000年以降に発表された観測データを収集した。収集データの整理や分析は前WGの手法に倣うものとしたが、収集データに対する独自の分析や利用を可能とするために、収集したデータをDB化することとした。構築したDBでは、付随するWebアプリケーションのデータ整理機能やグラフ化機能によって、利用者が必要とする情報のみを取捨選択し、様々な分析を行うことが可能となっている。また、収集データの整理方法（フォーマット）を標準化したので、今後発表される観測データのDBへの追加を容易としている。

1.2 活動内容

本 WG の活動は、2010.8～2012.12 に実施し、全 12 回の会合を開催した。各会合では、本 WG の活動方針の策定から始まって、参加メンバーの作業内容の確認・担当作業の振り分け・中間報告などを実施した。収集データを DB 化するための標準フォーマットについては、特に時間を割いて検討を重ねた。

本 WG の成果は、本報告書と DB である。DB の構築は、Web アプリケーションの作成も含めて、全て WG 内で行った。

本報告書の分析では、本 WG で収集・分析した 2000 年以降の 72 件のデータについてまとめている。各章で分析に用いた図は、基本的に Web アプリケーションによって作図されたものである。

なお、前 WG がとりまとめた 1980～2000 間の 126 件のデータについては、今後 DB に含める予定である。

2章 収集データの概要

2.1 調査対象とデータ整理の概要

2.1.1 調査対象

以下4種類の文献を調査対象とし、2002年から2012年の約10年間に公表された建物の沈下観測事例のうち、建物条件、地盤条件、計測内容が明らかな72物件について分析・評価を行なった。

- ・ 日本建築学会（論文報告集、技術報告集、年次大会、シンポジウム、支部大会）
- ・ 地盤工学会（論文報告集、年次大会、シンポジウム、地盤工学会誌、S&F）
- ・ 専門誌（基礎工、建築技術）
- ・ 建設各社の研究所報

2.1.2 データ整理の方法と構成

(1) データ整理の方法

分析・評価対象とした72件の各種データについて、建物条件、基礎形式、地盤条件、計測内容、計測結果、解析方法の5項目に整理し、文献シートを作成した。各項目の細目は以下の通りである。

1) 建物条件

建築面積、用途、階数（地上、地下）、構造形式、基礎形式、荷重度、排土重量、建設時期（竣工時期）

2) 地盤条件

建設地、地盤種別、地盤構成、土質特性（特に、基礎底面のN値、杭先端のN値、堆積年代）、沈下の種類（圧密、即時）

3) 計測内容

計測期間、計測項目（不同沈下、層別沈下、地表面沈下、杭軸力、土圧、間隙水圧、基礎梁応力、柱脚軸力など）

4) 計測結果

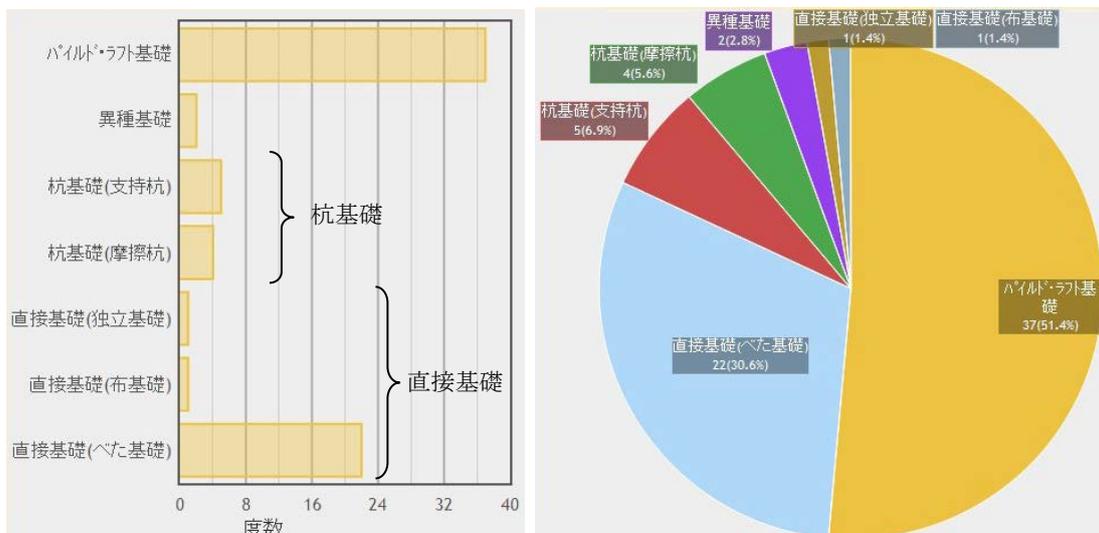
建物の最大沈下量、最大不同沈下量、最大傾斜角、最大変形角、地盤沈下量、掘削に伴うリバウンド量

(2) データの分類

72 件を以下に示す基礎形式と地盤種別毎に分類した。

1) 基礎形式

杭基礎、直接基礎、パイルド・ラフト基礎、異種基礎の 4 種類の基礎に分類し、更に、杭基礎については支持杭と摩擦杭に、直接基礎については基礎形状（独立、布、べた基礎）で細分した。



(1) 度数グラフ

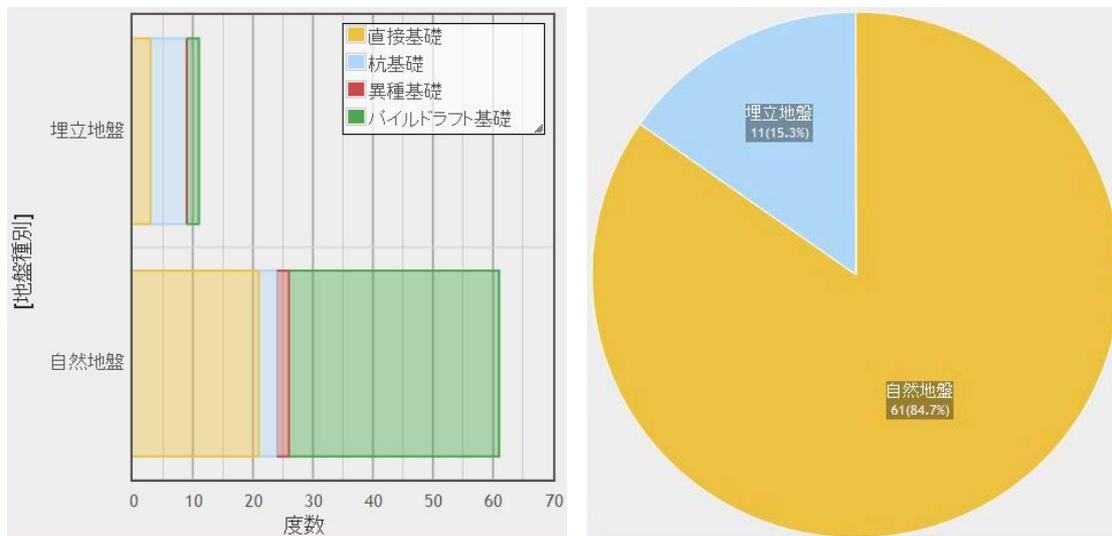
(2) 円グラフ

図 2.1.1 基礎形式の分類

2) 地盤種別

自然地盤と埋立地盤の 2 種類に分類した。ここで、自然地盤とは建物荷重のみにより沈下が生じる場合、埋立地盤とは埋立による圧密が未了の場合と定義した。埋立地盤であっても自重による圧密が完了している場合には、自然地盤に分類されている。

図 2.1.2 に地盤種別の分布を示す。全観測データに占める割合は、自然地盤が 85%、埋立地盤が 15%である。



(1) 度数グラフ

(2) 円グラフ

図 2.1.2 地盤種別と基礎形式

(3) データベースの構成

1) 物件テーブル

ウェブアプリケーションを起動すると、収集した建物観測データの一覧が表示される。図 2.1.3 に物件テーブルの画面を示す。ここで、建物条件、基礎条件、観測項目、観測期間、最大沈下量などを基礎形式、地盤種別毎に表示される。いわば、データベースの目次に相当するものである。(ウェブアプリケーションの詳細は付録の操作マニュアル参照)

No.	沈下の種類	階数	地階	面積	構造	地下構造	用途	建設地	地盤種別	発表年	竣工年	荷重	基礎形状
P-A00	即時	11階	2階	4813	-	-	庁舎	--	自然地盤	-	2008	-	杭基礎(支持)
P-A01	即時+圧密	-	-	-	-	-	共同住宅	兵庫県	自然地盤	-	-	-	杭基礎(摩擦)
P-A02	即時	22階	2階	2400	-	-	事務所、住宅	--	自然地盤	-	-	-	杭基礎(支持)
P-B00	圧密	8階	-	-	-	-	集合住宅	--	埋立地盤	-	-	-	杭基礎(支持)
P-B01	圧密	8階	-	-	-	-	集合住宅	--	埋立地盤	-	-	-	杭基礎(支持)
P-B02	圧密	5階	-	-	-	-	集合住宅	--	埋立地盤	-	-	-	杭基礎(摩擦)
P-B03	圧密	5階	-	-	-	-	集合住宅	--	埋立地盤	-	-	-	杭基礎(摩擦)
P-B04	即時	1階	-	28800	-	-	工場	福岡県	埋立地盤	-	2005	2.6	杭基礎(支持)
P-B05	圧密	6階	-	394.4	-	-	事務所・研究所	大阪府	埋立地盤	-	1995	98	杭基礎(摩擦)
R-A00	即時	16階	1階	2000	-	-	商業施設	新潟県	自然地盤	-	0	200	ハイル・ラフト
R-A01	即時	7階	1階	8862	-	-	-	--	自然地盤	-	-	118	ハイル・ラフト
R-A10	即時	28階	2階	2784	RC造	R	-	--	自然地盤	-	2006	600	ハイル・ラフト
R-A11	即時	14階	2階	4253.8	SRC造	SRC	-	大阪府	自然地盤	-	-	-	ハイル・ラフト
R-A12	即時	7階	3階	2340	-	-	-	--	自然地盤	-	-	159	ハイル・ラフト
R-A13	即時	13階	1階	2100	-	-	-	--	自然地盤	-	-	168	ハイル・ラフト
R-A14	即時	25階	4階	5500	-	-	オフィス・住宅・コ	東京都	自然地盤	-	2007	250	ハイル・ラフト
R-A15	即時	21階	3階	4212	S造	SRC造	事務所	東京都	自然地盤	-	2006	378	ハイル・ラフト
R-A16	即時	11階	-	-	-	-	-	--	自然地盤	-	-	145	ハイル・ラフト
R-A17	即時	6階	1階	270	-	-	-	東京都	自然地盤	-	-	136.8	ハイル・ラフト
R-A18	即時	47階	-	1670	RC造	-	集合住宅	--	自然地盤	-	2009	600	ハイル・ラフト
R-A19	即時	37階	4階	2700	S造	SRC造	-	--	自然地盤	-	-	358	ハイル・ラフト

図 2.1.3 物件テーブル

2) 調査物件シート

各物件の詳細な情報を表記したシートで、WG で文献より読み取った情報(建物規模、支持層、沈下量)などがまとめられている。図 2.1.4 に調査物件シートの例を示す。調査物件のリストについては、4章 収集データ 4.1 調査物件シート を参照願いたい。

3) 文献リスト

調査物件シート作成のために収集した全文献名を記載している。文献リストの一覧については、4章 収集データ 4.2 文献リスト に示している。

	R-A-001	自然地盤							1/2
主要な沈下の種類	即時沈下								
建物	用途	-							
	所在地	-							
	竣工年月	2009年	3月						
	規模	地上47階	建築面積	1670 m ²					
	主要構造	地上RC造							
	荷重	600 kN/m ²							
基礎	基礎形式	パイルド・ラフト基礎		スラブ11%、杭89%					
		(もう一つの分担率はスラブ16%、杭84%)							
	基礎底面の深さ	GL	-4.3 m						
	杭	杭先端の深さ	GL	-54.5 m	杭種	場所打ちコンクリート杭			
	地下構築工法	-							
	排土重量	77 kN/m ² (掘削4.3m、砂で算出)							
地盤	支持地盤	洪積砂礫層: N \geq 60 (べた基礎は洪積砂礫層: N値=15~30)							
	地下水	GL-	-m						
	地盤調査項目	N値							
計測	計測目的	パイルドラフト基礎の有効性の確認							
	計測項目	層別沈下、杭軸力、土圧計、間隙水圧計							
	沈下計測の基準	GL-70mの洪積砂礫層							
	計測期間	2007年1月~2009年3月							
	計測結果	最大沈下量	24 mm	最大リバウンド量	4 mm				
		地盤沈下量	- mm	最大傾斜角	-				
		最大不同沈下量	- mm	最大変形角	-				
解析	解析方法	-							
	解析条件等	-							
特記事項	-								
引用文献	文献番号*	曾我裕他: 超高層免震建物に用いたパイルド・ラフト基礎の沈下挙動、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.543-544、2009年8月							
関連文献	文献番号*								

図 2.1.4 調査物件シート

(4) 用語の定義

建物荷重度、排土重量、沈下量、不同沈下量、傾斜角 ϕ 、変形角 θ は、以下のように定義した。

1) 建物荷重度

建物荷重度については、調査した文献に明記されていなものが多い。そこで、建物階数より以下の換算ルールに基づいて定義した。

表 2.1.1 建物荷重度の換算ルール

■地上	階数毎の建物荷重度 (kN/m ² /階)
S造	9
RC造	13
■地下	
一般部 (RC, SRC)	17
基礎部(べた基礎以外)	20
(べた基礎)	22

2) 排土重量

地表面から基礎底面の間主体となる土質の単位体積重量に掘削深さを乗じて算出した。なお、砂質土と粘性土の単位体積重量は各々18kN/m³、15 kN/m³ とした。

3) 沈下量、傾斜角など

沈下量、不同沈下量、傾斜角 ϕ 、変形角 θ は以下のように定義した (図 2.1.5 参照)。

ただし、調査物件リストおよび調査物件シートに記載された数値は、計測の都合上、必ずしも代表点によって算定した数値ではないことに留意されたい。

- ・ 沈下量 S_{max} : リバウンド後 (リバウンド最大値) から建物に生じた沈下量の最大値。
- ・ 不同沈下量 S_{dmax} : 建物全体の沈下分布から外端の沈下量のうちの小さな値を差し引いた沈下分布で、最大の値を最大不同沈下量と呼ぶ。
- ・ 傾斜角 ϕ : 建物両端の沈下量を直線で結んだ勾配で、直交する 2 断面の内、大きな方の角度を最大傾斜角と呼ぶ。
- ・ 変形角 θ : 各点間の勾配で、最大の値を最大変形角と呼ぶ。

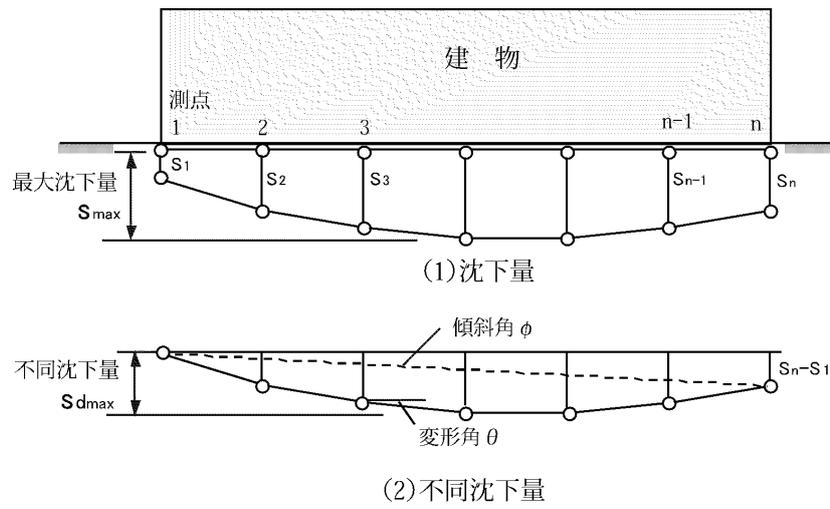


図 2.1.5 沈下量、傾斜角などの定義

2.2 収集データの内訳と特徴

2.2.1 基礎形式と地盤種別

収集した沈下観測データは、総計 72 データであった。図 2.2.1 に全収集データに対する基礎形式の内訳を示す。データの内訳は、パイルド・ラフト基礎が 51% (37 件)、直接基礎 33% (24 件：べた基礎 22 件、布基礎 1 件、独立基礎 1 件)、杭基礎 13% (9 件：支持杭 5 件、摩擦杭 4 件)、異種基礎 3% (2 件) である。パイルド・ラフト基礎と異種基礎を合わせたデータ数が 39 件であり、全体の半数以上を占めている。図 2.2.2 に地盤種別の内訳を示す。データの内訳は、自然地盤が 61 件、埋立地盤が 11 件である。埋立地盤におけるパイルド・ラフト基礎のデータは 2 件であり、全体に占める割合に比べて少ない。

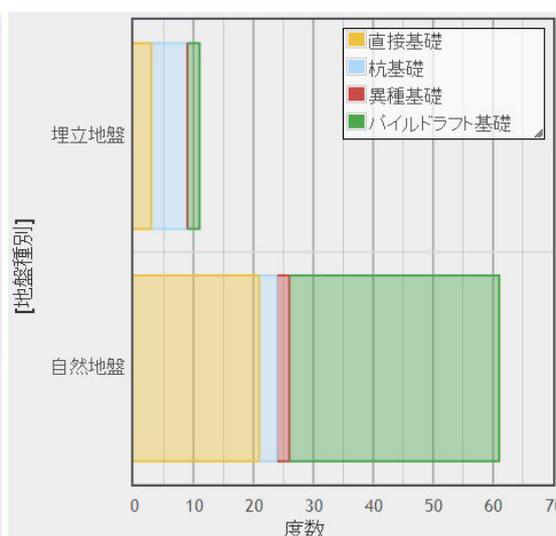
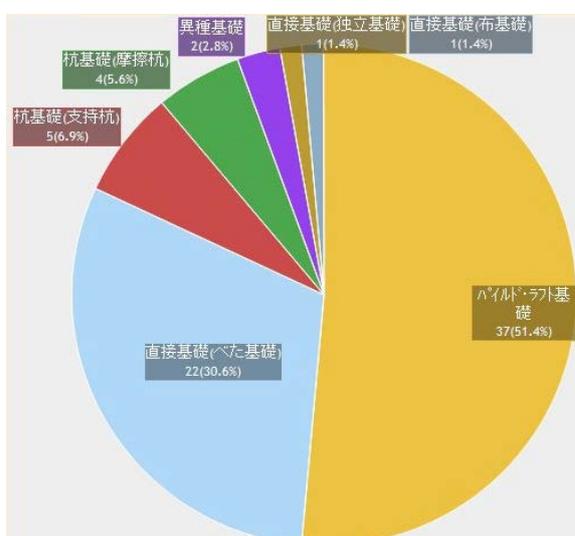
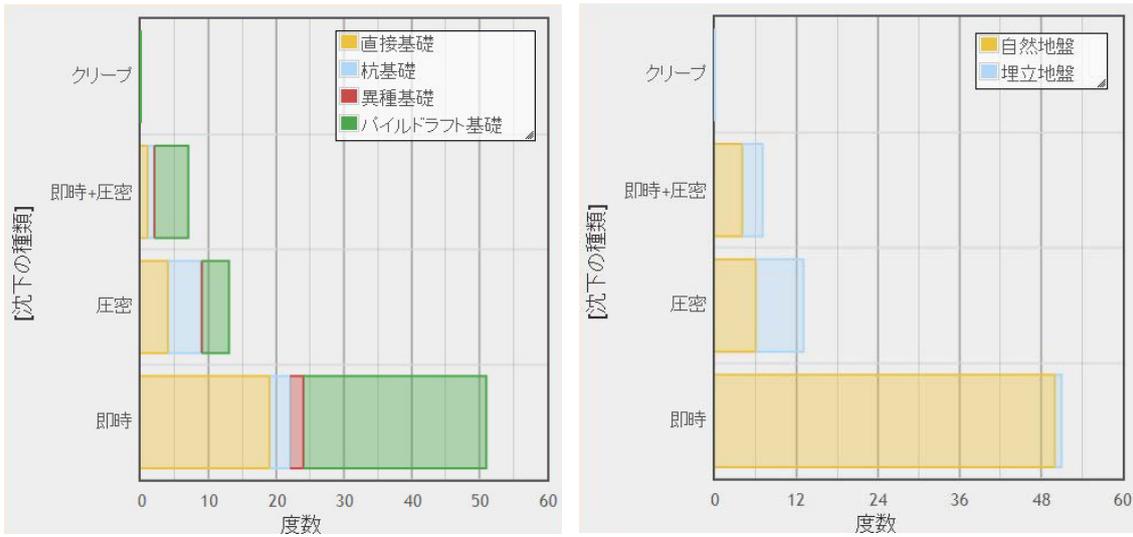


図 2.2.1 全データに対する基礎形式の内訳

図 2.2.2 地盤種別の分布

2.2.2 沈下種別

図 2.2.3 に基礎形式毎ならびに地盤種別毎の沈下種別の内訳を示す。全体的な傾向として即時沈下の観測事例が多いことがわかる。パイルド・ラフト基礎と直接基礎では即時沈下の比率が高く、杭基礎は圧密沈下の比率が高くなっている。地盤種別毎に着目すると、自然地盤では殆どが即時沈下、埋立地盤では圧密沈下の観測事例の比率が高いことがわかる。



(1) 基礎形式毎の内訳

(2) 地盤種別毎の内訳

図 2.2.3 沈下種別の内訳

2.2.3 建物規模

図 2.2.4 に建物階数と基礎形式の関係を示す。また、図 2.2.5 に建物階数と地盤種別の関係を示す。パイルド・ラフト基礎では、低層から高層まで幅広く事例が見られるが、41 階以上の建物については 1 件となっている。

建物面積と基礎形式の内訳を図 2.2.6 に示す。建築面積では、1000m² から 5000m² の建物が 30 件 (42%) と最も多く、小規模の 1000m² 以下の建物は 11 件 (15%)、10000m² 以上の大規模な建物は 10 件 (14%) である。なお、その他に分類されているものは文献において建物面積が不明だった事例である。

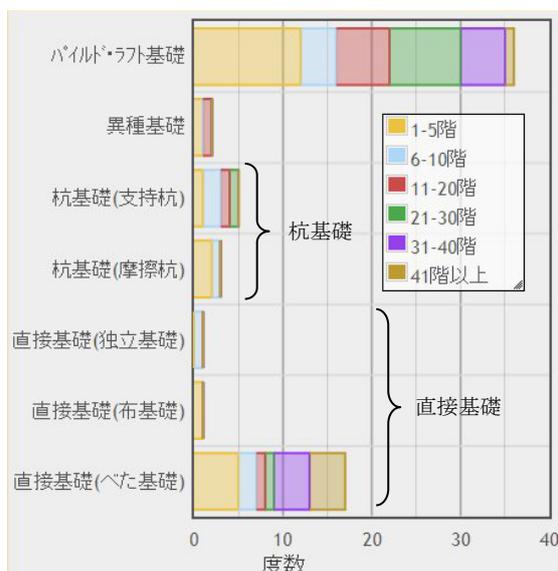


図 2.2.4 建物階数と基礎形式

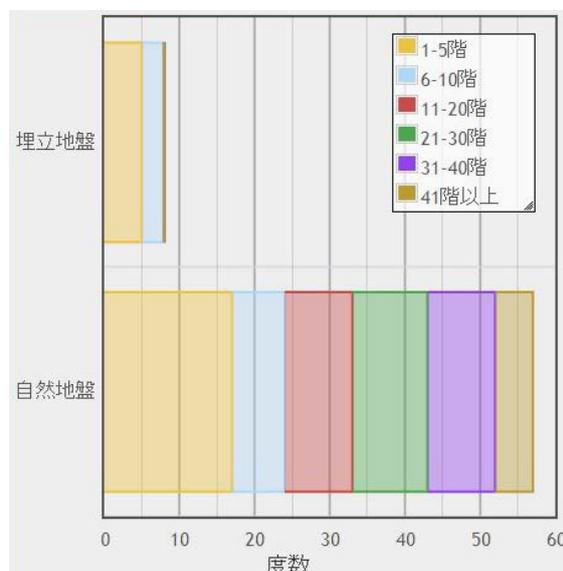


図 2.2.5 建物階数と地盤種別

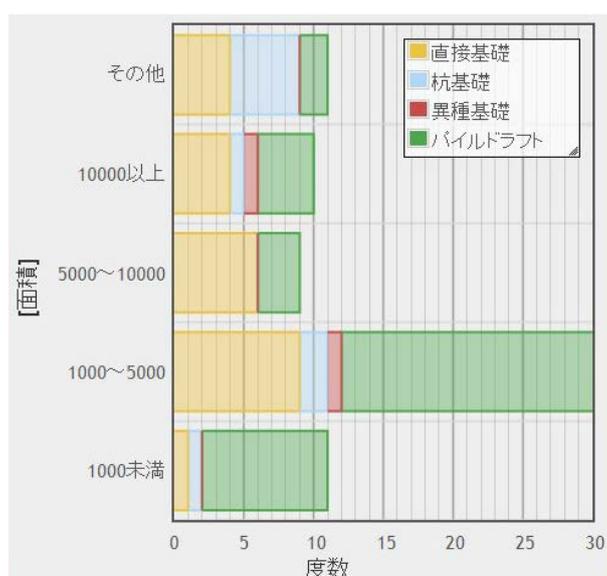


図 2.2.6 建物面積と基礎形式

2.2.4 建設地

建設地毎に分類し、基礎形式の内訳をまとめたものを図 2.2.7 に示す。また、地盤種別の明らかなものについて建設地を図 2.2.8 に示す。都道府県別で見ると東京都が最も多く 14 件であるが、建設地の明らかになっていない事例（不明）が 6 割を占めている。

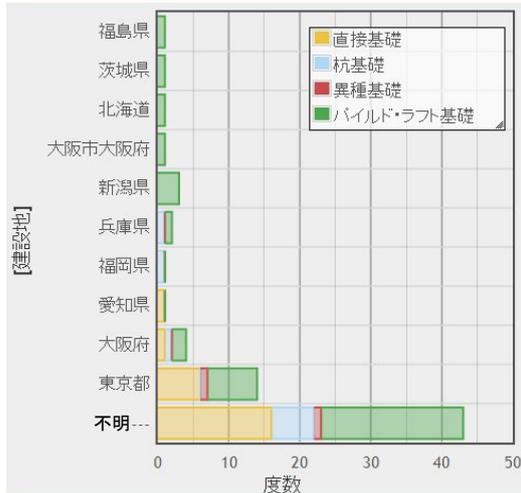


図 2.2.7 建設地と基礎形式

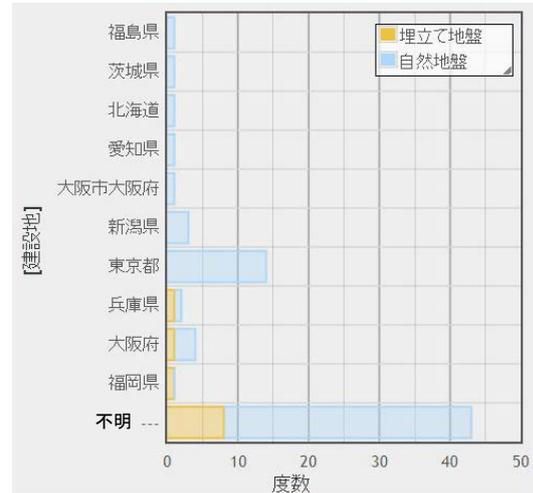


図 2.2.8 建設地と地盤種別

2.2.5 計測項目

計測項目について、基礎形式毎の内訳を図 2.2.9 に、建物階数毎の内訳を図 2.2.10 に示す。パイルド・ラフト基礎が半数以上を占めており、杭軸力と土圧が計測されるケースが多い。これは、荷重分担率を把握するためだと考えられる。地表面沈下量と不同沈下量については、1～5階の低層建物で計測される件数が多い。また、21階以上の建物では複数の計測項目について観測されている。

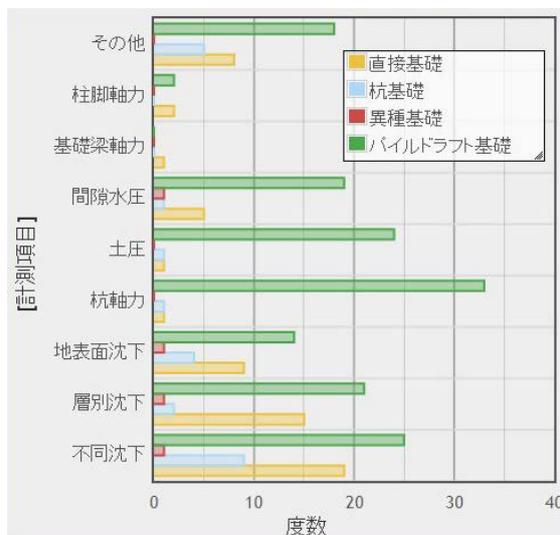


図 2.2.9 基礎形式と計測項目の内訳

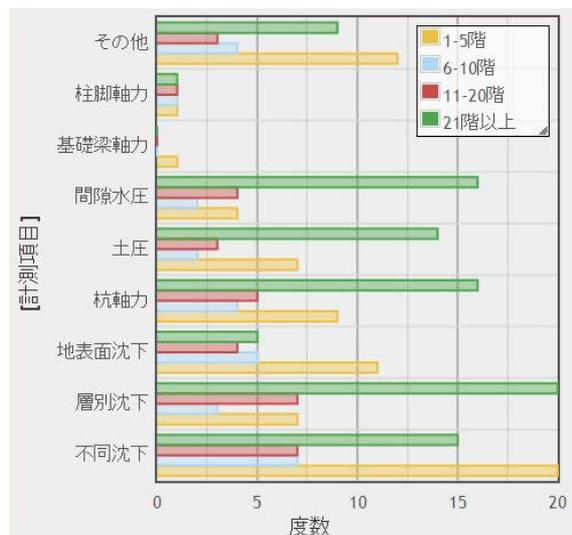


図 2.2.10 建物階数と計測項目の内訳

2.3 収集データの DB 化と利用方法

データベース化 WG にて収集したデータを Web ブラウザ上で検索、閲覧したりグラフを作成したりできるアプリケーションを開発した。

本節ではアプリケーションの概要のみを示す。詳しい使用方法は付録のマニュアルを参照されたい。

2.3.1 アプリケーションの入手方法

アプリケーションは日建連のホームページにあるリンク先にアクセスして、ファイルをダウンロードすることにより行う。

2.3.2 物件テーブル

フォルダ内の“index.htm”を開くと、収集されたデータが図 2.3.1 に示す沈下観測物件テーブルに示される。物件テーブルには表 2.3.1 に示す項目が含まれる。

図 2.3.1 立ち上り画面 (物件テーブル)

表 2.3.1 物件リストに含まれる項目

沈下の種類	即時沈下, 圧密沈下
建物データ	階数, 地階, 面積, 構造, 地下構造, 用途, 建設地, 竣工年, 基礎形状, 排土重量
地盤データ	地盤種別, 支持地盤 (基礎底面), N 値 (基礎底面), 支持地盤 (杭先端), N 値 (杭先端)
計測項目	不同沈下, 層別沈下, 地表面沈下, 杭軸力, 土圧, 間隙水圧, 基礎梁軸力, 柱脚軸力
計測結果	最大沈下量, 最大不同沈下量, 最大傾斜角, 最大変形角, 最大リバウンド量

表 2.3.2 物件テーブルの機能

表の形態変更	表の大きさの調整や列の幅の調整が自由に行える
表示項目の選択	テーブル表示項目チェック欄で表 2.3.1 に示す項目を自由に選択・表示できる
物件の絞り込み	検索条件を設定することで必要な物件情報だけ選定することができる 検索条件はチェックボックス, 数値範囲, キーワードなどで行うことができ, 共通の設定として AND/OR 検索ができる
物件テーブルの出力	物件テーブルは CSV ファイルに出力することができる

2.3.3 グラフの作成

物件シートにあるデータを元に①度数グラフ、②散布図、③円グラフを作成することができる。詳しい作成方法は付録のマニュアルを参照されたい。

① 度数グラフの例

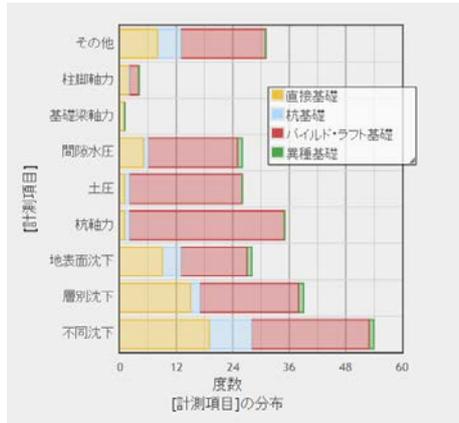


図 2.3.2 基礎形式と計測項目の内訳

② 散布図の例

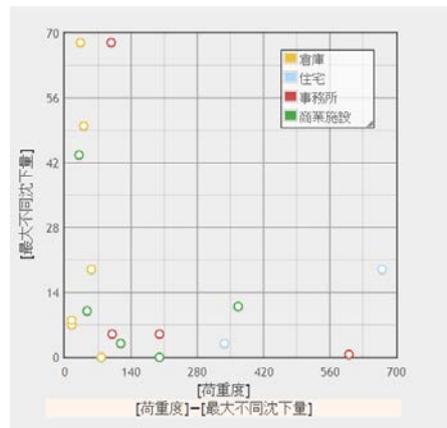


図 2.3.3 建物用途別の荷重度と最大沈下量の関係 (自然地盤)

③ 円グラフの例

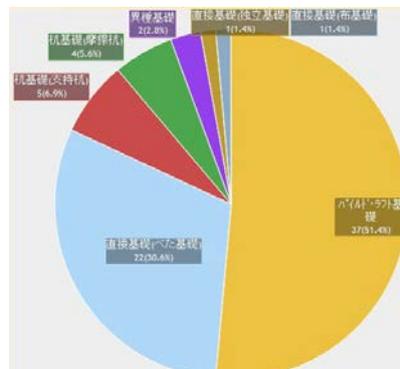


図 2.3.4 全収集データに対する基礎形式の内訳

2.3.4 データ取り扱い上の注意点

本データベースを用いて、学術論文等を発表・公表する場合には、以下の点にご留意願いたい。

- 本データベースは公表されている論文をまとめたものであり、データを利用する場合には、本データベースではなく、原論文を出典として明記して頂きたい。
- 文献シートの数値の中には、データベース作成担当者が元文献の図表などから読み取ったものもあり、その場合、各物件シート上ではセルの色を薄青色としている（図 2.3.1 の物件テーブル上では文字を緑色で表示している）。即ち、原論文にはない情報であり、取扱いには十分注意されたい。
- 物件シートの記載の数値は上記を除くと、文献から得たものであるが、担当者の記入ミスやデータ処理時のミスなどによって、文献の数値とは異なる可能性がある。

3 章 収集データの分析

収集した 72 件のデータについて、基礎形式毎に沈下挙動に関する分析を行った。併せて、沈下量の実測値から、地盤の変形係数の評価を試みた。以下に項目毎に示す。

3.1 直接基礎

(1) 収集データの内訳・特徴

図 3.1.1 に地盤種別（自然地盤あるいは埋立地盤）の内訳を示す。直積基礎の事例は、自然地盤上で 21 件に対し、埋立地盤で 3 件であり、自然地盤が大部分を占めている。基礎形状に着目すると、図 3.1.2 に示すように、自然地盤ではべた基礎が 19 件と高い比率を占めている。埋立地盤についても 3 件全てがべた基礎である。

自然地盤における建物規模の内訳を図 3.1.3 に示す。地上 31 階以上の高層建物が 8 件と最も多いが、次に 5 階以下の低層建物が多く、2 つの群に分かれて分布している。なお、埋立地盤の事例は全て階数不明である。

建築面積の内訳を図 3.1.4～図 3.1.5 に示す。自然地盤では建築面積が 1000～5000m²と 5000～10000 m²の事例が過半数を占めている。上記範囲の建築面積の場合、建物用途としてはオフィスビル、集合住宅、複合商業施設が多い。建築面積が 10000 m²以上となると、物販施設や倉庫等の用途であった。埋立地盤の事例は 1000～5000 m²で、設備構造物や倉庫などの用途であった。

計測項目の内訳を図 3.1.6 に示す。不同沈下を計測している事例が自然地盤で 16 件、埋立地盤で 3 件であり、ほとんどの事例で不同沈下の計測が行われている。その他には、自然地盤で層別沈下を計測している事例が 15 件（71%）と過半数を占めている。主に、オフィスビルや集合住宅等の建物荷重量が大きい高層建物で実施されている。これらの建物では、掘削による地盤のリバウンド量を計測している事例が多く、掘削時から建物完成時までの地盤のリバウンド・沈下予測と併せて、予測手法の妥当性の検証が行われている。

表 3.1.1、表 3.1.2 に支持層の N 値の内訳を示す。自然地盤では、N 値 50 以上の洪積層を支持層とした事例が高い比率を占めている。

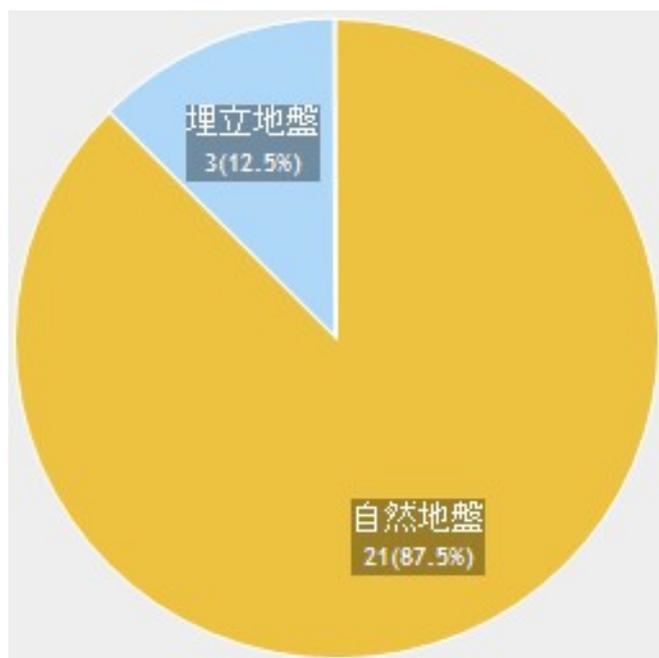


図 3.1.1 地盤種別の内訳

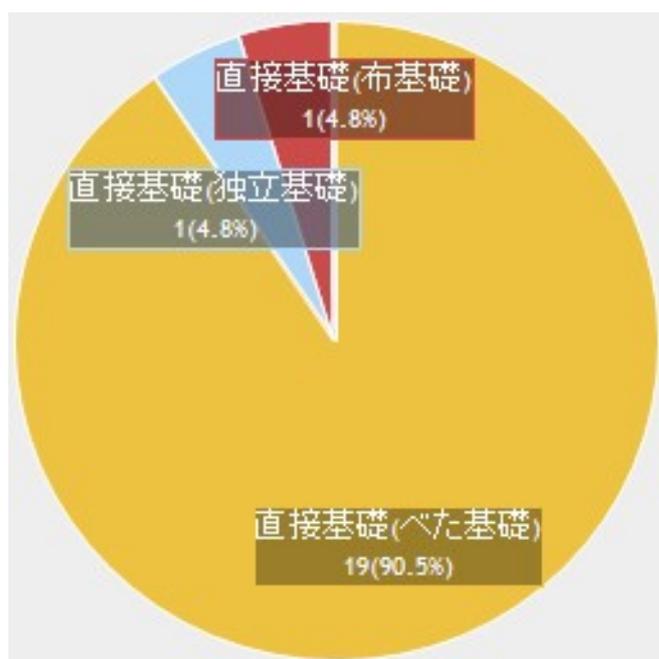


図 3.1.2 基礎種別の内訳 (自然地盤)

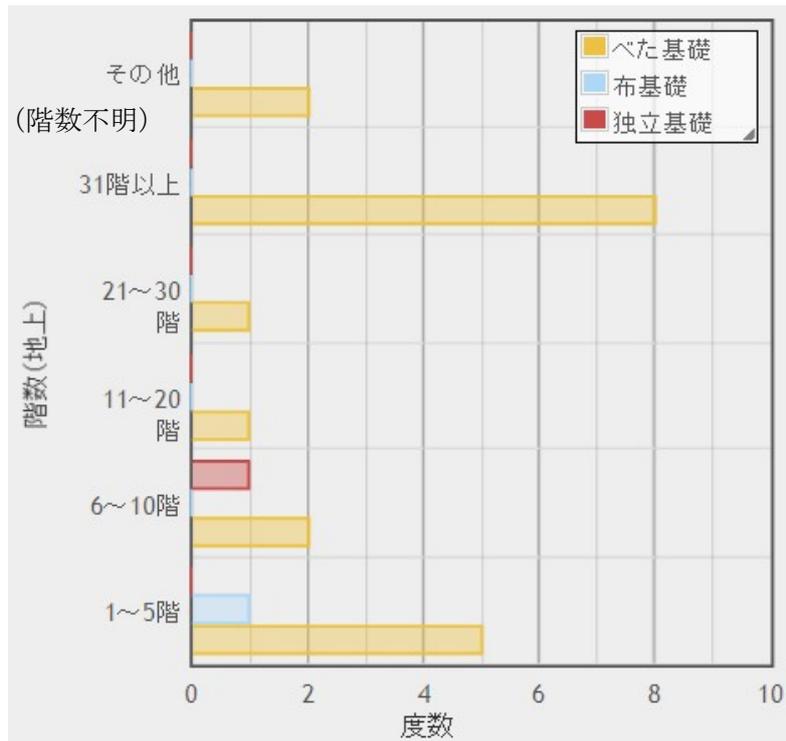


図 3.1.3 建物規模の内訳 (自然地盤)

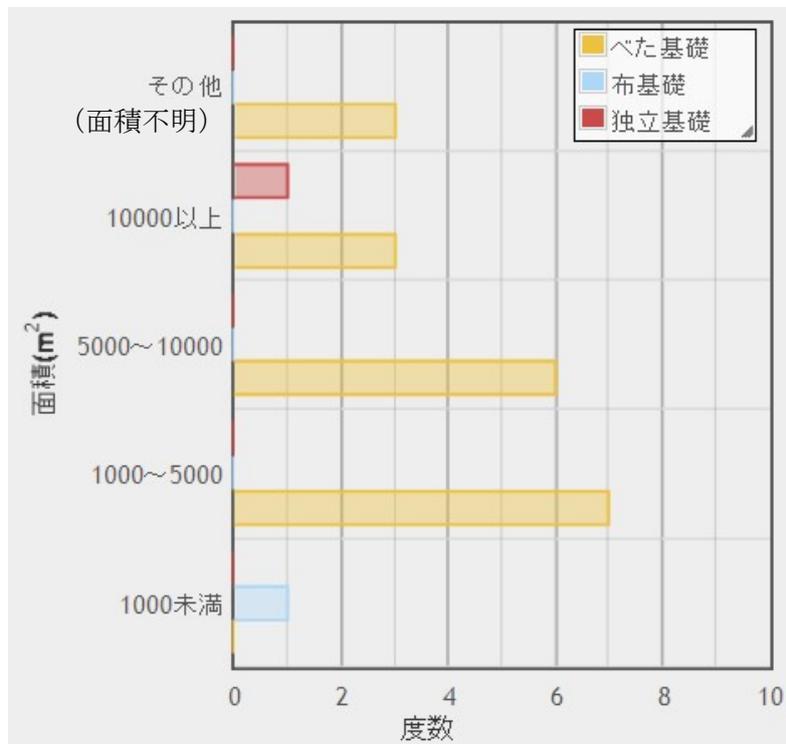


図 3.1.4 建築面積の内訳 (自然地盤)

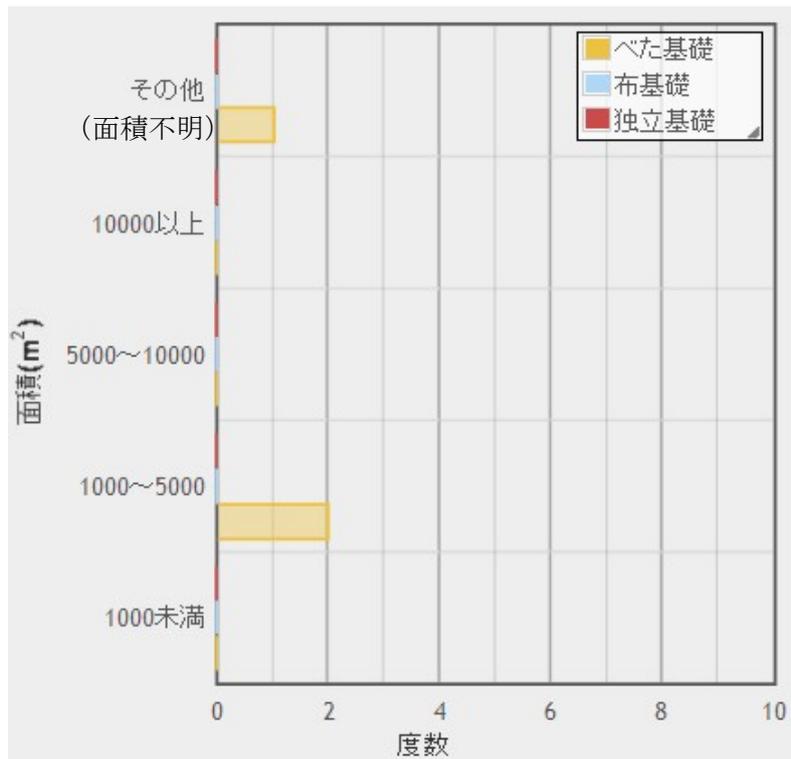


図 3.1.5 建築面積の内訳 (埋立地盤)

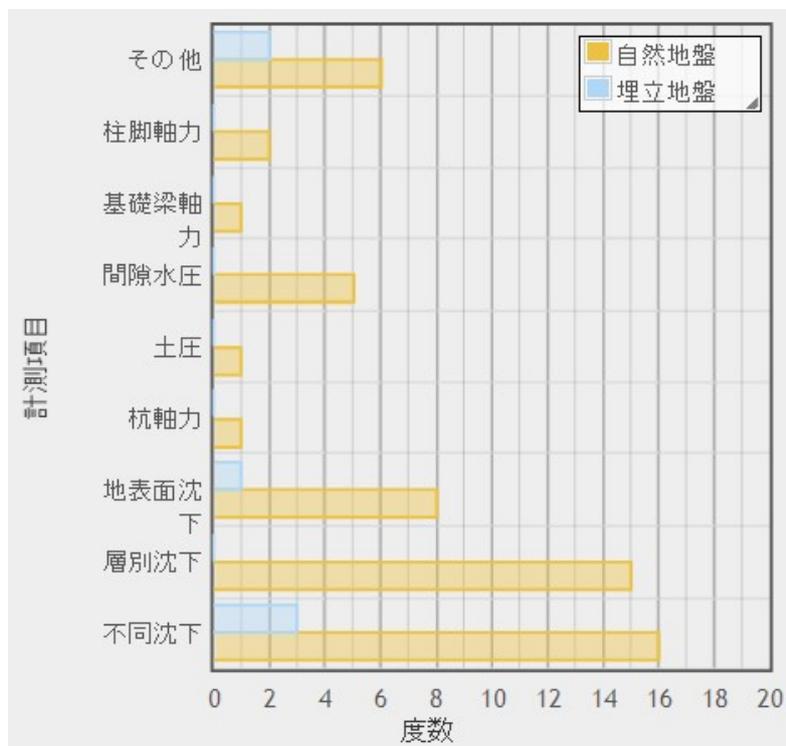


図 3.1.6 計測項目の内訳 (自然地盤・埋立地盤)

表 3.1.1 支持層の N 値の内訳 (自然地盤)

		0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50以上	不明	合計
べた基礎(非F)	互層	-	1	-	-	-	-	-	1
	粘性土	2	-	-	-	-	2	-	4
	砂質土	-	-	-	-	-	7	-	7
べた基礎(F)	互層	-	-	-	-	-	2	-	2
	粘性土	1	-	-	-	-	2	-	3
	砂質土	1	-	-	-	-	1	-	2
布基礎	互層	-	-	-	-	-	-	-	-
	粘性土	1	-	-	-	-	-	-	1
	砂質土	-	-	-	-	-	-	-	-
独立基礎	互層	-	-	-	-	-	-	-	-
	粘性土	-	-	-	-	-	-	-	-
	砂質土	-	-	-	-	-	1	-	1
合計		5	1	-	-	-	15	-	21

Fはフローティング基礎の意

表 3.1.2 支持層の N 値の内訳 (埋立地盤)

		0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50以上	不明	合計
べた基礎	互層	-	2	-	-	-	-	-	2
	粘性土	-	-	-	-	-	-	-	-
	砂質土	-	-	-	1	-	-	-	1
合計		-	2	-	1	-	-	-	3

(2) 沈下性状の分析

1) 最大沈下量

建物階数と最大沈下量 S_{max} の関係を図 3.1.7 に示す。低層建物で大きく沈下している 2 例は、圧密沈下の事例であり、即時沈下のみに着目すると、最大沈下量は全て 40 mm 以下に収まっている。即時沈下の事例のうち、洪積地盤のデータ(図中「即時沈下(洪積地盤)」)は、階数に比例して最大沈下量が大きくなる傾向が確認できる。沖積地盤および埋土地盤のデータ(図中「即時沈下(沖積・埋土地盤)」)は 5 階以下の低層建物のみであり、最大沈下量は 6~12 mm 程度である。なお、洪積地盤で 9 mm 沈下している低層の 1 例(S-A00)は、洪積地盤のデータの多くが N 値 50 以上の硬質な支持層であることに対し、N 値 5 程度の洪積粘性土を支持層としているため、他のデータとは異なる性状を示している。

建物荷重度 q と最大沈下量 S_{max} の関係を図 3.1.8 に示す。上記の建物階数と最大沈下量の関係と同様の傾向を示しており、即時沈下については洪積地盤のデータは荷重度に応じて最大沈下量が増加しているが、沖積・埋土地盤では比例関係はみられない。圧密沈下、即時・圧密の両者を含む事例(図中「圧密沈下, 即時+圧密」)についても相関性は認められない。

建築面積 A と最大沈下量 S_{max} の関係を図 3.1.9 に示す。即時沈下については、洪積地盤のデータは建築面積と最大沈下量との間に明確な相関性はみられないが、沖積・埋土地盤では比例関係にあることがわかる。また、圧密沈下、即時+圧密のデータについても、面積が増加するにつれて最大沈下量が大きくなる傾向が確認できる。図 3.1.8 に示すように、洪積地盤のデータは事例によって建物荷重度に大きな差異があることが影響していると考えられる。建築面積平方根 \sqrt{A} (換算基礎幅) と最大沈下量 S_{max} で整理したものが図 3.1.10 であり、図 3.1.9 と同様に、洪積地盤の即時沈下を除いて両者は概ね比例関係にあることがわかる。

建物荷重度 q と建築面積平方根 \sqrt{A} の積と最大沈下量 S_{max} の関係で整理したものを図 3.1.11 に、一部を拡大して表示したものを図 3.1.12 に示す。圧密沈下、即時+沈下のデータを除き、両者は地盤種別に関わらず比例関係にあることが確認できる。

図 3.1.13, 図 3.1.14 (図 3.1.13 の一部を拡大して表示) に示すように、建物荷重度 q と S_{max}/\sqrt{A} の関係についても同様に、即時沈下のデータは比例関係にあることがわかる。

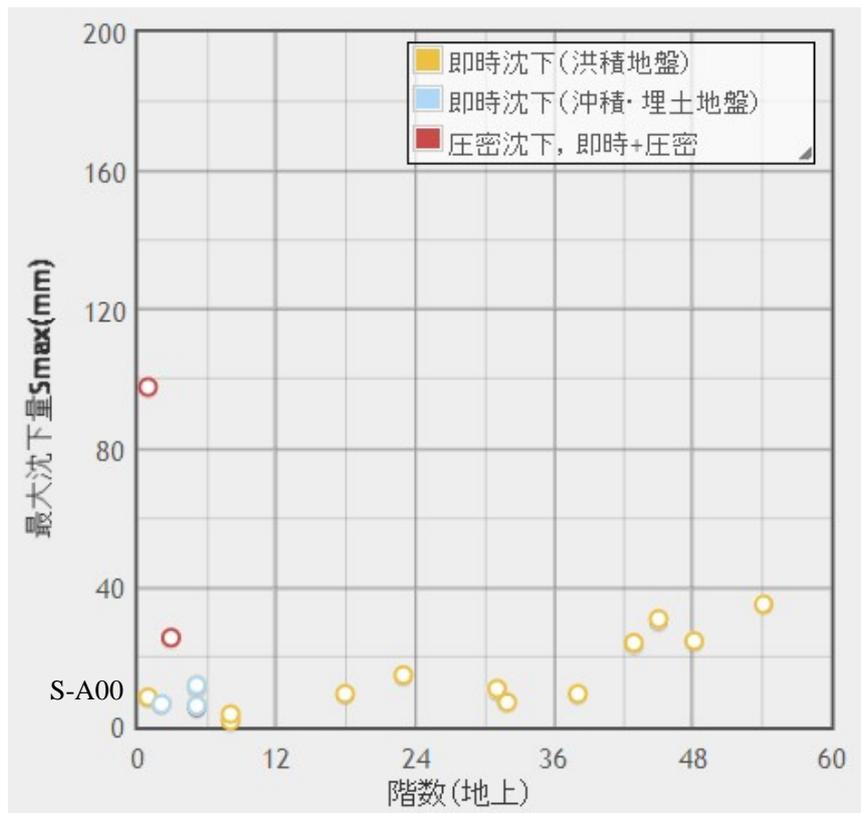


图 3.1.7 階数 (地上) —最大沈下量 Smax

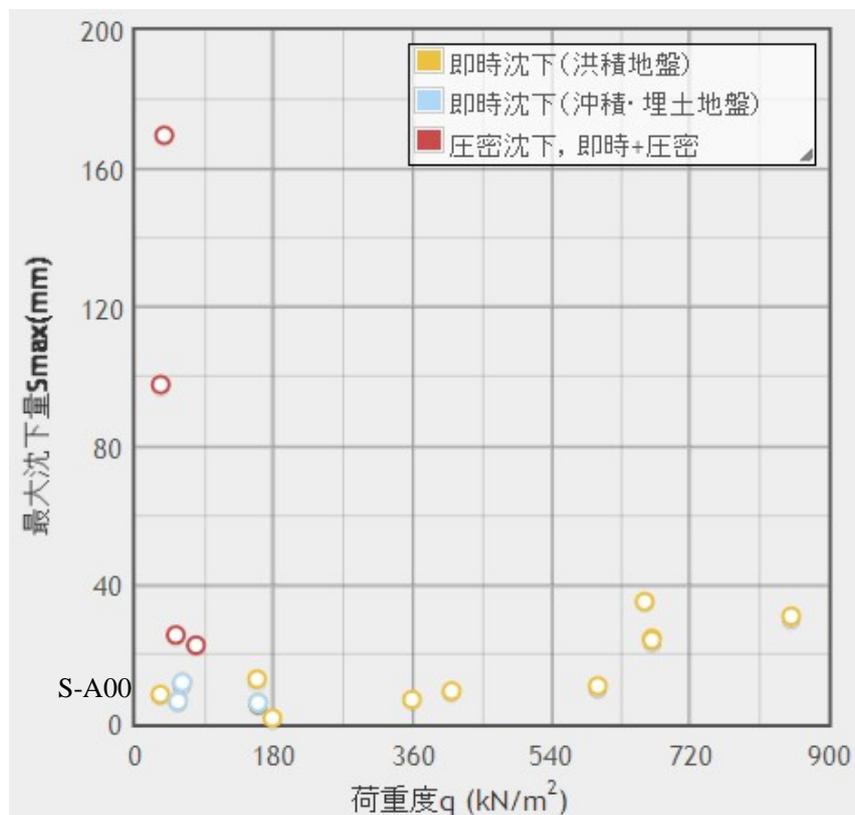


图 3.1.8 荷重度 q—最大沈下量 Smax

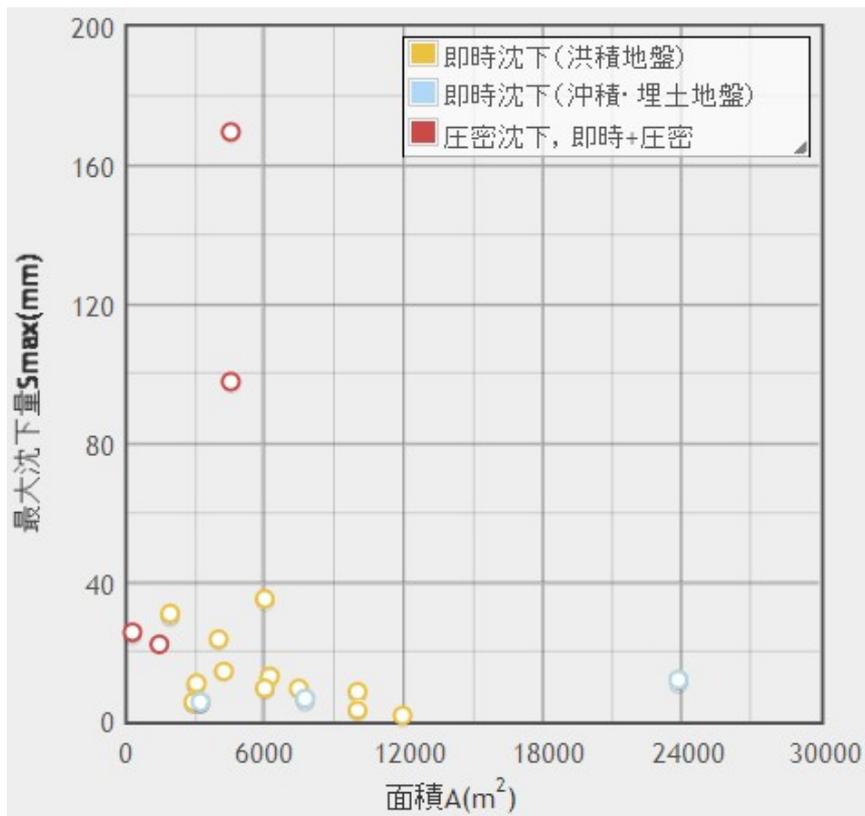


图 3.1.9 建築面積 A —最大沈下量 S_{max}

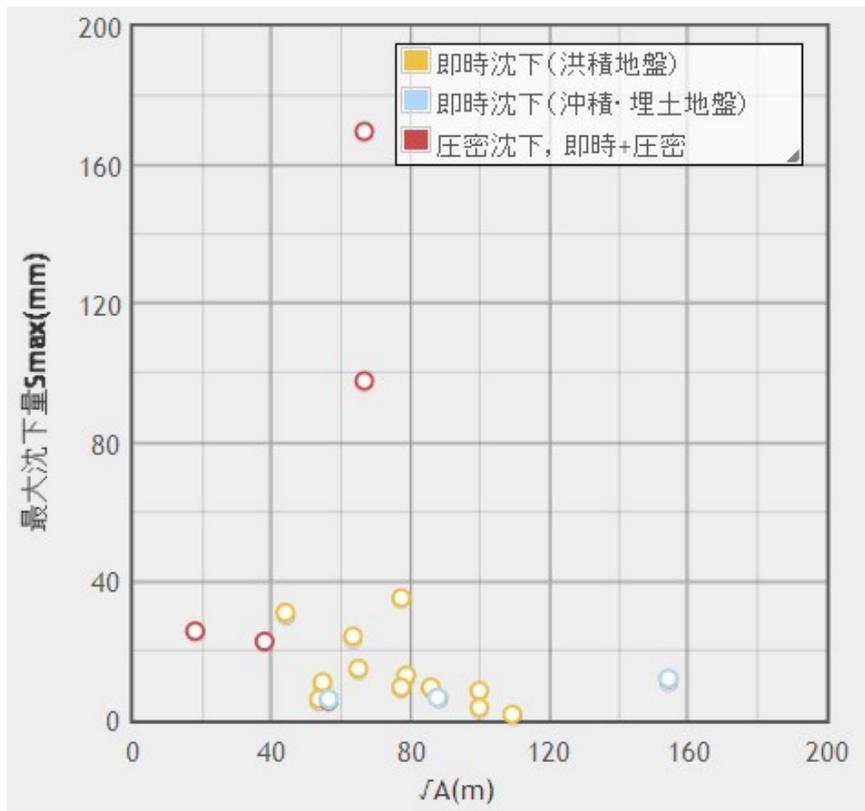


图 3.1.10 \sqrt{A} —最大沈下量 S_{max}

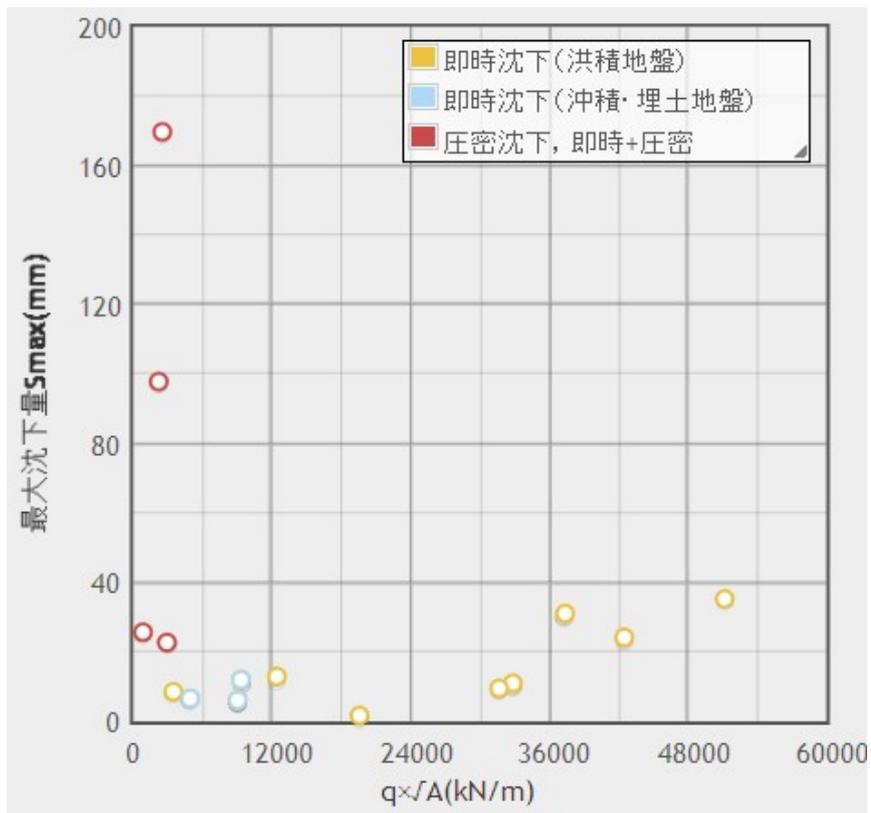


図 3.1.11 $q \times \sqrt{A}$ —最大沈下量 S_{max}

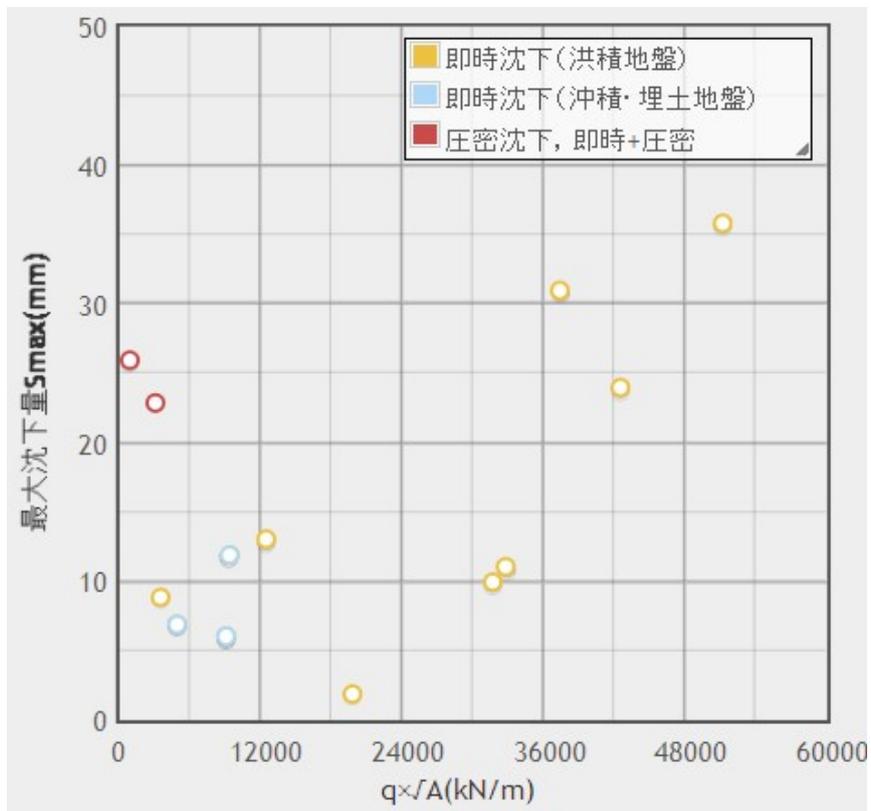


図 3.1.12 $q \times \sqrt{A}$ —最大沈下量 S_{max} (スケール変更)

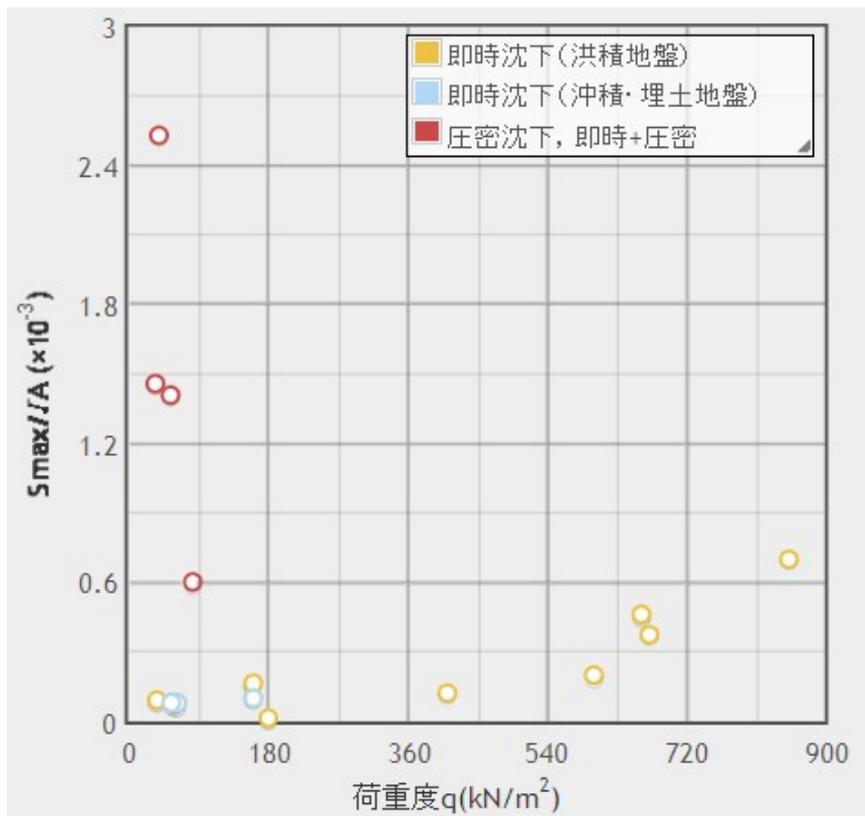


図 3.1.13 荷重度 q - S_{max}/\sqrt{A}

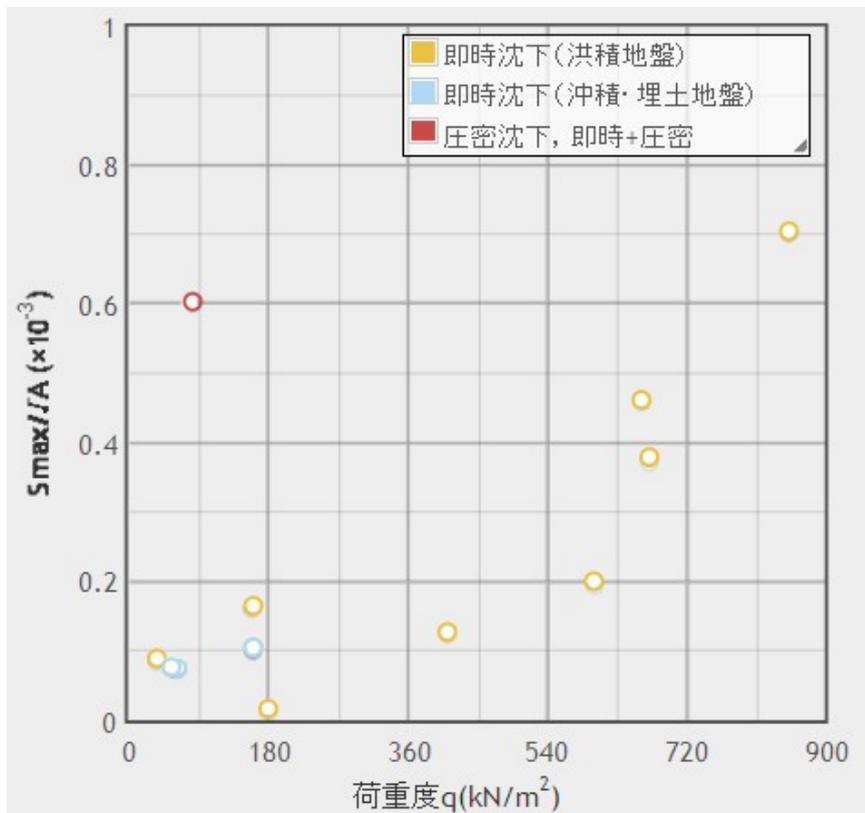


図 3.1.14 荷重度 q - S_{max}/\sqrt{A} (スケール変更)

2) 不同沈下量

最大沈下量 S_{max} と最大不同沈下量 S_{dmax} の関係を図 3.1.15, 図 3.1.16 (一部を拡大して表示) に示す。最大沈下量の増加と比例して最大不同沈下量が増加しており, $S_{dmax}=S_{max}$ の関係線付近に分布しているデータが多い。圧密沈下, 即時+圧密の事例については $S_{dmax}=0.7S_{max}$ より下方にデータが分布している。

S_{max}/\sqrt{A} と S_{dmax}/\sqrt{A} の関係を図 3.1.17, 図 3.1.18 (一部を拡大して表示) に示す。上記の S_{max} と S_{dmax} の関係と同様の比例関係にあることがわかる。

図 3.1.19 に荷重度 q と建築面積平方根 \sqrt{A} の積と最大不同沈下量 S_{dmax} の関係を, 図 3.1.20 に荷重度 q と建築面積平方根 \sqrt{A} の積と S_{dmax}/\sqrt{A} の関係を示す。図 3.1.19, 図 3.1.20 とともに圧密沈下, 即時+圧密を除いたデータは概ね右上がりにデータが分布しているが, 明確な相関性は見られない。

図 3.1.21 に最大沈下量 S_{max} と最大傾斜角 θ_{imax} の関係を, 図 3.1.22 に最大不同沈下量 S_{dmax} と最大傾斜角 θ_{imax} の関係を示す。図 3.1.21, 図 3.1.22 とともにデータは右上がりに分布しているが, 1/1000 以内に留まっており相関性は明らかではない。

図 3.1.23 に最大沈下量 S_{max} と最大変形角 θ_{dmax} の関係を, 図 3.1.24 に最大不同沈下量 S_{dmax} と最大変形角 θ_{dmax} の関係を示す。最大傾斜角と同様に, データは右上がりに分布しているが, 両者の相関性は確認できない。圧密沈下の 1 例を除いて, 今回報告された直接基礎の事例では最大傾斜角と最大変形角はともに 1/1000 以内に収まっている。

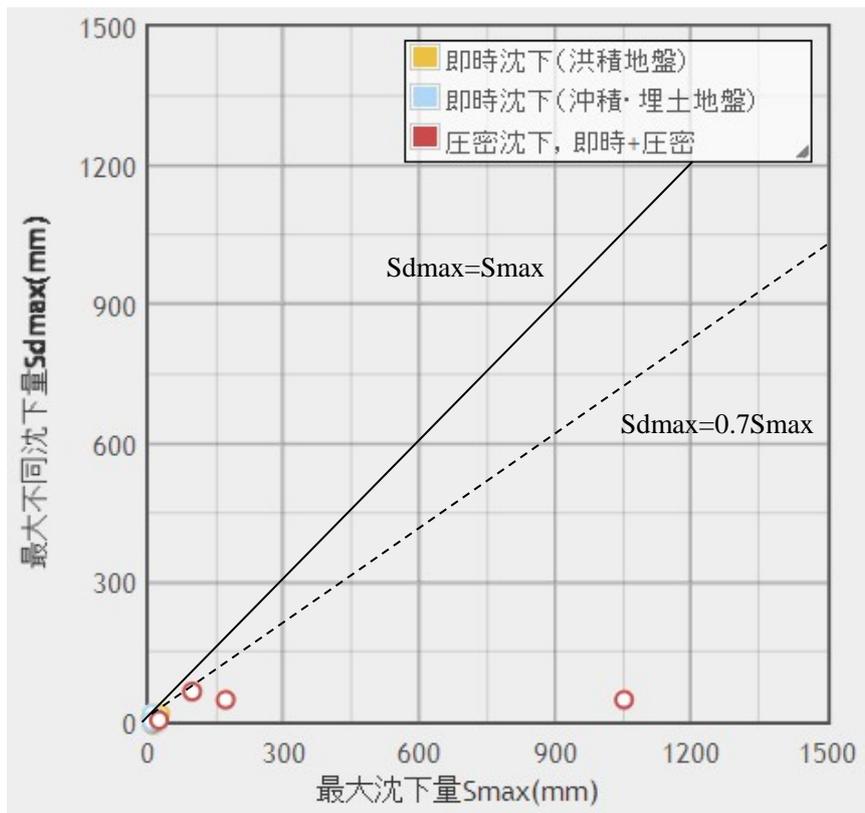


図 3.1.15 最大沈下量 S_{max} —最大不同沈下量 S_{dmax}

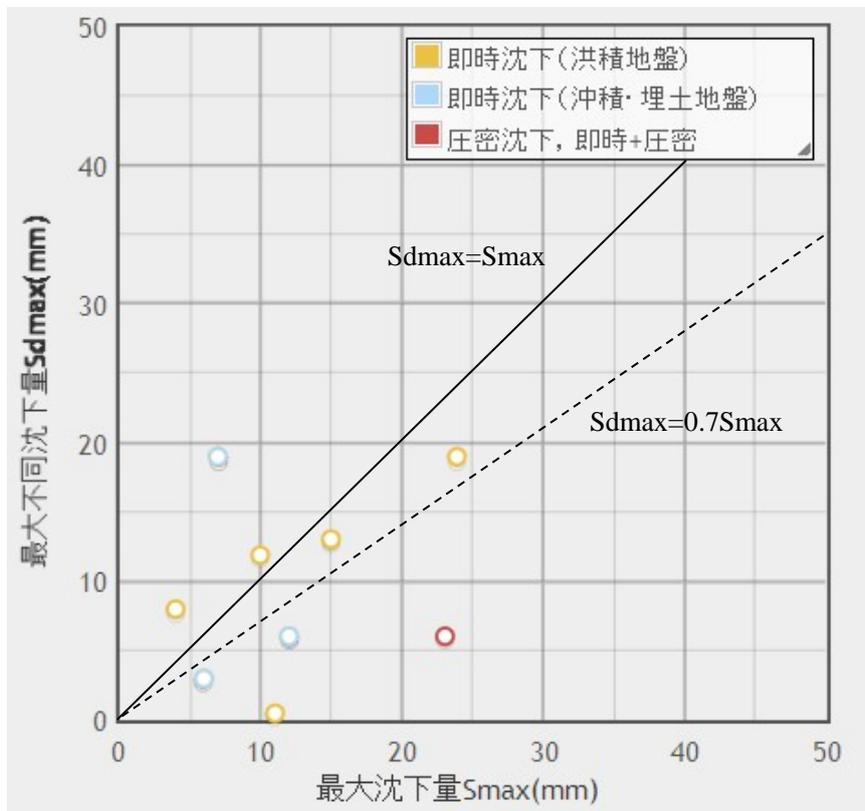


図 3.1.16 最大沈下量 S_{max} —最大不同沈下量 S_{dmax} (スケール変更)

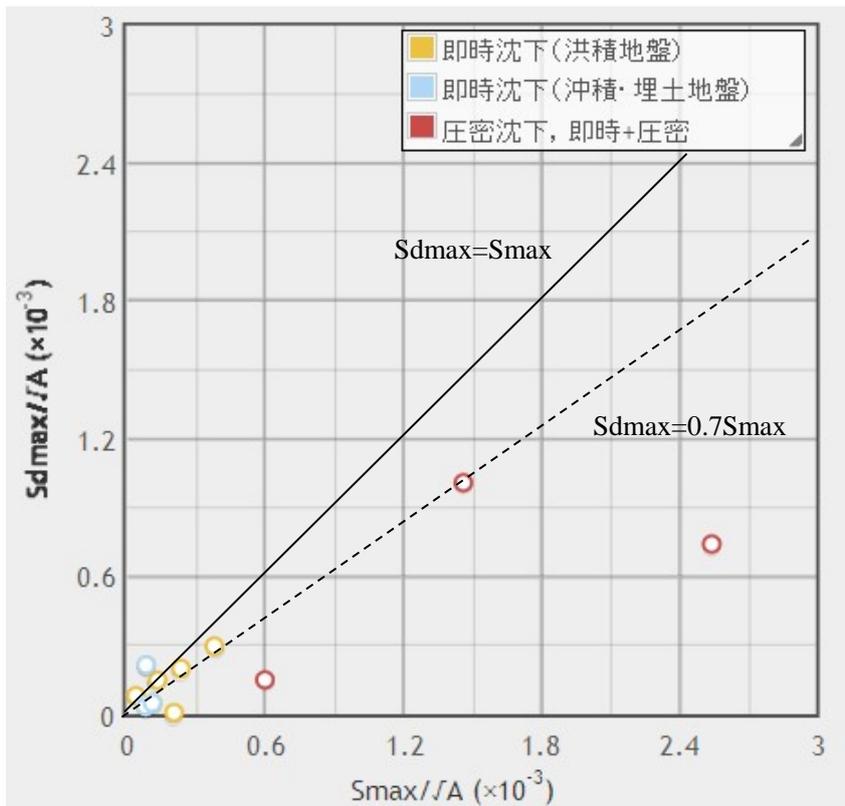


図 3.1.17 $S_{max}\sqrt{A}-S_{dmax}\sqrt{A}$

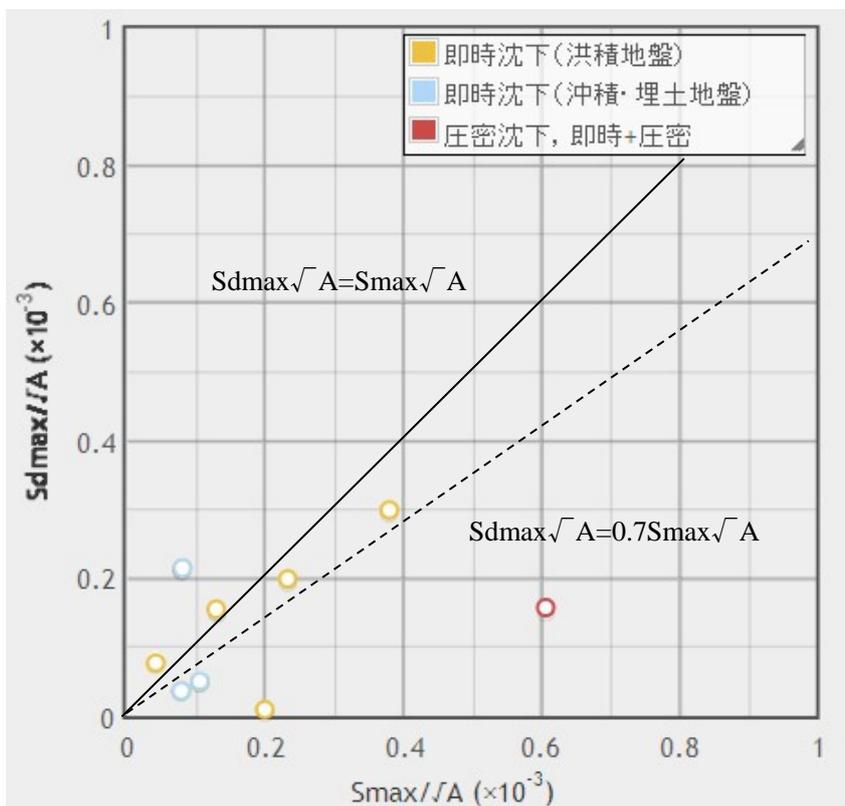


図 3.1.18 $S_{max}\sqrt{A}-S_{dmax}\sqrt{A}$ (スケール変更)

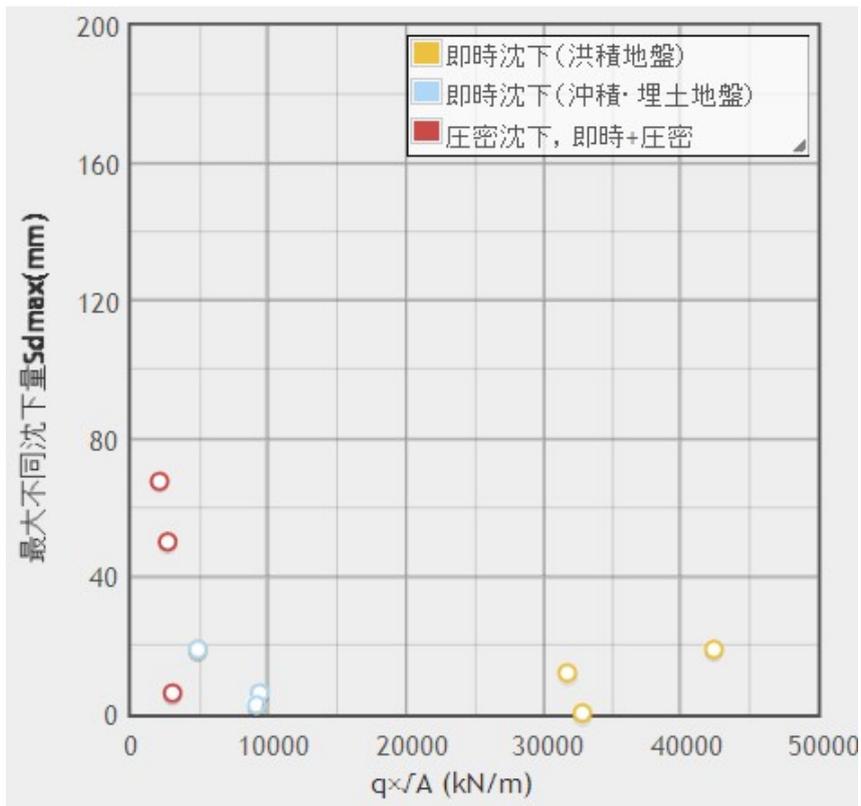


图 3.1.19 $q \times \sqrt{A} - S_{dmax}$

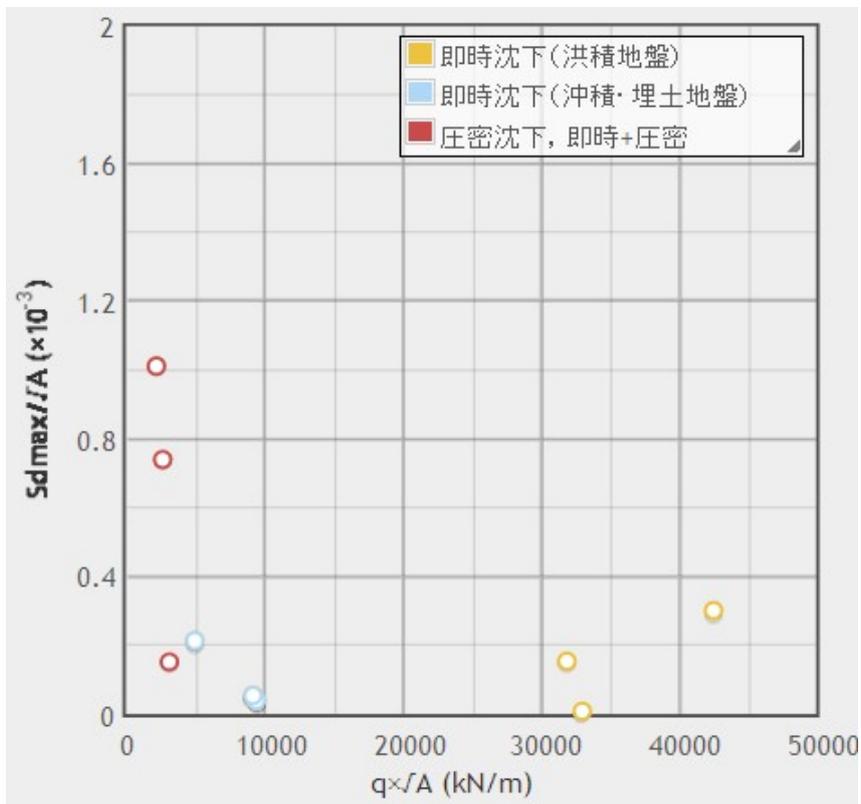


图 3.1.20 $q \times \sqrt{A} - S_{dmax}/\sqrt{A}$

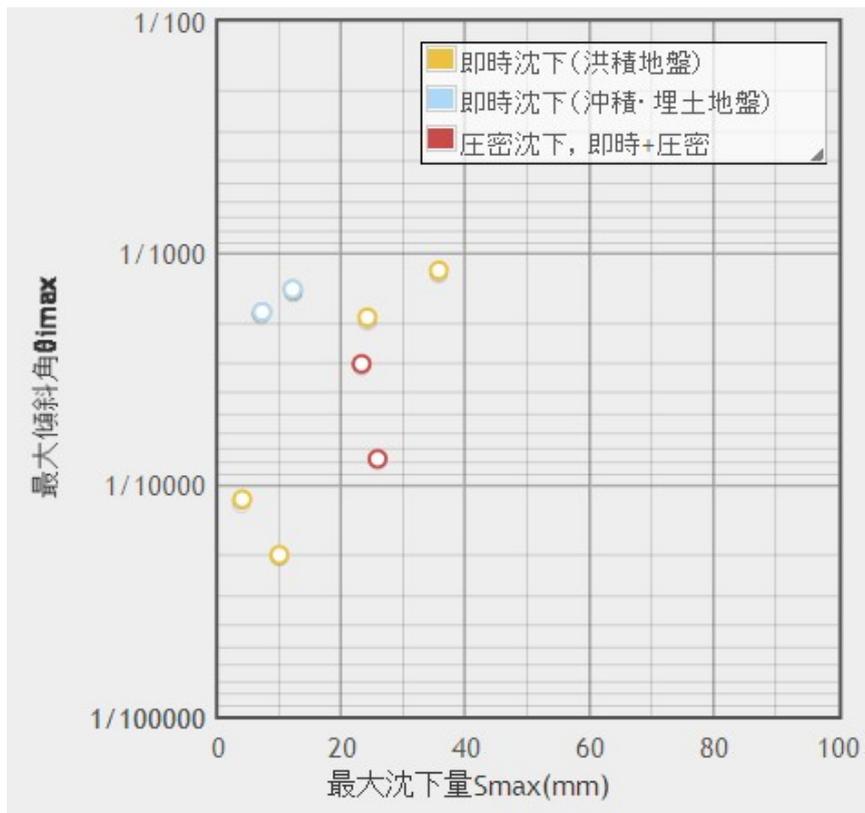


图 3.1.21 最大沈下量 S_{max} —最大傾斜角 θ_{imax}

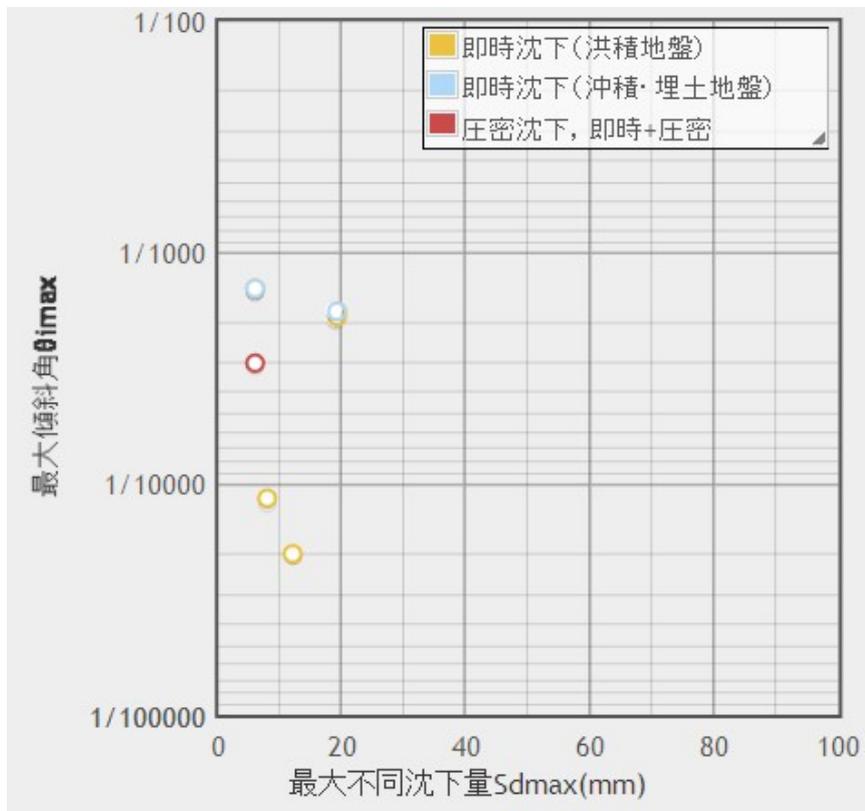


图 3.1.22 最大不同沈下量 S_{dmax} —最大傾斜角 θ_{imax}

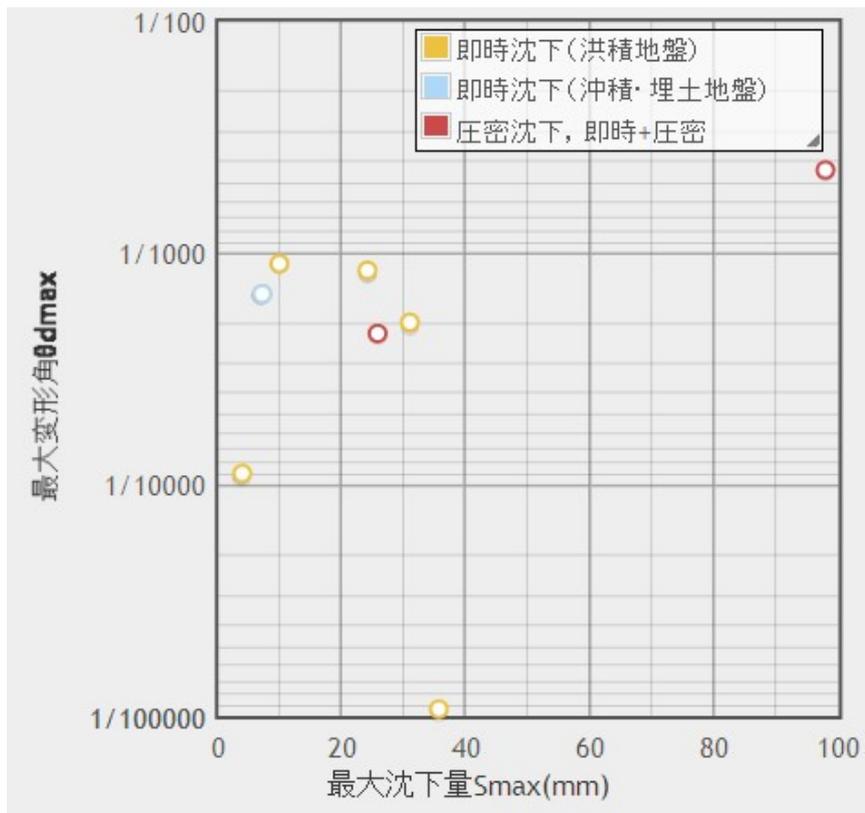


图 3.1.23 最大沈下量 S_{max} —最大变形角 θ_{dmax}

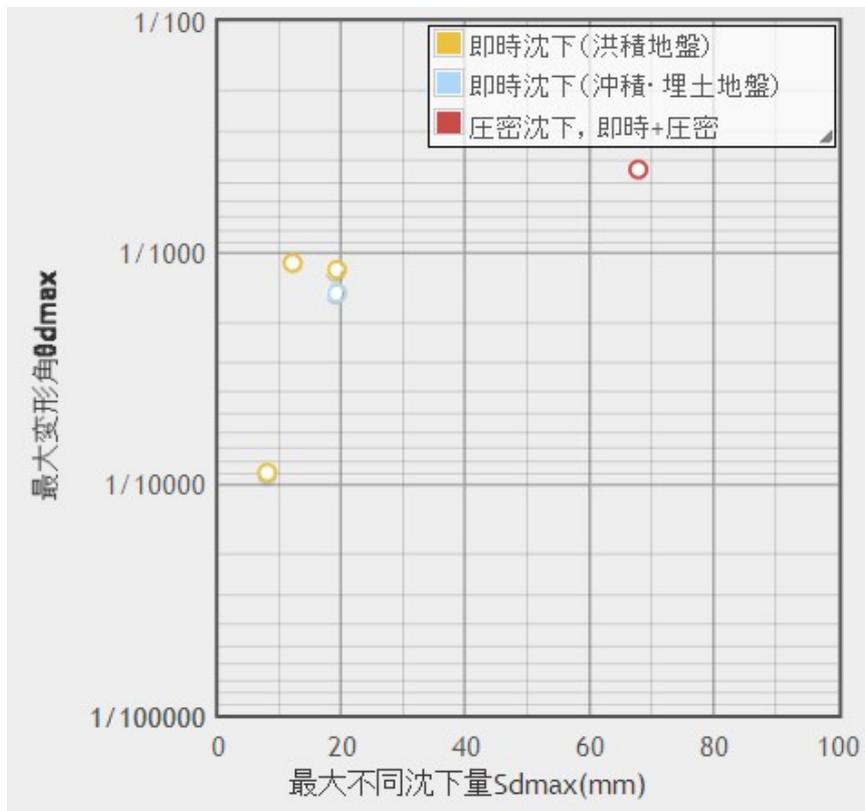


图 3.1.24 最大不同沈下量 S_{dmax} —最大变形角 θ_{dmax}

3.2 杭基礎

(1) 収集データの内訳と特徴

図 3.2.1 に地盤種別の内訳を示す。収集データの範囲では物件数は自然地盤より埋立地盤の方が多い。図 3.2.2 は杭種別の内訳であるが、支持杭が 5 件と支持杭の方が多い。図 3.2.3 は計測された沈下の種類である。表 3.2.1 に杭先端地盤の N 値の内訳を示す。支持杭では杭先端が N 値が 50 を超えない層に支持している物件で沈下計測が行われている傾向がある。摩擦杭の先端地盤は全物件で N 値 30 以下の埋土層である。対象敷地が埋立地盤の方が多いため、圧密沈下の割合が多くなっている。また、1 件は即時・圧密の両方の沈下を対象としている。

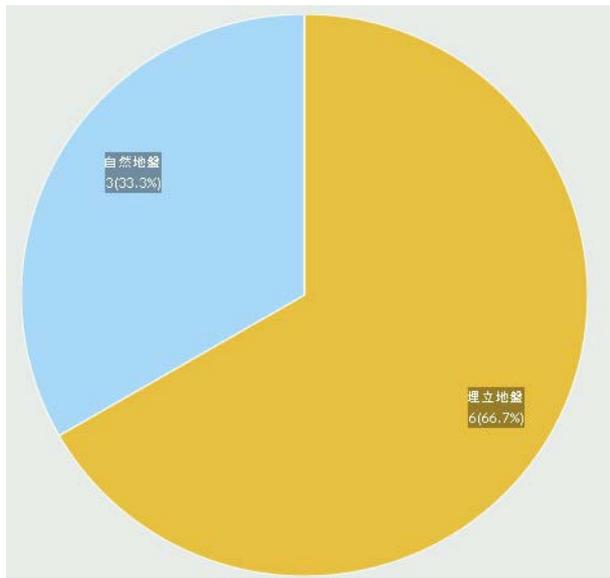


図 3.2.1 地盤種別の内訳

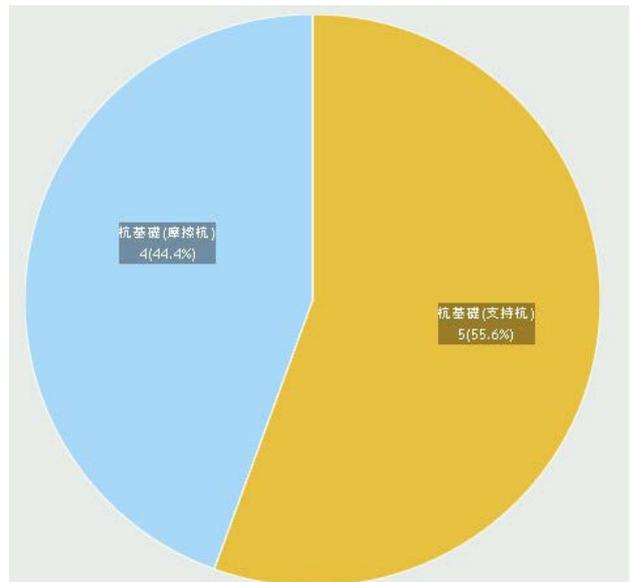


図 3.2.2 基礎形式の内訳

表 3.2.1 杭先端地盤の N 値

N値	0~30	30~50	50以上	不明	計
支持杭	0	3	1	1	5
摩擦杭	4	0	0	0	4
計	4	3	1	1	9

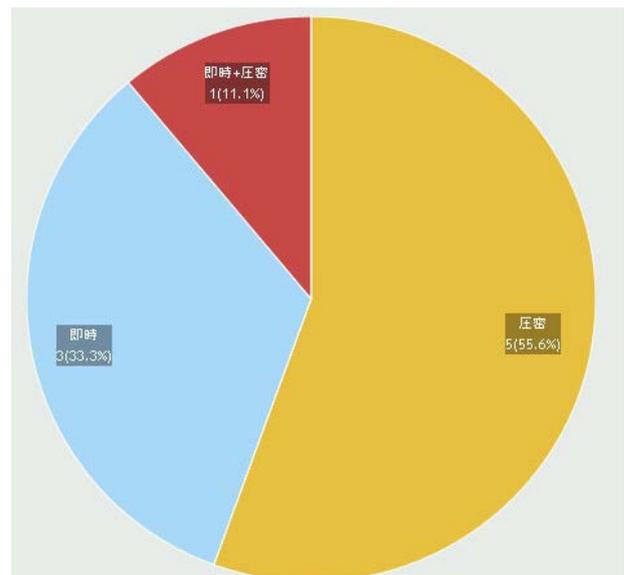


図 3.2.3 沈下の種類の内訳

図 3.2.4 に地盤種別ごとの杭種別の内訳を示す。地盤種別による杭種別の明確な違いは見られない。図 3.2.5 は沈下の種類に対する杭種別の内訳である。圧密沈下は支持杭，摩擦杭の両方で計測されているが，即時沈下の計測は支持杭のみで行われている。図 3.2.6 に建物階数と杭形式の関係を示す。建物階数が 10 階以下では支持杭と摩擦杭の件数は同じであるが，11 階以上の建物は支持杭のみとなっている。図 3.2.7 に杭形式ごとの計測項目の内訳を示す。不同沈下計測は全てのケースで計測されている。層別沈下の計測は埋立地盤で行われている。杭基礎では土圧や杭軸力，間隙水圧の計測は 1 件のみで行われている。なお 1 件は支持杭であるが，杭とラフトの荷重分担の調査を行っており，杭の負担は 55%であったという記述がある。

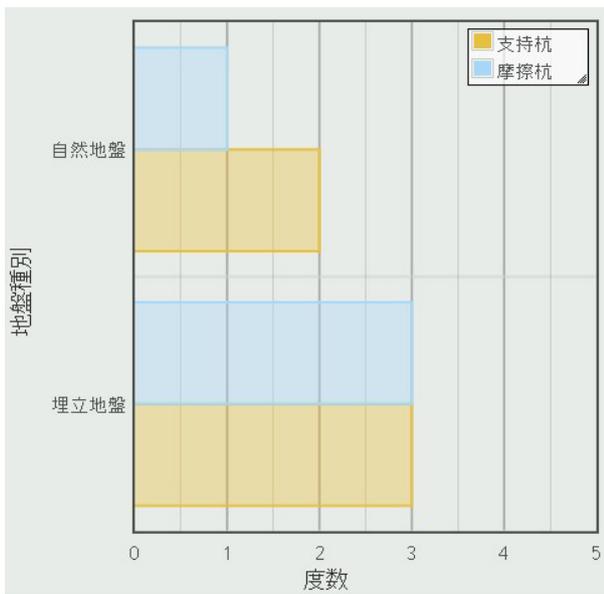


図 3.2.4 地盤種別の分布

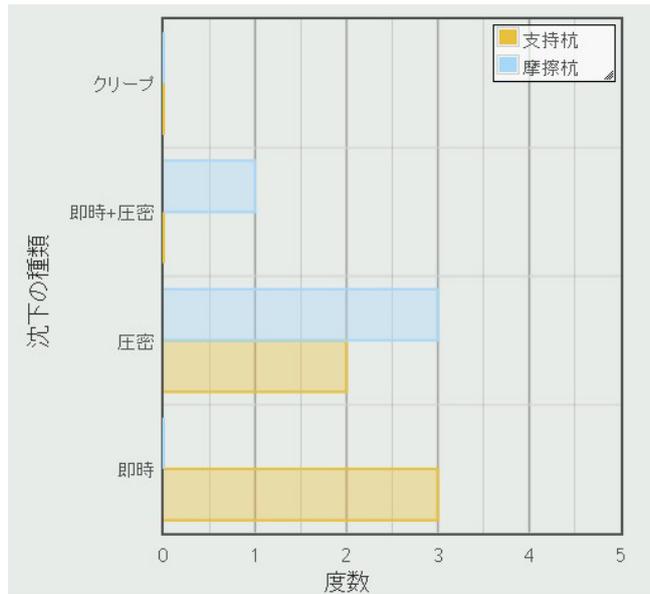


図 3.2.5 沈下の種類の分布

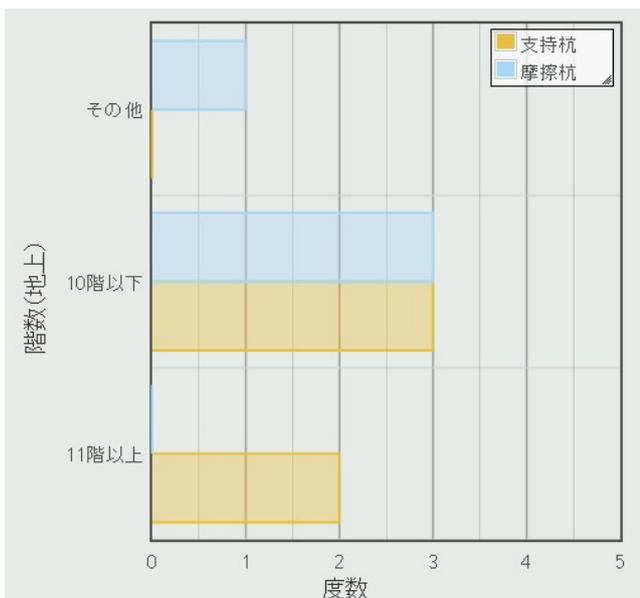


図 3.2.6 階数 (地上) の分布

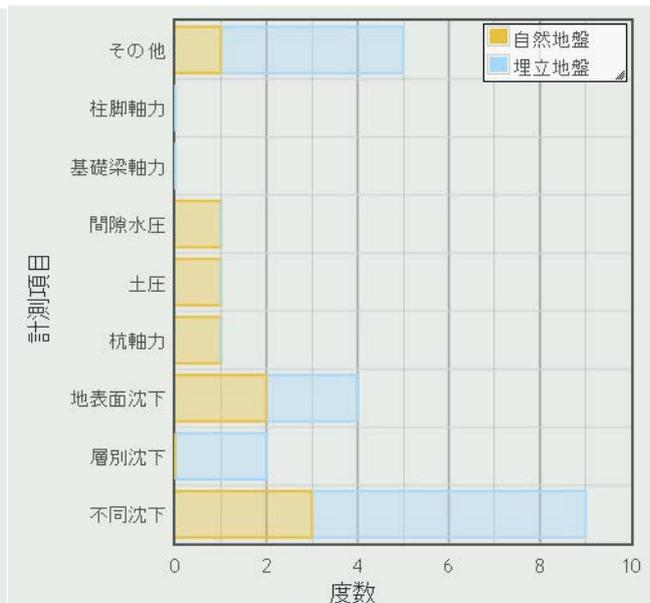


図 3.2.7 計測項目の分布

(2) 建物の沈下性状

図 3.2.8 に建物階数と最大沈下量の関係を示す。沈下量が 400~1200mm と非常に大きいデータは埋立地盤の圧密沈下によるものである。建物階数と最大沈下量の相関性は認められない。図 3.2.9 は即時沈下の傾向をみるために図 3.2.8 を拡大して示したものである。支持杭の即時沈下量は、10mm 前後の小さい沈下量となっている。図 3.2.10 は建物階数と最大不同沈下量の関係である。最大沈下量と同様に両者の明確な関係は見られない。また、圧密沈下の不同沈下量が大きい。最大沈下量と最大不同沈下量の関係を図 3.2.11 に示す。同図より最大沈下量が大きいと不同沈下量も大きくなるという関係が見られる。

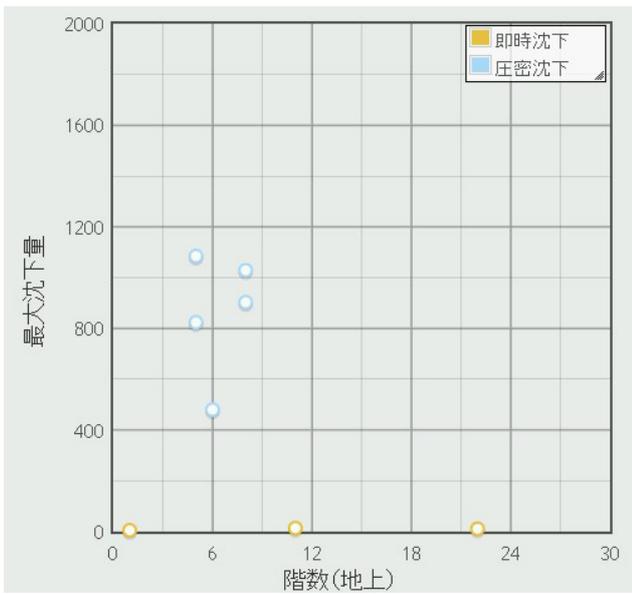


図 3.2.8 階数(地上)-最大沈下量

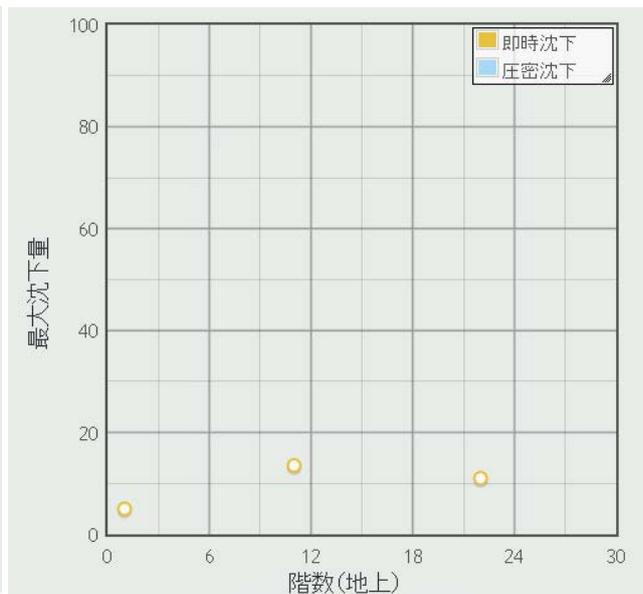


図 3.2.9 階数(地上)-最大沈下量(拡大)

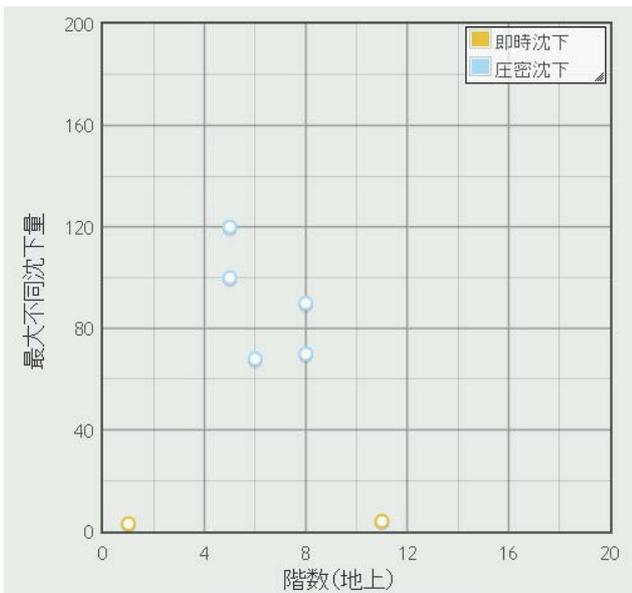


図 3.2.10 階数(地上) 最大不同沈下量

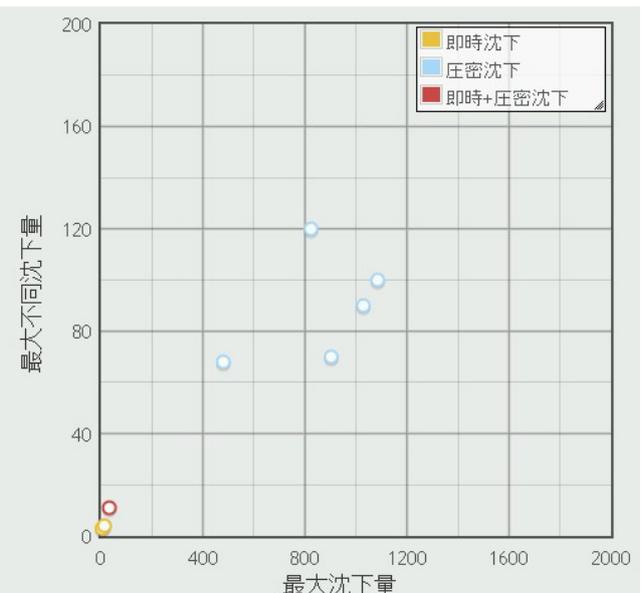


図 3.2.11 最大沈下量-最大不同沈下量

3.3 併用基礎

ここでは、併用基礎（パイルド・ラフト基礎および異種基礎）の分析結果を示す。

(1) 収集データの内訳・特徴

併用基礎に分類した物件は、調査文献中で明確に併用基礎として、設計または整理されているものに限定している。したがって、直接基礎などに実質上の併用基礎が含まれている可能性があるが、ここでは特に言及しない。

1) 自然地盤

表 3.3.1 および表 3.3.2 に、自然地盤に建設されたパイルド・ラフト基礎および異種基礎の各物件の概要を示す。パイルド・ラフト基礎は 35 件（即時沈下 27 件、即時+圧密沈下 3 件、圧密沈下 4 件、不明 1 件）、異種基礎は 2 件である。高層の建物から小規模な建物まで採用されており、用途も様々である。また、パイルド・ラフト基礎の杭先端 N 値は 50 以上の物件が多い。

表 3.3.1 パイルド・ラフト基礎の概要

沈下の種類	階数		面積 (m ²)	構造		用途	基礎底面		杭先端		
	地上	地下		地上	地下		支持地盤	N値	支持地盤	N値	
即時	16階	1階	2000	S	-	商業施設	中砂層	30	細砂層	30	
	7階	1階	8862	柱SRC, 梁S	-	商業施設	細砂層	10	細砂層	5	
	13階	2階	1245	柱CFT, 梁S	SRC	事務所・ 展示場	砂礫層	50以上	土丹層	50以上	
	5階	1階	28080	S	-	複合商業施設	礫混じり粘土質 細砂層	1	シルト質粘土層	10	
	1階	-	-	SRC,S	-	実験施設	砂礫・細砂層	20以上	粘性土層	20	
	39階	3階	-	-	-	オフィスビル	江戸川砂層	60以上	江戸川砂層	60以上	
	39階	3階	12200	-	-	事務所	江戸川砂層	61以上	江戸川砂層	61以上	
	28階	2階	2784	RC	RC	集合住宅	砂礫層	60以上	固結シルト層	60以上	
	14階	2階	4253.8	SRC	SRC	-	砂層	20~50	洪積粘性土層	10	
	7階	3階	2340	-	-	-	細砂層	15以上	細砂層	40以上	
	25階	4階	5500	S	-	オフィス・住宅・ コンベンション棟	東京層	30	上総層	50	
	21階	3階	4212	S	SRC	事務所	東京層	50以上	東京層	50以上	
	11階	-	3480	S	-	-	砂層	-	洪積砂礫層	40~60	
	6階	1階	270	RC	-	-	凝灰質粘土	3	細砂	46	
	47階	-	1670	RC	-	集合住宅	洪積層	15~30	洪積砂礫層	60以上	
	37階	4階	2700	S	SRC	-	洪積砂礫層	50以上	洪積細砂層	40以上	
	28階	2階	2784	RC	-	共同住宅	固結シルト層	60以上	固結シルト層	60以上	
	24階	1階	874	RC	-	共同住宅	砂層	9以下	中間砂層	30	
	24階	2階	2277	RC	-	共同住宅、 商業施設	粘土層	2~5	砂質土	60以上	
	28階	5階	3200	SRC S,RC	-	事務所・ホール ・店舗	砂層	60	砂層	60	
	1階	-	3760	SRC	-	実験施設	砂層	20~60	シルト層	10	
	3階	-	8991	S	-	工場	洪積粘性土層	10	洪積砂質土層	55	
	7階	-	3800	S	-	事務所	粘性土層	10以下	-	-	
	19階	1階	1100	S	SRC	学校施設	砂質土	20	砂質土	30	
	38階	2階	860	-	-	集合住宅	砂層	-	礫層	-	
	37階	4階	15000	-	-	-	細砂層	70	細砂層	70	
	24階	-	480	RC	-	マンション	砂礫層	20	砂質粘土層	15	
	即時 +圧密	2階	-	766	S	-	-	砂礫層	50以上	-	-
		2階	-	676	S	S	研究施設、 倉庫	埋土層	2	-	-
		-	-	13	RC	-	試験体	火山灰	5~6	シルト質細砂	4~7
圧密	2階	-	40000	S	-	商業施設	砂礫層	-	砂質混じり細砂	15	
	1階	-	2592	S	-	倉庫	盛土層	-	沖積粘性土層	4	
	1階	-	2592	S	-	倉庫	盛土層	-	沖積粘性土層	4	
	2階	-	766	S	-	-	埋土(砂礫)	-	粘性土層	2	
	13階	1階	2100	-	-	-	シルト質細砂	10~20	砂質粘土、 砂礫層	60以上	

表 3.3.2 異種基礎の概要

沈下の種類	階数		面積 (m ²)	構造		用途	基礎底面		杭先端	
	地上	地下		地上	地下		支持地盤	N値	支持地盤	N値
即時	18階	2階	1420	S	RC	複合用途施設	東京層 (第2砂質土)	61以上	東京礫層	61以上
	5階	1階	27000	S	RC, SRC	大型複合 商業施設	砂質土層	10以下	洪積粘性土層	10

2) 埋立地盤

表 3.3.3 に、埋立地盤に建設された併用基礎（パイルド・ラフト基礎）の物件の概要を示す。埋立地盤に建設された併用基礎は、パイルド・ラフト基礎が 2 件であり、異種基礎はない。埋立地盤に建設された併用基礎に関しては、2 件しかないので、これ以降では分析の対象としない。

表 3.3.3 埋立地盤の併用基礎（パイルド・ラフト基礎）の概要

沈下の種類	階数		面積 (m ²)	構造		用途	基礎底面		杭先端	
	地上	地下		地上	地下		支持地盤	N値	支持地盤	N値
即時	2階	-	414	-	-	倉庫	埋土	4~16	シルト	2~3
+圧密	4階	-	2000	S	-	-	埋土層砂礫	3~30	埋土層砂礫	3~30

(2) 収集データの内訳・特徴

パイルド・ラフト基礎は、沈下低減杭をうまく設置することにより沈下量（特に不同沈下量）を設計上コントロールすることが可能である。観測結果は設計通りに挙動しているかの検証となるが、ここでは設計値との比較までは言及しない。異種基礎についても、同様に、設計値との比較までは言及しない。また、自然地盤のみを整理の対象とし、埋立地盤は整理の対象としない。

図 3.3.2 に、建物荷重度 q と最大不同沈下量 S_{dmax} の関係を示す。パイルド・ラフト基礎の場合、沈下の種類に関係なく建物荷重度が大きいほど最大不同沈下量が大きいの傾向にあるが、(1) 即時沈下の建物荷重度が比較的小さい場合には、最大不同沈下量が大きいの傾向がある。

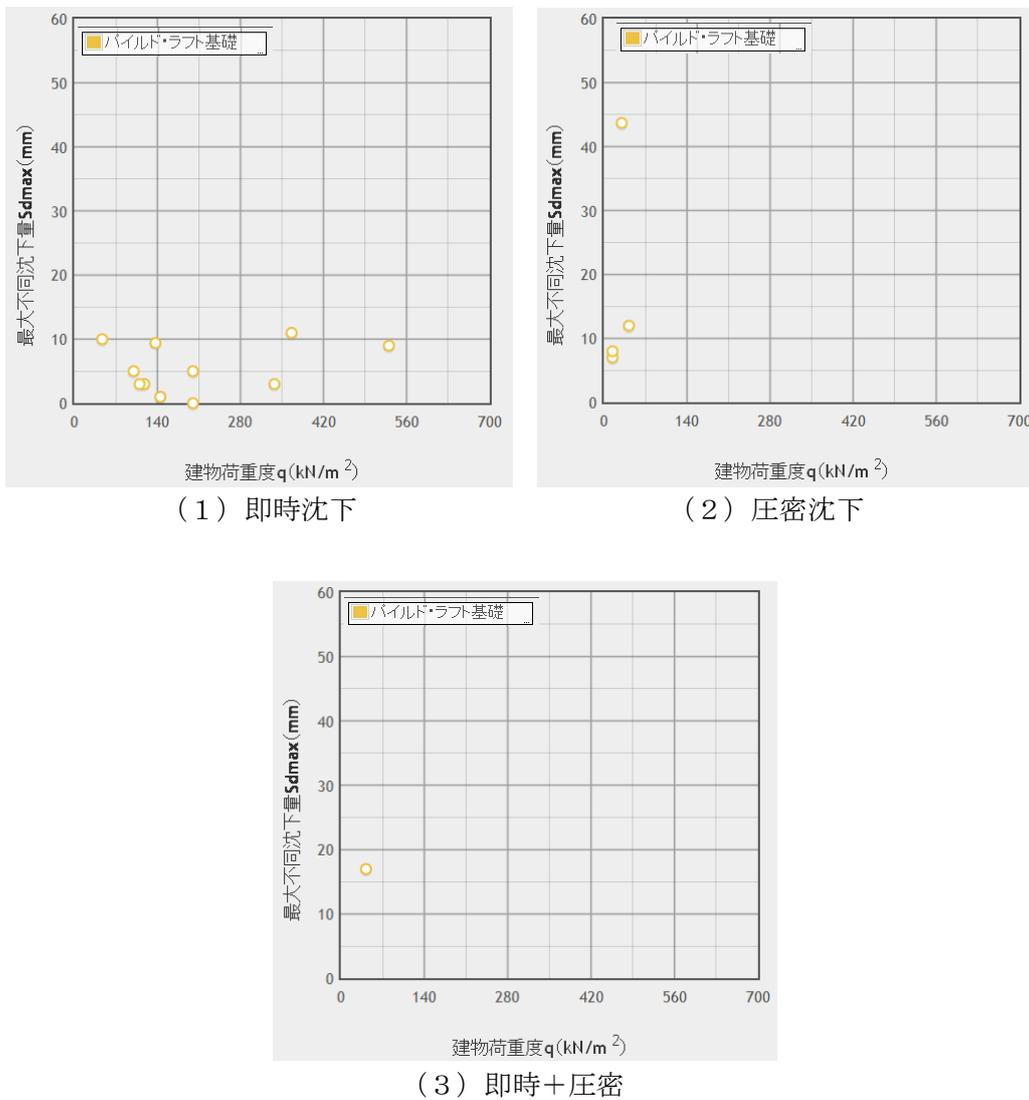


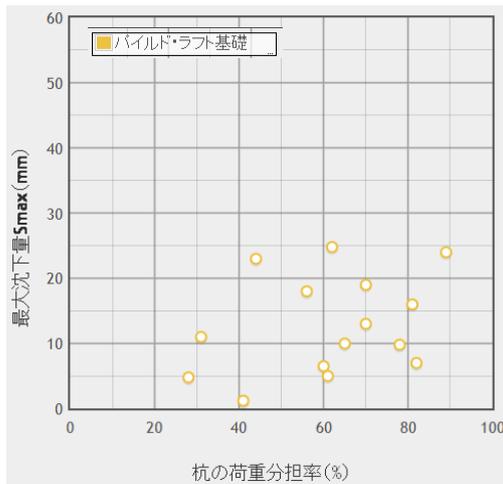
図 3.3.2 建物荷重度 q ~ 最大不同沈下量 S_{dmax}

図 3.3.3 に、パイルド・ラフト基礎（対象：自然地盤・即時沈下）における杭の荷重分担率と最大沈下量 S_{max} の関係および杭の荷重分担率と S_{max}/\sqrt{A} の関係を示す。

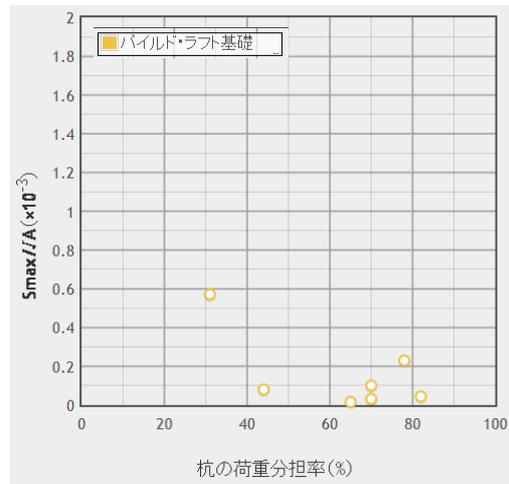
図 3.3.4 に、パイルド・ラフト基礎（対象：自然地盤・即時沈下）における杭の荷重分担率と最大不同沈下量 S_{dmax} の関係および杭の荷重分担率と S_{dmax}/\sqrt{A} の関係を示す。

図 3.3.3 (1) によると、最大沈下量が大きいほど杭の荷重分担率が大きい傾向がある。その他には明確な傾向はない。

また、杭の荷重分担率は 50%以上の建物が多い。

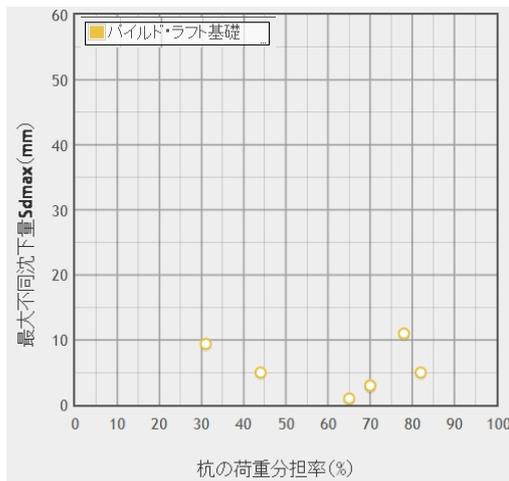


(1) 最大沈下量 S_{max} との関係

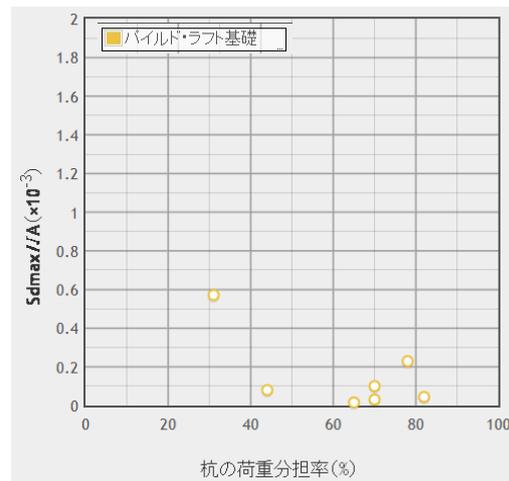


(2) S_{max}/\sqrt{A} との関係

図 3.3.3 杭の荷重分担率



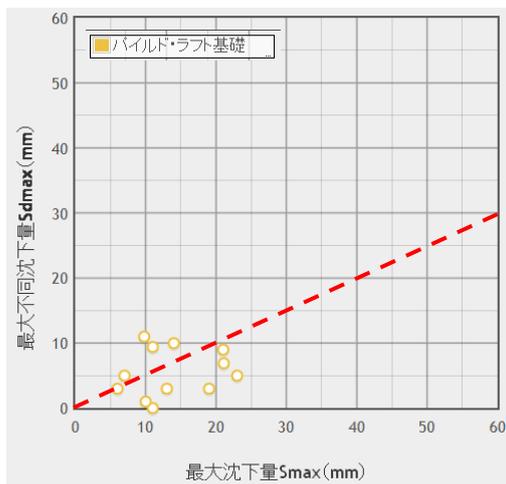
(1) 最大不同沈下量 S_{dmax} との関係



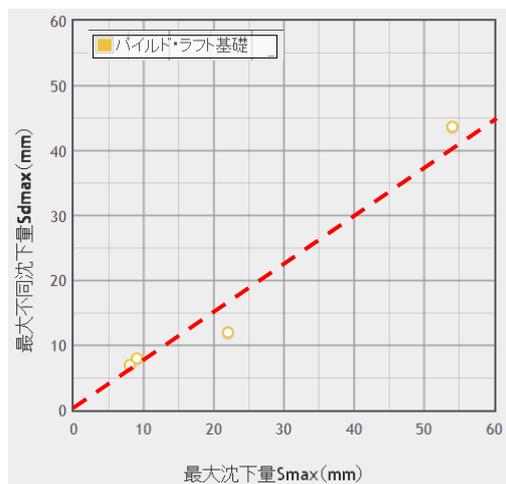
(2) S_{dmax}/\sqrt{A} との関係

図 3.3.4 杭の荷重分担率

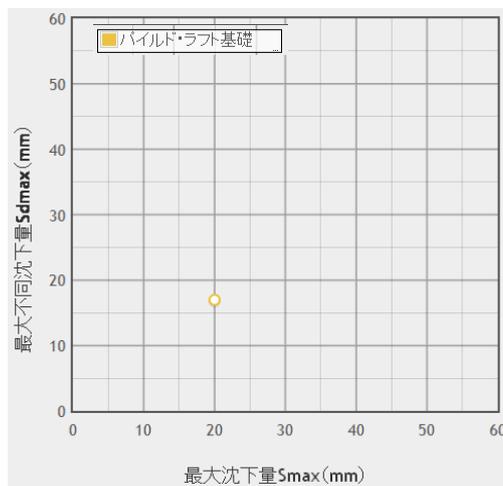
図 3.3.5 に、最大沈下量 S_{max} と最大不同沈下量 S_{dmax} の関係を示す。パイルド・ラフト基礎の場合、沈下の種類に関係なく最大沈下量が大きいかほど最大不同沈下量が大きいか傾向にある。(1) 即時沈下は概ね $S_{dmax}=0.5S_{max}$ の関係にあり、(2) 圧密沈下は概ね $S_{dmax}=0.75S_{max}$ の関係にある。



(1) 即時沈下



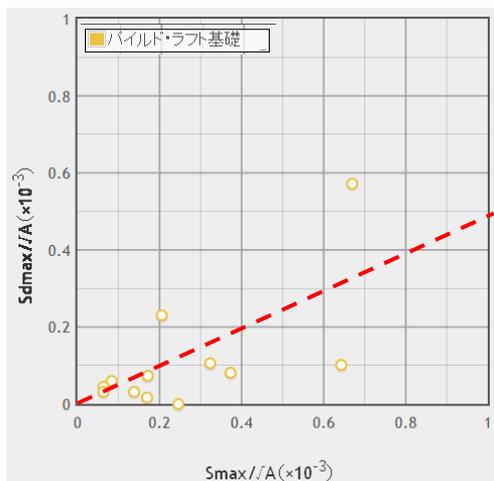
(2) 圧密沈下



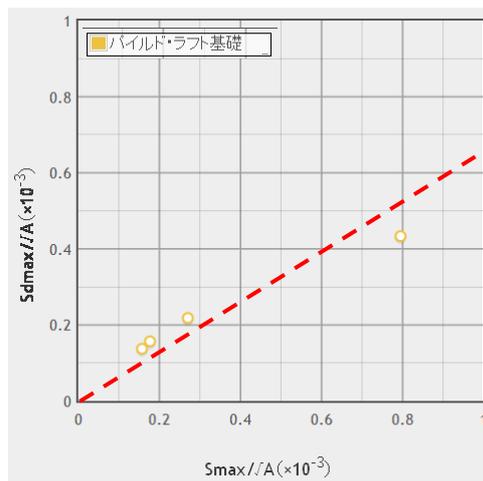
(3) 即時+圧密

図 3.3.5 最大沈下量 S_{max} ~ 最大不同沈下量 S_{dmax}

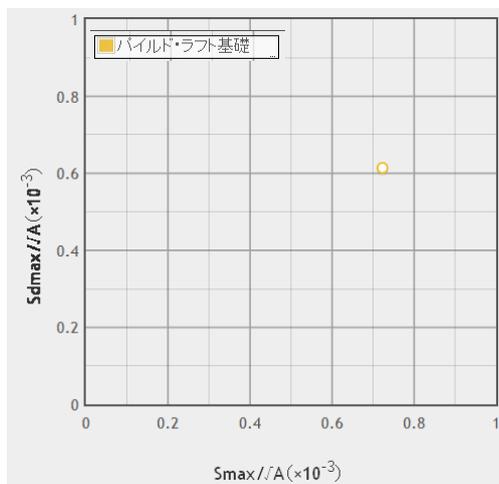
図 3.3.6 に、 S_{max}/\sqrt{A} と S_{dmax}/\sqrt{A} の関係を示す。パイルド・ラフト基礎の場合、沈下の種類に関係なく S_{max}/\sqrt{A} が大きいほど S_{dmax}/\sqrt{A} が大きい傾向にある。(1) 即時沈下は概ね $S_{dmax}=0.5S_{max}$ の関係にあり、(2) 圧密沈下は概ね $S_{dmax}=0.75S_{max}$ の関係にあるが、(1) 即時沈下の場合、無次元化することで相関性が低下している。



(1) 即時沈下



(2) 圧密沈下



(3) 即時+圧密

図 3.3.6 $S_{max}/\sqrt{A} \sim S_{dmax}/\sqrt{A}$

図 3.3.7 に、最大沈下量 S_{max} と最大変形角 θ_{dmax} の関係を示す。(1) 即時沈下は、パイル・ラフト基礎の場合、最大沈下量が多いほど最大変形角が大きい傾向にある。

図 3.3-8 に、 S_{max}/\sqrt{A} と最大変形角 θ_{dmax} の関係を示す。沈下の種類に関係なく、明確な傾向が見られない。

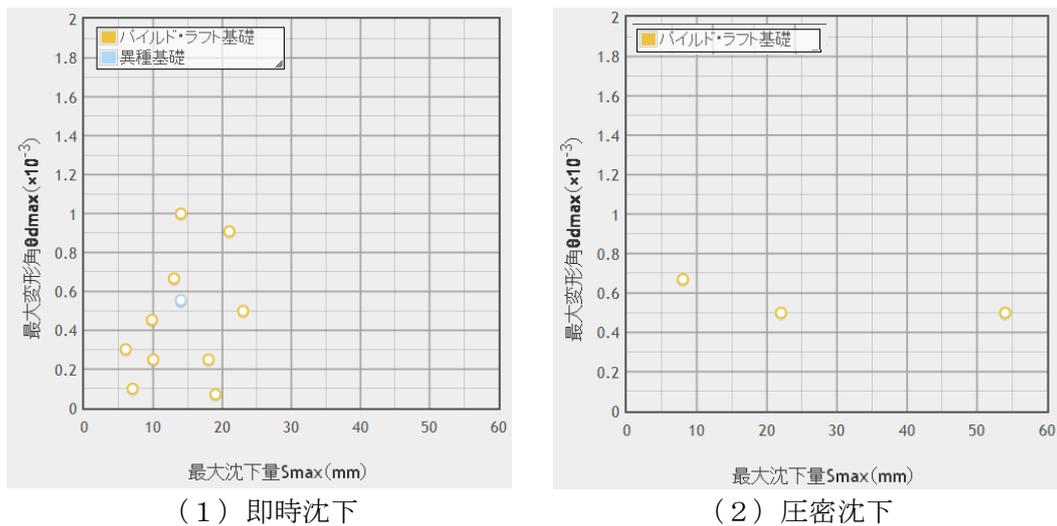


図 3.3.7 最大沈下量 S_{max} ~ 最大変形角 θ_{dmax}

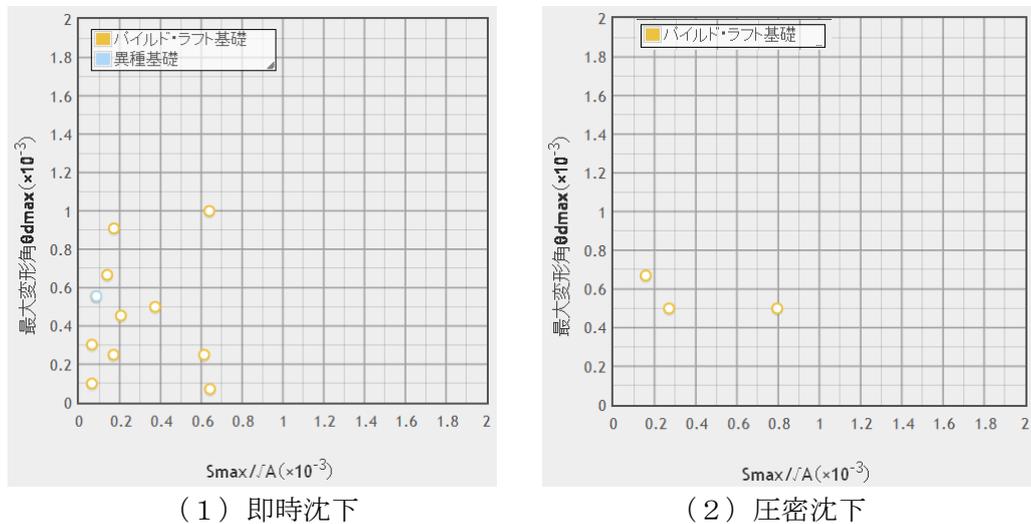


図 3.3.8 S_{max}/\sqrt{A} ~ 最大変形角 θ_{dmax}

図 3.3.9 に、最大沈下量 S_{max} と最大傾斜角 θ_{imax} の関係を示す。(1) 即時沈下は、明確な傾向が見られない。

図 3.3.10 に、 S_{max}/\sqrt{A} と最大傾斜角 θ_{imax} の関係を示す。(1) 即時沈下は、無次元化することで、 S_{max}/\sqrt{A} が大きいほど最大傾斜角が大きい傾向がある。

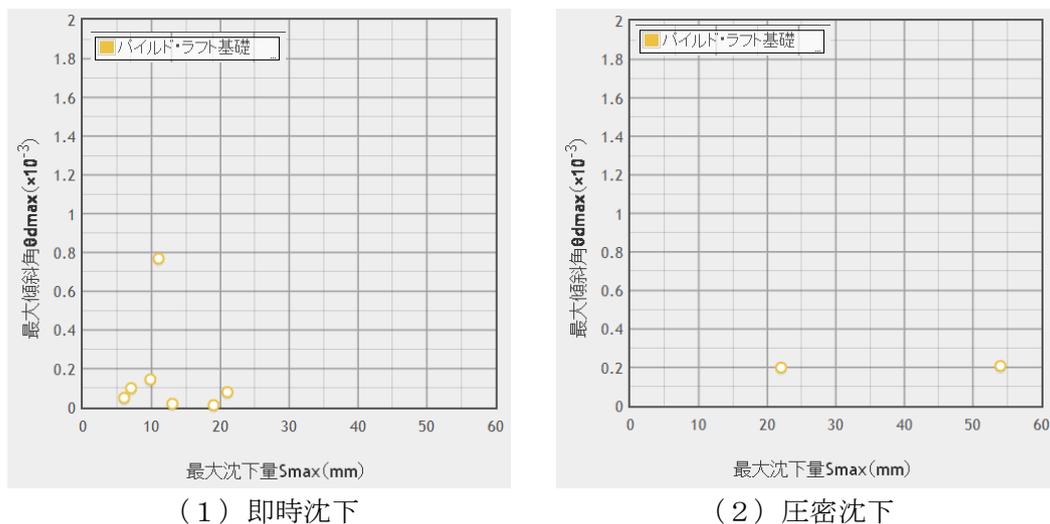


図 3.3.9 最大沈下量 S_{max} ~ 最大傾斜角 θ_{imax}

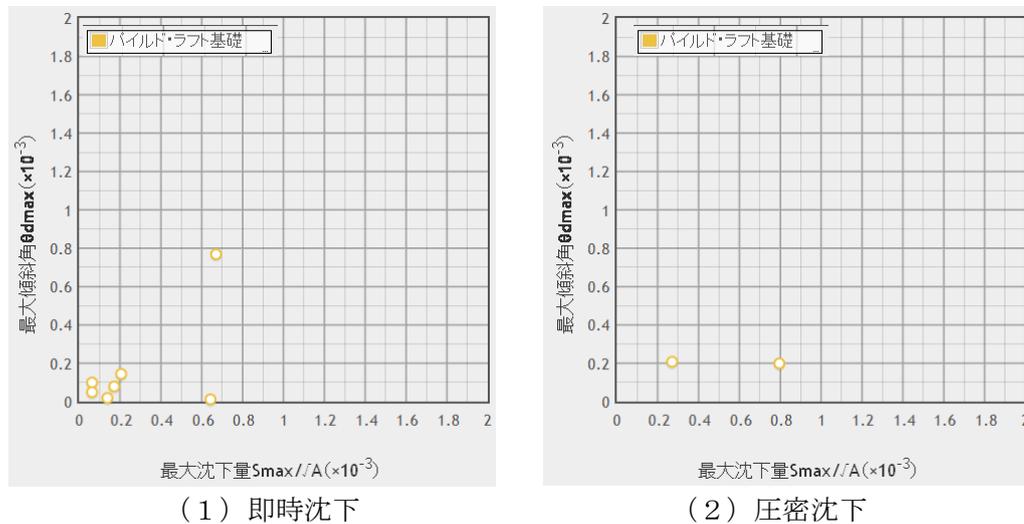


図 3.3.10 S_{max}/\sqrt{A} ~ 最大傾斜角 θ_{imax}

図 3.3.11 に、パイルド・ラフト基礎（対象：自然地盤、即時沈下）の地上および地下階数の度数分布を示す。（１）地上階数は広く分布しており、パイルド・ラフト基礎が低層～高層の建物まで幅広く利用されていることがわかる。また、（２）地下階数は、地下なし～地下 2 階が最も多いが、地下 3～4 階の比較的基礎が深い建物においてもパイルド・ラフト基礎が利用されていることがわかる。

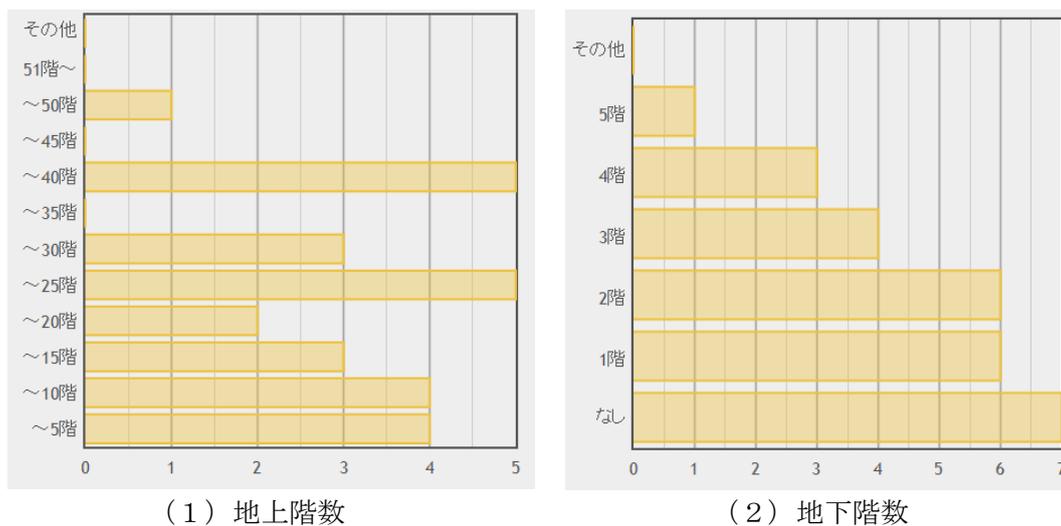


図 3.3.11 地上および地下階数の分布

図 3.3-12 に、パイルド・ラフト基礎（対象：自然地盤、即時沈下）の計測項目の度数分布を示す。パイルド・ラフト基礎の場合、杭軸力を計測している物件が多い。柱脚軸力を計測した物件は少ないものの、その他の計測も比較的多く実施されている。

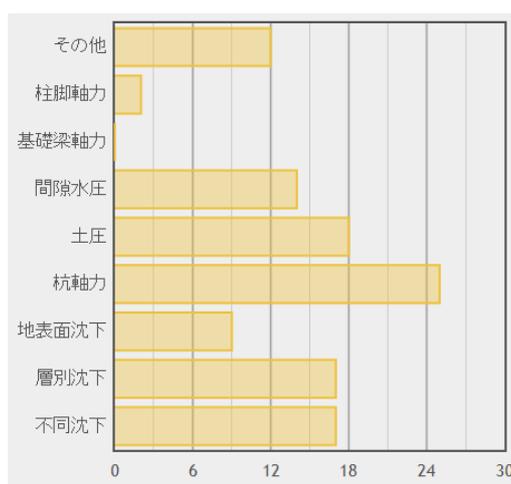


図 3.3.12 計測項目の度数分布

3.4 各種基礎の比較

埋立地盤における沈下観測データが少ないことから、ここでは自然地盤における沈下観測データにのみ着目し、各種基礎の相互の類似点や相異点を考察する。

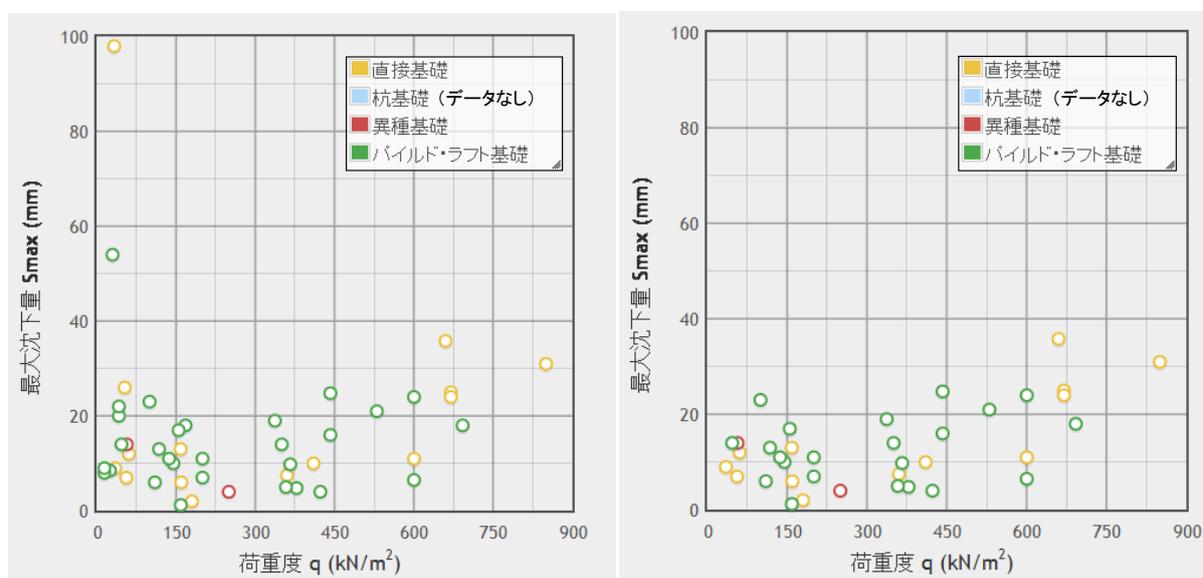
なお、本項で示す図については次のことに注意されたい。

- ・特に記載がない限り、即時沈下と圧密沈下の両方を含む。
- ・図3.4.1～図3.4.14の凡例には、すべて共通して4つの基礎形式を示し、該当するデータが存在しない基礎形式については、凡例内にその旨を注記している。

(1) 荷重度と最大沈下量の関係

荷重度 q と最大沈下量 S_{max} の関係を図3.4.1に示す。 S_{max} の分布は、圧密する地盤上で50mmを超えるケースが2例ほどあるものの、荷重度の大小に関わらず概ね20～30mm以下となっている。この傾向は基礎形式によらず認められ、設計上のクライテリアと対応しているものと推察される。

荷重度と地下階数の関係を図3.4.2に示す。荷重度が大きいほど地下階数が増加傾向にある。図3.4.1で荷重度の大小に関わらず同程度の沈下量で収まっている一因として、基礎版に作用する浮力の影響や、逆打ち工法の場合には排土荷重による影響も含まれると考えられる。



a) 全データ (即時と圧密の両方を含む)

b) 即時沈下のみ

図3.4.1 沈下種類別の荷重度と最大沈下量の関係 (自然地盤)

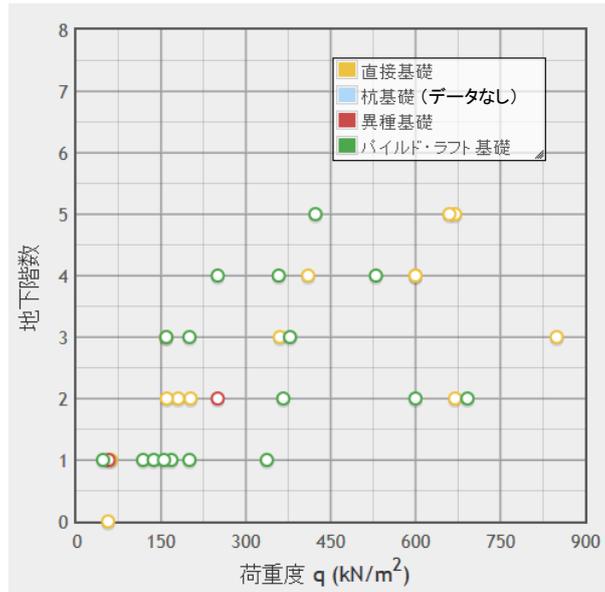


図3.4.2 荷重度と地下階数の関係（自然地盤）

次に、沈下量の大小には荷重・載荷面積が影響することから、建築面積Aに対してその平方根 \sqrt{A} を換算基礎幅と定義し、荷重度qとの積である $q\sqrt{A}$ を求め、 $q\sqrt{A}$ と最大沈下量 S_{max} の関係を整理した。整理した結果を図3.4.3に示す。いずれの基礎形式も、 $q\sqrt{A}$ と S_{max} に明確な相関性は認められない。

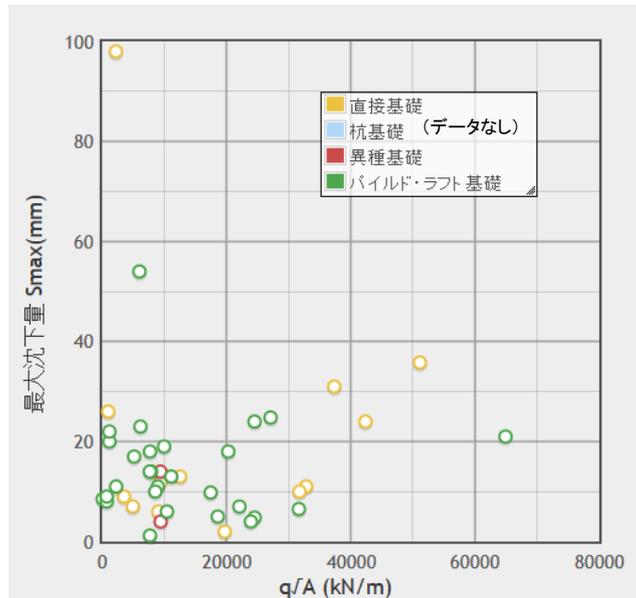


図3.4.3 $q\sqrt{A}$ と最大沈下量の関係（自然地盤）

(2) 最大沈下量と最大不同沈下量の関係

最大沈下量 S_{max} と最大不同沈下量 S_{dmax} の関係を図 3.4.4 に示す。基礎形式に寄らず S_{max} と S_{dmax} には正の相関が認められるが、その比率は明瞭ではない。

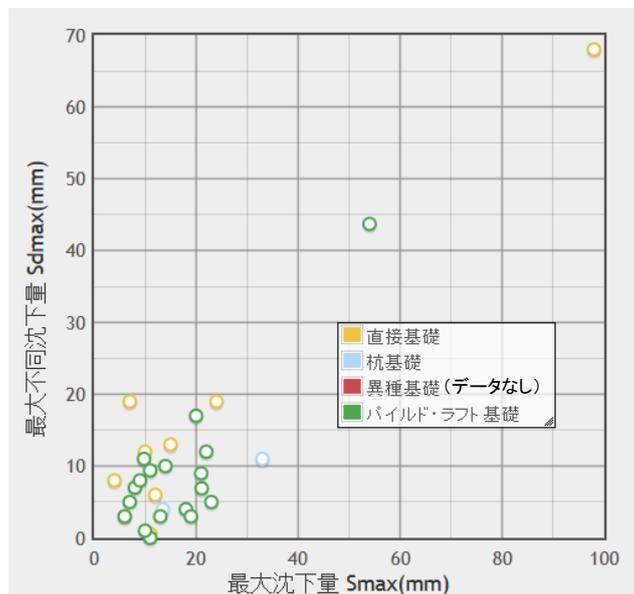


図3.4.4 最大沈下量と最大不同沈下量の関係（自然地盤）

続いて、 S_{max} と S_{dmax} を換算基礎幅 \sqrt{A} で除して無次元化した S_{max}/\sqrt{A} と S_{dmax}/\sqrt{A} について、その関係を図 3.4.5 に示す。無次元化する前の図 3.4.4 と同様、基礎形式に寄らず S_{max}/\sqrt{A} と S_{dmax}/\sqrt{A} には正の相関が認められるが、その比率は明瞭ではない。

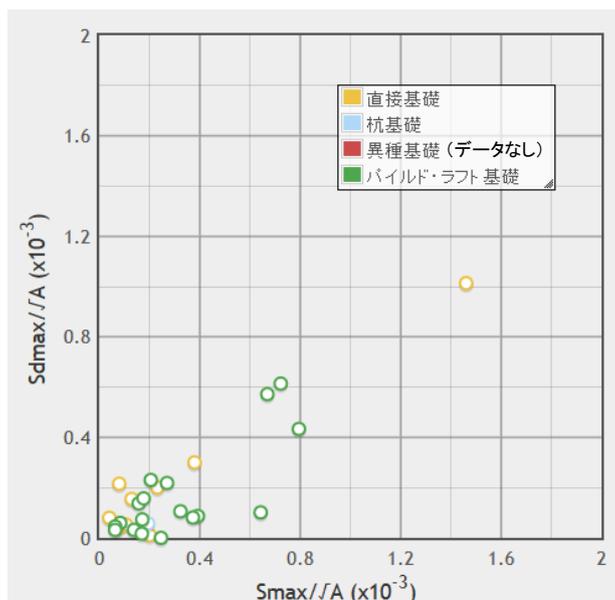


図3.4.5 S_{max}/\sqrt{A} と S_{dmax}/\sqrt{A} の関係（自然地盤）

(3) 荷重度と最大不同沈下量の関係

荷重度 q に換算基礎幅 \sqrt{A} を乗じた $q\sqrt{A}$ と、 S_{dmax} の関係を図 3.4.6 に示す。基礎形式に寄らず、明らかな相関性は認められない。

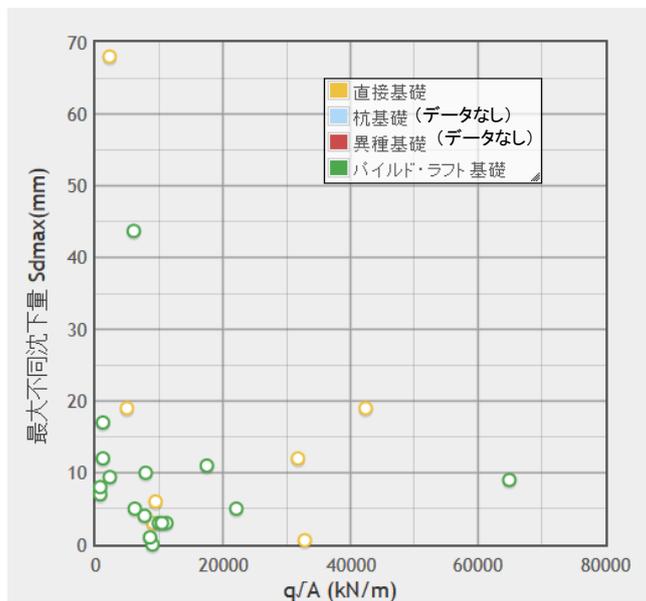


図3.4.6 $q\sqrt{A}$ と最大不同沈下量の関係 (自然地盤)

(4) 沈下量と最大傾斜角の関係

最大沈下量 S_{max} と最大傾斜角 θ_{imax} の関係を図 3.4.7 に、最大不同沈下量 S_{dmax} と最大傾斜角 θ_{imax} の関係を図 3.4.8 に示す。いずれも基礎形式に寄らず S_{max} と θ_{imax} に明確な相関性は認められない。

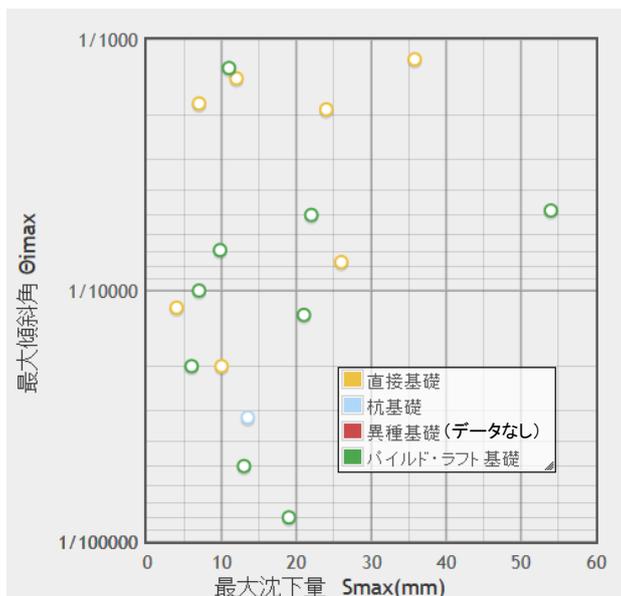


図3.4.7 最大沈下量と最大傾斜角の関係（自然地盤）

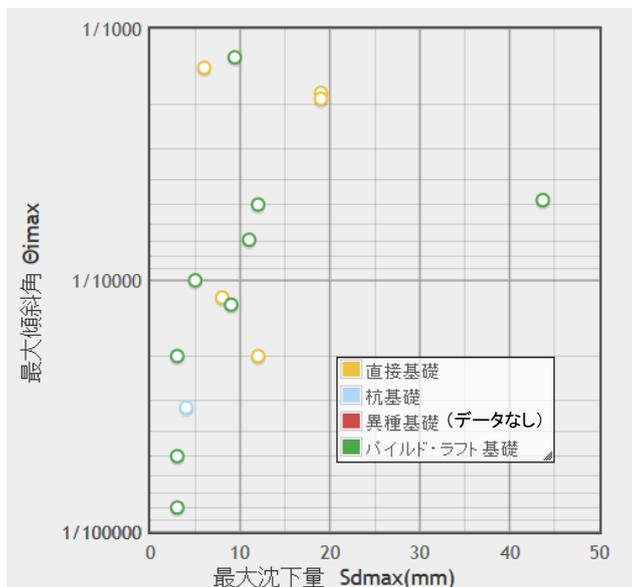


図3.4.8 最大不同沈下量と最大傾斜角の関係（自然地盤）

(6) 荷重度と無次元化した沈下量の関係

最大沈下量 S_{max} と最大不同沈下量 S_{dmax} について、それぞれを建築面積 A の平方根である換算基礎幅 \sqrt{A} で除して無次元化した S_{max}/\sqrt{A} と S_{dmax}/\sqrt{A} に対して、荷重度 q と S_{max}/\sqrt{A} の関係を図 3.4.11 に、荷重度 q と S_{dmax}/\sqrt{A} の関係を図 3.4.12 に示す。いずれの図においても、基礎形式においても明確な相関性は認められない。

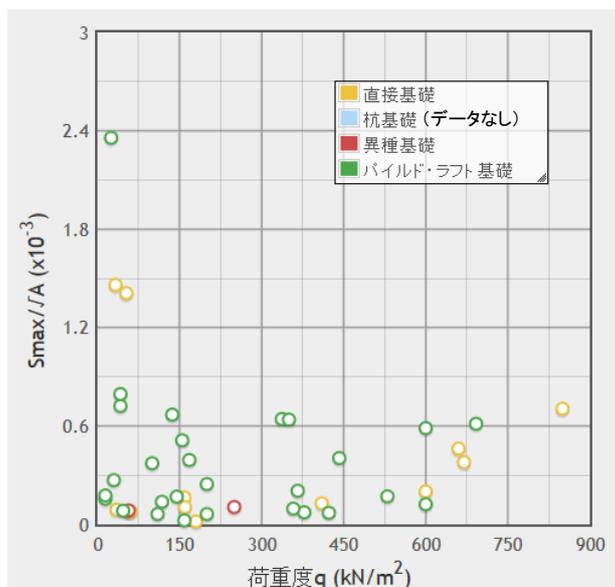


図3.4.11 荷重度と S_{max}/\sqrt{A} の関係 (自然地盤)

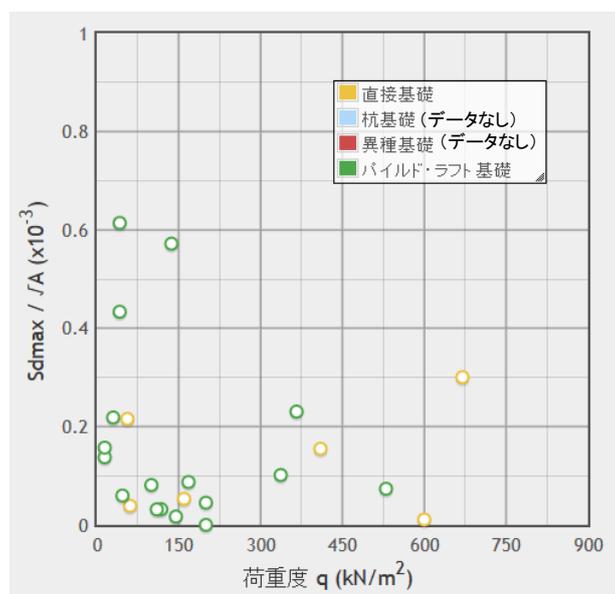


図 3.4.12 荷重度と S_{dmax}/\sqrt{A} の関係 (自然地盤)

次に、荷重度 q と換算基礎幅 \sqrt{A} の積である $q\sqrt{A}$ に関して、 $q\sqrt{A}$ と S_{max}/\sqrt{A} の関

係を図3.4.13に、 $q\sqrt{A}$ と S_{dmax}/\sqrt{A} の関係を3.4.14に示す。いずれの図においても、基礎形式に寄らず明確な相関性は認められない。

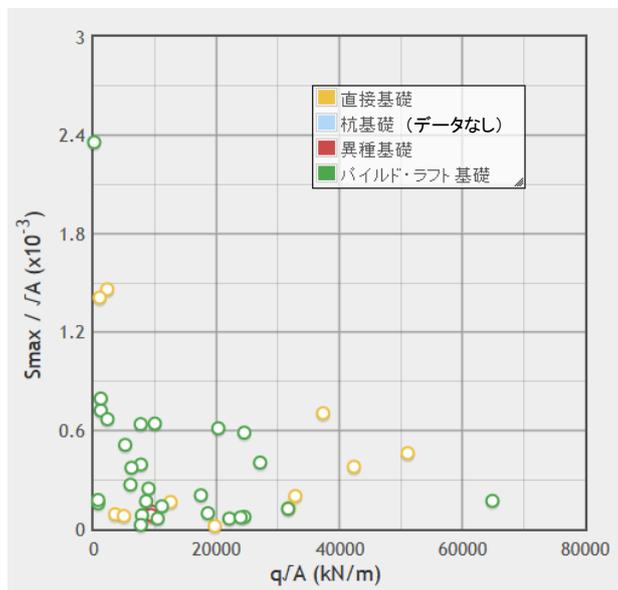


図3.4.13 $q\sqrt{A}$ と S_{max}/\sqrt{A} の関係（自然地盤）

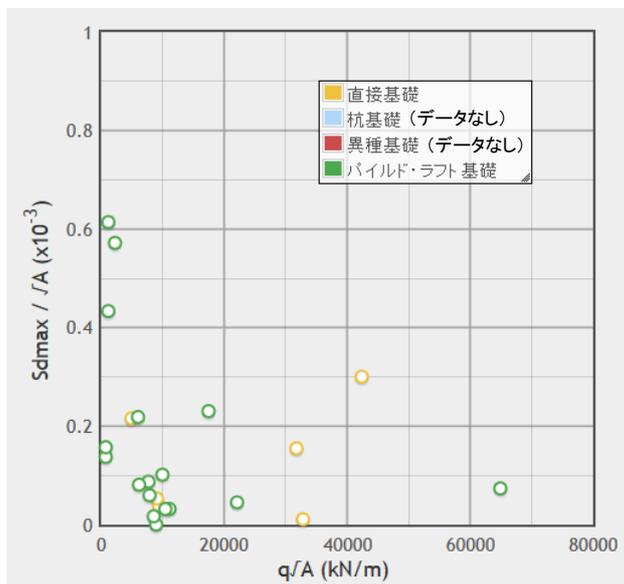


図3.4.14 $q\sqrt{A}$ と S_{dmax}/\sqrt{A} の関係（自然地盤）

(7) 建物用途と最大沈下量および最大変形角の関係

ここでは、設計上の目標値として用いられることが多い最大沈下量 S_{max} と最大変形角 θ_{dmax} に着目し、建物用途別に荷重度 q との関係を整理する。建物用途別の q と S_{max} の関係を図3.4.15、建物用途別の q と θ_{dmax} の関係を図3.4.16に示す。 S_{max} と θ_{dmax} のいずれも、建物用途が倉庫の場合が最も大きい値となっている。

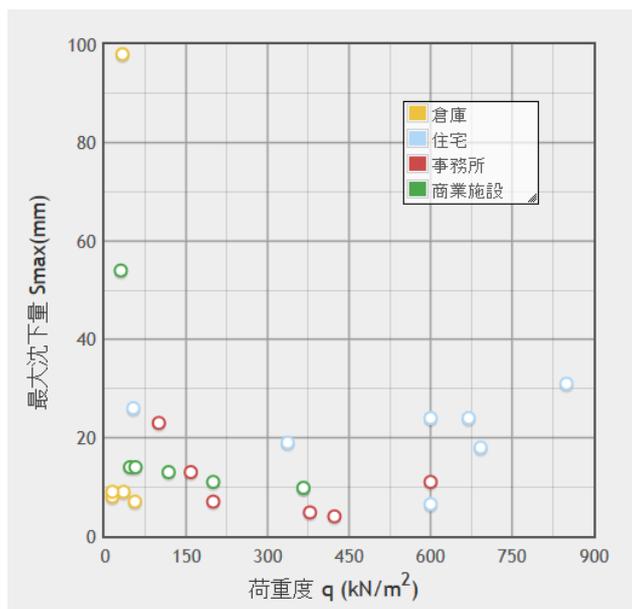


図 3.4.15 建物用途別の荷重度と最大沈下量の関係（自然地盤）

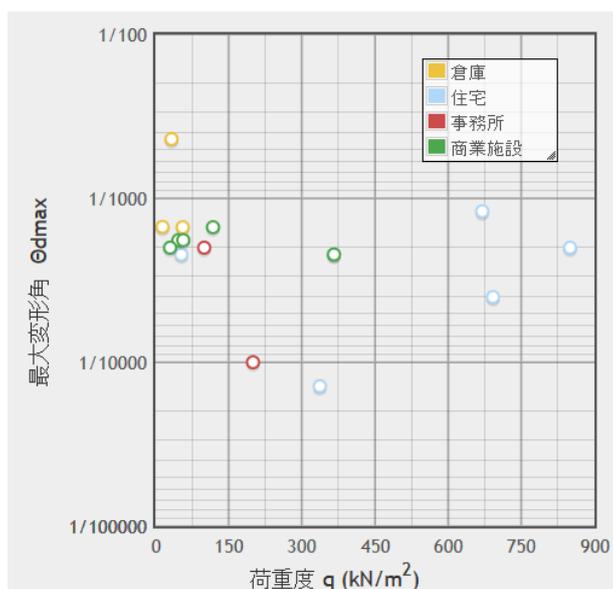


図 3.4.16 建物用途別の荷重度と最大変形角の関係（自然地盤）

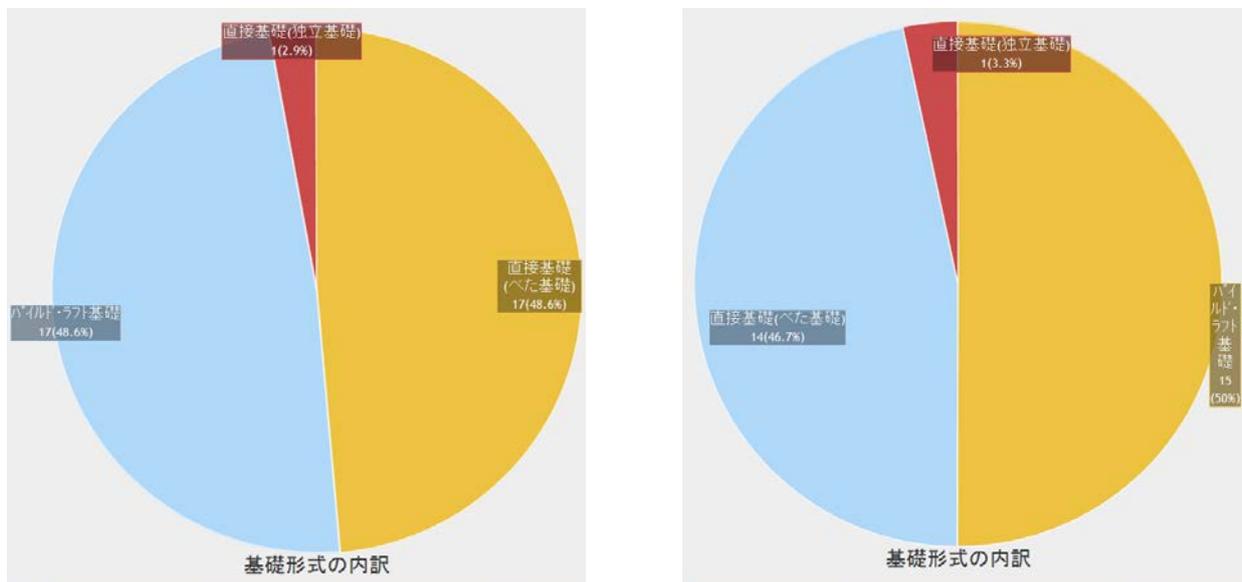
3.5 リバウンド

(1) データの内訳

建物の最大リバウンド量データ数は全体で直接基礎が 18 件（うちべた基礎 17 件，独立基礎 1 件）、パイルド・ラフト基礎が 17 件で合計 35 件、建築面積が明らかな物件に限ると直接基礎が 15 件（うちべた基礎 14 件，独立基礎 1 件）、パイルド・ラフト基礎が 15 件で合計 30 件である。図 3.5.1 に内訳を示す。

表 3.5.1 はリバウンドデータの基礎形式・地下構築工法と地盤による分類である。地下工法の内訳は順打ち，逆打ちが共に 14 件ずつで，不明なものが 7 件である。基礎地盤（パイルド・ラフト基礎も含め基礎底面付近の地盤）の N 値で分類すると $N \geq 50$ が 23 件， $N < 50$ が 11 件，不明 1 件である。図 3.5.2 に基礎工法別の、図 3.5.3 に地下工法別の内訳を示す。

表 3.5.2 はリバウンドの計測方法による分類である。層別沈下計測が 31 件，躯体レベル計測等その他の方法によるものが 4 件である。



(a) 全体

(b) 建築面積が明らかな物件

図 3.5.1 リバウンドデータの基礎形式別の内訳

表 3.5.1 リバウンドデータの分類

		基礎形式		地下工法			計
		直接基礎	パイルド・ラフト	順打ち	逆打ち	不明	
基礎地盤	$N \geq 50$	14	9	8	13	2	23
	$N < 50$	3	8	5	1	5	11
	不明	1	0	1	0	0	1
計		18	17	14	14	7	35

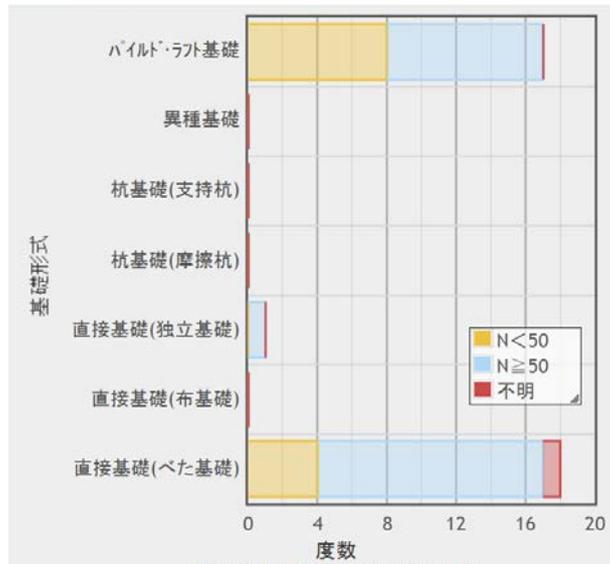


図 3.5.2 リバウンドデータの基礎工法と基礎地盤による内訳

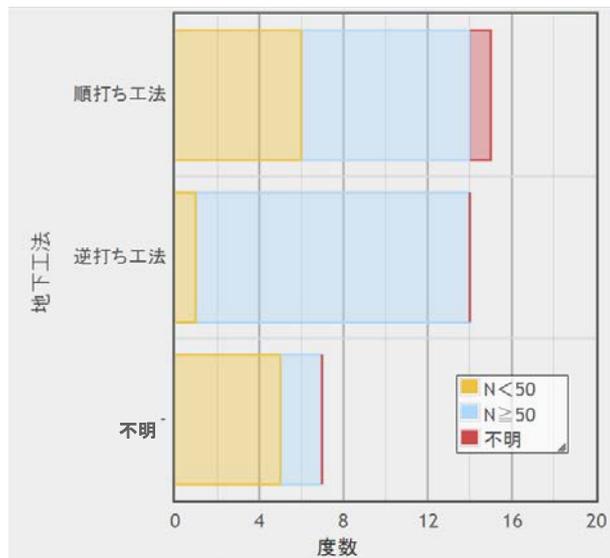


図 3.5.3 リバウンドデータの地下工法と基礎地盤による内訳

表 3.5.2 リバウンドデータの計測方法による分類

	基礎形式					地下工法						計		
	直接基礎			パイル・ラフト		順打ち			逆打ち				不明 他	
	N ≥ 50	N < 50	不明	N ≥ 50	N < 50	N ≥ 50	N < 50	不明	N ≥ 50	N < 50	不明		N ≥ 50	N < 50
層別沈下計測	13	1	1	9	7	8	5	1	13	1	0	1	3	31
躯体レベル計測 他	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	4
計	14	3	1	9	8	8	5	1	13	1	0	2	5	35

(3) 排土重量と最大リバウンド量の関係

図 3.5.6 は基礎形式別の排土重量 W と最大リバウンド量 R_{max} の関係である。ばらつきは大きいですが、直接基礎、パイルド・ラフト共に排土重量が大きくなると最大リバウンド量が増加する傾向が見られる。

図 3.5.7 は地下工法別の排土重量と最大リバウンド量の関係である。両者の相関は逆打ち工事においてより明確である。

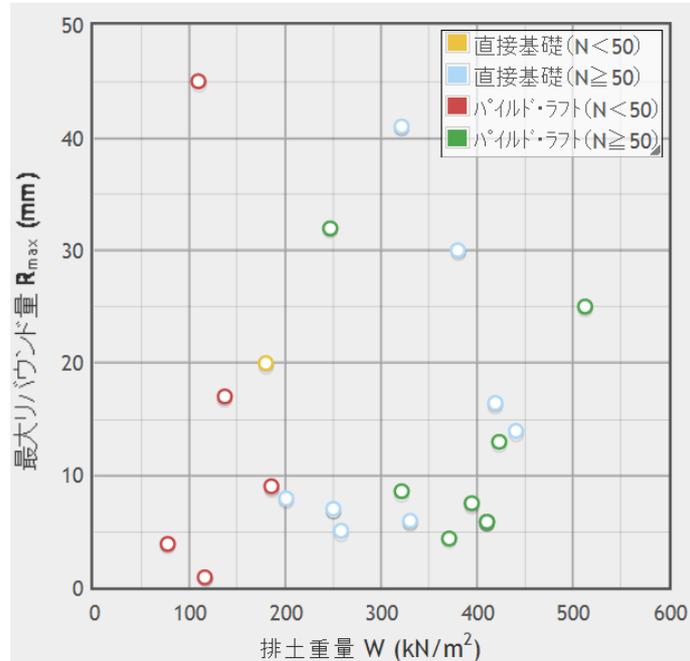


図 3.5.6 排土重量と最大リバウンド量の関係（基礎形式別）

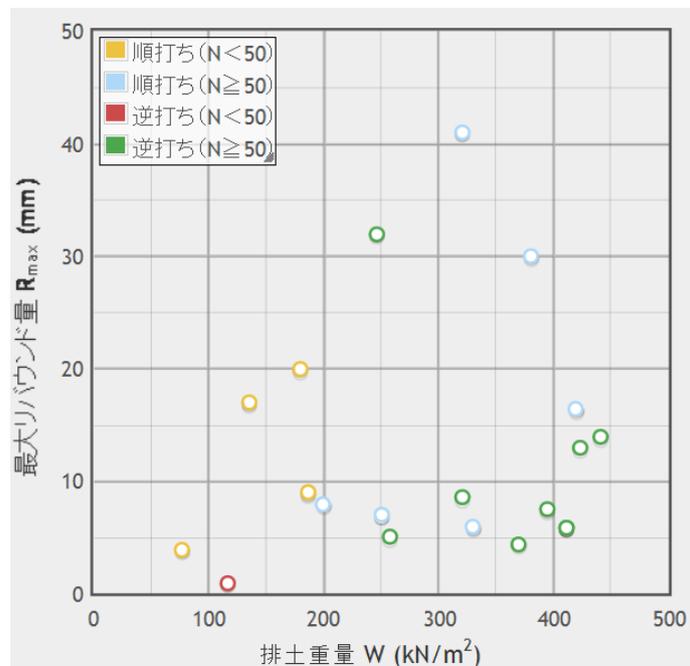


図 3.5.7 排土重量と最大リバウンド量の関係（地下工法別）

(4) 地下階数と最大リバウンド量の関係

図 3.5.8 及び図 3.5.9 に示すように建物の地下階数と排土重量にはよい相関がある。そこで地下階数と最大リバウンド量の関係を見たものが図 3.5.10 及び図 3.5.11 である。排土重量との関係（図 3.5.6, 3.5.7）と比較して、基礎形式による差（パイルド・ラフト基礎<直接基礎）及び地下工法による差（逆打ち工法<順打ち工法）がより明確に現れている。

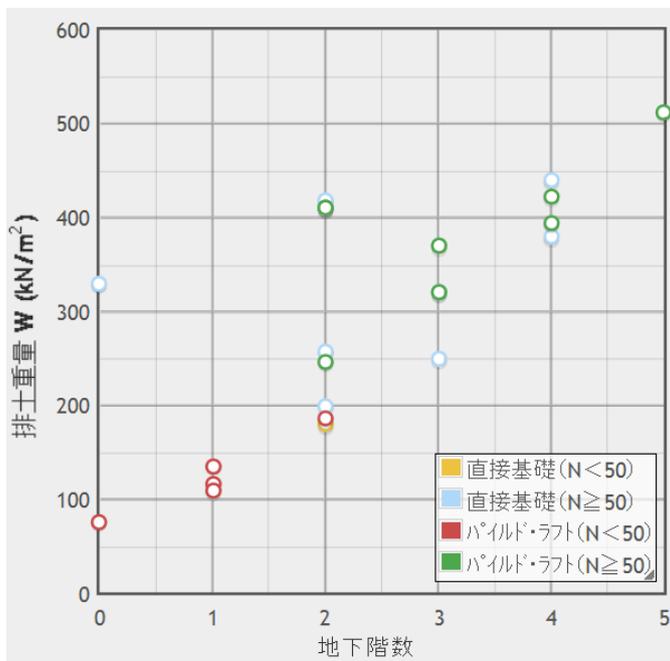


図 3.5.8 地下階数と排土重量の関係（基礎形式別）

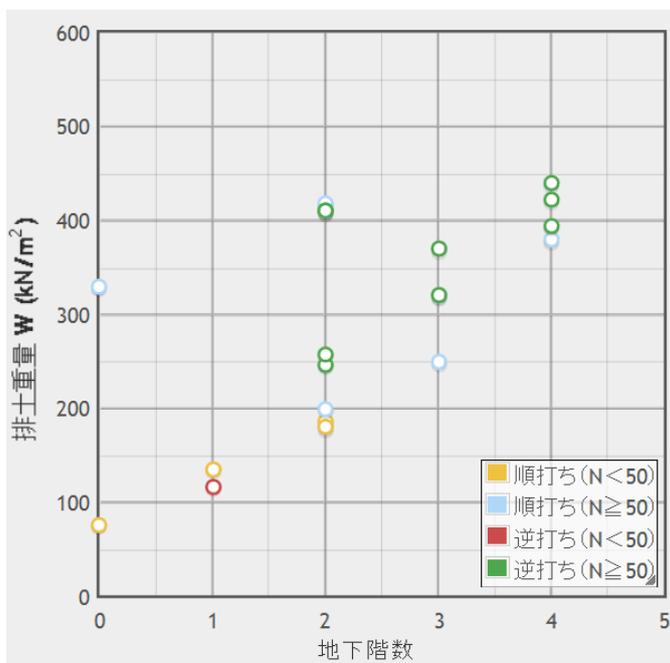


図 3.5.9 地下階数と排土重量の関係（地下工法別）

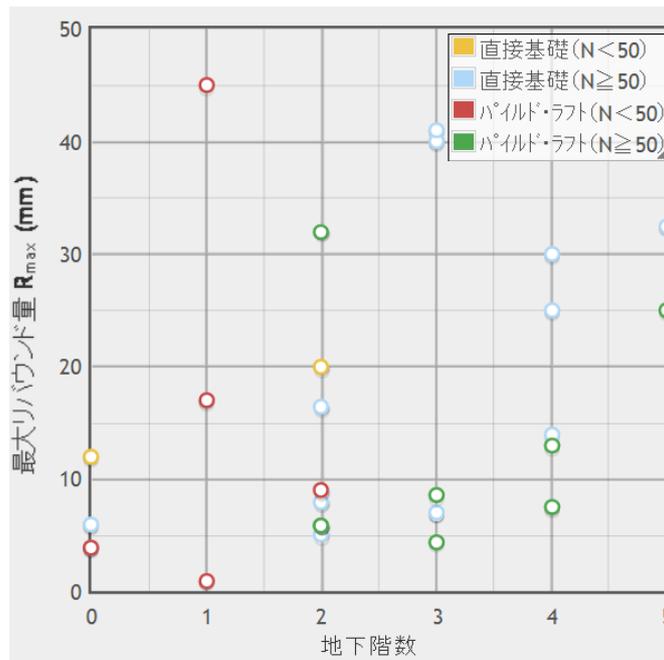


図 3.5.10 地下階数と最大リバウンド量の関係（基礎形式別）

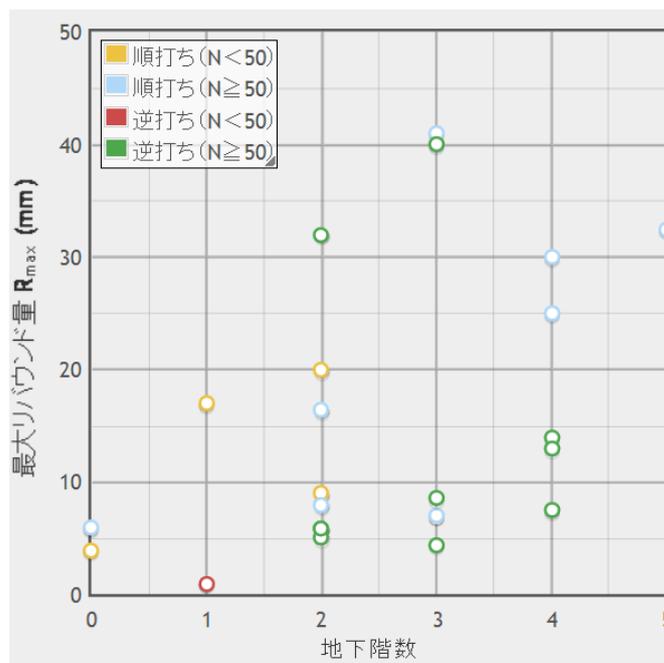


図 3.5.11 地下階数と最大リバウンド量の関係（地下工法別）

(6) 最大沈下量と最大リバウンド量の関係

図 3.5.14 及び図 3.5.15 に最大沈下量 S_{max} と最大リバウンド量 R_{max} の関係を示す。両者には特に相関は認められない。建物荷重度 q と排土重量 W の値に関連がないためと考えられる。そこで、荷重度を最大沈下量で除した値 q/S_{max} と排土重量を最大リバウンド量で除した値 W/R_{max} の関係を見たのが図 3.5.16 及び図 3.5.17 である。これらは最大変位量に対する割線ばね定数に対応する値であるが、両者の間にはおおむね比例関係が認められる。掘削時のリバウンドばねよりも建物構築時の沈下ばねの方が 1.5 倍程度剛性が高い。

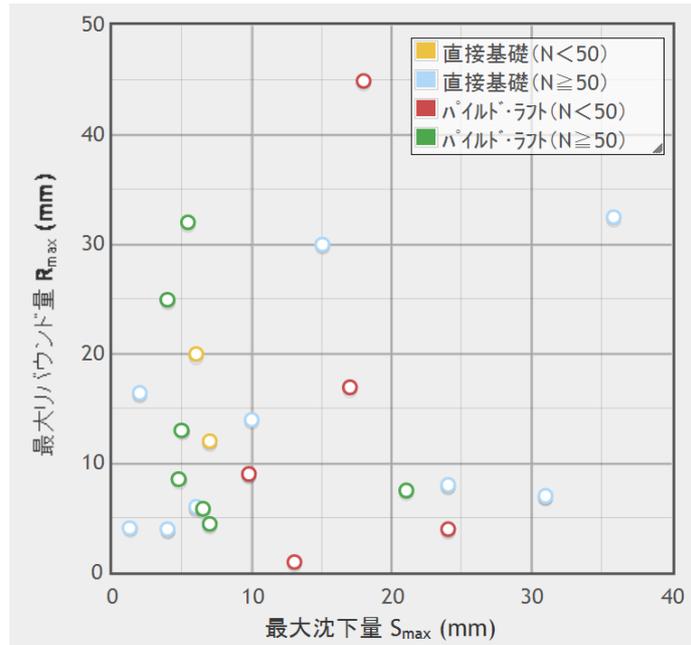


図 3.5.14 最大沈下量と最大リバウンド量の関係（基礎形式別）

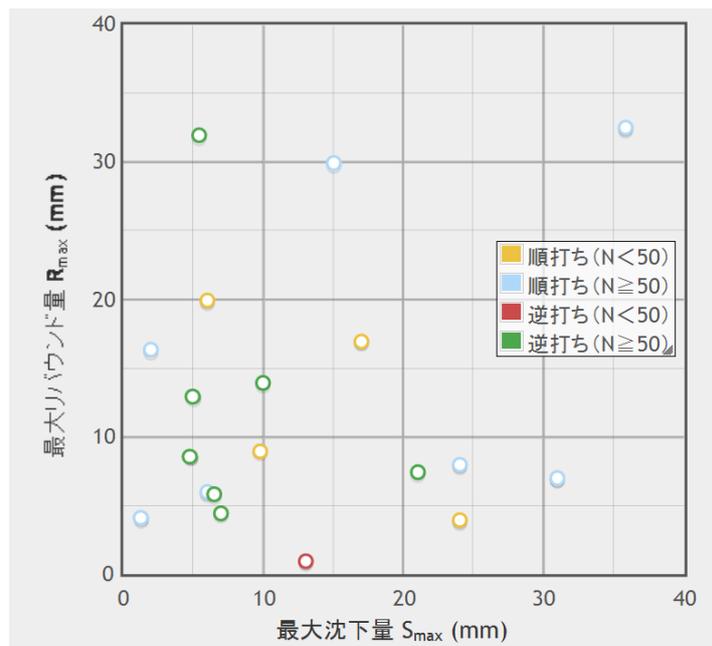


図 3.5.15 最大沈下量と最大リバウンド量の関係（地下工法別）

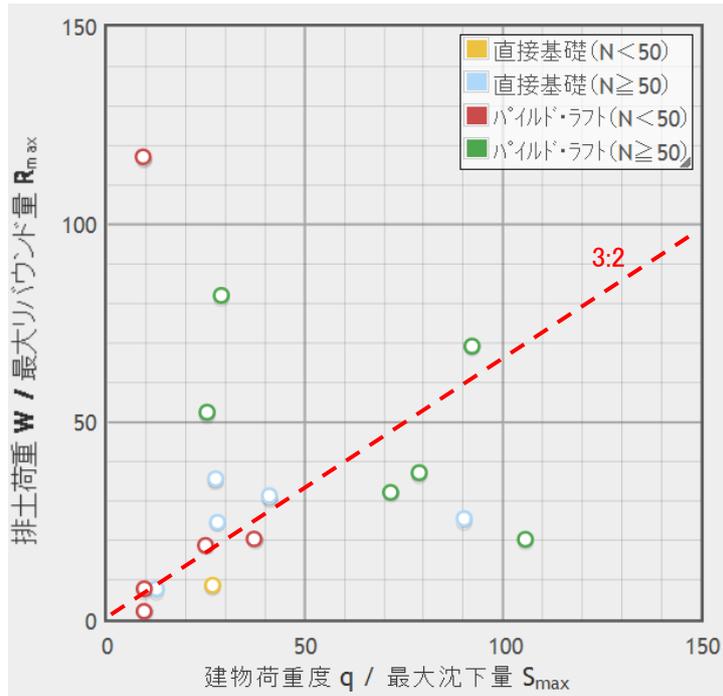


図 3.5.16 最大沈下時と最大リバウンド時の割線ばね定数の関係（基礎形式別）

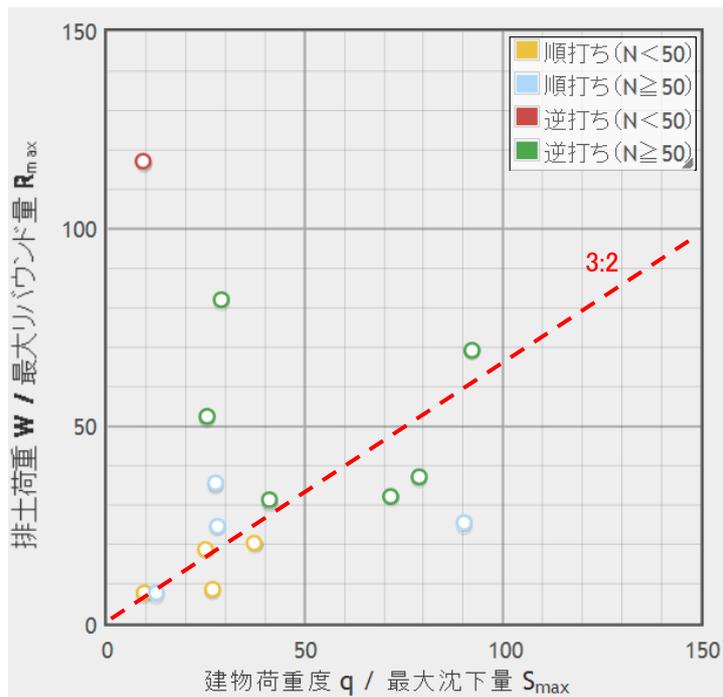


図 3.5.17 最大沈下時と最大リバウンド時の割線ばね定数の関係（地下工法別）

3.6 地盤 E の逆算

一般に地盤は場所や深度によって異なった物性を持っている。実測値を基に個別に詳細な変形係数の評価方法（例えば PS 検層による初期剛性をどの程度低減させるべきか等）を検討することは十分に意義のあることであるが、基礎形式と荷重度の関係から、その建物がどのような変形係数を持った地盤に建設されたのかを横並びに評価することは、本報告書の利用者にとって十分参考になるものと考えられる。ここでは、そうした観点に基づき、実測された沈下量から地盤の平均的な E（変形係数）の評価を試みた。

3.6.1 E の逆算方法

変形係数の評価は、地盤を弾性体と見なし Steinbrenner の近似解を利用して、実測された沈下量より E を逆算する方法とした。沈下量の算定には、少なくとも建物荷重・基礎形状・地盤条件（層構成・変形係数・ポアソン比）が必要であるが、これらの情報が全て揃った文献は稀である。このため、これらの諸条件を単純化して、以下の手順によって E を求めることとした。

- 1) 文献より沈下対象層厚、平均沈下量、建物荷重度、基礎の接地面積を評価する（ポアソン比は一律 0.3 と仮定）。
- 2) 建物の平面形状を等価な矩形などに仮定する。
- 3) E を仮定し Steinbrenner の近似解により建物中心部と隅角部の沈下を求める。
- 4) 建物中心沈下と隅角部の平均値を平均沈下量とする。
- 5) 4) で得られた結果が文献の平均沈下量と一致する E を求める。

即ち実測データから、建物の平均沈下と荷重度を読み取り（荷重度が明記されていない場合で建物規模等から計算可能な場合は推定値）、1 層地盤としての平均的な E を求めるものである。沈下量の計算には Steinbrenner の近似解を用いることから、この手法で地盤 E の逆算が可能なのは直接基礎のみである。一方、収集データの約半数はパイルド・ラフト基礎であり、直接基礎とパイルド・ラフト基礎の両方で全データの約 85% を占めている。このため、パイルド・ラフト基礎についても、3.6.2 に示す方法によって直接基礎としての平均沈下量を求め、上記 1) ～ 5) の方法を適用して E を逆算することとした。

3.6.2 パイルド・ラフト基礎

日本建築学会「建築基礎構造設計指針」には、パイルド・ラフト基礎の平均鉛直ばね定数 k_{pr} と杭の荷重分担を予測する簡易計算法として下式が示されている。

$$\frac{k_r}{k_{pr}} = \frac{\langle 1 - 0.64(k_r/k_p) \rangle (k_r/k_p)}{1 - 0.6(k_r/k_p)} \dots\dots\dots (3.6.1)$$

$$\frac{P_r}{P_p} = \frac{0.2(k_r/k_p)}{1 - 0.8(k_r/k_p)} \dots\dots\dots (3.6.2)$$

ここに、 kp ：摩擦群杭の平均鉛直ばね定数、 kr ：直接基礎の平均鉛直ばね定数、 P_p ：摩擦群杭の分担荷重、 P_r ：直接基礎の分担荷重である。

文献から杭とラフト（直接基礎）の荷重分担を読み取ることによって、(2)式から kr/kp を求めることができる。例えば杭とラフトの荷重分担が 0.6 : 0.4 の場合には、

$$\frac{P_p}{P_r + P_p} = 0.6, \quad \frac{P_r}{P_r + P_p} = 0.4 \quad \text{より、} \quad \frac{P_r}{P_p} \cong 0.67$$

となるから、 kr/kp が 0.91 と求まる。これを(1)式に代入することによって、 kr は kpr の約 0.84 倍となる結果が得られることになる。 kpr は文献の平均沈下量と建物総荷重（＝荷重度×接地面積）から計算できるので、 kr を求めることができる。

kr が分れば建物総荷重を kr で除すことによって直接基礎としての平均沈下量を得ることができるので、1 に示す方法によって地盤の変形係数を評価することが可能となる。

このようにして評価した E が、実際の地盤の E どの程度近似しているのかを検証するため、パイルド・ラフト基礎の実測事例を用いて確認を行った。対象とした事例は、洪積粘性土地盤における事務所ビル^{3.6.1)} である（本報告書で収集したデータには含まれない）。次頁に観測概要を示す。文献によると建物竣工時の沈下量は 1～2cm、杭の荷重分担は 49% となっている。文献では沈下解析が実施されており、地盤の変形係数の評価結果が示されている（図-29）。図-29 によれば、基礎底面から深度 50m までの平均的な変形係数は 65.9Mpa となっている。

(3.6.1)(3.6.2)式および 3.6.1 の方法によって E を求めた結果を表 3.6.1 に示す。平均 E は 64.0Mpa となり、文献の値とよく整合している。表 3.6.1 には (3.6.3) 式 ($I_s=0.88$) で E を評価した結果も併せて示している。(3.6.3)式は半無限地盤に対する解であることから、算定される E は有限厚さの地盤に比較して過大な値となっている。

表 3.6.1 E の評価結果

文献による平均沈下量(cm)	(1.0+2.0)/2=1.5
P_r/P_p	1.041
kr/kp	1.01
kr/kpr	0.905
kpr (kN/m)	3.09×10^6
kr (kN/m)	2.80×10^6
直接基礎の平均沈下量(cm)	1.66
Steinbrenner による E (MPa)	64.0
(3)式による E (MPa)	95.4

$$S_E = I_s \frac{1 - \nu_s^2}{E_s} qB \quad \text{-----} \quad (3.6.3)$$

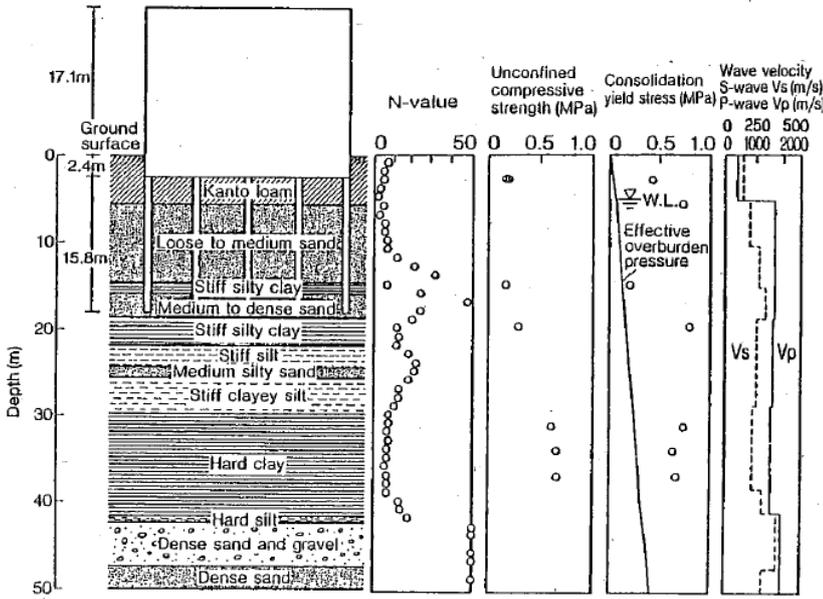


図-23 建物・基礎および地盤条件

表-5 杭の仕様

Pile No.	Borehole dia. (m)	Size of steel-H (mm)
P1	0.80	414x405x18x28
P2	0.80	400x400x13x21
P3	0.70	350x350x12x19
P4	0.70	300x300x10x15

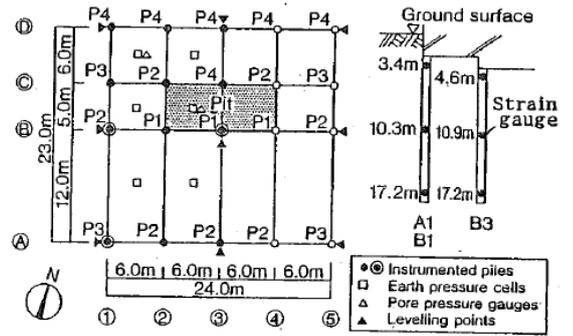


図-24 杭配置および各種計測位置

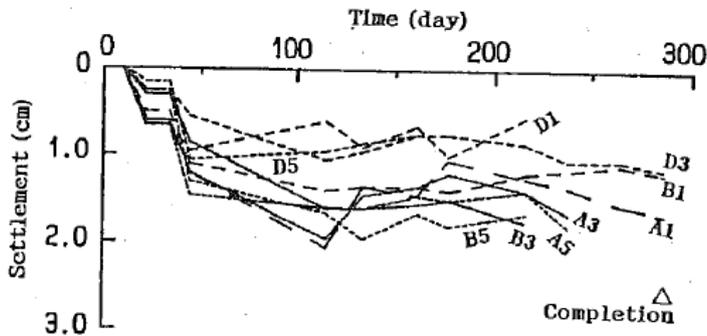
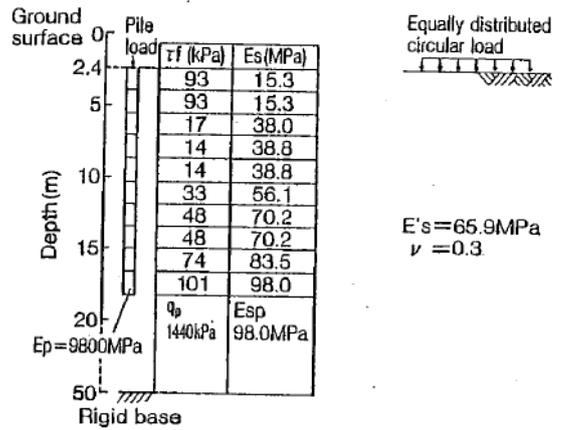


図-25 建物沈下量の経時変化



(a) 杭-杭

(b) 地表面-杭および地表面荷重-地表面

図-29 解析に用いた杭および地盤の定数

3.6.1) 加倉井正昭, 山下清: パイルド・ラフト基礎に関する研究開発, 第42回地盤工学シンポジウム, pp.105~113, 1998

3.6.3 地盤 E の逆算結果

地盤 E の評価は、個人差を出来るだけ排除するために、図 3.6.1 に示す評価シート（エクセル）を作成し利用した。沈下観測を実施している事例の半数近くが、地下掘削時のリバウンド量の測定を実施していることから、そうした事例では排土重量とリバウンド量の関係からも E の評価を試みた。リバンド測定では、基礎形式に関わらず最大値が示されていることが多いことから、評価には図 3.6.2 に示すシートを使用した。

表 3.6.2～表 3.6.5 に E 評価に利用可能であった事例一覧を評価結果とともに示す（表 3.6.3 の例題は前頁の事例を示している）。前述したように地盤 E の評価には、少なくとも建物荷重・基礎形状・地盤条件（層構成・変形係数・ポアソン比）が必要であるため、収集した文献全てについて評価が可能であったわけではない。また、一つの事例で建物沈下とリバウンド量からの E が評価できたものは多いが、どちらか一方のみの事例もまた多い。なお、建物沈下とリバウンド量からの評価結果は、一つの事例でも建物荷重度と排土重量が異なることから、同じ E とはなっていない。

建物沈下より評価した E は $1.30 \times 10^4 \sim 1.72 \times 10^6$ (kN/m²) の範囲にある。一方、リバウンド量より求めた E は $1.00 \times 10^5 \sim 4.00 \times 10^6$ (kN/m²) と範囲となっている。

図 3.6.3、図 3.6.4 に建物荷重度と平均沈下（パイルド・ラフト基礎の場合は直接基礎とした場合の推定値）の関係、および建物荷重度と逆算 E の関係を示す。直接基礎の場合、平均沈下は建物荷重度に応じて大きくなる傾向がありそうだが、パイルド・ラフト基礎の場合は相関が明瞭ではない。同様に建物荷重度と逆算した E の関係についても、明らかな関係は見いだせない。

図 3.6.5、図 3.6.6 にはリバウンド量並びにリバウンド量から求めた地盤の E と排土荷重度の関係を示す。これらの図からも両者の相関関係は判読できないと言える。

基礎形状・荷重・地盤厚さの入力

長辺L	短辺B	荷重	層厚	ポアソン比	直接基礎平均沈下	平均E
24.00	23.00	84.00	47.3	0.3	1.66E-02	6.41E+04

基礎形式・平均沈下・杭荷重分担率の入力

基礎形式	平均沈下	杭荷重分担	ラフト荷重分担	Pr/Pp	Kr/Kp	Kr/Kpr
パイルト・ラフト基礎	0.015	0.49	0.51	1.040816327	1.007905138	0.905

直接基礎
パイルト・ラフト基礎

基礎形状・荷重・平均沈下の算定方法のメモ

確認計算

層厚	E	ポアソン比	中央沈下	端部沈下	平均沈下
47.3	6.41E+04	0.3	2.41E-02	9.04E-03	1.66E-02

入力方法と結果

- セルに色のついていない項目を入力して下さい。
- 基礎形式はプルダウンメニューから選択してください。
- 平均沈下には文献から解釈した基礎の平均的な沈下量を入力して下さい。
- 基礎形状～算定方法のメモはどのように文献から基礎形状や荷重、平均沈下などを算定したのかを簡潔に記入して下さい（忘備録です）。
- 平均Eが求められるべき値です。

お願い

- 簡単な動作確認はしていますが、バグがあるかも知れません。気づいた点がありましたら、ご連絡をお願いします。
- 各セルは保護されておりません。計算式などを誤って消去しないように注意して下さい。

図 3.6.1 建物沈下から地盤 E 評価のための算定シート

掘削形状・荷重・地盤厚さの入力

長辺L	短辺B	荷重	層厚	ポアソン比	評価方法	リバンド量	平均E
24.00	23.00	84.00	47.3	0.3	平均値	3.00E-02	3.54E+04

最大値
平均値

掘削形状・荷重・リバンド量の算定方法のメモ

確認計算

層厚	E	ポアソン比	中央	端部	リバンド量
47.3	3.54E+04	0.3	4.36E-02	1.64E-02	3.00E-02

入力方法と結果

- セルに色のついていない項目を入力して下さい。
- リバンド量は、最大値または平均値を選択できます。プルダウンメニューから選択してください。
- 平均リバンド量は文献から平均リバンド量（まず書いていないと思いますが）が評価可能な場合に入力して下さい。
- 掘削形状～算定方法のメモはどのように文献から掘削形状や荷重、平均リバンド量などを評価したのかを簡潔に記入して下さい（忘備録です）。
- 平均Eが求められるべき値です（ポアソン比は0.3で固定です）。

お願い

- 簡単な動作確認はしていますが、バグがあるかも知れません。気づいた点がありましたら、ご連絡をお願いします。
- 各セルは保護されておりません。計算式などを誤って消去しないように注意して下さい。

図 3.6.2 リバンド量から地盤 E 評価のための算定シート

表 3.6.2 建物沈下から評価した E (直接基礎)

事例	長辺(m)	短辺(m)	面積A(m ²)	荷重度p(kN/m)	層厚H(m)	平均沈下w	逆算平均E	H/√A
S-A0	160	65	10400	35	6.5	1.00E-03	8.06E+04	0.06
S-A1	64	45	2880	350	51.7	4.00E-03	1.72E+06	0.96
S-A3	69.2	54.9	3799.08	600	75.6	1.10E-02	1.44E+06	1.23
S-A4	52.7	31.2	1644.24	850	52.1	2.61E-02	5.67E+05	1.28
S-A5	211.5	112.7	23836.05	61	30	9.00E-03	8.06E+04	0.19
S-A6	82	59	4838	670	75.5	2.50E-02	7.38E+05	1.09
S-A7	94.4	82.9	7825.76	41	5	3.50E-03	2.03E+04	0.06
S-A8	63.25	63.25	4000.563	670	59.9	1.45E-02	1.07E+06	0.95
S-A10	87.8	52.8	4635.84	124.6	19	1.11E-02	8.81E+04	0.28
S-A13	136.2	95.4	12993.48	360	37	7.50E-03	7.44E+05	0.32
S-A15	67.4	48	3235.2	160	36.9	4.50E-03	5.47E+05	0.65
S-A17	72	61	4392	273	78	8.50E-03	8.90E+05	1.18
S-B1	69	11.7	807.3	80	43	1.50E-03	5.63E+05	1.51

表 3.6.3 建物沈下から評価した E (パイルド・ラフト基礎)

事例	長辺(m)	短辺(m)	面積A(m ²)	荷重度p(kN/m)	層厚H(m)	平均沈下w	逆算平均E	H/√A
例題	24	23	552	84	47.3	1.66E-02	6.41E+04	2.01
R-A1	156.3	56.7	8862.21	118	53.5	1.21E-02	2.11E+05	0.57
R-A3	90	80	7200	57	70	1.27E-02	1.26E+05	0.82
R-A4	60	56	3360	240	67	2.75E-02	2.10E+05	1.16
R-A5	70	54	3780	110	100	3.74E-03	8.90E+05	1.63
R-A7	26	26	676	59	33.5	8.10E-03	8.35E+04	1.29
R-A9	114	111	12654	150	99.7	3.78E-03	1.56E+06	0.89
R-A10	95.7	15.7	1502.49	600	66	6.22E-03	1.45E+06	1.70
R-A12	65	36	2340	159	22.2	1.02E-03	1.46E+06	0.46
R-A13	52.2	44.6	2328.12	143.78	18.6	1.58E-02	7.18E+04	0.39
R-A16	80	43.5	3480	145	28	8.03E-03	2.14E+05	0.47
R-A18	45	28.5	1282.5	600	50.2	4.59E-02	2.12E+05	1.40
R-A19	100	51	5100	358	58	6.03E-03	1.34E+06	0.81
R-A20	96	29	2784	600	66	9.21E-03	1.32E+06	1.25
R-A22	28.1	24.5	688.45	337	3.7	1.93E-02	2.45E+04	0.14
R-A24	54	48	2592	14.5	30	7.51E-03	2.45E+04	0.59
R-A28	140	60	8400	110	110	4.69E-03	5.34E+05	1.20
R-A28	120	100	12000	154	80	7.50E-03	6.75E+05	0.73
R-A30	34	30	1020	92	37	2.09E-02	5.84E+04	1.16
R-A32	70	11	770	24	25.2	1.38E-02	1.36E+04	0.91
R-A31	42.2	40	1688	172	20	1.27E-02	1.16E+05	0.49
R-A33	62	11	682	24	30	1.59E-02	1.30E+04	1.15
R-A34	22	22	484	350	71	1.59E-02	2.99E+05	3.23
R-B1	55.8	39.2	2187.36	72	57.15	5.51E-03	2.59E+05	1.22

*表中の平均沈下は直接基礎の場合の推定値であることに注意

表 3.6.4 リバウンド量から評価した E (直接基礎)

事例	長辺(m)	短辺(m)	面積A(m ²)	荷重度p(kN/m)	層厚H(m)	リバウンド量w	逆算平均E	H/√A
S-A1	64	45	2880	350	51.7	6.00E-03	1.77E+06	0.96
S-A2	76.2	74	5638.8	255	50.6	4.00E-02	2.14E+05	0.67
S-A3	69.2	54.9	3799.08	600	75.6	2.50E-02	6.32E+05	1.23
S-4A	52.7	31.2	1644.24	250	50.7	7.00E-03	9.28E+05	1.25
S-A6	82	59	4838	446	75.5	1.00E-02	1.88E+06	1.09
S-A8	63.25	63.25	4000	200	59.9	8.00E-03	8.97E+05	0.95
S-A9	140	115	16100	419	58	1.64E-02	1.02E+06	0.46
S-A10	87.8	52.8	4635.84	321	19	4.10E-02	1.00E+05	0.28
S-A11	128	61.5	7872	202	58.1	5.10E-03	1.48E+06	0.65
S-A13	136.2	95.4	12993.48	414	67	1.20E-02	9.74E+05	0.59
S-A15	67.4	48	3235.2	180	36.4	1.50E-02	1.82E+05	0.64
S-A17	72	61	4392	380	78	3.00E-02	5.35E+05	1.18

表 3.6.5 リバウンド量から評価した E (パイルド・ラフト基礎)

事例	長辺(m)	短辺(m)	面積A(m ²)	荷重p(kN/m ²)	層厚H(m)	リバウンド量w	逆算平均E	H/√A
R-A1	156.3	56.7	8862.21	117	53.5	1.00E-03	4.02E+06	0.57
R-A4	60	56	3360	240	66.7	1.80E-02	4.88E+05	1.15
R-A5	70	54	3780	150	63.7	4.00E-03	1.37E+06	1.04
R-A9	114	111	12654	170	99.7	5.25E-03	1.27E+06	0.89
R-A10	95.7	15.7	1502.49	428.125	66	5.90E-03	1.59E+06	1.70
R-A18	45	28.5	1282.5	600	50.2	4.00E-03	3.64E+06	1.40
R-A19	100	51	5100	358	58	1.30E-02	9.72E+05	0.81
R-A20	96	29	2784	600	66	5.90E-03	3.10E+06	1.25

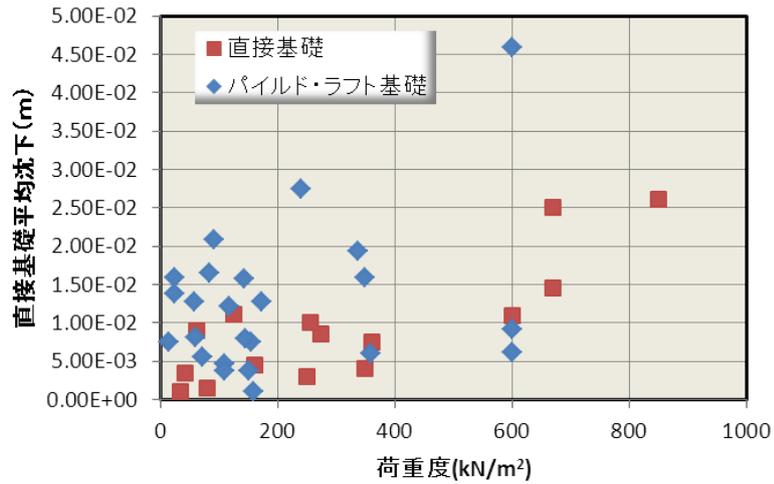


図 3.6.3 建物荷重と基礎の平均沈下の関係

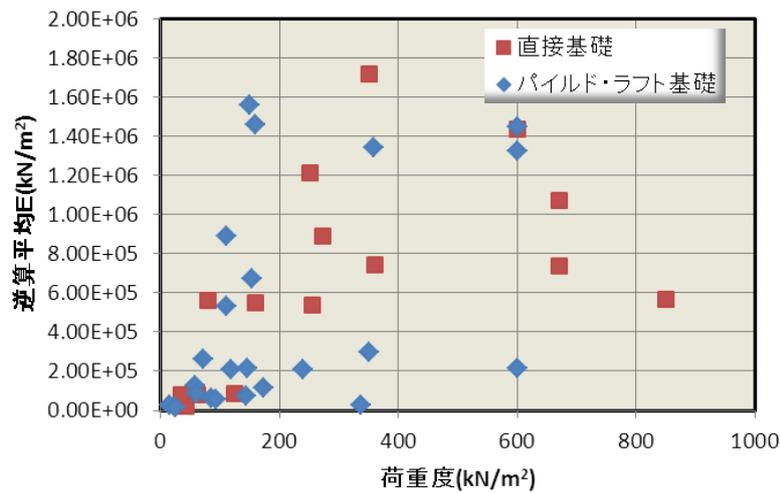


図 3.6.4 建物荷重と地盤 E の関係

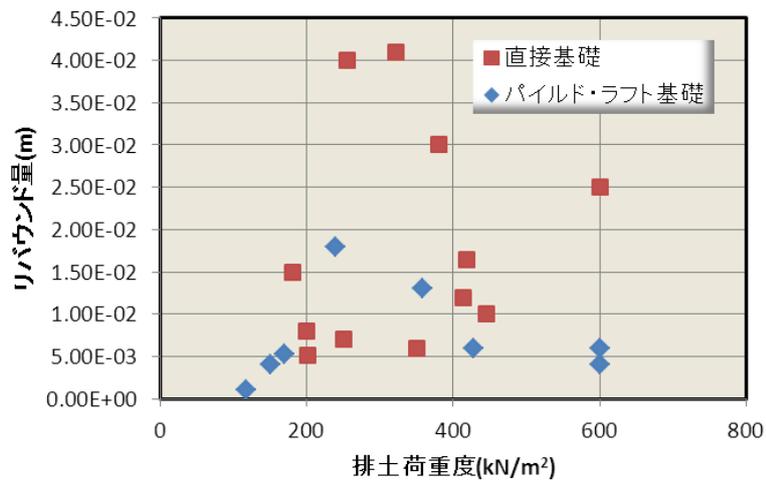


図 3.6.5 排土荷重度とリバウンド量の関係

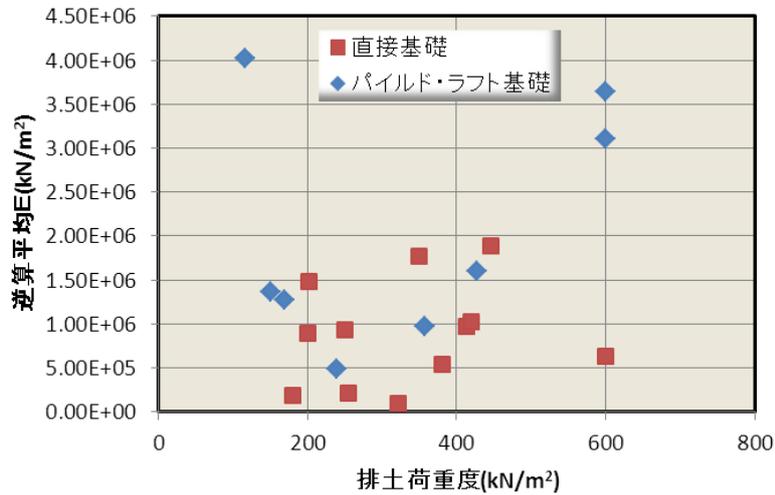


図 3.6.6 排土荷重度と地盤 E の関係

3.6.4 結果の整理

実測された建物沈下ならびに地盤のリバウンド量から、一層地盤として逆算した E は、建物荷重度や排土重量とは明瞭な関係が見られない。 E の評価は地盤を弾性体と見なしていることから、最も基本的な下式の関係がある程度成立していることが考えられる。

$$S_E = I_s \frac{1 - \nu_s^2}{E_s} qB \text{ ----- (3.6.3)}$$

ここに S_E : 基礎の沈下量、 ν_s : 地盤のポアソン比、 E_s : 地盤の変形係数、 q : 基礎の荷重度、 B : 基礎幅、 I_s : 基礎底面の形状と剛性によって決まる係数（正方形で完全剛な場合 0.88）

そこで、 E_s 、 S_E 、 q のそれぞれについて、(3.6.3)式の関係より、 qB/S_E 、 qB/E_s 、 $S_E E_s/B$ との関係性を求めた結果を、図 3.6.7～図 3.6.9 に示す（ B は建物面積 A の 1/2 乗で評価）。これからの図から明らかのように、それぞれの図において両者（ E_s と qB/S_E 、 S_E と qB/E_s 、 q と $S_E E_s/B$ ）の間には相関関係がありそうである。(3.6.3)式は半無限地盤における関係式であることから、実測データのうち、地盤層厚が建物平均幅（建物面積 A の 1/2 乗）の 1/2 以下となる事例を除いた結果を図 3.6.10～図 3.6.12 に示す。 $H/\sqrt{A} < 1/2$ となるデータを除くことで、 $E_s \sim qB/S_E \cdot S_E \sim qB/E_s \cdot q \sim S_E E_s/B$ 関係にはかなり明瞭な相関関係があることが確認できる。図 3.6.13 は $E_s \sim qB/S_E$ 関係について原点を通る一次回帰より求めた近似直線を求めたものであるが、 R^2 は約 0.95 と高い値を示していることが分かる。

E_s の逆算には Steinbrenner の近似解を利用しており、層厚の影響は大きい。図 3.6.14 には、図 3.6.13 の縦軸を H/\sqrt{A} としたものであるが、データの多くが比較的狭い（0.7～1.5）にあることが確認できる。実測データの多くが、 $0.7 < H/\sqrt{A} < 1.5$ 程度になっていることが相関性が高くなった要因と言えよう。換言すれば、 $0.7 < H/\sqrt{A} < 1.5$ 程度であれば、図 3.6.10～図 3.6.12 を参考に、それぞれの関係の目安（例えば建物規模と許容沈下量から 1 層地盤とした時の地盤の E ）をつけることが可能と考えられる。

図 3.6.15～図 3.6.17 には、リバウンド量を用いて同様の整理（ $H/\sqrt{A} > 0.5$ ）を行った結果を示している。建物沈下に比べるとバラツキは大きいですが、同じ傾向が得られていることが分かる。

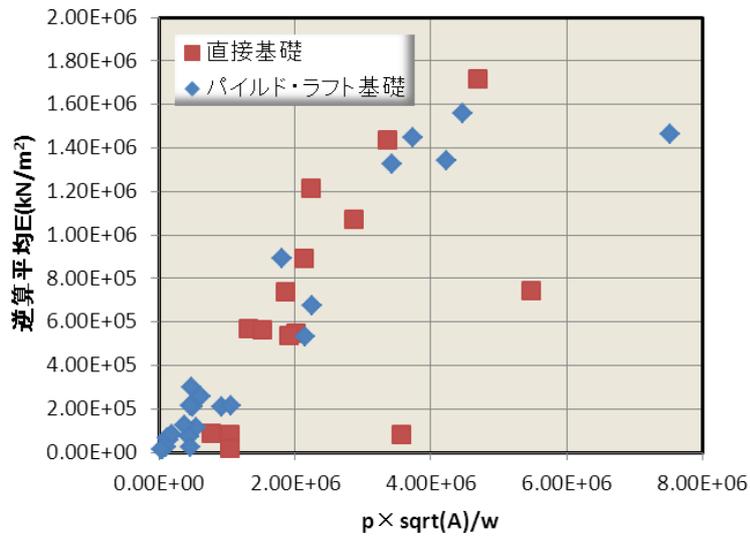


図 3.6.7 地盤 E と qB/S_E の関係

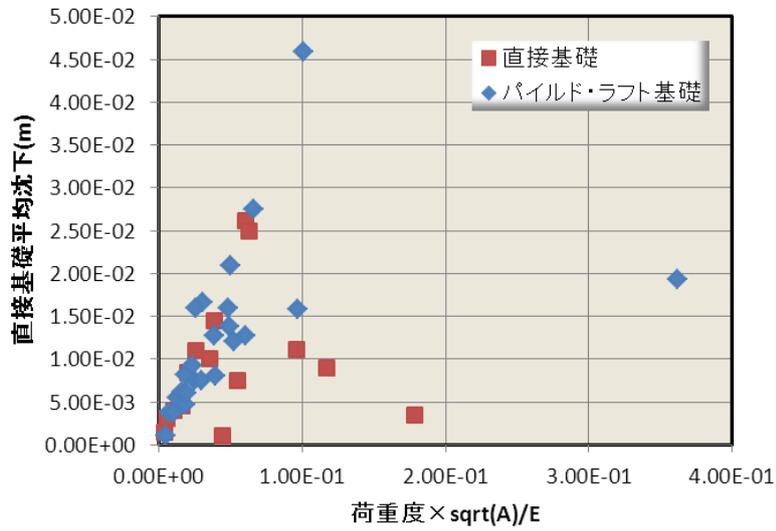


図 3.6.8 平均沈下量と qB/E_s の関係

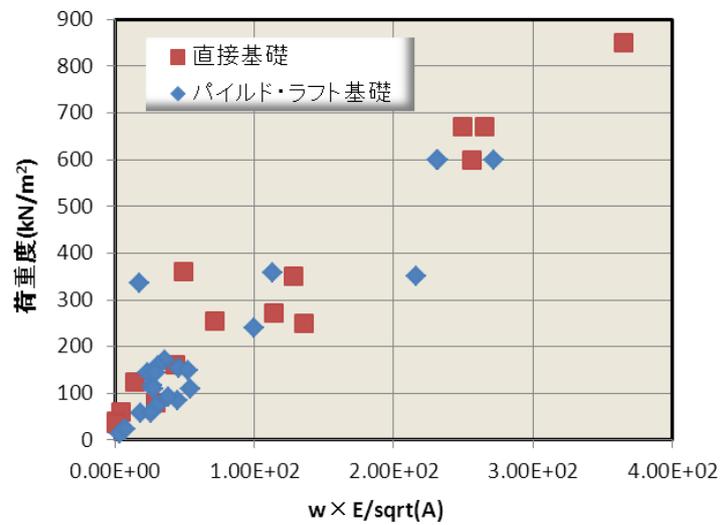


図 3.6.9 建物荷重度と $S_e E_s / B$ の関係

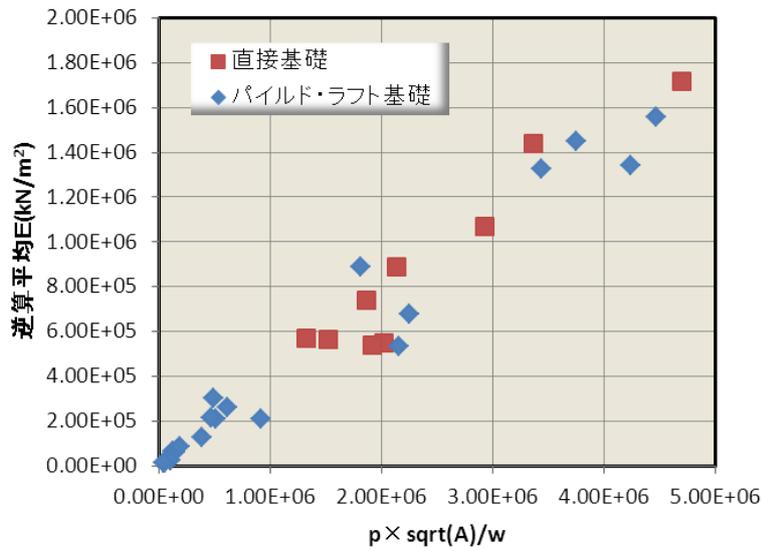


図 3.6.10 地盤 E と qB/S_E の関係 ($H/\sqrt{A} > 0.5$)

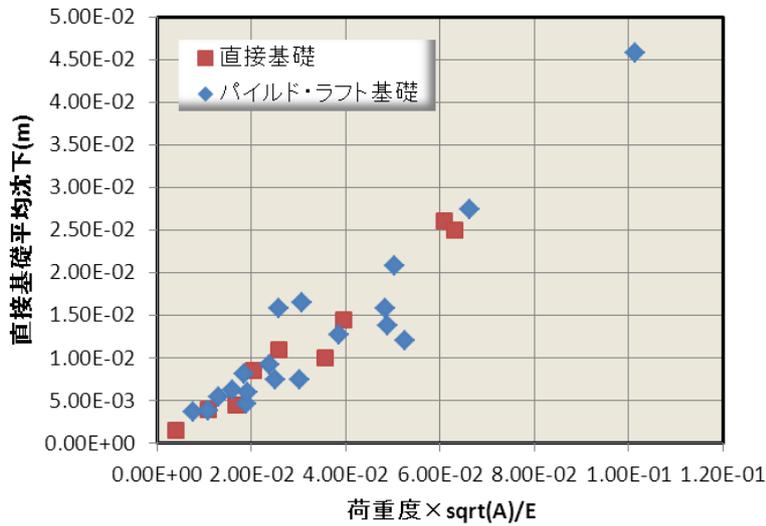


図 3.6.11 平均沈下量と qB/E_S の関係 ($H/\sqrt{A} > 0.5$)

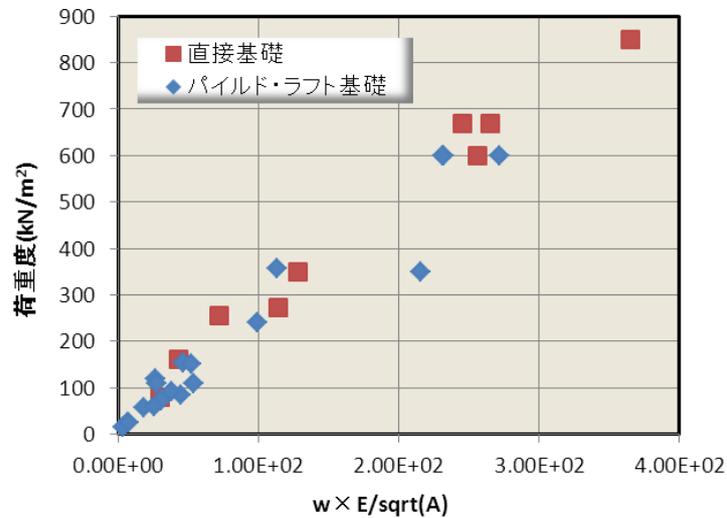


図 3.6.12 建物荷重度と $S_E E_S / B$ の関係 ($H/\sqrt{A} > 0.5$)

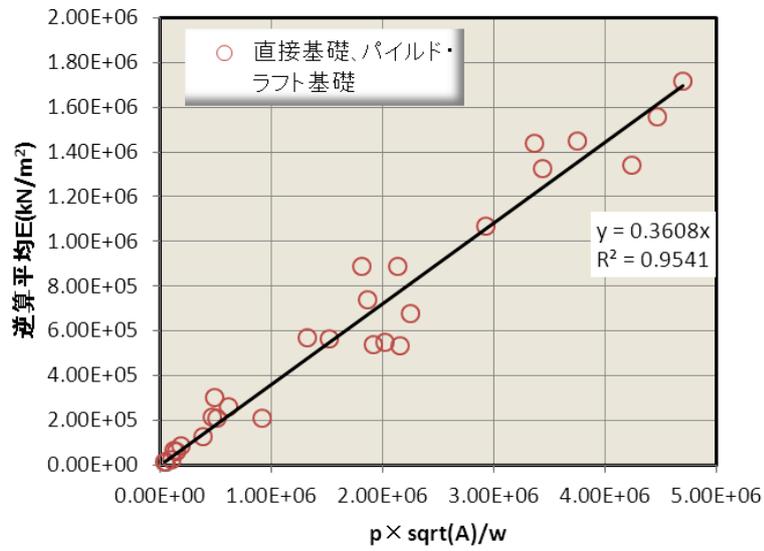


図 3.6.13 地盤 E と qB/S_E の関係 ($H/\sqrt{A} > 0.5$)

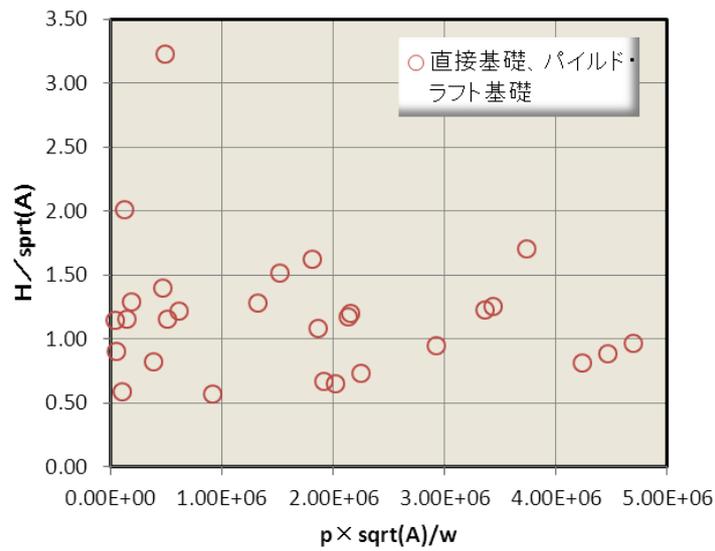


図 3.6.14 H/\sqrt{A} と qB/S_E の関係 ($H/\sqrt{A} > 0.5$)

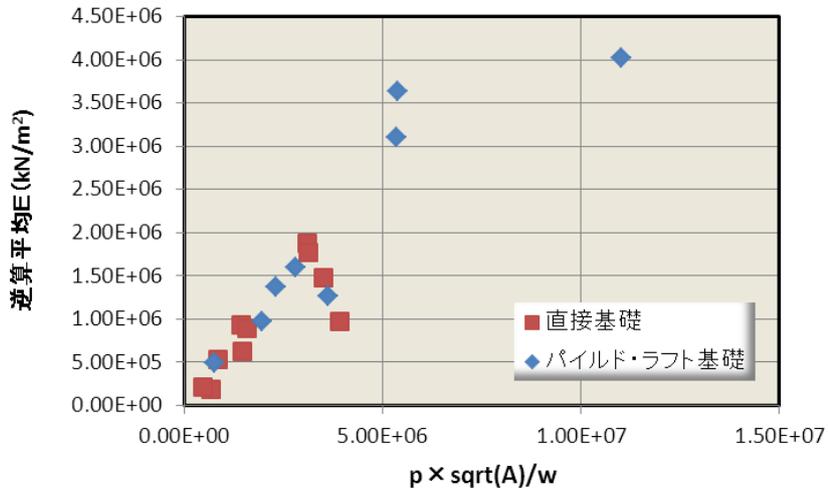


図 3.6.15 地盤 E と $q B / S_E$ の関係 (リバウンド)

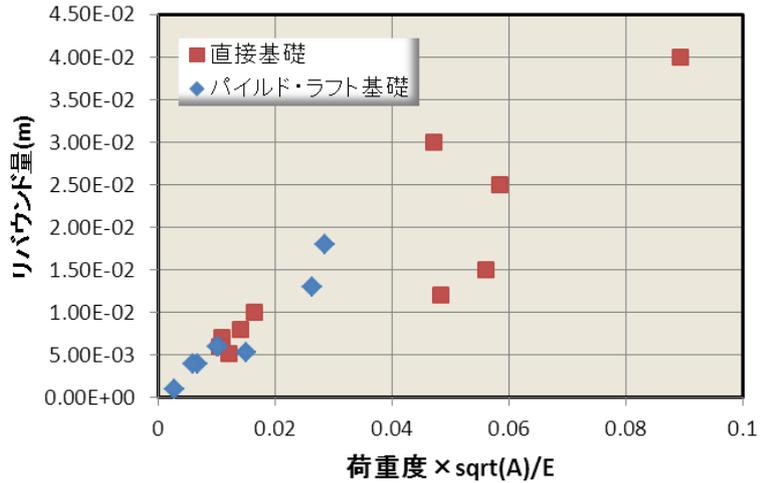


図 3.6.16 リバウンド量と $q B / E_S$ の関係

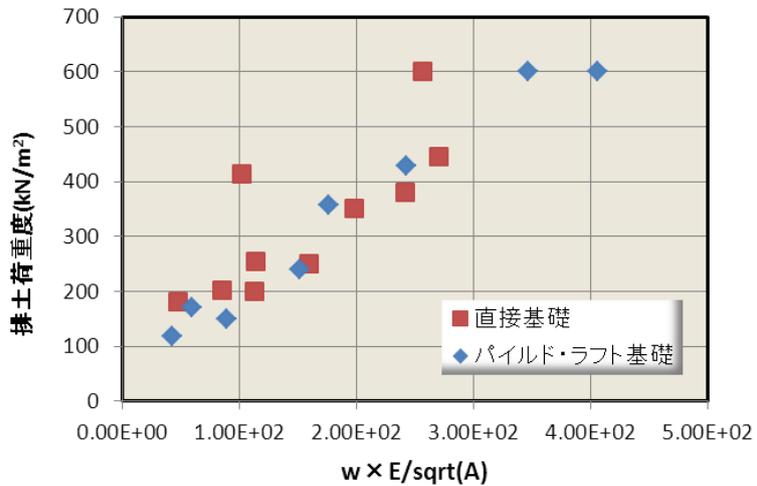


図 3.6.17 排土重量と $S_E E_S / B$ の関係 (リバウンド)

3.7 まとめ

(1) 収集資料の概要

前回 WG での調査 (1980 年～2002 年) 以降から 2012 年までに発行された国内の文献から、計 72 件の観測データを収集した。基礎形式別の文献数 (全 72 件) を調べると、直接基礎が 24 件(内べた基礎 22 件)、杭基礎が 9 件(内 摩擦杭 4 件,支持杭 5 件)、異種基礎(2 件)、パイルド・ラフト基礎(37 件)であり、パイルド・ラフト基礎が最も多い。

図 3.7.1～3.7.3 に建物規模別の度数分布を示す。直接基礎は支持地盤の強固な大深度地下を有する超高層建物、もしくは圧密地盤での低層建物が多く、杭基礎はほとんどが圧密地盤での計測であり、建物規模としては中規模なものが多かった。パイルド・ラフト基礎は最も件数が多く、どのような建物規模であっても幅広く採用されている。2001 年の基礎指針改定以降、採用が増えているパイルド・ラフト基礎に関して、沈下量や杭とラフトの荷重分担率等の挙動解明のための計測が多くなされている様である。支持層傾斜や荷重度の異なる複合的な建物で採用される異種基礎の計測例は少なかった。

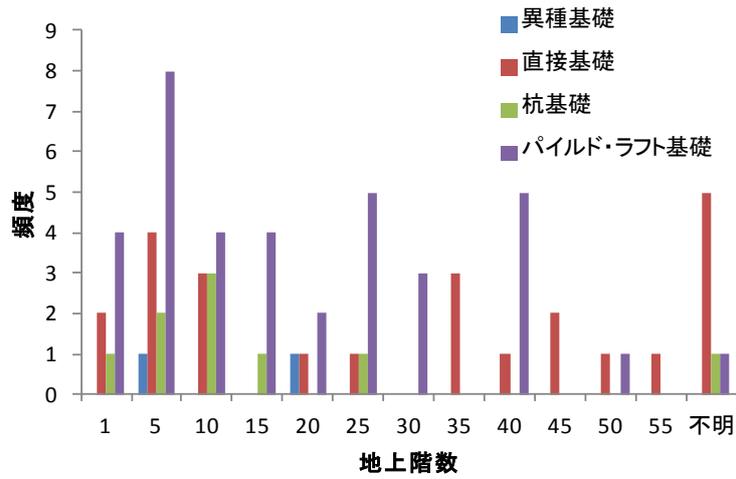


図 3.7.1 地上階数別度数分布

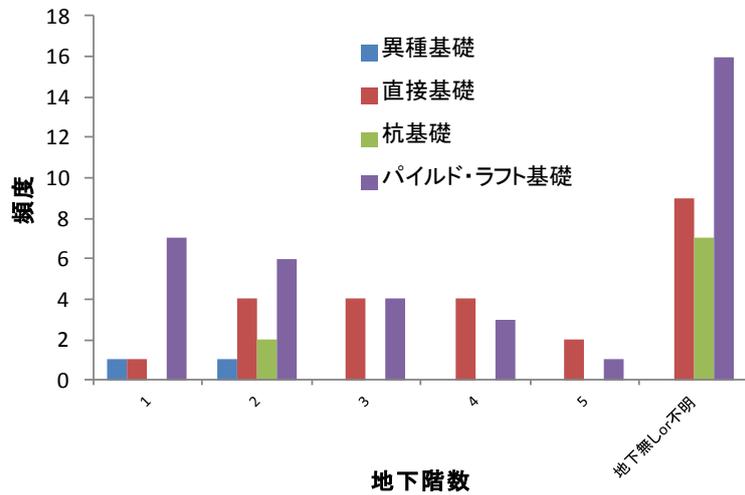


図 3.7.2 地下階数別度数分布

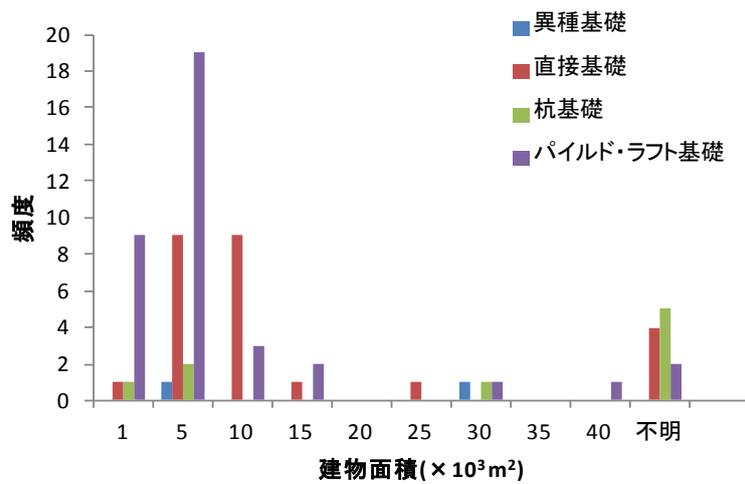


図 3.7.3 建物面積別度数分布

(2)計測項目に関する分析

表 3.7.1 に収集した観測データの計測項目内訳を示す。項目としては、層別沈下(39 件)、地表面沈下(28 件)、杭軸力(35 件)、土圧(26 件)、水圧(26 件)が良く採用されており、柱軸力や基礎梁軸力も計測されているが数は少ない。

層別沈下計を設置している件数は半数以上あり、そのうちパイルド・ラフト基礎が 21 件、直接基礎が 15 件となっている。その内訳は、荷重度や排土重量が大きいものが多く、それぞれ記載がある文献の平均で 360kN/m², 280kN/m²であった。これは大規模工事では設計・施工上の懸念事項が多い事や工事費が大きく計測費の確保が比較的容易であると言った事が考えられる。

地表面沈下の計測方法は、連通管式、GPS、沈下版を用いたもの等数多く存在するものの、今回調べた文献では、ほとんどが光学レベルを用いた計測であった。

杭軸力測定は 35 件中 33 件、土圧測定は 26 件中 24 件がパイルド・ラフト基礎であり、パイルド・ラフト基礎の杭・ラフトの荷重分担に注目していると推測される。

間隙水圧測定は 26 件中 19 件であり、基礎底に設置して基礎底面に作用する水圧や土圧計と併用して有効土圧の計測に用いる例以外に、基礎底以深に設置して施工時管理に用いている例が含まれている。

柱軸力測定は 4 件のみで直接基礎とパイルド・ラフト基礎が 2 件ずつであった。3 件は、逆打工法に用いる構真柱の施工管理用計測であり、1 件はパイルド・ラフト基礎での基礎に作用する荷重を明確にするための計測であった。

基礎梁軸力測定は 1 件のみであり、直接基礎の計測例であり、地盤反力および温度による鉄筋応力を確認するための計測であった。

表 3.7.1 収集した観測データの計測項目内訳

基礎形式	直接基礎	杭基礎	パイルド・ラフト	異種基礎	合計	
計測件数	24	9	37	2	72	
計測項目	不同沈下	19	9	23	1	52
	層別沈下	15	2	20	1	38
	地表面沈下	9	4	14	1	28
	杭軸力	1	1	31	0	33
	土圧	1	1	24	0	26
	間隙水圧	5	1	19	1	26
	基礎梁応力	1	0	0	0	1
	柱脚軸力	2	0	2	0	4
	その他	0	0	0	0	0

(3)建物の実測沈下の分析

各基礎形式によって支持された建物について最大沈下量、最大不同沈下量、最大傾斜角、最大変形角の範囲を一括して表3.7.2 に示す。以下に、3.1～ 3.6に示された分析結果から得られた結論を示す。

- (1) 表 3.7.2 に示す様に、計測値は幅広い値を示す。しかし、最大沈下量 30mm 以下、最大不同沈下量 20mm 以下、最大傾斜角 1/2 000rad. 以下、最大変形角 1/1000rad. 以下のデータが多く、各値が許容値内に納まるよう、支持地盤や基礎形式の選定、あるいは地盤改良等の対策工法の採用がなされているためと推測される。
- (2) 収集したデータを元に、荷重・排土量等と沈下・リバウンド量や変形角・傾斜角などとの関係を調べたが、ばらつきが大きく明瞭な相関関係は見られない。ばらつきが大きい原因としては、各敷地の地盤条件の差違、地下水による地下部への浮力や被圧水による盤ぶくれの影響、(1) に示した設計上の配慮等が考えられる。
- (3) 最大不同沈下量 S_{dmax} と最大沈下量 S_{max} の関係には正の相関が見られる。バラツキは大きい、基礎形式に関係なく、概略下記の関係がある。
$$S_{dmax}=0.5\sim 0.7\times S_{max}$$
- (4) パイルド・ラフト基礎の杭の荷重分担率は、前回の調査では 3～7 割の範囲内であったが、今回の調査では 1 割以下や 8 割以上の値を示すデータも多くあった。
- (5) リバウンド計測では、逆打工法を採用した場合には最大リバウンド量が小さくなる傾向があること、掘削によるリバウンド剛性よりも建物構築による沈下剛性の方が大きかった。
- (6) 実測された沈下量から Steinbrenner の近似解を用いて地盤のヤング係数を逆算したところ、以下の範囲であった。

沈下量からの評価： $1.30\times 10^4\sim 1.72\times 10^6$ (kN/m²)

リバウンド量からの評価： $1.00\times 10^5\sim 4.00\times 10^6$ (kN/m²)

表 3.7.2 収集した観測データの計測結果まとめ

基礎形式		直接基礎	杭基礎	パイロド・ラフト	異種基礎
実測値	沈下量 S max (mm)	$\frac{2}{1049}$	$\frac{5}{1085}$	$\frac{1.2}{54}$	$\frac{4}{14}$
	不同沈下量 Sdmax (mm)	$\frac{0.6}{68}$	$\frac{3}{120}$	$\frac{0}{43.7}$	-
	傾斜角 θ i max (rad.)	$\frac{1}{20000}$ $\frac{1}{1200}$	$\frac{1}{32000}$ $\frac{1}{220}$	$\frac{1}{80000}$ $\frac{1}{1300}$	-
	変形角 θ d max (rad.)	$\frac{1}{92000}$ $\frac{1}{435}$	$\frac{1}{3600}$ $\frac{1}{491}$	$\frac{1}{14000}$ $\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1800}$ $\frac{1}{1800}$
	地盤沈下量 Sgmax (mm)	-	$\frac{1750}{2000}$	$\frac{52}{52}$	-
	リバウンド量 R max (mm)	$\frac{1.8}{41}$	-	$\frac{1}{45}$	-

※上段：最小値、下段：最大値

4章 収集データ

4.1 調査物件リスト

本WGでの調査物件は、下表に示す文献のうち2002年から2012年までのものから収集した。なお、日本建築学会構造系論文報告集、基礎工、建築技術にも該当物件があったが、重複するものであるため件数は0として記載していない。また、過去に遡って複数の物件について論じているものも除外している。表4.1.1に収集物件の件数一覧を示す。収集文献の総数は66であり、調査物件数の72とは一致しない。これは1つの文献に複数の建物の実測データが含まれるものがあるためである。

表 4.1.1 収集文献件数一覧

調査物件	年	件数
日本建築学会大会学術講演梗概集	2002年～2012年	48
日本建築学会構造系論文報告集	2002年～2011年	0
日本建築学会技術報告集	2002年～2011年	1
地盤工学研究発表会講演集	2002年～2011年	12
地盤工学シンポジウム	2002年～2011年	1
地盤工学会S&F	2002年～2011年	1
各社研究所報告	2002年～2012年	3
基礎工	2002年～2011年	0
建築技術	2002年～2011年	0

次頁以降に基礎形式および地盤種別毎の物件詳細リストを示す。なお、表中の着色されている欄は、図表等から読み取った数値や内容を表している。

表 4.1.2 直接基礎 (自然地盤)

No.	次の 種類	建物 種類	建物 面積 (m ²)	主要構造	建築物 用途	建設地	地盤 種類	発表年 竣工年	基礎形式の 細目 or ハイルトラフ トの荷重分 担率	杭先端 付近	計測項目 不腐地質土間基礎との 間隙 同列基礎間隙 向列基礎間隙 沈下沈下 圧入力	荷重 (kN/m ²)	排土 重量 (kN/m ²)	最大沈 下量 (mm)	最大 不均 沈下量 (mm)	最大 傾斜角 (mm)	最大 変形角	地盤 沈下量 (mm)	最大 重量 (mm)	特記事項	文 献 番 号
S-A00	即時	地上1階	10000	地上S	倉庫	---	自然地盤	2004	直接基礎 (べた基礎)	-	○	35	7.5	9	-	-	-	-	7	杭工直基礎も杭に支えられない	建大-6
S-A01	即時	地上1階	2880	地上S	---	東京都目黒区...	自然地盤	2004	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	330	6	-	-	-	-	6	建築物は高層ビルと距離が約100mあり、計測は高層ビルで実施	建大-10
S-A02	即時	地上1階	7415	地上SRC	事務所ビル	大阪府大阪市中央区...	自然地盤	2002	直接基礎 (べた基礎)	逆打ち 工法	○	-	-	10	-	-	-	-	40	砂質土と粘土の互層構造が200m以上あり、計測は高層ビルで実施	建大-2
S-A03	即時	地上1階	2993	地上SRC	事務所ビル	東京都千代田区...	自然地盤	2001	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	-	11	0.6	-	-	-	25	上部構造は鉄骨造から上層部のコンクリート造に変化あり、計測は高層ビルで実施	建大-1
S-A04	即時	地上1階	1931	地上RC	集合住宅	---	自然地盤	2008	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	850	31	-	-	-	7	基礎形式は逆打ち工法によるコンクリート造、上部構造は鉄骨造から上層部のコンクリート造に変化あり、計測は高層ビルで実施	建大-28	
S-A05	即時	地上1階	2836	地上S	物販施設	---	自然地盤	2008	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	61	12	6	1/1429	-	-	-	計測は高層ビルで実施	建大-31
S-A06	即時	地上1階	---	地上S	---	東京都港区...	自然地盤	2002	直接基礎 (べた基礎)	逆打ち 工法	○	-	446	25	-	-	-	10	建大-31参照	地発-1	
S-A07	即時	地上1階	7760	地上S	倉庫	---	自然地盤	2010	直接基礎 (べた基礎)	-	○	-	-	7	19	1/1800	1/1500	12	建大-31参照	建大-38	
S-A08	即時	地上1階	4000	地上RC	集合住宅	---	自然地盤	2010	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	670	24	19	1/1900	1/1200	-	8	上部構造はRC造、17階の地盤の沈下は計測結果が不明	建大-39
S-A09	即時	地上1階	12000	地上SRC	店舗及びオフィス	---	自然地盤	2010	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	180	2	-	-	-	16.4	建大-31参照	建大-40	
S-A10	即時	地上1階	6223	地上S	ホテル、事務所	愛知県名古屋市中区...	自然地盤	2010	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	158.8	13	-	-	-	-	41	2008年計測、計測は高層ビルで実施	建大-41
S-A11	即時	地上1階	6000	地上S	オフィス・ホテル棟	東京都港区...	自然地盤	2007	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	660	-	35.8	-	-	32.5	上部構造はRC造、17階の地盤の沈下は計測結果が不明	建大-22	
S-A12	即時	地上1階	6000	地上SRC	オフィスビル	東京都千代田区...	自然地盤	2007	直接基礎 (べた基礎)	逆打ち 工法	○	-	410	10	12	#####	1/1100	-	14	建大-31参照	建大-24
S-A13	即時	地上1階	7420	地上SRC	学校	---	自然地盤	2009	直接基礎 (べた基礎)	逆打ち 工法	○	-	202	-	-	-	-	5.1	建大-31参照	建大-36	
S-A14	即時	地上1階	---	地上SRC	複合施設	---	自然地盤	2011	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	600	-	-	-	-	1.8	建大-31参照	建大-46	
S-A15	即時	地上1階	---	地上S	---	東京都品川区...	自然地盤	2003	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	360	7.5	-	-	-	12	建大-31参照	地発-3	
S-A16	圧密	地上1階	4500	地上S	倉庫	---	自然地盤	2003	直接基礎 (べた基礎)	-	○	-	33	0	68	-	-	-	-	計測は高層ビルで実施	地発-4
S-A17	即時	地上1階	3200	地上S	工場	---	自然地盤	2003	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	160	6	3	-	-	20	計測は高層ビルで実施	建大-5	
S-A18	即時	地上1階	10000	地上SRC	---	---	自然地盤	2010	直接基礎 (べた基礎)	-	○	-	-	4	8	#####	1/9000	-	4	計測は高層ビルで実施	地発-12
S-A19	即時	地上1階	4200	地上S	---	---	自然地盤	2010	直接基礎 (べた基礎)	順打ち 工法	○	-	-	15	13	-	-	30	計測は高層ビルで実施	地発-11	
S-A20	圧密	地上1階	340	地上RC	集合住宅	---	自然地盤	2008	直接基礎 (べた基礎)	-	○	-	53	26	-	-	-	1/2200	-	-	建大-13

4.2 文献リスト

以下に収集した文献のリストを出典毎の表として示す。著者欄には、第一著者もしくは発表者を代表して記載し、連番の複数論文については第1論文の名前のみ記載している。

表 4.2.1 日本建築学会学術講演梗概集 (2002年～2012年) : その1

文献略称	タイトル	発表年	ページ	著者
建大-1	大断面CFT柱を有する直接基礎建物における支持地盤の挙動 (その1)スーパーコラム基礎部分の沈下挙動の評価	2002	pp.693-694	田屋 他
建大-2	NHK大阪新放送会館・大阪歴史博物館建設工事における地盤挙動 (その1:工事概要と実測結果)	2002	pp.697-698	清 他
建大-3	埋立地盤におけるパイルド・ラフト基礎建物の挙動	2003	pp.477-480	松尾 他
建大-4	摩擦杭基礎を採用した中層RC建築物の沈下解析と計測結果	2003	pp.507-508	湧川 他
建大-5	有楽町粘土層上にフローティング基礎で支持させた中層工場の沈下性状	2003	pp.509-512	佐原 他
建大-6	浅層混合改良地盤上に直接基礎で支持させた大規模倉庫	2004	pp.399-400	佐原 他
建大-7	パイルドラフト基礎で支持された高層建物の沈下予測 (その2 沈下観測結果)	2004	pp.649-650	長尾 他
建大-8	シラス地盤における大規模パイルド・ラフト基礎建物の挙動 (その3)建物沈下計測概要と計測結果	2004	pp.657-658	小野 他
建大-9	併用基礎で支持された高層建物の施工過程を考慮した沈下挙動 (その2)解析結果と計測結果の比較	2004	pp.663-664	片岡 他
建大-10	掘削および建物構築に伴う地盤の鉛直変位について (その3)硬質粘性土のリバウンド量および沈下量	2004	pp.707-708	丸 他
建大-11	杭支持高層建物基礎における杭軸力・沈下、基礎スラブ下の土圧・水圧測定	2005	pp.589-590	土屋 他
建大-12	高層部・低層部を有する建物における逆打ち構真台柱の浮上り・沈下の評価 (その1、その2)	2005	pp.591-594	若井 他
建大-13	沖積低地に築造された改良地盤上に直接基礎で指示させた集合住宅の沈下観測	2005	pp.595-596	又吉 他
建大-14	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、その2)	2005	pp.685-688	松尾 他
建大-15	耐液状化地盤改良を併用したパイルド・ラフト基礎の沈下挙動	2005	pp.691-692	山田 他
建大-16	パイルド・ラフトと直接基礎を併用した高層建物 (その1、その2、その3)	2005	pp.693-698	三橋 他
建大-17	逆打ちで構築したパイルド・ラフト基礎を採用した超高層建物の沈下挙動	2005	pp.699-700	柴田 他
建大-18	洪積互層地盤上のパイルド・ラフト基礎で支持された建物の沈下特性	2006	pp.545-546	二宮 他
建大-19	逆打ち杭を本設利用したパイルド・ラフト基礎に支持させた超高層集合住宅 (その1、2)	2006	pp.537-538	大田 他
建大-20	常時偏土圧を有するパイルド・ラフト基礎の沈下挙動	2006	pp.551-552	花井 他
建大-21	軟弱地盤上の低層部を有する高層建物のパイルド・ラフト基礎の沈下挙動	2006	pp.553-554	池田 他
建大-22	4棟建物を支える大規模基礎と地盤の沈下・応力解析と計測結果 (その1、その2、その3)	2007	pp.397-402	鳥井 他
建大-23	圧密沈下層上部を支持層とする摩擦杭建物の長期沈下計測結果	2007	pp.403-404	奥出 他
建大-24	逆打ち工法による超高層建物の施工時の浮上り・沈下挙動 (その1、その2)	2007	pp.415-418	小川 他
建大-25	高層免震建物に用いたパイルド・ラフト基礎の沈下挙動	2007	pp.685-686	人見 他
建大-26	逆打ち工法で構築した超高層建築におけるパイルド・ラフト基礎の沈下挙動	2007	pp.687-688	澤田 他
建大-27	関東ローム地盤上における耐圧盤を設けた中間支持杭建物の沈下特性 (その1、その2)	2007	pp.699-702	五十嵐 他
建大-28	超高層直接基礎建物の沈下挙動 (その1、その2)	2008	pp.489-492	麻生 他
建大-29	逆打ち杭を本設利用したパイルド・ラフト基礎に合理的に支持させた超高層オフィスビル (その1、その2)	2008	pp.671-674	奥野・佐原 他
建大-30	J-PARC物理実験施設におけるパイルド・ラフト基礎の沈下挙動	2008	pp.675-676	山田 他
建大-31	既存杭が残存下地盤上に建てられた直接基礎建物の沈下挙動	2008	pp.679-680	梅本 他
建大-32	逆打ち杭を本設利用したパイルド・ラフト基礎に支持させた超高層集合住宅	2009	pp.541-542	中丸 他

表 4.2.2 日本建築学会学術講演梗概集 (2002 年～2012 年) : その 2

文献略称	タイトル	発表年	ページ	著者
建大-33	超高層免震建物に用いたパイルド・ラフト基礎の沈下挙動	2009	pp.543-544	曾我 他
建大-34	逆打ち支持杭を本設利用した超高層建物基礎の設計および施工時挙動	2009	pp.551-556	金子 他
建大-35	パイルドラフト効果を考慮に入れた基礎下免震レトロフィット	2009	pp.557-560	佐原 他
建大-36	逆打ち・順打ち工法を併用した地下工事におけるリバウンド特性	2009	pp.573-577	三浦 他
建大-37	固化杭を併用した静的締固め工法によって支持された研究施設 (その3:計測概要)、(その4:計測結果の考察)	2010	pp.457-460	八重樫 他
建大-38	盛土地盤上に浅層改良併用直接基礎に支持させた大型倉庫	2010	pp.465-466	佐原 他
建大-39	超高層集合住宅に用いた直接基礎の沈下挙動 その1. 工事概要と計測結果、その2. 沈下予測	2010	pp.671-674	柳澤 他
建大-40	大規模な順打ち工事による上総層群土丹層のリバウンド特性 (その1:工事概要および計測概要)、(その2:ヤング率の評価)	2010	pp.675-678	中沢 他
建大-41	3次元弾塑性FEMを用いた建物施工時におけるリバウンド・沈下の検討	2010	pp.681-682	重野 他
建大-42	既存地中構造物に近接する異種基礎の検討と沈下予測 (その1:建物概要と沈下予測、その2:水平力に対する検討と沈下予測)	2010	pp.683-686	金田 他
建大-43	軟弱地盤におけるパイルド・ラフト基礎の載荷試験	2010	pp.687-688	青木 他
建大-44	逆打ち杭を本設利用したパイルド・ラフト基礎に合理的に支持させた超高層オフィスビル (その3)	2010	pp.689-690	富澤 他
建大-45	パイルド・ラフト基礎で支持される大型複合商業施設の圧密沈下挙動 (その1、その2)	2011	pp.433-436	西影 他
建大-46	逆打ち工事における大深度掘削工事のリバウンド挙動 (その1、その2)	2011	pp.439-578	沼上 他
建大-47	逆打ち工法で構築したパイルド・ラフト基礎における沈下と杭・構真柱の軸力計測	2012	pp.449-450	谷川 他
建大-48	J-PARC 物理実験施設におけるパイルド・ラフト基礎の沈下挙動 (その2:東北地方太平洋沖地震の影響)	2012	pp.675-676	山下

表 4.2.3 日本建築学会技術報告集 (2002 年～2011 年)

文献略称	タイトル	発表年	ページ	著者
建技-1	地震時変動軸力の大きな高層建物を支持するパイルド・ラフト基礎	2009	pp89-94	鈴木 他

表 4.2.4 地盤工学研究発表会講演集 (2002 年～2011 年)

文献略称	タイトル	発表年	ページ	著者
地発-1	大深度逆打ち工事における江戸川砂層の沈下解析と実測結果 (その1～2)	2002	pp.1359-1360	西山 他
地発-2	パイルド・ラフト基礎に節杭を適用した建物の挙動 (その1～2)	2002	pp.1489-1492	松尾 他
地発-3	大規模工事における固結シルト層の浮上り・沈下挙動 (その1) 工事概要と計測結果	2003	pp.1561-1562	河野 他
地発-4	厚い沖積粘性土上に建つ倉庫の圧密沈下性状 (その1: 表層改良併用直接基礎の採用と実測沈下)	2003	pp.1565-1566	佐原 他
地発-5	杭長を変えたパイルド・ラフト基礎による大型倉庫の圧密不同沈下抑制例 (その2: 実測値と解析値の比較・検討)	2005	pp.1419-1420	西山 他
地発-6	施工中における基礎スラブの沈下について	2006	pp.93-94	中堀 他
地発-7	沈下低減杭を打設した工場床の沈下挙動	2006	pp.1333-1334	渡邊 他
地発-8	杭長を変えたパイルド・ラフト基礎による大型倉庫の圧密不同沈下抑制例 (その3: 長期計測結果と考察)	2007	pp.1341-1342	鈴木 他
地発-9	締固め改良地盤上の直接基礎構造物の沈下挙動 (その3: 水張り試験による実測沈下量)	2008	pp.1351-1352	直井 他
地発-10	異種基礎で支持した大型複合商業施設の沈下挙動 (その1: 基礎構造の計画とFEMによる解析)、(その2: 解析値と実測値の比較)	2008	pp.1363-1366	鈴木 他
地発-11	部分的に逆打ち工法を用いた地下工事におけるリバウンド・沈下の3次元弾塑性FEM解析	2010	pp.1073-1074	重野 他
地発-12	風化花崗岩上に独立基礎で合理的に支持した大型免震建物	2010	pp.1087-1088	佐原 他

表 4.2.5 地盤工学シンポジウム (2002 年～2011 年)

文献略称	タイトル	発表年	ページ	著者
地シ-1	大規模臨海埋立地における摩擦杭建物と支持杭建物の長期沈下挙動	2005	pp.341-346	幸 他

表 4.2.6 地盤工学会 S&F (2002 年～2011 年)

文献略称	タイトル	発表年	ページ	著者
SF-1	FULL-SCALE TESTING OF NEW HYBRID FOUNDATION	2003	pp.11-22	Yutaka Fujita他

表 4.2.7 各社研究報告 (2002 年～2012 年)

文献略称	タイトル	発表年	ページ	著者
奥村-1	併用基礎設計支援システムの開発	2010	pp.47-52	秦 他
奥村-2	複合基礎建物の施工時沈下挙動	2012	pp.37-42	舟木 他
大成-1	布基礎に沈下低減杭を併用した低層工場の沈下挙動	2012	pp.31-1～31-7	金田 他

ウェブアプリケーション 操作マニュアル

目次

1. 概要	1
1.1. 動作環境.....	1
1.2. アプリケーション概要.....	2
2. 物件テーブル.....	3
2.1. 各部の名称.....	3
2.2. テーブルの表示.....	4
2.2.1. 表の大きさの調整.....	4
2.2.2. 列の幅の調整.....	4
2.2.3. 表示項目の選択.....	4
2.2.1. 物件のソート.....	5
2.2.2. 物件のハイライト.....	6
2.2.3. ツールチップ表示.....	6
2.3. 物件の絞り込み（物件フィルタ）.....	8
2.3.1. 項目リスト.....	8
2.3.2. フィルタ設定.....	8
2.3.3. 設定済み項目リスト.....	9
2.3.4. 操作ボタン.....	9
2.3.5. フィルタ設定の例.....	9
2.4. CSV出力.....	12
3. グラフ機能.....	13
3.1. 共通部分.....	13
3.2. 「データ」タブ.....	14
3.2.1. 種類の選択.....	15
3.2.2. 系列と式の設定.....	16
A) 軸の式.....	16
B) 離散化フィルタ（度数グラフの場合のみ）.....	17
C) 系列の設定.....	19
D) タイトルの自動設定.....	19
3.2.3. タイトルの設定.....	20
3.3. 「詳細」タブ.....	21
3.3.1. 軸に関する設定.....	21
3.3.2. 円グラフに関する設定.....	22
3.3.3. データリンクに関する設定.....	22
3.3.4. 色に関する設定.....	22

A)	プロットカラーのリスト	22
B)	色の成分を設定	23
C)	操作ボタン	23
3.4.	「描画」タブ	24
3.4.1.	度数分布図	24
3.4.2.	散布図	24
3.4.3.	円グラフ	25
3.4.4.	その他の機能	26
3.5.	「一括」タブ	27
	著作権と免責に係る表示	29

1. 概要

1.1. 動作環境

当ウェブアプリケーション（以下「アプリ」とします）の実行には、下記のウェブブラウザを実行できるコンピュータが必要です。また、ウェブブラウザに **Javascript** の実行を許可しておく必要があります。また、PDF ファイルの表示には、別途 PDF の表示ソフトやプラグインが必要です。

ウェブブラウザの **Cookie** を許可しておくと、物件テーブルの表示項目や表示幅などの設定情報が自動的に保存されます。

近年リリースされた多くのウェブブラウザでは、デフォルトで **Javascript** も **Cookie** も許可されています。なお、当ワーキンググループでは、**Javascript** や **Cookie** についての技術的なサポートには応じかねますので、詳細はユーザ様の周辺の詳しい方（貴社のシステム担当者等）にご相談ください。

アプリを実行することができるウェブブラウザ

Internet Explorer (インターネットエクスプローラー)6 以降（6 は一部で表示が乱れます）

Firefox (ファイアーフォックス)

Safari (サファリ)

Chrome (クローム)

Opera (オペラ)

上記以外にも、HTML4.0 をサポートしているモダンブラウザであればアプリを利用することができます。

アプリの実行速度は、使用するコンピュータの処理速度と物理メモリの残量、並列して走っているプロセス（アプリケーション）、ご利用のウェブブラウザの **Javascript** の処理速度に依存します。アプリの実行速度が遅い場合、まず他のプロセスを終了させる他、最新のウェブブラウザの導入をご検討ください。

起動方法（CD などからコピーして起動する場合やアプリ全部をダウンロードして使用する場合）

フォルダ内の **index.htm** をウェブブラウザで開いてください。

本取扱説明書について

本取扱説明書（以下「本書」とします）は、アプリの開発中に記述されており、説明の図とアプリの記述に差異がある場合があります。表現の差異については、適宜読み替えていただけるようお願いいたします。

1.2. アプリケーション概要

当アプリでは、日建連(WG 発足時は BCS)の建物の沈下測定データの収集・データベース化 WG にて収集した物件の情報を、検索・閲覧したり、簡易的なグラフを作成したりすることができます。

The screenshot shows a web application interface with a table of property data and a graph window. Red callouts highlight key features:

- 機能実行ボタン**: A group of buttons at the top for performing various functions like search, graph display, and CSV export.
- 物件テーブル**: A table listing property details such as No., name, floor count, and area.
- グラフウインドウ**: A window displaying a horizontal bar chart comparing measurement items across different floor levels.

No.	名称	階数	構造	面積	構造
P-A00	即時	11階	2階	4813	
P-A01	即時+圧密	-	-	-	
P-A02	即時	22階	2階	2400	
P-B00	圧密	8階	-	-	
P-B01	圧密	8階	-	-	
P-B02	圧密	5階	-	-	
P-B03	圧密	5階	-	-	
P-B04	即時	1階	-	28800	
P-B05	圧密	6階	-	394.4	
R-A00	即時	16階	1階	2000	
R-A01	即時	7階	1階	8862	
R-A10	即時	28階	2階	2784	RC造
R-A11	即時	14階	2階	4253.8	SR造
R-A12	即時	7階	3階	2340	
R-A13	即時	13階	1階	2100	
R-A14	即時	25階	4階	5500	
R-A15	即時	21階	3階	4212	S造
R-A16	即時	11階	-	-	
R-A17	即時	6階	1階	270	
R-A18	即時	47階	-	1670	RC造
R-A19	即時	37階	4階	2700	S造

- **機能実行ボタン**

主な機能を実行するためのボタン群です。

フィルタ → 8p

グラフ → 13p

表示設定 → 4p

CVS → 12p

著作権と免責 → 29p

- **物件テーブル**

物件のデータを表形式で表示します。 → 3p

- **グラフウインドウ**

ユーザが設定した条件に従って、物件のデータをグラフ化して表示します。 → 13p

2. 物件テーブル

2.1. 各部の名称

物件テーブルは以下のような構成になっています。

検索条件: (条件無し) 71件中71件が該当しています。		検索条件情報					物件ヘッダ						
No.	沈下の種類	階数	地階	面積	構造	地下構造	用途	建設地	地盤種別	発表年	竣工年	荷重度	基礎形状
P-A00	即時	11階	2階	4813	-	-	庁舎	--	自然地盤	-	2008	-	杭基礎(支持)
P-A01	即時+圧密	-	-	-	-	-	共同住宅	兵庫県	自然地盤	-	-	-	杭基礎(摩擦)
P-A02	即時	22階	2階	2400	-	-	事務所・住宅	--	自然地盤	-	-	-	杭基礎(支持)
P-B00	圧密	8階	-	-	-	-	集合住宅	--	埋立地盤	-	-	-	杭基礎(支持)
P-B01	圧密	8階	-	-	-	-	集合住宅	--	埋立地盤	-	-	-	杭基礎(支持)
P-B02	圧密	5階	-	-	-	-	集合住宅	--	埋立地盤	-	-	-	杭基礎(摩擦)
P-B03	圧密	5階	-	-	-	-	集合住宅	--	埋立地盤	-	-	-	杭基礎(摩擦)
P-B04	即時	1階	-	28800	-	-	工場	福岡県	埋立地盤	-	2005	2.6	杭基礎(支持)
P-B05	圧密	6階	-	394.4	-	-	事務所・研究所	大阪府	埋立地盤	-	1995	98	杭基礎(摩擦)
R-A00	即時	16階	1階	2000	-	-	商業施設	新潟県	自然地盤	-	0	200	ハイルト・ラフト
R-A01	即時	7階	1階	8862	-	-	-	-	自然地盤	-	-	118	ハイルト・ラフト
R-A10	即時	28階	2階	2784	RC造	RC造	-	-	自然地盤	-	2006	600	ハイルト・ラフト
R-A11	即時	14階	2階	4253.8	SRC造	SF	-	大阪府	自然地盤	-	-	-	ハイルト・ラフト
R-A12	即時	7階	3階	2340	-	-	-	--	自然地盤	-	-	159	ハイルト・ラフト
R-A13	即時	13階	1階	2100	-	-	-	--	自然地盤	-	-	168	ハイルト・ラフト
R-A14	即時	25階	4階	5500	-	-	オフィス・住宅・コ	東京都	自然地盤	-	2007	250	ハイルト・ラフト
R-A15	即時	21階	3階	4212	S造	SRC造	事務所	東京都	自然地盤	-	2006	378	ハイルト・ラフト
R-A16	即時	11階	-	-	-	-	-	--	自然地盤	-	-	145	ハイルト・ラフト
R-A17	即時	6階	1階	270	-	-	-	東京都	自然地盤	-	-	136.8	ハイルト・ラフト
R-A18	即時	47階	-	1670	RC造	-	集合住宅	--	自然地盤	-	2009	600	ハイルト・ラフト
R-A19	即時	37階	4階	2700	S造	SRC造	-	--	自然地盤	-	-	358	ハイルト・ラフト

- 検索条件情報

表示中の物件テーブルの検索条件の概要と、該当する物件数と全物件数を示します。

- 物件ヘッダ

表示しているデータの内容を示します。また、物件のソートや、列の幅の調整もヘッダを利用します。

- 物件データ

表の横一行が一つの物件を示します。

データが「-」となっているものは、「該当する項目が無い」場合と、「該当する項目はあるが、参考文献に記述が無い」場合の両方を含みます。

文字が緑色になっているものは、「原本に明記されていないが、図などから読み取ったデータである」ことを示します。

- サイズ調整ハンドル

表の大きさを変えるための領域です。ハンドルをドラッグすることで、表の大きさを任意に調整することができます。

2.2. テーブルの表示

物件テーブルから必要な情報を素早く読み取るために、様々な機能が用意されています。

2.2.1. 表の大きさの調整

表の右下のハンドル（カーソルが斜めの矢印に変わります）をドラッグアンドドロップすることで、表の大きさを変えることができます。

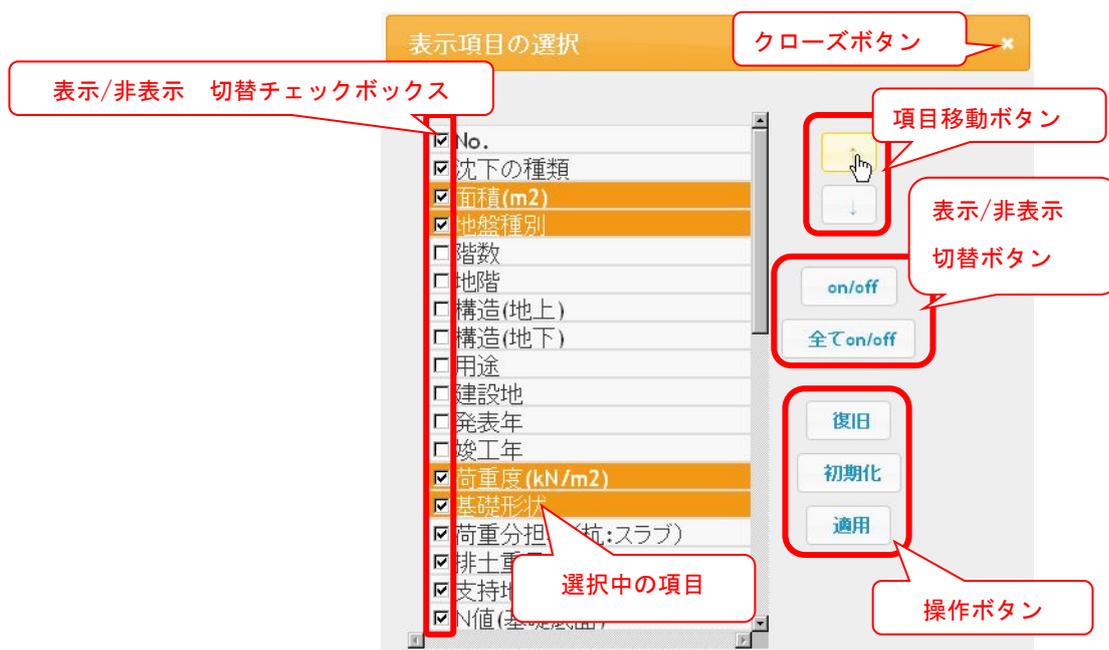
2.2.2. 列の幅の調整

表ヘッダの各項目の右端（カーソル形状が左右の矢印に変わります）で左右にドラッグすることで、列の幅を変えることができます。



2.2.3. 表示項目の選択

メイン機能実行ボタンの一つ、**テーブル表示項目**を押すと、表の表示項目を設定するダイアログが表示されます。



- **表示/非表示 切替チェックボックス**

物件テーブルの各項目の表示/非表示を切替えます。チェックが入っている項目のみが、上から順番に表示されます。

- **項目移動ボタン**

マウスで選択（マウスドラッグで複数項目を一度に選択できます）中の項目を上下に移動させます。ボタンを押し続けることで、連続して移動させることができます。

- **表示/非表示切替ボタン**

「on/off」ボタンを押すと、マウスで選択している項目のチェックをまとめて切替えます。

「全て on/off」ボタンを押すと、全ての項目のチェックをまとめて切替えます。

- **操作ボタン**

復旧 : 現在の物件テーブルの表示状態に戻します。

初期化 : すべての項目を表示する項目にし、順番も出荷状態にします。

適用 : 設定を物件テーブルに反映させます。（ダイアログは閉じません）

- **クローズボタン**

ダイアログを閉じます。操作ボタンの「適用」を押さない限り、設定内容は物件テーブルに反映されませんので、ご注意ください。

2.2.1. 物件のソート

- **項目の昇順・降順ソート**

表ヘッダの項目をクリックすると、その項目で表をソートします。クリックするごとに、昇順と降順の交互にソートします。

- **マニュアルソート**

表中でドラッグアンドドロップすることで、物件を任意に並べ替えることができます。ドラッグアンドドロップできる場所では、マウスカーソルが矢印型になります（ブラウザによってはカーソルが上手く表示されない場合があります）。

No.	沈下の種類	階数	地階
R-A07	即時+圧密	2階	-
R-B00	即時+圧密	2階	-
R-A21	圧密	2階	-
R-A30	圧密	2階	-
R-A06	即時+圧密	2階	-
S-A18	圧密	3階	-
R-B01	即時+圧密	4階	-
C-A00	即時	5階	1階
R-A03	即時	5階	1階
S-A05	即時	5階	1階
S-A15	即時	5階	2階
P-B02	圧密	5階	-
P-B03	圧密	5階	-

No.	沈下の種類	階数	地階
R-A07	即時+圧密	2階	-
R-B00	即時+圧密	2階	-
C-A00	即時	5階	1階
R-A06	即時+圧密	2階	-
S-A18	圧密	3階	-
R-B01	即時+圧密	4階	-
R-A03	即時	5階	1階
S-A05	即時	5階	1階
S-A15	即時	5階	2階
P-B02	圧密	5階	-
P-B03	圧密	5階	-
R-A17	即時	6階	1階

2.2.2. 物件のハイライト

表中をダブルクリックすると、ダブルクリックされた物件（横一行）がハイライトされます（背景色が変わります）。もう一度ダブルクリックすると、元に戻ります。

No.	沈下の種類	階数	地階
R-A07	即時+圧密	2階	-
R-B00	即時+圧密	2階	-
S-A07	即時	2階	-
R-A21	圧密	2階	-
R-A30	圧密	2階	-
R-A06	即時	2階	-
S-A18	圧密	3階	-
R-B01	即時+圧密	4階	-
C-A00	即時	5階	1階
R-A03	即時	5階	1階

ダブルクリックで物件をハイライト

2.2.3. ツールチップ表示

内容が長すぎて枠内に収まっていない場合でも、カーソルを枠の上に一定時間待機させることで内容がツールチップとして表示されます。

	-	--	自然地盘
	共同住宅	カーソル	自然地盘
	マンション	福島県	自然地盘
	オフィス・住宅	東京都	自然地盘
	集合住宅	オフィス・住宅・コンベンション棟	自然地盘
	共同住宅	--	自然地盘
		東京都	自然地盘
		東京都	自然地盘
造	複合施設	--	自然地盘

ツールチップで
長いデータを表示

2.3. 物件の絞り込み（物件フィルタ）

物件テーブルの中から、必要な物件情報だけを素早く抽出するために、フィルタ機能が用意されています。機能実行ボタンの中の「検索条件設定/実行」ボタンを押すと、下図のようなダイアログが表示されます。このダイアログから、物件テーブルに表示する物件のフィルタリングをすることができます。



2.3.1. 項目リスト

項目リストのアイテムをクリックすると、フィルタ設定欄に対応するアイテムが表示されます。

項目リストのアイテムは、ドラッグ操作で複数まとめて選択できます。また、ctrl を押しながらクリックすると、飛び石で選択可能です。

フィルタ条件が設定されていると、背景色が明るい色になり、選択解除できなくなります。

2.3.2. フィルタ設定

項目リストで選んだフィルタ設定が表示されます。

条件削除ボタン： 設定したフィルタ条件を個別に削除します。

条件が設定されていない項目については使用できません。

折り畳みボタン： 見出しのフィルタ条件の表示を折り畳んだり、展開したりできます。

2.3.3. 設定済み項目リスト

設定されたフィルタ条件が，箇条書きで表示されます。

2.3.4. 操作ボタン

- 全消去： フィルタ条件を一括削除します。
- 復帰： フィルタ条件を，ダイアログ呼び出し時点の状態に復帰させます。
- 決定： 設定したフィルタ条件を適用してダイアログを閉じます。
- 取消： フィルタ条件を適用せずにダイアログを閉じます。

2.3.5. フィルタ設定の例

フィルタ設定には，チェックボックスで選択するタイプ，一意の数値の範囲を指定するタイプ，範囲のある数値任意のキーワードを入力するタイプの3種類があります。

● チェックボックス

検索したいキーワードにチェックを入れて利用します。すべてのチェックを外した場合は，すべてのキーワードに適合するものとされます（すべてにチェックをした場合と同じになります）。下の例では，「すべての直接基礎とパイルドラフト基礎」が適合します。フィルタをかけたい項目について，キーワードが限られている場合にこのチェックボックス形式が採用されています。

基礎形式

検索条件< AND OR >

直接基礎: べた基礎 布基礎 独立基礎

杭基礎: 摩擦杭 支持杭

異種基礎

パイルド・ラフト基礎

(不明を含める)

● 数値範囲 (N 値以外)

検索したい数値の範囲を設定します。最小値と最大値を入力します。検索時には，入力した数値も含まれます（「最小値以上かつ最大値以下」となります）。どちらかを入力しなかった場合は，未入力側には条件が設定されません（「～以上」「～以下」となります）。下の例では，「10 以下」です。

最大沈下量

~

不明を含める 条件を反転する(NOT検索)

● 数値範囲 (N 値)

上限値と下限値が個別に設定できる以外は、N 値以外の数値の範囲と同様です。N 値は範囲を持って示されている物件も多いため、このような設定になっています。

物件テーブル中の N 値の表記は、次の表に示すいずれかになっています。また、上限値のみや下限値のみのケースでも、便宜上上限値と下限値の両方が設定されています。

N 値の表記と、下限値と上限値

物件テーブルの表記	下限値	上限値
△以上 (最小値のみ)	表記の値	50
△以下 (最大値のみ)	0	表記の値
○～△ (最小値と最大値)	表記の値 (左側)	表記の値 (右側)
△ (単一の数値)	表記の値	表記の値

● キーワード

検索したいキーワードを直接入力します。スペース（全角・半角不問）でキーワードを区切ることで、複数のキーワードを設定することができます。下の例では、「砂」「礫」「レキ」「岩」のいずれかを含む」になります。

● その他の条件

NOT 検索（全体の条件を反転する）

すべての検索条件を満たす物件のみが、検索結果から除外されます。

- 共通の設定

AND/OR

キーワードもしくはチェックボックスによる検索条件を設定する場合に表示されます。複数のキーワードに対する包含関係を設定します。

AND : すべてのキーワードを含む物件のみ検索します。

OR : 何れかのキーワードを含む物件すべてを検索します。

不明を含める

チェックボックスもしくは数値範囲による検索条件を設定する場合に表示されます。

該当するデータがない物件を検索結果に含めるか否かを設定します。

条件を反転する

数値範囲もしくはキーワードによる検索条件を設定する場合に表示されます。

条件を満たす物件を検索結果から除き、条件を満足しない物件を検索結果に残します。

2.4. CSV出力

物件テーブルを CSV (カンマ区切りデータ) テキストで表示します。

CSV テキストを中継することで、表計算ソフト等でデータを読み込むことができます。

表示中の物件テーブルをそのまま表示しますので、ソートや検索をすれば、それが反映されます。

CSV 出力ボタンを押すとダイアログが表示されます。ダイアログには、全てのテキストが選択された状態で表示されます。コピー&ペーストでテキストエディタ等に貼り付け、拡張子を csv に変更してご利用ください。(PC の設定によっては拡張子が表示されない場合があります。詳しくは OS やご利用しているソフトウェアのマニュアル等を参照ください)

**全てのテキストが選択された状態
で表示されます。
そのままコピーしてください。**

**テキストエディタに
丸ごとペーストします。**

csv 形式にして保存します。

別のソフトで利用します。

面積	構造	地下構造	用途	建設地	地盤種別	別					
10000	S造	-	倉庫	-	自然地盤	-					
8862	-	-	商業施設	-	自然地盤	-					
-	-	-	集合住宅	-	埋土地盤	-					
-	-	-	集合住宅	-	埋土地盤	-					
-	-	-	集合住宅	-	埋土地盤	-					
-	-	-	集合住宅	-	埋土地盤	-					
28080	SRC・S造	-	複合商業新	-	自然地盤	-					
8836	S造	S造	実験施設	-	自然地盤	-					
66	S造	-	-	大阪府大塚	自然地盤	-					
0	-	-	工場	福岡県	埋土地盤	-					
-	S造	-	研究施設	東京都	自然地盤	-					
-	S-A07	即時	2階	-	7760	S造	-	倉庫	-	自然地盤	-
-	R-B00	即時 +圧密	2階	-	414	-	-	倉庫	-	埋土地盤	-
-	S-A08	圧密	8階	-	490	-	-	鐘楼	-	自然地盤	-
-	R-A12	即時	7階	-	2340	-	-	-	-	自然地盤	-
-	P-B05	圧密	6階	-	394.4	-	-	事務所・研	大阪府 大塚	埋土地盤	-
-	R-A17	即時	6階	-	270	-	-	学校	東京都	自然地盤	-
-	S-A11	即時	7階	2階	7420	-	-	-	-	自然地盤	-
-	R-A21	圧密	2階	-	40000	-	-	商業施設	-	自然地盤	-

3. グラフ機能

3.1. 共通部分



- 表示切替タブ

タブをクリックして、操作する内容を切り替えます。

描画 : グラフを表示します。 → ●p

データ : グラフのデータを設定します。 → ●p

詳細 : グラフの詳細設定をします。 → ●p

一括 : グラフの設定データを一括して取り扱うことができます。 → ●p

- クローズボタン

グラフウィンドウを破棄したいときに使います。押すと、確認のためのダイアログが表示されます。

- 折り畳みボタン

グラフウィンドウを折り畳んで、タイトルバーのみ表示します。もう一度押すと、元通り展開します。

- グラフタイトル

グラフ描画後は、グラフに設定したタイトルが反映されます。

3.2. 「データ」タブ

データ入力は次のような流れで進んでいきます。

グラフの種類を選択
(度数グラフ, 散布図, 円グラフ)

グラフに用いるデータを設定
(離散化フィルタを設定)
系列別のフィルタを設定

タイトルを設定
(軸タイトルを設定)



● 操作ボタン

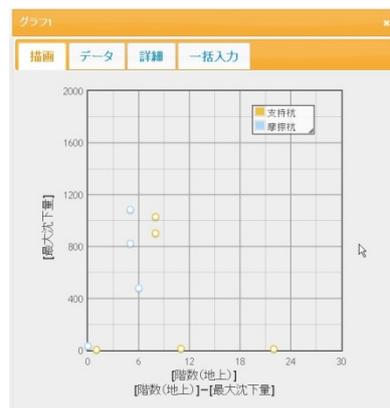
データ入力は、対話形式（ウィザード）で行います。表示されている項目を設定し終わったら、操作ボタンで次のページへと進んでいきます。

3.2.1. 種類の選択

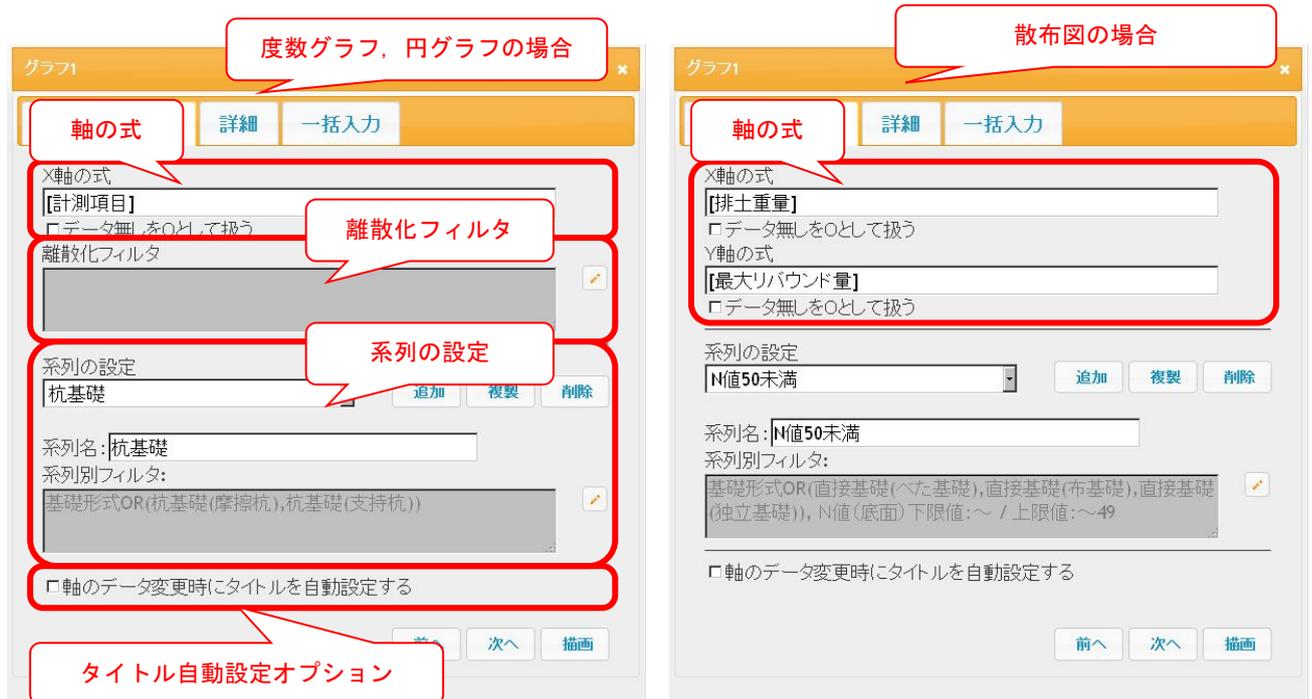


- 種類選択ラジオボタン

描画するグラフの種類を「度数分布図」「散布図」「円グラフ」から選択します。
度数グラフを選んだ場合、「通常」「積上」をさらに選択します。



3.2.2. 系列と式の設定



A) 軸の式

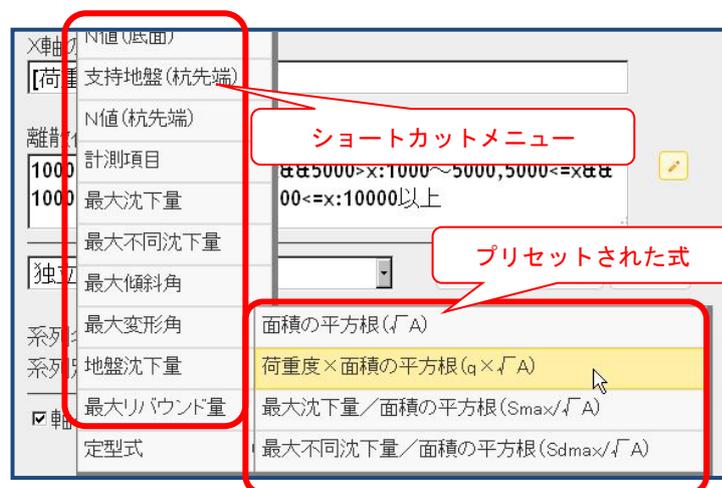
グラフに用いるデータの式を記入します。物件毎の値は、キーワードを大括弧で括って示します。キーワードの入力は、ショートカットを使うのが便利です。テキストボックス内で右クリックすると、メニューが表示され、メニューの項目を選択するとテキストボックスにキーワードが記入されます。「+」や「*」などの記号や「sqrt()」などの関数も使用することができます。一部の頻繁に用いられる式は、メニューの一番下にプリセットとして用意されています。

使用することができる記号

+ : 加算, - : 減算, * : 乗算, / : 除算, () : カッコ=優先記号

使用することができる関数 (詳しい使い方は、プリセットを参照ください。)

sqrt() : 平方根, log10() : 常用対数, abs() : 絶対値, round() : 四捨五入



「データ無しを0として扱う」チェックボックスをONにすると、対応する項目の値が「-」の場合に、0として計算します。

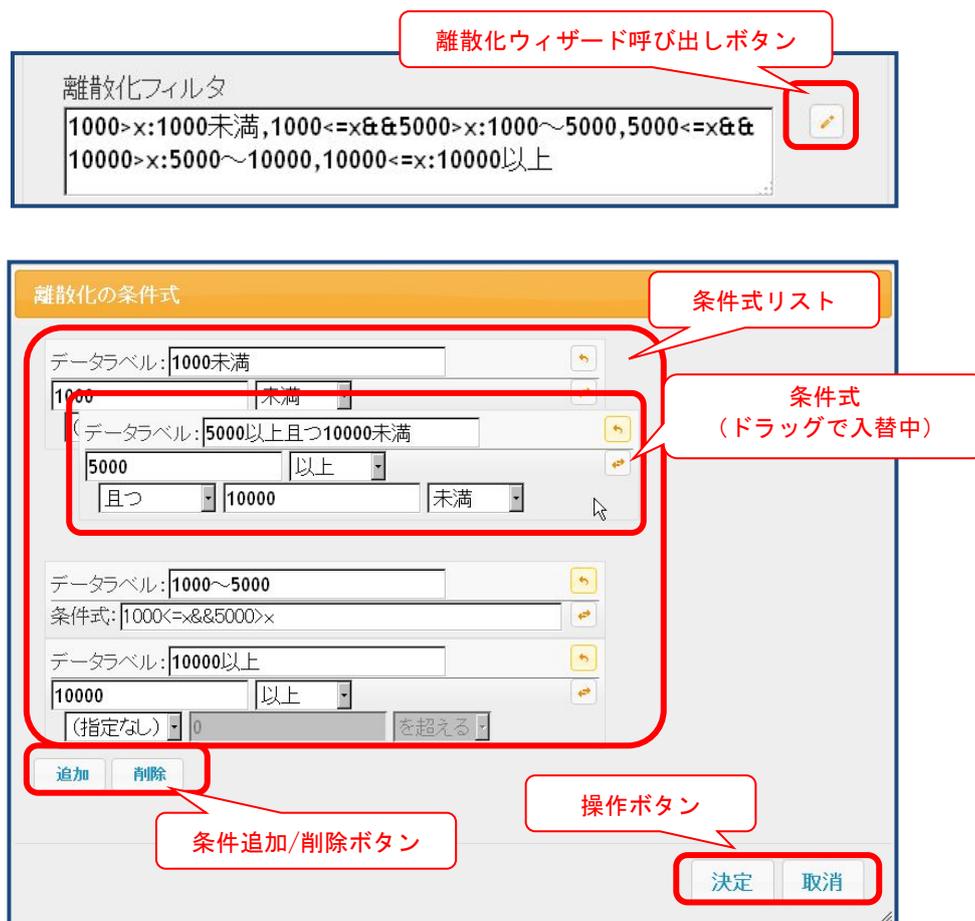
B) 離散化フィルタ（度数グラフの場合のみ）

軸の式によって物件毎に算出された値を、離散化するためのフィルタを設定します。

（連続的な情報を、任意の範囲で区切って分割することを離散化と言います。例えば実数の小数第1位を

四捨五入することは、実数=連続する数値 から 整数=非連続の数値 への分割であり、離散化の一種です。）

フィルタは、ウィザードを利用して設定します。



- 条件式リスト

離散化の条件式が縦に並びます。条件式は、上から順に評価され条件式が真の場合は次の物件の評価に移ります。リストは、ドラッグで入れ替えることができます。

- 条件式追加/削除ボタン

追加 : 一番下の条件式が複製されます。

削除 : 一番下の条件式が削除されます。

● 操作ボタン

- 決定 : 離散化フィルタの設定をグラフに反映させて離散化ウィザードを閉じます。
- 取消 : 離散化フィルタの設定を破棄して離散化ウィザードを閉じます。

● 条件式

離散化の条件式1つを示します。条件式が複数集まって、一つのフィルタを構成します。



条件式は、設定値とラベルで構成されます。

ラベル : グラフ描画時に表示される名称です。

式 (簡易) : 物件毎のデータとの比較方法と比較する数値を指定します。

比較方法は、「超える」「以上」「未満」「以下」「等しい」「等しくない」から選びます。

結合則 (簡易) : 式1と式2を「且つ」「又は」のどちらかを選んで結合できます。

式 (マニュアル) : 条件式を Javascript の形式に従って指定します。

物件毎のデータは、変数 x として指定します。

使用可能な演算子は $<$, $>$, $<=$, $>=$, $==$, $&&$, $||$ の他、

データが文字の場合は、`indexOf()` などのメソッドも使用可能です。

自動ラベルボタン : 式の内容からラベルを自動生成して入力します。

簡易/マニュアル切替ボタン : 簡易入力とマニュアル入力を切り替えます。

条件式は、上から順番に評価され、条件式が真の場合は次の物件の評価に移ります。

従って、次のフィルタは等価です。

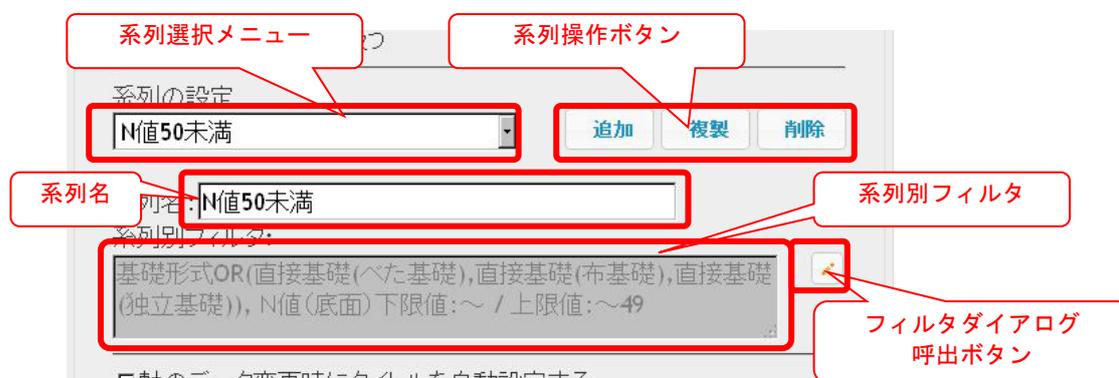
フィルタ 1 $x < 100$:100 未満, $100 \leq x \&\& x < 200$:100 以上且つ 200 未満,

$200 \leq x \&\& x < 300$:200 以上且つ 300 未満, $x \geq 300$:300 以上

フィルタ 2 $x < 100$:100 未満, $x < 200$:100 以上 200 未満, $x < 300$:200 以上 300 未満, $x \geq 300$:300 以上

C) 系列の設定

データの系列を設定します。複数の系列を設定すると、グラフの点や棒が色分けされ、凡例に系列名が表示されます。



- 系列選択メニュー

編集する系列を選択します。

- 系列操作ボタン

- 追加 : 新しい系列を末尾に追加します。
- 複製 : 編集中の系列を複製して末尾に追加します。
- 削除 : 編集中の系列を削除します。

- 系列名

編集中の系列名を表示・設定します。複数の系列を設定した場合は、ここで設定した名前が凡例としてグラフに表示されます。

- 系列別フィルタ

編集中の系列に適用するフィルタを示します。

フィルタの設定方法は、物件テーブルの絞り込みと同じです。 →8p

D) タイトルの自動設定

タイトル自動設定オプションを ON にしておくと、軸の式の文章がそのままタイトル (3.2.3 タイトルの設定→20p) に転記されます。

このオプションは、最初に系列と式の設定をするときのみ自動的に ON になります。

3.2.3. タイトルの設定



タイトルを設定します。

グラフの種類によって、表示される項目が変わります。

- グラフのタイトル : グラフの下に表示されるタイトルです。
- X 軸の名前 : X 軸のタイトルです。
- Y 軸の名前 : Y 軸のタイトルです。

ここでは、HTML の文法に従って、文字を修飾することができます。いくつかの例を示します。

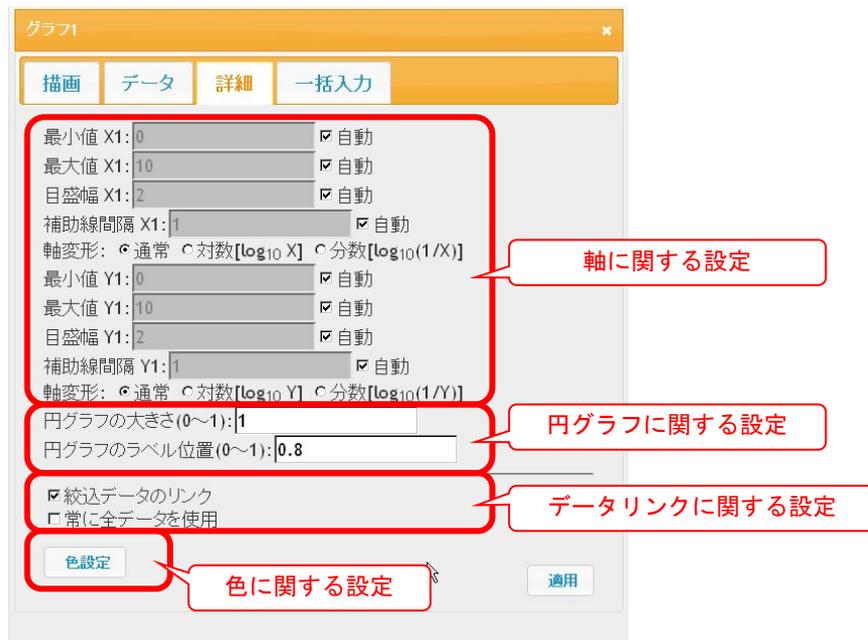
内容	記述例	表示
上付き文字	(m²)	m ²
下付き文字	S_{max}	S _{max}

※これ以外の修飾については、HTML タグに関する書籍等を参照ください。

3.3. 「詳細」タブ

グラフのディテールを設定することができます。

表示される項目は、グラフの種類によって増減します。



3.3.1. 軸に関する設定

- **最小値 X (散布図), 最小値 Y (度数分布図, 散布図)**

軸の最小値を設定します。自動にチェックがある場合は、全てのデータが表示されるように丸めた値が調整されます。

- **最大値 X (散布図), 最大値 Y (度数分布図, 散布図)**

軸の最大値を設定します。自動にチェックがある場合は、全てのデータが表示されるように丸めた値が調整されます。

- **目盛幅 X (散布図), 目盛幅 Y (度数分布図, 散布図)**

図中の目盛の幅を設定します。目盛には値が表示され、線が引かれます。

- **補助線間隔 X (散布図), 補助線間隔 Y (度数分布図, 散布図)**

図中の補助目盛の幅を設定します。補助目盛には値は表示されませんが、目盛の線より細めの線が引かれます。

- **軸変形 X (散布図), 軸変形 Y (度数分布図, 散布図)**

目盛の割り付け方を設定します。

- 通常 : 目盛は数値に対して等間隔に割り付けられます。
- 対数[log₁₀X] : 目盛は数値に対して常用対数の結果として割り付けられます。

分数 $[\log_{10}(1/X)]$: 目盛は数値の逆数に対しての常用対数の結果として割り付けられます。

3.3.2. 円グラフに関する設定

● 円グラフの大きさ

円グラフの大きさを0~1の間の数値で設定します。

円グラフの大きさは、値が0のとき最小で、1のとき最大になります。

● 円グラフのラベルの位置

円グラフの各項目のラベルについて、半径方向の位置を指定します。

ラベルの中心位置は、値が0のとき中心で、1のとき円の外縁になります。

※円グラフのラベルは、描画後にマウスで任意の位置に移動させることができます。

3.3.3. データリンクに関する設定

物件テーブルのフィルタの結果と、グラフの元データとの関係を設定します。

● 常に全データを使用

ONの場合 : 常に全ての物件のデータを利用します。

OFFの場合 : フィルタリングして表示中の物件のみを、グラフの元データとして使用します。

● 絞込データのリンク

「常に全データを使用」がOFFの場合のみ機能する設定です。グラフ描画後に物件テーブルのフィルタ設定を変えた場合の、グラフの自動更新の有無を設定します。

ONの場合 : 自動的に新しいフィルタリング結果が元データとしてグラフに反映されます。

OFFの場合 : 物件テーブルのフィルタリングを行っても、グラフには反映されません。

(グラフ描画時に表示中の物件のみを元データとして用います)

3.3.4. 色に関する設定

グラフ中の色を設定します。ボタンを押すと、色設定ダイアログが開きます。

A) プロットカラーのリスト

適用する色のリストです。リストの上にあるものから順番に、グラフの各系列に割り付けられます。リストの背景は実際に表示される色を示します。また、内部の数値は、色の成分(後述)を示します。

デフォルトでは5系統分表示されています。グラフの系列が5を超えると、自動的に項目が追加されます。マウสดラッグで順番を入れ替えることもできます。



B) 色の成分を設定

リストで選択中の色の成分を設定することができます。

● 設定方法タブ (HSV, RGB)

色の成分の設定方法を選択します。

各色成分は、スライダーによって設定します。設定方法毎の色成分スライダーは次の通りです。

HSV 色相(Hue : 0~359)

彩度(Saturation : 0%~100%)

明度(Value : 0%~100%)

※彩度が 0% の場合、白~灰~黒となり、色相は無効です。

※明度が 0% の場合、黒となり、色相と彩度は無効です。

RGB 赤(Red : 0~255)

緑(Green : 0~255)

青(Blue : 0~255)

※R=0,G=0,B=0 の場合 黒

R=255,G=255,B=255 の場合 白

R=G=B の場合灰色です

C) 操作ボタン

初期化 : 初期設定の状態にします。

復帰 : 編集前の状態に戻します。

決定 : 編集内容を保存してダイアログを閉じます。

中止 : 編集内容を取り消してダイアログを閉じます。

3.4. 「描画」タブ

「データ」タブや「詳細」タブで値を設定した後、「描画」ボタンを押すと、「描画」タブ内にグラフが表示されます。

3.4.1. 度数分布図

- ツールチップ

図中の棒にカーソルを合わせると、「系列名」と「度数」がツールチップで表示されます。

- 凡例

系列が複数設定されたグラフの場合、凡例が表示されます。凡例は、右下のハンドルで大きさを調整したり、ハンドル以外の部分をドラッグすることで、表示位置を変えたりすることができます。



3.4.2. 散布図

- ツールチップ

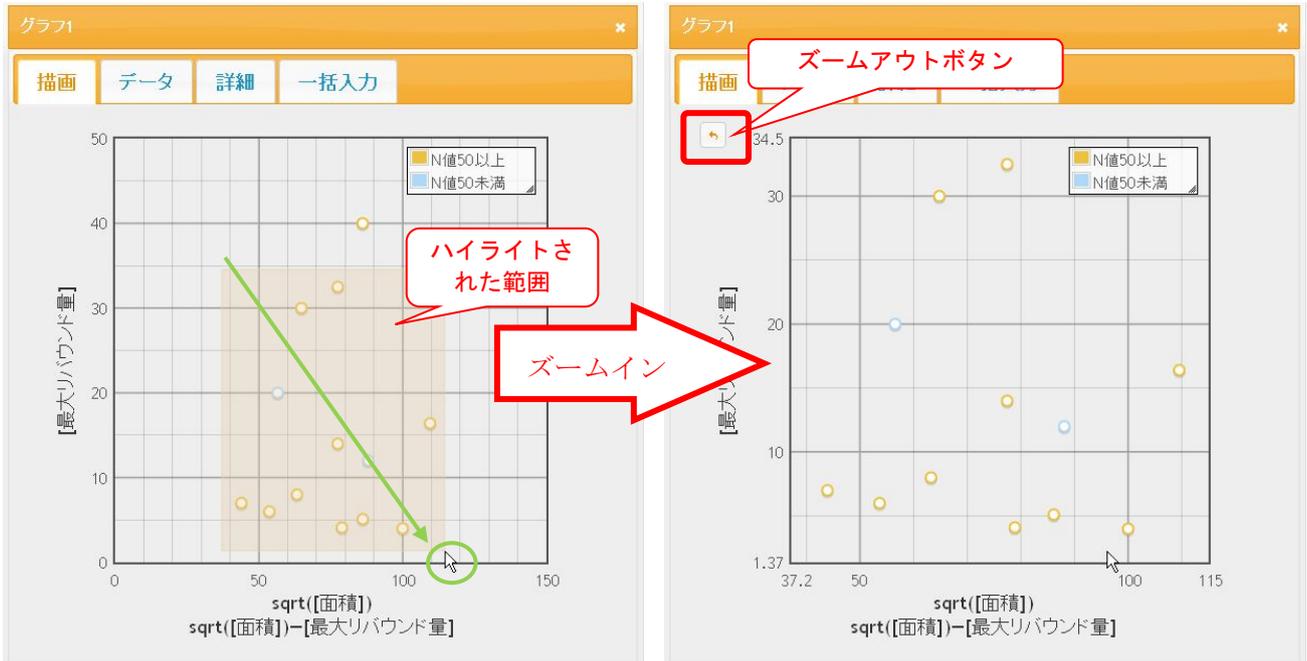
図中の点にカーソルを合わせると、点に対応する「系列名」「座標」「物件 No.」が表示されます。

- 凡例

系列が複数設定されたグラフの場合、凡例が表示されます。凡例は、右下のハンドルで大きさを調整したり、ハンドル以外の部分をドラッグすることで、表示位置を変えたりすることができます。

- ズームイン・ズームアウト

散布図のプロットエリアでマウスドラッグすると、ドラッグの始点と終点を対角線とする矩形がハイライト表示され、矩形の範囲を軸の最小値と最大値に設定して再描画されます（ズームイン）。

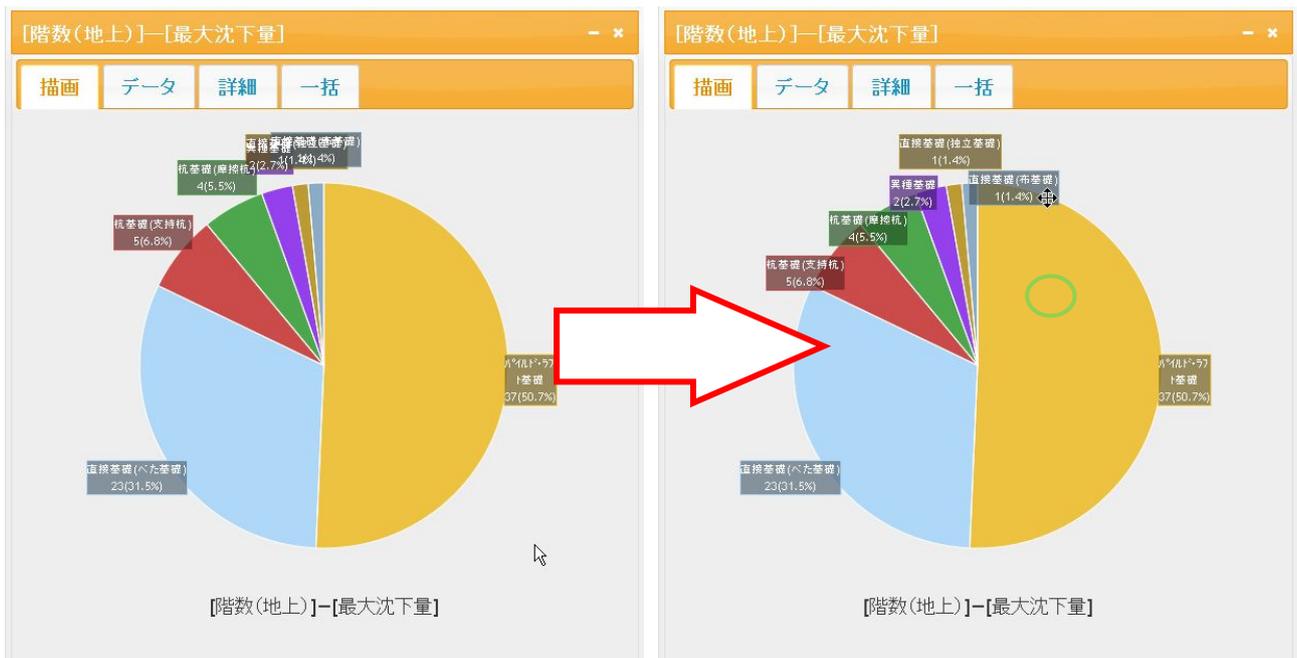


ズームイン中はズームアウトボタンが表示されます。押すとズームを解除します。

3.4.3. 円グラフ

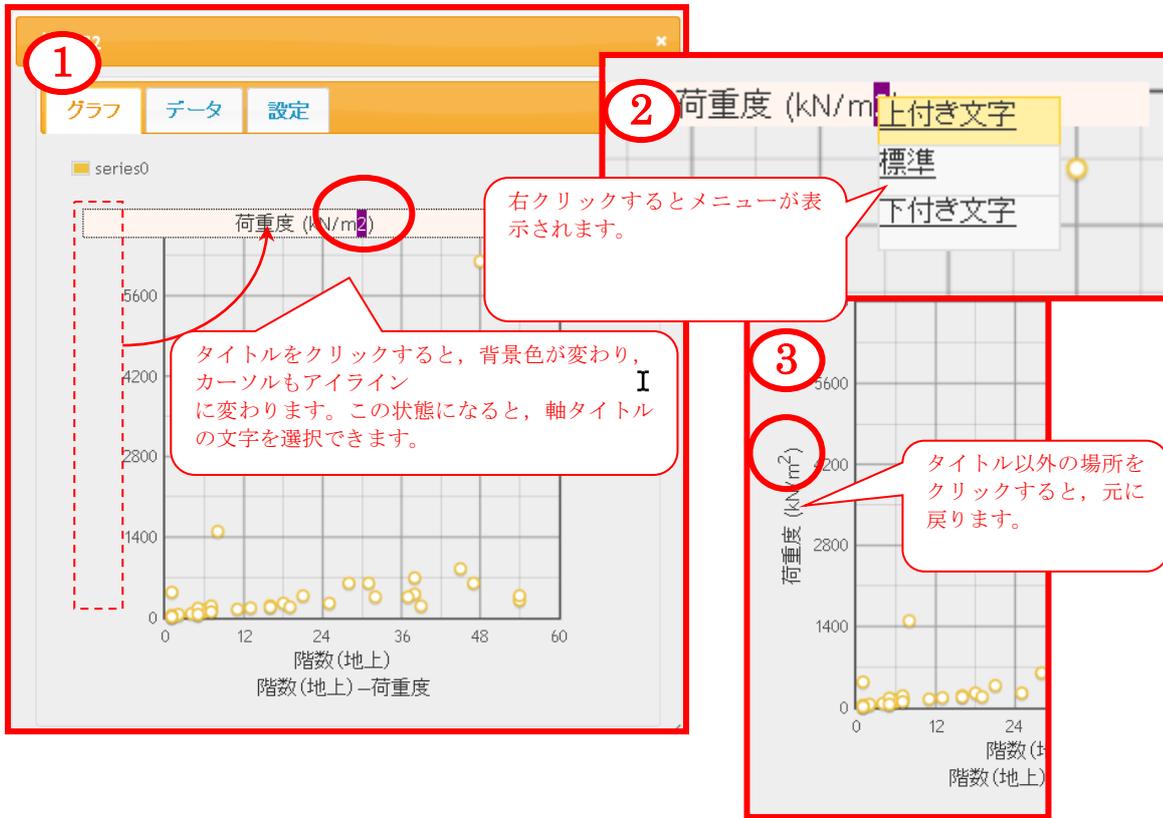
- 成分ラベル

円グラフの成分を表示するラベルは、マウスで任意の位置に移動させることができます。



3.4.4. その他の機能

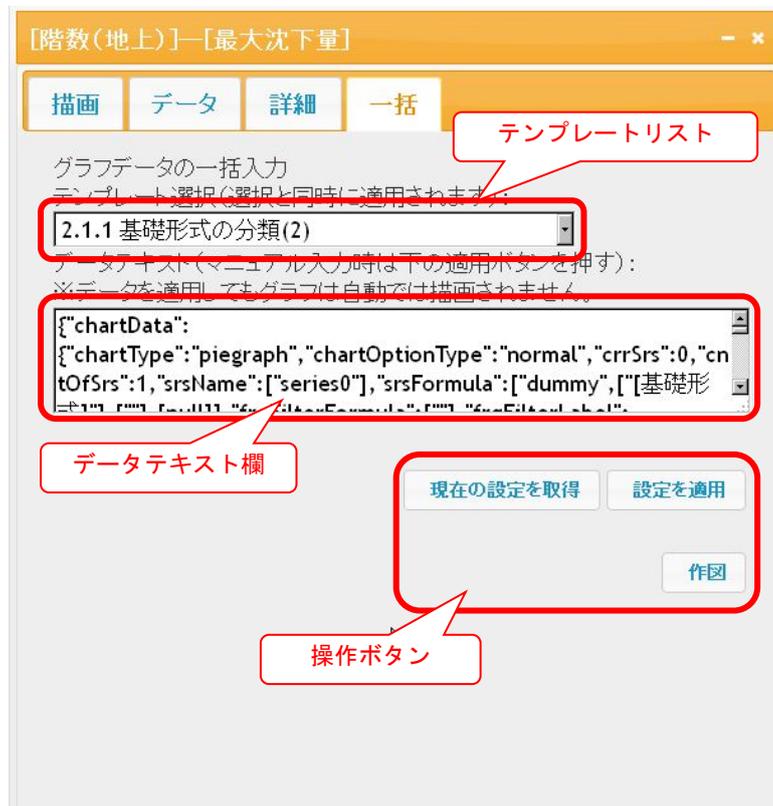
上付きや下付きの設定方法2 (グラフ表示後に設定する場合)



3.5. 「一括」タブ

自分で作成したグラフのデータ設定の内容をまとめて出力したり、逆にまとめて入力したりするための機能です。データ設定をデータテキストとして保存しておくことで、後から同じグラフの設定をする必要がなくなります。

また、プリセットされたテンプレートを利用することもできます。



- テンプレートリスト

プリセットのテンプレートをリストから選択します。

テンプレートの内容がデータテキスト欄に出力されます。

また、「データ」タブなどの入力欄にも内容が自動入力されます。

- データテキスト

グラフの設定を記入したり、出力したりする欄です。

マニュアル操作で設定を記入した場合は、「設定を適用」ボタンを押すまで、データは反映されません。

● 操作ボタン

- 現在の設定を取得 : 「データ」タブと「詳細」タブの内容および物件テーブルに適用中のフィルタをデータテキストに変換して表示します。
- 設定を適用 : データテキストに入力されている内容を「データ」タブや「詳細」タブの入力欄に一括入力し、設定されていれば物件テーブルにフィルタを設定します。
- 作図 : グラフを作図します。「データ」タブや「詳細」タブにあるものと同じです。

著作権と免責に係る表示

(Web アプリケーション内で表示されるものと同じ内容です)

建物の沈下観測データの収集と DB 化 WG ウェブアプリケーション

Copyright © 2011-2013 T. Tamura (建物の沈下観測データの収集・DB 化 WG, 日建連)

以下に定める条件に従い、本ソフトウェアおよび関連文書のファイル（以下「ソフトウェア」）の複製を取得するすべての人に対し、ソフトウェアを無制限に扱うことを無償で許可します。これには、ソフトウェアの複製を使用、複写、変更、結合、掲載、頒布、サブライセンス、および/または販売する権利、およびソフトウェアを提供する相手に同じことを許可する権利も無制限に含まれます。

上記の著作権表示および本許諾表示を、ソフトウェアのすべての複製または重要な部分に記載するものとします。

ソフトウェアは「現状のまま」で、明示であるか暗黙であるかを問わず、何らの保証もなく提供されます。ここでいう保証とは、商品性、特定の目的への適合性、および権利非侵害についての保証も含まれますが、それに限定されるものではありません。作者または著作権者は、契約行為、不法行為、またはそれ以外であろうと、ソフトウェアに起因または関連し、あるいはソフトウェアの使用またはその他の扱いによって生じる一切の請求、損害、その他の義務について何らの責任も負わないものとします。

ソフトウェアは根幹部分に Javascript 用ライブラリである jQuery を利用しています。
GUI 部分には jQuery のプラグインである jQueryUI を利用しています。
また、グラフ表示には jQuery のプラグインである flot を利用しています。
JSON データのパーースに JSON2 ライブラリを利用しています。

jQuery

Copyright © 2011 John Resig, <http://jquery.com/>

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

jQueryUI

Copyright © 2011 Paul Bakaus, <http://jqueryui.com/>

This software consists of voluntary contributions made by many individuals (AUTHORS.txt, <http://jqueryui.com/about>) For exact contribution history, see the revision history and logs, available at <http://jquery-ui.googlecode.com/svn/>

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

flot

Copyright © 2007-2011 IOLA and Ole Laursen

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

建物の沈下観測データの収集とDB化

報告書

平成26年3月発行

一般社団法人 日本建設業連合会 建築本部

〒104-0032 東京都中央区八丁堀2-5-1 東京建設会館8階

TEL : 03-3551-1118 FAX : 03-3555-2463

© JAPAN FEDERATION OF CONSTRUCTION CONTRACTORS 2011

本誌掲載内容の無断転載を禁じます