

摩擦杭に支持された建物における沈下量・変形角の限界値の検討結果

正会員 ○板東 真平*¹
同 角田 耕一*²
同 松尾 雅夫*³
同 小椋 仁志*⁴

摩擦杭 沈下 変形角
限界値

1. はじめに

一般的に摩擦杭を採用する場合、建物下部の浅い地盤には明確な支持層が存在せず、ある程度の沈下を許容した設計がなされる事が多い。この場合、上部構造より基礎または杭に伝わる荷重のバラツキや下部地盤の不均一性などにより生じる不同沈下の現象は避けがたい問題である。

2001年10月に改定された日本建築学会「建築基礎構造設計指針」¹⁾(以下、指針と呼ぶ)には、沈下量の検討手法と並び不同沈下に対する上部構造・支持地盤ごとの沈下量・変形角の限界値の例が示されている。特別に沈下を意識した設計を行わない場合、これらを目安として判断される事が多いと考えられる。しかし、これらの数値を定量的に検討した事例はほとんどないと思われる。

本報告では、基礎梁の剛性・断面性能をパラメータとして、解析モデルの1支点到強制変形を与えた弾塑性解析を行い、部材のひび割れおよび降伏状況から指針の沈下量・変形角の限界値についての考察を行う。

2. 解析概要

図1に示す解析モデルに対し、支點Cを強制変形させて弾塑性解析を行った。強制変形は1ステップあたり1.0mmとし、50ステップまで漸増変形させた。ここでは、部材曲げ剛性とスパンの比 I/L と引張鉄筋比 Pt をパラメータとした検討を行う事を主目的とし、表1に示す9断面を設定した。また、Pt に関しては、Pt=0.4%~1.0%間で変化させ、断面ごとに表2に示す主筋を設定し断面性能を決定した。ただし、引張・圧縮鉄筋比 γ は $\gamma=1.0$ で一定と仮定した。また、コンクリート強度は $F_c=21(N/mm^2)$ 、鉄筋は SD345 と仮定し、解析時の梁初期応力(長期応力)は考慮していない。

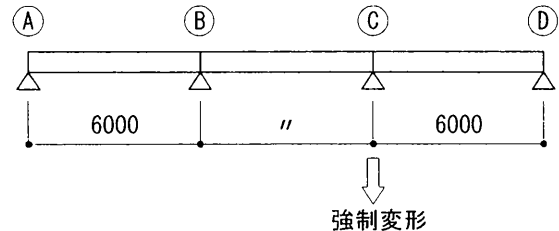


図1 解析モデル

表1 基礎梁断面性能

No.	梁幅B (mm)	梁成D (mm)	L/D	I (cm ⁴)	I/L	曲げ剛性比	As (cm ²)	せん断剛性比
1	300	600	10.00	5.40E+05	900	1.0	1500	1.0
2	350	700	8.57	1.00E+06	1667	1.9	2042	1.4
3	400	800	7.50	1.71E+06	2844	3.2	2667	1.8
4	450	900	6.67	2.73E+06	4556	5.1	3375	2.3
5	500	1000	6.00	4.17E+06	6944	7.7	4167	2.8
6	600	1200	5.00	8.64E+06	14400	16.0	6000	4.0
7	600	1500	4.00	1.69E+07	28125	31.3	7500	5.0
8	600	1800	3.33	2.92E+07	48600	54.0	9000	6.0
9	600	2000	3.00	4.00E+07	66667	74.1	10000	6.7

スパンL=6000mm

3. 解析結果

図1に示す解析モデルについて設定した9断面の解析結果のうち、I/Lと相対沈下量 δ の関係を図3に、I/Lと相対変形角 R の関係を図4に示す。また、Ptと δ の関係を図4にPtとRの関係を図5に示す。解析モデルの形状を実状の建物と対比して考えた場合、上部構造がS造の場合に合致すると考えられる。図3~5には、各設定断面のひび割れ・降伏時の値を示し、また指針に示されているS造の場合の相対沈下量または変形角の限界値を示している。

表2 基礎梁主筋

梁幅B (mm)	梁成D (mm)	Pt=0.4			Pt=0.5			Pt=0.6			Pt=0.7			Pt=0.8			Pt=0.9			Pt=1.0		
		設定主筋	設定at	設定Pt	設定主筋	設定at	設定Pt	設定主筋	設定at	設定Pt	設定主筋	設定at	設定Pt	設定主筋	設定at	設定Pt	設定主筋	設定at	設定Pt	設定主筋	設定at	設定Pt
300	600	2 -D19	5.74	0.383	3 -D19	8.61	0.574	3 -D19	8.61	0.574	4 -D19	11.48	0.765	4 -D19	11.48	0.765	5 -D19	14.35	0.957	5 -D19	14.35	0.957
350	700	3 -D19	8.61	0.410	3 -D22	11.61	0.553	3 -D22	11.61	0.553	4 -D22	15.48	0.737	4 -D22	15.48	0.737	5 -D22	19.35	0.921	6 -D22	23.22	1.106
400	800	3 -D22	11.61	0.415	4 -D22	15.48	0.553	4 -D22	15.48	0.553	5 -D22	19.35	0.691	6 -D22	23.22	0.829	5 -D25	25.35	0.905	6 -D25	30.42	1.086
450	900	4 -D22	15.48	0.430	5 -D22	19.35	0.538	6 -D22	23.22	0.645	5 -D25	25.35	0.704	6 -D25	30.42	0.845	6 -D25	30.42	0.845	7 -D25	35.49	0.986
500	1000	5 -D22	19.35	0.430	6 -D22	23.22	0.516	7 -D22	27.09	0.602	6 -D25	30.42	0.676	7 -D25	35.49	0.789	8 -D25	40.56	0.901	9 -D25	45.63	1.014
600	1200	7 -D22	27.09	0.410	7 -D25	35.49	0.538	8 -D25	40.56	0.615	9 -D25	45.63	0.691	8 -D29	51.36	0.778	9 -D29	57.78	0.875	11 -D29	70.62	1.070
600	1500	7 -D25	35.49	0.423	7 -D29	44.94	0.535	8 -D29	51.36	0.611	9 -D29	57.78	0.688	10 -D29	64.20	0.764	10 -D32	79.40	0.945	11 -D32	87.34	1.040
600	1800	8 -D25	40.56	0.398	8 -D29	51.36	0.504	10 -D29	64.20	0.629	9 -D32	71.46	0.701	10 -D32	79.40	0.778	12 -D32	95.28	0.934	13 -D32	103.22	1.012
600	2000	7 -D29	44.94	0.394	9 -D29	57.78	0.507	9 -D32	71.46	0.627	10 -D32	79.40	0.696	12 -D32	95.28	0.836	13 -D32	103.22	0.905	15 -D32	119.10	1.045

* 解析対象断面の設定Ptは、実際の主筋径・量を設定した為、近似値となっている。

Marginal values of settlement and angular movement in a building supported by friction piles

BANDO Shimpei, TSUNODA Koichi, MATSUO Masao, OGURA Hitoshi

4. 考察

初期ひび割れの発生に対する P_t の影響は小さく、断面ごとにほぼ一定である。また、指針に示されている相対沈下量標準値、下限変形角に至るかなり初期の段階でひび割れが生じていることが分かる。

設定した基礎梁断面が小さい領域で結果が線形的な変化を示していない。これは弾塑性解析を実施するにあたって、抜け出し量等を評価するため、鉄筋比ではなく実際の鉄筋径や鉄筋量を設定した事に起因する。

降伏時を指針における相対沈下量最大値、上限変形角と対比して考えた場合、 $P_t=0.6\%$ 程度を標準と考えると、相対沈下量では、 $I/L=3000$ 程度を境として、これより断面が大きい場合に危険側の結果を示す事になる。一方、相対変形角では、 $I/L=12000$ 程度を境としており、相対変形角の限界値の方が、相対沈下量の限界値より若干厳しいものであることが分かる。

4. おわりに

沈下量・変形角の限界値に対する考え方については、上部構造の要求性能によって異なり、建物ごとに設計者が判断する必要がある。解析結果は、例として基礎梁の降伏時を許容限界として設定した場合について論じている。実際は長期荷重や沈下による付加応力を受けた状態で、さらに短期的な荷重が作用した場合の影響、圧密沈下における沈下時間とクリープの影響などをどのように考えるかで許容値の考え方は変わってくる。本検討結果と実例をもとに設定された指針の限界値とを単純に比較することは適切ではない。しかし、文献²⁾³⁾で報告したように、指針の方法により沈下計算を行った場合に実測値と比較してかなり大きな沈下量が算定される点などを考慮すると、指針に示されている限界値は、一般的なS造建物に対する限界値の目安として問題ないと考えられる。

【謝辞】

本検討は、日本建築学会近畿支部摩擦杭設計技術研究委員会（委員長：永井興史郎摂南大学教授）の研究の一環として行われたものである。本検討を行うにあたり、貴重なご助言を頂いた関係各位に厚くお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針、2001.10
- 2) 小椋仁志・板東真平：基礎指針(2001年版)による建物沈下量の計算値と実測値の比較(その1 総沈下量について)、日本建築学会学術講演梗概集(北陸)、2002.8
- 3) 板東真平・小椋仁志：基礎指針(2001年版)による建物沈下量の計算値と実測値の比較(その2 相対沈下量について)、日本建築学会学術講演梗概集(北陸)、2002.8

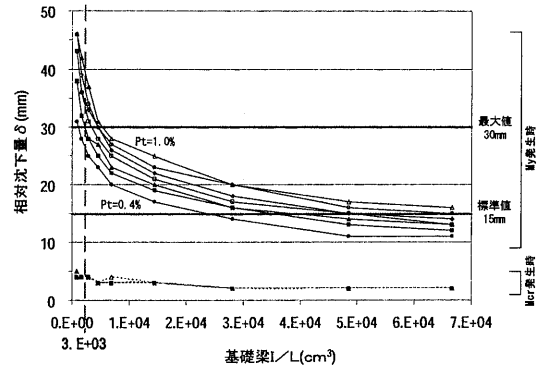


図3 I/L- δ 関係

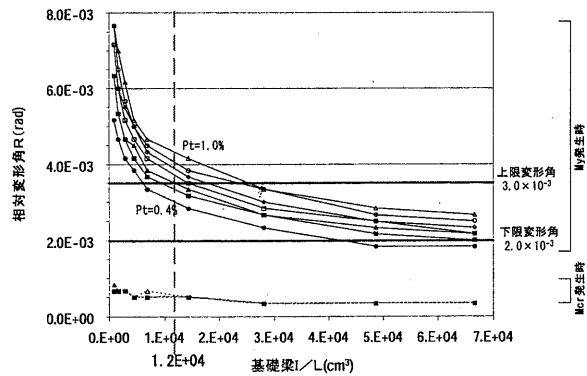


図4 I/L-R関係

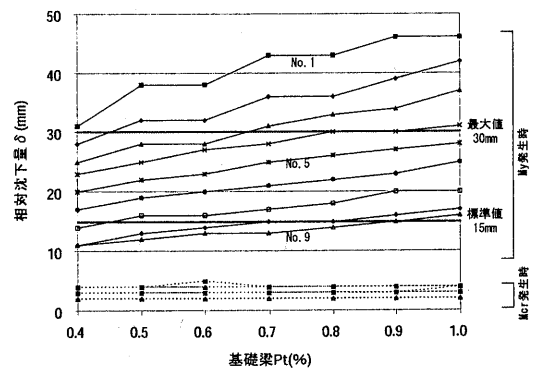


図5 P_t - δ 関係

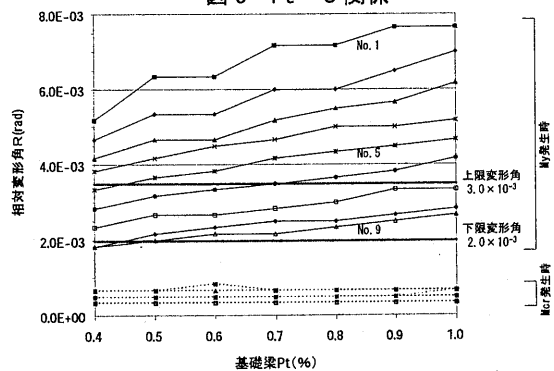


図6 P_t -R関係

*1 ジオトップ

*2 大林組

*3 安井建築設計事務所・工博

*4 ジオトップ・工博

*1 GEOTOP Corporation.

*2 Obayashi Corporation.

*3 Yasui Architects & Engineers Inc., Dr. Eng.

*4 GEOTOP Corporation., Dr. Eng.