

小規模建築物の地盤における不同沈下のリスク評価技術の研究（その5：長期載荷試験Ⅱ）

小規模建築物 長期載荷試験 造成宅地地盤
圧縮沈下 圧密沈下

正会員 ○相沢 彰彦*¹ 同 二川 和貴*²
同 高田 徹*³ 同 渡辺 佳勝*⁴
同 酒匂 教明*⁵ 同 若井 明彦*⁶

1. はじめに

前報¹⁾では、造成仕様をパラメータとした長期載荷試験を実施し、圧密沈下量と圧縮沈下量を計測した。その試験では、圧密沈下量に比べて圧縮沈下量が大きくなる傾向が見られたが、小さな載荷面積（1.22m×1.22m）が結果に影響を及ぼした可能性が課題として上げられた。

ここでは、以上を踏まえ、載荷面積を3m×3mに拡大し、主に圧密沈下量の把握を目的として、長期載荷試験を実施した。また別の試験地で、主に圧縮沈下量の把握を目的として、埋土材料と撒き出し厚をパラメータとした地盤を造成し、長期載荷試験を実施した。本報は、両試験結果を示すとともに、圧密沈下と圧縮沈下が住宅地盤に与える影響について考察するものである。

表1 宇城市松橋試験場試験地盤調査結果および各種試験

深度 (m)	SWS				SPT		各種試験結果										圧密試験結果	
	Wsw (kN)	Nsw	土質	水位	換算 N値	N値	ρ_c g/cm ³	含水 W _n %	液性 W _L %	塑性 W _P %	液性 I _L	塑性 I _P	a_v kN/m ²	C_c	P_c	mv	$e-\log P$	C_c ①
0.25	1.00	8	s		2.54	4.0												
0.50	1.00	20	s		3.34													
0.75	1.00	0	s		2.00	4.0	1.60											
1.00	0.75	0	s	1.0	1.50													
1.25	0.50	0	c		1.50	1.0												
1.50	0.50	0	c		1.50													
1.75	0.50	0	c		1.50	1.0												
2.00	0.50	0	c		1.50													
2.25	0.50	0	c		1.50	1.0												
2.50	0.50	0	c		1.50		1.60	66.0	54.8	25.1	1.38	29.7	29.2	0.63	62.0	0.00078		
2.75	0.50	0	c		1.50	0.0												
3.00	0.50	0	c		1.50													
3.25	0.50	0	c		1.50	0.0												
3.50	0.50	0	c		1.50													
3.75	0.50	0	c		1.50													
4.00	0.50	0	c		1.50													
4.25	0.50	0	c		1.50	0.0												
4.50	0.50	0	c		1.50													
4.75	0.50	0	c		1.50													
5.00	1.00	20	c		4.00													
5.25	0.75	0	c		2.25	0.0												
5.50	0.50	0	c		1.50													
5.75	0.75	0	c		2.25													
6.00	0.50	0	c		1.50		1.60	70.8	56.1	25.5	1.48	30.6	68.9	1.44	99.0	0.00051		
6.25	0.75	0	c		2.25	0.0												
6.50	0.75	0	c		2.25													
6.75	0.75	0	c		2.25													
7.00	0.75	0	c		2.25													
7.25	0.75	0	c		2.25	0.0												
7.50	0.75	0	c		2.25													
7.75	0.75	0	c		2.25													
8.00	1.00	0	c		3.00		1.59	65.4	77.8	32.8	0.72	45.0	75.5	0.77	115.1	0.00034		
8.25	1.00	0	c		3.00	1.0												
8.50	1.00	0	c		3.00													
8.75	1.00	12	c		3.60													
9.00	1.00	32	s		4.14													
9.25	1.00	68	s		6.56	2.0												
9.50	1.00	76	s		7.09													
9.75	1.00	32	s		4.14													
10.00	1.00	44	s		4.95													

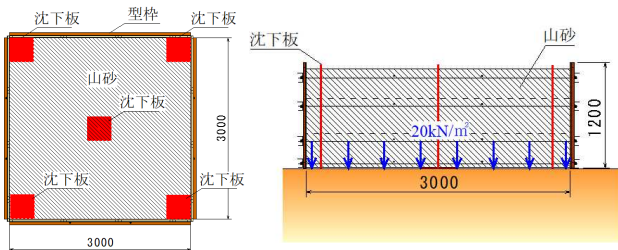


図1 実験概要図（平面・断面状況）

2. 圧密沈下量を求めるための長期載荷試験

2.1 実験概要

表1は、試験に先立ち実施した、試験地（熊本県宇城市）の各種地盤調査結果である。図1に実験概要図を示す。載荷は、3.0m×3.0m×1.2mの型枠に山砂を敷き詰め、20kN/m²程度の接地圧を確保した。また事前に、型枠の4隅と中央に沈下板を設置して、計334日間、沈下板のレベルを定期的に計測した。

2.2 長期載荷試験結果

図2に沈下板のレベル測量の経時的変化を示す。4隅の平均と中央の沈下量の推移に大きな差はなく、334日経過時点で約8mmの沈下量が確認できた。

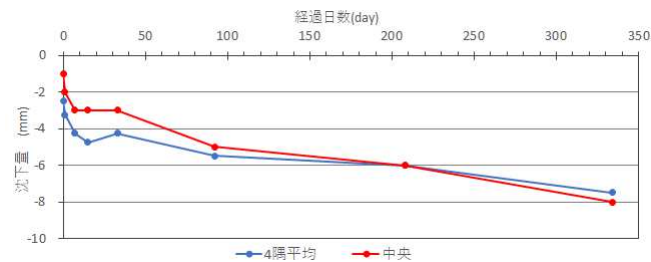


図2 沈下板（4隅平均と中央部）の沈下状況

2.3 圧密沈下量の解析結果

表2に圧密沈下量の検討手法を、表3にその検討結果を示す。当地盤は、圧密試験（表1）を行った3深度全てにおいて過圧密であったので、 C_c ①では、再圧縮指数 C_r を用いた。表3より4隅平均の値は、 C_c ①、 M_v ②および M_v ①が、実測値と類似していたが、中央部の値は、検討手法全てにおいて実測値より1.8～4.4倍程度と大きくなった。これは、①過圧密地盤のため沈下量が小さいことや、②載荷した山砂の剛性が影響していると推察する。

表2 圧密沈下の検討手法

検討手法	記号	用いるデータ
圧縮曲線法 ²⁾	$e-\log P$	圧密試験
C_c 法 ³⁾	C_c ①	圧密試験
簡便法 ⁴⁾	C_c ②	含水比試験
M_v 法 ⁴⁾	M_v ①	圧密試験
簡便法 ⁵⁾	M_v ②	SWS試験+含水比試験
簡便法 ⁴⁾	M_v ③	SWS試験

表3より4隅平均の値は、 C_c ①、 M_v ②および M_v ①が、実測値と類似していたが、中央部の値は、検討手法全てにおいて実測値より1.8～4.4倍程度と大きくなった。これは、①過圧密地盤のため沈下量が小さいことや、②載荷した山砂の剛性が影響していると推察する。

表3 圧密沈下量の検討結果一覧

計測位置	長期載荷試験実測値 S_a (mm)	圧密沈下量 S_c (mm)												
		圧縮曲線法	C_c 法				M_v 法							
			圧密試験		圧密試験		含水比試験		圧密試験		SWS+ W_n		SWSのみ	
			$e-\log P$	S_c/S_a	C_c ①	S_c/S_a	C_c ②	S_c/S_a	M_v ①	S_c/S_a	M_v ②	S_c/S_a	M_v ③	S_c/S_a
4隅平均	7.5	18.4	2.45	8.3	1.10	15.3	2.04	12.9	1.72	10.4	1.38	19.3	2.57	
中央	8.0	34.8	4.35	14.1	1.76	22.1	2.77	23.8	2.97	18.6	2.33	36.1	4.51	

Study on the risk assessment of differential settlement in the ground for small buildings (Part5. Long-term loading tests II)

AIZAWA Akihiko, NIKAWA Kazutaka, TAKATA Toru
WATANABE Yoshikatsu, SAKO Noriaki, WAKAI Akihiko

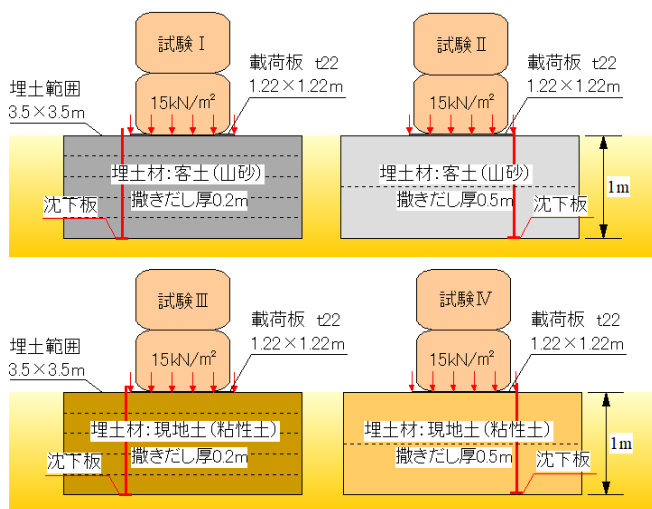
3. 圧縮沈下量を求めるための長期載荷試験

3.1 実験概要

試験は、茨城県古河市の土地（地形）で行った。図3に造成地盤の試験断面を示す。計4種類の造成地盤上に鉄板を載荷板として用い、その上に土砂を充填したフレコンバッグを積み重ねて、載荷荷重を 15kN/m^2 に設定した。なお、埋土の下端（GL-1m）には、事前に沈下板を設置し、計148日間、沈下板と載荷板のレベルを定期的に計測した。ここでは、載荷板レベルと沈下板レベルの差を埋土地盤の変位量（圧縮沈下）として求めた。表4に埋土材として用いた現地土と客土の物理試験結果とGL-0.25mで実施した現場密度試験の結果を示す。また、図4に埋土造成後に実施したスクリーウエイト貫入試験結果を示す。

3.2 長期載荷試験結果および考察

載荷板設置から148日経過までの埋土地盤の変位状況と降雨量を図5に示す。現地土を埋土材とした試験Ⅲ、Ⅳでは、初期の載荷段階で比較的大きな変位が生じ、特に撒き出し厚0.5mの試験Ⅳは、変位量約40mmと大きかった。これは、締固め不足による間隙の圧縮が原因と推察される。また、計測開始から26日目に34mm/日の降雨量が観測された。その前後の変位を見ると試験Ⅳに大きな差が生じて



※締固め機は、重量60kg、面圧55kN/m²のプレートコンパクターを用いた。

図3 実験概要図

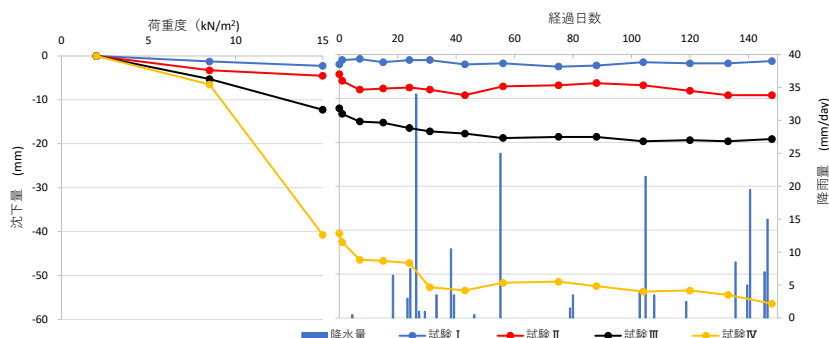


図5 載荷板設置からの変位状況と降雨量

いる。試験Ⅳは他の試験体体に比べ締固め度57.3%と小さく、圧縮沈下（水浸沈下）の影響が顕著に生じたと考えられる。

図6は、最終荷重載荷時の変位量を0とし、その後の変位量の経過と最低気温を示している。148日経過時点での変位量は、試験Ⅰ<Ⅱ<Ⅲ<Ⅳの順で大きくなり、締固め度（表4）との相関が見られる。また、撒き出し厚の小さい方が変位量は小さく、現地土（粘性土）に比べ客土（砂質土）の方が変位量は小さくなる傾向が見られた。なお、図6では一部変位量が+方向に戻っている測点があるが、これは最低気温が氷点下となる時期と重なっていたことから、凍上の影響を受けた可能性があると考えられる。

表4 埋土材の土質性状および現場密度試験結果

各種試験結果														
試料名	ρ_t g/cm ³	ρ_s g/cm ³	含水 W_n %	液性 W_L %	塑性 W_p %	粒度　%				締固め		現場密度(GL-0.25m)		
										ρ_{dmax} g/cm ³	W_{opt} %	試験 No.	現場含水比 %	締固め度 %
						粘土	シルト	砂	レキ					
客土	2.103	2.618	13.1	—	—	4.0	4.8	56.4	34.8	1.936	12.7	I	9.84	83.7
												II	9.65	72.1
現地土	1.434	2.497	66.1	85.0	58.6	19.1	55.0	25.9	0.0	0.94	57.4	III	67.2	70.2
												IV	70.2	57.3

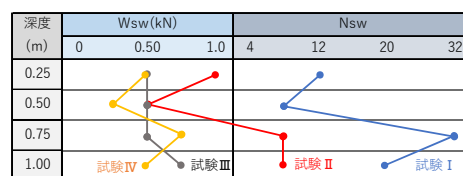


図4 造成後のスクリーウエイト貫入試験結果

4. おわりに

本研究では、まず圧密沈下に関しては過圧密地盤で実施した影響もあり、十分な結果は得られなかったが、引き続き、検討手法の妥当性を検証したいと考えている。また、圧縮沈下に関しては、埋土材の土質、撒き出し厚、締固め度、ならびに降雨量や気温によって変化することが長期載荷試験で確認できた。

参考文献

- 1) 渡辺佳勝・他：小規模建築物の地盤における不同沈下のリスク評価技術の研究（その3：長期載荷試験），2022年度日本建築学会大会（北海道），2022.9
- 2) 日本建築学会：基礎構造設計指針，pp44-45，2019.11
- 3) 日本建築学会：基礎構造設計指針，pp137-138，2001.10
- 4) 日本建築学会：小規模建築物基礎設計指針，pp49-52, 81-85，2008.2
- 5) 日本道路協会：道路土工軟弱地盤対策工指針，p47，S61.11

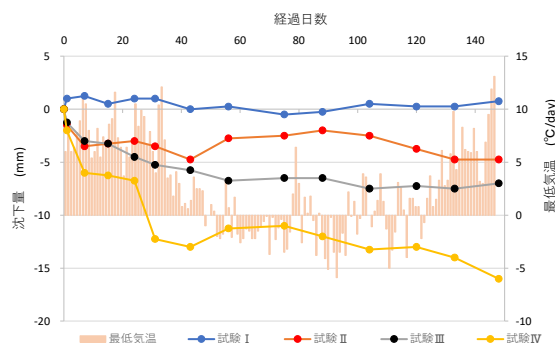


図6 荷重載荷後の変位状況と最低気温

*1 トラバース

*2 積水化学工業

*1 Travers

*2 Sekisui Chemical

*3 設計室ソイル

*4 大和ハウス工業

*3 Soil Design

*4 Daiwa House Industry

*5 日本大学

*6 群馬大学

*5 Nihon University

*6 Gunma University