

いわき市平地区の地盤沈下の推移におよぼす
軟弱粘性土地盤の影響

日本大学工学部 学生会員 ○鈴木 雄大
日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

いわき市平地区では、昭和 40~50 年代頃から軟弱地盤地域の都市開発や地下水の汲み上げにより圧密沈下が問題となっている。既往の研究では、これに加えて 2011 年東日本大震災の発生による地盤沈下も報告されている¹⁾。そこで本研究では、既往の研究で調査した地点について、追加の測量地調査を行った。さらに既往のボーリング地点よりサンプリングした軟弱粘性土の有機質シルトとシルトについて物理試験と力学試験を行い、長期にわたる沈下、地震による沈下の要因について考察を行った。

2. 現地調査

調査地点はいわき駅の南西部新川沿いのエリアである。調査では、追加測量を平成 29 年 12 月 11 日実施した。図-1 に調査地点を示す。同図にはボーリング地点をあわせて示した。図-2 に新川左岸堤防上(No.12)地点の昭和 56 年からの沈下量を示す。長期間(32 年間)にわたって、90cm 近い沈下が発生している。その間に東日本大震災では、10cm(推定値)程度沈下している¹⁾。さらに、2016 年と比べ、1 年間で約 1.5cm 沈下しており、沈下が継続していることがわかった。

3. 室内試験による沈下要因の推定

図-3 に調査地点の土質柱状図を示す。図に示す 3 深度でサンプリングしたが、ここでは表層の有機質シルトと下層のシルトについて実験を行った。物理試験は、土粒子の密度試験(JIS A 1202)、土の粒度試験(JIS A 1204)、土の液性限界・塑性限界試験(JIS A 1205)、強熱減量試験(JIS A 1226)を実施した。力学試験は、まず、定ひずみ速度載荷による圧密試験(JIS A 1227)を実施した。試験条件は、背圧 100kN/m²、ひずみ速度 0.01%/min とした。次に非排水繰返しせん断試験は中空ねじり試験装置を用いて行った。背圧は 100kN/m² とした。圧密応力 σ_{c0} は、現地の土被り圧とし、表-1 のように設定した。繰返しせん断応力比は、東日本大震災の揺れの大きさと継続時間を考慮して、比較的高い応力比で繰返し回数が多い条件とした。その後、再圧密試験を実施した。なお、有機質シルトは、排水量が小さかったため、同じ供試体に対し、続けてさらに大きい応力比(0.4)の載荷を行った。

表-2 に試験結果をまとめて示す。有機質シルトは、土粒子の密度 ρ_s が小さく、自然含水比および強熱減量が大きいことから高有機質土とみなせる。シルトは粘土(高液性限界)に分類される。定ひずみ圧密試験の結果を図-4,5 に示す。圧密降伏応力 p_c は、有機質シルトが 55kPa、シルトが 110kPa であった。図-6 に現場の有効土被

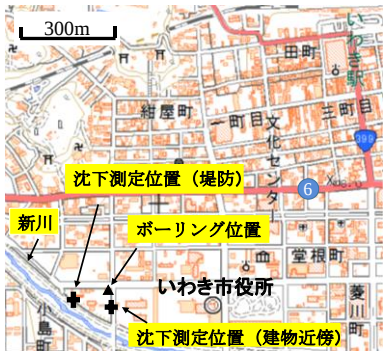


図-1 現地調査位置図
(国土地理院地図に加筆)

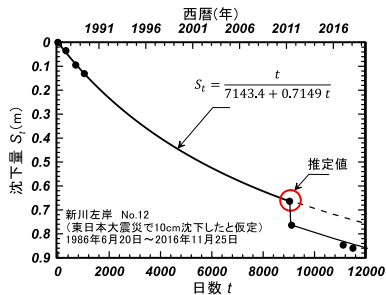


図-2 沈下量の時刻歴 (新川左岸堤防上)

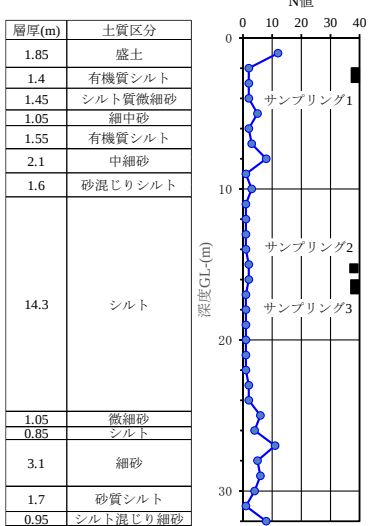


図-3 土質柱状図

表-1 非排水繰返しせん断試験条件

	深度 GL-(m)	σ_{c0} (kN/m ²)	応力比	載荷回数
有機質シルト	2.85~2.95m	30	0.3, 0.4	40
シルト	16.0~16.9m	110	0.3	40

キーワード 圧密沈下, 軟弱粘性土, 非排水繰返しせん断, 過剰間隙水圧, 再圧密

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部土木工学科 TEL024-956-8710

り圧と圧密降伏応力の関係を示す。シルトの圧密降伏応力は、現場の有効土被り圧とほぼ等しく、正規圧密状態にあることがわかった。このことから長期にわたる圧密沈下には、シルトの影響が大きいものと考えられる。一方、表層の有機質シルトは、過圧密状態にあり、すでに圧密沈下は終了しているものと考えられる。

図-7 にシルトの非排水繰返しせん断試験の応力-ひずみ関係(a)と有効応力経路(b)を示す。シルトの最大せん断ひずみは約 0.6%、最大過剰間隙水圧比は 0.10 程度であった。なお有機質シルトの最大せん断ひずみは約 0.3%、最大過剰間隙水圧比は 0.06 程度であった。いずれも 0.1%を超える大きいひずみが生じている割には、過剰間隙水圧の発生は小さかった。再圧密試験結果を図-8 に示す。有機質シルトは、圧密終了も早く、圧密量も小さい。シルトは 2 次圧密挙動を示しており、今後長期沈下の可能性が考えられる。ただし、実験と現場の排水長の比較から、シルト層の体積ひずみは、地震後 1~2 年のスパンでみると 0.1%以下と推定されるため、層厚を考慮すると、地震による 10cm 程度の沈下を再圧密により説明できない。これは、有機質シルトについても同様である。

4.まとめ

いわき市平地区の測量調査と軟弱粘性土の室内試験を行った結果、以下のことがわかった。

1) 2016 年から 1 年間で約 1.5cm 沈下しており地盤沈下が継続している。2)本地区の長期にわたる沈下は、正規圧密状態のシルト層が原因である。3)地震による沈下は、有機質シルト、シルトともに非排水繰返しせん断後の再圧密では説明がつかないことがわかった。今後は、地震による沈下メカニズムを解明するために地震による揺すり込み沈下に着目した実験を行う。

5. 謝辞

本研究は JSPS 科研費基盤研究(A)16H02362(代表:安原一哉 茨城大学)の助成を受けたものです。ここに感謝の意を表します。

6. 参考文献

1)川井大介,仙頭紀明(2017): いわき市平地区における地盤沈下量の推移と地盤の堆積構造の関係性について, 平成 28 年土木学会東北支部技術研究発表会,III-59.

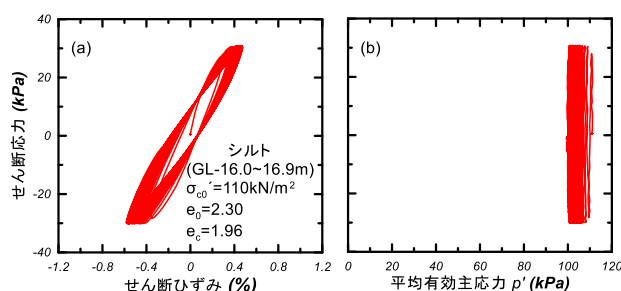


図-7 非排水繰返しせん断試験結果(シルト)

表-2 物理・力学試験結果

	GL-2.00~2.95m	GL-16.0~16.9m
土質区分	有機質シルト	シルト
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.178	2.675
自然含水比 (%)	316.7	77.3
砂分 (%)	-	1.9
シルト分 (%)	-	58.1
粘土分 (%)	-	40
強熱減量 (%)	43.9	8.0
液性限界 (%)	-	112.5
塑性限界 (%)	-	44.3
塑性指数 I _p	-	68.2
液性指数 I _L	-	0.48
工学的分類	Pt 高有機質土	CH 粘土 (高液性限界)
湿潤密度 (g/cm ³)	1.048	1.336
乾燥密度 (g/cm ³)	0.234	0.707
飽和度 (%)	91.2	85.5
p _c (kPa)	55	110
C _c	5.06	1.1
c _v (cm ² /d)	4553	38.2
m _v (1/kPa)	0.00253	0.00088

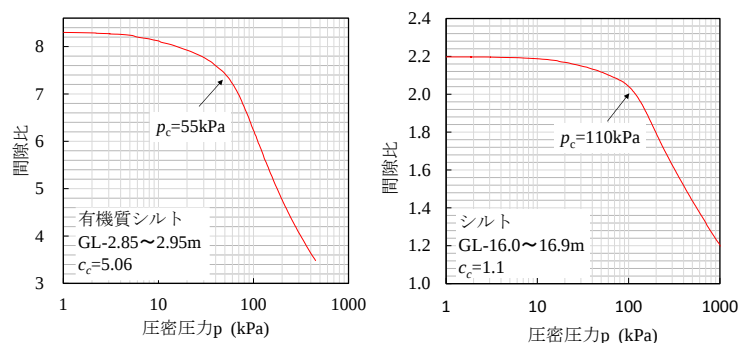


図-4.5 定ひずみ圧密試験結果(左,有機質シルト 右,シルト)

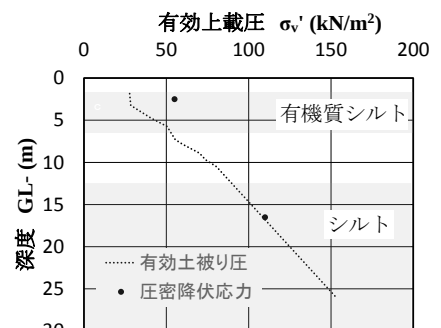


図-6 現場の有効土被り圧と圧密降伏応力の関係

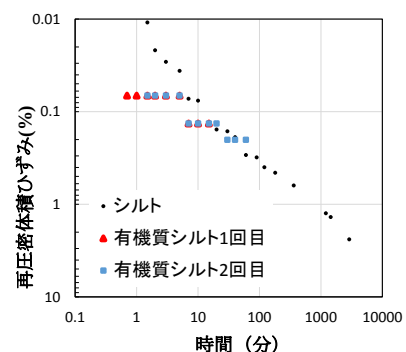


図-8 再圧密試験結果