

長岡技術科学大学大学院 非会員 ○衣川元貴
 長岡技術科学大学 正会員 大塚悟
 元長岡技術科学大学大学院 非会員 HO SY QOUC

1. はじめに

日本海沿岸東北自動車道は、新潟市を起点として酒田市、秋田市などを経て青森市に至る総延長約340kmの高速道路である。新潟県内では、約90kmであり、海岸州と河川によって構成された軟弱地盤上で盛土を構築したため、供用後、長期沈下の影響から交通に支障を及ぼし、継続的な維持・補修を余儀なくされている。しかし、沈下進行は止まらず、今なお続いている。そのため、本研究では、数値解析（弾塑性圧密変形解析）により検討区間（日本海沿岸東北自動車道の聖籠新発田IC～中条IC間）の盛土の長期沈下のメカニズムを明らかにすることを目的とする。

2. 地形・地質概要

検討区間の地質は図1に示す。図より海成粘土層が厚く堆積していることが分かる。海成粘土は鋭敏比が高く、圧縮性が大きく、圧密沈下しやすいという特徴がある。また、サンドシームなど中間排水層も少ないため、軟弱地盤層全体の透水性も非常に低く、さらに中間砂層（As2）および基盤の砂礫層（Dg）は被圧されているため、圧密が長期化しやすい。

3. 供用後の沈下状況

検討区間で海成粘土から構成される軟弱層地盤がある地域である。供用後に盛土の沈下が生じたために、走行性が悪化した。対策にオーバーレイ工法を実施したが、沈下が長期的に継続したために、オーバーレイ舗装も複数回を実施される問題が生じた。オーバーレイ舗装を繰り返し実施すると、累計沈下量の増加に伴い盛土荷重が増加し、悪循環に陥る。そのため、道路の維持管理において沈下の将来予測を行い、今後のオーバーレイ舗装の可能性を検討することは重要である。長期沈下が予測される場合には軽量盛土などのように地盤沈下を軽減する抜本的な対策が有利になることも考えられる。本研究では日本海沿岸東北自動車道で比較的地下量の大きいA川の近傍盛土を取り上げて、施工履歴を考慮した盛土の沈下解析を実施する。地盤データはNEXCOエンジニアリング新潟（株）の提供を受けた。その際にA川の左右岸の盛土で地盤構成が余り変わらないと想定され

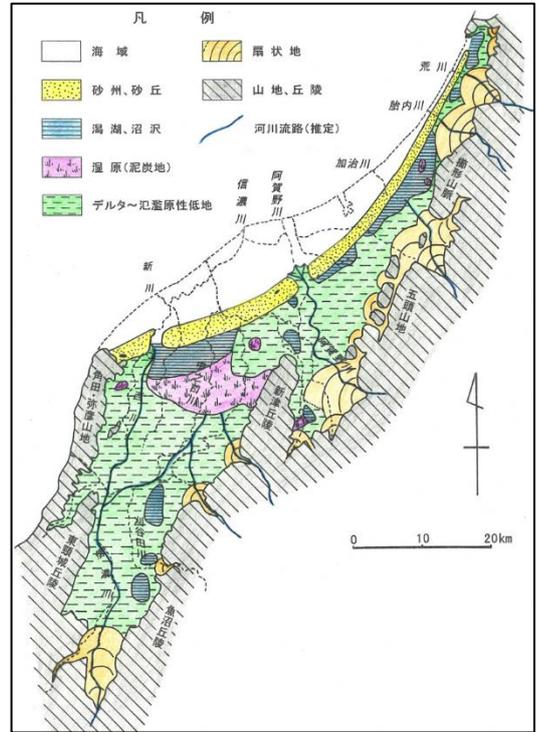


図.1 検討区間の地図

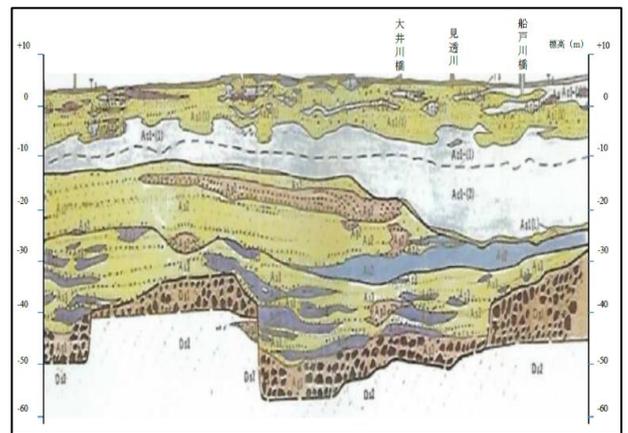


図.2 検討区間の地質図

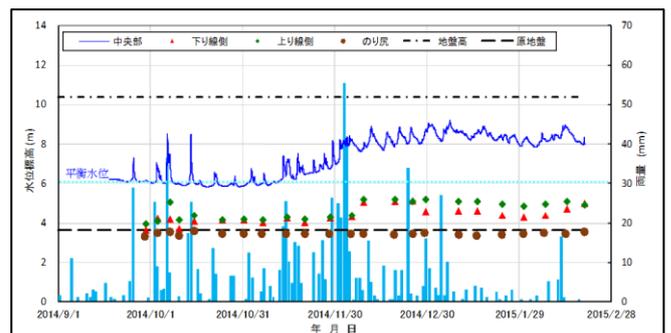


図.3 A川左岸側 地下水

るにも拘わらず、沈下量に差異のあることが明らかとなり、盛土内の地下水位の計測についてもデータを頂いた。本研究では 上記の変形解析に加えて、過去2年間の降水量データを用いて、盛土内の地下水位の変化についての不飽和・飽和浸透解析模擬解析を実施した。不飽和浸透特性についてはデータのないことから、一般的な物性を仮定して実施した。

4. 沈下原因分析

オーバーレイ以外の原因としては盛土内の地下水位の変化、交通荷重、現地の地盤の沈下特性などが考えられる。その中で、盛土内の地下水位の変化の影響について検討した。旧紫雲寺湧に位置する検討区間での盛土内の地下水位観測を行った。図にA川左岸で計測した地下水位を示すが、盛土内の水位は2mほどの季節変動がある。解析では盛土材料に比較的細粒分の多い沖積粘土の一般的な物性値を仮定した解析事例を示す。盛土内の初期含水分布が不明であることから、解析期間を2年間として後半の1年間を図示している。しかし、地下水位の変動は高々1mであり、実測値を大きく下回る結果となった。当該盛土は地山の掘削土を用いているが、物性値は不明である。今後は不飽和浸透特性について現地採取土の試験を実施し、継続して解析的検討を実施する。

5. 盛土長期沈下のシミュレーション

オーバーレイや盛土内の地下水位の繰返し変化が盛土長期沈下にどう影響するか確認するため、弾塑性構成式 SYS カムクレイモデルを用いて、盛土沈下のシミュレーションを実施した。解析定数は建設時のデータを参照したが、不足するデータについては Inagaki et al.(.)を参照した。現析条件や地盤定数の設定に課題を残すものの、盛土の長期沈下を適正に評価することができた。しかし、解析では、盛土荷重が大きくなると変形量が大きくなって解析できない問題が生じた。この点については引き続き検討が必要である。

図.7に、対象としてA川の左岸における、盛土の载荷履歴と現在までの沈下～時間関係を示す。7.5mの高速道路用盛土に対し、計画当初は、最大2.1mの沈下がされていた。しかし、図に示すように、供用後14年間で(2016年2月)、すでに沈下が3.9mを超え、約1.6mもの残留沈下が発生している。

6. 参考文献

- 1) Motohiro INAGAKI : A Study based on a Proposed Simple Method for the Assessment of Large Long-term Settlements in Naturally Deposited Clay Grounds due to Embankment Works, and on Related Predictions and Countermeasures.

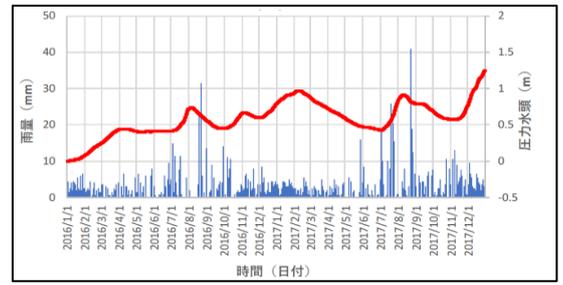


図.5 中条市での計算結果 (沖積土)

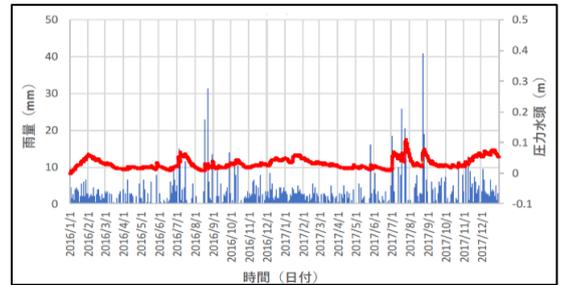


図.6 中条市での計算結果 (関東ローム)

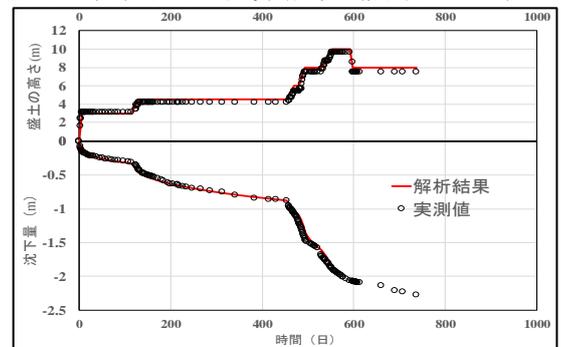


図.7 時間～沈下量関係の解析結果

表.1 材料定数と初期値

	Sand-1	Clay-1	Clay-2	Sand-2	Clay-3	Clay-4	Clay-5	Clay-6	Sand-3	Clay-7	Sand-4
厚さ	8.0 (m)	3.0 (m)	3.0 (m)	1.0 (m)	2.0 (m)	4.0 (m)	4.0 (m)	4.0 (m)	3.0 (m)	5.0 (m)	3.0 (m)
＜弾塑性パラメータ＞											
λ	0.05	0.24	0.05		0.24		0.05	0.24	0.05	0.24	0.05
κ	0.012	0.055	0.012		0.055		0.012	0.055	0.012	0.055	0.012
M	1.0	1.3	1.0		1.3		1.0	1.3	1.0	1.3	1.0
N	1.98	2.5	1.98		2.5		1.98	2.5	1.98	2.5	1.98
ν	0.3	0.1	0.3		0.1		0.3	0.1	0.3	0.1	0.3
＜発展則パラメータ＞											
m	0.06	1.0	0.06		1.0		0.06	1.0	0.06	1.0	0.06
a	2.2	0.3	0.33	2.2	0.33	0.22	0.4	0.5	2.2	0.8	2.2
b	1.0	0.75	1.0		0.75		1.0	0.75	1.0	0.75	1.0
c	1.0	0.2	1.0		0.2		1.0	0.2	1.0	0.2	1.0
b_1	3.5	0.001	3.5		0.001		3.5	0.001	3.5	0.001	3.5
m_b	0.7	1.0	0.7		1.0		0.7	1.0	0.7	1.0	0.7
$\rho_s (t/m^3)$	2.65	2.64	2.65		2.64		2.65	2.64	2.65	2.64	2.65
$k_v (cm/sec)$	1×10^{-2}	4×10^{-7}	2×10^{-7}	1×10^{-7}	1×10^{-8}	1×10^{-8}	1×10^{-7}	4×10^{-7}	1×10^{-8}	1×10^{-8}	1×10^{-2}
＜初期状態＞											
V_0	1.57	3.4	3.34	1.83	3.51	3.74	3.17	2.93	1.45	2.52	1.5
1/R*	1.3	165	120	1.3	380	1580	60	15	1.05	2.5	1.1
K_0	0.6	0.5	0.6		0.5		0.6	0.5	0.6	0.5	0.6
β	0.72	0.9	0.72		0.9		0.72	0.9	0.72	0.9	0.72