

旧北上川河口部における軟弱地盤上の堤防整備について

国土交通省	東北地方整備局	北上川下流河川事務所	工務第一課	正会員	○高田	浩穂
国土交通省	東北地方整備局	北上川下流河川事務所	工務第一課		齋藤	昭二
国土交通省	東北地方整備局	北上川下流河川事務所	工務第一課		皆澤	和哉
			川崎地質(株)	正会員	太田	史朗
			川崎地質(株)		古谷	充史

1. はじめに

東日本大震災による大津波により激甚な被災を受けた宮城県石巻市の市街地中心部を流れる旧北上川河口部では、現在、旧北上川河口部河川復旧・復興事業として堤防整備を進めている。当該地は、最大約50m厚にも及ぶ軟弱地盤が分布しており、築堤の盛土施工にあたり、背後に位置する家屋等への盛土沈下の影響を的確に予測し、影響が大きい区間については影響軽減対策を実施することが必要不可欠である。

軟弱地盤上の盛土施工では、事前の沈下予測値と実測値との間に差異が生じ施工時に不測の事態が生ずることがある。この要因として、土質の不均一性も去ることながら、事前の土質調査が不十分あるいは過度に簡略化したり危険側のモデルで予測がなされていたり、あるいは、施工中に十分な精度で動態観測を行わず、事前予測値と実測値との照合が不十分なことが挙げられる。この要因を解消するには、事前の十分な土質調査および現場で得た動態観測データを早い段階でフィードバックし、物性値を含めた解析モデルを最適化し、予測精度を向上させることが重要である。これらを踏まえ、当該事業では、十分な土質調査及び土質試験データに基づき沈下量や影響範囲の予測を行い、加えて、本施工に先立ち試験盛土を実施し、そのデータを検証することで、解析モデルを最適化し対策工の検討を行うこととした。

本報告ではこのうち試験盛土の実施までの内容を報告する。



2. 堤防整備区間の概要

石巻市街地は、舟運による川湊町として拓けた歴史的経緯から、沿川には多くの家屋やビルが建っており、築堤予定区間の堤防背後に位置している（写真-1 上）。

また、沖積平野である旧北上川河口部は、北上川が運んだ膨大な土砂が堆積し、築堤予定区間は、柔らかい粘性土層を含む厚さ約20m～50mもの軟弱地盤である（図-2）。

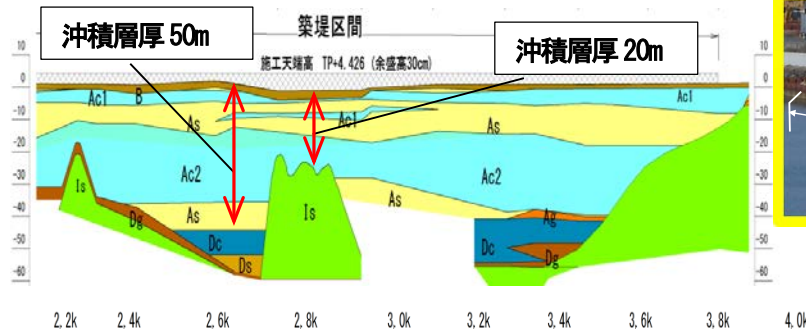


図-2 築堤予定区間（左岸）の土質縦断面図

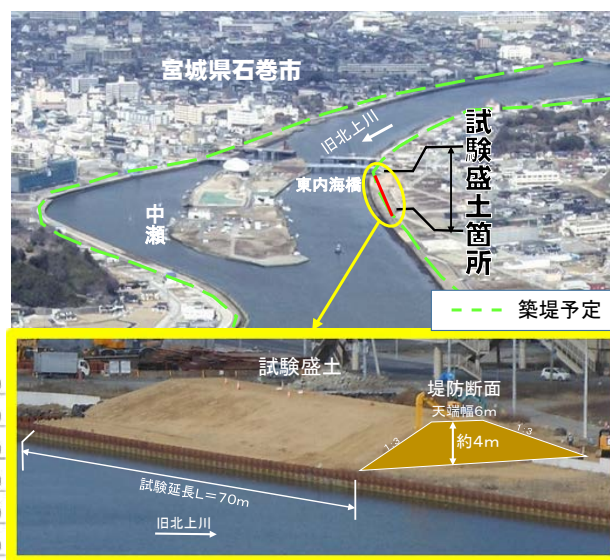


写真-1 旧北上川河口部の状況（上）と試験盛土箇所（位置、延長、断面）（下）

キーワード 軟弱地盤、堤防盛土、近接施工、事前予測、動態観測、妥当性評価

連絡先 〒986-0861 宮城県石巻市蛇田字新下沼 80 北上川下流河川事務所 TEL 0225-95-0194

3. 軟弱地盤の特徴

当該地の土層は上位より盛土層(B)、沖積層 (As,Ac)、洪積層 (Dc、Ds、Dg)、基盤岩(Is)が分布する。沖積層は 20～50m の層厚を有し、このうち圧密沈下層は陸成粘性土の Ac1、海成粘性土の Ac2 である。

図－3 に築堤区間の物性値(間隙比(e)、自然含水比(wn)、塑性指数(Ip)) の代表的な深度分布を示す。図－3 に示すように、層厚が厚い海成粘性土 Ac2 層は、深度方向の物性変化が認められたため 4 層に細分化した。

また、圧密試験は定ひずみ速度圧密試験を併用し、圧密降伏応力 P_c 付近の精度を高めた(図－4)。その結果、堤防中央から離れた荷重レベルの小さい堤防法尻地点そして法尻遠方地点の沈下予測精度が向上したと考えられる。

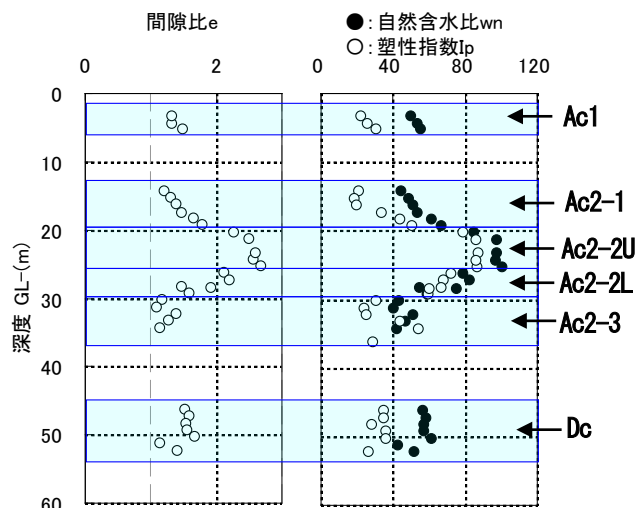


図-3 深度方向の物理特性 (Ac1, Ac2)

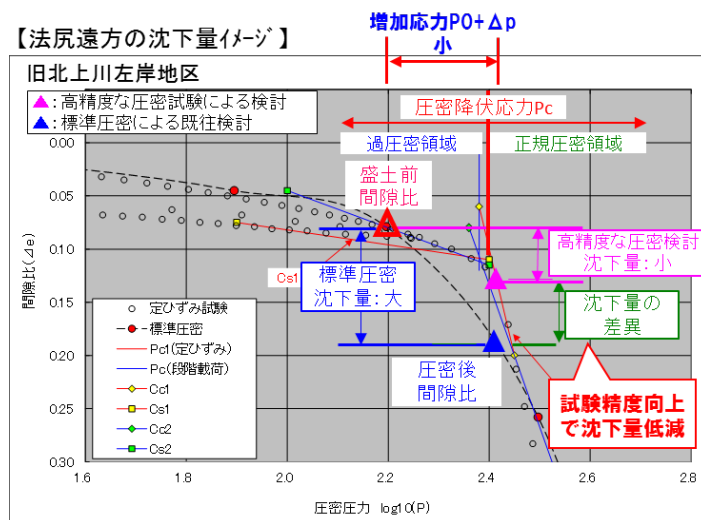


図-4 圧密降伏応力 P_c 付近の圧密曲線の補間

4. 試験盛土の概要

当事業では、築堤盛土による堤防背後の家屋等の引き込み沈下の影響を軽減する地盤対策として、荷重分散を抑制する応力遮断壁を堤内側に計画している。盛土沈下による影響量や対策要否の判断を的確に行うことを目的として試験盛土(写真－1 下)を行い、事前解析で得た沈下量や沈下時間、周辺への影響量(水平・鉛直変位とその発生範囲)の予測値と、試験盛土で得られる実測値とを比較することで、物性値と解析モデルを検証し最適化する。試験施工は周辺に家屋が無く、本施工を兼ねられる地区を選定し以下の内容で実施した(表－1)。

表-1 試験盛土の概要

- ◆ 試験延長は、試験箇所軟弱層厚(18m)の3倍(18m×3=54m)以上 ⇒ 試験延長 70m
- ◆ 試験盛土期間: H28年2月～H28年5月の4ヶ月間(盛土: 2/4～2/18、観測: 2/4～5/31)
- ◆ 施工厚 3.9m(盛土施工高)、想定沈下量 0.5m、盛土速度 30cm/日
- ◆ 試験施工の検討事項 ⇒ 土質調査結果から適切な物性値を設定し沈下予測を行う手法の確立
 - ・層別沈下量から各層の圧縮指数(過圧密 Cs、正規圧密 Cc)、圧密係数 Cv の設定方法、二次圧密有無
 - ・沈下量の急増地点から圧密降伏応力 P_c (過圧密領域)
 - ・Ac2 に作用する間隙水圧(増加応力)から砂層を考慮した分散荷重の計算手法の確立
 - ・変位杭の測定結果から影響範囲(軟弱層厚・沈下量と影響範囲の相関性)

5. まとめと今後について

今回、沈下量や近接家屋への影響範囲の事前予測解析に加え、影響量や対策要否を的確に把握する目的で試験盛土を実施した。詳細な試験結果は別の機会で報告するが、今回得られた計測データから事前の検討手法及び沈下予測値の検証・評価を行った上で、解析モデルの構築や本施工における動態観測に反映し、円滑な堤防整備へと繋げて行く予定である。

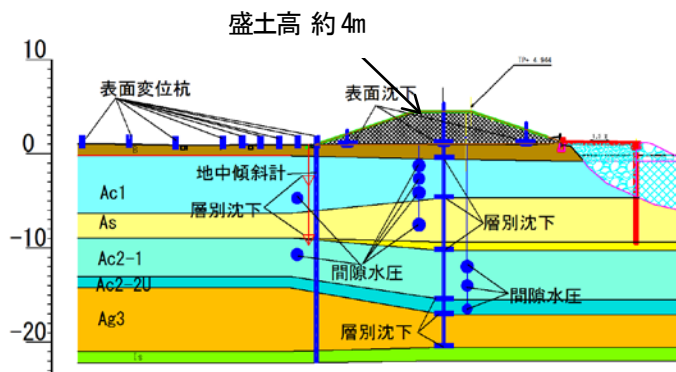


図-5 計測器の設置状況図