

試験盛土に基づく固化改良を用いた引き込み沈下対策の設計検討について

川崎地質(株) 正会員 ○太田 史朗

川崎地質(株) 正会員 大坪 智博

国土交通省 東北地方整備局 正会員 松芳 健一

国土交通省 東北地方整備局 榎 清和

国土交通省 東北地方整備局 菅原 匠

1. はじめに

宮城県石巻市では、市街地中心部を流れる旧北上川河口部の河川復旧・復興事業として堤防整備を進めているが、当該地には、最大約50m厚にも及ぶ軟弱地盤（沖積層）が分布するため、築堤盛土による背後に位置する家屋等への引き込み沈下対策として、固化改良による応力遮断壁を計画している。当該地区では、本施工に先立ち2回の試験盛土を実施し、対策工の設計検討を実施した。まず、既設構造物と十分な離隔がある地区で無対策での試験盛土を実施し、物性値の設定方法を確立した上で、二次元弾塑性 FEM 解析による予測に基づき要対策区間と対策工法（固化改良壁）を決定した。

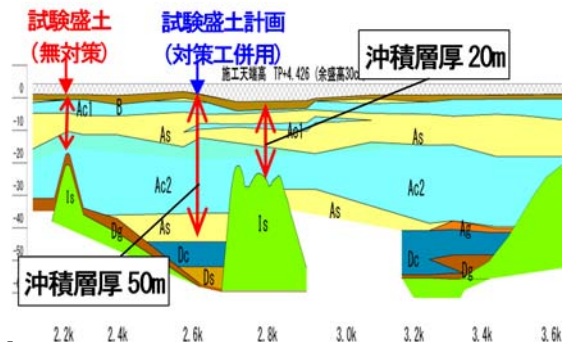


図-1 検討箇所の土質状況

続いて、固化改良壁を含む試験盛土を行い、縁切り効果のモデル化や対策規模の妥当性について、現地計測に基づき検証した。本報告では、これらの一連の設計検討の流れおよび得られた成果について報告するものである。

2. 試験施工を踏まえたモデルの最適化

粘性土 Ac2 を深度方向の物性変化に応じて4層に細分化（図-2）し、各層で圧密特性（圧密降伏応力 P_c 、圧縮指数 C_c ）を把握した。なお、土被り荷重が大きい深部の粘性土に段階載荷方式の圧密試験を適用した場合、 P_c 値近傍の載荷ステップが大きく、セメンテーションや年代効果による擬似過圧密の状況（S 字型に張り出した曲線変化点）を適切に把握出来ないことから、定ひずみ速度載荷圧密試験（同試験は一般に大きめの圧密降伏応力となる）と段階載荷による標準圧密試験とフィッティングし P_c を補正した（図-3）。

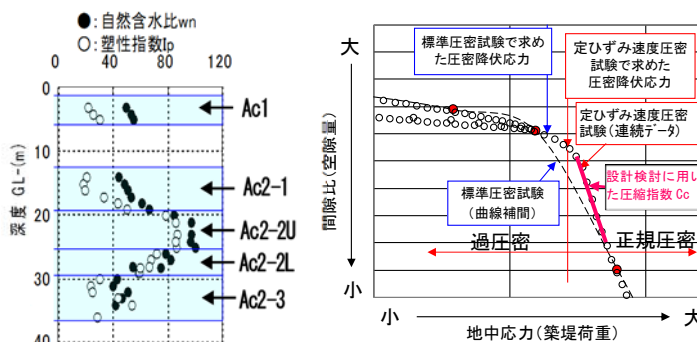


図-2 深度方向の物理特性 図-3 圧密試験評価の模式図

側方地盤の引き込み沈下について、二次元弾塑性 FEM 解析（関口太田モデル）による予測値と試験盛土の実測値を比較した結果を図-5 に示す。予測値は実測値の横断沈下形状とほぼ一致したためモデルは妥当と判断した。

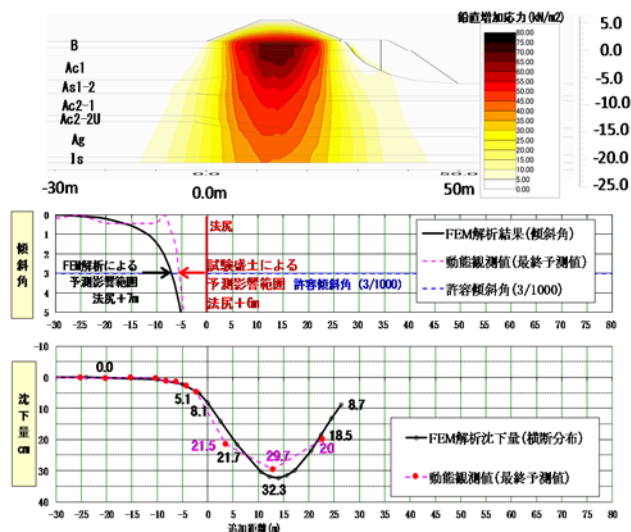


図-5 予測値と動態観測値の対比

キーワード 地盤改良、近接施工、動態観測、堤防盛土、妥当性評価

連絡先 〒983-0852 宮城県仙台市宮城野区榴岡三丁目4-16 川崎地質株式会社北日本支社 TEL 022-792-6330

3. 固化改良壁による応力遮断（縁切り）効果の検証

対策工は対策深度が30m超となること、中間にN値10～20の砂層が分布することから「固化改良」が最適と判断した。なお、対策工のモデルとしては、改良体を線形弾性体と見なした上で、改良体と軟弱地盤の接触面にせん断破壊要素を組み込んだ「バイリニア要素」を適用した（図-6）。

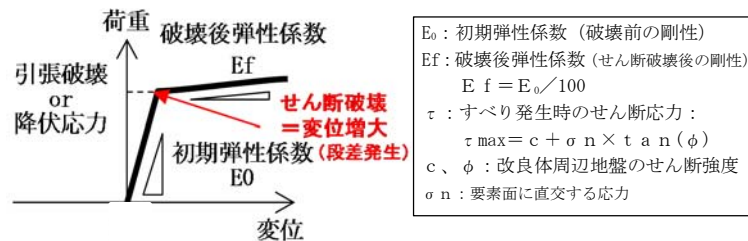


図-6 改良体の縁切りモデル（バイリニア要素）

図-7に対策工を含む試験盛土による改良地盤における引き込み沈下量の実測値と予測値の対比結果を示す。なお、同図は、改良体と地盤の接触面を線形弾性として計算した予測値も併記し、上段から沈下量（cm）、下段が傾斜角（1/1000）である。

実測による得られた引き込み沈下量は、予測値のうち、改良体と地盤の接触面にバイリニア要素を導入し、せん断破壊後の剛性を初期剛性の1/1000まで低下させた予測値と概ね一致した。この結果は、複数測線での計測でも同様の結果が得られており、固化改良体による引き込み沈下対策の効果を予測する際のモデル化手法として有用な結果が得られたと考えられる。

対策規模については、改良体と地盤の接触面にバイリニア要素を導入しないモデルでは、不動沈下の許容値（傾斜角3/1000）以下にするための必要改良幅4列に対して、導入モデルでは2列であり、実測によっても予測どおりの効果が得られていることが確認された。

4. まとめと得られた成果

本検討では、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検証することで、適切な予測モデル

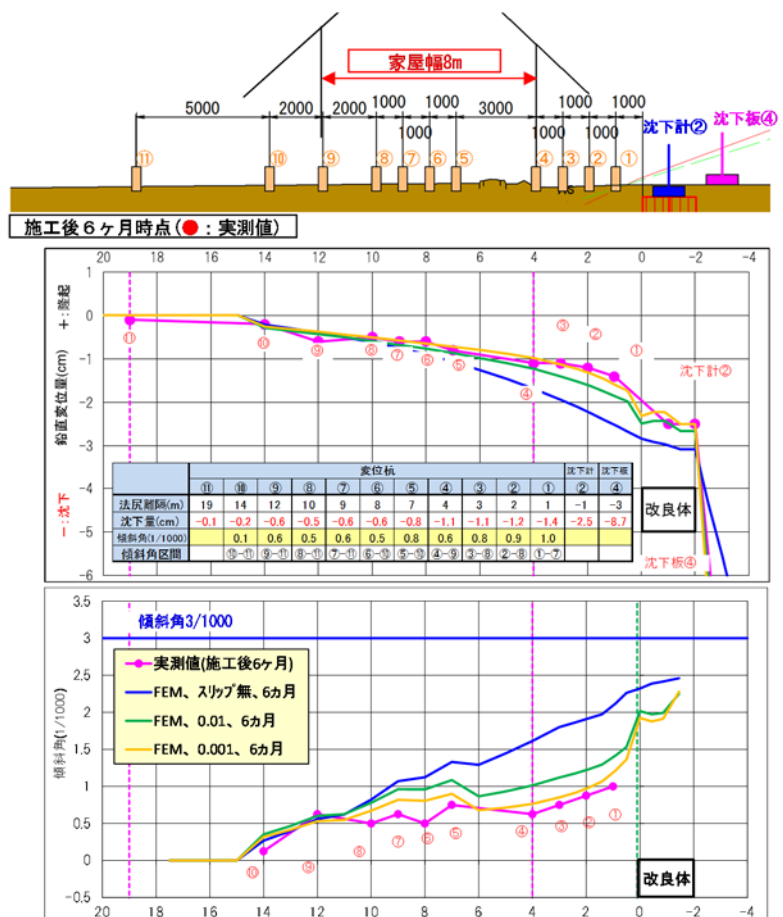


図-7 引き込み沈下の比較検証結果

（物性値・解析手法）に基づく影響範囲の検討および対策要否の判定を実施することが出来た。また、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対策は、堤防法尻部への応力遮断壁（固化改良）を選定したが、地盤と改良体の縁切り挙動をモデル化することで、家屋との離隔距離に応じた適切な対策仕様を決定出来た。

なお、本報告の検討は、旧北上川軟弱地盤対策検討会の各委員の皆様の多大なご助言により実現した。ここに、深く感謝を申し上げます。