

## 軟弱地盤上の道路盛土の性能設計検討事例 (その2) 長期変形挙動の再現と今後の予測

日本道路公団 試験研究所  
前田建設工業 技術研究所

稲垣太浩  
○藤山哲雄 竜田尚希 石 黒 健

### 1. はじめに

性能設計では、軟弱地盤上の道路盛土が供用開始後の長期間に渡って安全性、走行性、耐久性、環境適合性、経済性、維持管理の容易性等を確保できることを、あらかじめ保証することが必要とされる。そのため、道路盛土～軟弱基礎地盤～周辺地盤全体の応力や変形挙動を精度良く再現するためのツールとして、弾粘塑性圧密連成FEM解析手法を用いた。本文では、この解析手法が①神田地区の短期的な道路盛土の変形挙動、②長期的な供用後の残留変形挙動、③構造物と盛土との境界に生じる縦断方向の不同沈下形状、④周辺地盤の変状等をどの程度の精度で再現できるのか検証した。さらに本モデルを用いて神田地区の供用50年後の残留沈下予測を試みた結果を報告する。

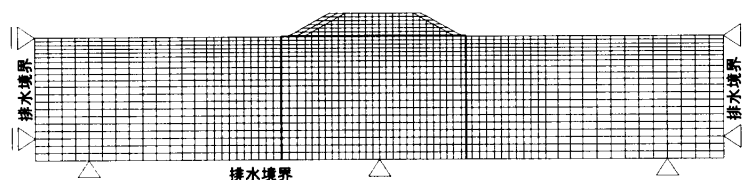


図1 試験盛土の解析メッシュ図と解析条件

### 2. 試験盛土に対する再現解析

神田地区では本工事に先立ち、無対策とサンドドレーン工法の2つの試験盛土が実施された。まずこの試験盛土を対象に、短期沈下挙動の再現解析を試みた。図1には解析に用いたメッシュ図と境界条件を示す。土の構成モデルとして関口・太田モデルを取り込んだ土／水連成FEM解析手法を用いた。詳細は文献<sup>1)2)</sup>を参照されたい。(その1)に示した地盤調査結果をもとに各種パラメータを設定し、実盛土工程に合わせて盛土要素を順次追加した。図2には両試験盛土時の短期的な地盤の沈下および粘性土層(Ac2-2層)の過剰間隙水圧の実測値と解析値との比較を行った結果を示す。神田地区の基礎地盤は、表層部分にクラスト(硬い粘土層)や砂層が存在し、その物性は未だに不明な点が多い。このため、短期の沈下量は完全な一致を見るには至っていない。一方、粘性土層での過剰間隙水圧の発生と消散、これに対応する残留沈下の違いなど、サンドドレーン打設に伴う地盤挙動の違いはうまく表現された。

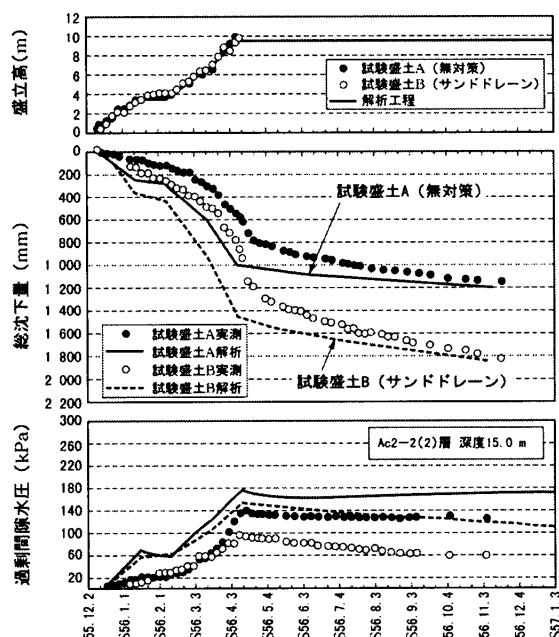


図2 試験盛土における短期の沈下、間隙水圧挙動の再現結果

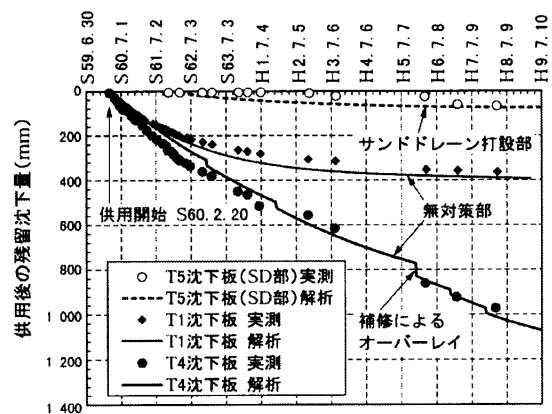


図3 供用開始以降の長期残留沈下の再現

### 3. 長期残留沈下挙動に対する再現解析

供用開始後、久慈川橋～日立南太田IC間で沈下板による縦断方向の沈下計測が長期間に渡って続けられている。そこで長期残留沈下の再現解析を3つの沈下板の位置(ドレーン打設箇所も含む)で行い、比較した結果を図3に示す。かなりの精度で、供用開始以降の残留沈下傾向を再現できている。図中の無対策の解析結果を見ると、供用開始以降にも時折沈下が増長している。これは、維持補修のためのオーバーレイによる荷重増分をその都度解析で考慮していることによる。1.8kmの道路区間中に橋台が4つ、カルバートが7つ設けられているため、道路縦断方向に不同沈下が発生する。放置しておくとも車の走行性が損なわれるため、段差や縦断勾

キーワード 軟弱地盤、道路盛土、性能設計、ケーススタディ、維持補修

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株) TEL03-3977-2584

配に対する維持補修が必要となる。図4は、神田橋～落見川橋間での縦断方向の残留沈下の様子を解析で再現したものである（盛土断面の横断方向解析を沈下板の数だけ実施することは不可能に近い。図は、縦断断面をそのままモデル化し、二次元平面ひずみ条件で解いた結果である。当然、複数点の横断断面解析結果との盛土天端沈下量の違いに対して、キャリブレーションを施している）。図中に併記した実測データと比較すると、両者の整合性は比較的良好と言える。

道路盛土を造成すると、敷地外へも地盤変状の影響が及ぶ。図5は、盛土横断方向の解析を行って、供用開始以降の周辺地盤の連れ込み沈下を再現した結果である。実測値が敷地境界部の1点しかないのが惜しいところであるが、聞き取りによる周辺の沈下状況ともよく合致している。

#### 4. 今後の残留沈下予測

神田地区の残留沈下はいつまで続くのか予測を行った。図6は、試験盛土A（無対策）地点の粘性土層（Ac2層）中央部（深度15m）での過剰間隙水圧の解析値を、平成47年までプロットした結果である。また、同一深度に設置された間隙水圧計の実測データについても、既に図2で示した試験盛土期間中の過剰間隙水圧の値と、この後しばらくの間を置いて、平成11年と平成14年の2回、同じ間隙水圧計により計測された値を示す。このデータが図中に2点、併記されている（図2の試験盛土中のデータは、図6の時間軸では図の左側に全て寄ってしまっている）。2つの実測データは解析結果に近い値を示している。この図に示した解析値によると、本地点の残留沈下は過剰間隙水圧が完全に消散する平成37年まで継続して発生することが予想される。

#### 5. まとめ

弾粘塑性圧密連成FEM解析手法を用いた再現解析の結果から、①盛土横断方向の解析により、短期的・長期的変形挙動および、周辺地盤の連れ込み沈下の実挙動をある程度再現することができた。②道路縦断方向解析においても、不同沈下の発生等ある程度の実態を再現でき、再現モデルの妥当性を概ね確認することができた。③神田地区の残留沈下は、供用後18年経過しても今だ、地盤内に過剰間隙水圧が残存しており、その消散時期は解析によると供用後40年と予測された。このことから神田地区の地盤は、沈下が長期的に継続するきわめて特殊な地盤であることが分かる。FEM解析手法は複雑な地盤条件や施工条件を考慮した上で、周辺地盤の変状も含めて道路盛土の長期変形挙動を再現・予測するための有用なツールとなる。

#### 参考文献

1) Sekiguchi, H. and Ohta, H. : Induce anisotropy and time dependency in clay, Proceeding of the 9th Conference of JCSME, Tokyo, pp.229-239,1977.

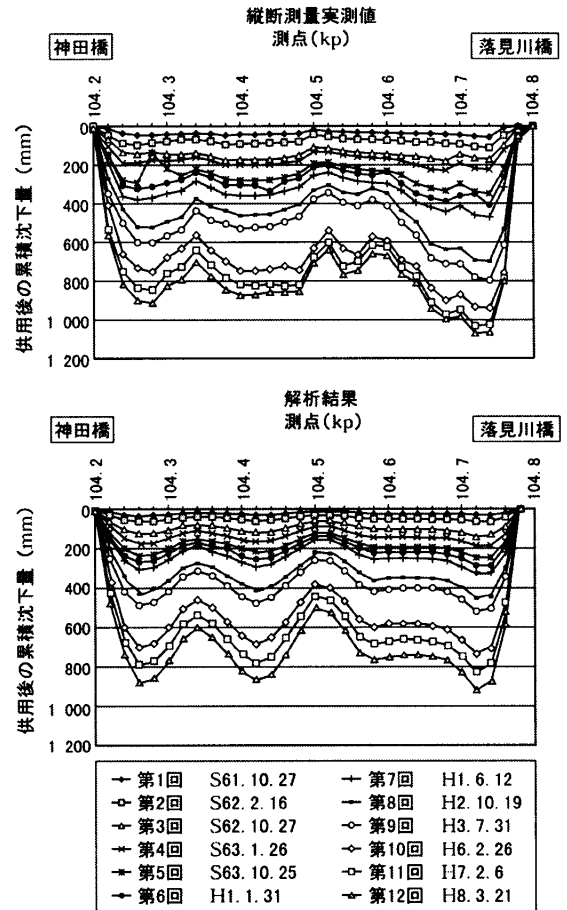


図4 縦断方向の残留沈下状況の再現  
(神田橋～落見川橋間)

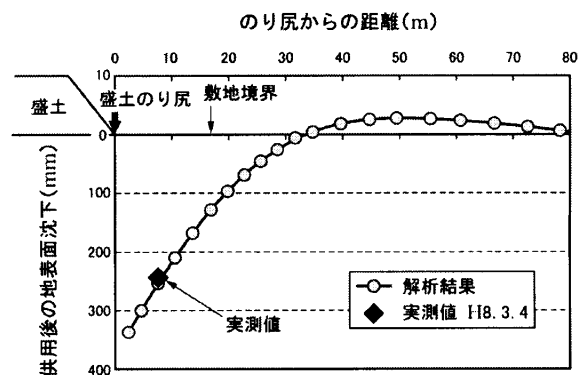


図5 周辺地盤の連れ込み沈下の再現

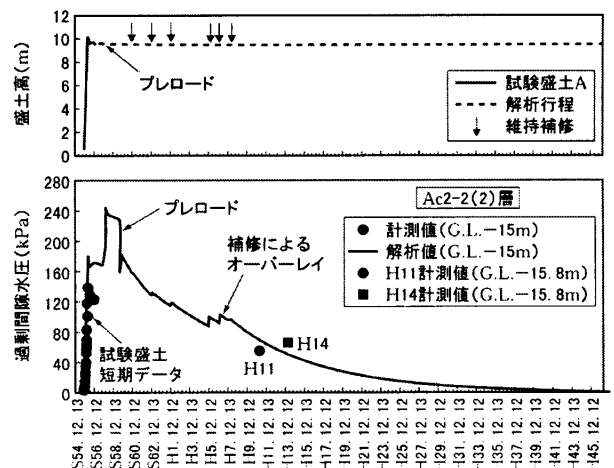


図6 供用開始後の過剰間隙水圧の消散状況