

軟弱地盤上の道路盛土の性能設計検討事例 （その3）性能照査と最適設計の試み

日本道路公団 試験研究所 稲垣太浩
川崎地質 三嶋信雄
前田建設工業 技術研究所 藤山哲雄 ○竜田尚希 石黒健

1. はじめに

神田地区を対象として、性能設計の考えに従って各種対策工を実施した場合を想定したケーススタディーを試みた。このケーススタディーは、既に再現を試みた弾粘塑性圧密FEM解析手法を用いて、供用50年後の挙動予測解析を行った。本結果をもとに、解析予測値が要求水準値以内に収まるか否かの照査を行い、供用開始後の補修工事費を含めたライフサイクルコストを試算し、これを最小とするような「最適設計」を試みた。その結果、当地区において残留沈下対策として最も合理的なサンドドレーン打設ピッチの提案をした結果を報告する。

2. 軟弱地盤上盛土の要求性能の照査

道路盛土下の軟弱地盤対策を、どのように施してもよいという条件で、ここでは一例として無対策（現状）、供用開始まで1年間放置、全面サンドドレーン、全面深層混合処理（40%改良）の4ケースを選定し、（その2）と同じFEM解析によるケーススタディーを試みた。

まず、走行性と維持管理の容易性の面で4工法を比較してみる。図1は神田橋～落見川橋間での縦断方向沈下分布を、図2は供用開始後の残留沈下量の計算値を用いて、年間沈下速度の推移を比較した結果を示す。当然のごとく、全面に渡って深層混合処理工法を施せば残留沈下はほぼ0となり、サンドドレーン打設、1年放置、無対策の順番で残留沈下量や不同沈下量が大きくなる。残留沈下速度も、例えば年間の沈下量が10cmを越すと段差や縦断勾配のオーバーレイがあまりに頻繁となり、維持管理の容易性を害することになる。不同沈下量が2cmになると段差修正を施す、と仮定すると、10cm/年では年間5回もの補修工事を行うことになり、交通量によっては交通運用上の問題を生ずる。無対策の場合、この値を超える沈下速度が発生するのみならず、路面補修時のオーバーレイ荷重によってさらに沈下が増大され（図中に、補修時点を矢印で記載）、いわば「いたちごっこ」の様相を呈する。サンドドレーンのような対策を施しておけば、供用後の残留沈下速度も軽減され、補修回数も大きく低減する。環境適合性の一例として、供用開始後の周辺地盤の連れ込み沈下量を比較した結果が図3である。地盤改良を行っておけば、供用開始以降の敷地境界外への地盤変状の広がりも少なく、田畑に対する補修工事費も低減する。このように、軟弱地盤対策を行えば、確実に残留変形や不同沈下、これに起因する補修工事費を低減できる。しかし、今度は軟弱地盤対策のための初期コストが発生することになる。なお、サンドドレーンの場合は無対策に比べ、周辺への連れ込み沈下の影響は建設時に顕著に発生することが予測され、建設時に補修が必要となる。

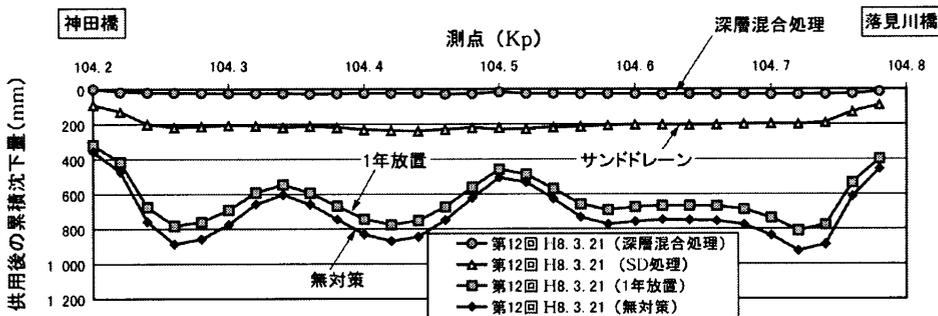


図1 各種対策工法実施時の縦断方向沈下形状（路面形状）の比較

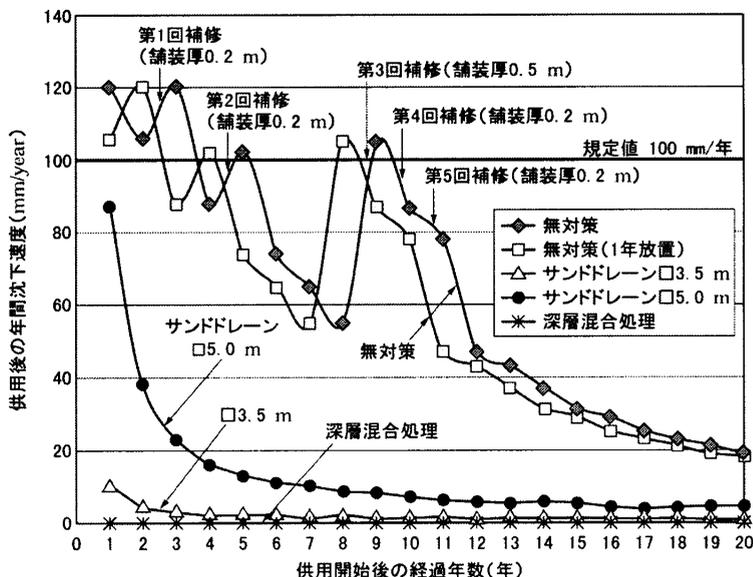


図2 各種対策工法実施時の年間沈下速度の比較

キーワード 軟弱地盤、道路盛土、性能設計、ケーススタディー、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

3. 軟弱地盤上の道路盛土の最適設計

要求性能の中の経済性に着目し、初期コストと維持管理コストを足し併せたライフサイクルコストを、この1.8km区間で求めてみた。前者（盛土の費用は共通と考え、地盤改良に要する初期コストのみを考えた）は、各地盤改良工法の一般的な単価から算定できる。後者については、高橋・川井田・土谷・新井¹⁾により、別途残留沈下量～段差、縦断勾配補修工事費関係が示されている。これを援用し、解析で求めた供用開始後の推定残留沈下量から維持管理コストを算出してみた。図4に、算定された補修工事費と実際の補修工事費を平成元年から平成9年までの累計値同士で比較した結果を示すが、推定結果は補修費の実態を良く再現できている。田畑補修工事費については、神田地区での実補修工事費と敷地境界部の残留沈下量（解析値）の関係式を別途求め、算定式を新たに作成して加算した。これらの算定式をそのまま利用し、前記4ケースのライフサイクルコストを試算した結果が図5である。図では、供用開始より50年後（平成47年）までの残留沈下量をFEMにより計算し、これを上記の維持補修工事費算定式に代入して「供用開始後50年間のライフサイクルコスト」を試算した。図より、サンドドレーンを打設していれば、神田地区のライフサイクルコストを最小にできた可能性があることが分かる。ここで、サンドドレーン工法の打設ピッチを3.5mとした。これは、いい加減に決めた数字ではない。図6にはドレーンピッチを変えてライフサイクルコストを求めた結果を示す。ドレーンピッチを狭くするほど残留沈下は小となり補修工事費は低減するが、ピッチが狭いほど初期投資も大となる。サンドドレーンのピッチ決定に際しても最適設計の考え方を導入するならば、3.5mというピッチがライフサイクルコストを最小とする最適値として提案が出来る（ただし、この打設ピッチはサンドドレーン工法の既往施工実績の範囲外にある。通常の盛土立ち上がり時の安定性の確保を目的とするもの²⁾ではなく、あくまで「供用後の長期残留沈下問題へ対処するための適切なピッチ」として、この3.5mという仮想的な値が試算されたものである。）

4. おわりに

神田地区を対象として軟弱地盤対策工の最適設計の一例を示した。ライフサイクルコストの算定においては、対策工に要するコストのみでなく、設計調査費や交通規制による渋滞など走行性、乗り心地などの種々便益、得失、影響要素等を含め比較検討がなされるべきであり、今回の検討結果は、一つのアウトラインを示したに過ぎない。性能設計では、設計者の裁量により、今回のサンドドレーン工法のような新しい提案により、合理的な設計や技術発展がはかれると考えられる。一方、新規性の高い技術など全てが予測通りの結果とならない可能性もある。そのような場合を踏まえた新しい仕組の構築が課題と思われる。

参考文献

- 1) 高橋朋和, 川井田実, 土谷和博, 新井新一: 高速道路における建設費と管理費を考慮した軟弱地盤対策の事後評価, 土木学会論文集投稿中. No.693 / IV-53, pp.47~59, 2001.
- 2) 三嶋信雄, 長尾和之, 福山雅典, 石黒健, 菅井正澄: 基礎地盤の透水性が盛土載荷時の沈下および安定性に及ぼす影響, 第30回土質工学研究発表会, pp.1275~pp.1278

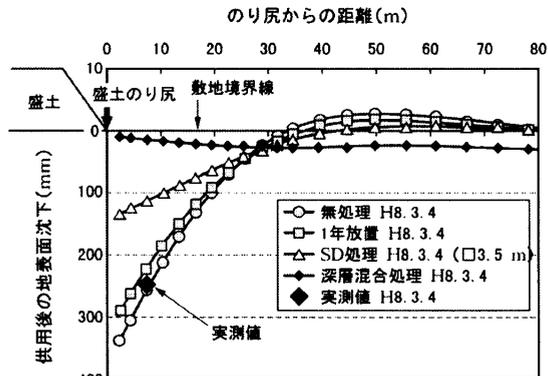


図3 各種対策工法実施時の

供用後の周辺連れ込み沈下量の比較

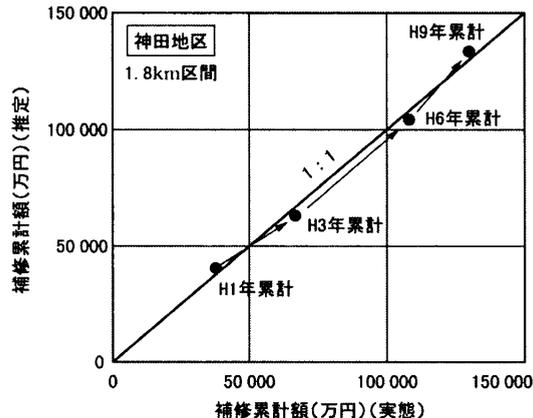


図4 補修費の予測値と実態の比較結果

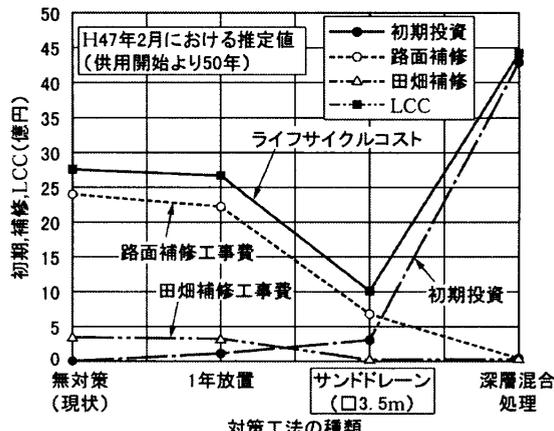


図5 各種対策工法実施時の

ライフサイクルコストの比較

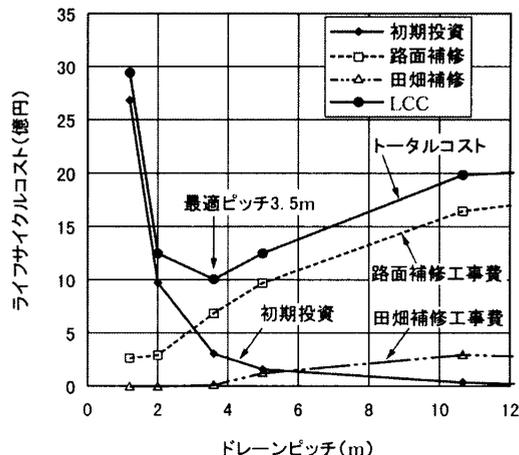


図6 サンドドレーンの最適設計