

14.4 泥炭性軟弱地盤における盛土の戦略的維持管理手法に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：寒地基礎技術研究グループ（寒地地盤）

研究担当者：西本 聡、林 宏親、橋本 聖、梶取真一

【要旨】

北海道のような寒冷地には、極めて軟弱で特異な工学的性質を有する泥炭性軟弱地盤が広く分布している。本研究は、維持管理関連の予算が削減されている中、泥炭性軟弱地盤上の盛土を合理的に維持管理する技術、あるいは複雑な現場条件を考慮した対策技術を確立するものである。具体的には、道路の重要度に応じた泥炭性軟弱地盤上の盛土の許容残留沈下量ならびに、長期沈下予測技術を活用した道路盛土の維持管理方法を提案するとともに、既設盛土のかさ上げや拡幅工事に適用可能な対策工法の設計法・施工管理法を提案する。

平成 24 年度までに、泥炭性軟弱地盤上の盛土の補修実態調査および泥炭性軟弱地盤の特異な性質を考慮した長期沈下解析を行い、地盤を過圧密にすることによって長期沈下を抑制する技術の効果を明らかにした。さらに、新しい対策工法の確立を目指して、二次元熱伝導解析によりセメント改良地盤に生じる低温域の再現を行った結果、冬期にセメントを用いた中層混合処理工法などを確実に施工するため、温度緩衝材としての覆土の適用性を明らかにした。

キーワード：泥炭性軟弱地盤、盛土、維持管理、長期沈下、セメント安定処理、冬期施工

1. はじめに

北海道のような寒冷地には、極めて軟弱な泥炭性軟弱地盤が広く分布している。泥炭は沖積粘土などの一般的な軟弱土とは異なる特殊な工学的性質を有しており¹⁾、長期的な沈下やすべり破壊などの問題が生じる。寒地土木研究所の既往研究により、泥炭性軟弱地盤の特殊性を考慮した沈下予測式や強度算定式が示され、実務に広く活用されてきている²⁾。

一方、大きな長期沈下が発生する泥炭性軟弱地盤上の盛土では、供用後の許容残留沈下量（段差）の設定が重要であるが、管理する期間と値は経験的に決められている。結果として、構造物との取り付け部等でのオーバーレイが繰り返され、通常の地盤よりも多額の維持管理コストが必要となっているケースもあり、許容残留沈下量の（段差）の再検討が必要である。当該地盤上には、既に相当な延長の道路盛土などが供用・管理されており、これらの盛土を合理的に維持管理していく技術が求められている。また、新しい軟弱地盤対策工法の開発や既存技術の改善が進められているが、全ての工法が特異な工学的性質を有する泥炭性軟弱地盤に対して効果があるとは限らず、その適用性の検証が必要である。

以上の背景を受けて、本研究では、道路の重要度に応

じた泥炭性軟弱地盤の盛土の許容残留沈下量ならびに、長期沈下予測技術を活用した道路盛土の維持管理方法をそれぞれ提案するとともに、既設盛土のかさ上げや拡幅工事に適用可能な新工法・新技術の泥炭性軟弱地盤に対する適用性を明らかにし、泥炭性軟弱地盤における設計法・施工管理法を提案する。

2. 泥炭性軟弱地盤上の盛土の長期沈下

泥炭性軟弱地盤の工学的な特徴のひとつである長期にわたる顕著な沈下現象が、土木施設の維持管理コストに大きな影響を与えることは明らかである。しかし、現行の設計法においては、供用後の許容残留沈下量などが経験的に設定されており、最適化を図る必要がある。

2.1 泥炭性軟弱地盤上に建設された高規格道路における沈下および補修の実態調査

北海道の泥炭性軟弱地盤（図-1）上に建設されている高規格幹線道路（図-2）ならびに一部の地域高規格道路の管理担当者に対し、供用後の残留沈下やその補修工事の実態調査を行った。その結果、深川留萌自動車道、日高自動車道において、供用後に想定以上の残留沈下が発生しており、その沈下に伴う路面の段差解消などのため維持補修工事を要していることがわかった。

2. 2 深川留萌自動車道における調査結果

泥炭性軟弱地盤上に建設された深川留萌自動車道の深川西 IC～秩父別 IC 間の残留沈下および維持補修履歴の実態調査を行った。当該道路は、平成 10 年 7 月に暫定 2 車線で供用された高規格幹線道路である。当該地盤は、主に粘土から構成される軟弱地盤と泥炭が堆積している軟弱地盤に大別できる。供用 4 年目に実施された路面の沈下調査の結果、粘土地盤における路面沈下は数 cm から最大で 10cm 程度に収まっていたのに対し、泥炭地盤では 40cm を超える沈下が発生していた。

この残留沈下によって供用後に橋梁ならびにボックスカルバートの前後で段差がみられ、平成 12 年度から段差解消を目的とした舗装の切削とオーバーレイが実施された。さらに、所定の排水勾配が取れなくなり路面に雨水が溜まるようになったため路面排水溝の切削、ならびにボックスカルバート付近において発生した舗装のクラック補修なども残留沈下対策として行われた。図-3 にこれらの維持補修費用（平成 12 年度から 14 年度までの 3 ヶ年）を示す。粘土地盤区間では、3 年間で 1km 当り約 74 万円の維持補修費用だったのに対し、泥炭地盤区間では、その約 10 倍の 1km 当り 720 万円程度の補修費用を要した。

また、泥炭地盤区間では、年々維持補修に要した費用が減少しているものの、供用後 4 年経過しても粘土地盤区間と比較して多額の費用となっている。現行の許容残留沈下量は、供用後 3 年の間に発生する沈下量で規定されているが、ここではその期間を超えても維持補修を要したことがわかる。

2. 3 日高自動車道における調査結果

日高自動車道の供用区間（苫小牧東 IC～日高門別 IC）のうち、広範囲に泥炭性軟弱地盤が分布している KP15km～KP30km 付近まで（暫定 2 車線）を調査対象とした。図-4 に当該区間の土質縦断面図と供用開始時期を示す。

道路盛土の残留沈下によって生じる維持管理上の問題点は、深川留萌自動車道においてみられたように橋梁やボックスカルバート前後の段差である。道路の供用性の観点からは、段差は走行時の乗り心地と密接な関係がある。そこで、乗り心地の定量的な評価指標である国際ラフネス指数（IRI）の測定結果（KP28km～KP30km 間）を図-5 に示す。なお、IRI 測定結果は、当所の寒地道路保全チームから提供していただいた。IRI は数値が大きいほど乗り心地が悪いことを示し、高規格幹線道路のように高い平坦性が要求される路面では IRI=0～2 程度が求められており、IRI=4 を超えると不完全な表層といわ



図-1 泥炭性軟弱地盤の分布



図-2 高規格幹線道路の路線図

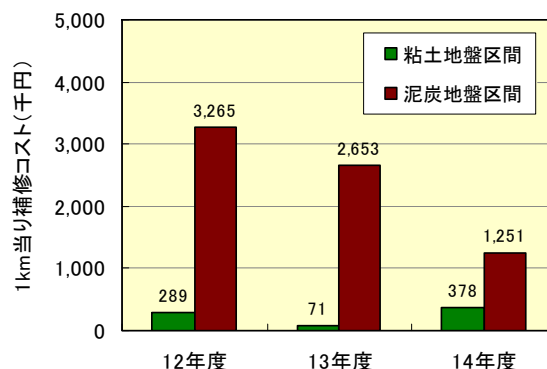


図-3 維持補修に要した費用

れている。橋梁やボックスカルバートの前後で 4 を超える IRI となっており、それ以外では高規格幹線道路に要求される平坦性を満足している。このことは、構造物前後での段差が問題となることを再認識させる。また、KP29km より終点側と比較して、起点側の IRI が大きく、比較的平坦性が悪い。KP29km より起点側には、泥炭が堆積しており（図-4）、その影響と考えられる。

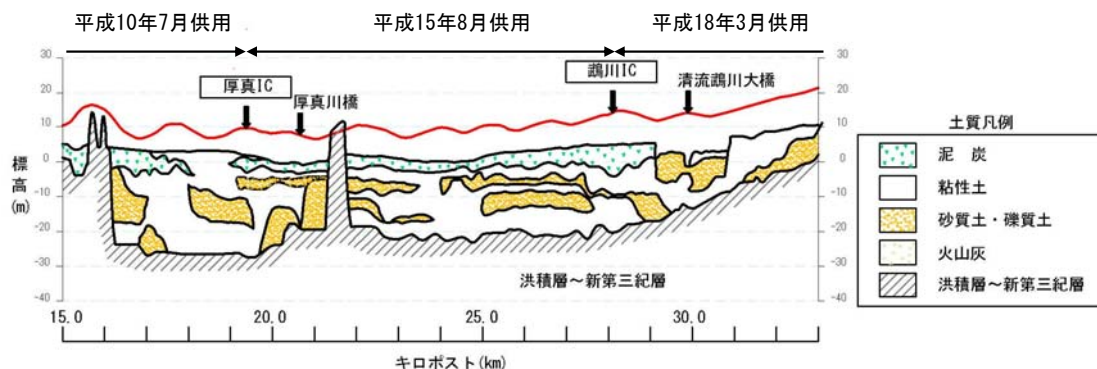


図-4 土質縦断と供用開始時期

図-6 に IRI の比較的大きかった IC 函渠部の段差レベル測量結果を示す。函渠端部から 30m 離れた箇所において、26cm と 46cm の段差であった。各々を段差勾配 D/L (段差量 D 、距離 L) で表現すると 0.9% と 1.5% となる。この程度の段差量や段差勾配が乗り心地を示す指標である IRI では 5 程度と対応したことになる。図-7 は IC 函渠部の段差の状況写真である。

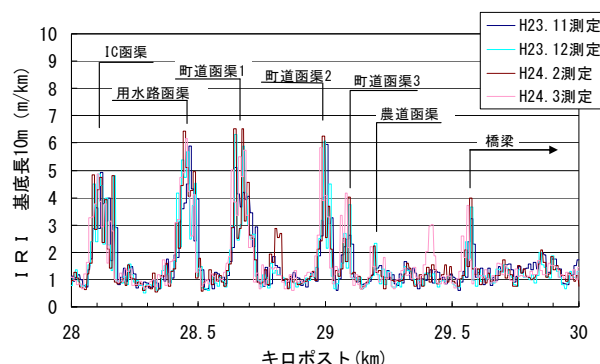


図-5 IRI 測定結果

3. 長期沈下予測技術を活用した道路盛土の維持管理方法の検討

2. で述べた泥炭性軟弱地盤の長期沈下による路面の段差については、オーバーレイ舗装によって対処療法的に補修がされている現状にある。この際、オーバーレイ舗装によって荷重が増加し、再沈下が生じる。泥炭性軟弱地盤の場合、圧縮性が極めて高いため、わずかな荷重増でも、無視できない量の再沈下が発生し、オーバーレイ舗装が繰り返し必要となる。したがって、従来行われてきたオーバーレイ舗装のような対処療法的な対応ではなく、抜本的な維持管理方法を確立する必要がある。

3. 1 長期沈下解析による実現象の再現と将来予測

平成 18 年度～22 年度に実施した重点プロジェクト研究「泥炭性軟弱地盤対策工の最適化に関する研究」において、泥炭性軟弱地盤の長期沈下解析法として粘弾塑性モデルを用いた有限要素解析が有効であることを明らかにするとともに、泥炭の特異な工学的性質に対応した解析用土質パラメータの決定法を提案した。

この長期沈下解析技術を利用して、2. で取り扱った IC 函渠部を対象に解析を行った。解析箇所の断面を図-8 に示す。当該地点には、表層に泥炭（自然含水比 $W_n=353.1\%$ ）、その下位に有機物が混じった粘性土（ $W_n=118.3\%$ ）、さらに軟弱な粘性土と砂質土層が混在する泥炭性軟弱地盤上に、盛土厚 9.7m の盛土が施工された。図-9 中の赤い線が、現況の解析結果を示している。

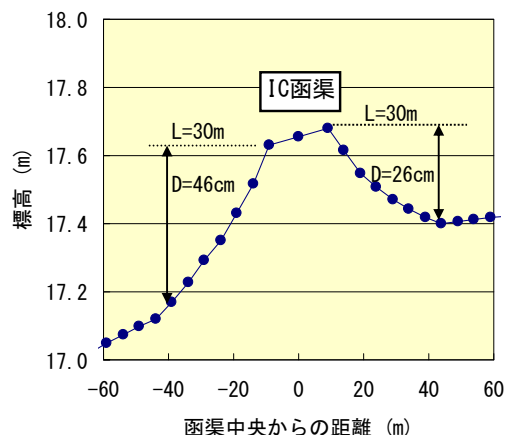


図-6 IC 函渠部での段差量



図-7 IC 函渠部での段差状況（終点側から撮影）

別途実施されたボーリング調査などより、解析対象地点の現在（供用 10 年）の沈下量が概ね 300cm であることがわかっているが、解析結果はこれを良く表現している。さらに、解析結果では、供用開始から現在（供用 10 年）までに 25cm 程度の残留沈下となっているが、これも実挙動（図-6）と概ね合致している。したがって、解析はおおよそ妥当な結果を示したと言える。また、このままだと沈下はまだ進行し続けることがわかる。

3. 2 地盤の過圧密化による長期沈下抑制効果の検討

泥炭性軟弱地盤の長期沈下の主たる要因は、二次圧密と考えられる。サーチャージ盛土の除荷⁴⁵⁾、あるいは真空圧密工法における真空ポンプ停止に伴う真空圧の除荷⁴⁶⁾によって過圧密となった泥炭性軟弱地盤の二次圧密が、無対策と比べて抑制されることが既に明らかとなっている。この技術を既設道路の段差対策に応用する場合、軽量盛土材である EPS による部分置換えが現実的である。

そこで、3.1 節で述べた解析と同じ箇所において、EPS による置換えの効果（EPS 厚さ：50cm と 100cm の 2 ケース）を検討した。図-9 中の緑の線（50cm）と青の線（100cm）が EPS 置換えのケースの結果を示している。EPS 厚 100cm であれば、今後の沈下をほぼ抑止できる。EPS 厚 50cm では、20 数年後にわずかな再沈下が予想されるが、ごくわずかであり、コストを考えると今回のケースでは EPS 厚 50cm で十分な効果が得られると判断できる。EPS 厚と効果の関係は、置換えを実施する時期などとも関係があると推測されるので、今後はその点も考慮に入れて検討を継続する予定である。

4. 冬期におけるセメント改良地盤の強度発現に関する検討

積雪寒冷地である北海道においても、冬期に地盤改良工事が実施されることは少なくない。道路の拡幅工事などは、工期の厳しい場合が多く、冬期に地盤改良を行わざるを得ないことがままある。また、河川堤防のかさ上げや拡幅工事などは、非出水期に実施する必要があり、冬期施工が避けられない（図-10）。これらの工事では、工期の限定された短期間で改良効果が期待できるセメントや石灰などを用いた固化処理工法が多く実施されている。このように冬期に実施される固化処理工法において、施工された改良地盤の地表面が低温の外気に晒されることによって強度発現が阻害され、設計基準強度を大きく下回る事例が報告された⁷⁾。

低温下において地表面近くの改良地盤の強度発現に資する最も簡易な対策方法は、地表面上に覆土を施して外気を遮断し、強度発現に必要な養生温度を確保すれば良

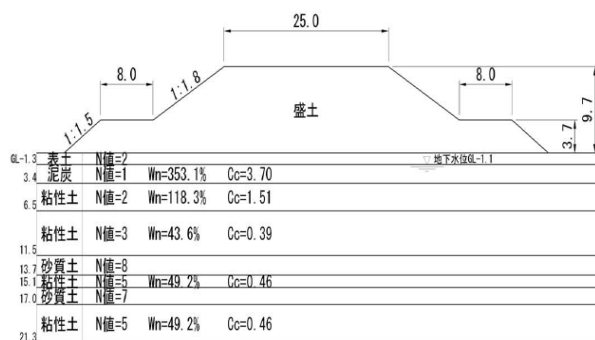


図-8 長期沈下解析対象断面

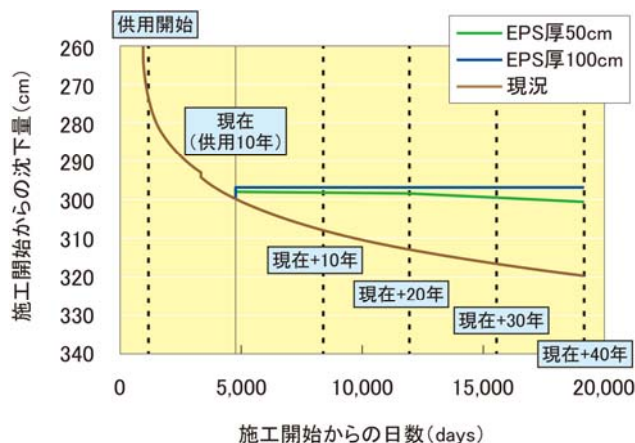


図-9 長期沈下解析結果



図-10 冬期施工の様子

いと考えられる。ただし、施工地域や覆土材によっては改良地盤の強度発現に必要な覆土厚が異なることが想定され、最適化に向けて検討の余地が残されていた。

4. 1 二次元熱伝導解析によるセメント改良地盤の凍結指数に応じた温度分布

過年度まで実施した重点プロジェクト研究「泥炭性軟弱地盤対策工の最適化に関する研究」において、拡幅盛土の安定対策で実施した中層混合処理工法による改良地盤（改良深度 $z=3.3\text{m}$ ）をモデル化して二次元熱伝導解析（以降、熱伝導解析、とする）を実施した⁸⁾⁹⁾。

熱伝導解析の目的は、実際の工事で得られた改良地盤内の温度分布を解析上で再現することが可能か判断するためである。熱伝導解析の結果、凍結指数 $F=80^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ の改良地盤内の温度分布を概ね再現することができた。また、凍結指数 F が大きくなるに従って、改良地盤内の温度が低減する状況を再現することができた (図-11)。

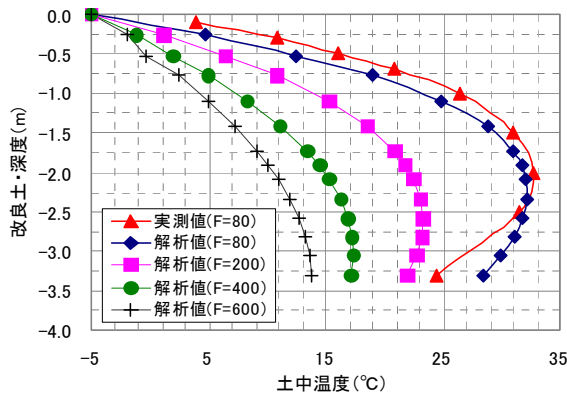


図-11 改良地盤内温度分布の再現と予測

4. 2 解析パラメータ (熱伝導率) の検証

改良地盤表層部の強度低下を防ぐ対策として、改良地盤への覆土対策が有効であることが報告されている⁹⁾。

対策工 (覆土) の効果を把握するには、主要な土質の解析パラメータ (熱伝導率 λ) が解析結果に与える影響を定量的に評価する必要がある。そこで、Kersten の実験式¹⁰⁾で導出される熱伝導率の精度について検証した。

熱伝導率 λ の検証は、熱伝導率計測機器を用いて2種類の覆土材 (砂質土、粘性土) の熱伝導率 λ を計測し、計測結果と Kersten の実験式から導出された数値を比較した (図-12)。

その結果、砂質土および粘性土のうち未凍土の計測値

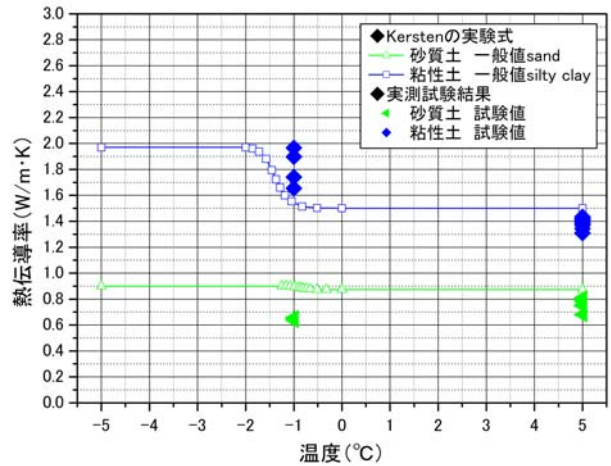


図-12 覆土材の熱伝導率の比較

は Kersten の実験式とほぼ一致した。一方、凍土の計測値は砂質土では Kersten の実験式とほぼ同等であったが、粘性土は逆に上回る傾向にあった。これは、解析上、粘性土は熱が伝わりにくいことを示すが、粘性土の実測の最大値は Kersten の実験式では -2°C 以下で網羅されるため、得られる解析結果に大きな差異が生じていないことから、Kersten の実験式で導出した熱伝導率は解析パラメータとして妥当であると判断した。

4. 3 改良地盤表層部の強度発現に資する覆土厚の検討

セメント改良地盤の表層部の強度発現に資する対策として、セメント改良地盤上の覆土が有効であるか定量的に評価するため、凍結指数 F や覆土材の物性値をパラメータとした熱伝導解析を実施した。

解析モデルは 4.1 をベースとして、改良地盤上に覆土を施したものである。熱伝導解析のパラメータを表-1に示す。解析パラメータは、凍結指数 F と地盤条件 (改良地盤、粘性土地盤、覆土材料) の熱物性値 (熱伝導率 λ 、

表-1 解析ケース (覆土材料のみ)

	覆土材料							
	砂質土			粘性土				
解析ケース	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
湿潤密度 $\rho_t (\text{g}/\text{cm}^3)$	1.700	1.800	1.900	1.500			1.600	1.700
含水比 $w (\%)$	10.0			20.0	60.0	100.0	60.0	
熱伝導率 $\lambda (\text{J}/\text{s}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$	1.462	1.667	1.899	0.844	0.777	0.678	0.850	0.930
(上:未凍土、下:凍土)	1.145	1.406	1.729	0.956	1.452	1.645	1.648	1.871
凍結潜熱 $L (\text{J}/\text{m}^3)$	1.932×10^8	1.703×10^8	1.932×10^8	8.38×10^7	1.884×10^8	2.513×10^8	2.010×10^8	2.136×10^8
体積熱容量 $c (\text{J}/\text{m}^3\cdot\text{K})$	1.747×10^6	1.849×10^6	1.952×10^6	1.936×10^6	3.022×10^6	3.673×10^6	3.223×10^6	3.425×10^6
(上:未凍土、下:凍土)	1.423×10^6	1.507×10^6	1.591×10^6	1.413×10^6	1.844×10^6	2.103×10^6	1.967×10^6	2.090×10^6
体積含水率 $V (\%)$	15.5	16.4	17.3	25.0	56.3	75.0	60.0	63.8

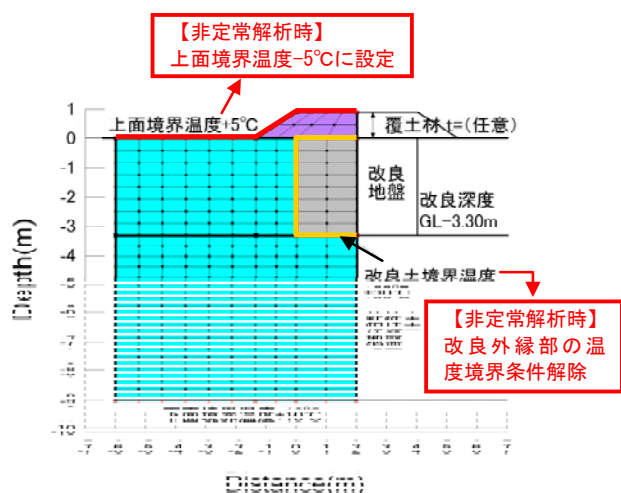


図-13 温度境界条件 (定常解析 → 非定常解析)

体積熱容量 c 、体積含水率 V など)である。

凍結指数 F は $100^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ ごとに $100\sim 600^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ の6パターンとした。地盤条件の熱物性値は、乾燥密度 ρ_d と含水比 w から一義的に決定される。覆土材は砂質土と粘性土の2種類を選定し、乾燥密度 ρ_d と含水比 w をパラメータとした計8ケース実施した。

熱伝導解析の流れとして、はじめに定常解析を行ってから非定常解析を実施した(図-13)。定常解析は粘性土地盤および覆土材地表面に位置する上面境界温度を $+5^{\circ}\text{C}$ 、下面境界温度を $+10^{\circ}\text{C}$ に設定し、土中の深度方向に温度勾配を持たせ、改良地盤の外縁部を $+30^{\circ}\text{C}$ に設定した。なお、これらの温度設定は、過年度に実施した試

験施工で得られた実測データより決定した。

土中温度分布が定常状態になった解析モデル断面に、上面境界温度を -5°C にして非定常解析を実施した。 -5°C とした理由は、地表面に作用する日平均気温が -5°C より下がっても、各土質の未凍結の体積含水率 V および土の熱伝導率の特性から進行する凍結深さの推移に大差ないことが確認されたためである⁹⁾。

非定常解析時の凍結指数 F は、上面境界温度(地表面温度)に凍結指数 $F=100\sim 600^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ の6ステップ実施した。最大凍結指数を $F=600^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ とした理由は、北海道内で寒気の影響を受ける期間(日平均気温がマイナス温度となる期間)を、12月～3月までの120日間と仮定したためである。

4. 4 凍結指数に応じた覆土厚の簡易な算定法の提案

図-14は凍結指数 $F=100\sim 600^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ における、改良地盤上の上面温度が 0°C を確保できる覆土厚について、覆土材の湿潤密度 ρ_t と含水比 w の関係で整理した。改良地盤上面温度を 0°C と設定したのは、当研究所の室内強度試験結果によるものである¹¹⁾。

表内の■の数値は、解析ケース①～⑧において必要な覆土厚さを示している。この■の値の範囲内において、凍結指数 F に応じて、改良地盤上の上面温度が 0°C を満足する覆土材の湿潤密度 ρ_t と含水比 w から得られる数値(実線)を5cmラウンドで示した。

冬期に地盤改良する際に必要な覆土厚を算定する方法

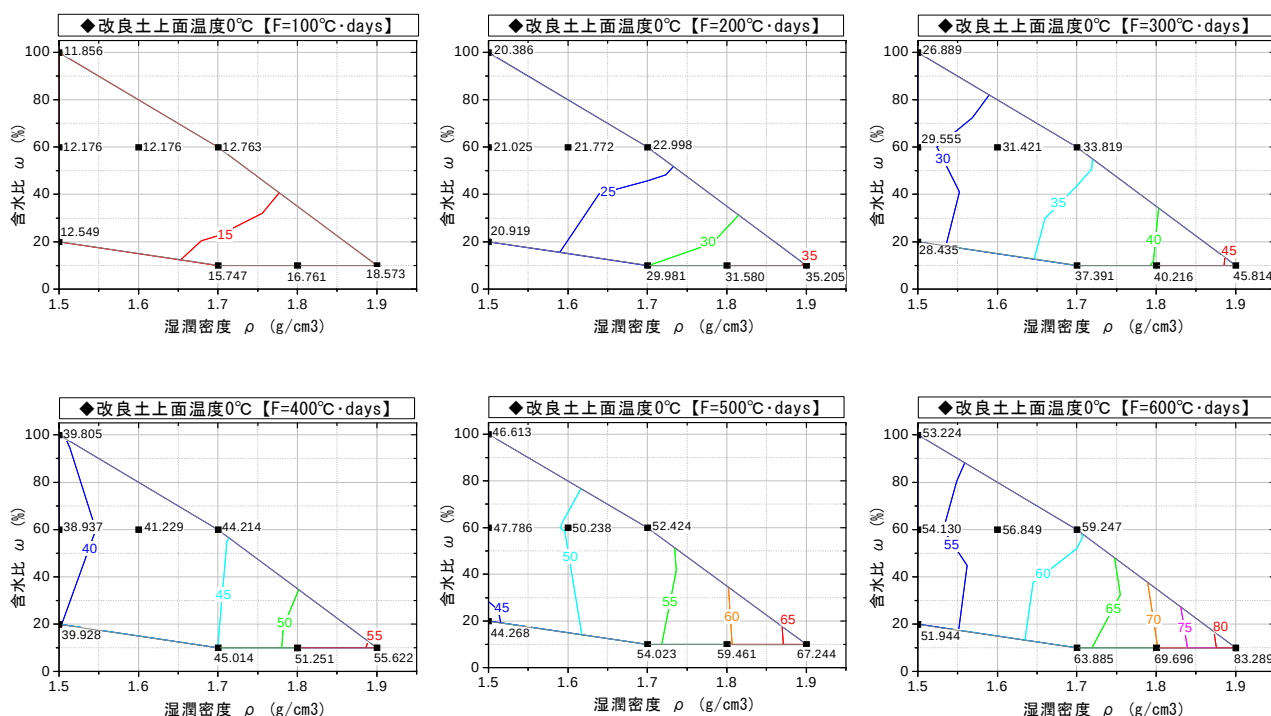


図-14 改良地盤上の上面温度が 0°C を満足する覆土厚 (単位: cm 覆土材の湿潤密度 ρ_t と含水比 w の関係)

は次のとおりである。

1) 覆土厚を決定する凍結指数の求め方

凍結指数は、地盤改良工事を終えた直後を起点日として、施工する地域の日平均気温がプラス温度になるまでの凍結指数（積算寒度）であり、施工箇所近くの AMeDAS データを基に決定する。

2) 覆土材の物性値の決定方法

覆土材の物性値（熱伝導率 λ 、体積熱容量 c 、体積含水率 V など）は、覆土材の乾燥密度 ρ_d と含水比 w から一義的に決定される。したがって、物理試験で覆土材を土質分類し、砂置換え法による土の密度試験（JISA 1214）あるいはコアカッターによる土の密度試験（JGS 1613）によって、原位置の覆土状態（例えば、軽く敷き均す程度や最大乾燥密度の 90% など）に応じた乾燥密度 ρ_d と含水比 w を求める。

以上より、図-14 を用いて、改良地盤に作用する凍結指数 F 、覆土材に応じた湿潤密度 ρ_t ($=\rho_d \times (1+w/100)$)、含水比 w を求めることで、現場条件および覆土材の物性による覆土厚を算定することが可能である。

5. まとめ

本研究において、泥炭性軟弱地盤上の盛土の補修実態調査および泥炭性軟弱地盤の特異な性質を考慮した長期沈下解析を行い、地盤を過圧密にすることによって長期沈下を抑制する技術の可能性を検討した。その結果、以下のことがわかった。

- (1) 深川留萌自動車道、日高自動車道において、供用後も沈下が発生しており、その沈下に伴う路面の段差解消などのため補修工事を要していることがわかった。
- (2) EPS 置換えによって泥炭性軟弱地盤を過圧密化することで、長期沈下を抑制できることがわかった。

さらに、二次元熱伝導解析によりセメント改良地盤内の温度変化を再現して、凍結指数に応じたセメント改良地盤の地表面の強度発現に資する覆土厚の算定法について検討した。その結果を要約すると以下の通りである。

- (3) 実際の改良地盤内の温度変化を二次元熱伝導解析により再現することができた。さらに、凍結指数 F が大きくなるに従って、改良地盤内の温度が低減する状況を再現することができた。
- (4) 任意（現場）の凍結指数ならびに、覆土材（砂質土、粘性土）の乾燥密度 ρ_d と含水比 w により、冬期に施工される改良地盤の強度発現に資する覆土厚さを簡易に算定できる図を提案した。

参考文献

- 1) 能登繁幸：泥炭地盤工学、技報堂出版、pp.1-54、1991
- 2) 北海道開発土木研究所：泥炭地盤対策工マニュアル、2002
- 3) （独）土木研究所寒地土木研究所：泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル（平成 23 年改訂版）、pp.44-46、2011
- 4) 深沢栄造、山田清臣、栗原宏武：プレローディング工法で改良した高有機質土地盤の長期沈下挙動、土木学会論文集 No.493 III-27、pp.59-68、1994
- 5) 白子博明、杉山太宏、外崎明、赤石勝：サーチャージ除荷後の二次圧密沈下挙動、土木学会論文集 C、Vol.65 No.1、pp.275-287、2009
- 6) 林 宏親、西本 聡：真空圧密による泥炭地盤の二次圧密低減効果とその予測、第 10 回地盤改良シンポジウム論文集、pp.395-400、2012
- 7) 橋本 聖、西本 聡、林 宏親：トレンチャー式攪拌工法による改良強度のばらつきについて、第 7 回地盤改良シンポジウム論文集、pp.81-84、2006
- 8) 梶取真一、西本 聡、林 宏親、橋本 聖、牧野昌己、伊藤浩邦、松下恭司：冬期におけるトレンチャー式攪拌工法の試験施工、地盤工学会北海道支部技術報告集第 50 号、pp.121-126、2010
- 9) 梶取真一、西本 聡、林 宏親、橋本 聖：セメント改良地盤の凍結深さの推定に関する一考察、地盤工学会北海道支部技術報告集第 51 号、pp.137-144、2011
- 10) M.S.Kersten : Thermal properties of Soils, University of Minnesota, Institute of Technology, Engineering Experiment Station, Bulletin, No.28,1949
- 11) 橋本聖、西本聡、林宏親：低温養生条件におけるセメント改良泥炭の強度発現、地盤工学会北海道支部技術報告集第 51 号、pp.145-150、2011

STRATEGIC METHOD FOR MAINTENANCE MANAGEMENT OF EMBANKMENT ON PEATY SOFT GROUND

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Cold-Region Construction

Engineering Research Group

(Geotechnical)

Author : NISHIMOTO Satoshi

HAYASHI Hirochika

HASHIMOTO Hijiri

KAJITORI Shin'ichi

Abstract : Peaty soft ground, which is commonly found in cold regions, is extremely soft and has unique engineering properties. The purpose of this study is development of a strategic method for maintenance management of embankments (e.g. road embankment and river levee) constructed on peaty soft ground. Concretely the following issues are examined.

- 1) Development of the new technologies for maintenance management of road embankments using the advanced prediction solution of long-term settlement for peaty soft ground.
- 2) Proposal of the design and the quality control method for new ground improvement technologies which can apply to a rising or a widening embankment construction on peaty soft ground.

Until FY2012, an investigation of the settlement of the existing road embankments, feasibility study of the EPS method as a countermeasure against a residual settlement and a heat conduction FE analysis were conducted. It was found that the EPS method can mitigate long-term settlement of peat. And also the effects of a cover fill as a mitigation material of low temperature for cement stabilization method executed in winter were revealed.

Key words : peaty soft ground, embankment, maintenance management, long-term settlement, cement stabilization, execution in winter