

泥炭地盤における道路の長期沈下と LCC 事後評価

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 林 宏親

1. まえがき

北海道に広く分布する泥炭地盤は、高有機質で特殊な工学的性質を有する極めて軟弱な地盤である。泥炭地盤上の道路では、非常に大きな沈下が長期にわたって発生するため、供用後の沈下をある程度許容し、維持補修を行いながら供用するのが一般的である。泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル¹⁾では、高規格幹線道路の許容残留沈下量を供用3年間で10cm~30cm(表1)としている。しかし、この値は経験的に決められており、ライフサイクルコスト(以下、LCCとする)の最小化に向けて再考の余地がある。

本文では、泥炭地盤上の高規格幹線道路の沈下と供用後の補修履歴の実態を整理するとともに、LCCを含めた事後評価を行う。

表1 許容残留沈下量の目標値¹⁾

区間		許容残留沈下量の目標値	摘要
一般盛土部	市街地	10cm程度	供用開始後 3年間の沈下量
	郊外地	30~50cm程度	
高規格盛土区間		10~30cm程度	
橋梁等の構造物との接続盛土部		10~30cm程度	

2. 高規格幹線道路の沈下実態と補修工事の履歴

2.1 路線の概要

平成10年7月に暫定2車線で供用された北海道の高規格幹線道路で調査を行った。表2に当該道路の建設・補修の経緯を整理する。当該道路では、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た。ただし、前述の通り供

表2 調査対象路線の工事経緯

内容	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年
盛土施工	●→							
盛土放置		●→						
舗装工事			●→					
供用			10年7月 供用開始	→				
小規模補修工事					●	●	●	
大規模補修工事								●

用後の路面沈下は、設計時から見込まれており、供用3年目の平成12年から補修工事が行われている。しかし、実際に生じた沈下が予測よりも大きかったことから、通常の補修では対応することができず、供用5年目にあたる平成15年に大規模な補修工事が余儀なくされている。

2.2 地盤の概要と沈下の実態

図1に地盤の縦断図と平成14年度に実施された供用4年目における路面沈下の計測結果を示す。当該地盤は、KP8.3kmにある橋梁を境にして大きく分けることができる。ICから橋梁まで(延長3.7km)は主に粘土から構成される軟弱地盤であり、橋梁からNo.24ボックスカルバートまで(延長2.2km)には泥炭が厚く堆積している。道路の施工高は、全線において大きな違いがないにもかかわらず、路面沈下量には地盤構成の違いが明確に現れている。粘土地盤における路面沈下は数cmから最大で10cm程度に収まっているのに対し、泥炭地盤では40cmを超える沈下が計測された。

2.3 小規模な補修工事

平成12年から14年にかけて、構造物前後の段差解消を目的とした舗装の切削とオーバーレイ、所定の排水勾配が取れなくなり路面水などがたまるようになったことを解消するための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が残留沈下対応として行われた。

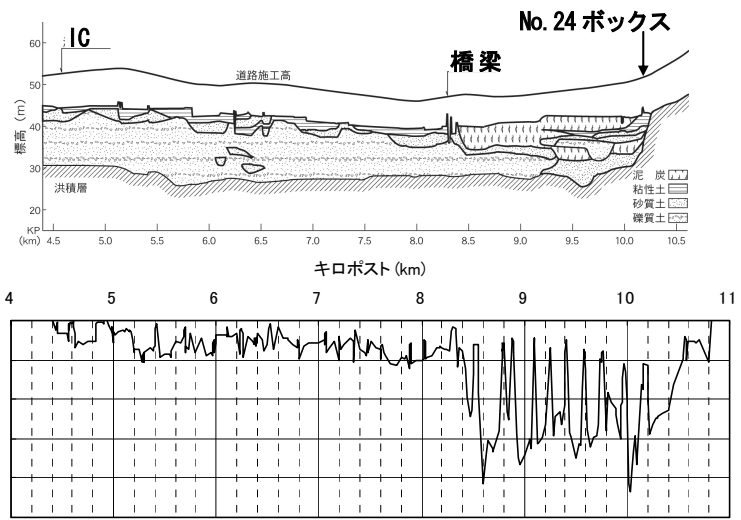


図1 当該地盤縦断と供用4年目の路面沈下

図2にその小規模補修の費用を示す。供用4年目までに15cm～40cmの残留沈下が発生した橋梁からNo.24ボックス間では、3年間で1km当り720万円程度の補修費用であったのに対し、残留沈下が数cm～10cmであった区間では、その約10%で済んでいる。現在、高規格幹線道路の許容残留沈下量(供用後3年間の目標値)は、10～30cm程度となっている(表1)。今回の実測残留沈下量は供用4年後のものなので、厳密な比較はできないが、許容残留沈下量の最小値(10cm)と最大値(30cm)では、補修費に大きな差が出るのがわかる。

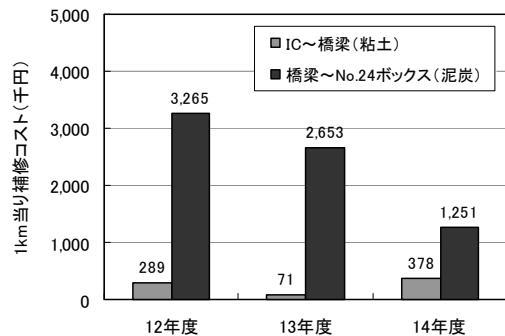


図2 小規模補修のコスト

なお、補修工事に伴い21時～翌6時の夜間全面通行止めを2日～5日間要した。残留沈下の発生を前提とした設計である以上、何らかの通行規制が伴うのはやむを得ないことではあるが、2車線区間の場合、全面通行止めとなってしまいうため、道路利用者および関係機関の理解を得ることが必要となる。この点は、道路機能の保持およびLCCと同様に今後考慮すべき事項と考える。

2.4 大規模な補修工事

平成14年までは小規模補修工事に対応したが、予想以上に残留沈下が大きく、小規模補修では対応ができなくなっていた。加えて、縦断線形や防護柵の高さが規定値を満足しなくなる恐れが出てきた。そこで、局所的な段差修正ではなく、路線全体の大規模補修工事が実施された。補修方法を検討した結果、荷重増による再沈下を極力防ぐように、橋梁のFHをコントロー

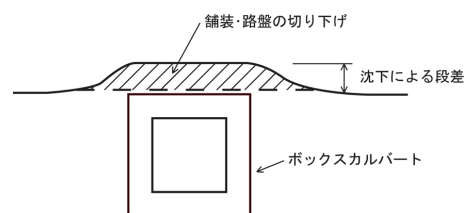


図3 大規模補修の考え方

ルポイントとした縦断線形の切り下げが行われた。この際、ボックスカルバート上の路面を切り下げる必要が生じるが、路盤を撤去することで対応した（図3）。

表3に大規模補修工事の概要を整理する。ICから橋梁間は、小規模補修を繰り返すことで対応可能との考えもあったが、一般道との交点の関係上、全線の通行止めがやむを得ないこと、将来の維持補修などを考慮した結果、同じく大規模補修を行った方が有利と判断された。大規模補修には、660百万円の費用と50日間の夜間通行止めを要した。また、この通行止めに伴い、一般国道への迂回となるが、移動時間の遅れによる損失額は約10百万円と試算された。

表3 大規模補修の概要

箇所	工費 (経費込み、千円)	通行止め	
		状況	損失額(千円)
深川西IC～大鳳川橋	248,273	期 間:5月12日～6月30日 時間帯:21時～翌6時	9,800
大鳳川橋～No.24ボックス	411,222		
合計	659,495	50日間	

3. 対策工の事後評価とライフサイクルコストの試算

3.1 現時点での評価

当該路線で供用後に発生した沈下は、次の2点が複合して発生したと考えられる。

- ①泥炭層および粘土層の一次圧密の残留
- ②泥炭層の二次圧密の発生

当該路線の軟弱地盤解析は、平成3年と4年に実施されている。当時の「泥炭性軟弱地盤対策工指針²⁾」では、現行の「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル」にある泥炭特有の沈下挙動を簡便に解析する方法が記載されていなかった。そのような状況の中、当該路線の地盤調査、軟弱地盤解析および対策工の選定は、当時の技術レベルにおいて最善の方法で実施されているが、このような残留沈下を予測できなかったことはやむを得ないことであろう。

以下において、現時点の技術レベルから当該路線の残留沈下抑止効果とLCC（図4）について事後評価する。

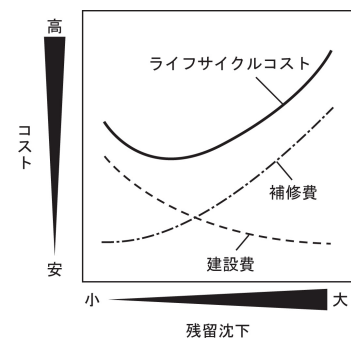


図4 残留沈下と建設費（概念図）

3.2 新技術の効果

当該路線の盛土部では、押え盛土併用のプレロード（2ヶ年施工）が採用されている。それと圧密促進工法のひとつであるプラスチックドレーン工法を併用した仮想ケースとを比較することとした。当該路線の建設当時、泥炭地盤に対して圧密促進工法の効果はほとんど期待できないというのが定説であった。しかし、その後の研究³⁾によって、泥炭地盤におけるプラスチックドレーン工法の効果とその沈下予測法が明らかとなっている。

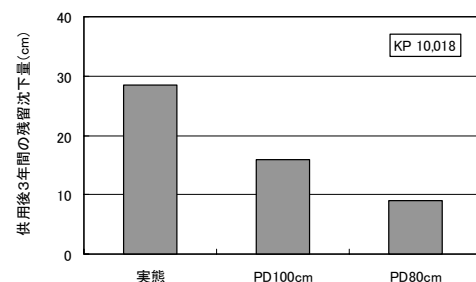


図5 残留沈下シミュレーション結果

当該泥炭地盤（橋梁から No.24 ボックス）条件下での各ケースの残留沈下計算結果を図 5 に示す。プラスチックドレーンを 80cm 間隔で施工した場合、供用後 3 年間の残留沈下を 9cm まで抑制できる。これは、粘土地盤（IC から橋梁間）の残留沈下レベル（許容残留沈下量の最小値）である。

3.3 LCC のシミュレーション

上記の 3 ケースの供用後 50 年までの LCC を試算した。ここで、維持補修費は、前述の実態を反映させている。橋梁から No.24 ボックスカルバート間（延長：2.2km）における LCC 試算結果を図 6 に示す。当該区間では、最も経済的なプレロード工法が選定されており、建設コストは低く抑えられていた。しかし、結果的に供用後の残留沈下が大きく、大規模な補修工事など補修コストが高かった。一方、プラスチックドレーンを併用した場合、建設コストはわずかに高価になるものの、残留沈下を抑制することから、小規模な補修工事で対応が可能であり、LCC では 6%~8%程度コスト削減となる。プラスチックドレーン工法程度の泥炭地盤対策工で対応できるのであれば、現行の高規格幹線道路の供用後 3 年間の許容沈下量 10cm~30cm のうち、10cm を設計目標値とするのが合理的となる。

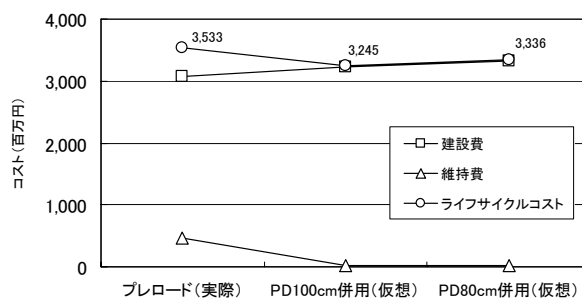


図 6 LCC の試算結果（図中の数字は、LCC の額）

ここでの試算は、様々な仮定条件下で得られたものである。よって、他の現場条件に、ここでの試算結果をそのまま当てはめることができるものではないことを断っておく。

4. あとがき

本検討において、残留沈下の設定が補修コストに大きく影響を与えることが定量的に明らかとなった。また、条件によっては、建設コストの縮減のみでは LCC の最小化に繋がらないことがわかった。

今後は、泥炭地盤対策工の LCC 最小に向けて、補修履歴を考慮できる長期沈下予測手法の開発を進めるとともに、その予測手法を解析ツールとして適切な許容残留沈下量の設定ならびに維持補修の時期を決定する方法などの提案を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 北海道開発土木研究所：泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル、pp.42-70、2002
- 2) 北海道開発局開発土木研究所：泥炭性軟弱地盤対策工指針、pp.45-73、1988
- 3) 林 宏親、西川純一、江川拓也：泥炭地盤におけるプラスチックチックドレーンの改良効果、北海道開発土木研究所月報 No.585、pp.2-8、2002