

## 寒地地盤チーム

### はじめに

寒地地盤チームは、北海道開発局開発土木研究所の土質基礎研究室であったが、平成13年4月の独立行政法人化を経て、平成18年4月に現在の名称となり今日に至っている。

寒地地盤チームでは、安全・安心な暮らしを守る社会基盤を効率的に整備するため、寒冷地に広く分布する泥炭性軟弱地盤やその他の特殊な地盤に建設される土木施設の安全性、経済性、耐久性を高める技術、冬期に施工する土工の品質を向上させる技術について研究を実施している。

以下に、当研究チームの大きな3つの研究分野である「泥炭性軟弱地盤」、「土工」、「構造物基礎」について、研究の動向を示す。

### 研究概要

#### (1) 泥炭性軟弱地盤に関する研究

寒地土木研究所の重要な研究課題のひとつに、泥炭地盤に関する研究が挙げられる。北海道や東北地方に広く分布する泥炭地盤（図-1）は、高有機質で特異な工学的性質を有する極めて軟弱な特殊土地盤である。泥炭地盤上に盛土などを築造すると、供用後の長く続く沈下、すべり破壊、周辺地盤の共下がりや隆起、側方流動などの問題が生じる。

ここでは、泥炭地盤に関する最近の研究成果のうち、主なものについて紹介する。

#### ①泥炭地盤上の盛土の耐震性評価と耐震補強技術に関する研究

地震時に泥炭地盤上の盛土が比較的被害を受けやすいこと（写真-1）は、古くから知られていたが、その被災メカニズム、耐震性の評価手法や合理的な耐震補強技術については、明らかにされていなかった。

そこで、被害事例の調査、遠心模型実験、数値シミュレーションなどを実施して、これらの課題の解決を図った。その結果、泥炭地盤上の盛土で特徴的に見られた被災変状モードを再現することができ、沈下によって泥炭にめり込んだ盛土の底部の液状化が、被災の主たる要因であることが明らかになった。また、ふとん籠による補強が有効なことがわかった。現在、泥炭地盤上の盛土に対する合理的な耐震性診断および対策手法の確立に向けて研究を継続している。

#### ②グラベル基礎補強併用低改良率地盤改良の開発

泥炭地盤の地盤改良技術に関する研究の一環として、新しい地盤改良技術である「グラベル基礎補強併用低改良率地盤改良」を開発した。

本工法は、一般的に用いられる改良率（ $a_p=50\%$ ）より低い改良率（ $a_p=10\%$ 程度）の改良体を盛土直下



図-1 泥炭地盤の分布



写真-1 泥炭地盤における河川堤防の地震被害事例

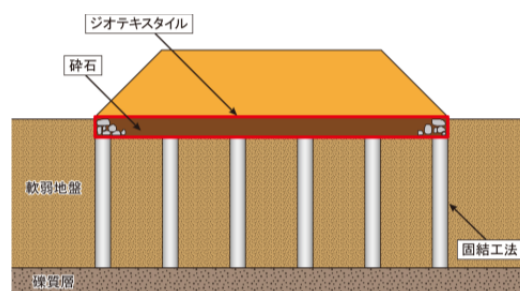


図-2 グラベル基礎補強併用低改良率地盤改良のイメージ

全面に配置し、その上に碎石層をジオテキスタイルで覆い囲んだ「グラベル基礎補強」を併用した軟弱地盤対策工法である。従来工法と比較して、大幅なコスト縮減および工期短縮が可能となった（図-2）。

### ③「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル」の改訂

泥炭地盤に関する一連の研究成果を広く普及させるため、泥炭地盤上に道路などを建設・維持管理する際に必要な調査・設計・施工の標準的な考え方をとりまとめた技術指針として、「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル」を発刊している。本マニュアルは、昭和56年に刊行された「泥炭性軟弱地盤対策工指針（案）」の改訂版であり、平成14年に発刊された後、平成23年と平成29年に改訂を行っている。なお、平成29年版は、寒地地盤チームのホームページからダウンロードが可能であり、発刊から3ヶ月経った平成29年6月末で2100件を超えるダウンロードがあった。

現在、泥炭性軟弱地盤という特殊な地盤環境であっても、より安全で安心な社会基盤が効率的・効果的に整備できるよう研究活動を継続しているところである。

## （2）積雪寒冷地における土工に関する研究

積雪寒冷下での凍上によるのり面への影響、盛土施工、のり面緑化、発生土の有効利用など積雪寒冷地における土工の問題点に関する研究を行っている。

### ①凍上や凍結融解の影響を受ける切土のり面に関する研究

近年、凍上に起因するのり面の崩壊及び構造物の機能低下が問題視されており、メカニズムの解明及びその対策の開発と維持管理コストの削減の必要が生じている。そこで、小段排水や地山補強土工法など、凍上に起因する地盤の変状を予測した効率的・効果的な対策技術および既設のり面の凍上を考慮した点検手法や崩壊危険度評価手法の提案を目的に現場計測や試験施工（写真-2）を中心に研究を実施している。凍上に関する調査方法、凍上判定手法、凍上対策方法などの研究成果については、平成28年9月（社）地盤工学会北海道支部「斜面の凍上対策の調査・設計マニュアル（案）」に反映された。



写真-2 試験施工箇所の調査

### ②冬期土工の品質確保に関する研究

北海道などの積雪寒冷地における土工、特に盛土の冬期施工（写真-3）は、外気温の低下、土の凍結・凍上、雪の混入、日照時間の減少など厳しい施工環境で行われるため、品質の確保に影響を及ぼすことがある。そこで、冬期土工の技術向上を目的として、地盤の凍上および盛土施工の効率化と品質向上に関する研究を行い、凍土や雪の混入などが融解期に盛土に与える影響を明らかにするとともに、冬期土工による変状を抑制するための方法を提案した。これらの技術と、（社）北海道建設業協会、北海道開発局で有する技術を集約し、現場技術者が冬期に盛土を行う際に必要な考え方をとりまとめた「積雪寒冷地における冬期土工の手引き」を平成27年2月に発行した。



写真-3 冬期土工の様子

### ③発生土の有効利用に関する研究

北海道には、火山灰質土、高含水粘性土、蛇紋岩質土など自然含水比状態で盛土に使用することが困難な材料が多く分布している。これらの材料を有効利用するための研究を進め、不良土判定方法の見直し、新たな不良土改良の事例の追加、固化材による改良

に関する簡易な品質管理方法などを提案した。これらの成果をとりまとめ、平成 25 年 4 月「北海道における不良土対策マニュアル」を発行した。

#### ④アスファルト廃材の再利用に関する研究

道路の舗装補修工事等にもない発生するアスファルト廃材は、特定建設資材廃棄物に指定され、再資源化が義務づけられている。これまでも、資源の有効利用がなされてきているが、今後も高い水準で再資源化し利用していく必要がある。そこで、アスファルト廃材の適用範囲を拡充することを目的として、アスファルト廃材の地盤材料としての性質を調べるとともに、実物大の試験盛土（写真-4）により有効性を調査した。これまでの結果、アスファルト廃材が不良土を改良することが可能な材料となり得ること、盛土材料としての利用が可能であることがわかった。



写真-4 アスファルト廃材の実物大の試験盛土

#### （3）特殊土地盤における構造物基礎に関する研究

構造物基礎については、北海道の特殊土地盤である泥炭性軟弱地盤及び火山灰の支持力機構を対象とした研究開発を実施している。

##### ①複合地盤杭基礎の設計施工法及び既設杭基礎の耐震補強技術に関する研究

泥炭性軟弱地盤は脆弱であり、そこに施工する橋梁下部工・基礎工は大規模化が余儀なくされ、極端な場合には構造物基礎の設計法が成立しないケースもある。また、基礎の地震時変形も比較的大きく耐震性の確保が大きな課題である。そのため、泥炭性軟弱地盤において構造物基礎の建設コスト縮減及び耐震性能を考慮した新技術の活用が求められていた。

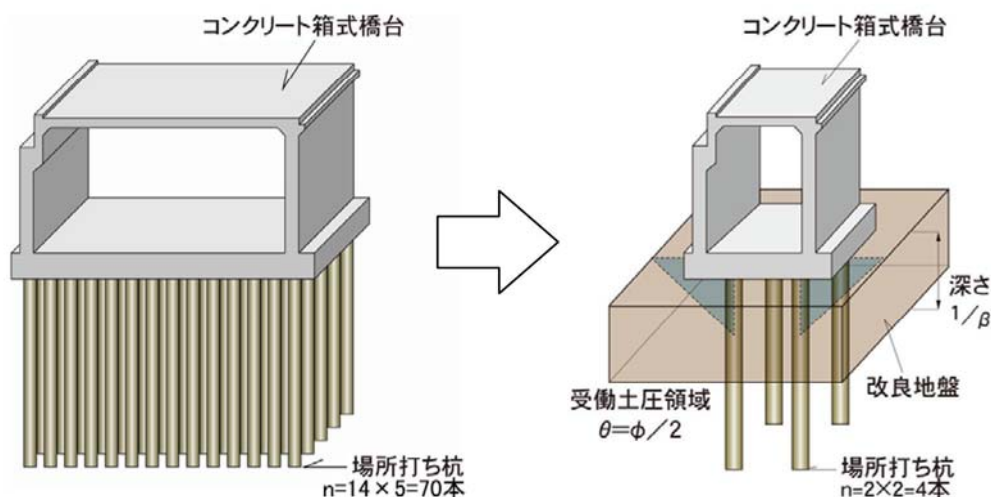


図-3 従来工法と複合地盤杭基礎の比較

このような状況に対処するため、泥炭性軟弱地盤に施工する杭の頭部周辺に主に固結工法による地盤改良を併設し、基礎の縮小化と同時に耐震性の向上を図る複合地盤杭基礎を研究開発した。泥炭性軟弱地盤において従来工法で杭基礎を設計した場合に、杭許容水平変位量を確保させるため非常に多くの杭本数となるが、複合地盤杭基礎を用いることで杭本数を大幅に減じることができ建設コスト縮減が可能となる（図-3）。複合地盤杭基礎は北海道限定工法として「北海道における複合地盤杭基礎の設計施工法に関するガイドライン（平成 22 年 4 月）」を発刊しており、現時点では約 20 現場で採用されて

いる。

また、泥炭性軟弱地盤などの脆弱地盤中の杭基礎は、地震時応答が卓越する懸念があることから、複合地盤杭基礎の考え方を応用し、耐震性が過小と判断された既設杭基礎周辺に改良体を併設することで大規模地震時の基礎変形を抑制する耐震補強技術であるコンポジットパイル工法を開発した。本工法は特許取得（平成 24 年）及び新技術情報提供システム NETIS 登録（平成 25 年）しており、実用化、普及に努めているところである。

## ②火山灰質地盤における杭基礎の支持力評価

北海道の火山灰質地盤における杭基礎の支持力は、火山灰質土が砂に近い密度及びせん断抵抗を有することから、一般に砂質地盤に準拠して設計されていた。しかし、火山灰質土は物性によっては破碎性の性質を呈するなど、その種類により砂質土と細部の力学特性が異なることが明らかとなってきた。

そこで、火山灰質地盤における杭基礎の鉛直支持機構の検証を目的に、北海道内の火山灰質地盤に施工された道路橋基礎杭において鉛直載荷試験を実施し検討を行った。その結果、杭種別（場所打ち杭、打込み鋼管杭）及び火山灰質土の種類別（降下火砕堆積物、火砕流堆積物）に周面摩擦力度を提案し、「北海道開発局道路設計要領」に反映された。

## （４）成果の普及活動

### ①マニュアル類の発刊・WEB 公開等

寒地地盤チームでは、これまでに得られた研究成果を整理し、土木構造物を建設・維持管理する際に必要な調査・設計・施工の標準的な考え方をとりまとめ、マニュアルを発刊・WEB 公開を実施している。

また、(公社)日本道路協会道路土工委員会など、関係機関が設置するマニュアル等の策定・改訂委員会に参画し、新たな研究成果が広く社会に活用されるよう活動している。

### ②論文発表・社会への情報発信

研究成果を学協会の論文集・雑誌や寒地土木研究所月報等の論文・報文として発信している。また、北海道開発局と共同で開催する講習会等をはじめ、関係機関からの依頼に基づく研修会等や、土木研究所が主催する新技術ショーケース等の成果普及活動に積極的に対応し、北海道はもとより、北海道外へも広く成果の普及を図っている。

### ③行政への技術的支援

北海道開発局、地方整備局ならびに地方自治体等からの依頼事項に対して指導助言・現地調査を行い、成果の活用に加えて、新たな研究ニーズの把握や研究フィールドの掘り起こしを図っている。その一環として、北海道開発局の技術者を対象とした「土と基礎に関する勉強会」を定期的で開催し、参加者の技術力向上に資するとともに、現場ニーズの把握、研究成果の普及の機会としている。

### ④海外との研究交流

平成 26 年 10 月にインドネシア公共事業省道路工学研究所と締結した研究協力協定に基づき、「泥炭地盤における道路建設技術」について成果の普及に努めている。

## （５）今後の研究方針

厳しい財政事情、大規模自然災害発生による安全安心な暮らしの強い要請、社会資本ストックの老朽化、地球環境問題への関心の高まり等を踏まえ、「安全安心」、「戦略的な維持管理・更新」、「持続可能な社会」をキーワードに研究を進めていく。また、その実施にあたっては、「研究開発成果の最大化」を目指して活動する方針である。