

ジオシンセティックスによる低質土盛土の補強

建設省土木研究所 三木 博史
大成建設(株)技術研究所 坂口 昌彦

1.はじめに

栃木県では、奥日光の湯の湖の浄化を行なっているが、その主な方法として浚渫により湖底に堆積したヘドロを除去する方法で行なっている。従来はこのように浚渫されたヘドロは一時的に貯留され、時間をかけて分離され分離液を余水として処理するのが一般的であった。しかし、ここでは、一日の内にヘドロをスラリーと水に分離し、水は元の湯の湖に還えし、スラリーをさらに脱水処理し固化処理をしてスキー場の造成時の盛土材として利用するものである。環境問題の叫ばれる今日、この低質土の処理法および有効利用の方法は、地元はもとより、各関係方面より注目と期待が寄せられている。

このうち、スキー場の造成の盛土材としてこれらの低質土を用いるに当って、造成の経済化をはかる目的で、固化した低質土の盛土材としての強度不足を補うための補強工法として、ジオシンセティックスを用いた補強盛土工法を採用した。今回は、ジオテキスタイル関連の事例紹介として、事例の少ない湖底に堆積した低質土の処理と利用、それに伴うジオシンセティックスによる低質土盛土の補強についての報告をするものである。

2.湯の湖浄化事業

本事業は、栃木県が建設省所管の国庫補助事業として平成元年から実施している浄化事業である。

湯の湖は、栃木県北西部の標高1,478mに位置し、下流の中禅寺湖とともに日光国立公園を代表する湖である。しかし、清らかであった湯の湖の湖水も、温泉街の生活排水などの流入および、湖底からの温泉水の湧出により徐々に汚染が進行し、現在では全国各地で問題化している富栄養化現象をもたらすまでになってきた。日光市はこの汚染防止対策として、湯元下水終末処理場に高度処理施設を増設するなど、汚染の進行防止に努力をして、これまでに成果をあげてきた。さらなる水質の浄化を目指して、すでに湖底に堆積しているヘドロからの栄養塩などの溶出を削減するためには、堆積ヘドロの除去が最も効果が高いことから、その除去を実施することとなった。この事業は湯の湖（平成3年度現在、透明度3.2m）の浄化を行なうことにより、最終的には下流域の中禅寺湖（平成3年度現在、透明度8.3m）の水質改善をも計ろうとするものである。

さらに、全国の各関係団体から注目を浴びているのは、この浚渫したヘドロを脱水処理し、固化して盛土材として有効利用していることである。

事業概要については、表-1にその諸元を示す。また、本事業の工事の名称、発注者、施工者ならびに工期に関しては表-2に示す。

表 - 1 事業諸元

項目	内容	項目	内容
事業名	河川環境整備(浄化)事業	効果の確認	平成4年度から平成8年度まで湖水水質、底質、プランクトン等について調査
事業費	4,600,000千円		
事業年度	平成元年度—調査等	余水流入水質	PH6~8 最大SS35,000mg/ℓ
	平成2~3年度—プラント建設 平成4年度—浚渫工事開始 平成8年度—完了(予定)		
稼働期間	5月~11月	余水処理水質	PH6~8 SS30mg/ℓ
浚渫、余水処理運転時間	6日/週 7時間/日	湖水リン濃度	事業前0.03mg/ℓ 事業後0.019mg/ℓ 環境基準値0.03mg/ℓ以下
濃縮脱水処理運転時間	6日/週 22時間/日		
処理能力	最大380m ³ /時	湖水窒素濃度	事業前0.42mg/ℓ 事業後0.32mg/ℓ 環境基準値0.4mg/ℓ以下
浚渫汚泥量	192,000m ³ (4tトラック約5万8千台分)		
脱水ケーキ量	73,000m ³ (含水率60%)	湖水COD濃度	事業前2.3mg/ℓ 事業後2.0mg/ℓ 環境基準値3mg/ℓ以下
固化後処分量	77,400m ³		

表 - 2 工事の実施

工事名称	湯の湖しゅんせつ工事
発注者	栃木県(日光土木事務所)
施工者	大成・東亜・栗田 特定建設工事共同企業体
工期	平成4年3月~平成8年10月

3. 浄化工事の概要

湯の湖に於ける浄化工事は、まず、湖底に堆積するヘドロを、湖水を濁らせない方法として採用されたカッターレス型の浚渫船にて吸引する方法によって浚渫される。浚渫ヘドロは、パイプラインで陸上の泥水・余水処理プラントに揚げられる。泥水・余水処理プラントでは、濃縮沈澱や凝集沈澱を大きな水槽で、脱臭剤、凝集剤を添加しながら通過させ余水とスラリーに分離して行く。最後に浄化された余水は清澄槽で水質チェックをして湖に戻す。一方各浄化段階で分離発生したスラリー状のヘドロは粒状にしてさらに濃縮し、最後にベルトプレスで水分を絞って固化ピットに送られる。この脱水されてケーキ状になった低質土は、固化ピットの中で固化材(セメント系)が加えられ油圧ショベルによって攪拌される。このときの固化材添加量は、低質土1m³に対して200Kgとする。

このように《浚渫から、浄化処理、機械による脱水、固化処理まで》の工程を一貫した流れ作業で一日の内に行なうのは、日本では初めての試みであろう。盛土材は仮置場所までダンプトラックにて運搬され、その後クローラダンプに積み替えられて急勾配地を盛土位置に運搬して盛土施工をする。この泥水・余水処理プラントとヘドロの処理工程の流れを図-1に示す。

ここで製造された盛土材の盛土最終位置での7日後の強度特性は、それぞれおおよそ、土の単位体積重量 $\gamma = 1.3 \sim 1.4 \text{g/cm}^3$ 、一軸圧縮強度 $qu = 0.5 \sim 0.7 \text{kgf/cm}^2$ 、内部摩擦角 $\phi = 3 \sim 10^\circ$ 、粘着力 $c = 0.25 \sim 0.45 \text{kgf/cm}^2$ 程度であった。

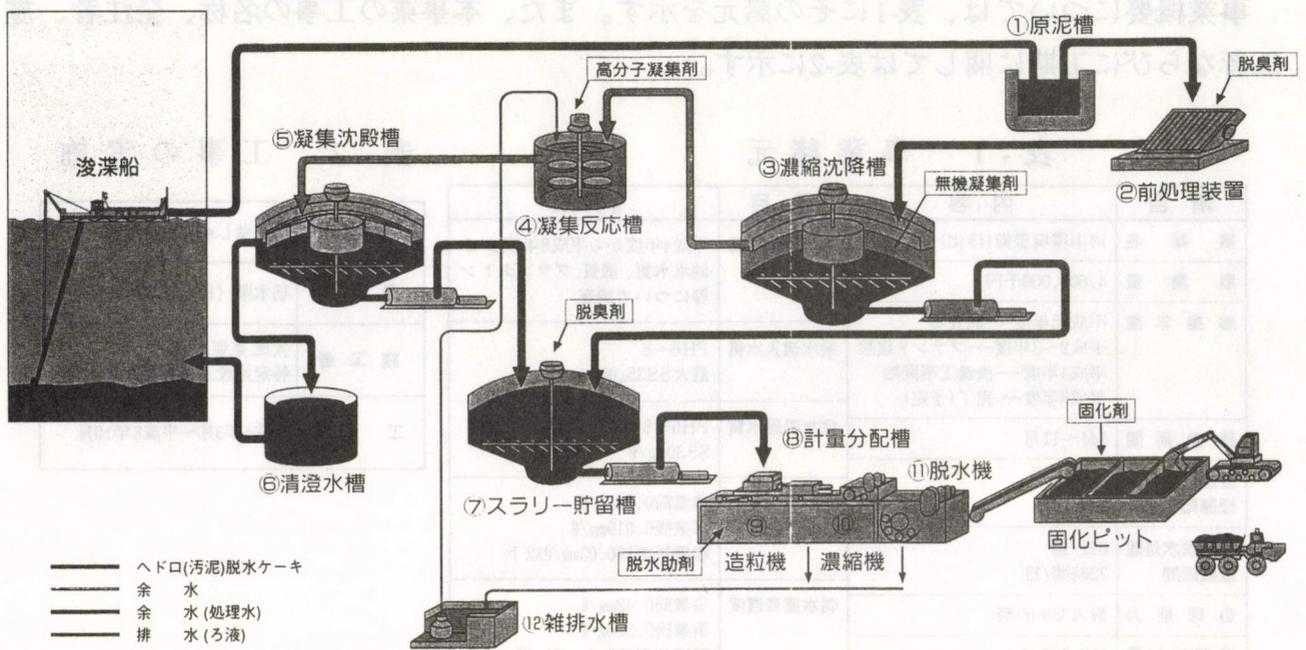


図-1 泥水余・水処理プラントと処理行程

4. ジオシンセティックスを用いた補強盛土

盛土の設計諸元の内、盛土材の土質定数は、盛土材として用いる改良土の材齢ごとの強度特性試験結果を基に、その長期強度やその他の条件を考慮して、それぞれ、土の単位体積重量 $\gamma = 1.4 \text{ kg/cm}^3$ 、土の内部摩擦角 $\phi = 0.0^\circ$ 、土の粘着力 $c = 2.5 \text{ tf/m}^2$ とした。このとき、計画の盛土を構築するには強度が不足するので、補助工法として、ジオシンセティックスを用いた補強土盛土工法を採用した。補強材としては、ジオグリッド（テンサーSR55）を用いた。また、設計諸元のうち、土と補強材の摩擦力に関しては、現地で、実際に用いる盛土材と補強材による現場実験によって、その値が設計値を満足することを確認した。

本盛土は、既設ゲレンデを横断方向に拡張するという形態で計画されており、また、スキー場は、図-2に示すように縦断方向に傾斜を大きく取らなければならないために特殊な補強の形態となった。設計は、この断面に直角な図-3に示すような横断面方向の検討を行った。

補強盛土の施工の状況と、完成した盛土の状況をそれぞれ写真-1と写真-2に示す。

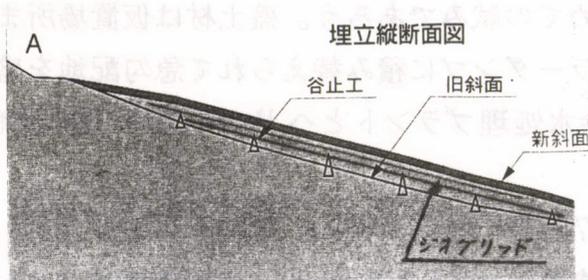


図-2 傾斜に沿った補強材の配置

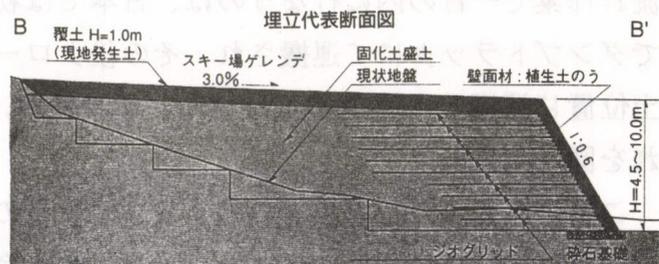


図-3 埋立代表断面の補強材配置



写真-1 補強材設置の施工状況



写真-2 施工中ののり面の状況

5. おわりに

補強土工法に用いる盛土材は、従来良質の材料が理想的とされている。特にのり面を有する補強土壁工法などは、良質の砂が材料として指定されてきた。しかし、一方視点を変えて見ると、補強土とは盛土材の持つ力学的弱点を補強するのが本来の目的とも言える。このようにしてみると、今回のような、普通の状態では盛土をすることが不可能とも言える盛土材を用いて盛土を構築するとき、その効果を発揮するのが最も目的にかなった使用方法と言うこともできる。



写真-3 完成後の盛土のり面 (一部)

このように、固化材によって改良した低質土を盛土材として用いるときは、盛土材の長期にわたる安定性や強度特性を的確にとらえて定数を決定することが補強材の選定や安定計算の厳密さよりさらに重要である。

本報告は、強度の低い特殊な盛土材を用いた盛土を補強するためにジオシンセティックスを用いた極めて希な例である。これが、今後軟弱な盛土材を用いて盛土の設計施工を行なう場合の一つの参考となれば幸である。

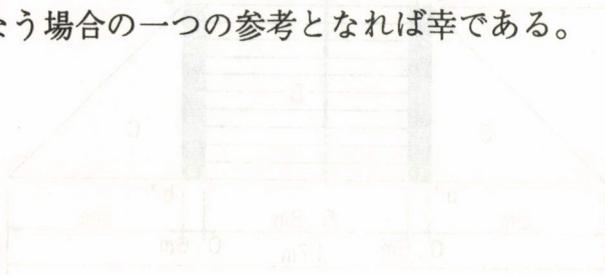


図 補強土の断面図 (一部)