

札幌市における道路掘削残土の再利用法

Recycling System for Excavated Soils Originated from Road Construction Works in Sapporo

神谷 光彦 (かみや みつひこ)

北海道工業大学教授 工学部土木工学科

堀江 修一 (ほりえ しゅういち)

札幌市建設局土木部業務課

星 昇 (ほし のぼる)

札幌市建設局道路維持部雪対策課 係長

笠原 篤 (かさらは あつし)

北海道工業大学教授 工学部土木工学科

1. ま え が き

建設工事に伴って発生する残土は膨大なものであり、その処理・処分が近年重要な問題となってきている。そのため、残土の再利用については種々の方策が試みられてきている。

札幌市においては、現在のところ処分地は確保されており、一部は盛土や土地造成に有効に利用されている。しかし、将来的には社会情勢から、処分地に窮することは必至であり、長期的・総合的な視野に立った掘削残土の再利用のシステムを確立しておくことが重要となる。

道路掘削残土を再利用する利点としては、

- ① 処分地を延命化し、処分費を節減できる。
- ② 従来利用可能な残土も投棄されることがあり、再利用により土資源の有効利用が可能となる。
- ③ 残土の処分と再利用の運搬を一往復でできるようになり、走行距離の短縮化や交通渋滞の緩和に役立つ。
- ④ 新たな土の採取による自然環境を防止できる。などが挙げられる。

一方、土地造成、盛土、埋戻しなどの土を利用する側でも、土取場の環境保護などから種々の制約を受け、良質土の入手が困難になるとともに、土取場の遠隔化の傾向がみられてきている。そのため、安価で良質な土を入手するのに苦慮している。

それにもかかわらず掘削残土の再利用が促進されないのは、

- ① 残土の発生する量や時期が明確でない。
- ② 残土の発生する場所が散在している。
- ③ 残土の土質分類が明確でない。

などによるものである。

それゆえ、決まった場所で、一定品質の土を供給できるシステムであれば、残土の再利用が促進されることになる。

掘削残土の再利用は首都圏や大阪市では既に行われており、これは残土にセメントや石灰を添加し、必要な支持力を確保する方法が多い。

しかし、北海道のような積雪寒冷地では、路床・路盤材料などは支持力のほかに耐凍上性が要求される。凍上性は道路土工一排水工指針では細粒分の含有量により判定されている。それゆえ、残土を簡便に再利用するには、残土の粒度分布を非凍上性になるように改良する必要がある。

札幌市ではこれらの観点を考慮して、寒冷地に対応し得る道路掘削残土の再利用法を検討した。

2. アース・マネジメント・システム

札幌市の道路掘削残土の再利用システムをアース・マネジメント・システム (EMS と略す) と名づけた。これは、残土、再生、リサイクルなどの言葉から連想されるイメージに対する住民の拒否的反応をかんがみ、感覚的な受入れやすさを考慮したものである。

EMS のフローを図—1 示す。

当初の EMS は全掘削残土を水洗いして、碎石や砂を回収することより始められた。しかし、図—2 に示すように、路盤と路床の掘削土では粒度分布が異なるため、細粒分を含む一括掘削の残土では回収効率が低下する。そのため、EMS では、はじめに舗装の打換え工事を行う既設舗装体の路盤および路床の試験掘削を実施する。その結果より、路盤・路

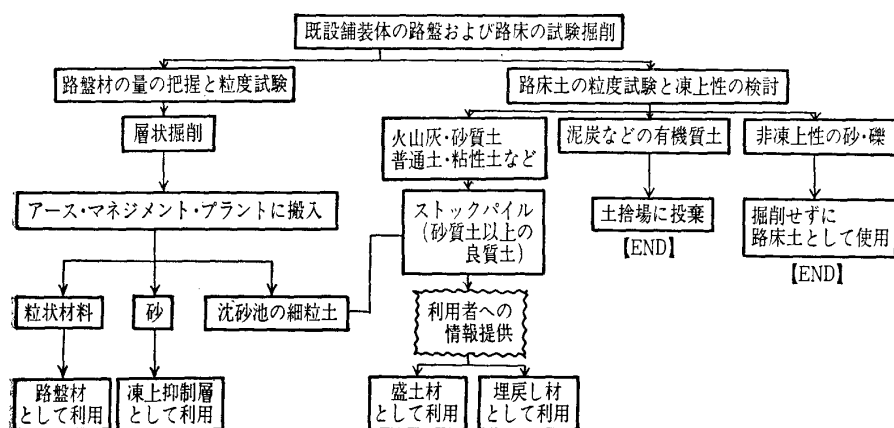


図-1 札幌市のアース・マネジメント・システム (EMS) のフロー

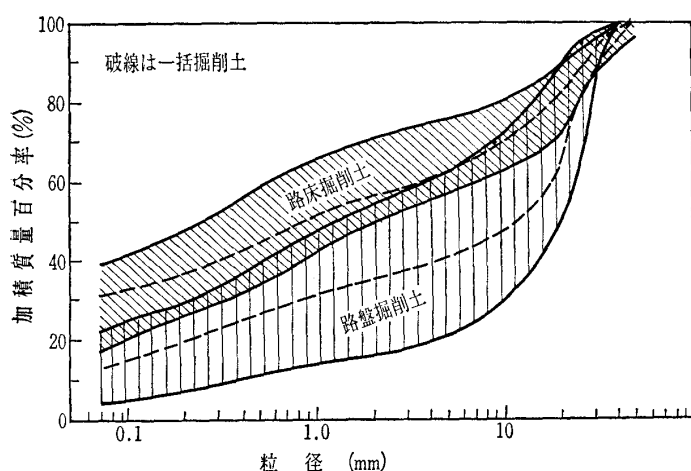


図-2 掘削残土の粒径加積曲線

床を分けて層掘削し、各々に対処し得る方法で再利用することとした。

2.1 EMS プラント

EMS プラントとは掘削残土を水洗いの後、碎石と砂を分離して回収するものである。

路盤掘削土については、試験掘削で路盤材の量を求め、簡単な粒度試験を行う。碎石や砂が大量に含まれていれば、層状掘削により路盤のみを選別し、EMS プラントに投入する。また、路床土についても、碎石や砂の多い粒状材料であるときは、EMS プラントへ投入し、粒状材料を回収する。

この方法により付加価値の高い碎石や砂を低価格・低エネルギーで回収することが可能となる。また、EMS プラントに投入する材料を路盤掘削土などの粗粒の土に限定することにより、回収されずに沈砂池に堆積する細粒土を少なくすることができる。

回収した碎石は路盤材に利用し、砂は凍上抑制層に利用、もしくは必要があれば後述する路床土のス

tockパイル入れ、土質改良材としての役割をもたせられる。

沈砂池にたまる細粒土は加圧脱水し、脱水ケーキとして、路床土のストックパイルにおいてほかの土質と混合することにより、性質の改善がはかられ、再利用することができる。

2.2 スtockパイル

ストックパイルとは性質の異なる土をサンドイッチ状に積み上げ、搬出時のバックホウでの切り崩し、積み込み、現場での積みおろし、敷きならし、さらに転圧により混合され、均一な土質を作成する方法である。

路床土については、試験掘削した土の粒度試験により土質を確認し、非凍上性と推定される場合は、凍上試験により凍上性を検討する。

凍上試験の結果より非凍上性の土で所定の支持力を有していれば、掘削せずにそのまま路床土として使用することとなる。このことにより発生する残土の量を減らし、凍上抑制層として使用される砂の量も減少させることができる。

路床土が泥炭などの有機質土の場合は、現状では再利用が困難であり、土捨て場に投棄せざるを得ない。また、粘性土であっても、大量に発生し、ストックパイルでの土性改良が困難な場合には、その一部を投棄することもやむを得ない。

砂質土・火山灰・普通土・粘性土などについてはストックパイルに搬入する。

ストックパイルを用いることによって、不良土でも良質土と混合されるため、性質が改善され、広範囲の土質を持つ掘削残土を再利用することができる。さらに、種々の土質の混入割合を調整することにより、所定の性質を有する土質材料を作ることが可能である。

ストックパイルでは最終的にでき上がる土質を考慮して、搬入された残土を計画的に積み上げ、利用目的に応じて埋戻し用、盛土用などと個々にストックパイルを作ることができる。さらに、このストックパイルに EMS プラントでの沈砂池の細粒土の脱水ケーキを混入することにより、細粒土の再利用も

可能となる。また、搬入される残土の性質が芳しくない場合には、経済性を考慮して、EMS プラントより回収された砂もしくは砂・礫を購入して混合し、土質改良をする場合を想定すれば、砂(礫)質土(砂・礫分 (75 μm 以上の材料) の含有率が50%以上)以上の均一な土質の土を供給することができる。

このストックパイル方式により、一定の性質を持った土が、決まった場所で、必要な時期に、必要量だけ供給することができる。それゆえ、これまでの掘削残土の再利用の妨げとなっていた問題点を解消することができる。

さらに、掘削残土に関する情報を管理する組織が、改良した残土の堆積している場所および量に関する情報を提供することにより、利用者はその掘削残土を利用する計画を立てることができ、利用の増大につながることになる。

2.3 EMS の利点

EMS は舗装の打換え工事にあたり層状掘削を行うため、掘削費が割高となる欠点はあるが、路盤材となる碎石および凍上抑制層材料となる砂を最小のコストで効率よく回収することが可能となる。また、EMS プラントの効率上、対象とする残土が砂や礫を多量に含有しているものに限定されることや沈砂池にたまる細粒土の処理などの問題点をストックパイルを導入することにより解決でき、さらに、シルト・粘土などの、その力学的性状から単体としては利用の範囲が限定されている土であっても、ストックパイルで良質土と混合することにより、ほとんどの掘削残土が再利用可能となる。

このように EMS とは、掘削残土から付加価値の高い碎石や砂を回収するとともに、ストックパイルの導入により、均一な土を作成し、広範囲の土質の土を再利用するシステムである。

3. 路盤掘削土の再利用

路盤掘削土は EMS プラントで、水洗いにより碎石・砂を回収する。なお、路盤掘削土は凍上試験の結果で、半数の試験体が凍上性を示し、そのままでは再利用が不可能なものである。

EMS テスト・プラントのフローを図-3 に、その概要を口絵写真-4 に示す。

このプラントは掘削残土よりごみやコンクリート

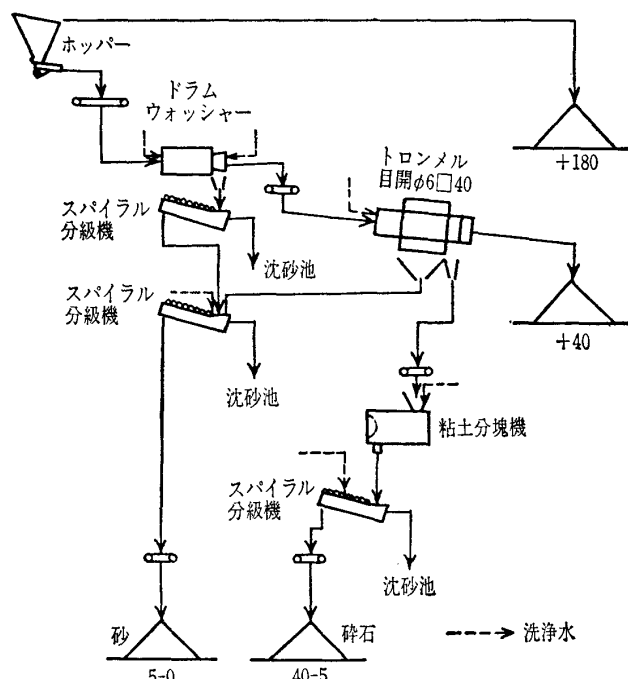


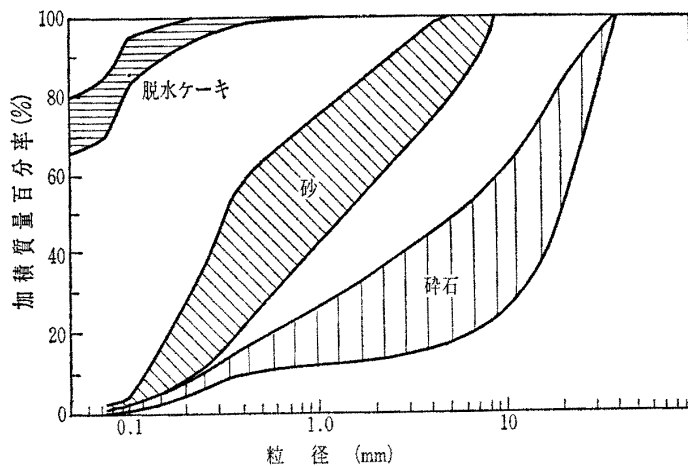
図-3 EMS テストプラントのフロー

塊などをホッパーで除去した後、ドラムウォッシャー、トロンメルなどで水洗いし、40 mm 以上の巨塊、40~5 mm (碎石と称す)、5 mm 以下の砂および細粒分に分級するものである。

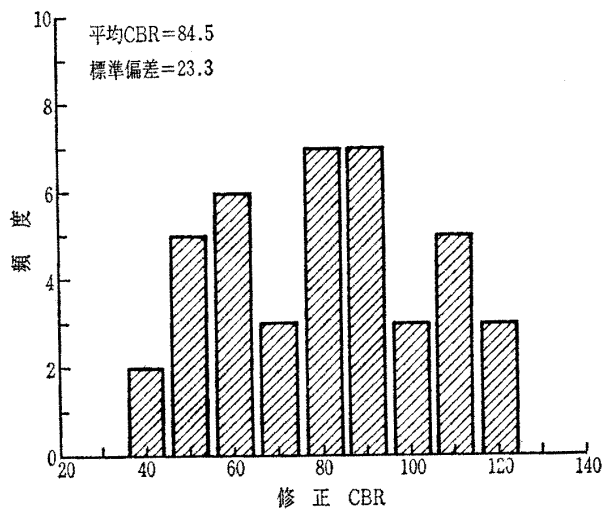
砂はドラムウォッシャーおよびトロンメルの 5 mm の網目を通過したものを、2 段のスパイラル分級機で洗浄し、回収する。碎石はトロンメルで 40 mm に分級されたものを、粘土分塊機に投入し、粘土塊を圧縮もみ洗いしたのち、スパイラル分級機で回収される。各スパイラル分級機から排出されたシルト、粘土分を含む濁水は沈砂地に導かれ、自然沈殿させる。沈砂地の上澄水は、洗浄水として循環使用するので、濁水が河川等に流出することはない。

碎石・砂としての回収率は掘削残土の性状の違いに当然依存するが、平均して80%以上であった。回収した碎石、砂、細粒土の粒度分布を図-4 に示す。回収した碎石は細粒分が極端に少なく、粒度分布が悪いため、砂と混合して路盤材料に再利用する。この碎石・砂の混合土の修正 CBR の分布を図-5 に示す。修正 CBR は平均で84となり、CBR の低いものでもアスファルト舗装要項による下層路盤の基準値の20を越えており、下層路盤材として、さらには上層路盤 (CBR 80 以上) としても再利用の可能性を持つ。また、砂はいずれもが非凍上性であり、凍上抑制層として利用可能である。

報文—2206



図—4 EMS テストプラントより得られた材料の粒径加積曲線



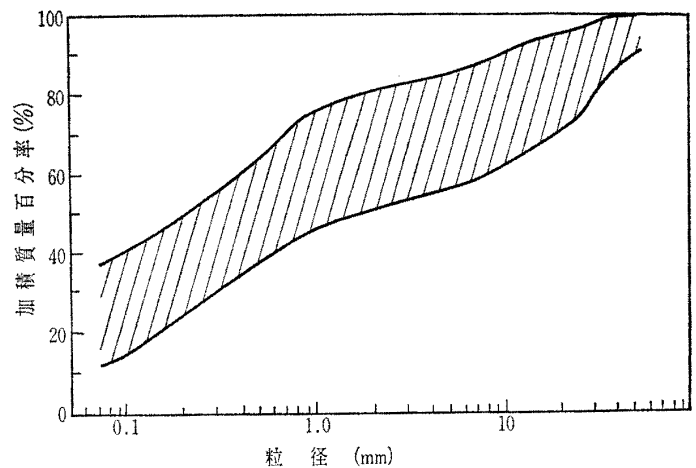
図—5 回収した碎石・砂による修正 CBR の分布

沈砂地にたまる細粒土は加圧脱水により含水比を低下させて脱水ケーキとする。脱水ケーキはストックパイルで路床土に混合して、盛土材などの再利用に供する。

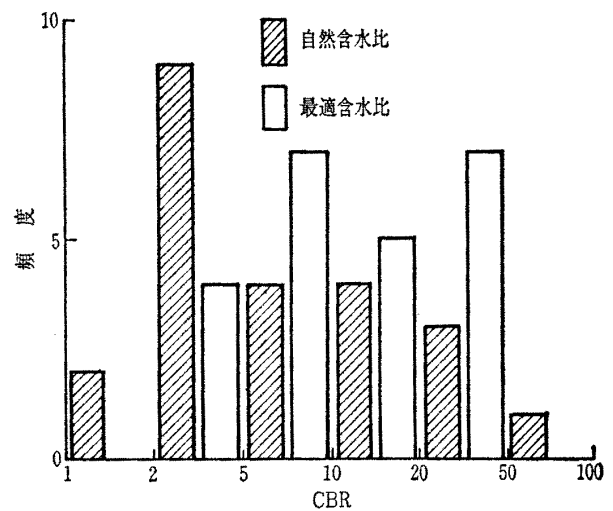
4. 路床掘削土の再利用

搬入された路床掘削土は目視により、砂質土、火山灰、普通土、粘性土に分類される。これを所定の品質の土が得られるように、互層に積み上げてストックパイルを作成する（口絵写真—5）。このストックパイルには EMS プラントで発生した脱水ケーキも混合する。

ストックパイルには異なった土質の路床掘削土が、不規則に搬入されることが予想される。そのため、多くの場合を想定して、種々の組合せでストックパイルを作成した。また、脱水ケーキの混入も砂質



図—6 ストックパイルで混合した土の粒径加積曲線



図—7 ストックパイルで混合した土の CBR 分布

系の土では、その混入量を多くするなどの試みも行った。

ストックパイルの土は切崩し、積込み、現場での積みおろし、敷きならし、転圧により混合され、均一な土質となる。

種々の組合せで混合した23種のストックパイルの土を用いて盛土を作成した。その粒径加積曲線の範囲を図—6に、室内試験の CBR の分布を図—7に示す。

建設省による総合的建設残土対策研究会では建設残土の土質選定基準とその適用の目安を表—1(a), (b)のように提案している。

今回の試験盛土では粒度分布よりみると、砂質土もしくは礫質土であり、第2種土質材料に分類される。また、CBR では含水比により異なるため、自然含水比と最適含水比について行った結果について示した。自然含水比での CBR は平均13.8であるが、

広い幅で分布し、5以下の値となるものも多い。また、最適含水比での平均は15.7であり、自然含水比とあまり差はないが、CBRが5以下となるものも少なく、比較的まとまって分布している。CBRより土質選定基準をみると、第2～3種土質材料に分類され、裏込め材料、河川堤防、宅地造成などに利用可能である。さらに、含水比の管理や掘削残土の組合わせ方法を検討することで、CBRを5以上とすることも期待できる。

このように粘性土などの比較的品質の劣る残土であっても良質土に混合することにより、広範囲の土質の掘削残土を再利用することが可能となった。さらに、ストックパイルを用いることにより、一定品質の土を決まった場所で必要な量が供給できるようになり、残土の再利用における問題点を解消することができる。

5. ま と め

札幌市では寒冷地の特殊性を考慮した道路掘削残土の再利用システム、EMSを確立した。

これは、掘削土を路盤、路床に分け、各々異なるシステムで再利用するもので、広範囲の土質の掘削残土を対象としたものである。

路盤掘削は水洗いにより碎石、砂を回収する。この碎石と砂を混合した土は、路盤材として必要な修正CBR値を有し、砂は非凍上性で凍上抑制層として再利用可能である。

路床掘削土およびEMSプラントからの脱水ケー

表-1(a) 建設残土の土質選定基準

	最大粒径 (mm)	細粒分 含有率 (%)	修 正 CBR	塑性指 数 (%)	一軸圧縮 強度 (kgf/cm ²)	コーン指 数 (kgf/cm ²)	備 考
第1種土質材料	100以下	15以下	10以上	10以下	5.0以上		砂
第2種土質材料	150以下	50以下	5以上		2.0以上	8以上	砂質土、礫質土
第3種土質材料	300以下		2以上		1.0以上	4以上	ローム、粘性土
第4種土質材料 汚 泥						2以上	高含水比の粘性土

表-1(b) 土質材料の適用性

	埋戻し 材料	路 床	裏込め 材料	路 体	河川堤 防	宅地造 成	埋立な ど	
第1種土質材料	○	○	○	○	△	○	○	○：適する
第2種土質材料	△	○	○	○	○	○	○	△：注 意
第3種土質材料	×	△	○	○	○	○	○	×
第4種土質材料	×	×	△	△	△	△	○	×
汚 泥	×	×	×	×	×	×	×	×

「総合的建設残土対策研究会」による

キは、ストックパイルにより一定の品質の土が得られるように混合する。これにより得られた土は砂質土もしくは礫質土で裏込め、築堤、宅地造成などの材料として利用可能な性状の土が得られた。

6. あとがき

EMSの進行状況は、実施に向けての試験の継続と併せてプラント建設中であり、平成4年8月頃より試験運転を行う予定となっている。

EMSの採算性について試算では、平均して運搬距離が10km程度で、現状の碎石や土と同程度の単価で供給することができる。将来的に運搬範囲の遠隔化や運搬費の上昇がみられる場合には、その適用の範囲をさらに拡大することが可能である。

おわりに、EMSの企画立案を担当した札幌市建設局土木部河川課合田功氏、テストプラントの作成に協力いただいた樺崎産業㈱ならびにストックパイルの構築に協力を得たおもだか興業㈱に謝意を表します。

(原稿受理 1992.3.10)