

建設発生土の緑化利用に関する研究（その6）

— 海水由来のアルカリ成分を含む砂質土壌の改良 —

杉 本 英 夫 佐 藤 久 美 子
小 宮 英 孝

Study on Application of Surplus Soil from Construction as Re-Vegetation Soils (Part 6)

— Improvement of sandy soil containing alkaline components —

Hideo Sugimoto Kumiko Sato
Hidetaka Komiya

Abstract

This report describes a method for improvement of high alkalinity soil. The dug soil at doing the construction of re-development which reclaimed land contains the salty minerals. A kind of soil was sandy and include the clay mineral a little, but its the improvement for re-vegetation was difficult by the low percolation rate. We found this cause an original phenomenon that the porous structure of soil is filled with swelled clay minerals, smectite. We developed new chemical treatment that can restrain the swelling of clay minerals by controlling pH, neutrality. The management of construction became easy with safety by this technology.

概 要

海面を埋め立てた地盤から掘削される建設発生土は、塩類を多量に含んでいる。砂質系の発生土は、粘性土に比べて粒度が整い、塩類濃度が相対的に低いので緑化利用しやすいと考えたが、透水性が悪いので塩類の除去が難しく、降水後に水溜まりができて植物の生育が不良となるものがあった。ここでは、発生土の物理・化学的な性状を分析して、透水性が不良となるメカニズムを調べ、その改良方法を試験した。発生土は、塩類濃度の低下とともに強アルカリ性になるため、土中のコロイドが分散し、コロイドに含まれる粘土鉱物が膨潤するために土の間隙を塞いでしまうので、透水性が低下することが分かった。そこで、土のpHを中性に保てば、コロイドの分散と膨潤を抑制し、透水性が改善されると考えた。特殊な土壌改良材を使用した結果、発生土の透水性を改善し、塩類濃度を下げることができた。

1. はじめに

海面の埋め立て地盤を掘削した建設発生土は、海水に由来する塩類を多量に含み、pH8.5以上の高アルカリ性を呈することがある。これは、埋立て時に海水に含まれる塩化ナトリウムなどの塩類が土に混じることが原因であり、この濃度が高いと植物の生育が阻害される。発生土を緑化利用するとき、塩類濃度を低下させないと、森や草原を形成するような一般的な樹木や草本は栽培できない。そのため、塩類を除き、pHを低下させるなどの土壌改良が必要となる。しかし、土壌改良には、時間・手間・費用を伴うため、緑化利用はあまり進んでいない。

発生土を土質で分類すると、砂質系の土は、海面下にあっても粘性土に比べると比較的に塩類濃度が低い傾向がある。粒度が整った砂質土では、透水性が高く、締め

固めできるものがあり、盛土材など一般の土木工事に利用されている。透水性が良ければ、塩類濃度を下げるとは容易になるため、緑化利用しやすいと考えられる。しかし、砂質土にも、透水性が悪く、塩類の除去が難しく、降水後に水溜まりができて植物の生育に適さない場合があった。原因には、掘削されるときに粘性土が混じるため、土の品質が様ではないことが影響していると予想されるが、メカニズムには不明な点が多かった。

当社では、以前から発生土の緑化利用の研究開発に取り組む¹⁾、セメント混じりの発生土の緑化利用技術²⁾などを開発してきた。発生土は、未風化の土や掘削や盛土工事の過程で様々な土や資材が混じるため、良質とされる緑化用の土に比べて、塩類濃度が高く、pHはアルカリ性の傾向を示すことが分かっている^{3) 4)}。アルカリ性の原因は、ナトリウムイオンやカルシウムイオンなどのアルカ

り成分が多く、土の塩基のバランスが崩れるためで、土はpH8.5以上の高アルカリ性を呈することも多い。

ここでは、海面埋立地の発生土の内、粘土が混じる砂質系の土を対象に、その物理・化学的な性状を分析して、透水性が不良となるメカニズムを明らかにし、その土の改良方法を試験で確認した成果⁵⁾を中心に述べる。

2. 発生土の改良方法

改良の模式図をFig. 1に示す。海水の影響を受けた発生土は、発生時点では中性～弱アルカリ性を示すことがある。条件は、塩化物イオンとナトリウムイオンが、ほぼ同量の比率で、かつ他のイオンに比べて圧倒的に高濃度であることが影響している。発生土が一定期間風雨にさらされる状態に置くと、降水の影響を受けて、徐々に脱塩され、土の塩分濃度が低下する。脱塩される成分は、主に塩化物イオンとナトリウムイオンとなる。この場合、粒度が整った砂質土でも、初期の透水性が良いが、徐々に透水性が低下し、降水後の地表面に水溜まりができる場合がある。このメカニズムは、次のように推測される。

雨水が浸透すると、土壌水の塩類濃度が低下し、凝集していたコロイド状の土粒子が、分散しやすくなる。コロイドに含まれる粘土鉱物は、水を吸着して膨潤し、間隙に蓋をした状態になる。土壌水のナトリウムイオンは、濃度が高いので、土粒子に他のイオンより相対的に多く吸着している。土壌水の塩類濃度が低下すると、塩基バランスが崩れ、pHが高アルカリ性に変化する。pHがアルカリ性となると、コロイドがさらに分散状態になる。つまり、Fig.1の改良前のように、水の移動が制限されるので、透水性が低下すると考えられる。

この現象は、土壌改良を困難にするばかりか、植物の生育不良の問題が発生するので、対策が望まれる。改良には、Table 1の改良方法がある。その内、化学性および物理性改良は、塩類濃度が高い粘性土の場合に利用するのが一般的である。今回は、砂質土系の発生土を改良のため、物理化学的改良が適切な方法と判断した。これを効率的に行う工夫として、コロイドとなる土粒子の分散と膨潤を抑制することが重要と考えた。そこで、土のpHを中性に保ちつつ、土の塩類濃度を低下させる資材として、セメント排泥を中和しつつ、塩類濃度の上昇を抑えることができる特殊肥料²⁾の利用を考えた。特殊肥料の影響で、pHが中性に保たれると、土粒子の分散および膨潤を抑えられるため、水が間隙を縦横に移動できる。そのため、透水性が改善され、アルカリ成分を土から速やかに排除できるので、発生土は短期間で緑化可能な状態になると予想した。

3. 発生土の物理・化学的性質

3.1 目的

ここでは、土壌改良の条件設定に必要な土の基本的な

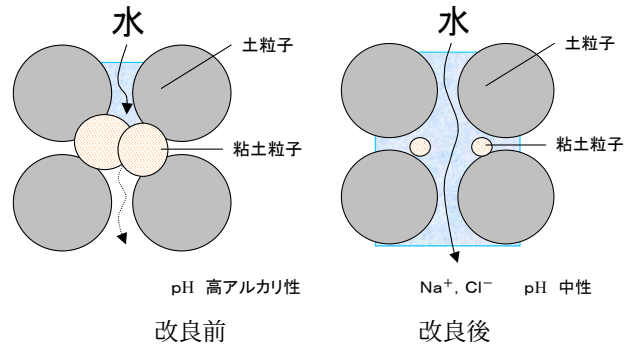


Fig. 1 間隙水の移動イメージの模式図
(文献⁶⁾の膨潤と分散の模式図を参考に、作図した)

Concept of Flow Water in Pore of Soil by Improved Method

Table 1 発生土の一般的な改良方法
Improvement Method for Soil by Salty Condition

種類	改良方法	資材
化学性改良	ESPを減らす	石膏
物理性改良	間隙を増やす	レキ、砂
物理化学的改良	塩類濃度を減らす	水(降水)



Photo 1 仮置き状態の発生土
The Soil of Reclaimed Land
by Construction of Under-ground Tank

物理・化学的性質を明らかにするため、基本的な理化学性を調べる「土の物理・化学性試験」と粘土鉱物の活性を失った状態の透水性と溶出成分を調べる「透水性試験」を行う。

3.2 方法

3.2.1 試験に使用した発生土 試験用の土の採取地とした海面埋立地は、東京湾岸で、高度成長期に内陸部の土砂を利用して埋立てが行われた場所である。現在は、この地下を利用した工場が建設されている。発生土は海面下の地層で、某地下タンク建設工事の掘削工事で発生した砂質系の土とした。Photo 1 に、仮置地の状態を示す。盛土して数年間、風雨にさらされているが、地表面には白い結晶が浮き出てくる。降水後、水を含むと、歩行中に足が沈み込む状態となる。

3.2.2 土の物理・化学性試験 試験項目は、粒度分布、真比重、pH、EC（電気伝導度）、陽イオン交換容量（CEC）、交換性陽イオン（カルシウムCa、マグネシウムMg、ナトリウムNa、カリウムK）、構成鉱物、代表的な元素成分とした。Table 2に方法を示す。構成鉱物の同定では、粒径2mm以下の試料としたが、粘土鉱物の同定には粒径0.01mm以下を用いた。

3.2.3 透水性試験 試料は、粘土鉱物の活性を失わせるため105℃の乾燥炉に1昼夜置いた「乾燥処理（加熱乾燥処理土）」と、対照に「未処理（未風乾土）」を用いた。試験は、変水位方式とし、土を100mLの供試体に詰め、純水（温度21～20℃）を使用した。浸透水は、pHとECの測定、および水溶性イオン（カルシウムCa、マグネシウムMg、ナトリウムNa、カリウムK、塩化物Cl）を原子吸光法と比色法で定量した。

3.3 結果と考察

3.3.1 土の物理・化学性試験 物理性は、Fig. 2とTable 3、化学性はTable 4に示す。粒度分布は、粘土・シルト10%で、砂が86%を占めた。土性は、国際土壌学会法の表記でLS（壤質砂土）に区分され、計算による透水係数は $9 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示した。化学性は、pH 8.8、EC 1.0 dS・m⁻¹を示し、一般の森林表土よりアルカリ性で塩類濃度が高かった。陽イオン交換容量（CEC）は17cmol_c・kg⁻¹で、砂質土としては高かった。交換性ナトリウム量が多く、ナトリウム飽和度（ESP）が47%を示した。通常、ESPが大きい条件ほど土粒子が分散しやすいとされることから、この土も同様の現象が予想された。Table 6より、含有成分は、海水に含まれる塩化ナトリウムの成分、ナトリウム（Na₂O）と塩化物（Cl）が相対的に多く、これがpH8.5以上の高アルカリ性を示す要因と考えられた。また、粒径0.01mm以下の試料では、試料2mm以下に比べてシリカ（SiO₂）が減少し、アルミニウム（Al₂O₃）と鉄（Fe₂O₃）が増加するなど、非晶質鉱物（アロフェン）を含む土に似る傾向を示した。

構成鉱物は、石英、長石、角閃石、メタハロサイト、雲母粘土鉱物、スメクタイト、ギプサムを確認した。スメクタイトは、Fig.3に示すように、エチレングリコール処理により、X線回折のピークが17Å付近に移動することで同定された。そして、処理前の13～15Åの反射ピークより、Ca型およびNa型が混じると推定された⁷⁾。

Table 2 土の分析項目と方法
Analytical Method of Soil Properties

粒度分布	JISA1204 比重計法（分散剤：ヘキサメタリン酸ソーダ）
真比重	JISA1202 ビクノメーター法
pH	土：純水=1:5, pH電極法
EC（電気伝導度）	土：純水=1:5, EC電極法
陽イオン交換容量（CEC）	1M酢酸アンモニウム浸出液、インドフェノール法
交換性陽イオン（Ca, Mg, K, Na）	1M酢酸アンモニウム浸出液、原子吸光法
構成鉱物	X線回折法、定方位法と不定方位法 粒径0.01mm以下の試料について、エチレングリコール処理
元素分析	蛍光X線法

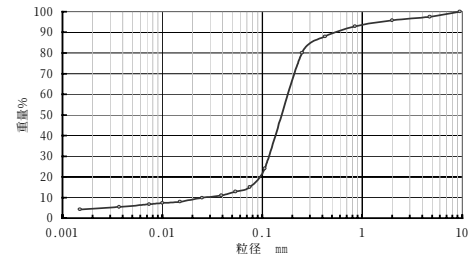


Fig. 2 供試土の粒径加積曲線
Result of Particle Size Analysis

Table 3 供試土の物理性
Physical Characteristics of the Soil

粒度分布 ^{*1}			土性	礫含有率	50%粒径 (D ₅₀)	10%粒径 (D ₁₀)	均等係数	真比重	透水係数 ^{*2}
砂	シルト	粘土							
%	%	%	-	%	mm	mm	-	-	m・s ⁻¹
86	5	5	LS	4	0.158	0.025	7	2.68	8.9×10^{-3}

*1: 国際土壌学会に準拠 砂 2 ～ 0.02mm, シルト 0.02 ～ 0.002mm, 粘土 0.002mm以下

*2: 仮定の透水係数 Seelheim式の透水係数 $k=35.7d^2 \cdot 100^{-1}$ d=平均径mm 平均径は、D₅₀とした。

Table 4 供試土の化学性
Chemical Characteristics of the Soil

pH	EC 電気伝導度	陽イオン 交換容量 CEC	交換性陽イオン				塩基 飽和度	ナトリウム 飽和度 ESP
			Ca	Mg	K	Na		
-	dS・m ⁻¹	cmol _c ・kg ⁻¹	cmol _c ・kg ⁻¹				%	%
8.8	1.03	17	7	5	1	8	126	47

Table 5 供試土の元素成分
Result of Elementary Analysis
by X-ray Fluorescence Spectroscopy (XRF) 単位:%

試料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	SO ₃	Cl
粒径2mm以下	65	16	4	3	2	2	1	0	0
粒径0.01mm以下	54	20	9	1	3	2	1	1	2
非晶質粘土鉱物（アロフェン）を含む土	45	29	9	1	0	1	1	0	0

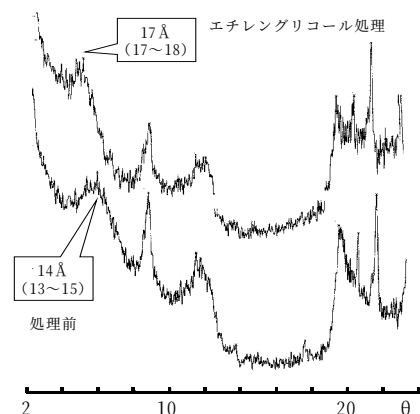


Fig. 3 2:1型粘土鉱物（スメクタイト）の同定
Identification of 2:1 Layer Minerals by X-ray Diffraction

以上より、発生土は、アルカリ性を示し、海水の成分（ナトリウムやカルシウムイオンなど）と膨潤性の粘土鉱物を含むことが分かった。また、建設発生土の評価基準案³⁾で「適」と定めている数値は、レキ20%以下、粘土25%以下、pH4.5-8.5、EC2dS・m⁻¹である。そこで、発生土を緑化用の土として評価する場合、pHが高アルカリ性のため、このままでは緑化用土壌には適さない。しかし、他の性状は良いため、アルカリ性を改良すれば、利用価値が高い土であると判断された。

3.3.2 透水性試験 「乾燥処理」では、10回目までの透水性は10⁻⁴m・s⁻¹オーダーで安定していた。「未処理」では、3回目の測定で透水係数5.7×10⁻⁷m・s⁻¹を示し、4回目からは透水量が激減し計測不能になった。

pH、EC、イオン成分の関係は、Fig. 4～Fig. 6に示す。「未処理」および「乾燥処理」浸透水は、pHの上昇に比例してECとイオン成分量は減少した。pHが強アルカリ

性で安定する状態ではECは非常に低く、溶出するイオン成分量も低下した。溶出成分は、ナトリウムイオンと塩化物イオンが多量に含まれ、透水回数が増すとECの低下と比例する傾向がみられた。「未処理」では、1回目にpH7.4、3回目はpH8.5に上昇した。ECは、1回目に3.5dS・m⁻¹、3回目は0.2dS・m⁻¹に低下した。ナトリウムイオンと塩化物イオン含有量は、1回目に681mg・L⁻¹と703mg・L⁻¹であったのが、3回目に59mg・L⁻¹と塩素8mg・L⁻¹のように、1/10に低下した。「乾燥処理」のpHについては、1回目にpH7.4、4回目でpH 9.2、10回目にpH9.5まで上昇した。ECは、1回目に5.6dS・m⁻¹で、3回目で0.5dS・m⁻¹、4回目に0.1dS・m⁻¹まで低下した。イオン成分の内、ナトリウムイオン含有量は、1回目で1,010mg・L⁻¹、4回目に35 mg・L⁻¹まで低下した。塩化物イオン含有量も同様に、1回目で1,255mg・L⁻¹、4回目に8mg・L⁻¹まで低下した。なお、「乾燥処理」の溶出成分が「未処理」に比べてやや増えた原因は、粘土鉱物分の結晶構造などの破壊が生じた影響で、含有成分が溶出しやすくなるためと考えられた。

以上より、発生土の「未処理」は、水が浸透することでpHがアルカリ性となる。塩類濃度が低下する影響で、微細な土粒子は分散し、かつ粘土鉱物が膨潤するので、土の透水性が悪くなる。しかし、「乾燥処理」のように何らかの処理をして粘土鉱物の膨潤を抑えれば、透水性は低下せず、脱塩が進むことが分かった。pHはアルカリ性になるが、その原因のナトリウムイオンなどのイオン成分量は、非常に低濃度となることも分かった。透水性を維持できれば、脱塩が進み、土壌改良は容易となることが分かった。

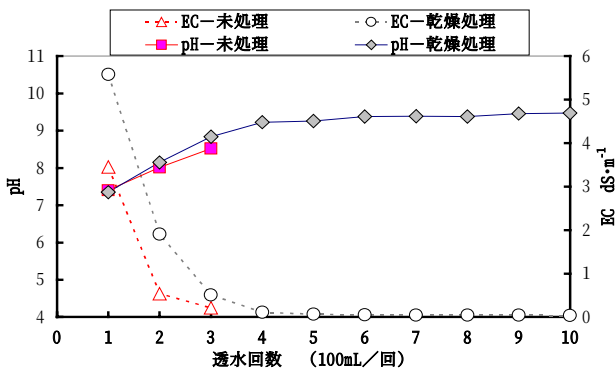


Fig. 4 浸透水のpHとEC (電気伝導度)
pH & EC(Electric Conductivity) of the Percolated Water

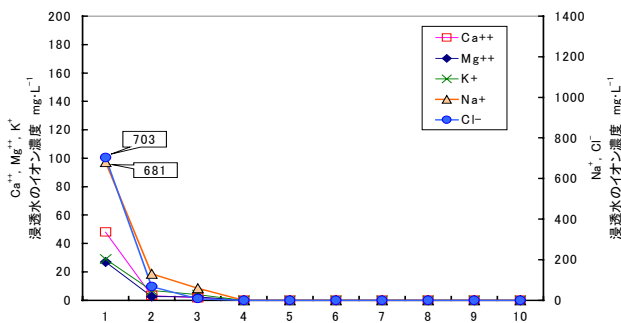


Fig. 5 「未処理」土の浸透水のイオン成分
ION Properties of the Percolated Water from the Untreated Soil

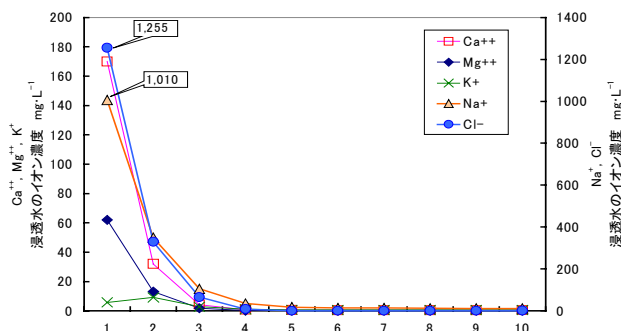


Fig. 6 「乾燥処理」土の浸透水のイオン成分
ION Properties of the Percolated Water from the Treated Soil
Treatment Condition : 105°C/24Hr

4. 特殊肥料の添加による発生土の改良

4.1 目的

ここでは、特殊肥料による改良の効果を検証するため、まず「締固め試料による透水試験」で試験の最適な締め固め条件を明らかにし、次に「改良材を添加した試料による透水試験」で改良材を添加した状態で透水性とpHの関係を調べた。

4.2 方法

4.2.1 締固め試料による透水試験 試料は3.2.1の発生土で、現場の盛土管理を考慮して自然含水比（13～18%）とした。締固め条件は、降雨後、および現場の品質管理を想定し、水締め、2.5kgランマーによる3層/10回と3層/25回の3条件に設定した。3層/25回は緻密に締固まるが、3層/10回は緑化工事で行う敷均し程度の締固めエネルギーで、自由水がある状態で締固まると想定したり。透水条件は、盛土内に浸透する状態を考慮して、JISA1218を参考に定水位方式で行った。

試験では、現場を想定して水道水を利用し、供試体と同じ容量（1L）を通水した時点で1回目の計測を行い、計10回まで連続的にpH、EC、透水係数を測定する。そ

して、一旦、間隙の水を排水してから飽和させて、再び計10回まで連続的にpH、EC、透水係数を測定した。透水試験を繰り返すのは、脱塩の進行と透水係数の変化を調べるためで、飽和の条件を2回とするのは、間隙中のイオン濃度の影響を調べるためである。飽和1回目は高い塩類濃度から低い濃度に変化する状態で、飽和2回目は低い塩類濃度の状態を想定した。

4.2.2 改良材を添加した試料による透水試験

締固め条件は2.5kgランマーによる3層/10回で、測定は4.2.1と同じとした。改良材は、粘土の活性を抑えるための特殊肥料、比較には土の物理性を改良に利用されるパーライトを用いた。配合条件は、Table 6に示す。ここで扱う特殊肥料とは、「土の塩類濃度の上昇を抑制しつつ、アルカリ性を中和する能力がある成分を含むもの」、かつ「土に残留することで植物の栄養源として機能するもの」で、前報²⁾と同等品を使用した。パーライトは、真珠岩系の硬質品で、粒径1.5～7mmのものを使用した。

4.3 結果と考察

4.3.1 締固め試料による透水試験

結果は、Fig. 7に透水係数、Fig. 8にpH、Fig. 9にEC、Table 6に密度を示す。「水締め」では、飽和1回目に透水係数は $2 \sim 3 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示すが、再飽和時は $2 \sim 6 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ に低下した。再飽和時に、測定回数の増加とともに透水係数が少しずつ低下した。その際、浸透水はpH7.6からpH7.9に上昇し、ECは $0.24 \sim 0.27 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ を示した。pHは、飽和時および再飽和時のいずれも、透水回数が増えると、pHは上昇する傾向があった。試験後、供試体を観察すると上面に約5cmの沈下があり、間隙比が2.5から1.1へと大きく変化した。供試体の上部と下部のフィルター内面には、細い土粒子が集まっていた。そこで、透水性が低下した理由が、間隙構造が試験中に変化したためと考えられた。

「3層/10回」では、飽和1回目に $4 \sim 8 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、再飽和時は $4 \sim 5 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ と安定していた。飽和1回目に、透水係数が測定回数の増加とともに少しずつ低下した。その際、浸透水はpH7.7からpH8.0に上昇し、ECは $0.32 \sim 0.36 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ を示した。試験後、供試体の上面に沈下がなく、乾燥密度に変化はなかった。pHの上昇と透水係数の低下が同時に起きることから、土のアルカリ化の影響で透水性が変化することが分かった。「3層/25回」では、飽和1回目に $1 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、再飽和時は $1 \sim 2 \times 10^{-6}$

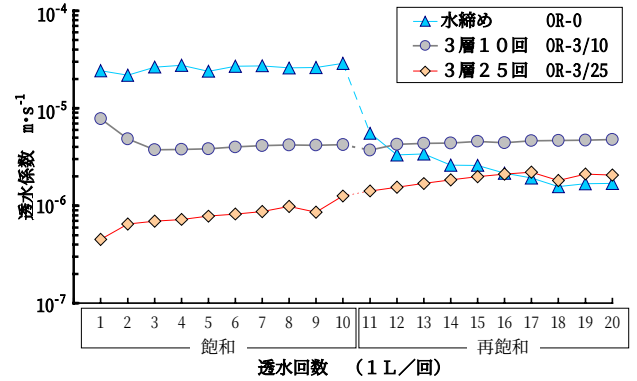


Fig. 7 締固め供試体の透水係数
Hydraulic Conductivity by Steady Percolation

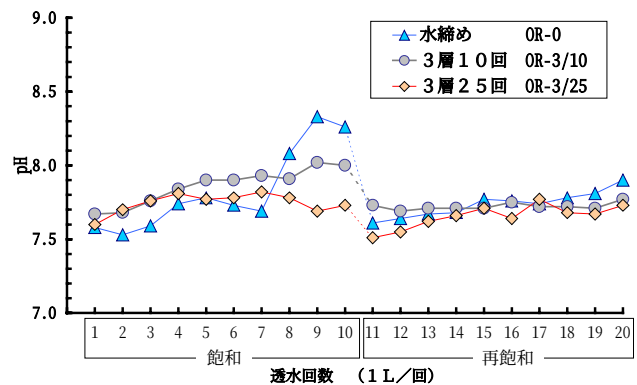


Fig. 8 締固め供試体の浸透水のpH
pH of the Percolated Water

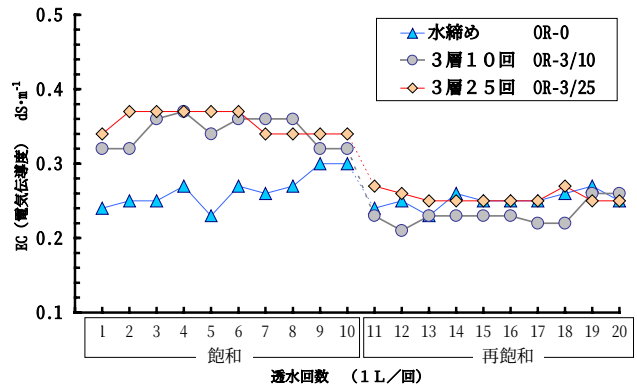


Fig. 9 締固め供試体の浸透水のEC
EC of the Percolated Water

Table 6 改良材の配合条件と供試体の密度

Blending Condition of the Soil Amendments and Bulk Density of the Treated Soil

項目	材料 記号	ケース1 TH-1%	ケース2 TH-3%	ケース3 TH-5%	ケース4 PA-5%	ケース5 PA-10%	ケース6 PA-15%	水締め OR-0	3層10回 OR-3/10	3層25回 OR-3/25	単位
	特殊肥料	1	3	5	—	—	—	—	—	—	重量%
	パーライト	—	—	—	5	10	15	—	—	—	容積%
試験前	湿潤密度	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	0.92	2	2.1	$10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
	乾燥密度	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	0.78	1.7	1.8	$10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
	間隙比	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	2.5	0.6	0.5	
	飽和度	44	40	39	35	35	31	20	82	96	%
	含水比	15	13	13	13	13	13	18	18	18	%
試験後	湿潤密度	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.1	2	2.1	$10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
	飽和度	87	82	78	87	84	81	43	94	97	%

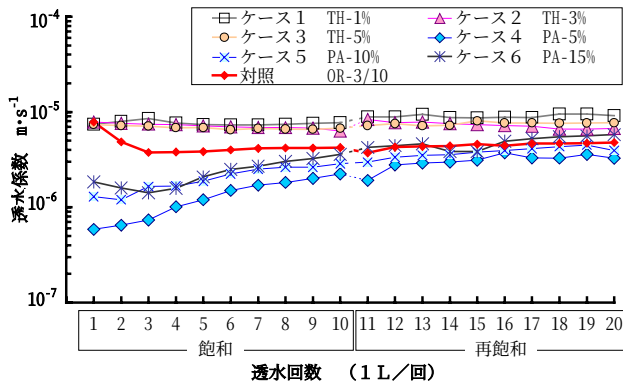


Fig. 10 改良土の透水係数

Hydraulic Conductivity of the Improved Soil Steady Percolation

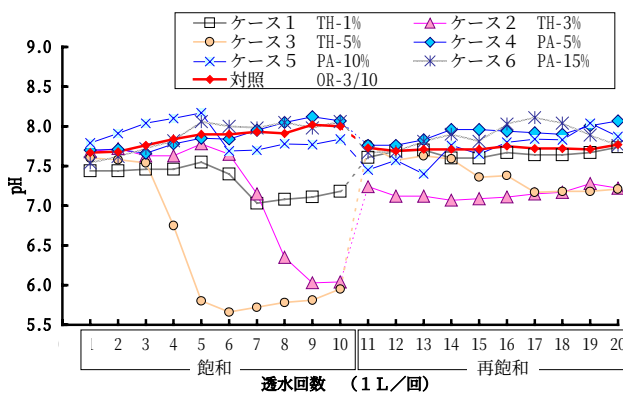


Fig. 11 改良土の浸透水のpH

pH of the Percolated Water from the Improved Soil

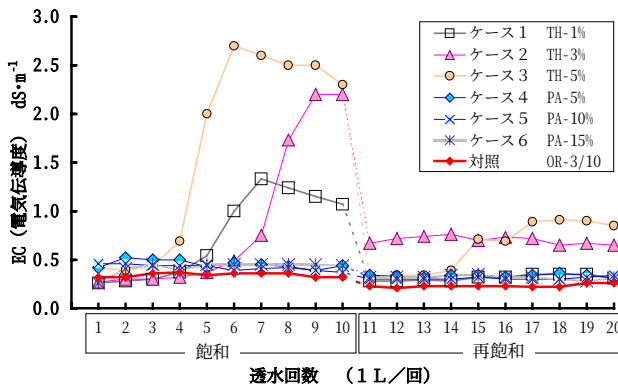


Fig. 12 改良土の浸透水のEC

EC of the Percolated Water from the Improved Soil

$6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示した。透水係数は、測定回数の増加とともに透水係数が少しずつ上昇したが、「3層/10回」より低く、pHの変化も小さかった。そこで、透水係数の変化とpHに関係がないことが分かった。

以上より、pHの上昇と透水係数の関係が確認できたのは「3層/10回」であった。緑化工事では、盛土して斜面を造り、平らに整形するために締固めを行う。その締固めエネルギーが、「3層/10回」に相当することも考慮し、この条件を改良材の効果の検証に採用することにした。

4.3.2 改良材を添加した試料による透水試験 特殊肥料を添加したケース1、ケース2、ケース3の場合、1回目の飽和時と再飽和時の透水係数は $7 \sim 9 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示し、対照の値を常に上回った。pHは、酸性～中性を維持した。一方、パーライトを混合したケース4、ケース5、ケース6の場合、1回目の飽和時の透水係数は $4 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示し、透水係数は対照よりも低かった。再飽和時では $2 \sim 6 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示し、透水回数が増えるとともに透水係数が高くなった。pHは、1回目の飽和時にpH7.7からpH8.1へとわずかに上昇し、再飽和時も同様の傾向を示した。

以上より、特殊肥料は、pHを中性に保ちつつ、透水性を改善できることが分かった。今回のケースでは、添加量1%で十分な効果があった。パーライトは、透水回数が増えると徐々に透水性は改善されたが特殊肥料に比べて低い状態であり、pHはアルカリ性となった。特殊肥料とパーライトの効果と比較すると、特殊肥料の方が優れていることが分かった。

5. まとめ

今回供試した海面埋立地の砂質系の発生土は、脱塩が進むとpH9以上の高アルカリ性となり、透水性が低くなった。この特殊な挙動を示す原因は、微細な土粒子が、分散して、粘土鉱物が膨潤するためと判断された。発生土は、化学性を改良すれば緑化利用できるが、水だけの改良には限界があった。そこで、土壤改良資材として特殊肥料を添加すれば、pHを中性に保ち、透水性を改善できることが分かった。

発生土の特性を明らかにすることは、経済的で、最も効果が高い改良方法を提案することができる。今後は、産業廃棄物の削減と資源リサイクルを進めるため、特殊肥料を用いる土壤改良技術の実用化を進め、発生土の緑化利用の促進とその技術の普及に努めていきたい。

参考文献

- 1) 杉本,塩田,寺井,喜田:建設発生土の緑化利用に関する研究(1),大林組研究所報 No.47, p.75~80, (1993)
- 2) 杉本,小宮,伊藤,辻:建設発生土の緑化利用に関する研究(5),大林組研究所報 No.67, (2003)
- 3) 杉本,喜田,北村:建設発生土の緑化利用に関する研究(3),大林組研究所報 No.51, p.93~98, (1995)
- 4) 岡田,辻:建設発生土の緑化利用に関する研究(4),大林組研究所報 No.57, p.107~110, (1998)
- 5) 杉本,小宮:アルカリ土壌の緑化利用に関する研究,農業土木学会,平成16年度学術講演会, (2004.9)
- 6) 足立,岩田編:土のコロイド現象,学会出版センター, p.279~282, (2003)
- 7) 日本粘土学会編:粘土ハンドブック第二版,技報堂出版, (1987)