

セメント混合土の緑化利用に関する研究

Studies on Improvement of Cement-Blended Soil for Re-vegetation Use

○杉本 英夫* 伊藤 不二夫** 小宮 英孝*
Hideo Sugimoto Fujio Ito Hidetaka Komiya

1. はじめに

地中連壁工事などで発生する排泥は、掘削用注入液や固化用注入液（セメント主成分）が混じっており、pH11～12の高アルカリ性を呈する。この原因は、水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が多量に存在するためである。この pH では、植物の生育が著しく阻害される条件となるので、植物を栽培する土に排泥を利用することは一般的に困難とされている。

当社では、高アルカリ土の有効利用の研究を進め、危険な薬剤を使わずに改良土壌を製作する方法を考案した¹⁾。これを実用的な技術として確立するためには、自然の環境条件における実証試験を通じて、改善の持続性、有効性、経済性等を明らかにしなければならない。

そこで、某 SMW 連壁工事現場の排泥を利用して、改良土壌を製作し、圃場試験を実施した。本報告では、室内試験で確認した排泥の基本性状と、圃場試験で実施した土壌と植物の調査から、自社開発技術を利用した改良土壌の有用性を確認したことを述べる。

2. 改良土壌の製作方法の概要

改良土壌の製作方法には、土の乾燥による炭酸化処理、および特殊肥料による中和処理の2種類がある。基本的な原理は、土塊の表面に皮膜状の層を作り、土壌の間隙水に溶け出すアルカリ成分を抑制することで、土壌の pH および EC を低下させることである。中和処理では、排泥に特殊肥料を添加して、難溶性の塩を形成させる。



写真 1 土塊の断面
Photo.1 Cross Section of Soil

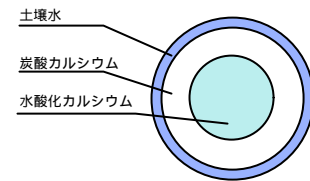


図 1 断面の模式図
Fig.1 Concept of Cross Section

具体的なイメージとして、炭酸化処理後の状態を写真 1 と図 1 を示す。写真 1 に示すように、外周と内部で土色が異なる。外周部分は、土壌水に溶け込んだ炭酸が排泥の水酸化カルシウムと反応し、土塊の表面に炭酸カルシウムを含む層を形成している。炭酸化処理では、次式のような反応が考えられる。



3. 基礎試験

3.1 炭酸化処理に伴う化学性的変化

(1) 試験方法

試料は、1週間ピットに静置した排泥、対象には畑土とセメントが混合していないケーシング土を用い、2mmふるいを全通させた未処理と炭酸化処理（7日間）のものを準備した。pH、EC（電気伝導度）含水比、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）、水溶性陽イオン（Ca、Mg、Na、K）を測定した。

- ・ pH 土：純水 = 1 : 5, pH ガラス電極法
- ・ EC 土：純水 = 1 : 5, EC 電極法
- ・ 含水比 105 通風乾燥
- ・ 陽イオン交換容量（CEC） 1M酢酸アンモニウム溶液、インドフェノールおよびオートアナライザー
- ・ 交換性陽イオン（Ca, Mg, Na, K） 1M酢酸アンモニウム溶液、原子吸光法
- ・ 水溶性陽イオン（Ca, Mg, Na, K） 土：純水 = 1 : 5, 原子吸光法

(2) 試験結果

表 - 1に結果を示す。未処理ではpH12、EC5.4dS/mの高アルカリ、高塩類濃度を示した。その原因は、塩基飽和度が100%を超える異常な値となることから、多量のカルシウムが土壌の間隙に保持されているためと考えられる。

一方、炭酸化処理ではpH11、EC1dS/mと、未処理に比べてpH、ECともに低下した。ECは大幅

(株)大林組技術研究所都市・居住環境研究室* Obayashi Corporation Technical Research Institute Urban and Indoor Environment Department, (株)大林組土木技術本部技術第一部** Obayashi Corporation Civil Engineering Technology Division Technology Department No.1, 緑化、アルカリ土、セメント、リサイクル

表 - 1 炭酸化処理前後の化学性

Table 1 Chemical condition for Carbonization of Calcium Hydroxide

試料名	含水比 %	pH	EC dS/m	CEC meq/100g	交換性陽イオン				水溶性陽イオン				塩基飽和度 %
					Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na	
					meq/100g				meq/100g				
未処理の分析値													
SMW排泥	72	12.8	5.4	34	430	8	2	3	6	0	1	2	1,290
畑土(耕土)	15	8.7	0.2	31	34	1	0	0	1	0	1	0	107
ケ-シング	6	9.3	0.1	1	26	2	0	0	0	0	0	0	1,991
炭酸化処理(7日間)の分析値													
SMW排泥	10	11.2	1.0	36	270	5	2	2	3	0	0	1	763
畑土(耕土)	5	8.5	0.2	14	63	2	1	0	1	0	0	0	461
ケ-シング	0	9.1	0.1	1	97	2	0	0	1	0	0	0	8,933

に低下しており、植物栽培が可能な塩類濃度に低下していた。その原因は、交換性カルシウムが未処理に比べて半減していることから、一部のカルシウムイオンが炭酸化して、水に対して不溶化が進んだためと考える。

なお、未処理土を 105

で急速乾燥させた場合、pH と EC は乾燥前とほぼ同じであった。炭酸化処理には、数日間の反応時間が必要であることがわかった。

3.2 改良土壌による発芽と pH・EC の変化

(1) 試験方法

試料には、未処理土との比較のため、炭酸化処理、毎日霧吹で加水、毎日水洗、2日毎に水洗、中和処理(特殊肥料 5%と 3% (W/W))、炭酸化処理+中和処理(特殊肥料 3% (W/W)) の7種類を準備し、発芽試験を行った。改良土壌の製作期間は7日間である。種子はコマツナおよび芝草(トールフェスク)を使用し、14日間観察した。試験開始日~10日間まで、毎日、圃場用水量の状態となるように散水した。pHとECは、土に差込んだセンサーで測定した。

(2) 試験結果

図-2にコマツナの発芽率、表-2にpH・ECを示す。炭酸化処理は、圃場用水量の条件で発芽率93%を示した。中和処理は、炭酸化処理を併用すると発芽率100%を示し、処理方法の相乗効果があることがわかった。未処理では、散水を続けるとpHとECは低下するが、容易に改良されないことがわかった。

4. 実証試験

期間は、2002年6月~2003年1月まで実施した。沖縄県内の某所にて、SMW連壁工事の排泥を利用し、改良土壌を7日間で製作し、200m²の実証試験を整備した。栽培植物は、ハイビスカス、プーゲンピリア、エンサイ、モロヘイヤ、トウモロコシ、芝草(コウライシバ、パーミューダグラス、ティフトン)とした。試験区には、未処理、炭酸化処理、中和処理、炭酸化処理+中和処理、炭酸化処理+堆肥混合、炭酸化処理+中和処理+堆肥混合を設定した。

追跡調査の結果、中和処理では、植物の生育は畑土(クチャ)に比べて同程度以上を示した。土壌のpHが8.5以下、透水係数が $9 \times 10^{-3} \sim 4 \times 10^{-4}$ cm/secを示し、植物にとって生育可能な状態を維持することがわかった。炭酸化処理では、中和処理に比べるとやや生育が劣るが、モロヘイヤは同程度の生育を示した。

5. まとめ

基礎試験から、排泥に炭酸化処理や中和処理を施すと、植物が生育できることを確認した。実証試験によって、排泥の改良土壌は、緑化利用できることがわかった。今後は、改良土壌の効果を詳細に検証して工法・技術のメカニズムを明らかにしつつ、副産物のリサイクル技術の研究開発を進めていきたい。そして、この成果を生かして技術提案を積極的に行い、工事現場のゼロエミッションの実現に努力していきたい。

参考文献

1) 岡田、辻：建設発生土の緑化利用に関する研究(4)、緑化を目的としたセメント固化処理土の改良、(株)大林組研究所報 No.57, p.107~110,(1998)

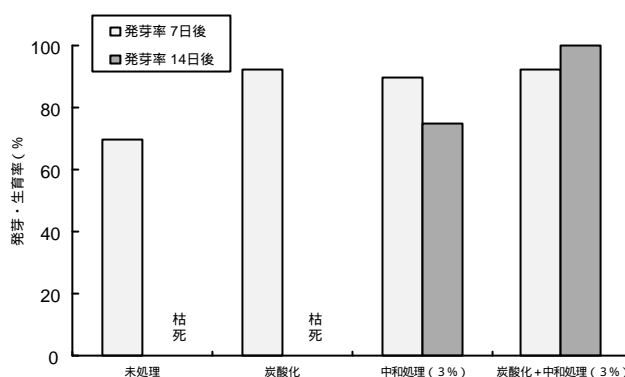


図 - 2 コマツナの発芽率

Fig. 2 Result of a Germination Test

表 - 2 改良土壌の pH・EC

Table 2 pH and EC for Improved Soil

試料名	pH		EC (dS/m)	
	7日後	14日後	7日後	14日後
未処理	11.8	9.3	1.8	1.4
炭酸化	9.9	8.4	0.8	0.9
中和処理(3%)	8.6	8.4	2.2	2.1
炭酸化+中和処理(3%)	8.3	8.2	2.2	1.6