

建設発生土に対する中和剤の混合効果と植生基盤材としての再利用に関する検討

(株)エステック 正 会 員 ○関海夏人
 (株)エステック 非 会 員 村松宏紀
 (株)エステック 正 会 員 橋田弘之
 明石工業高等専門学校 正 会 員 稲積真哉

1. はじめに

昨今、建設副産物の廃棄や再利用等の問題が多く取り上げられている。国土交通省における平成24年度の建設副産物実態調査によると、建設発生土の再利用率は平成17年度や平成20年度に比べると、平成24年度は若干向上しているものの、より一層の改善が必要となっている。ここで、「建設発生土」とは、建設工事から搬出される土砂であり、廃棄物処理法に規定する廃棄物には該当しない。しかしながら、建設発生土を無改良で廃棄すると、周辺環境に多大な影響を与える。建設発生土には主に建設工事時に混入するセメントが混入している場合が多く、セメントの水和生成物である水酸化カルシウムが強いアルカリ性を示す。

本研究では建設発生土の中でも特に発生量が多い第2種建設発生土（第2b種）²⁾に着目し、アルカリ性を呈する模擬建設発生土に中和剤を混合することで模擬建設発生土の中和を目標とし、他に植生に影響を与える電気伝導度（EC）、排水性能、硬度の点からも中和剤の混合効果を検討するものである。また、本研究では、クエン酸、LCS、建設発生木材、およびクエン酸+建設発生木材の4種類を中和剤として用いており、本報告ではpH試験、排水性能試験、硬度試験についての考察を行う。

2. 各種試験方法

本研究における建設発生土は模擬的に作製したもの（模擬建設発生土）である。模擬建設発生土の成分および各中和剤の初期 pH と建設発生土に対する混合率（重量比）を表-1 に示す。また、表-2 は下記する各試験における植生に関する環境条件を示している。

(1) pH 試験

模擬建設発生土 200g に各中和剤を混合し十分に攪拌した後、100g を取り出し、それを 250g の水に混合した時を混合直後とし、混合直後、材齢 2 日、4 日、10 日、28 日において、pH メーターにより測定を行う。

(2) EC 試験

模擬建設発生土 200g に各中和剤を混合し十分に攪拌した後、100g を取り出し、それを 500g の水に混合し、EC メーターにより測定を行う。

(3) 排水性能試験

模擬建設発生土 200g に各中和剤を混合し十分に攪拌した後、100g を取り出し、試料を湿潤状態にし、その試料を合成樹脂の濾過容器に入れ、その試料を 100g の水が通過するのに要する時間の測定を行う。

(4) 硬度試験

模擬建設発生土 200g に各中和剤を混合し十分に攪拌した後、100g を取り出し合成樹脂の容器に入れ、硬度メーターを使用して硬度の測定を行う。

(5) 植栽試験

模擬建設発生土 200g に各中和剤を混合し十分に攪拌した後、ハツカダイコンの種子を植栽し、5 日後の発芽状況の観察を行う。

3. 各種試験結果及び考察

(1) pH 試験における中和剤の混合効果

pH 試験の結果を図-1 に示している。pH の環境条件は中性域である 6~8 であった。模擬建設発生土の pH の時間推移は 11 で一定であったため、植生としての効果は期待できないと考えられる。クエン酸は、混合直後に pH7 の中性域に入っているが、翌日には pH10 とアルカリ域に達し、その後アルカリ性を維持している。LCS は、材齢 4 日から 10 日にかけて pH11 から pH7 まで低下し、その後中性域で安定している。建設発生木材は、混合直後の pH に変化がないものの、材齢 2 日目以降 pH は中性域で安定して

表-1 各中和剤の諸特性

混合剤	初期pH	重量比
クエン酸	1	12%
LCS	4	50%
木材腐朽菌	6	50%
クエン酸 +木材腐朽菌		12%+50%

表-2 植生に関する環境条件

pH	6~8
EC(μS/cm)	400~1500
排水性能(sec)	20~90
硬度(kg/cm ²)	0.0~1.0

表-3 建設発生土の諸特性

使用固化材	セメント系固化材
土質分類	砂
密度(g/cm ³)	1.7
水セメント比(%)	80

いる。さらに、クエン酸と建設発生木材を混合したものは、混合直後から中性域で安定している。これは、混合直後にはクエン酸の効果が発揮され、一時的に pH が減少する。その後 2 日目からは木材腐朽菌が繁殖しているためクエン酸によって減少した pH が安定することが考えられる。

(2) 排水性能試験における中和剤の混合効果

排水性能試験の結果を表-4 に示している。排水性能の環境条件は 20~90sec であった。模擬建設発生土の排水性能は 90sec であることから、植生としての効果は期待できるものとなっている。これに中和剤を混合させた時の変化を見る。クエン酸では排水性能は 15 分以上確認され、すべての水は試料を通過しない結果となる。これはクエン酸に含まれる塩がセメントに含まれる水酸化カルシウムとキレート結合したためであると考えられる。LCS は 92sec と、中和剤混合前の模擬建設発生土と変化しない結果となる。建設発生木材を含む 2 種においては、それぞれ 14sec, 21sec と中和剤混合前の模擬建設発生土の排水性能を大きく下回る結果となる。これは、建設発生木材を混合することで試料中に空隙が多くできたためであると考えられる。

(3) 硬度試験における中和剤の混合効果

硬度試験の結果を表-5 に示している。硬度試験の環境条件は 0.0~1.0kg/cm² であった。模擬建設発生土の硬度は 0.6kg/cm² であることから、植生としての効果は期待できるものとなっている。これに中和剤を混合させた時の変化を見る。クエン酸では、中和剤混合前の模擬建設発生土の硬度に比べ、大きく上昇し、4.1kg/cm² という結果となる。これは前項でも述べたキレート結合によるものであると考えられる。LCS や建設発生木材を含む 2 種ではそれぞれ、0.0kg/cm², 0.2kg/cm², 0.2kg/cm² と中和剤混合前の模擬建設発生土に比べ減少している。LCS では中和剤を液体として混合したためであると考えられる。また、建設発生木材を含む 2 種では前項で述べた、試料中に空隙を多く作ったためであると考えられる。

4. おわりに

本研究では、高アルカリの模擬建設発生土に中和剤を混合することで植生基盤層としての再資源化を図ることを目標としている。まず、それぞれの中和剤を混合することによって得られた各試験項目における結果について述べる。

クエン酸のみを模擬建設発生土に混合する場合であるが、一番の特徴としては試料の固結である。これはクエン酸に含まれる塩とセメントに含まれる水酸化カルシウムのキレート結合が要因にあるが、このキレート結合による試料への影響として、試料の固結以外に、試料の容積が減少することが観測される。また、第一目標として掲げている pH の中和効果が一時的である。さらには EC 値の多大な増加も観測される。これらの影響が要因となり、クエン酸のみを混合する場合は模擬建設発生土を植生基盤層として再資源化する効果はないと考えられる。

次に LCS のみを模擬建設発生土に混合する場合であるが、植栽試験においてハツカダイコンの発芽が観測されない。これの主な要因としては、EC 値の多大な増加が挙げられる。電気伝導度として挙げられるこの指標は、試料中の塩類濃度を表す指標であり、植栽における指標として塩類濃度は肥料の濃度と同等である。LCS にはリン酸が含まれているが、リン酸はカルシウムとの結合が非常によく行われるためであると考えられる。リン酸がカルシウムと結合することによって植生の重要元素であるリン酸、カルシウムが欠如するため、発芽が行われなことが考えられる³⁾。

5 つの試験を通して模擬建設発生土を植生基盤層として再利用するための中和剤で有効であるものが、建設発生木材を含む 2 種であった。建設発生木材のみを混合する場合は排水性能の指標において植生条件の範囲外であったにも関わらず植栽試験の項目でハツカダイコンが発芽するところをみると、排水性能の指標において植生条件の 20~90sec を 15~90sec にすることが可能であると考えられる。また、クエン酸と建設発生木材を混合する場合は本研究で扱う全ての試験において植生条件を満足する結果であったため、植栽試験での結果は妥当なものであると考えられる。植生基盤層として再利用するにあたっては上記の 2 種が妥当であることが確認できるがそれぞれの経済性について考える必要がある。経済性については 6 章でも述べているように各中和剤における経済性の問題点はないと考えられる。また、木材腐朽菌に関しては建設リサイクル法に規定されている再資源化の項目である建設発生木材に含まれており、模擬建設発生土の再資源化率を増加させると同時に建設発生木材の再資源化率も増加させることが可能である。

現場での施工性の有無であるが、クエン酸と建設発生木材を混合する場合は混合直後から pH が中性域まで減少するため、現場での施工も容易であると考えられる。また、本研究では植生を持たせると点から、建設発生木材のみを混合する場合も混合して 2 日目には pH が下がるため、施工は容易であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：平成 24 年度建設副産物実態調査結果参考資料, p.6-8, 2012.
- 2) 国土交通省：発生土利用基準について, p1-2, 2006.
- 3) 日本林業肥料：土壌と土壌の改良材, 植物の栄養と肥料 (第 2 章), 農薬土壌・特殊緑化技術講習会資料, p.1-3, 2010.

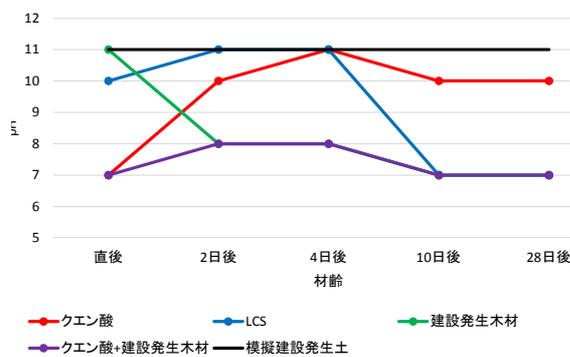


図-1 中和剤を混合した建設発生土の pH の経時変化

表-4 各種試験結果の一例

	EC(μS/cm)	排水性能(sec)	硬度(kg/cm ²)	植栽試験
建設発生土	620	90	0.6	×
クエン酸	2000	15分以上計測	4.1	×
LCS	1880	92	0	×
建設発生木材	590	14	0.2	○
クエン酸+建設発生木材	700	21	0.2	○