

I-10. 建設発生土における単位体積重量と固化材添加量の関係について

(株)増田地質工業 ○寺井 詩織
 (株)増田地質工業 橋野 直二
 (株)増田地質工業 中越 寛行

1. はじめに

近年、建設発生土の再利用化が進み、以前までは処分していた軟弱土や泥土も再利用化の対象となっている。建設発生土利用基準¹⁾において、泥土とは、コーン指数200kN/m²未満であり、土質改良や良質土との混合等を行い使用可能となる土である。土質改良には、含水比低下、粒度調整、機能付加・補強および安定処理といった方法があり、施工現場では一般的に、安定処理が多く用いられている。今回はその安定処理の一例である、セメント系固化材による化学的安定処理に着目した。

セメント系固化材の改良では、事前に室内配合試験を実施し固化材添加量を決定するが、施工期間等の時間的制約から、早急に添加量を決定する必要があり、粒度等の十分な土質性状試験を行えない場合が多い。こういった背景の中、室内配合試験時における適切な固化材の種類および添加量を決定することは困難である。そこで、これまでの改良実績から、土の単位体積重量と目標強度を発現する固化材添加量の関係性をまとめ、室内配合試験時の基礎資料を作成した。これにより、施工時の時間的制約の中においても、時間のかかる粒度、含水等の試験を行わず、単位体積重量の測定のみで室内配合試験時における固化材の種類およびおおよその添加量の決定が可能になると考えた。

2. 調査概要

セメント系固化材は用途に応じて汎用固化材、高有機質土用固化材、発塵抑制型固化材等に大別される²⁾(表-1)。汎用固化材は一般軟弱土用固化材と特殊土用固化材を総称したものであるが、施工現場において、汎用固化材という名称を用いることは少なく、一般軟弱土用固化材とすることが多い。設計図書においても同様に一般軟弱土用固化材と記載される。そのため、本稿では汎用固化材としてまとめられる固化材一式を一般軟弱土用固化材として述べる。平成25年から平成28年の間に行った粉体での室内配合試験結果を用い、土の単位体積重量と目標強度を発現する固化材添加量について、一般軟弱土用固化材と高有機質土用固化材の2種類に大きく区分し、累

積データの整理を行った。

室内配合試験における一軸圧縮試験用供試体作製は、地盤工学会「地盤材料試験の方法と解説」の安定処理土の締固めをしない供試体の作製方法(JGS 0821-2009)³⁾に準じた。また、一軸圧縮試験は土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)⁴⁾に準じた。

(1) 一般軟弱土用固化材

一般軟弱土用固化材を使用した室内配合試験件数は59件であった。それぞれの単位体積重量と、7日養生にて100kN/m²を発現する固化材添加量(以下、必要固化材添加量)をもとに相関図を作成した(図-1)。

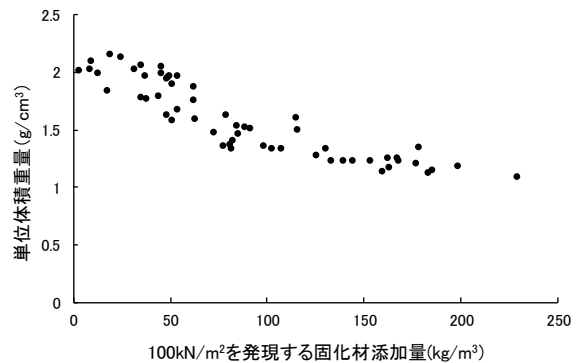


図-1 一般軟弱土用固化材による建設発生土改良

図-1から単位体積重量と必要固化材添加量に右下がりの負の相関性がみられた。単位体積重量の小さい土ほど必要固化材添加量が多くなる傾向がある。この理由として、以下の2点が考えられる。

①土粒子の粒径が小さく高含水比な土ほど、単位体積重量が小さくなりやすい。

②有機分を多く含む土ほど、単位体積重量が小さくなりやすい。

①の場合、土粒子同士の間隙が大きくなり、必要な強度を得るために、間隙を埋めるための水和生成物を多く必要とするため、固化材は多く必要となる。

②の場合、高有機質土はフミン酸、フルボ酸等の腐植酸を多く含んでおり、これらはセメントに付着し、水和

表-1 主なセメント系固化材の種類と特徴²⁾

種類		特徴
汎用固化材	一般軟弱土用	軟弱地盤に幅広く使用できる固化材
	特殊土用	改良土からの六価クロム溶出を抑制する効果がある固化材
高有機質土用固化材		腐植土・有機質土・ヘドロなど有機物含有量の多い土に効果がある固化材
発塵抑制型固化材		粉体で使用した場合に発塵の少ない固化材

反応を阻害する。よって、目標強度発現に多くの固化材が必要となる。

図-1を単位体積重量1.35g/cm³以上の試料と1.35g/cm³未満の試料に分けて、相関をとると、図-2に示すように相関曲線の傾きに明瞭な差があり、単位体積重量1.35g/cm³付近を必要固化材添加量の変化点とした。

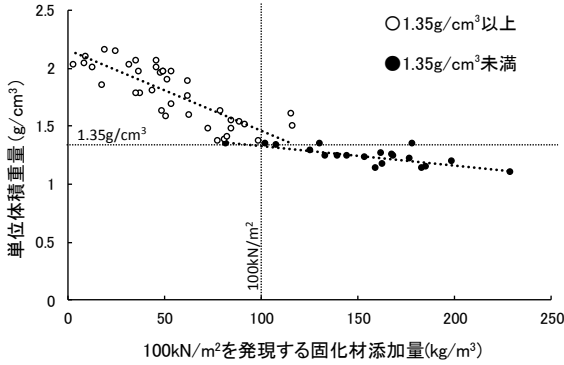


図-2 一般軟弱土用固化材における
単位体積重量1.35g/cm³での区分

また、1.35g/cm³未満の土はおおむね、必要固化材添加量が100kg/m³以上であることがわかる。同様に1.35g/cm³以上の土は必要固化材添加量がおおむね100kg/m³未満であったが、例外として、単位体積重量が1.341g/cm³に対し、必要固化材添加量は178.8kg/m³となる、100kg/m³を大きく超えているデータも確認されている。これは、採取地近傍に牛舎が確認された地点のデータであり、牛舎から有機分が多く流れ込んでいたためと考えられる。このことから、試料採取時に、周辺環境の観察を充分に行うことも、使用する固化材の種類、固化材添加量の決定には必要である。

(2) 高有機質土用固化材

高有機質土用固化材を使用した室内配合試験件数は11件であった。それぞれの単位体積重量と、必要固化材添加量をもとに相関図を作成した(図-3)。

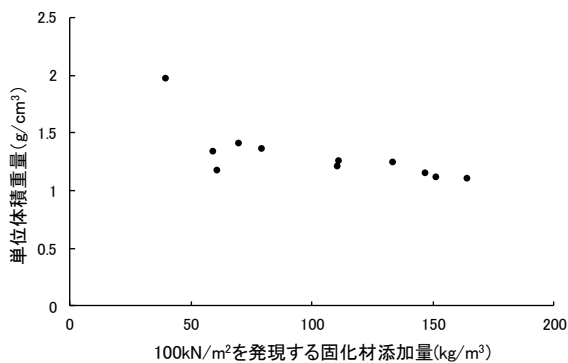


図-3 高有機質土用固化材による建設発生土改良

一般軟弱土用固化材と比較して、データ数は少ないが、単位体積重量と必要固化材添加量に同様の傾向がみら

れ、相関曲線を引くと、同様の傾向が確認できた。

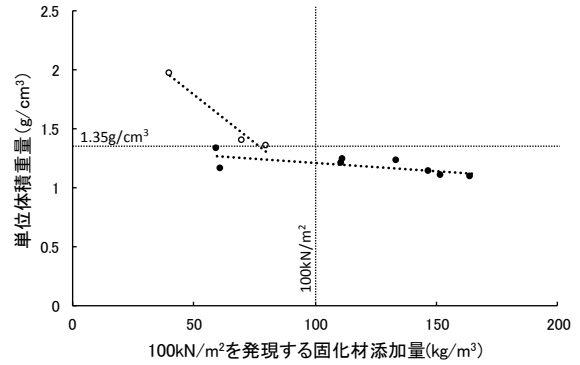


図-4 高有機質土用固化材
単位体積重量1.35g/cm³での区分

しかし、全体的に1.35g/cm³未満の土の必要固化材添加量が少なくなっている傾向が読み取れる。これは、高有機質土用固化材を使用することにより、一般軟弱土用では十分な水和反応がなされない土に対し、効果を発揮しているものと考えられる。また、図2および図4とも、1.35g/cm³未満の土の必要固化材添加量は、単位体積重量の僅かな変化に対して大きく増加する。

図2および図4の相関曲線より、予想必要固化材添加量(ΔMc^*)を単位体積重量(γt)から算出する式を、

一般軟弱土用固化材

$$1.35\text{g/cm}^3 \text{ 以上} \quad \Delta Mc^* = (2.15 - \gamma t) / 0.69 \times 10^{-2}$$

$$1.35\text{g/cm}^3 \text{ 未満} \quad \Delta Mc^* = (1.49 - \gamma t) / 0.17 \times 10^{-2}$$

高有機質土用固化材

$$1.35\text{g/cm}^3 \text{ 以上} \quad \Delta Mc^* = (2.60 - \gamma t) / 1.61 \times 10^{-2}$$

$$1.35\text{g/cm}^3 \text{ 未満} \quad \Delta Mc^* = (1.35 - \gamma t) / 0.14 \times 10^{-2}$$

とした。

3. まとめ

必要固化材添加量の変化点が単位体積重量1.35g/cm³付近にある結果を得た。

この結果から、単位体積重量と必要固化材添加量の相関式を求めた。相関式から、単位体積重量が室内配合試験時の固化材添加量の指標になることがいえるが、1.35g/cm³未満の土は添加量の変化が大きい点を考慮する必要がある。今後も、データ数を増やし、配合試験時における基礎資料としての精度向上に努めたい。

《引用・参考文献》

- 1) 国土交通省:建設発生土利用基準, p.3~5, 2006.8.
- 2) セメント協会:セメント系固化材による地盤改良マニュアル第4版, p.4~5, 2012.10.
- 3) 地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説, p.426~434, 2009.11.
- 4) 地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説, p.541~551, 2009.11.