

## 落球探査を用いた廃棄物最終処分場の埋立管理に関する一提案

(株) セントラル技研 正会員 ○池尻 健

(株) セントラル技研 正会員 呉 佳暉

(独) 国立環境研究所 正会員 遠藤和人

### 1. はじめに

廃棄物最終処分場の合理的な埋め立ておよび閉鎖後早期の跡地利用を実現するためには、一般的な土構造物同様、埋立施工中に廃棄物層の力学特性を的確に把握し、それらを適切に締固め管理する必要がある。ただし、廃棄物地盤は一般的な土砂地盤と異なり、それらを構成する埋立柱材の種類により工学的性質が大きく異なる<sup>1)</sup>。従って、締固め管理等の埋立管理として廃棄物地盤の力学特性を的確に評価するためには、それらを面的に把握可能な調査手法つまりそれらを構成する多種多様な埋立柱材に対応可能な調査手法が必要である。

本報文では、上記の調査手法として、地盤の変形係数を迅速、簡便かつ幅広く算出可能な落球探査法に着目し、それを用いて、覆土および廃棄物地盤の力学特性評価を試みる。

### 2. 落球探査法の概要

落球探査法は、対象地盤に加速度センサー内蔵のボール（直径 20cm、質量 17.8kg、材質：アルミ）を落下させることで地盤の変形係数を迅速に得ることが可能であり、これまで土構造物の施工管理、ソイルセメント工の維持管理等に数多くの適用例がある<sup>2)</sup>。図-1に探査システムを示す。また、図-2に落球探査法による変形係数の算出方法を示す。まず、ボールを一定（50cm）の高さから自由落下し、加速度センサーによりボールと地盤との接触時間 $T$ を測定する。そして、算出した $T$ をHertzの提案した理論式（式（1））に代入し、対象地盤の変形係数を算出する<sup>2)</sup>。

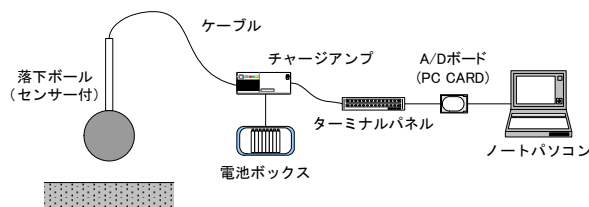


図-1 探査システム

$$T = a \left( \frac{m}{\pi} \left( \frac{1-\nu_1^2}{E_1} + \frac{1-\nu_2^2}{E_2} \right) \right)^{0.4} \sqrt{r V_0} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $m$ 、 $r$ ：ボールの重さ、半径、 $E_1$ 、 $E_2$ ：ボール、地盤の変形係数、 $\nu_1$ 、 $\nu_2$ ：ボール、地盤のポアソン比、 $V_0$ ： $V_0 = (2gH)^{0.5}$ 、 $H$ ：ボールの落下高さ、 $a$ ：定数（ $\approx 4.53$ ）を示す。ただし、式（1）は理想弾性体を対象としたものであり、地盤に適用する際は式（1）に代入する $T$ を補正する<sup>2)</sup>。

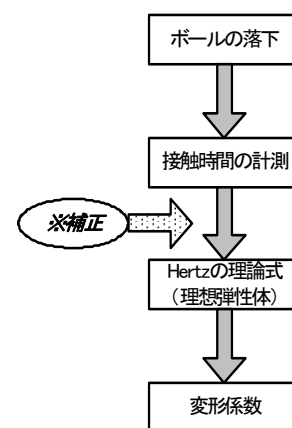


図-2 変形係数の算出方法

以上のように、落球探査法は、迅速（作業時間：10 秒／点）に対象地盤の変形係数を算出可能である。また、落球探査法は理論的背景に基づいており、対象地盤の粒径変化に対してボール寸法を変化させる等、幅広い地盤に適用可能である。そこで、落球探査法を用いて、覆土および構成する埋立柱材の種類により工学的性質が大きく異なる廃棄物地盤の力学特性（変形係数）の評価を試みた。

### 3. 調査概要

廃棄物処分場内に設けたテストフィールドにおいて、図-3に示す手順で調査を実施した。バックホーで掘

キーワード：廃棄物最終処分場、埋立管理、現地調査、変形係数

連絡先 東京都八王子市元横山町 1-2-13 (株) セントラル技研 TEL：0426-45-8276 FAX：0426-45-8307

削後、各層の埋立材は目視によって判断した（表－1）。また、表－1にも示すように、テストフィールドとは別途、即日覆土（セル）でも（即日：覆土後1～2日経過、既存：覆土後数週間が経過）探査を実施した。なお、各覆土厚は30～50cmである。探査状況を写真－1に示す。

4. 調査結果

図－4に覆土における探査結果を示す。覆土材には処分場近郊で採取した粘土を用いており、同図に粘土の変形係数の概略値を併せて示す<sup>3)</sup>。同図より、覆土の施工時期により、覆土の変形係数が大きく異なっていた。すなわち、施工後間もない覆土（即日）の変形係数は軟質粘土に分類され、施工後ある程度時間が経過した覆土（覆土、既存1～3）の変形係数は中～硬質粘土に分類される。また、既存1～3の覆土は、ほぼ同時期に施工されたにも関わらず、変形係数が大きく異なっていた。

図－5に廃棄物地盤における探査結果を示す。同図中の1～8は表－1の1～8に示す埋立材に対応する。図より、埋立材の種類により、廃棄物地盤の変形係数が大きく異なっていた。表－2に様々な廃棄物地盤を対象に実施された変形係数（孔内水平載荷試験）を示す<sup>4)</sup>。同表より、今回の落球探査法で算出した変形係数は、表に示す調査結果とよく整合している。

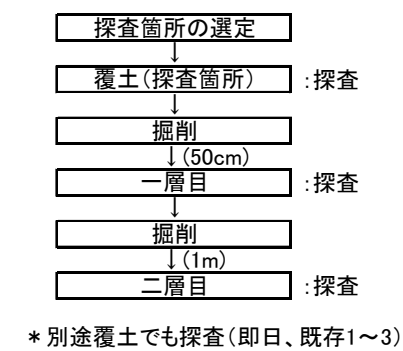
5. おわりに

今回、廃棄物地盤および覆土を対象に落球探査法を実施した。その結果、覆土に関しては、施工時期または場所によりその変形係数が大きく異なること、廃棄物地盤は埋立材の種類によりその変形係数が大きく異なることが分かった。また、地盤の変形係数を迅速かつ簡便に算出可能な落球探査法の結果が、既往の調査結果によく整合していることが確認された。

今後は、落球探査法による面的な不均質性の評価等を実施し、同探査法を用いた廃棄物最終処分場の埋立管理手法の確立について検討予定である。

6. 参考文献

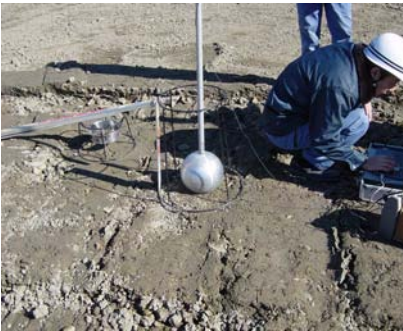
- 1) 嘉門：埋立材料,土木学会誌,Vol.78-12,pp.62-66, 1993. 2) 池尻ら：落球探査法を用いたセメント改良土の力学特性評価に関する一提案, 地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム発表論文集,2003.  
3) 土質工学会：土質工学ハンドブック,1992.4) 鳴海ら：動圧密工法による廃棄物地盤の改良,基礎工,Vol.24,No.7,pp.104-108,1996.



図－3 調査手順

表－1 埋立材の種類

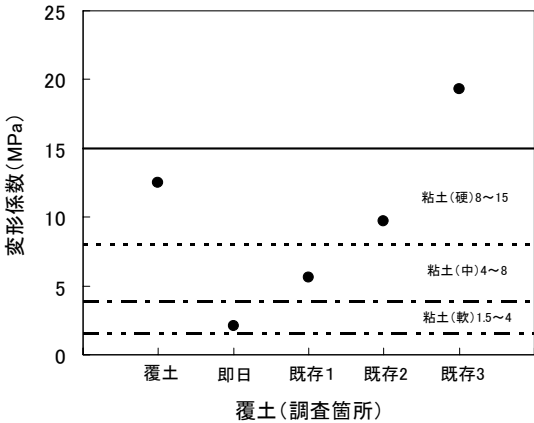
| 探査箇所 | 層目  | 覆土                |           |
|------|-----|-------------------|-----------|
|      |     | 種類                | 変形係数(MPa) |
| 一層目  | 一層目 | 焼却灰1              | 1         |
|      |     | 焼却灰2              | 2         |
|      |     | 焼却灰3              | 3         |
|      | 二層目 | 産業(繊維、金属くず)シュレッダ1 | 4         |
|      |     | 産業(繊維、金属くず)シュレッダ2 | 5         |
|      |     | 廃プラシュレッダ          | 6         |
|      |     | 下水汚泥焼却灰           | 7         |
|      |     | 硬化焼却灰             | 8         |
| 覆土   | 覆土  | 即日                | —         |
|      |     | 既存1               | —         |
|      |     | 既存2               | —         |
|      |     | 既存3               | —         |



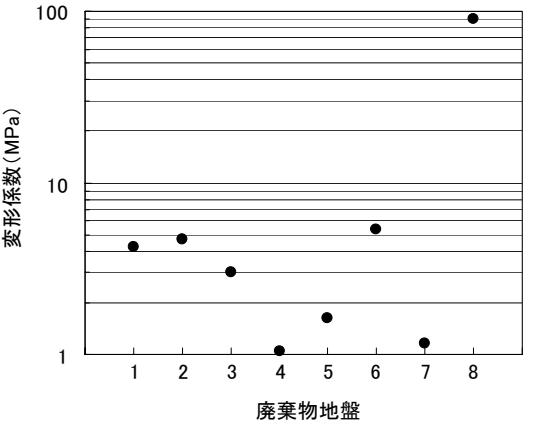
写真－1 探査状況

表－2 既往の調査結果<sup>4)</sup>

| 埋立地       | 藤前流通業務団地 | 富山空港  | 岡山総社IC  | 千葉市蘇我最終処分場 | 東京港中坊調整地 |
|-----------|----------|-------|---------|------------|----------|
| 種類        | 一般廃棄物    | 一般廃棄物 | 一般廃棄物   | 一般廃棄物      | 一般廃棄物    |
| 変形係数(MPa) | 0.5～2    | 0.1～4 | 0.5～2.4 | 0.5～2      | 0.5～3    |



図－4 探査結果（覆土）



図－5 探査結果（廃棄物地盤）