

落球探査を用いた土構造物の施工管理に関する一考察

鹿島建設（株） 正会員 北本幸義、正会員 吉田 輝
（株）セントラル技研 正会員 Jiaye Wu、正会員 ○ 池尻 健、フェロー会員 伊藤雅夫

1. はじめに

土構造物施工時の品質管理（施工管理）は、地盤材料の物理特性（密度、含水比）に基づくものが一般的である¹⁾。ただし、それらは、転圧に伴う地盤材料の力学特性の変化を間接的に評価する手法であり、仮に力学特性の変化を迅速、簡易かつ直接的に評価する手法があれば、施工管理の高度化が実現可能となる。

本報文では、評価手法として、地盤材料の変形係数を迅速かつ簡便に算出可能な落球探査に着目し、礫分が多く細粒分もかなり混合された地盤材料で構成される試験盛土の転圧効果の評価に適用した事例を示す。

2. 落球探査の概要

落球探査は、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多くの適用例がある²⁾。図-1 に探査システムを示す。具体的な探査方法は、ボールを一定の高さから自由落下させ、加速度センサーによりボールと地面との接触時間を測定する。そして、その接触時間を理論式（Hertz 理論）に代入し、変形係数を算出する²⁾。なお、図-2 に探査結果と平板載荷試験結果から弾性理論を用いて推定した変形係数の比較を、両対数表示で示す。同図より、両者は幅広い力学特性（変形特性）を有する地盤材料において、良い相関を示す。

以上のように、落球探査は、迅速（作業時間：10秒/点）に、対象地盤の変形係数を理論的背景に基づいて算出可能である。また、上記のことから、対象地盤の最大粒径によって探査条件（ボール寸法等）を変化させる等、幅広い地盤材料に適用可能である。

3. 落球探査の締固め管理への適用事例

落球探査を適用した地盤材料（盛土材 No.1 ～ No.5）の粒度分布を図-3 に示す。同図より、盛土材 No.5 が最も粗粒側の粒度分布を示し、盛土材 No.1 が最も細粒側の粒度分布を示している。すなわち、盛土材 No.1、No.2、No.3、No.4、No.5 の順で粗粒側の粒度分布を示している。転圧効果の評価には、試験盛土を対象として、振動ローラによる転圧回数毎に現場密度試験（RI 法）と当探査法を実施した。なお、現場密度試験はいずれも転圧直後に実施したのに対し、探査では盛土材 No.1 および No.4 を転圧直後、盛土材 No.3、No.5、No.2 をそれぞれ転圧から 1 日後、4 日後、5 日後に実施した。また、各盛土材の変形係数は、盛土材のバラツキを考慮し、探査結果の落下回数 12 回の調和平均で算出した。さらに、落下高さは 50cm とした。

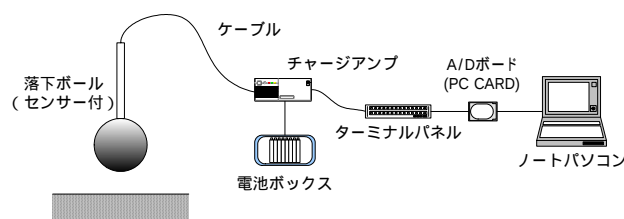


図-1 探査システム

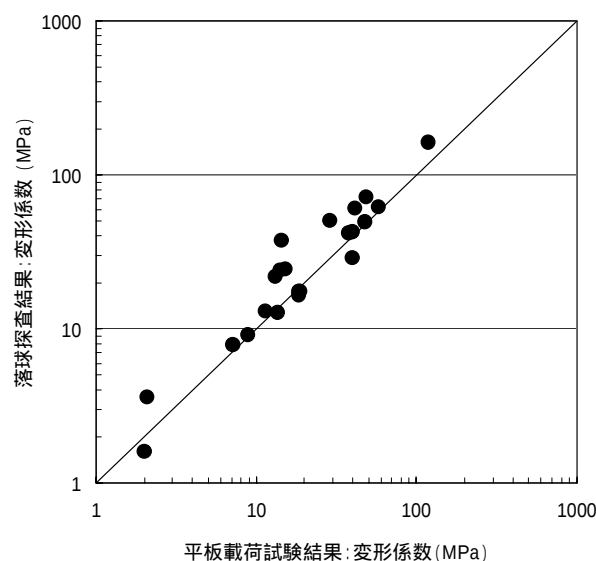


図-2 探査結果と平板載荷試験結果の比較

キーワード：土構造物、施工管理、転圧効果、原位置試験、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

図-4 に落球探査結果（変形係数）と現場密度試験結果（乾燥密度）の比較を示す。各盛土材の変形係数は、図-3 に示した粒度分布に整合している。すなわち、粒度分布が粗粒側を示す盛土材の変形係数は大きく、細粒側を示す盛土材の変形係数は小さい。各盛土材における両者の相関性に着目すると、相関性が高い盛土材と低い盛土材が混在している。それらの原因を明確にする目的で、各転圧回数の調査結果を撤出し後の調査結果で除したものを転圧比と定義し、変形係数および乾燥密度に関する転圧比の転圧回数の増加に伴う推移をそれぞれ図-5 および図-6 に示す。両図より、転圧直後に探査を実施した盛土材 No.1 および盛土材 No.4 における乾燥密度の転圧比が転圧回数に伴い増加しているにも係わらず、変形係数の転圧比が転圧回数に伴い減少している。従って、両者の関係は図-4 に示すように、盛土材 No.1 および盛土材 No.4 において相関性が低くなっている。この原因としては、過転圧による間隙水圧の発生が、盛土材の力学特性に影響を与えたことが挙げられる。

以上のように、落球探査を用いれば、土構造物の施工管理に一般的に採用されている現場密度試験（乾燥密度）では評価が困難である、過転圧による地盤材料の力学特性の変化等の転圧効果を評価可能である。

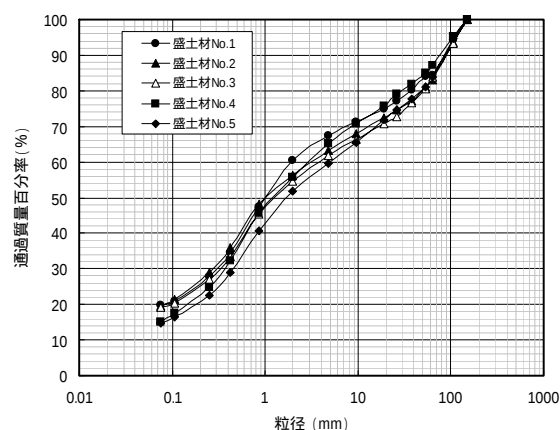


図-3 盛土材の粒度分布

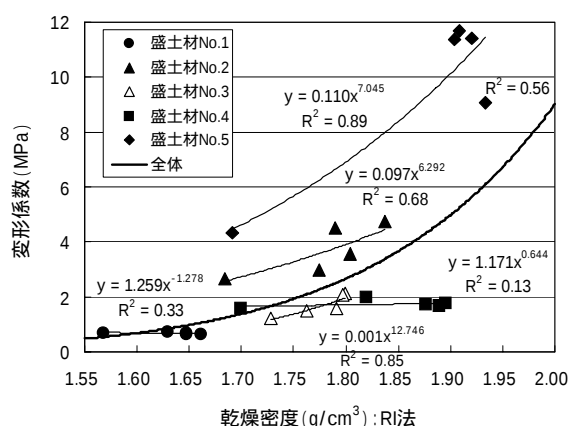


図-4 変形係数と乾燥密度の関係

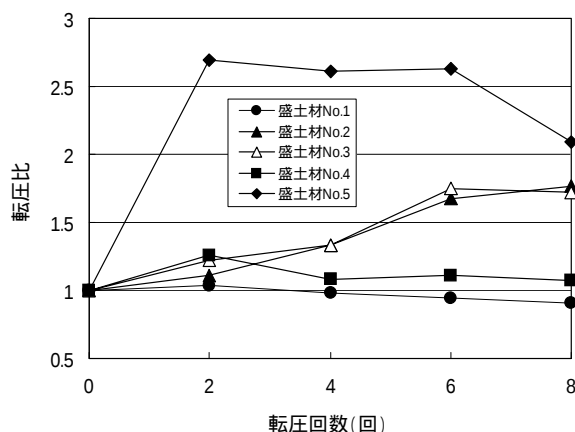


図-5 転圧比と転圧回数の関係（変形係数）

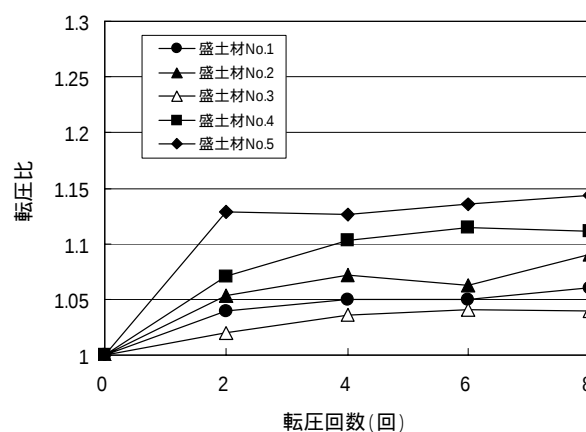


図-6 転圧比と転圧回数の関係（乾燥密度）

4. おわりに

本報文では、礫分が多く細粒分もかなり混合された地盤材料を対象に落球探査を用い、試験盛土の転圧効果を的確に評価可能なことを示した。今後は、様々な地盤材料を対象に探査による転圧効果の評価を試みる。

5. 参考文献

1) 例えば、社団法人 地盤工学会：土質基礎工学ライブラリー36 土の締固め管理, 1999. 2) 池尻 健・Jiaye Wu・海野忠行・小谷野康之・伊藤雅夫：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, pp.29-32, 2003.