

落球探査による盛土の施工管理

鹿島建設（株）正会員 北本幸義，正会員 吉田 輝，正会員 川野健一
 四川升拓検測技術有限責任公司 正会員 Jiaye Wu，（株）セントラル技研 正会員 ○ 池尻 健

1. はじめに

盛土の施工時の締固め管理は，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．ただし，それらは，締固め（転圧）に伴う地盤材料の力学特性および透水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，締固め管理の高度化が実現可能となる．また，路床および路盤の施工管理として，地盤反力係数（ K_{30} ）が使用されており¹⁾，それらを迅速かつ簡易に評価する手法があれば，上記同様，施工管理の高度化が実現可能となる．

本報文では，盛土の施工管理の高度化を目指す目的で，地盤材料の変形係数を迅速かつ簡便に算出可能な評価手法として，様々な地盤材料で構成された盛土に落球探査法を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，これまで盛土の施工管理，ソイルセメント工の維持管理等に多くの適用事例がある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（50cm）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 E_{TC} を算出する³⁾．また， E_{TC} から，式（1）に示すような弾性理論を用いて，一般的には平板載荷試験から算出される地盤反力係数 $K^{1)}$ が算出可能である．

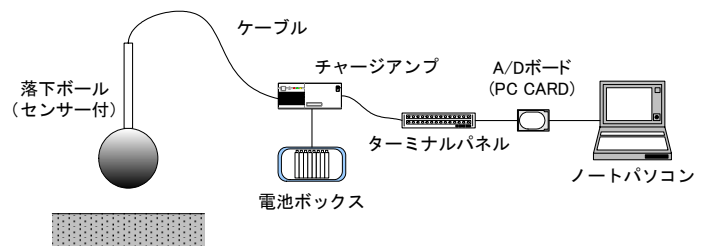


図-1 探査システム

$$K = \frac{4E_{TC}}{\pi \times D \times (1 - \nu^2)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

D ：載荷板径（通常は，30cm）， ν ：対象地盤のポアソン比

以上のように，落球探査は，迅速（作業時間：10 秒程度／点）に，対象地盤の変形係数および地盤反力係数を理論的に算出可能である．

3. 落球探査の締固め管理への適用事例

礫質土の締固め管理に落球探査を適用した事例を図-2 に示す．同図には，転圧回数毎の乾燥密度 ρ_d とそれに対応した箇所で実施した落球探査により算出した変形係数 E_{TC} を示している．なお，乾燥密度は，現場密度試験（RI 法）により算出している．各対象地盤において，両者には強い相関（ $R^2=0.94\sim0.97$ ）が認められ，落球探査から乾燥密度を精度良く推定可能といえる．

一方，図-3 に，細粒分が多く含まれる材料（細粒分質礫質砂：SFG）で構成される盛土に，落球探査を適

キーワード：盛土、施工管理、転圧効果、原位置試験、変形係数、地盤反力係数

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

用した事例を示す．同図より， $N=0\sim6$ においては，図-2 同様，乾燥密度および変形係数は転圧回数が多くなるにつれ，ともに増加している．ただし， $N=8$ においては，乾燥密度はやや増加しているものの，変形係数は低下している．この要因として，過転圧に陥った結果，過剰間隙水圧が生じ盛土材の力学特性に影響を及ぼしたことが考えられる．

以上のように，落球探査を適用すれば，転圧による乾燥密度の増加傾向のみならず，細粒分が多く含まれる地盤材料に対しては，密度の変化だけでは評価しにくい過転圧状況を敏感にとらえることができるといえる．

4. 落球探査による地盤反力係数の推定

鉄道等の路床および路盤の施工管理方法として使用されている地盤反力係数（ K_{30} ）と，落球探査結果から式（1）により算出される地盤反力係数 K を比較したものを，図-4 に示す．なお， K_{30} は，平板載荷試験から得られる載荷圧力-沈下量曲線から，沈下量 1.25mm の際の載荷圧力 P を算出し，式（2）により算出可能である¹⁾．

$$K_{30} \{ \text{MN/m}^3 \} = P \{ \text{kN/m}^2 \} / 1.25 \{ \text{mm} \} \cdots (2)$$

同図より，両者は，様々な地盤材料において良く一致している．

5. おわりに

本報文では，盛土構造物の施工管理に落球探査を適用した事例を示した．今後も，様々な地盤材料を対象に，落球探査による転圧効果の評価ならびに管理手法への適用を検討する．

6. 参考文献

- 1) 社団法人 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，2004.
- 2) 例えば，北本幸義・吉田 輝・池尻 健・Jiaye Wu：落球探査手法による砂礫盛土の締固め管理，第 42 回地盤工学会研究発表会，pp.1147-1148, 2007.
- 3) J.Wu, Y.Kitamoto, J.Wu, M.Ito, T.Ikejiri and Z.Wu：FALLING BALL INSPECTION METHOD AND ITS APPLICATIONS IN FILL COMPACTION CONTROL OF FILL DAMS, International Symposium on Dam Safety and Detection of Hidden Troubles of Dams and Dikes, NO.58, 2006.

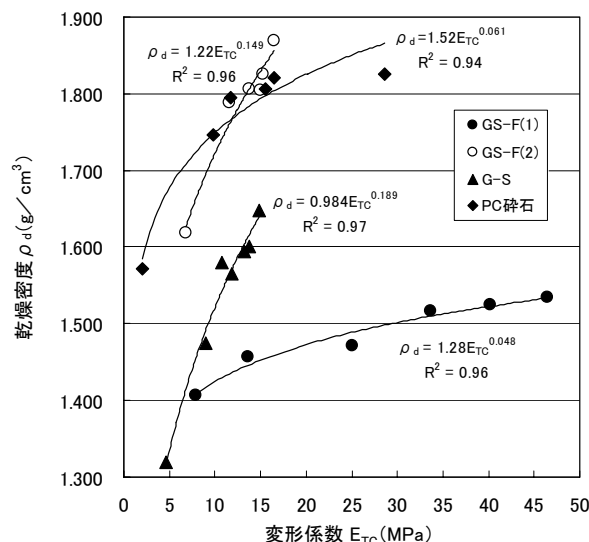


図-2 締固め管理への適用事例（礫質土）

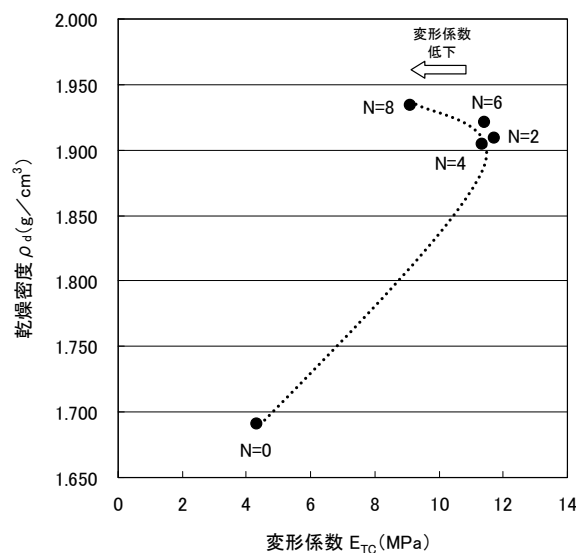


図-3 締固め管理への適用事例（SFG）

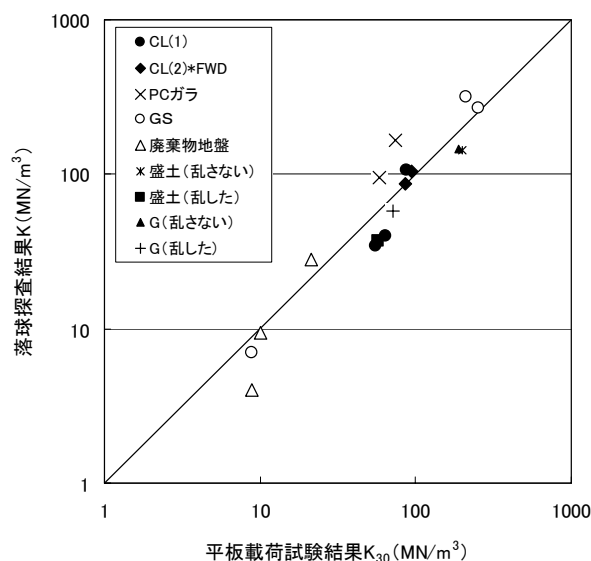


図-4 K_{30} と落球探査による K の比較