

簡易支持力測定器による盛土の品質管理手法の検討

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 正会員 ○平岩 修人
 中日本高速道路(株) 非会員 米倉 圭介
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 非会員 加藤 智巳
 (株)アイ・ディー・エー 非会員 森田 信吾

1. はじめに

高速道路の盛土工では、主として RI 計器または突砂法による品質管理が行われている。しかし、RI 計器は小規模施工の場合経済性が低く、また取扱いに注意が必要であり、突砂法は試験結果が出るのに時間を要するため、建設工事と比較して規模が小さく工期も短い維持修繕工事等においては、盛土の品質管理の効率化が求められている。本稿は、盛土管理の効率化を目的として、小型で取扱いが容易な簡易支持力測定器による測定が、RI 計器や突砂法の補完方法として適用可能か検討したものである。

他機関では、盛土の品質管理の効率化を目的として、衝撃加速度と乾燥密度の相関を検証し¹⁾、現場での品質管理に活用されている事例もある。

2. 調査概要

2.1 簡易支持力測定器の概要²⁾

簡易支持力測定器は、加速度計を内蔵したランマーが地盤に衝突した際に得られる衝撃加速度 I_a (式 2.1) と地盤定数の相関関係を利用して、CBR 値、地盤反力係数 K_{30} 、粘着力、内部摩擦角、コーン指数の測定が可能である。また、载荷のための反力が不要であるため、低コストで、小型かつ軽量で扱いやすく、測定時間が短い等の利点がある。ただし、測定影響範囲は地表面から深さ 20cm までであり、測定結果が材料の表面性状に大きく影響されることが推察される。

$$I_a = \frac{\text{加速度 (gal)}}{2.78 \times 980 \text{ (gal)}} \quad (\text{式 2.1})$$

ここに、2.78 は衝撃加速度の較正值

2.2 調査方法

調査項目を表 2.1 に示す。

盛土の本施工に先立ち実施されるモデル施工時に、RI 計器による土の密度試験と簡易支持力測定器による衝撃加速度測定を同位置で実施した。簡易支持力測定

器の測定にあたっては、測定器使用マニュアル作成委員会基準 (案)³⁾に従って行ったが、1 測点あたりの測定回数は 2~3 回程度とした。RI 線源棒の挿入孔や不陸な箇所、礫が表面に露出している箇所など、測定精度が低下すると考えられる箇所は極力避けて測定した。

2.3 調査材料

調査材料の一覧を表 2.2 に示す。

材料 F, J は、セメント改良を行った材料である。また、材料 J については、3 パターンの異なる施工条件 (表 3.2 参照) で、データ収集を行った。

表 2.1 調査項目

| 調査項目 | 測定器 | 測定数 |
|-------|----------|------------------|
| 締固め度 | RI計器 | 15(6)測点×転圧回数/1材料 |
| 衝撃加速度 | 簡易支持力測定器 | 上記と同数 |

※()は構造物裏込め等の狭小部施工時

表 2.2 調査材料一覧

| 材料 | 管理方法 | セメント改良 | | 自然含水比 (%) | 細粒分(75 μm以下) (%) | データ数 | |
|-----|------|----------|---------|-----------|------------------|------|------|
| | | 改良材 | 添加率 (%) | | | 全測点 | 転圧ごと |
| A | Ds | - | - | 3.5 | 1.3 | 24 | 4 |
| B | Ds | - | - | 3.9 | 4.8 | 36 | 6 |
| C | Ds | - | - | 13.5 | 14.8 | 60 | 4 |
| D | Va | - | - | 14.5 | 23.7 | 60 | 4 |
| E | Va | - | - | 28.1 | 27.3 | 75 | 5 |
| F | Va | 高炉B種 | 2.66 | 13.2 | 22.7 | 105 | 7 |
| G | Dc | - | - | 3.9 | 4.4 | 105 | 7 |
| H | Dc | - | - | 3.1 | 5.4 | 90 | 6 |
| I | Dc | - | - | 10.1 | 9.0 | 60 | 4 |
| J-1 | Va | 六価クロム低減型 | 2.64 | 13.2 | 22.7 | 30 | 5 |
| J-2 | | | | | | 30 | 5 |
| J-3 | | | | | | 75 | 5 |

2.4 検討方法

簡易支持力測定器により得られる衝撃加速度 (以下、 I_a という) と RI 測定により得られる空気間隙率 V_a および乾燥密度 ρ_d の関係を求め、相関性について検討する。

3. 調査結果

3.1 全材料の結果

I_a - V_a 関係および I_a - ρ_d 関係の相関図を図 3.1 に示す。

キーワード 簡易支持力測定器 衝撃加速度 盛土 品質管理

連絡先 〒465-0045 愛知県名古屋市長区姫若町 57 中日本高速道路(株)名古屋支社 品質管理試験棟内 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) TEL052-703-2180

Ia-Va 関係は、直線的な関係性の強さを示す相関係数 $r=0.02$ でほとんど相関が見られず、Ia-pd 関係は、 $r=0.41$ で正の相関が見られた。また、各材料の Ia-Va および Ia-pd 回帰直線が材料によって異なっていた。この要因として、簡易支持力測定器により測定される Ia は、土質材料の特性（粒度、含水比など）によって大きく影響されるためであると考えられる。Ia-Va 関係で特にばらつきが顕著であった要因としては、Va は含水比に影響されるが、表面は内部に比べ乾燥していることが多く、表面性状に影響されやすい簡易支持力測定器の測定精度が低下したためであると推察する。

3.2 材料別の結果

材料別の相関の強さを表 3.1 に示す。

転圧ごとに平均した結果では、材料 A を除いて、Ia-Va 関係で強い負の相関が、Ia-pd 関係で強い正の相関が見られ、材料別では概ね相関が確認できる結果であった。

全測点における結果では、材料 A, D においては、Ia-Va および Ia-pd 関係でほとんど相関が見られなかった。この要因について以下に示す。

- ・材料 A: 表面に材料分離が生じており、礫分の露出が多く見られたため。
- ・材料 D: 高含水比かつオーバーコンパクション（強度低下）が生じており、表面が脆弱化していたため。

3.3 同材料で施工条件を変更した場合の結果

各条件の相関図を図 3.2 に、施工条件を表 3.2 に示す。

同材料であっても、施工条件の違いによって、Ia-Va および Ia-pd 回帰直線が大きく異なる結果であった。この主たる要因として、各条件で施工含水比が大きく異なっており、材料表面の含水状態が簡易支持力測定器の測定精度に影響したと考えられる。

4. まとめ

本調査結果より、礫質土から粘性土までの全ての土質材料に対し、Ia-Va および Ia-pd 関係について、一つの関係式で評価することは困難である。しかし、材料別でみれば、概ね相関が確認されたため、材料ごとに Ia の基準値を設定すれば、簡易支持力測定器を用いて盛土の日常管理を行うことは可能であると考えられる。ただ、同材料であっても、盛土材料の含水量によって Ia-Va および Ia-pd 関係が変化することが懸念されるため、簡易支持力測定器による盛土管理を行う場合は、施工含水比

が基準値設定時の含水比と同程度であることを確認する必要がある。

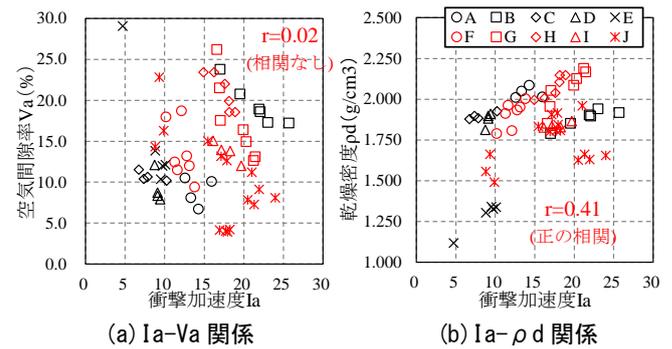


図 3.1 全材料の相関図（転圧ごとの平均値）

表 3.1 材料別の相関の強さ

| 材料 | 相関係数(相関の強さ) | | | |
|-----|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | 転圧ごとの平均値 | | 全測点 | |
| | Ia-Va | Ia-pd | Ia-Va | Ia-pd |
| A | -0.01 (相関なし) | 0.02 (相関なし) | -0.05 (相関なし) | 0.15 (相関なし) |
| B | -0.95 (強い負) | 0.90 (強い正) | -0.32 (弱い負) | 0.30 (弱い正) |
| C | -0.74 (強い負) | 0.90 (強い正) | -0.24 (弱い負) | 0.24 (弱い正) |
| D | -0.91 (強い負) | 0.92 (強い正) | 0.17 (相関なし) | 0.03 (相関なし) |
| E | -0.98 (強い負) | 0.99 (強い正) | -0.75 (強い負) | 0.60 (正の相関) |
| F | -0.61 (負の相関) | 0.71 (強い正) | -0.38 (弱い負) | 0.45 (正の相関) |
| G | -0.88 (強い負) | 0.90 (強い正) | -0.58 (負の相関) | 0.62 (正の相関) |
| H | -0.89 (強い負) | 0.90 (強い正) | -0.48 (負の相関) | 0.48 (正の相関) |
| I | -0.96 (強い負) | 0.83 (強い正) | -0.49 (負の相関) | 0.44 (正の相関) |
| J-1 | -0.98 (強い負) | 0.97 (強い正) | -0.75 (強い負) | 0.68 (正の相関) |
| J-2 | -0.99 (強い負) | 0.99 (強い正) | -0.68 (負の相関) | 0.76 (強い正) |
| J-3 | -0.85 (強い負) | 0.80 (強い正) | -0.83 (強い負) | 0.72 (強い正) |

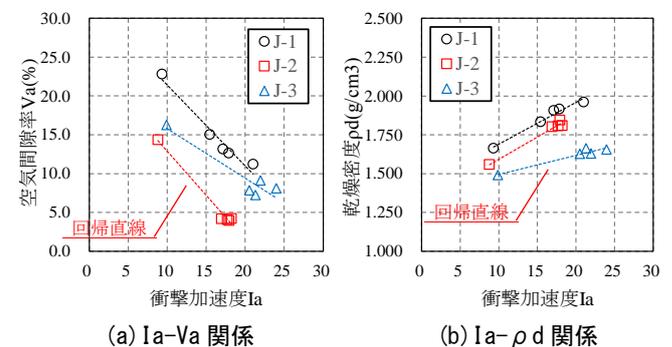


図 3.2 各条件の相関図（転圧ごとの平均値）

表 3.2 材料 J の施工条件

| 材料 | 部位 | 転圧機種 | 敷均し厚(mm) | 施工含水比(%) |
|-----|---------|--------------|----------|----------|
| J-1 | 構造物裏込めB | 3t コンバインドローラ | 331 | 8.0 |
| J-2 | 構造物裏込めB | 20t 振動ローラ | 315 | 15.4 |
| J-3 | 上部路体 | 20t 振動ローラ | 283/337 | 19.1 |

参考文献

- 1)建設技術マネジメント 2014 年 4 月号 衝撃加速度による盛土の品質管理方法 独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所寒地地盤チーム
- 2)「地盤改良」に関わる技術評価証明報告書（第 3 回更新版）平成 29 年 8 月 公益社団法人日本材料学会
- 3)測定器使用マニュアル作成委員会基準(案)「簡易支持力測定器による測定方法」平成 8 年 5 月 近畿地方建設局近畿技術事務所