# 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㈱ 正会員 ○平岩 修人
中日本高速道路㈱ 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㈱ 非会員 加藤 智巳
㈱アイ・ディー・エー 非会員 森田 信吾

## 1．はじめに

高速道路の盛土施工では，所定の要求性能を満たしているか確認するために，モデル施工にて RI 計器や突砂法での締固め度測定やベンゲルマンビームによるたわみ量測定（以下,「たわみ試験」という）を実施している．しかし，小規模工事等では試験ヤードを確保できないケースもあり，他替する管理手法が求められる．

他機関では，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．

本稿は，狭小部における盛土管理を可能とする手法の確立を目的とし，小型で取扱いが容易な簡易支持力測定器により得られる「衝撃加速度」とたわみ量や締固め度（空気間隙率，乾燥密度）との相関について検証し，簡易支持力測定器による測定が代替手法として適用可能か検討した．

## 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（**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，載荷のための反力が不要であるため，低コストで測定可能で，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 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．

$$衝撃加速度 = \frac{加速度\ (gal)}{2.78\times980\ (gal)} \quad （式\ 2.1）$$

ここに、2.78 は衝撃加速度の較正値

### 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やたわみ試験を行い，各試験の測定箇所と同位置で，簡易支持力測定器による衝撃加速度測定を実施した．線源棒の挿入孔やわだち掘れが見られる箇所，不陸な箇所，礫が表面に露出している箇所など，衝撃加速度の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．

**表 2.1 調査項目**

| 調査項目 | 測定器 | 測点数 |
|---|---|---|
| 衝撃加速度 | 簡易支持力測定器 | 検証対象と同数 |
| たわみ量 | ベンゲルマンビーム | 6測点/1材料 |
| 締固め度 | RI計器 | 15(6)測点×転圧回数/1材料 |

**表 2.2 調査材料一覧**

| 材料 | 検証内容 | 安定処理 | 礫分(%) | | 細粒分(%) | サンプル数（転圧毎） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 37.5-75mm | 2-37.5mm | 0.075mm以下 | |
| ① | たわみ量 | 有 | 15.7 | 37.4 | 22.7 | 1 |
| ② | | 無 | 15.7 | 37.4 | 22.7 | 1 |
| ③ | 締固め度 | 無 | 23.7 | 56.6 | 1.3 | 4 |
| ④ | | 無 | 29 | 53.2 | 4.8 | 6 |
| ⑤ | | 無 | 8.7 | 36.3 | 14.8 | 4 |
| ⑥ | | 無 | 7.5 | 48.3 | 23.7 | 4 |
| ⑦ | | 無 | 6.8 | 37.6 | 27.3 | 5 |
| ⑧ | | 有 | 15.7 | 37.4 | 22.7 | 7 |

### 2.4 検証方法

#### 2.4.1 衝撃加速度とたわみ量の検証

**(1)衝撃加速度とたわみ量の相関について検討**

簡易支持力測定器により得られる衝撃加速度とたわみ試験により得られるたわみ量の相関を検討する．

**(2)たわみ量と地盤反力係数の関係式による検討**

簡易支持力測定器により得られる地盤反力係数から，地盤反力係数 $K_{30}$ とたわみ量の関係式[3)]（**式 2.2**）を用いてたわみ量を算出し，たわみ試験により得られるたわみ量と比較・検討する．

$$d = \frac{4pa\prime}{\pi K_{30}a} \quad （式\ 2.2）$$

ここに，d:たわみ量(m)，p:タイヤ設置圧(539kN/m²)，

キーワード 簡易支持力測定器 衝撃加速度 盛土管理 ベンゲルマンビーム
連絡先 〒465-0045 愛知県名古屋市名東区姫若町 57 中日本高速道路㈱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㈱ TEL052-703-2180

a：剛性載荷板半径(0.15m)，a'：タイヤ設置半径(0.17m)
$K_{30}$：地盤反力係数(kN/m$^3$)

### 2.4.2　衝撃加速度と締固め度の検証

2.4.1(1)と同様にして，衝撃加速度と締固め度（空気間隙率，乾燥密度）の相関を検討する．

## 3．調査結果

### 3.1　衝撃加速度とたわみ量の検証

#### (1)衝撃加速度とたわみ量の相関について検討

衝撃加速度とたわみ量の相関図を**図 3.1** に示す．

**図 3.1** では，相関の強さを示す相関係数 r=-0.977 であり，強い負の相関が見られた．ただし，サンプル数が 2 材料（12 測点）と少なく，たわみ量が 4～8mm のサンプルが不足しており，材料特性および表面性状による影響についても検討が必要である．

#### (2)たわみ量と地盤反力係数の関係式による検討

**式 2.2** を用いて算出したたわみ量 $d_1$ とたわみ試験によるたわみ量 $d_2$ の比較を**表 3.1** に示す．

材料①では，$d_1$ は $d_2$ の 1.2 倍程度となり，概ね同等の値を示した．材料②では，$d_1$ は $d_2$ の 1.5 倍程度の数値を示し，特にたわみ量が大きい測点で $d_1$ の数値が大きく出る傾向であった．この要因として，地盤反力係数は衝撃加速度との相関関係により求めるが，衝撃加速度が小さくなった場合，地盤反力係数が極端に小さくなる可能性があり、$d_1$ が大きい数値となったと推察する．

### 3.2　衝撃加速度と締固め度の検証

材料③～⑧の衝撃加速度と締固め度（空気間隙率，乾燥密度）の相関図を**図 3.2** に示す．

**図 3.2(a)**は，弱い正の相関（r=0.306）を示したが，衝撃加速度と空気間隙率は本来負の相関となることが想定されるため，信頼性は低い．**図 3.2(b)**は，弱い正の相関（r=0.396）を示したが，衝撃加速度が同等の値を示しても材料によって乾燥密度の数値が異なる場合があった．また，材料個別で見れば、強い相関が得られなかった要因として，以下が考えられる．

・材料③では，測定時の材料表面に骨材分離が生じていたため簡易支持力測定器の測定精度が低下した．

・材料⑥では，測定時オーバーコンパクションにより表面の脆弱化が見られたため，測定精度が低下した．

また，上記の材料を除くと，礫分が多い材料ほど，相関は弱くなる傾向となった．

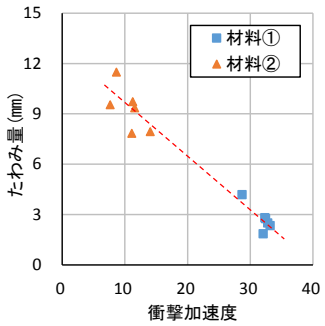
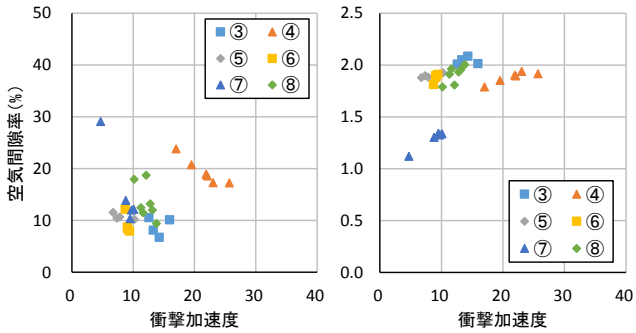



図 3.1　衝撃加速度とたわみ量の相関図

表 3.1　たわみ量の比較

| 材料 | 式2.2より算出したたわみ量$d_1$(mm) | たわみ試験で測定したたわみ量$d_2$(mm) | $d_1/d_2$ |
|---|---|---|---|
| ① | 3.30 | 2.73 | 1.21 |
| ② | 14.41 | 9.31 | 1.55 |




(a)空気間隙率　　(b)乾燥密度

図 3.2　衝撃加速度と締固め度の相関図

## 4．まとめ

#### (1)衝撃加速度とたわみ量について

・衝撃加速度とたわみ量には，強い正の相関が見られ，**式 2.2** を用いて算出したたわみ量についても，たわみ量が大きい測点では数値が大きくなる傾向であったが，たわみ試験によるたわみ量と概ね同等の値となった．

・本調査は測定サンプル数が不足しているため，今後サンプルを追加し，検証する必要がある．

#### (2)衝撃加速度と締固め度について

・本結果では，衝撃加速度と締固め度（空気間隙率，乾燥密度）に強い相関は得られず，また，礫分が多い材料ほど，相関は弱くなる傾向となった．

### 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)地盤調査の方法と解説　第 8 編載荷試験　公益社団法人地盤工学会