

## 盛土の密実性と強度と含水比との関係

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○安部 哲生, 中島 庸介  
 (株)大林組 正会員 古屋 弘, 酒井重工業(株) 正会員 内山 恵一  
 前田建設工業(株) 正会員 石黒 健, 正会員 平田 昌史

### 1. はじめに

高速道路の盛土の品質管理は、現在、密度比 ( $D_c$ ) 管理や空気間隙率 ( $v_a$ ) 管理といった物性値による管理が主流で行われている。前者の  $D_c$  管理は、盛土材を転圧することで盛土の密実性を高め、それにより災害に強い丈夫な盛土になることを前提に行われている。しかしながら、既往の研究<sup>1)</sup>において、同じ盛土材で密度比も同じであっても含水状態によって強度特性が異なることが明らかになっている。そのため、 $D_c$  管理だけでは盛土材の含水状態により盛土の強度特性は変わってしまうことから十分な品質管理方法とは言えず、直接、盛土の強度を簡易に測定することができれば、より合理的に丈夫な盛土を構築することができると思う。本論文では、2種類の盛土材料に対し一部加水することで含水状態を変えた4つの試験ヤード(材料: 2種類, 含水状態: 2種類)を構築して転圧試験を行い、含水状態の違いによる盛土の密度と強度の変化について確認を行ったものである。

### 2. 転圧試験の概要

転圧試験は、暫定2車線区間の付加車線設置工事を進めている米子自動車道 江府インターチェンジ付近で実施した。使用した盛土材料は、近傍で施工中であったトンネルの掘削ずりをスケルトンバケットで振るって最大粒径を概ね 10cm 以下にしたもの(以下、「トンネルずり」とする。)とスケルトンバケットによりはねられた粒径が 10cm を超える岩を破砕機にかけて最大粒径を概ね 10cm 以下にしたもの(以下、「破砕材」とする。)の2種類である。表-1 に使用した盛土材料の物性値を示す。試験ヤードは、全長約 40m, 幅約 2.3m, その間にトンネルずりと破砕材とを

表-1 盛土材料の物性値

盛土材名称	破砕材	トンネルずり
地盤材料の工学的分類(JGS 0051)	細粒分質砂質礫(GFS)	
土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.671	2.673
含水比 $w_n$ (%)	8.3	8.8
粒度	礫分 (%)	68.3
	砂分 (%)	22.0
	シルト分 (%)	6.9
粘土分 (%)	2.8	2.9
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.002	1.922
最適含水比 $w_{opt}$ (%)	11.8	13.1

図-1 に示すように撒きだし、さらに一部を加水することで含水状態を変え、A~Dの4つのヤードを設けた。転圧機械は、10t 振動ローラ(酒井重工業(株)製 SV512D, 起振力 172kN(低振幅))

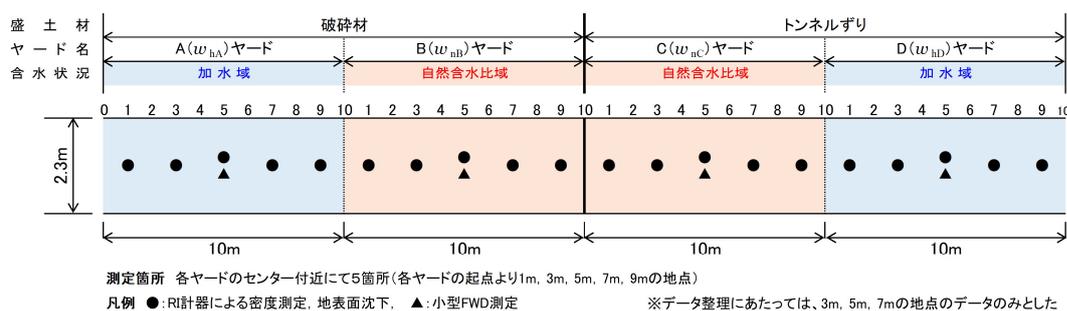


図-1 試験ヤード

を用いた。なお、各ヤードの層厚は 60cm (1層 20cm 厚の 3層施工) で、撒きだしにあたってはヤードの外からバックホウを用いて行った。転圧試験は、図-1 の左側から右へ振動ローラを前進させたのち図-1 の右側から左へ後進させ、それを 8回繰り返す最終的に 16回の転圧を行った。転圧試験中は、振動ローラに加速度応答値を  $\alpha$  システムおよび CCV にて測定<sup>2)</sup>し、転圧前と偶数回転圧したごとに R I 計器により乾燥密度  $\rho_d$  および含水比  $w$  を、また、レベルにより転圧面の標高を測ることで地表面沈下量を、小型 FWD 試験機を用いて盛

キーワード 締固め, 密度比, 強度, 含水比, 沈下, 変形

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 (株) 高速道路総合技術研究所 TEL 042-791-1694

土地盤の変形係数を測定した。なお、測定位置は図-1 に示すとおりである。測定結果の整理にあたっては、各ヤードとの境界付近の測定データは隣接するヤードの影響を受けていたことから、そのデータ（各ヤードの起点から 1m および 9m の地点の測定データ）を省いてデータ整理を行っている。

### 3. 試験結果

図-2 に、乾燥密度 $\rho_d$ と地表面沈下量との関係を示す。破砕材、トンネルずりともに転圧回数が増えるごとに地表面沈下量が増え、それに合わせて $\rho_d$ が増えていくことが分かる。また、いずれの盛土材料においても、加水した側のヤードの方が地表面沈下量は大きく $\rho_d$ の値も増加している。図-3 に、変形係数 $E_{FWD}$ と乾燥密度 $\rho_d$ との関係を示す。ややバラツキは見られるものの、転圧回数が増え乾燥密度が増えるにつれ $E_{FWD}$ の値も増える傾向にある。しかし、加水したヤードは加水していないヤードに比べその傾向は低い。とくに加水した破砕材においては、2回の転圧で $E_{FWD}$ の値はほぼピーク値を示しており、その後の値の変化は頭打ちか少し減少する傾向を示す。図-4-1 および 2 に、乾燥密度 $\rho_d$ ・変形係数 $E_{FWD}$ と含水比 $w$ との関係を示す。図-4-1 は破砕材のものであるが、加水したヤードは加水していないヤードに比べ転圧が進むにつれ $\rho_d$ はより増加する傾向を示すが、強度特性を示すと考えられる $E_{FWD}$ は $\rho_d$ の増加傾向が低い加水していないヤードの方がより高い値を示すことが分かる。同様に、図-4-2 はトンネルずりのものであるが、破砕材の場合に比べてそれほど顕著ではないものの、加水したヤードの方が $\rho_d$ の増加傾向はやや高いが $E_{FWD}$ は $\rho_d$ の増加傾向がやや低い加水していないヤードの方がやや高い値を示す。

### 4. まとめ

乾燥密度 $\rho_d$ がより高い密実な盛土の方が強度特性も高くなるものと考えていたが、今回の転圧試験結果では $\rho_d$ が高くても含水比 $w$ がやや高い場合は、 $\rho_d$ が低くても $w$ が少し低い方が強度特性は高い場合があることが分かった。ただし、高速道路のような盛土において、必要な強度を十分満足している中で、より強度特性の高い盛土を構築すべきなのか、それとも沈下や変形の要因となる間隙を少しでも無くしより密実な盛土を構築すべきなのか、そのあたりは議論が分かれるように思う。引き続き、盛土の密実性と強度と含水比との関係をしっかり確認していきたいと考える。

### 参考文献

- 1) Tetsuo Abe et al. (2015): Disaster prevention measure for expressway embankment, The 15th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 1107-1110.
- 2) 平田ら：振動ローラ加速度応答と乾燥密度・沈下量の相関性について，第 75 回土木学会年次学術講演会，2020。（投稿中）

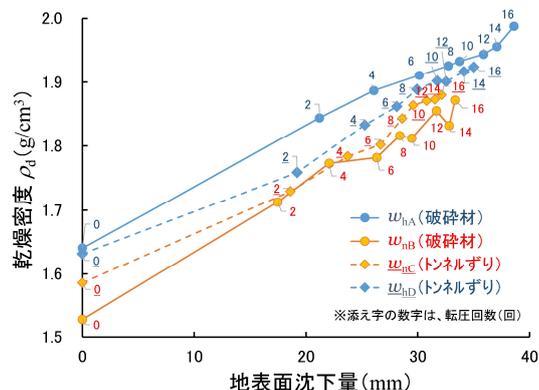


図-2 乾燥密度と地表面沈下量との関係

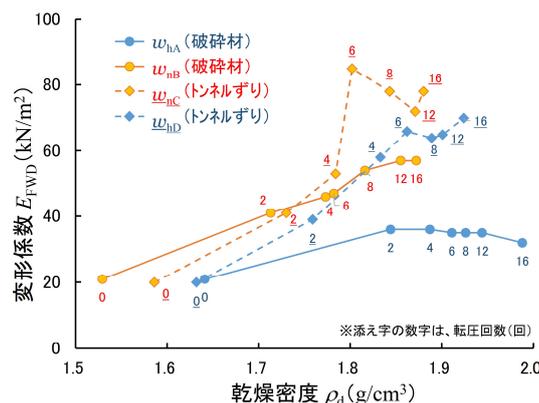


図-3 変形係数と乾燥密度との関係

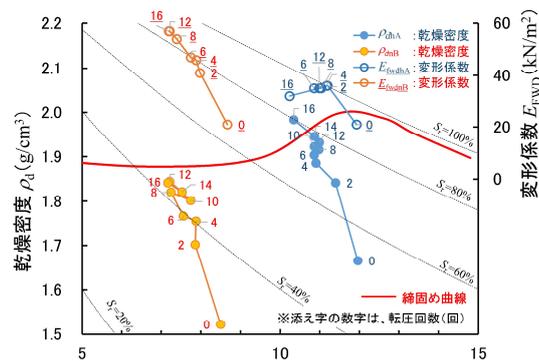


図-4-1 乾燥密度と含水比と変形係数との関係 (破砕材)

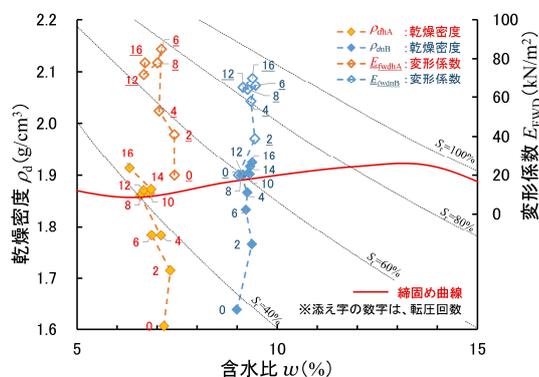


図-4-2 乾燥密度と含水比と変形係数との関係 (トンネルずり)