

## 室内土槽を用いた動的コーン貫入試験による $N_d$ 値と締固め度の関係

神戸市立工業高等専門学校 正会員 ○野並 賢, 鳥居宣之  
 豊橋技術科学大学 (元神戸市立工業高等専門学校) 中井響太  
 環境総合テクノス(株) (元神戸市立工業高等専門学校) 高柳博斗  
 パシフィックコンサルタンツ(株) (元神戸市立工業高等専門学校) 宮本真揮  
 (協)関西地盤環境研究センター (元神戸市立工業高等専門学校) 後藤教徳

### 1. はじめに

インフラ構造物の本格的なメンテナンス時代を迎え、既設盛土の地震、豪雨時の安定性を経済的に判定する技術開発が課題となっている。一方、過去の被害事例から、締固め度が小さい盛土の安定性が低いことが指摘されている。これらを背景に本報は、既設盛土の締固め度を把握するためボーリングよりも簡易・経済的に実施可能な動的コーン貫入試験によって得られる  $N_d$  値と、締固め度  $D_c$  の関係を実験的に求めた結果を報告する。

### 2. 試験方法および試料

動的コーン貫入試験は、締固め度を精度よく調整可能な室内土槽 (幅 45cm, 長さ 80cm, 高さ 60cm) を用いて実施した。打撃エネルギーが  $98(\text{kJ}/\text{m}^2)$  となるよう、質量 30kg のドライブハンマーを 35cm の高さから自由落下させ、 $\phi 36.6\text{mm}$  のコーンを 20cm 貫入する打撃回数を計測し、得られた値を  $N_m$  値、その 1/2 を  $N_d$  値とした<sup>1)</sup>。また  $N_d$  値は  $N_{d1}=(170 \cdot N_d)/(\sigma_v'+70)$  の関係<sup>2)</sup> (ここに、 $\sigma_v'$ : 有効上載圧( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) ,  $N_{d1}$ : 有効上載圧  $100(\text{kN}/\text{m}^2)$  相当に換算した  $N_d$  値) を用いて、有効上載圧  $100\text{kN}/\text{m}^2$  に補正した  $N_{d1}$  値で評価した。

用いた盛土材の粒径加積曲線を図-1 に、標準エネルギーで行った締固め試験による締固め曲線を図-2 に示した。この結果に基づき、盛土の締固め度を  $D_c=80\%$ ,  $90\%$ ,  $100\%$  とし、最適含水比に調整した試料をランマーまたはコンクリート製のハンマーを用いて締めながら、高さ 56cm (撒出し厚さ 8cm) の室内土槽を作製した。なお、押部谷盛土 2mm せん頭粒度試料と神大試験盛土は直径 45cm のドラム缶の土槽で行ったが、ドラム缶の拘束効果により実盛土で実施した  $N_d$  値よりも大きな値となった。このため、実盛土の  $N_d$  値と同じ値になるよう補正を行っている。

### 3. 試験結果

図-3 に各盛土材の締固め度  $D_c$  と土被り圧補正  $N_{d1}$  値の関係を示した。これより、同一の締固め度でも盛土材の違いにより  $N_d$  値は異なっており、 $N_{d1}$  値から締固め度  $D_c$  を求めるためには、盛土の材料特性を考慮する必要があることがわかった。そこで、粒度特性が  $N_{d1}$  値～締固め度  $D_c$  の傾きに与える影響について評価することとした。図-4(a)～(e)までに、最大粒径  $D_{max}$ , 50%通過粒径  $D_{50}$ , 80%通過粒径  $D_{80}$ , 細粒分含有率  $F_c$ , 最大乾燥密度  $\rho_{dmax}$  と、 $D_c \sim N_{d1}$  関係の回帰直線の傾き  $A$  の関係を

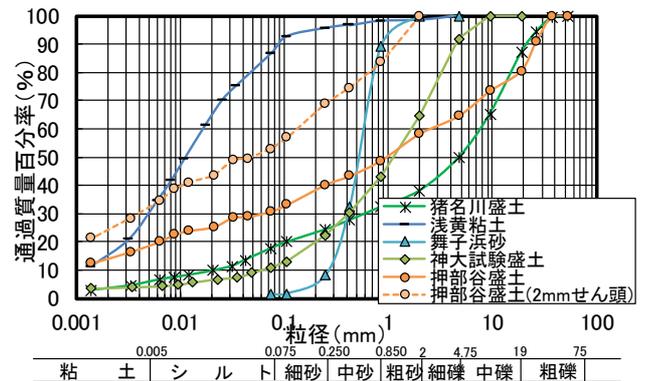


図-1 試料の粒径加積曲線

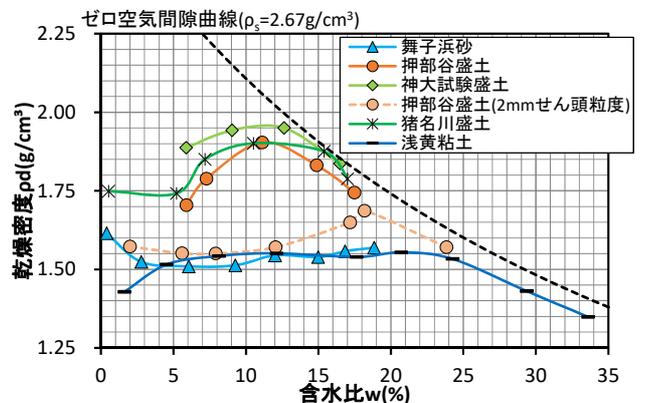


図-2 試料の締固め曲線

キーワード 動的コーン貫入試験, 盛土,  $N_d$  値, 締固め度, 粒度

連絡先

〒651-2102 神戸市西区学園東町 8-3 神戸市立工業高等専門学校 TEL 078-795-3311

示した。なお、図中には最小二乗法によって得られた直線も示している。図-4(a)~(c)より粒径特性を示す指標と傾き  $A$  の相関がみられることがわかる。ただし、最大粒径  $D_{max}$  は試料の粒径が 2mm~37.5mm と、細粒分の粒径に対応していないのに対し、80%通過粒径  $D_{80}$  は 0.05mm~20mm と幅広い粒径に対応している。50%通過粒径  $D_{50}$  も  $D_{80}$  と同様に幅広い粒径に対応しているものの、 $D_{80}$  の方が決定係数  $r^2$  は大きいことから、粒度特性を表す指数のうち  $D_{80}$  の適用性の方が最も高いと考えられる。図-4(d)に示した細粒分含有率  $F_c$  に関しては、他の粒度を表す指標よりも相関性が悪い。図-4(e)に示した最大乾燥密度  $\rho_{dmax}$  との関係について、 $\rho_{dmax}$  が大きくなるほど傾き  $A$  が大きくなる傾向が見られたが、80%通過粒径  $D_{80}$  ほどの相関は見られなかった。

4. おわりに

室内土槽を対象とした動的コーン貫入試験を実施したところ、 $N_{d1}$  値~締固め度  $D_c$  の傾き  $A$  は 80%通過粒径  $D_{80}$  と相関の見られることが分かった。今後試料数を増やし、最適な  $D_c \sim N_{d1}$  関係の回帰直線の傾き  $A$  と 80%通過粒径  $D_{80}$  の関係式を見出すとともに、ある締固め度(例えば  $D_c=80\%$ )における  $N_d$  値と粒度特性の関係を求め、 $N_d$  値と粒度特性を用いた既設盛土の締固め度の推定方法を検討する予定である。

参考文献

- 1) 地盤工学会：地盤工学会基準・同解説 動的コーン貫入試験方法 (JGS 1437-2014), 2014.
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説, IV下部構造編, pp.604-606, 2012.

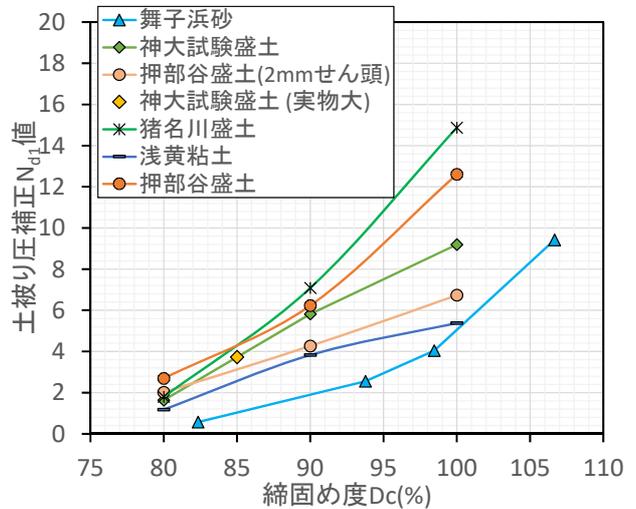
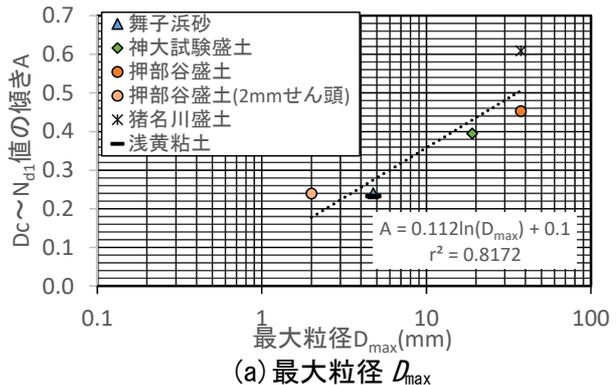
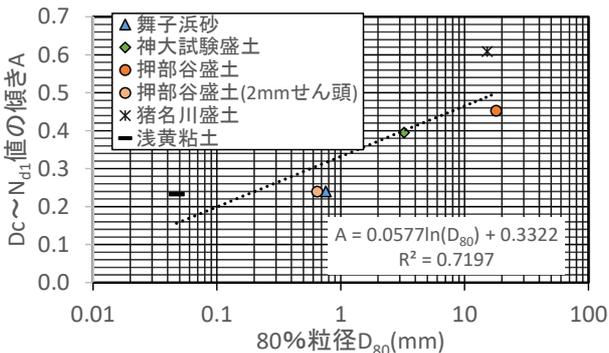


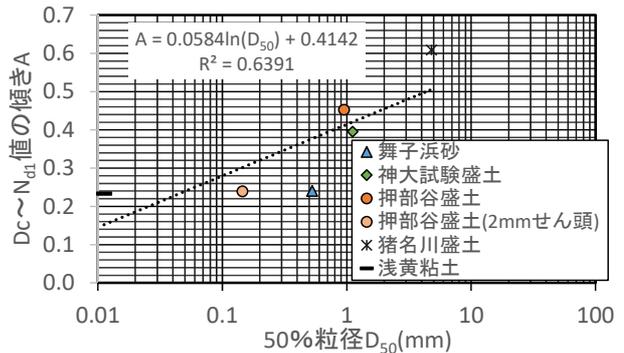
図-3 締固め度  $D_c$  ~ 土被り圧補正  $N_{d1}$  値の関係



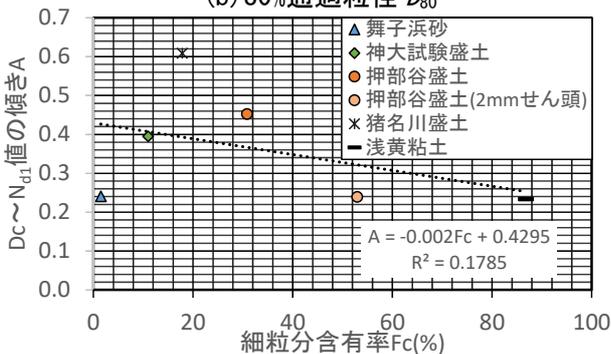
(a) 最大粒径  $D_{max}$



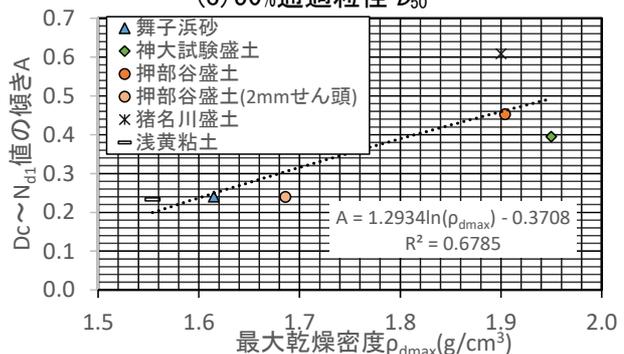
(b) 80%通過粒径  $D_{80}$



(c) 50%通過粒径  $D_{50}$



(d) 細粒分含有率  $F_c$



(e) 最大乾燥密度  $\rho_{dmax}$

図-4  $D_c \sim N_{d1}$  関係の回帰直線の傾き  $A$  と盛土材の物性の関係