

簡易貫入試験による締固め度の推定法に関する一考察

山口大学大学院

栄建設コンサルタント

東海旅客鉄道

山口大学大学院

学生会員 ○今岡洋輔

正会員 野村英雄

正会員 大畑俊輔

正会員 鈴木素之

1. はじめに

近年、地震や降雨による盛土の崩壊が発生している。盛土崩壊の主要因として増加傾向にある異常降雨が挙げられ、既設盛土が設計条件以上の降雨を受ける可能性が高くなっていると考えられる。盛土の品質は施工段階での締固め管理により決定される。また、中国地方では盛土材として水に弱い特性を持つまさ土が用いられることが多い。したがって、まさ土からなる既設盛土の品質を評価するには、まさ土特有の力学特性と関連づけた締固め度の評価手法が必要である。本研究では、まさ土盛土の締固め度を算出する方法を提案することを目的として、密度管理した土層から得られる貫入抵抗値を調べた。実験は $50 \times 50 \times 100$ cm の締固め土槽および大型ペロフラムシリンダーを用いて静的締固めにより密度管理した土層を作製し、締固め度や拘束圧を変えて簡易貫入試験を行った(写真-1)。

2. 貫入の影響範囲の検討

実験手順や方法の妥当性、貫入値に対する土槽底面・側壁、既存貫入孔の影響範囲を確認するための予備実験を行った。なお、結果の整理に際しては、1回の打撃における貫入量を10cmに換算して得られる打撃回数を N_d 値と定義し、これを用いて行なった。図-1に簡易貫入試験の貫入位置を示す。図-1において、No.1, No.2, No.3はそれぞれ第1層、第2層、第3層作製後に貫入試験を実施し、No.4, No.5およびNo.1', No.2', No.3'は第4層を作製した後に貫入試験を実施した。図-2にすべての貫入試験の N_d 値の深度分布図を示す。同図より、土槽実験における N_d 値は、貫入深度が土槽底面から5cmの範囲に接近すると土槽底面の影響を受ける。また、第4層から貫入した試験データであるNo.4, No.5, No.1', No.2', No.3'を比較してみると、簡易貫入値に対する側壁からの近接度合いの影響は、土槽内での平面的な貫入位置にかかわらず、ほぼ一定である。また、既存貫入孔がない状態の試験結果であるNo.1', No.2', No.3'と既存貫入孔がある試験結果のNo.4を比較してみると、中心間距離12.5cmまでの既設貫入孔に近接して貫入しても、違いがほとんど見られず、既設貫入孔の影響はバラツキの範囲に入るほど小さいものである。図-3, 4にそれぞれ実験終了後に採取した試料の乾燥密度の深度分布図と含水比の深度分布図を示す。同図と図-2をしてみると、 N_d 値については、締固めによる下層部の密度増加と拘束圧の増加によって上昇することがわかる。



写真-1 土槽実験の状況

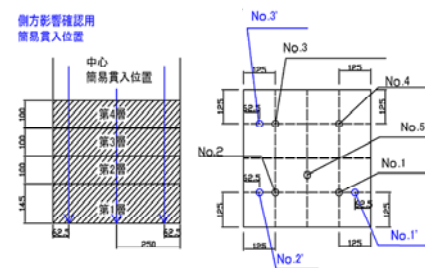


図-1 貫入位置(影響検討実験)

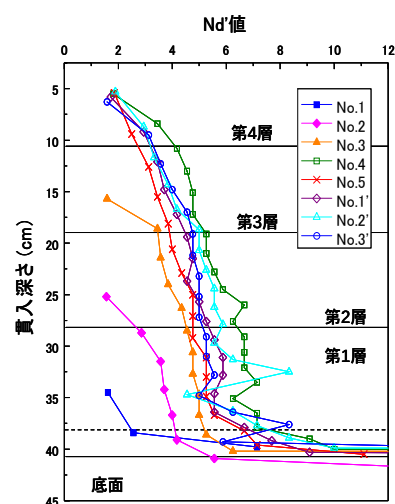


図-2 N_d 値の深度分布

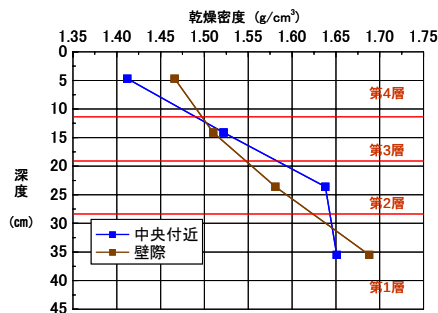


図-3 乾燥密度の深度分布

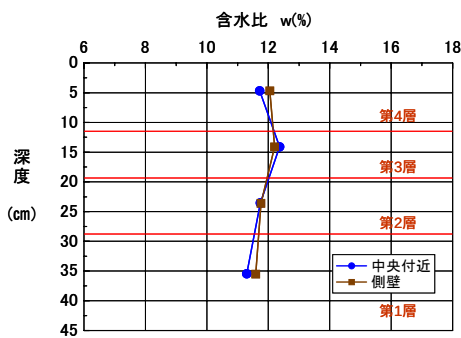


図-4 含水比の深度分布

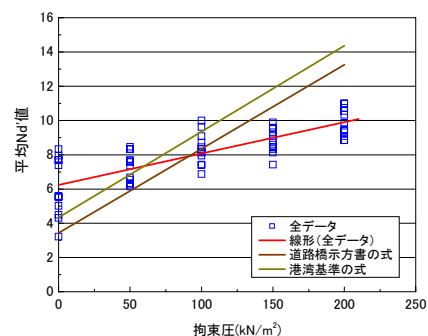


図-5 平均 N_d' 値と拘束圧の関係

3. 貫入抵抗の拘束圧依存性の検討

貫入値の拘束圧に対する依存性を調べ、異なる深度において測定された貫入値から拘束圧の影響を除外して比較できるように、拘束圧の補正式を検討・提案した。この実験では、各層毎に N_d' 値を平均した値を平均 N_d' 値と定義して、測定結果の整理を行った。なお、平均 N_d' 値を求める際には、各層の境界を通るデータは除外している。また、実験ケースとして拘束圧 σ' は 0 kN/m^2 、 50 kN/m^2 、 100 kN/m^2 、 150 kN/m^2 、 200 kN/m^2 の 5 ケース、供試体含水量 W は 11.7%、10.5%、9.4%、8.2% の 4 ケースで計 20 ケースの試験を行った。図-5 に全ての実験ケースの拘束圧と平均 N_d' 値の相関を示す。 N_d' 値は拘束圧の増加に対してほぼ線形に増加しているのがわかる。また、同図には参考として、標準貫入試験における代表的な 2 つの拘束圧補正式¹⁾²⁾を平均 N_d' 値に適用した結果を示した。これらの簡易貫入試験には適用できないことが分かる。そこで、新たに簡易貫入試験における拘束圧補正式を以下のように提案する。

$$\left(N_d' \right)_{100} = N_d' + 0.0183 (\sigma' - 100)$$

ここに、 $(N_d')_{100}$ ： $\sigma' = 100 \text{ kN/m}^2$ に換算した N_d' 値

N_d' ：1 回の貫入量を 10cm 換算した打撃回数

σ' ：有効上載圧 (kN/m^2)

提案した補正式は概ね適合性が高いと考えるが、 $\sigma' = 0 \text{ kN/m}^2$ のデータではバラツキが大きい。今後は実験ケースを増やし精度を向上させる必要がある。

4. 土槽実験の締固めエネルギー

今回の実験で作製した土槽から採取した試料を用いて、土槽実験での静的締固めエネルギーを従来の突固めによる締固めエネルギーと比較した。異なる突固めエネルギーでの締固め曲線群に今回の実験結果をプロットしたものを図-6 に示す。同図より土槽実験で行なった载荷圧力 $\sigma' = 200 \text{ kN/m}^2$ での静的载荷の締固めエネルギーは、突固めによる締固め試験方法での締固めエネルギー $E_c = 110 \text{ kJ/m}^2$ 程度に相当する。

5. まとめ

今回の実験結果から、簡易貫入試験値に対する近接影響範囲を求めることができ、また、拘束圧補正式を提案することができた。今後は締固め度エネルギーと締固め度を変えた試験を行なう予定である。

〔謝辞〕 本研究は(社)中国建設弘済会平成 20 年度技術開発支援制度の助成を受けて実施したものである。ここに記して、関係各位に対して感謝の意を申し上げる次第です。

〔参考文献〕 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，pp. 91-95，1998。

2) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(上)，2007。

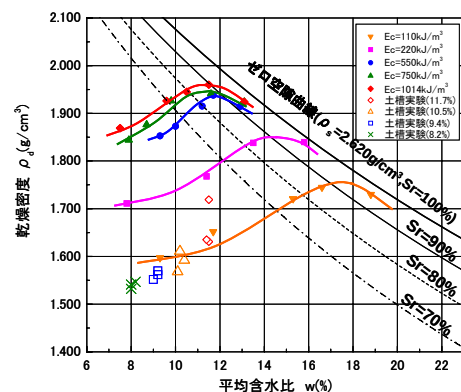


図-6 土層実験における締固めエネルギーの推定