

山口大学大学院	学生会員	○杉村尚樹
栄建設コンサルタント	正会員	野村英雄
山口大学大学院	学生会員	杉下裕輔
山口大学大学院	正会員	鈴木素之

はじめに 近年、記録的な豪雨により、様々な地盤被害が発生している。盛土構造物も例外ではなく、盛土法面の変状で収まるケースから、終局的には盛土全体の崩壊に至るケースもある。盛土構造物は道路・鉄道として供用されるだけでなく、住家が近接する場合もあるので、最近の降雨状況に対応した安全管理はより一層重要である。新設する盛土に対しては、設計・施工管理の基準見直しにより対応できるが、既設盛土に対しては、定期的な点検・維持管理により対応せざるを得ない状況である。一般に盛土の品質は盛土材料、締固め工、排水施設、基礎地盤の処理によって決まるので、既設盛土に対してはこれらの再評価と部分的な改良で対応するのが現実的である。しかしながら、既設盛土の多くは施工記録が残っていることは少なく、盛土の締固め度を事後評価することは難しい。そこで、本研究では、簡易動的コーン貫入試験により、既設盛土の締固め度の評価方法を提案することを目的としている。実験方法は電動ランマー、50cm×50cm×100cm の締固め土槽を用いて動的に締固めた土層を作成し、土層表面に作用する上載圧を変えた条件で簡易動的コーン貫入試験を行う。この条件で得られた貫入抵抗値と上載圧の関係を考察し、ある深度での貫入抵抗値から締固め度を評価する方法を検討した。本文では、その結果と考察について述べる。

締固め方法の決定 試料質量 60kg のまさ土を高い締固めエネルギーで締固める方法を検討した。試料の含水比を9%とした上で、転圧時間、層厚、転圧周数の影響を順次検討した。土槽における転圧箇所は図-1 に示すように6箇所とした。転圧時間を変えた実験結果を図-2 に示す。30秒間の転圧では土層の乱れによる密度低下がみられたため、転圧時間は15秒間に決定した。含水比9%、転圧時間15sに固定したうえでの層数、転圧周数を変えた実験結果を図-3 に示す。1層を60kgとした結果においては、1層30kgを2層とした結果よりも乾燥密度に大きなばらつきがあることがわかる。さらに、乾燥密度も低くなっている。

これより、層厚は1層あたり30kgと決定した。1層あたりの転圧周数に関しては、30kgと60kgのどちらの条件でも、2周で乾燥密度が最大を示しているため、転圧周数は2周に決定した。以上の検討結果から、締固め方法は転圧時間15秒、層厚30kg/層、転圧2周に決定した。

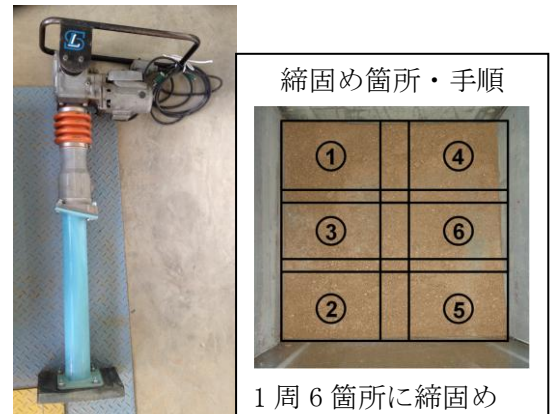


図-1 電動ランマーと打撃面(50cm×50cm)への締固め手順

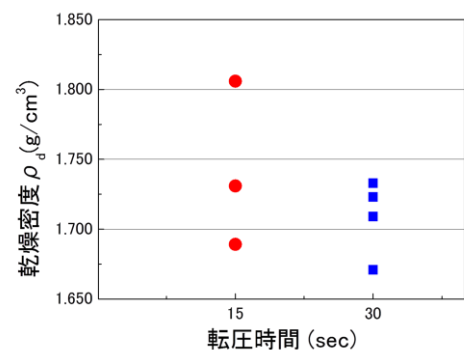


図-2 転圧時間の検討

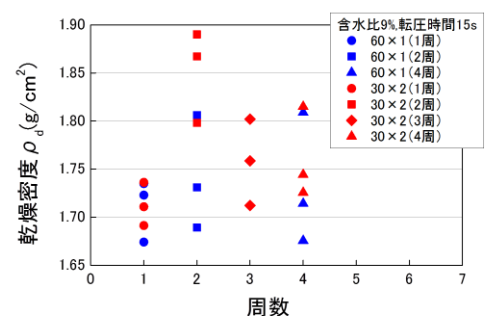


図-3 層数・転圧周数の検討

高締固めエネルギー条件下における貫入抵抗の評価 本実験では表-1に示す異なる含水比において、1層 30kg の計 8 層の供試土層を作製した後、土層上面に 0, 100, 200kN/m² の上載圧を载荷し、その状態で貫入試験を行った。ここで、上載圧の測定を行うため、土層の 5 層目と 6 層目の間に土圧計を埋設した。まず、締固めた土層の体積と乾燥質量より乾燥密度を求め、乾燥密度と含水比の関係を整理し、締固め曲線から締固め仕事量の推定を行った。この結果を図-4に示している。同図には締固め仕事量を 110~1014 kJ/m³ の範囲で変えた締固め曲線を示している。本研究での締固め曲線は $E_c=1014\text{kJ/m}^3$ のそれより上方に位置していることから、それを上回る締固め仕事量を有していると推定される。一方、締固め仕事量を別途締固め仕事量の関係式より求めた結果、 $E_c=2400\text{kJ/m}^3$ 程度であった。本実験での電動ランマーを用いた動的締固めは非常に高い締固めエネルギーであった。

含水比 10.2%の貫入抵抗値の深度分布と土圧形の実測値を図-5に示す。深度が大きくなるにつれて貫入抵抗 N_d' (1.5cm 貫入した量を 10cm に換算したもの) は大きくなることから、下方ほど強く締固まっていることがわかる。ここで、载荷した上載圧と土圧計の実測値が異なる結果となったのは、土槽において高い締固めエネルギーで締固めたため、水平土圧が大きくなり、土層と土槽壁面との間の周面摩擦力が高くなり、土層の下部ほど上載圧が伝達し難くなったためと考えられる。そこで、上載圧の整理は土圧計の実測値を用いることにした。

次に、貫入抵抗と上載圧の関係を図-6に示す。貫入抵抗値は土圧計を設置した付近である 5 層目のデータを用いた。各含水比とも、上載圧が大きくなるにつれて貫入抵抗値も小さくなっていることがわかる。締固め度と 5 層目の平均 N_d' 値の関係を上載圧別にまとめた結果を図-7に示す。貫入抵抗値は締固め度の増加に伴って増加しており、貫入抵抗値より締固め度を推定することが可能であると考えられる。例えば、 $E_c=2400\text{kJ/m}^3$ で締め固めた盛土の N_d 値が 50 以上であれば、その盛土の締固め度は 96%以上であると推定できる。

まとめ 今回の実験では、 $E_c=2400\text{kJ/m}^3$ という高い締固め仕事量での締固めを行った。この高エネルギー締固め土に対して、貫入抵抗値と上載圧の関係をもとに、原位置の締固め度の推定を行うことができた。今後の課題として、施工における標準的な締固め仕事量 $E_c=1000\text{kJ/m}^3$ での検討が必要である。

謝辞：本研究は財団法人鹿島学術振興財団研究助成金によって実施されたものである。ここに記して関係各位に謝意を申し上げる。

表-1 実験ケース

実験ケース	1	2	3	4
設定含水比	8.03	9.58	10.17	11.67

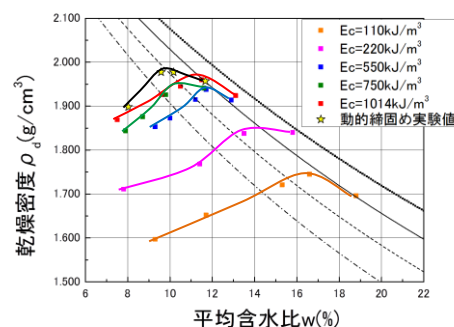


図-4 締固め曲線

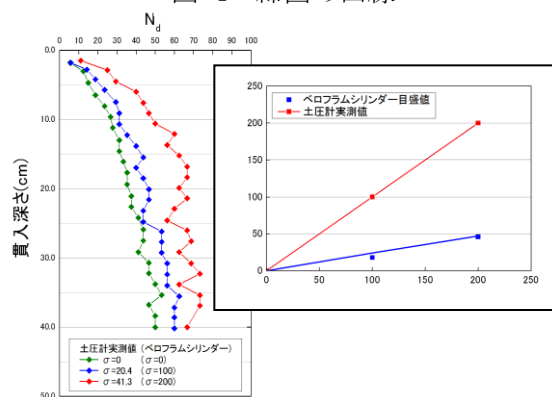


図-5 含水比 10.17%の貫入試験結果と土圧計実測値

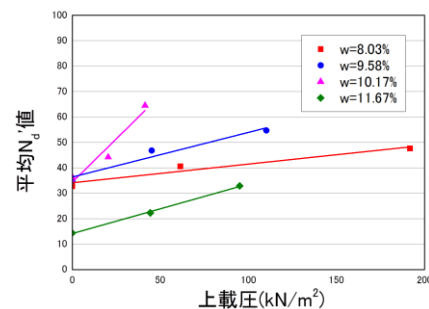


図-6 上載圧と平均 N_d' 値の関係

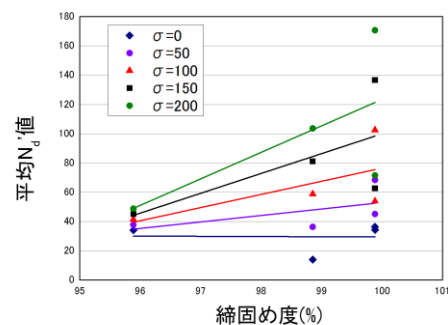


図-7 締固め度と平均 N_d' 値の関係