

3 土 質 試 験

当センターで行っている土質試験は、建設工事における施工管理及び土質材料としての品質管理を目的として現場や土取り場から搬入された試料で行っており、試験項目は物理的性質試験・化学的性質試験・力学的性質試験の3種類に大別でき、約30項目の試験を行っている。本統計は、その中で特に受託の多かった、力学的性質試験から「土の締固め試験」「CBR試験」「土のコーン貫入試験」について、平成28年度の試験結果を統計・解析したものである。また、路床入替用砂の品質傾向を参考として付記した。

3.1 土の締固め試験

土の締固め試験（JISA 1210）は、使用目的の違いにより5種類の的方法（表-1参照）があるが、ここでは土木材料（盛土材）としての施工管理を目的とした標準的エネルギーである呼び名A・B（試料の最大粒径により設定）について試験した537件の結果より、下の3項目を土質分類毎にまとめた。

- ・ 図-1～3 「自然含水比と最適含水比の関係」
- ・ 図-4～6 「最適含水比と最大乾燥密度の関係」
- ・ 表-2 「自然含水比と最適含水比との差」

表-1 突固め方法の種類

突固め方法の呼び名	ランマー質量(kg)	モールド内径(cm)	突固め層数	1層当たりの突固め回数	許容最大粒径(mm)
A	2.5	10	3	25	19
B	2.5	15	3	55	37.5
C	4.5	10	5	25	19
D	4.5	15	5	55	19
E	4.5	15	3	92	37.5

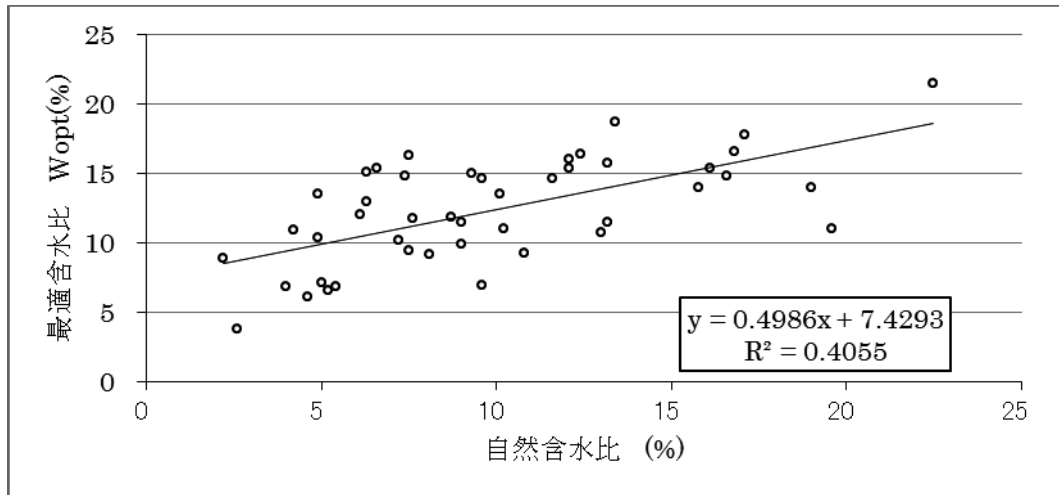


図-1 自然含水比と最適含水比の関係 (砂・まさ土)

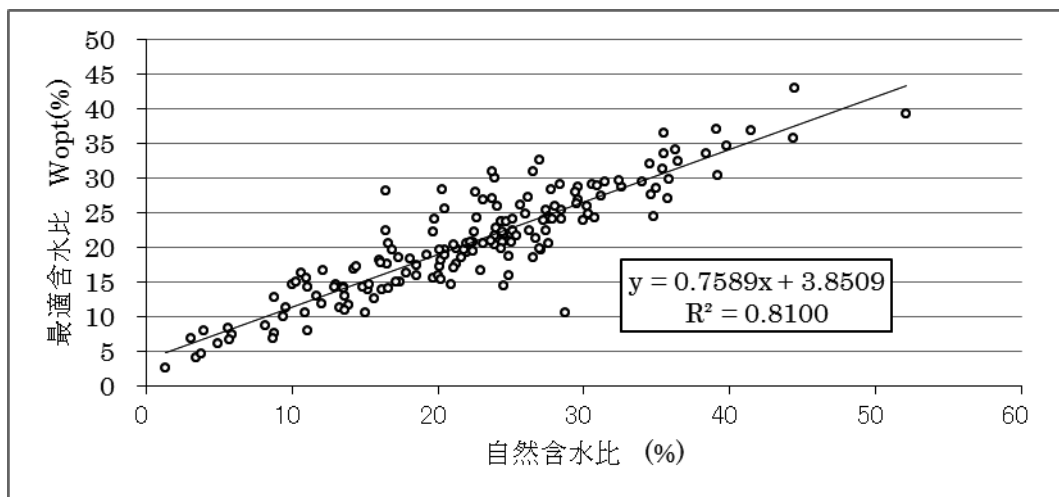


図-2 自然含水比と最適含水比の関係 (砂質土)

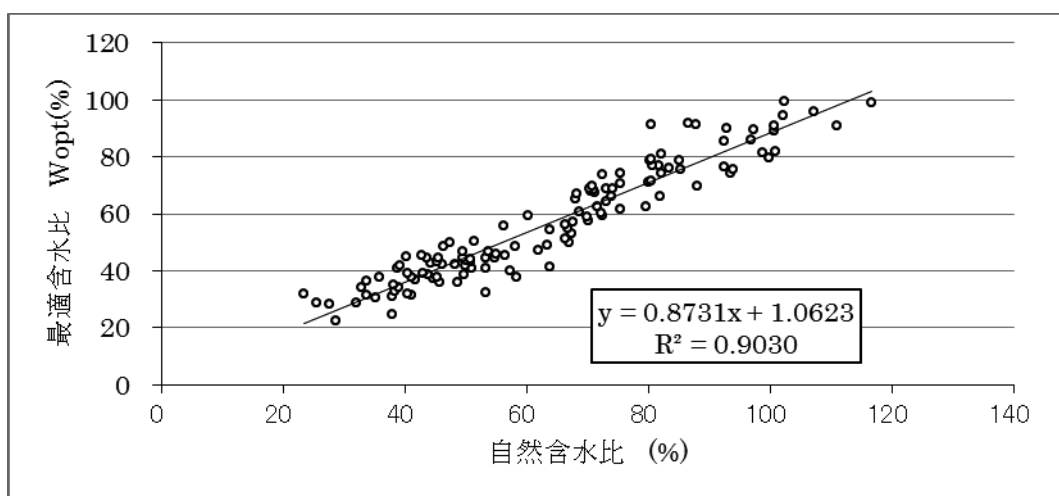


図-3 自然含水比と最適含水比の関係 (粘性土系)

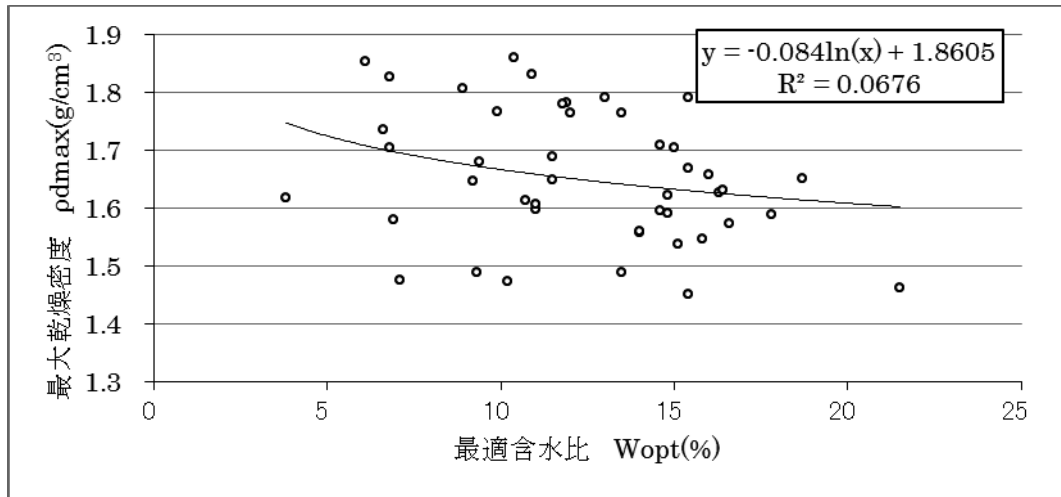


図-4 最適含水比と最大乾燥密度の関係 (砂・まき土)

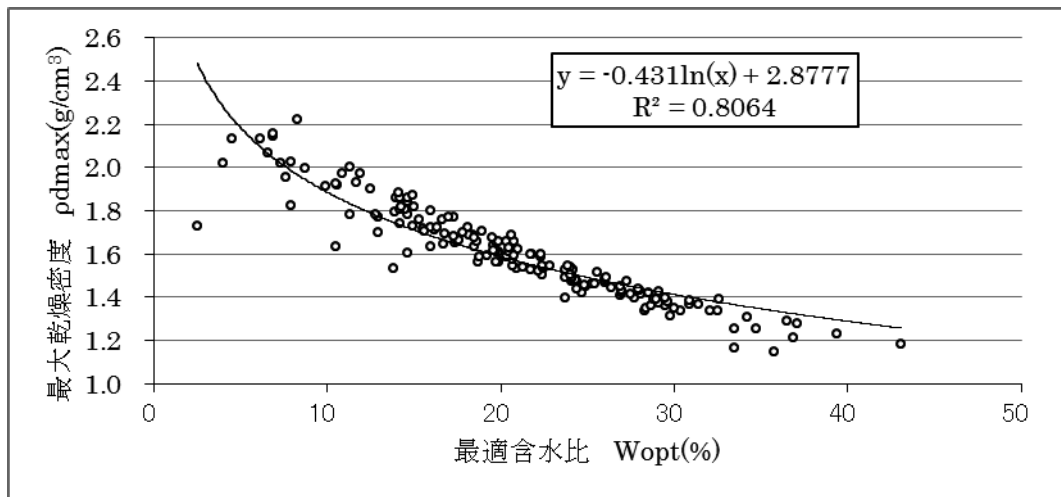


図-5 最適含水比と最大乾燥密度の関係 (砂質土)

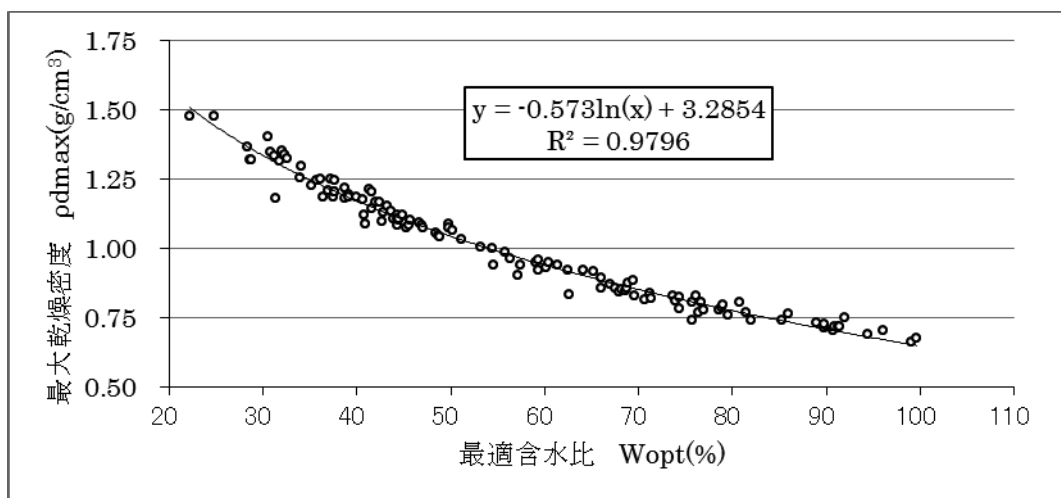


図-6 最適含水比と最大乾燥密度の関係 (粘性土系)

図-1～3より

○自然含水比と最適含水比について回帰式は、以下の三分類より

砂・まさ土においては、 $y = 0.4986x + 7.4293$ ($R^2 = 0.4055$)

砂質土においては、 $y = 0.7589x + 3.8509$ ($R^2 = 0.8100$)

粘性土系においては、 $y = 0.8731x + 1.0623$ ($R^2 = 0.9030$)

図-4～6より

○最適含水比と最大乾燥密度について回帰式は、以下の三分類より

砂・まさ土においては、 $y = -0.084\ln(x) + 1.8605$ ($R^2 = 0.0676$)

砂質土においては、 $y = -0.431\ln(x) + 2.8777$ ($R^2 = 0.8064$)

粘性土系においては、 $y = -0.573\ln(x) + 3.2854$ ($R^2 = 0.9796$)

がそれぞれ求められた。

表-2 最適含水比と自然含水比の差

土質分類	最大値(%)	最小値(%)	平均値(%)
砂・まさ土	+8.6	-8.8	-2.5
砂質土	+18.1	-11.7	+1.5
粘性土系	+22.5	-11.0	+7.0

表-2より

○最適含水比と自然含水比の差について平均値は、以下の三分類より

砂・まさ土においては、-2.5%

砂質土においては、+1.5%

粘性土系においては、+7.0%

砂・まさ土のみが、最適含水比より自然含水比が高いため、転圧前に乾燥させることが重要である。また、砂質土及び粘性土においては、最大値+18.1%から最小値-11.7%及び+22.5%から-11.0%とそれぞれ幅が広いと、現状土の粒度分布を確認して管理方法を選定する必要がある。

3.2 CBR試験

路床土の支持力を求めるCBR試験は、このCBR値を基にして舗装の構造設計が行われる場合を特に「設計CBR試験」と呼んでいる。また、CBR値3%未満の軟弱な路床においては、路床の構築が必要で、置換え（入替え）工法及び安定処理工法等がある。平成28年度のCBR試験依頼件数のほとんどが設計CBRを求めるものであり、設計CBR試験1,059件についてまとめた。

(1) 路床土の設計CBR試験

図-7には自然含水比とCBRの関係を、図-8にCBRの分布を示した。

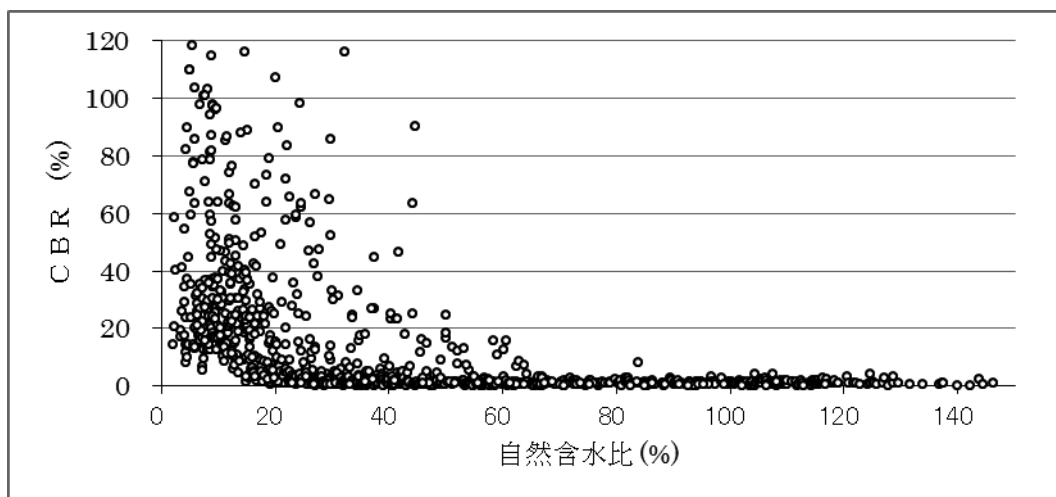


図-7 自然含水比とCBRの関係

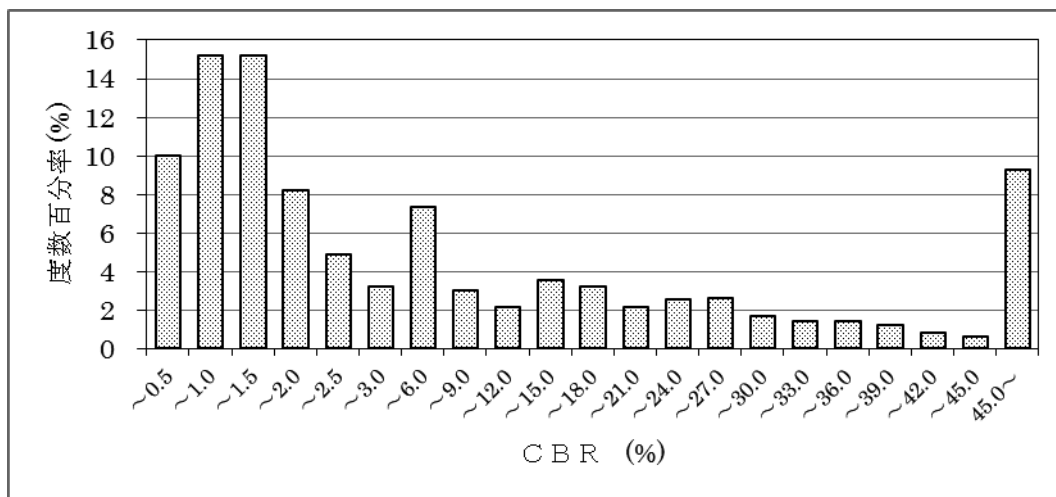


図-8 CBRの分布

図-7より、路床土のCBR値が3%を超える自然含水比は20%以下がひとつの目安であり、自然含水比が20%を超えると極端にCBR値が減少する傾向が分かった。また、自然含水比が25%以下の路床土はCBR値が広い分布を示している。これは、対象土の土質分類が砂質土（細粒分15%以上50%未満）であるため、細粒分の多少がCBR値に影響していると考えられる。

図-8より、CBR3%未満は全体の約55%を占め、軟弱な路床が多いことが伺える。

(2) 火山灰質細粒土のC B R 試験

火山灰質細粒土は、関東中部の沖積低地を除く大半の地域を広く覆っている火山灰土の堆積によって形成された赤褐色の粘性土であり、内部に多量のミクロ的間隙を有している。このことから、こね返しによる強度低下を起こすなど特異な性質が確認され、地盤工学会においても特殊土として定めており、施工方法や施工機械の選定に注意を喚起している。

平成 27 年度の火山灰質細粒土の C B R 試験依頼件数は 249 件であり、図-9 においては自然含水比と C B R の関係を、図-10 には C B R の分布を示した。

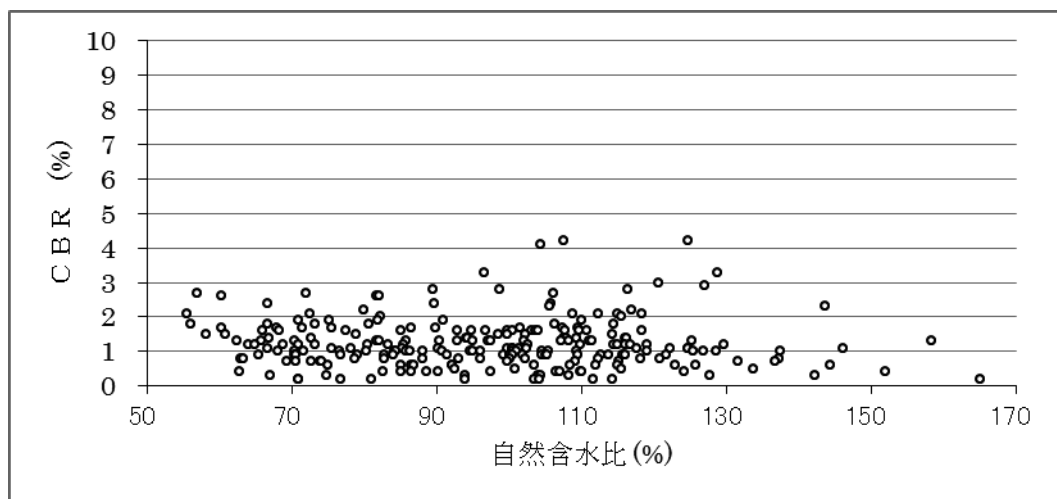


図-9 自然含水比と C B R の関係

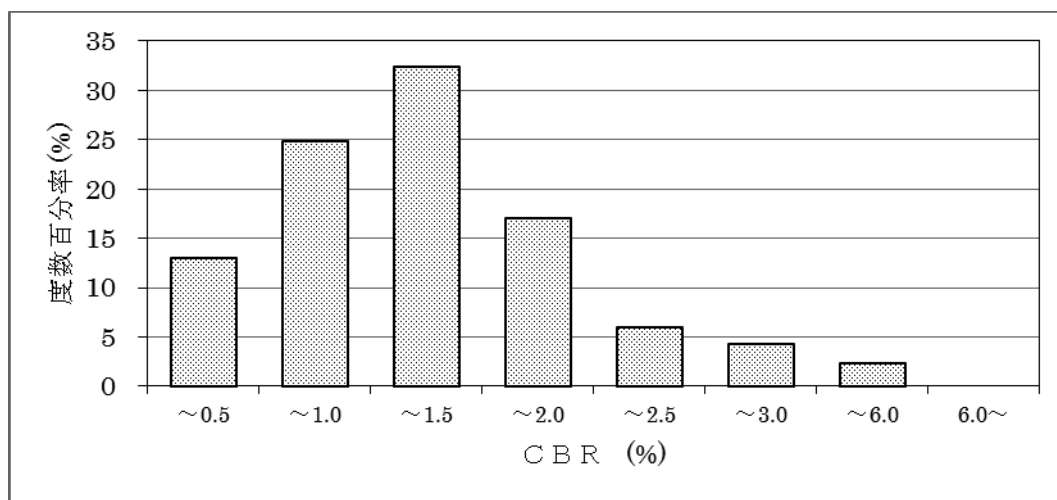


図-10 C B R の分布

図-9 より、自然含水比においては 50% から 170% と広い範囲に分布しているが、C B R 値においては、そのほとんどが C B R 値 4% 未満なのが分かる。図-10 より、C B R 値 0.5% から 2.0% が最も多く全体の約 85% である。

3.3 土のコーン貫入試験

当管理センターの建設副産物リサイクル事業部が管理・運営しているストックヤードは、第3種建設発生土以上（コーン指数が 400kN/m^2 以上の発生土）を受け入れ可能としており、ストックヤードを利用する際には、必ず土のコーン指数を確認するよう求めている。ここでは、ストックヤードを利用するために試験された試料2,151件に限定してまとめた。図-11に搬入された試料の土質分類の割合を、図-12には含水比とコーン指数の関係を示す。

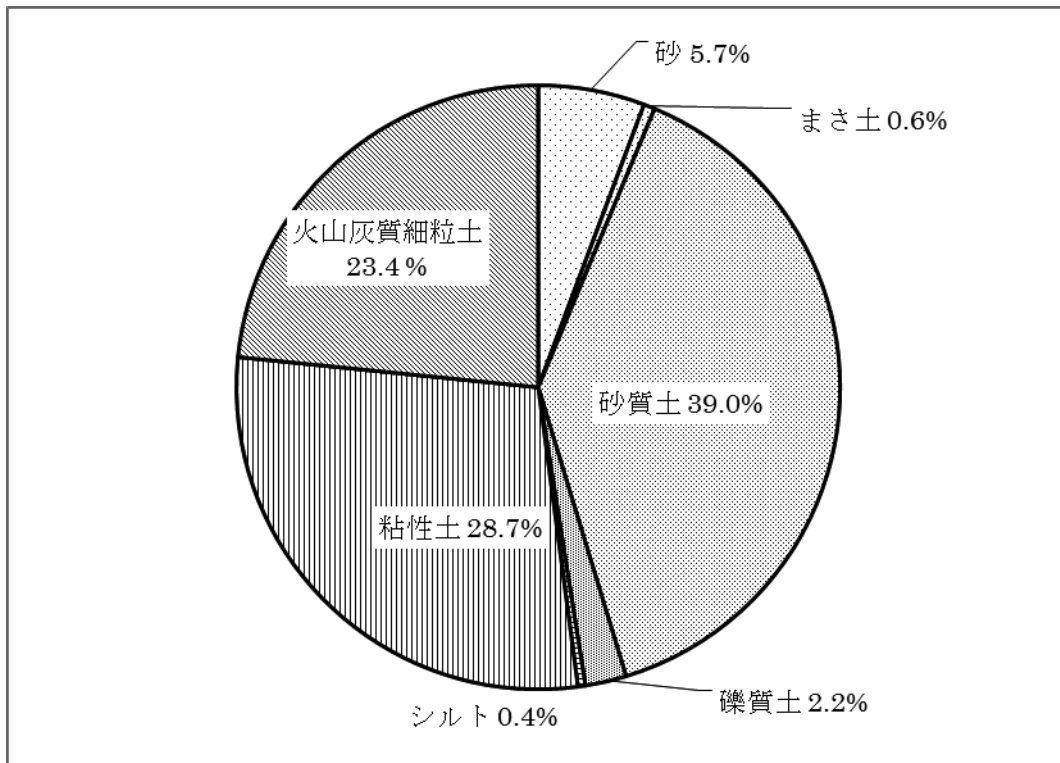


図-11 土質分類名で見た割合 (%)

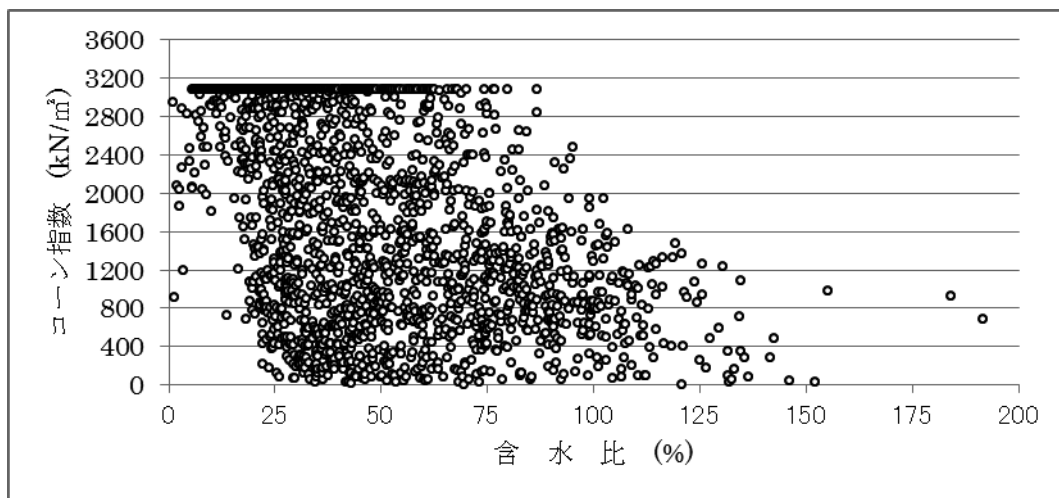


図-12 含水比とコーン指数の関係

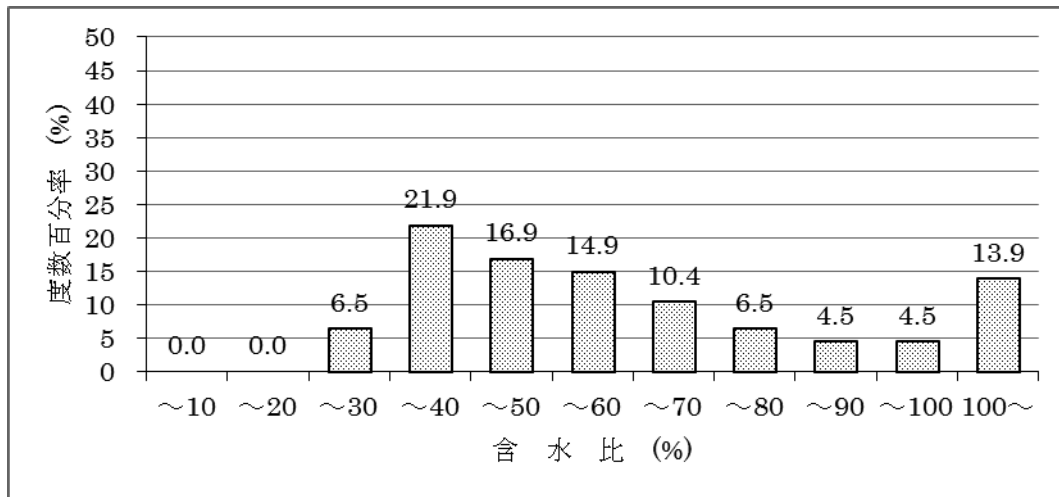


図-13 含水比の分布 (400kN/m²未満)

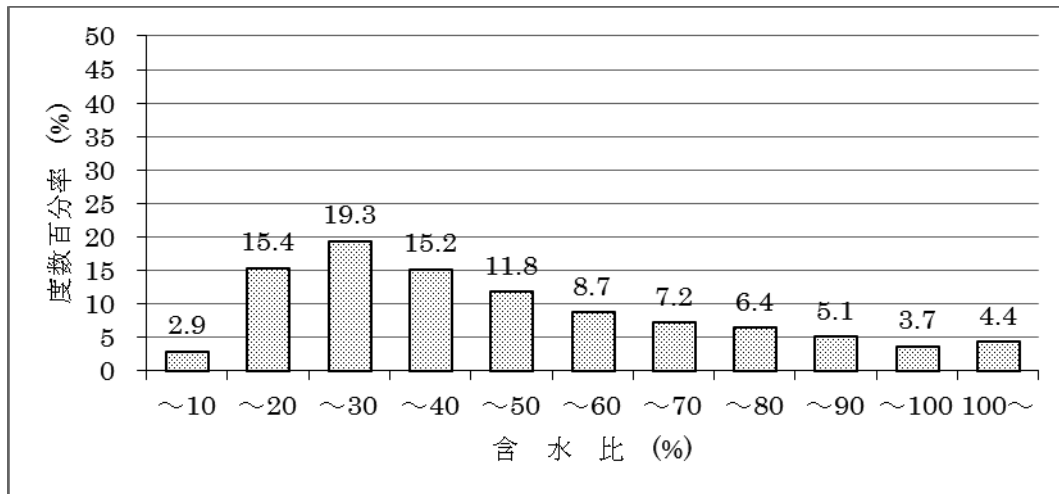


図-14 含水比の分布 (400kN/m²以上)

図-11より全体の約52%が粘性土系であることが分かる。また、図-12より含水比15%以下では、コーン指数400kN/m²未満となる試料はなく土質分類では、砂および砂質土・礫質土であった。なお、コーン指数400kN/m²未満となる割合は全体の約9%であった。

図-13はコーン指数400kN/m²未満となった含水比の分布を示したもので、含水比40%から70%が全体の約42%で、土質分類としては砂質土であった。また、図-14はコーン指数400kN/m²以上となった含水比の分布を示したもので、含水比10%から40%が全体の約50%で土質分類としては乾燥側の粘性土及び砂質土であった。

3.4 路床入替用砂の品質傾向

茨城県土木部は路床入替用砂の品質規格値をCBR12%以上としている。当センターで入替用砂として受託した中で、過去10年間の試験結果について、「山砂」と「まさ土」を区分してCBR12%未満の割合の推移を図-15にまとめた。図-16には、平成28年度の「山砂」及び「まさ土」の持ち込まれた状態の含水比で供試体を作製したCBRの分布をまとめた。

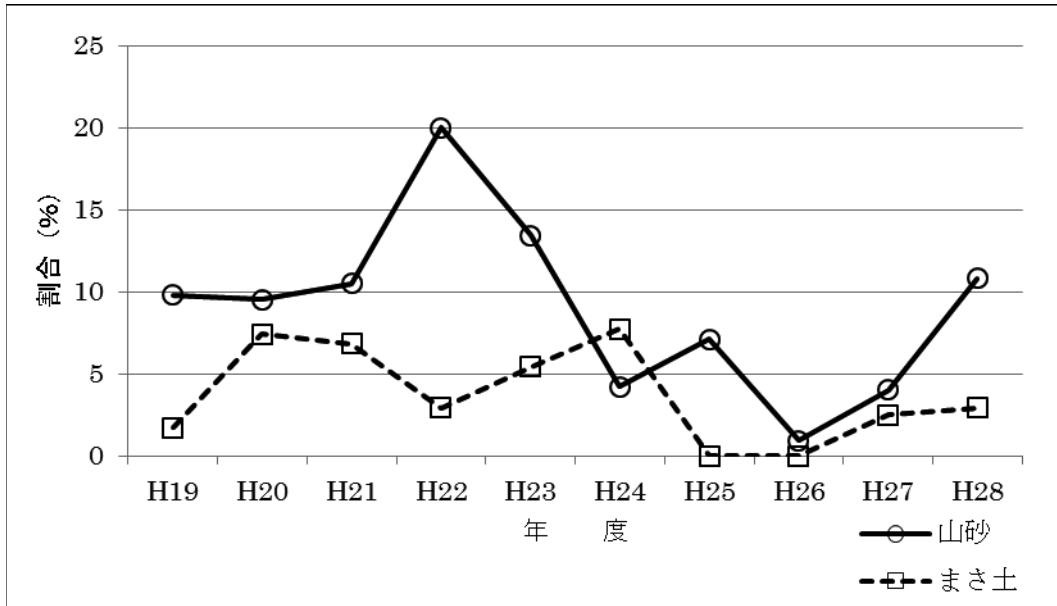


図-15 CBRが12%未満の推移

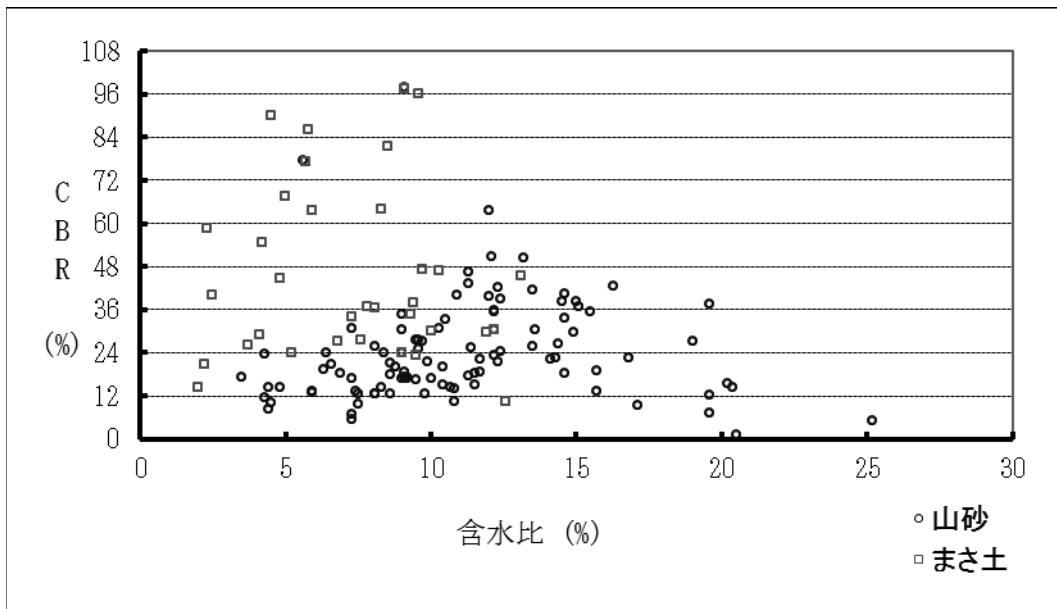


図-16 含水比とCBRの関係

図-15より、山砂については平成28年度の結果より、11件がCBR12%未満であった。各年度の推移より平成22年度をピークに減少傾向を示し、平成26年度においてはわずか1件まで減少したが、平成27、28年度は増加する結果となった。また、まさ土についても、平成28年度はCBR12%未満となったものが1件出る結果となった。山砂、まさ土、ともにCBR値を下回った材料があり、その原因は含水比の影響によるものと思われる。持ち込み時の含水比の管理が重要であることを裏付ける結果となった。

図-16より、CBRが12%以上となる含水比は5%~20%に集中しており、含水比が高すぎても低すぎてもCBRが12%以上を確保することが難しいことが伺える。

アスファルト舗装の設計は、路床のCBRと交通量を基とすることから、設計通りの品質を確保する上で、材料の適正な含水比を確保することが必要と考えられる。また、まさ土においては、その土質性質より水の影響を受け易いため、地下水等に十分な注意が必要である。