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 26 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。

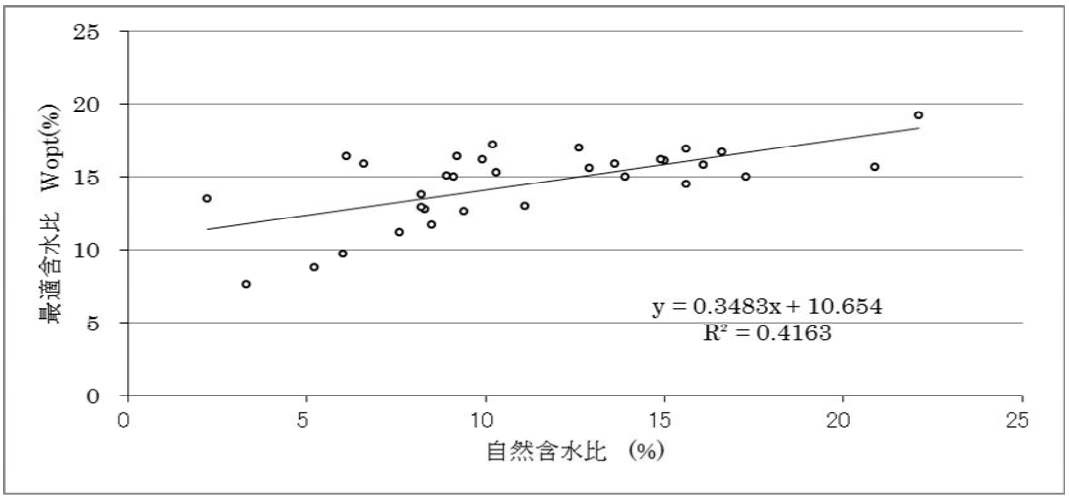
3.1 土の締固め試験

土の締固め試験（JIS A 1210）は、使用目的の違いにより５種類の方法（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 516 件の結果より、下の３項目を土質分類毎にまとめた。

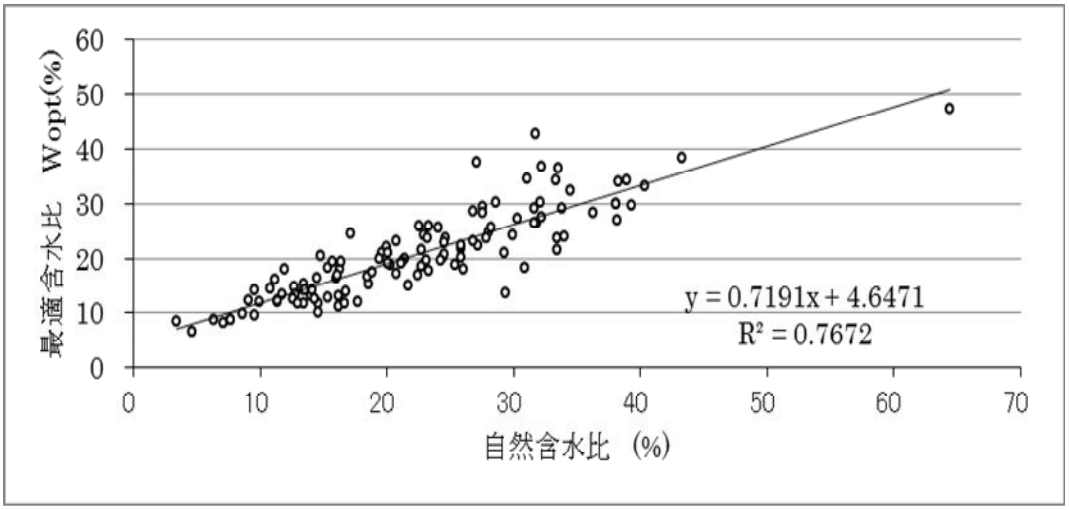
- 図－１～３　「自然含水比と最適含水比の関係」
- 図－４～６　「最適含水比と最大乾燥密度の関係」
- 表－２　　「自然含水比と最適含水比との差」

表－１　突固め方法の種類

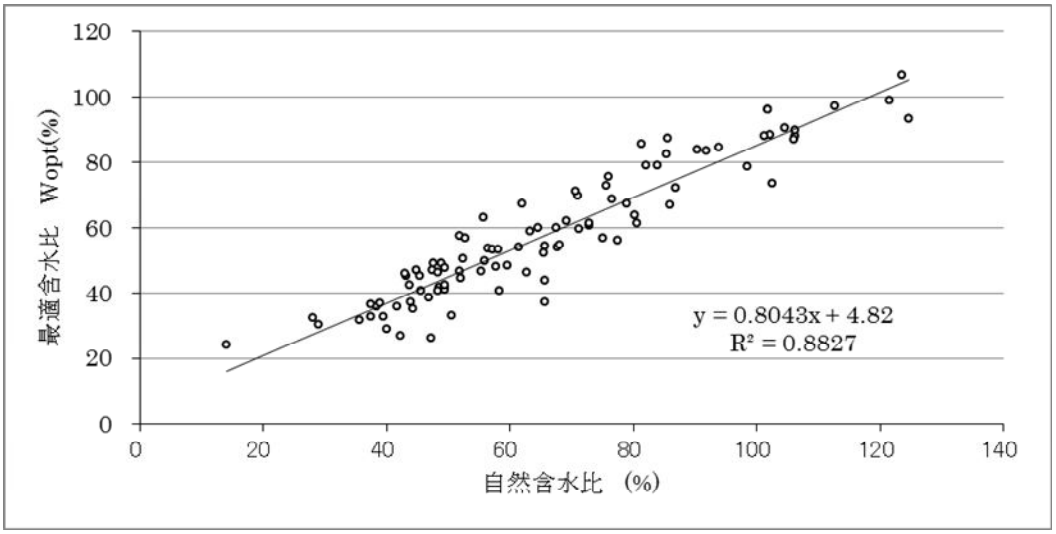
突固め方法の呼び名	ランマー質量 (kg)	モールド内径 (cm)	突固め層数	１層当たりの突固め回数	許容最大粒径 (mm)
A	2.5	10	3	25	19
B	2.5	15	3	55	37.5
C	4.5	10	5	25	19
D	4.5	15	5	55	19
E	4.5	15	3	92	37.5



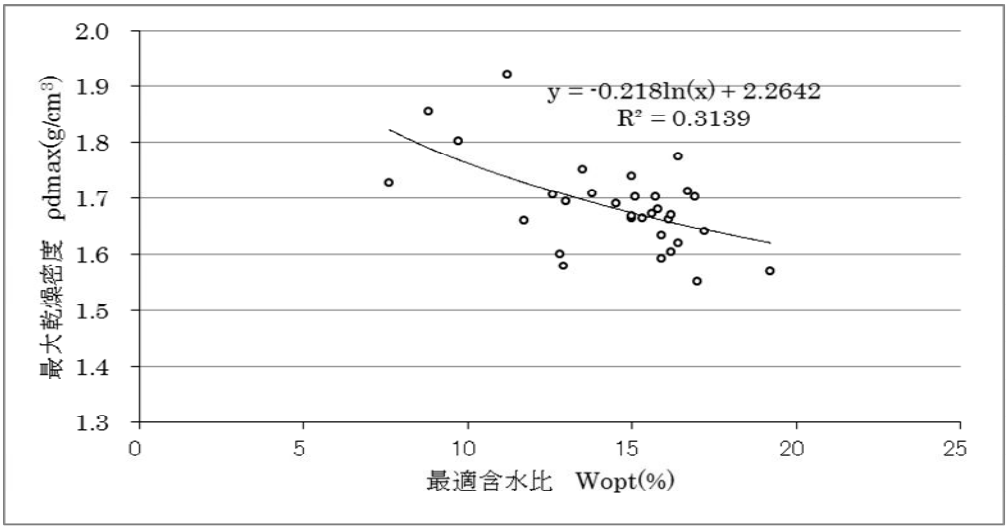
図－１　自然含水比と最適含水比の関係（砂・まさ土）



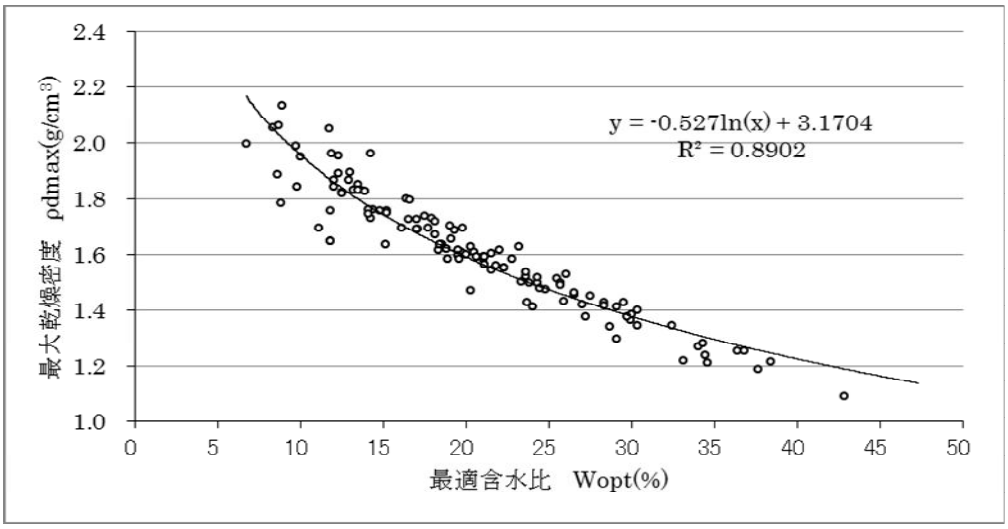
図－２　自然含水比と最適含水比の関係（砂質土）



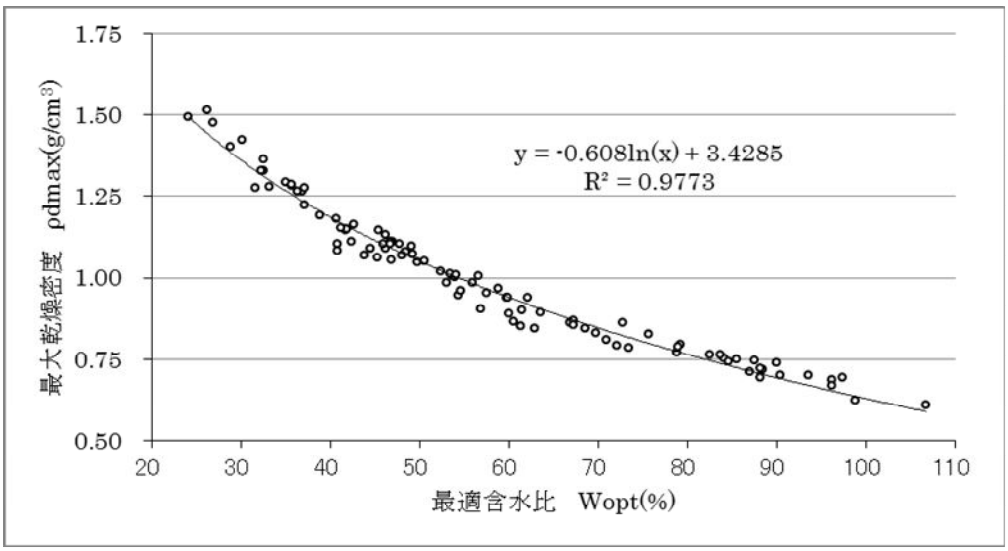
図－３　自然含水比と最適含水比の関係（粘性土系）



図－４　最適含水比と最大乾燥密度の関係（砂・まさ土）



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、　　$y=0.3483x+10.654$（ $R^2=0.4163$ ）

砂質土においては、　　$y=0.7191x+4.6471$（ $R^2=0.7672$ ）

粘性土系においては、　　$y=0.8043x+4.8200$（ $R^2=0.8827$ ）

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、　　$y=-0.218\ln(x)+2.2642$（ $R^2=0.3139$ ）

砂質土においては、　　$y=-0.527\ln(x)+3.1704$（ $R^2=0.8902$ ）

粘性土系においては、　　$y=-0.608\ln(x)+3.4285$（ $R^2=0.9773$ ）

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	＋5.2	－11.3	－3.4
砂質土	＋17.1	－11.1	＋1.6
粘性土系	＋31.2	－10.1	＋8.1

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、　　－3.4％

砂質土においては、　　＋1.6％

粘性土系においては、　　＋8.1％

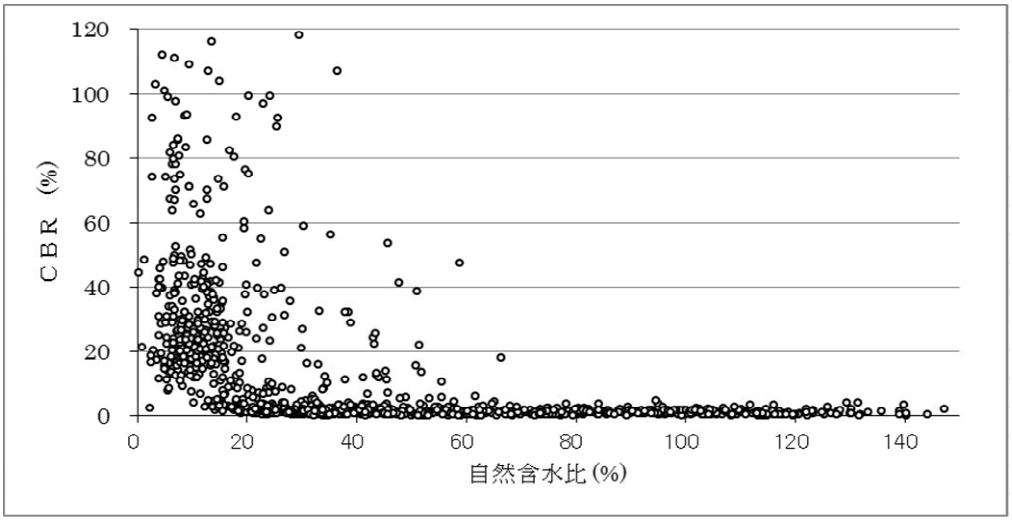
砂・まさ土のみが、最適含水比より自然含水比が低いため、著しく乾燥が進行する前に転圧を終了することが重要である。また、砂質土においては、平均値＋1.6％であるが、最大値＋17.1％から最小値－11.1％と幅が広いため、現状土の粒度分布を確認して管理方法を選定する必要がある。

3.2　ＣＢＲ試験

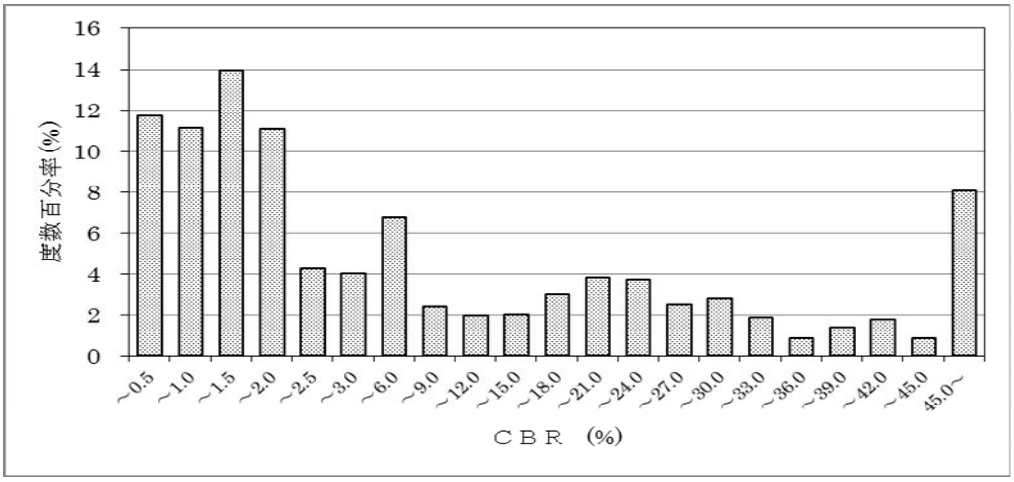
路床土の支持力を求めるＣＢＲ試験は、このＣＢＲ値を基にして舗装の構造設計が行われる場合を特に「設計ＣＢＲ試験」と呼んでいる。また、ＣＢＲ値 3%未満の軟弱な路床においては、路床の構築が必要で、置換え（入替え）工法及び安定処理工法等がある。平成 26 年度のＣＢＲ試験依頼件数のほとんどが設計ＣＢＲを求めるものであり、設計ＣＢＲ試験 776 件についてまとめた。

(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

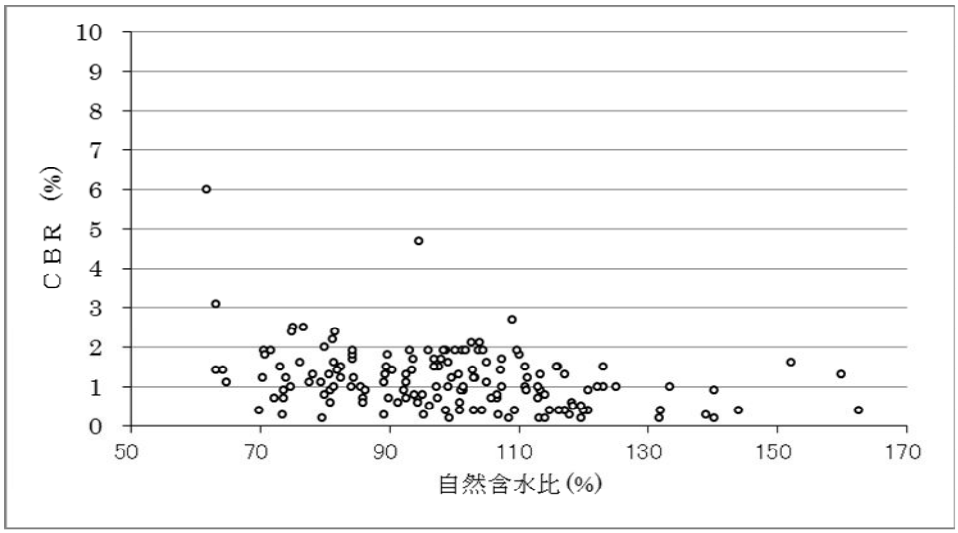
図－７より、路床土のＣＢＲ値が 3%を超える場合、試料の自然含水比は 15%以下であることがひとつの目安であり、自然含水比が 15%を超えると極端にＣＢＲ値が減少する傾向が分かった。また、自然含水比が 20%以下の路床土はＣＢＲ値が広い分布を示している。これは、対象土の土質分類が砂質土（細粒分 15%以上 50%未満）であるため、細粒分の多少がＣＢＲ値に影響していると考えられる。

図－８より、ＣＢＲ3%未満は全体の約 60%を占め、軟弱な路床が多いことが伺える。

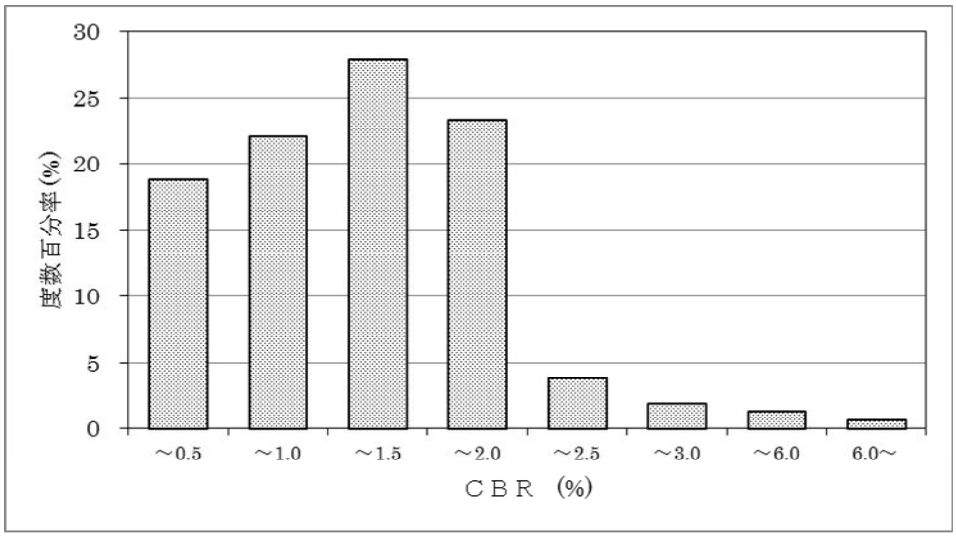
(2) 火山灰質細粒土のＣＢＲ試験

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 26 年度の火山灰質細粒土のＣＢＲ試験依頼件数は 157 件であり、図－9 においては自然含水比とＣＢＲの関係を、図－10 にＣＢＲの分布を示した。



図－９　自然含水比とＣＢＲの関係

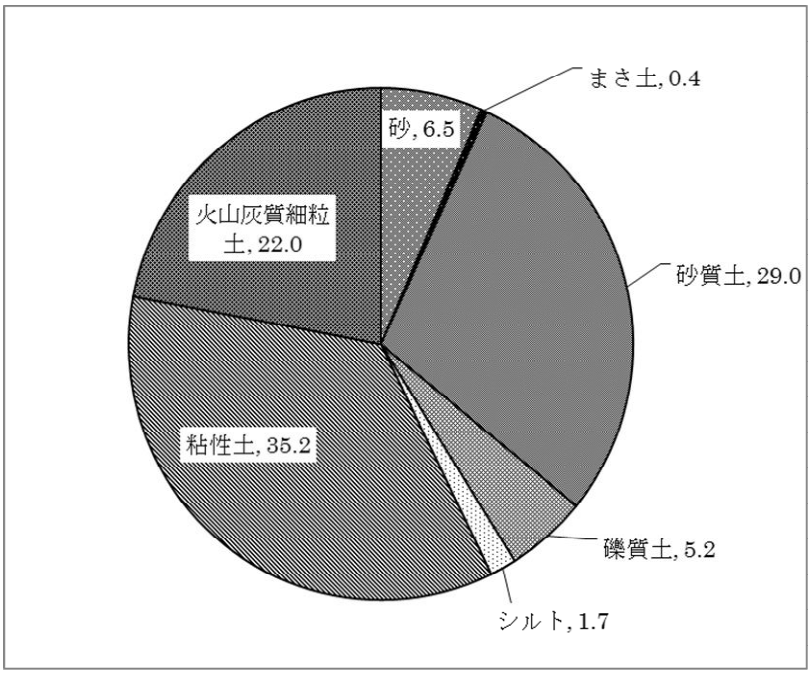


図－１０　ＣＢＲの分布

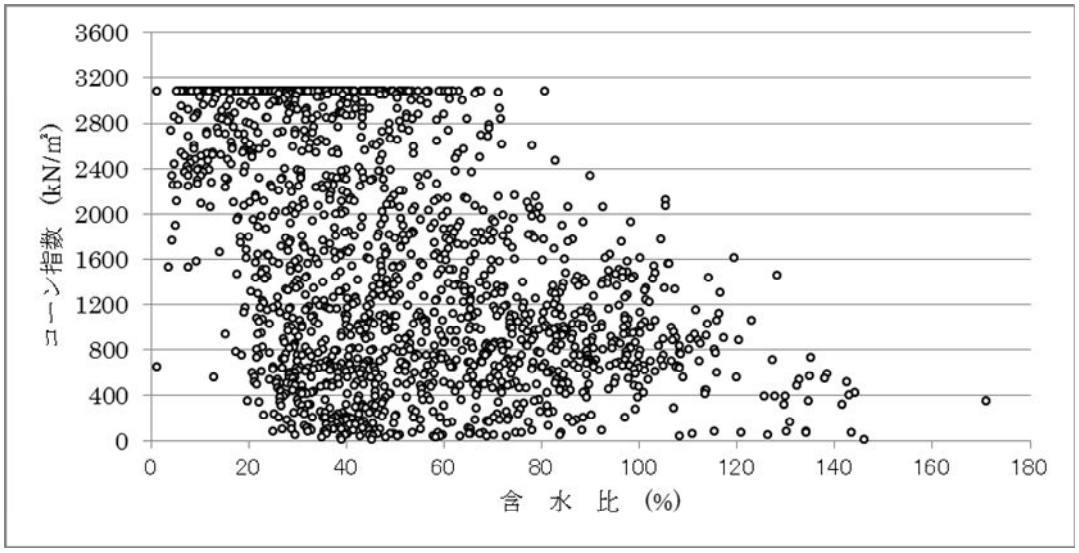
図－９より、自然含水比においては 50%から 170%と広い範囲に分布しているが、ＣＢＲ値においては、そのほとんどがＣＢＲ値 3%未満であることが分かる。図－１０より、ＣＢＲ値 0.5%から 2.0%が最も多く全体の約 90%である。また、ＣＢＲ値 3%以上は、全体の約 1.9%であった。

3.3　土のコーン貫入試験

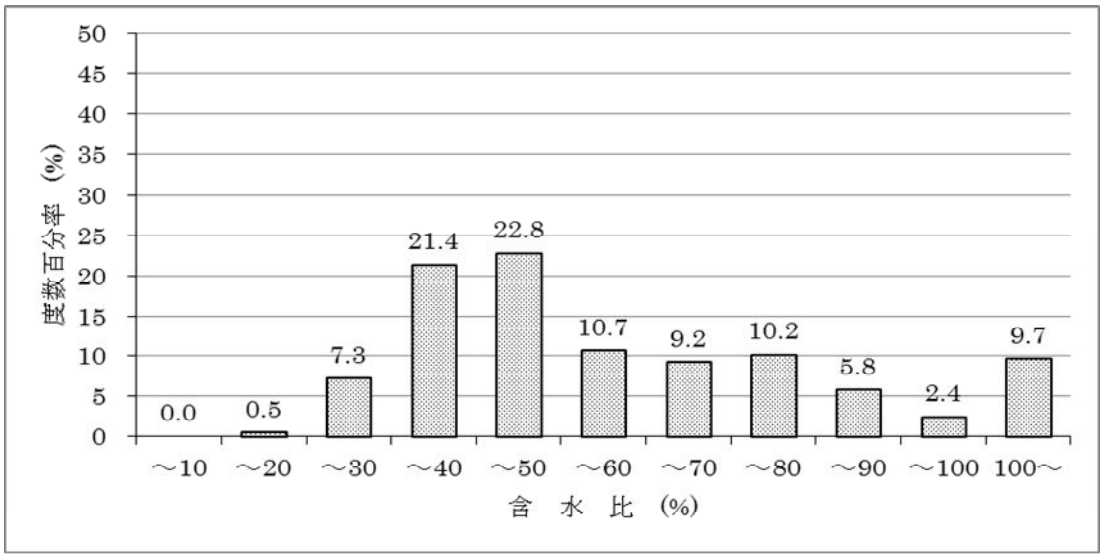
当管理センターの建設副産物リサイクル事業部が管理・運営しているストックヤードは、第３種建設発生土以上（コーン指数が 400kN/m^2 以上の発生土）を受け入れ可能としており、ストックヤードを利用する際には、必ず土のコーン指数を確認するよう求めている。ここでは、ストックヤードを利用するために試験された試料 1,892 件に限定してまとめた。図－１１に搬入された試料の土質分類の割合を、図－１２には含水比とコーン指数の関係を示す。



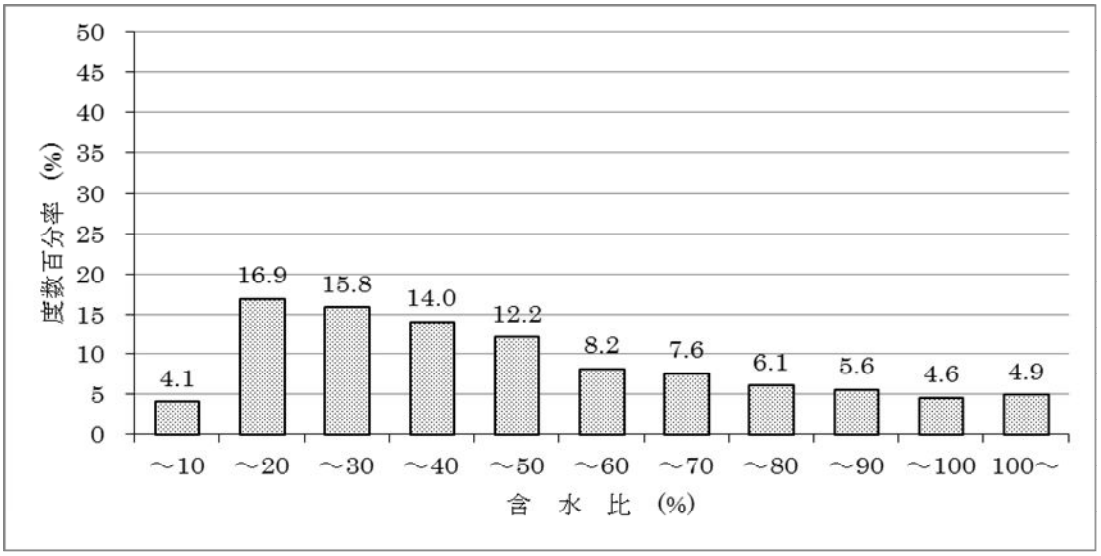
図－１１　土質分類名で見た割合（%）



図－１２　含水比とコーン指数の関係



図－１３　含水比の分布（400kN/m^{2}未満）



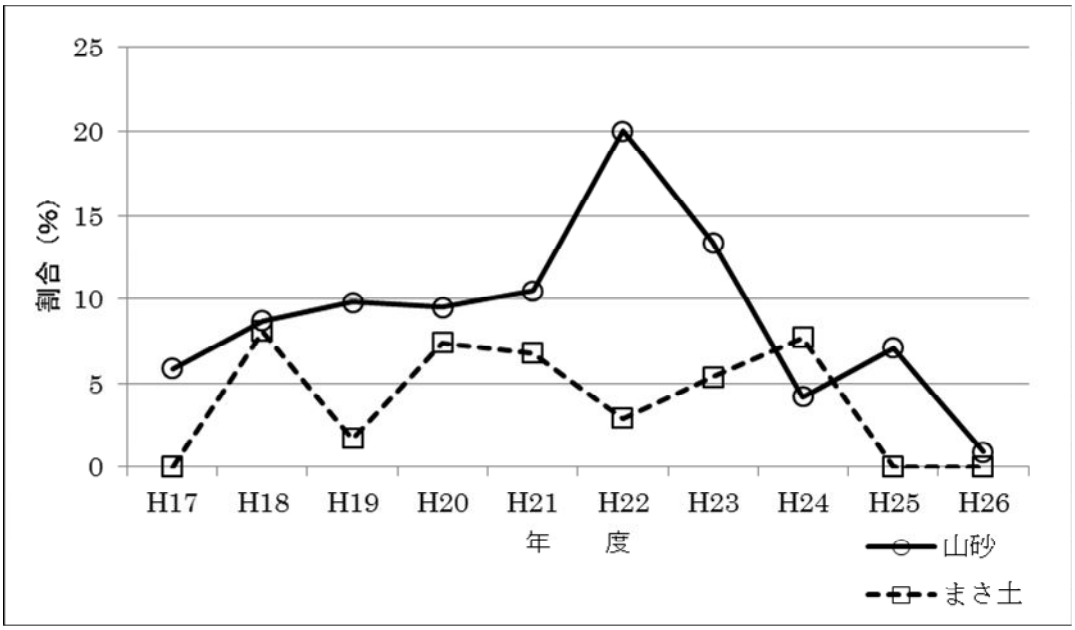
図－１４　含水比の分布（400kN/m^{2}以上）

図－１１より全体の約 59%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/m^{2}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/m^{2}未満となる割合は全体の約 11%であった。

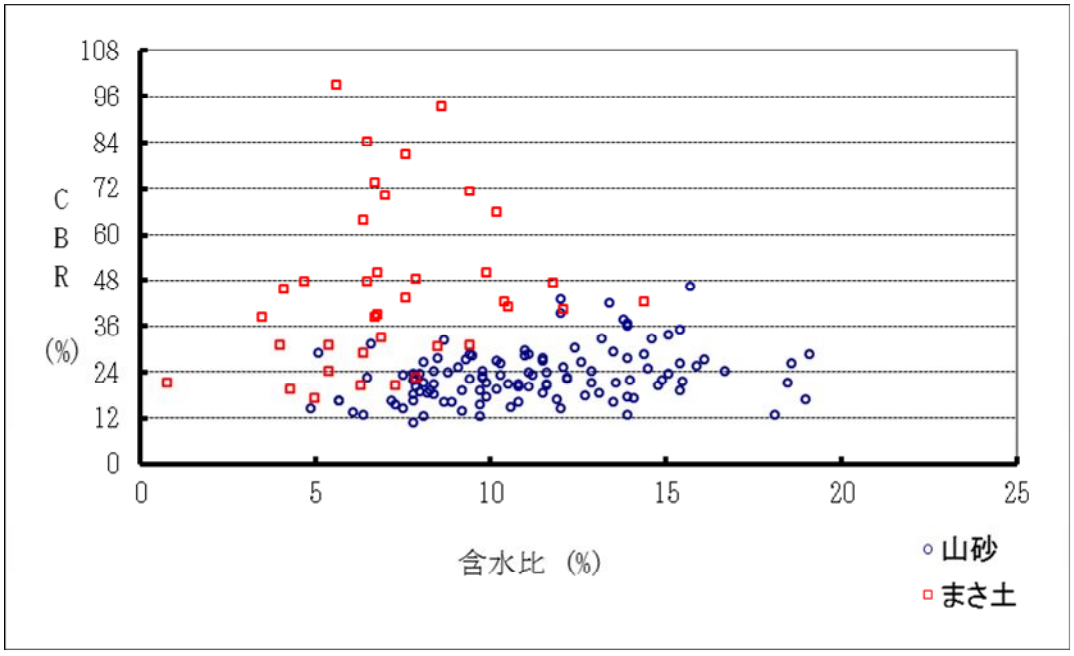
図－１３はコーン指数 400kN/m^{2}未満となった含水比の分布を示したもので、含水比 30%から 50%が全体の約 44%で、土質分類としては砂質土であった。また、図－１４はコーン指数 400kN/m^{2}以上となった含水比の分布を示したもので、含水比 10%から 40%が全体の約 47%で土質分類としては乾燥側の粘性土及び砂質土であった。

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 26 年度の「山砂」及び「まさ土」に関して、試験室に持ち込まれた状態での含水比で作製した供試体の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 26 年度の結果より、全体の 0.9%（1 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。また、まさ土については平成 26 年度の結果より、ＣＢＲ12%未満となったものはなく、今後においてもこの傾向を維持していくことが重要である。

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窺える。

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、山砂の品質低下の監視と工事現場に搬入される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、まさ土は、水の影響を受け易い性質があるため、地下水等に充分な注意が必要である。