

不連続粒度をもつ道路路盤材の C B R 特性

福本武明¹・田崎巧²・小国磨³

¹正会員 工博 立命館大学教授 理工学部土木工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

²正会員 工修 東京電力(株) 品川火力建設所 (〒140-0002 東京都品川区東品川 5-6-2)

³正会員 工修 (株) パシフィックコンサルタンツインターナショナル (〒206-8550 東京都多摩市関戸 1-7-5)

現在道路用粒状路盤材に対して不連続粒度に関する粒度規定がないことから、本論文では、不連続粒度をもつ路盤材の力学特性について、数多くの室内 C B R 試験結果に基づき、連続粒度のそれと比較しながら考察し、不連続粒度が連続粒度に劣らない力学特性を有するものであることを明確にしている。そして、現行の修正 C B R の規定値に照らして、不連続粒度の道路路盤材への適用の可否を検討し、上層路盤材および下層路盤材として適用可能な不連続粒度の粒度範囲を特定して提示している。また、不連続粒度を使用する際の留意事項についても記述している。

Key Words : CBR test, gap grading, continuous grading, base course material

1. はじめに

わが国の現在の舗装要綱^{1),2)}には、道路用粒状路盤材(上層路盤材, 下層路盤材)に対し、連続粒度の規定はあっても不連続粒度(ギャップ粒度)の規定はない。不連続粒度の規定は、表層基層用加熱アスファルト混合物に対して設けられている。表層基層用混合物の場合、古くからの関心事であった連続粒度と不連続粒度の優劣問題に関する論議を経て^{3)~6)}、四半世紀前の「アスファルト舗装要綱(昭和 50 年版)」⁶⁾において初めて採用された経緯がある。しかし残念ながら、そこでは路盤用料材にまで検討が及んでいない。その後も不連続粒度をもつ道路路盤材に対し、その力学的安定性への懸念からか依然として適用が奨励されていない。道路路盤材に対しても、不連続粒度の使用が可能であるならば是非、規定として盛り込んでもらいたいものである。不連続粒度をもつ道路路盤材の適用性については、良質で安価な粒状材料の不足している今日、需要の多い中間部を取って残った粗粒部と細粒部の有効利用の点からはもちろんのこと、もっと広く建設副産物などの粗粒材または細粒材としての再生利用^{7)~9)}の観点からも、極めて意義のある重要な検討課題である。

そこで著者らは、市販の碎石を粗粒材にまた碎石場廃土(泥土)¹⁰⁾を細粒材にそれぞれ使用し粒度調整して作製した種々の不連続粒度をもつ試料に対し C B R 試験を実施し、得られた試験結果に基づいて道路路盤材への

不連続粒度の適用の可否について一連の力学的検討を行ってきた^{10)~18)}。その結果、不連続粒度をもつ道路路盤材の使用が期待できることが判明したので、ここにこれまでの検討経過を詳しく報告するとともに不連続粒度の適用可能な粒度範囲を特定して提示する。

2. 試験概要

(1) 供試体の作製

不連続粒度をもつ路盤材の場合、主として粗粒材によって構築後の路盤の骨格が形成され、細粒材によって骨格粒子間の間隙が充填される。ここでは、粗粒材として市販の高槻碎石(粒径 26.5~2.35mm 使用)を、また細粒材として有効利用の観点から広島産まさ廃土(粒径 0.15mm 以下)を用い、それらを配合して作製した。その際、粗粒材の粒度を図-1に示すように2つのシリーズに分けて行った。すなわち、シリーズ A は最大粒径($D_{max}=26.5\text{mm}$)を一定にしたもの(図中、実線)、シリーズ B はふるい比($\lambda=2.0$)を一定にしたもの(図中、点線)である。細粒材(以下、細土と呼ぶ)と粗粒材の具体的な配合は、全乾燥質量に対する細土の質量百分率(以下、細土含有率と呼ぶ)を 0, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 100%のように変化させて行った。このようにして作製した不連続粒度をもつ試料の粒径加積曲線を一括して図-2に示す。一方、連続粒度は、碎石

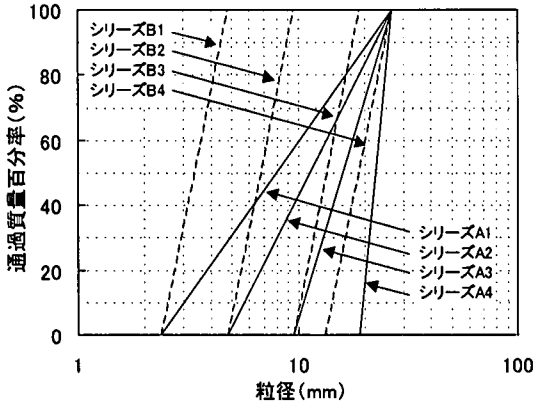


図-1 粗粒材の粒径加積曲線

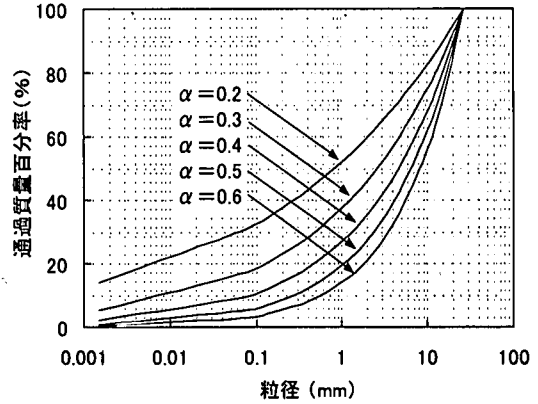


図-3 連続粒度の粒径加積曲線

表-1 細土の諸特性一覧

| | |
|-------|---|
| 物理的性質 | 土粒子の比重: $G_s = 2.703$ |
| | 液性限界: $w_L = 39.6\%$ |
| | 塑性限界: $w_p = 28.6\%$ |
| | 塑性指数: $I_p = 11.0\%$ |
| | 粒度分布: 図-4 参照 |
| 化学組成 | SiO ₂ : 73%, Al ₂ O ₃ : 14%, 他 |
| 工学的分類 | 日本統一土質分類 (ML) |
| 力学的性質 | 最大乾燥密度: $\rho_{dmax} = 1.66\text{g/cm}^3$ |
| | 最適含水比: $w_{opt} = 15.0\%$ [図-5~12 中参照] |
| | 最大 CBR: $CBR_{max} = 62.8\%$ [図-5~12 中参照] |

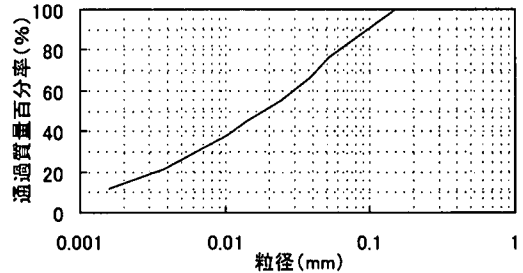


図-4 細土の粒径加積曲線

(26.5mm~2.5mm)とスクリーニングス (2.5mm~75 μ m)と細土 (75 μ m以下) を用い、次の Talbot 式³⁾ に準拠し、式中の係数 α を 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 の 5 通りに変化させて配合を行った。式中、 D は最大粒径 (mm)、 p

$$p = \left(\frac{d}{D}\right)^\alpha \times 100 \quad (1)$$

は粒径 d (mm) の通過質量百分率 (%) である。図-3 に、連続粒度をもつ試料の粒径加積曲線を示す。なお、細土として今回用いた広島産まさ廃土の粒径加積曲線と諸特性一覧を、それぞれ図-4 と表-1 に示す。

(2) 試験方法

上記の要領で作製した不連続粒度と連続粒度をもつ供試体の含水比をそれぞれ、0, 3, 6, 9, 12% の 5 通りに変化させ JIS A 1211 の方法に従って CBR 試験¹⁹⁾ を実施した。具体的には、突固めによる土の締め固め試験 (JISA1210) の呼び名 E 法 (ランマー 4.5kg, 突固め層数 3 層, 突固め回数 92 回/層)¹⁹⁾ より供試体を締め固めて乾燥密度 ρ_d を測定し、引続いて貫入試験を行って CBR を求めた。なお CBR 試験は非水浸法と水浸法で行っており、まず全ての粒度配合の供試体について非水浸法で試験を行い、次に吸水の影響を調べるために非水

浸で示された最適配合状態付近の供試体に対して 4 日間の水浸条件下で試験を行った。最後に、道路路盤材としての適否を判定するために修正 CBR 試験を実施した。

3. 含水比に伴う締固め密度と CBR の変化

まず不連続粒度をもつ供試体の締固め密度や CBR に及ぼす含水比の影響を把握するために、非水浸による CBR 試験の結果に基づいて、各シリーズ毎に CBR と含水比の関係を締め固め曲線と抱き合せに図示したものが図-5~図-12 である。これらの図より、CBR は最適含水比より幾分乾燥側で最大になることが確認できる。これは、図-13 に示す連続粒度の場合の結果と同様であって、土質力学の教科書²⁰⁾ で扱う一般的傾向と符合する。また、細土含有率の増加とともに最適含水比が増大しており、これも一般的傾向と一致する。ただ注意すべき点は、CBR のピークが最適含水比付近と気乾状態の 2ヶ所で現われることである。特に、この傾向は粗粒材の粒径が粗い配合の場合に顕著である。粗粒の粒径が粗いものは、強度発揮の際に含水比効果に依存せずとも粗粒子相互間の接触により荷重を支えることができるからではないかと考えられる。しかし、気乾状態で大きな CBR が得られても、この状態は、水浸により強度低下を大幅にきたすなど、従来の実験^{19), 17)} で既に確かめられて

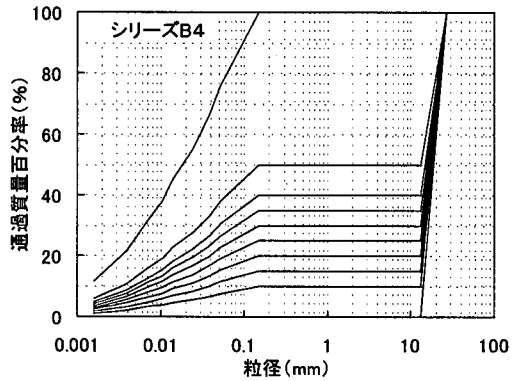
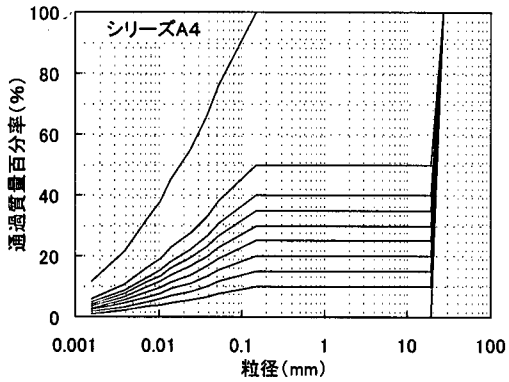
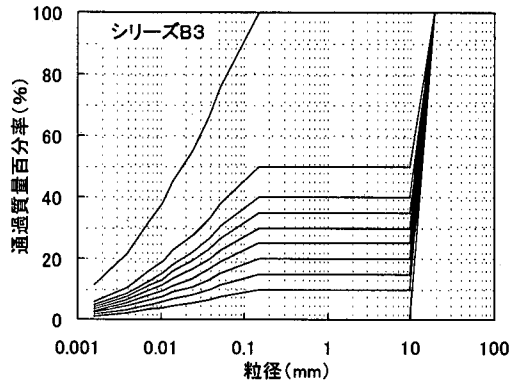
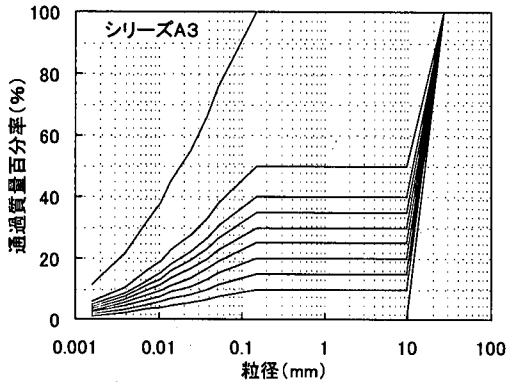
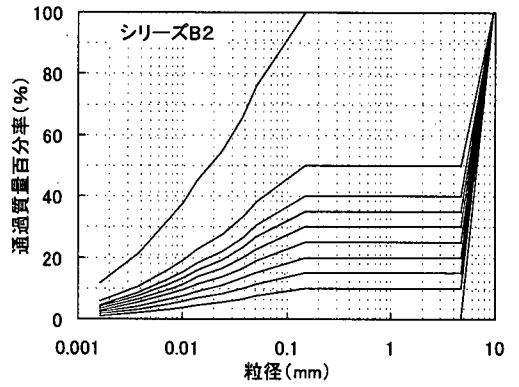
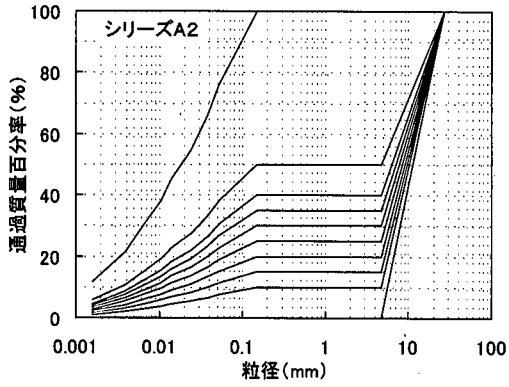
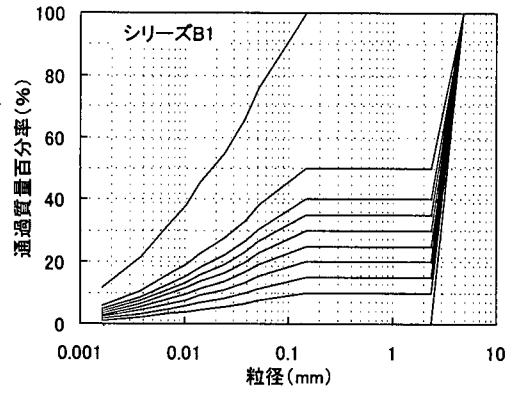
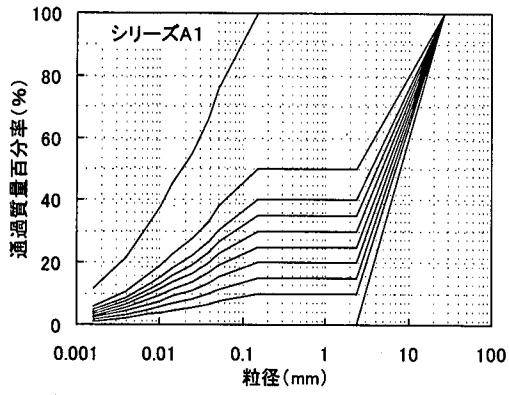


図-2 不連続粒度の粒径加積曲線

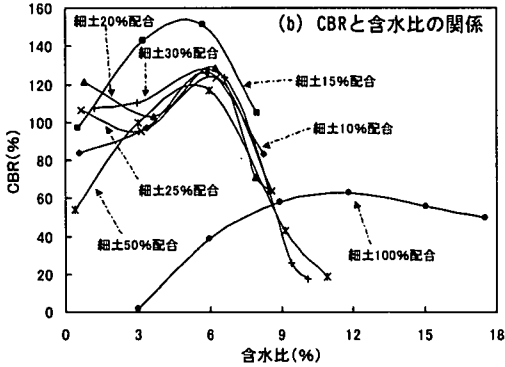
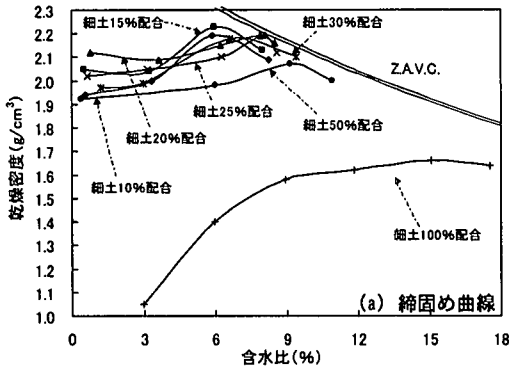


図-5 含水比に伴う乾燥密度とCBRの変化
(不連続粒度, シリーズA1)

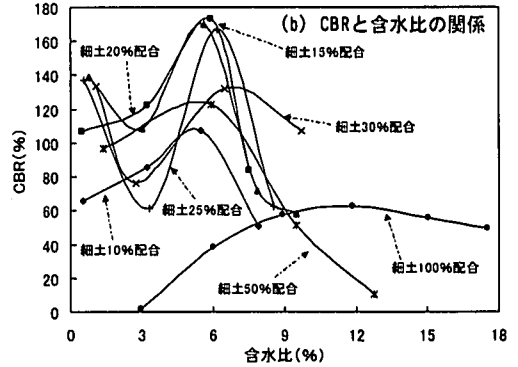
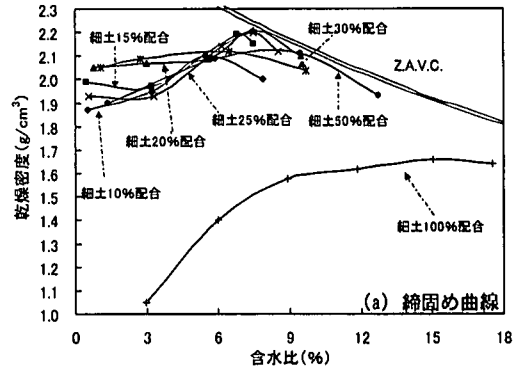


図-7 含水比に伴う乾燥密度とCBRの変化
(不連続粒度, シリーズA3)

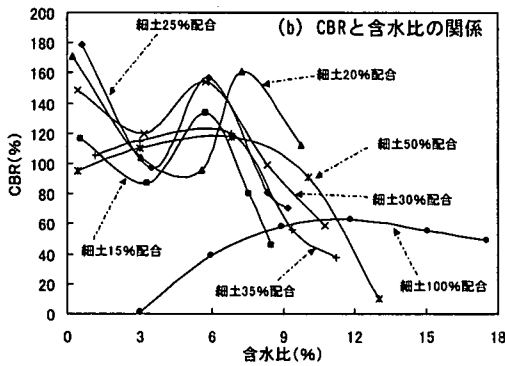
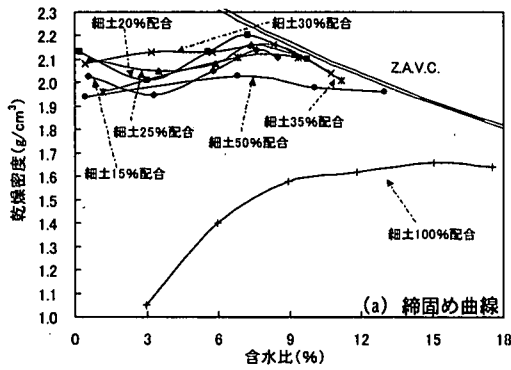


図-6 含水比に伴う乾燥密度とCBRの変化
(不連続粒度, シリーズA2)

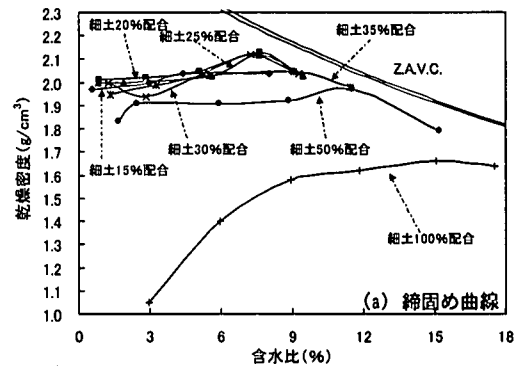


図-8 含水比に伴う乾燥密度とCBRの変化
(不連続粒度, シリーズA4)

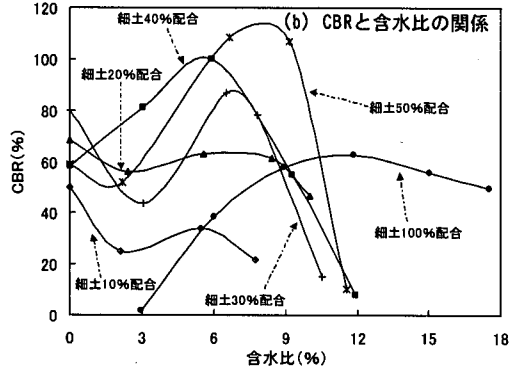
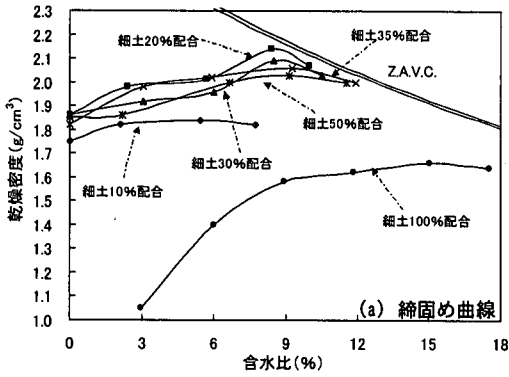


図-9 含水比に伴う乾燥密度とCBRの変化
(不連続粒度, シリーズB1)

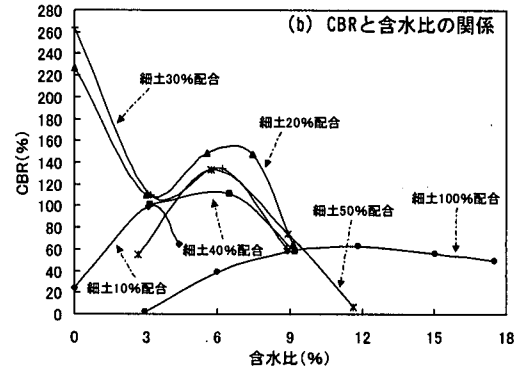
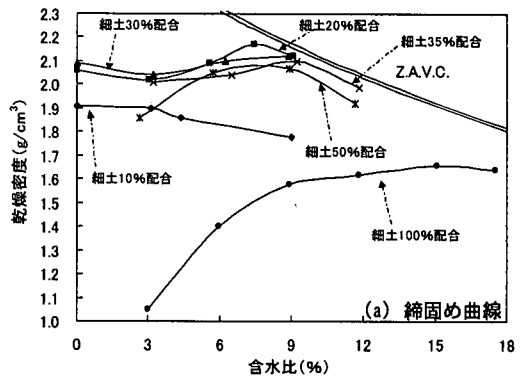


図-11 含水比に伴う乾燥密度とCBRの変化
(不連続粒度, シリーズB3)

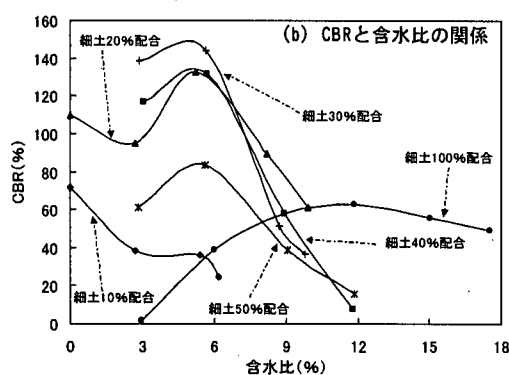
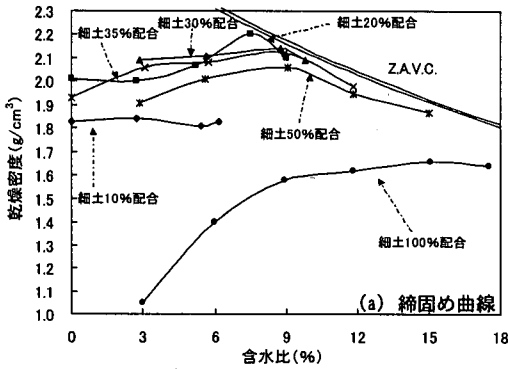


図-10 含水比に伴う乾燥密度とCBRの変化
(不連続粒度, シリーズB2)

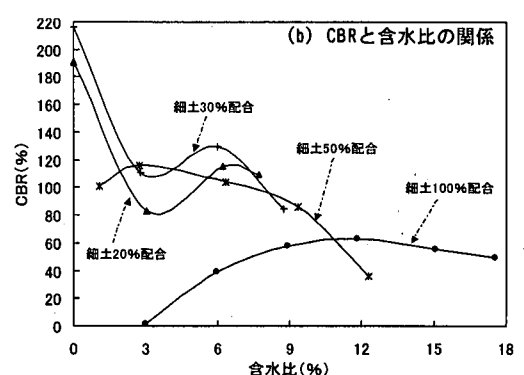
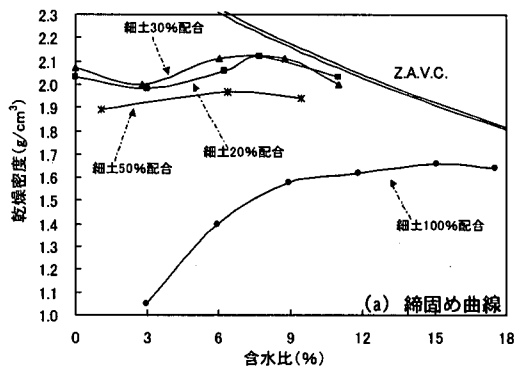


図-12 含水比に伴う乾燥密度とCBRの変化
(不連続粒度, シリーズB4)

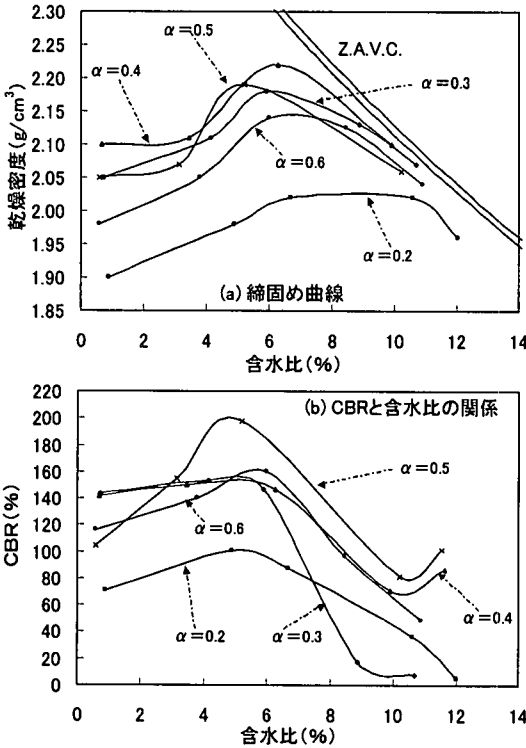


図-1 3 含水比に伴う乾燥密度と CBR の変化 (連続粒度)

いるように構造上不安定である。従って、路盤を締固め施工する際には、気乾状態で行うことを避け最適含水比付近で行うことが望ましい。

4. 細土含有率に伴う締固め密度と CBR の変化

前節の図-5～図-1 3 の図上から、各シリーズ毎にそれぞれ最大 CBR の値を読み取り、それらの値を細土含有率に対してプロットすると図-1 4 と図-1 5 が得られる。ここで最大 CBR の値は、前節で述べた理由により気乾状態を省き最適含水比付近の値を採っている。なお説明の繁雑さを避けるために、以降の文中では最大乾燥密度を単に乾燥密度と呼び、最大 CBR を単に CBR と呼ぶことにする。

これらの図から、次のようなことが分かる。

a) 不連続粒度シリーズ A の場合：

まず図-1 4 中の曲線がいずれも上に凸状であることから、乾燥密度や CBR の値を最大にするような細土含有率が存在する²⁰⁾。乾燥密度の最大値は、シリーズ A1 からシリーズ A4 へと粗粒材が粗くなるほど減少するのに対し、CBR の最大値はその逆でシリーズ A4 で最も高くシリーズ A1 で最も低いことがわかる。これは、粗粒材が粗くなるほど、骨格構造のしっかりしたものに

なるのに対し、骨格粒子間の空隙に充填される細土が粗粒材に邪魔されて締め固まりにくくなり、結果的に密度の低いものになるのではないかと考えられる。このように CBR の値を密度の大小で必ずしも評価できず、これが不連続粒度の特徴の 1 つと考えられる。

またピークを示す位置は、試料の配合状態によって異なり細土含有率 15%～30% の範囲をもち、シリーズ A1 からシリーズ A4 へと粗粒材の粒径が粗くなるほど高い細土含有率の側へ移行することなどが認められる。

b) 不連続粒度シリーズ B の場合：

乾燥密度や CBR を最大にするような細土含有率が存在すること自体はシリーズ A の場合と同様であるが、異なる点も幾つかある。図-1 5 によると、乾燥密度は全て細土含有率 20% で最大値を取るのに対して、CBR が最大を示す位置は細土含有率 20～50% と広範囲にわたっている。このことは最大の乾燥密度を示す位置が必ずしも最大の CBR を示す位置とは限らないことを示唆している。特に、シリーズ B1 においては 50% 配合で CBR が最大となり、最大の乾燥密度を示す 20% 配合とは相当の開きがある。このような結果が得られた原因の 1 つとして粗粒材の粒径の問題が挙げられる。つまりシリーズ B1 は粗粒材の粒径が 2.36～4.75mm と最も小さいことから、荷重を支える役割分担の上で粗粒子間の接触力よりもむしろ細土の含水比による締固め効果に多くを依存するようになるためではないかと考えられる。

c) 連続粒度との比較：

連続粒度と不連続粒度を比較すれば、連続粒度の場合、乾燥密度も CBR の値も $\alpha=0.5$ つまり細土含有率 7.5% 相当のときに尖った明瞭なピークが現れる²⁰⁾ のに対し、不連続粒度の場合、粒度配合に応じて細土含有率 15～50% の範囲にかけてややフラットなピーク部を持つ。このことから、不連続粒度の方が多くの細土を要することが分かる。

一方、乾燥密度や CBR の最大値は、不連続粒度の場合、いずれも連続粒度より少し下回りこそすれ、最大 CBR がどのシリーズにおいても 100% 以上という大きな値を示しており、この点に注目すべきである。特に、シリーズ A4 においては最大 CBR 182.1% を示し、連続粒度の場合の最大値 198.1% と比べてほとんど劣らない。このように、不連続粒度をもつ粒状材料には十分な強度が期待できる。

5. 水浸による CBR の変動

不連続粒度をもつ路盤材の場合にも施工後、雨水の浸入などによる強度低下が心配される。その影響を調べるため、4 日間の水浸条件下で CBR 試験を行った。今回の

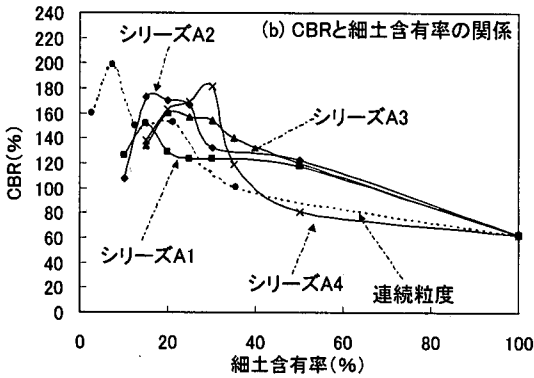
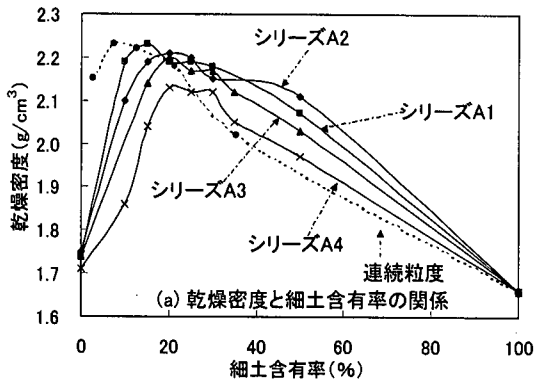


図-14 細土含有率に伴う締固め密度と CBR の変化 (シリーズA)

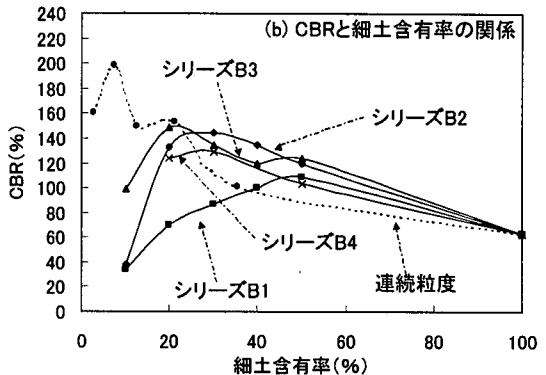
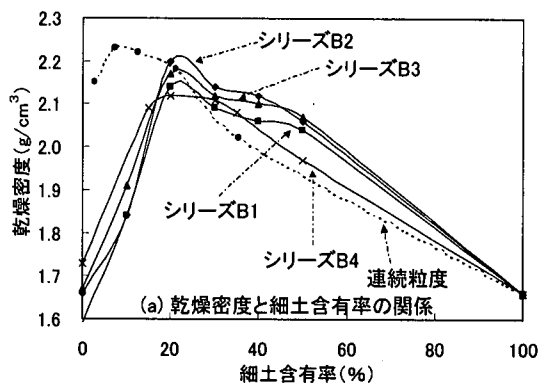


図-15 細土含有率に伴う締固め密度と CBR の変化 (シリーズB)

試験は各シリーズにおいて乾燥密度が最大を示す付近の配合で行った。ただしシリーズ B1 については、50%もの多量の細土を含む配合状態で最大の CBR を示したため、10%から 50%まで細土含有率を変えながら同様の試験を行うことにした。図-16 は水浸による CBR の変化を示した図である。図から、各シリーズとも水浸 CBR が非水浸 CBR を下回っており、水浸による強度の低下が認められる。しかし、シリーズ B1 を除き各シリーズとも依然 CBR 100% を超える高い値を保持しており、このことから乾燥密度が最大を示す付近の配合状態で施工を行う限り水浸の影響をさほど深刻に考えなくてもよいと思われる。

次に図-17 は、シリーズ B1 について水浸による CBR の低下度を細土含有率と関係づけて示した図である。図から明らかなように、非水浸では細土含有率 50% で最大の CBR を示すのに対し、水浸 CBR の最大値は細土含有率 20% 時である。つまり、乾燥密度を最大にする 20% 配合状態までにとどめるべきでありそれ以上に細土の量が増すと水浸による強度低下が激しくなり危険である。

以上より不連続粒度をもつ路盤材の場合、粗粒材の粗いものを用い細土含有率 20% 付近で配合すれば、水浸による影響を受けにくくできるといえる。

6. 不連続粒度をもつ路盤材の力学的安定性

不連続粒度を扱う場合、細土と粗粒材の分離などに起因してともすれば強度にばらつきが生じ易く、実際に道路路盤を施工する際、その構造上の安定性が懸念されるので、この点に対する検討が必要と思われる。そこで不連続粒度と連続粒度の比較ができるように試料の最大粒径を同じくし、かつ最適配合状態として不連続粒度に対しシリーズ A3 の細土含有率 20% 配合状態を、また連続粒度に対し $\alpha=0.5$ の状態を選んで、それぞれ 40 個ずつ供試体を作り、4 日間水浸条件下で CBR 試験を実施し、乾燥密度と CBR の散らばり具合を調べた。図-18 と図-19 はそれぞれ乾燥密度と CBR の測定結果をヒストグラムで示したものである。なお図中には平均値と標準偏差を示してある。これらの図より、不連続粒度の場合、乾燥密度も CBR も平均値は連続粒度に比べやや低いが、路盤材として問題のない値であることがわかる。ここでの関心事は、むしろ標準偏差の値である。不連続粒度の場合、標準偏差は乾燥密度も CBR も、連続粒度に比べやや大きいとはいえず逆に僅かであって、散らばり具合に大差ないと見なして差し支えない。従って、この室内試験結果から類推すると、配合時に粒度調整を厳正に行い施工を綿密に行えば、不連続粒度の場合でも連

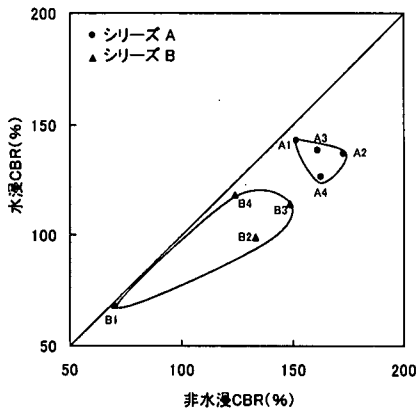


図-16 水浸によるCBRの変化

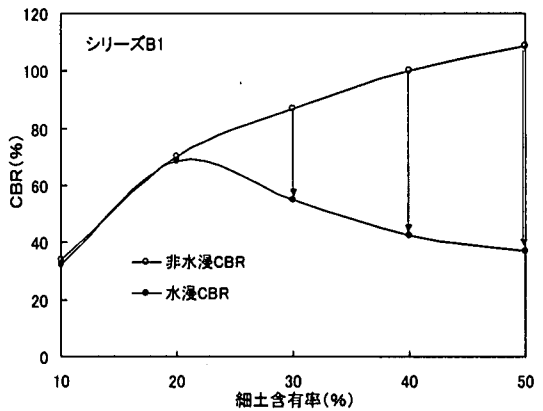


図-17 水浸に伴うCBRの低下と細土含有率の関係

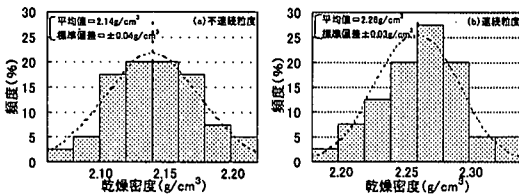


図-18 乾燥密度の分布

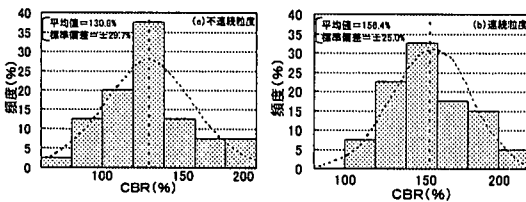


図-19 CBRの分布

統粒度に劣らない安定した構造の路盤を構築できる可能性があるとされる。

不連続粒度をもつ路盤材のもう1つの力学的安定性に関する検討事項として、粗粒材の粒子破碎の問題がある。強度低下に繋がる恐れもあるので、本報では先程の不連続粒度と連続粒度の最適配合状態における比較実験後の供試体(各40個)のうちから無作為に3個ずつを取り出し、粒度試験を実施し粒子破碎状況を調べた。図-20はその結果であって、今回使用した市販の粗粒材(硬質砂岩)の場合、不連続粒度と連続粒度を問わずともに軽視できないほどの粒子破碎が生じていることを示している。さらに図から、不連続粒度の場合、粗粒材の破碎がもともと含まれていなかった中間粒径の粒子を生産するのみで細土(0.15mm以下)の増加にほとんど関与しないのに対し、連続粒度の場合、細粒分(75 μ m未満)の増加に相当大きく関与することが分かる。このような破碎形態の差異が具体的に乾燥密度やCBRの値にどの程度の影響を及ぼすかについては、今のところ判然とせず、今後に残された重要な課題の1つである。

7. 不連続粒度の道路路盤材への適用

アスファルト舗装要綱¹⁾によれば、粒度調整した粒状材の修正CBRは、上層路盤に対し80%以上、下層路盤に対し20%以上でなければならない。いま、この現行規定に準拠し、この基準値を満足するような不連続粒度をもつ粒状材の粒度範囲を特定してここに明示したい。そのために各シリーズ毎に最適含水比で供試体を作製し、規定の方法¹⁹⁾に従って修正CBR試験を行った。結果の一例を図-21に示す。この例では、修正CBR=106.0%であるから下層路盤としてはもちろんのこと上層路盤として十分使用できる。このように各シリーズ毎に不連続粒度の道路路盤材としての適否を丹念に調べた結果が一括して表-2に整理されている。そして表中で適用可(○印)と判定された各シリーズの粒度範囲を図示した一例が、図-22(下層路盤材)と図-23(上層路盤材)である。

これらの図から、下層路盤に対しては粒度範囲が広いことから、細土と粗粒材の組合せによって種々な配合の路盤材の作製ができること、及び上層路盤材としても粒度と材質を厳選すれば十分使用できることが分かる。特に下層路盤の場合、施工現場付近で経済的に入手しやすい粒状材を適宜選んで使うことが多いので、適用できる粒度範囲が広いことは大変望ましいことである。ただし粒度範囲に収まっていただけでは不十分であって、当然のことながら破碎し易い軟質な粗粒材等の使用を避けるなど、常に材料の精選に努めるとともに入念な施工管理を心掛ける必要がある。

上記の見解は、あくまでも修正CBR試験だけに準拠し路盤材としての適否を判断した結果であることを断って置きたい。本来ならば、修正CBR以外にも材料の物理的性質(塑性指数PI、等)や施工時(荷降ろし、敷き均し等)の分離の有無あるいは締固め易さなどを含めて総合に判断しなければならないことを申し添えておく。

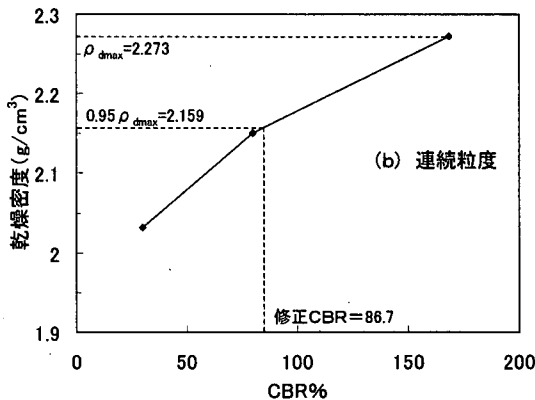
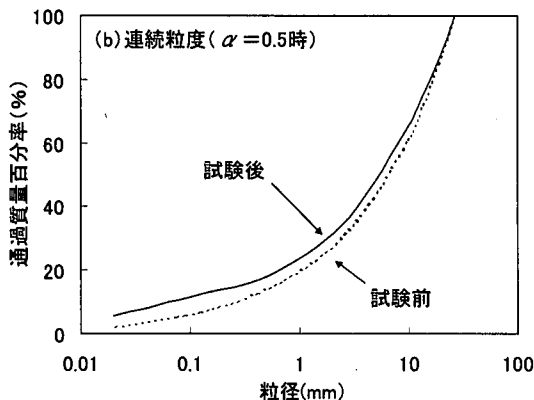
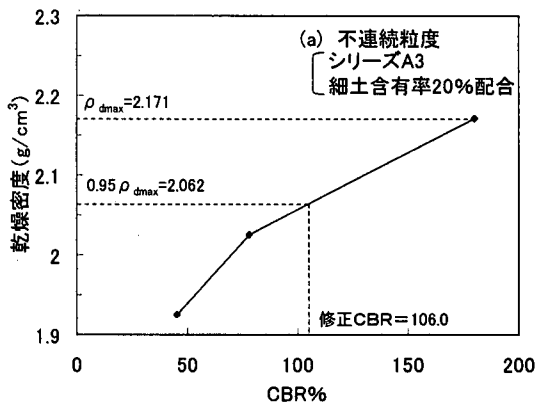
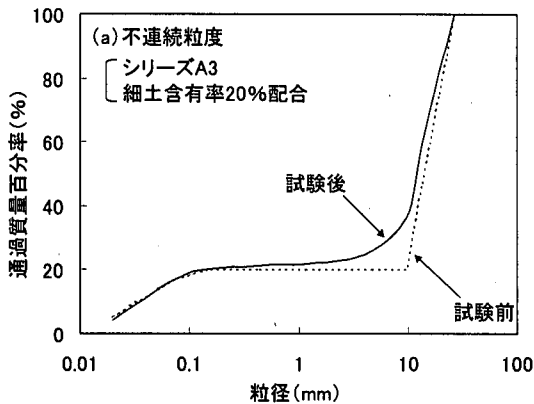


図-20 試験前後の粒径加積曲線

図-21 修正 CBR 試験結果の例

表-2 道路路盤材としての不連続粒度の適否の判定

| 配合条件 | | 修正CBR (%) | 路盤材としての適否 | | 配合条件 | | 修正CBR (%) | 路盤材としての適否 | |
|--------|----------|-----------|-----------|------|----------|----------|-----------|-----------|------|
| | | | 上層路盤 | 下層路盤 | | | | 上層路盤 | 下層路盤 |
| シリーズA1 | 細土 10%配合 | 72.0 | × | ○ | シリーズB1 | 細土 25%配合 | 51.0 | × | ○ |
| | 細土 15%配合 | 94.0 | ○ | ○ | | 細土 30%配合 | 31.0 | × | ○ |
| | 細土 20%配合 | 58.0 | × | ○ | | 細土 35%配合 | 38.0 | × | ○ |
| | 細土 25%配合 | 41.0 | × | ○ | | 細土 50%配合 | 14.0 | × | × |
| | 細土 30%配合 | 9.0 | × | × | | シリーズB2 | 細土 15%配合 | 56.0 | × |
| シリーズA2 | 細土 10%配合 | 62.0 | × | ○ | 細土 20%配合 | | 61.0 | × | ○ |
| | 細土 15%配合 | 82.0 | ○ | ○ | 細土 25%配合 | | 54.0 | × | ○ |
| | 細土 25%配合 | 64.0 | × | ○ | 細土 30%配合 | | 38.0 | × | ○ |
| | 細土 30%配合 | 35.0 | × | ○ | 細土 35%配合 | | 31.0 | × | ○ |
| シリーズA3 | 細土 15%配合 | 53.0 | × | ○ | シリーズB3 | 細土 15%配合 | 70.0 | × | ○ |
| | 細土 20%配合 | 106.0 | ○ | ○ | | 細土 20%配合 | 82.0 | ○ | ○ |
| | 細土 25%配合 | 49.0 | × | ○ | | 細土 25%配合 | 76.0 | × | ○ |
| | 細土 30%配合 | 52.0 | × | ○ | | 細土 30%配合 | 37.5 | × | ○ |
| シリーズA4 | 細土 35%配合 | 26.0 | × | ○ | | シリーズB4 | 細土 35%配合 | 38.0 | × |
| | 細土 15%配合 | 60.0 | × | ○ | 細土 15%配合 | | 65.0 | × | ○ |
| | 細土 20%配合 | 107.0 | ○ | ○ | 細土 20%配合 | | 92.0 | ○ | ○ |
| | 細土 25%配合 | 86.0 | ○ | ○ | 細土 25%配合 | | 86.0 | ○ | ○ |
| | 細土 30%配合 | 36.0 | × | ○ | 細土 30%配合 | | 60.0 | × | ○ |
| | 細土 35%配合 | 53.0 | × | ○ | 細土 35%配合 | 39.0 | × | ○ | |

注) 修正 CBR による判定基準: 上層路盤材 ≥ 80%, 下層路盤材 ≥ 20%

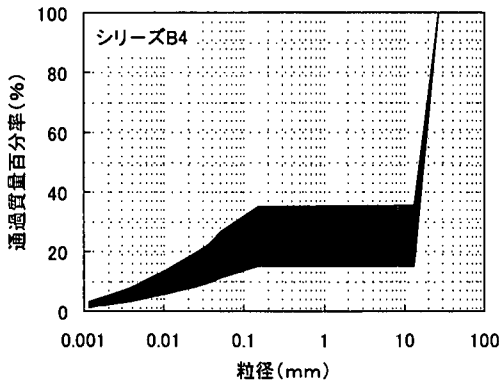
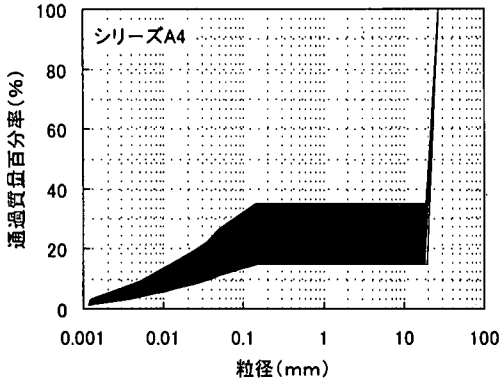


図-2 2 下層路盤材として適用可能な粒度範囲の例

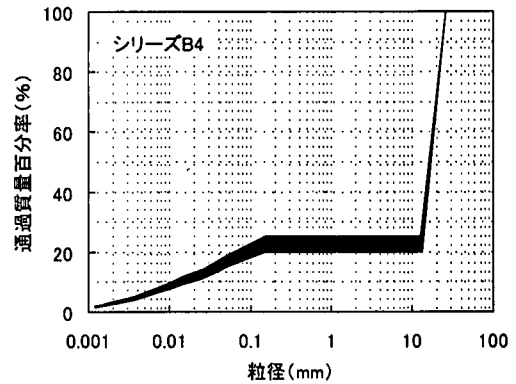
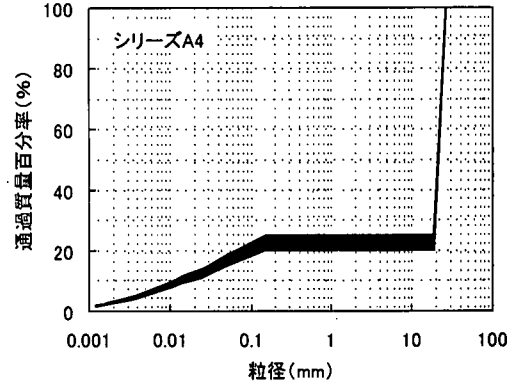


図-2 3 上層路盤材として適用可能な粒度範囲の例

8. 結論

本論文では、不連続粒度をもつ路盤材の力学特性を明確にするために、種々の配合状態で作製した供試体に対し数多くの室内CBR試験を実施し、その結果に基づいて連続粒度のそれと比較しながら基本的考察を行うとともに、道路路盤材への不連続粒度の適用性について具体的検討を行った。得られた主要な事柄を要約して示せば、次のようになる。

- ① CBRが最適含水比の少し乾燥側で最大となることや、最適含水比が細土含有率の増加とともに高含水比側へ移行する傾向のあることなどは、不連続粒度の場合にも連続粒度の場合と同様に認められる。
- ② 乾燥密度やCBRを最大にするような最適細土含有率が存在する。この最適状態は不連続粒度と連続粒度の別なく明瞭に確認できるが、その位置が文中で述べたように粒度配合状態によって異なる。また不連続粒度の場合、最大の乾燥密度を示す位置が必ずしも最大のCBRを示す位置と一致するとは限らない。
- ③ 不連続粒度をもつ粒状材の場合、乾燥密度やCBRの最大値が連続粒度の場合に比べてやや下回りこそすれ、特に最大CBRがいずれも100%を超える大き

な値を示すことから、路盤材として十分使用できる。

- ④ 不連続粒度の場合、各シリーズとも水浸CBRが非水浸CBRを下回り、水浸による強度低下が認められる。しかし、常に乾燥密度を最大にするような細土の配合状態で施工する限り、依然高い水浸CBR（今回の実験では、シリーズB1を除き各シリーズとも100%以上）を保持することができ、水浸の影響を憂慮せずに済む。
- ⑤ 不連続粒度と連続粒度をもつ各40個の供試体に対する乾燥密度とCBRの平均と標準偏差の比較から、連続粒度に比べて不連続粒度の場合、平均値がやや低くとも路盤材として問題なく標準偏差値もやや大きいとはいえ意外なほど僅差であったので、常に粒度配合を厳正に行い施工を綿密にすれば、不連続粒度でも連続粒度に劣らない安定した構造の路盤を構築することができる。
- ⑥ 今回使用した市販の粗粒材（硬質砂岩）の場合、不連続粒度と連続粒度を問わず無視できない程度の粒子破碎が生じた。この粒子破碎現象がCBR特性へ及ぼす影響については、未だ判断とせず今後に残された重要な検討課題である。
- ⑦ 現行の道路路盤材に対する修正CBRの規定に照らして判定すれば、不連続粒度の場合、連続粒度に見

劣りしない修正CBRが得られ、下層路盤にはもちろんのこと上層路盤にも粒度と材質を精選すれば十分使用可能である。文中では、具体的上層路盤材と下層路盤材に分けて、不連続粒度の適用できる粒度範囲を修正CBRの規定から一応特定して示したが、実際には修正CBRだけでなく材料の物理的性質や施工時の分離の有無あるいは締め易さ等も含めて総合的に判断すべきである。

以上の事柄は、あくまでも室内試験の結果判明したことであるから、将来、現地舗装実験によって実際のたわみ状況等も含めて総合的に検証し、不連続粒度の道路路盤材への適用をより一層現実的なものにする必要がある。

参考文献

- 1) 日本道路協会編：アスファルト舗装要綱（改訂版），1992.
- 2) 日本道路協会編：セメントコンクリート舗装要綱（昭58年度改訂版），1984.
- 3) 内田一郎：「道路舗装の設計法」森北出版，1962.
- 4) 日本道路協会舗装委員会：舗装に関する技術基準の取扱いについて，道路（8月号）pp.65-77，1975.
- 5) 卷上安雨，福本武明，萩野正嗣：「道路工学」，理工図書，1988.
- 6) 日本道路協会編：アスファルト舗装要綱（昭和50年版），1975.
- 7) 日本道路協会編：舗装廃材再生利用技術指針（案），1986.
- 8) 建設省建設経済局監修：建設副産物対策の実務と事例，1992.
- 9) 土質工学会編：環境地盤工学入門，1974.
- 10) 福本武明，田崎巧，増井久：砕石場廃土の路盤材としての有効利用，土質工学会第1回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，pp.191-194，1994.
- 11) 福本武明，田崎巧：路盤材としての砕石場廃土の利用，土木学会関西支部年次学術講演会，1993.
- 12) 田崎巧，福本武明，石原雅史，近藤信輝，原透行：路盤材への不連続粒度の使用に関する検討，土木学会第48回年次学術講演会，pp.222-223，1993.
- 13) 増井久，田崎巧，福本武明，吉田賢一，稲垣成紀：不連続粒度のCBR特性，土木学会関西支部年次学術講演会，pp.Ⅲ-25-1~2，1994.
- 14) 田崎巧，福本武明，増井久，今村祐仁，中村勝広：不連続粒度の路盤材への適用性，第30回土質工学研究発表会，pp.2065-2066，1995.
- 15) 小国磨，大槻雄大，松田裕光，福本武明：不連続粒度と連続粒度の比較，土木学会関西支部年次学術講演会，pp.Ⅲ-25-1~2，1997.
- 16) 小国磨，松田裕光，田崎巧，福本武明：不連続粒度のCBR特性に関する考察，土木学会関西支部年次学術講演会，pp.598-599，1997.
- 17) 日野緑，宮崎祥，小国磨，福本武明：不連続粒をもつ路盤材の力学特性，土木学会関西支部年次学術講演会，pp.Ⅲ-7-1~2，1998.
- 18) 小国磨，田崎巧，福本武明：道路路盤材への不連続粒度の適用，第23回日本道路会議一般論文集，舗装部会，pp.200-201，1999.
- 19) 土質工学会編：土質試験の方法と解説，1990.
- 20) 畠山直隆論著：最新土質工学，朝倉書店，1992.
- 21) Yoder, E. J. : Principles of Pavement Design, John Wiley & Sons., 1959.

(2000.2.3 受付)

CBR CHARACTERISTICS OF GAP-GRADING BASE COURSE MATERIALS FOR ROAD

Takeaki FUKUMOTO, Takumi TASAKI and Takuma OGUNI

In this paper, since there are no grading specification on gap-grading for base course materials for road at present, we studied the mechanical properties of gap-grading base course materials, based on many laboratory CBR test results, comparing to the mechanical properties of continuous grading materials, and clarified that the mechanical properties of gap-grading materials are not inferior to those of continuous grading materials. Further, studying the application of gap-grading materials to base course materials for road in detail, we specified and showed the gradation range of gap-grading materials applicable to base course materials and subbase course materials. Besides we also described matters to be attended to when gap-grading materials are used.