建設泥土を混合させた路盤材の配合設計法の提案

藤原弘貴[1]・石原裕貴[2]・後藤聡[3]・村上幸利[3]

[1]山梨大学・大学院医学工学総合教育部（〒400-8511 甲府市武田四丁目 3-11）
E-mail：g09mc010@yamanashi.ac.jp
[2]（株）新日本コンサルタント（〒932-0837 富山県小矢部市埴生 2600-33）
[3]正会員　工博　山梨大学・大学院医学工学総合研究部　（〒400-8511 甲府市武田四丁目 3-11）

建設現場から排出される泥土は，高い含水性と細粒分に起因する軟弱性から，有効な利用法は限定される．そうしたなかで，石灰安定処理された球状の砕石スラッジをクラッシャランに混合して作られる複合路盤材については，高い施工性と耐用性が試験施工において実証されていることから，一部で実用化が進んでいる．本論では，このような状況を踏まえ，石灰安定処理された粒状の建設泥土と単粒度砕石またはクラッシャランの混合材料を対象にして，路盤材として規定される修正ＣＢＲ値を満足させる配合設計が容易に行える方法を提案する．

Key Words：*base course material, crusher-run , modified CBR, mud, stabilization*

１．はじめに

沖積粘土地盤でのシールド工事等の建設現場から排出される建設泥土（建設汚泥）の量は，公共事業の削減ならびに建設リサイクル法（2002 年施行）による建設廃棄物の減量化と再利用の推進によって，年々減少しているが，それでも年間排出量は約 450 万トンに及ぶ．建設泥土は，細粒分と水分を多く含むために，乾燥や焼却による減量化は難しく，多くはそのまま埋め立て処分される．しかし，近年，最終処分場の絶対量が不足する状況にあり，時として，山間や水辺への不法投棄が為され，その結果として自然環境や生態系に悪影響を及ぼしている．

今日，建設汚泥再利用技術基準（建設省技調発第 71 号，平成 11 年 3 月 29 日通達）などに基づき，建設泥土の有効利用やリサイクルが積極的に検討されている[1),2),3)]．たとえば，建設泥土をセメントや消石灰等で安定処理し，造粒化させたものをサンドコンパクションパイル工やドレーン工での砂の代替材料として，あるいは擁壁の裏込め材や埋め戻し材として用いることが多くなってきている[4),5),6),7)]．しかし，大量に発生する建設泥土を低コストで処理し，リサイクルするためには，それに適した社会システムの構築が必要であることは言うまでもない．一方，石灰安定処理された砕石スラッジとクラッシャランを混合して使用する，いわゆる水硬性複合路盤材としての利用はかなり普及し，砕石スラッジの有効な利用法として知られつつある[8),9)]．しかし，安定処理されたスラッジの混合率は 20 %を限度にすべきとの示唆はあるものの，路盤材として規定・要求される修正 CBR 値を保証するクラッシャランとの配合比を決定するための取り扱いについては，いまだ確立した方法がない[10)]．

本論は，石灰安定処理により礫化させた建設泥土を用いた複合路盤材について，路盤材として要求される修正 CBR 値を満足させる配合設計法の開発を取り扱う．従来，広く使用されている路盤材料は，径の小さい砕石から大きい砕石が一定の割合で構成される粒度調整砕石またはクラッシャランが一般的である．本研究では，礫化させた建設泥土と混合する材料として，単粒度砕石材とクラッシャランを対象とする．前者は，径の小さい砕石を含まないために，単純化させたモデル材料のひとつとして，後者は一般に使用される路盤材料の代表として位置付ける．なお，建設泥土には多種多様のものがあるが，本研究では，粒度あるいは含水量からみて典型と思われる建設泥土を試料として使用する．具体的な取組みとしては，安定処理された建設泥土試料と砕石路盤材を混合した材料に対して CBR 試験を実施し，それらの質量比に対する最大乾燥密度と修正 CBR の関係を捉える．その結果を利用して，路盤材として規定される修正 CBR 値を満足させ，経済面においても合理性を有した，最適と考えられる配合比を決定する方法を追究する．

表-1　建設泥土試料の物理的性質

自然含水比 (%)	土粒子の密度 (g/cm³)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数
32.3	2.52	37.6	25.3	12.2

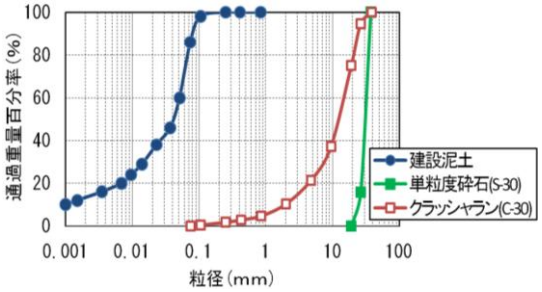

図-1　建設泥土試料および砕石路盤材料の粒度

表-2　用いた消石灰の物性

酸化カルシウム（CaO）（%）	72.5 以上
不純物（%）	3.0 以下
二酸化炭素（CO_2）（%）	1.5 以下
平均粒径（mm）	0.094～0.012

2．用いた試料とその物性

(1) 試料

実験で用いた試料は，単粒度砕石材，一般に下層路盤材として使用されるクラッシャラン，ならびに建設現場から採取した建設泥土である．単粒度砕石材は，砕石の大きさによって 1 号（S-80 : 60 mm～80 mm）から 7 号（S-5 : 2.5 mm～5 mm）まで区分されるが，ここで使用する単粒度砕石試料は安山岩質の 4 号砕石（S-30 : 20 mm～30 mm）である．4 号砕石を選択した理由は，クラッシャラン（C-30）試料の最大粒径に合わせるためである．

本研究での実験においては，前述したとおり，安定処理された建設泥土試料と単粒度砕石試料を混合させる場合と，安定処理された建設泥土試料とクラッシャラン試料を混合させる場合の2ケースを取り扱う．建設泥土は，山梨県内での建設現場から採取したものであり，その物理的性質と粒径加積曲線はそれぞれ**表-1** と**図-1** に示すとおりである．この泥土試料は，細粒分が 87 %と多いが，シルト分がほとんどを占めるために，低塑性を呈する．

建設泥土の安定処理には，消石灰（JIS R9001）を使用した．その物性を**表-2** に表しておく．実験で採用する消石灰の混合比率は，泥土試料に対して消石灰を様々な割合で添加し，その安定処理効果を調べて，全体の状況を把握し，安定処理効果が強く表れる最小の混合比によって決定した．その手順を以下に示す．

a) 建設泥土試料を調整･攪拌し，ビニール袋に入れ密封し，1 日静置する．

b) 試料の含水比を測定し，乾燥質量を計算する．

写真-1　造粒化させた建設泥土試料（粒度調整前）

表-3　泥土試料および造粒化させた試料の密度（石灰添加率＝10 %）

	密度（g/cm³）
安定処理前の泥土	2.52（真密度）
安定処理後の泥土	2.59（かさ密度）

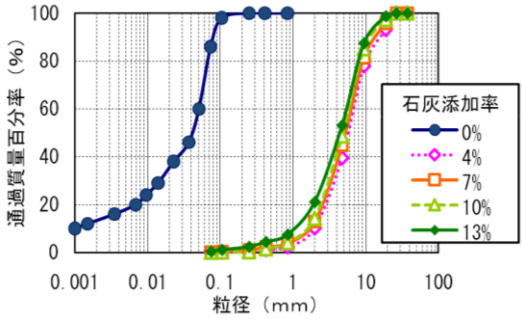

図-2　安定処理前後における試料の粒度

c) 建設泥土試料の乾燥質量に対して 4 %, 7 %, 10 %, 13 %の消石灰を混合した試料を作成する．

d) 混合した試料に水平方向の振動を与えて，平板上を転がすことにより，徐々に球状の粒子塊を形成する．この方法によって，1～20 mm の粒径になるように造粒化を図る（**写真-1** を参照）．その後，ふるい分けで粒度調整した試料をビニール袋に入れ密封したあと，7 日間養生させる．その後，造粒化させた泥土試料を 7 日間自然乾燥させる．

e) 安定処理された泥土試料の物理的･力学的性質を知るために，下記のような密度試験，粒度試験，耐水試験および強度試験を行った．

(2) 安定処理された泥土試料の物性

a) 密度

石灰安定処理の前後における試料の密度を試験から求めたが，その結果を**表-3** に示す．石灰添加率を 10 %としたが，石灰安定処理することにより，密度が増大することが分かる．これは石灰の安定処理凝集作用によるためと思われる．石灰添加率 4 %，7 %，13 %の試料についてかさ密度を調べたが，約 2.6 g/cm³ でほぼ一定であった．

b) 粒度

石灰安定処理前ならびに処理後に造粒化させた試料の粒度試験を行ったが，その結果を**図-2** に示す．石灰添加

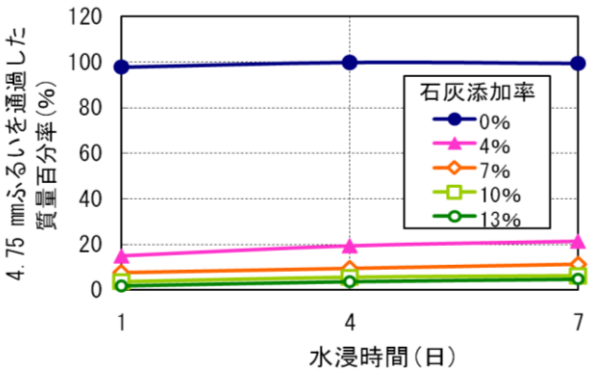

図-3　安定処理させた泥土試料（材齢 14 日）の耐水性

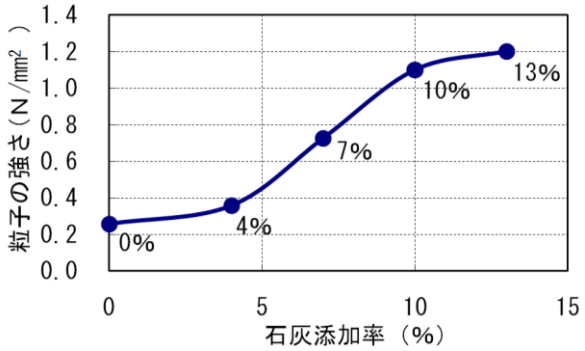

図-4　石灰添加率と粒子の強さの関係

率が 4 %以上であると，添加率の増加によって，粒度が若干細かくなるようであるが，その理由は不明である．

c) 耐水性

石灰安定処理された泥土試料の耐水性を知るために，造粒化させた粒子を水浸させ，細粒化する程度を調べた．図-3 は，無処理の泥土試料も含めて粒径 4.75～9.5 mm の粒子を作製し，それらの粒子をそれぞれ 1 日，4 日および 7 日にわたり水浸させた後に，1 日間炉乾燥させて，ふるい分け試験を行い，開き目 4.75 mm のふるいを通過した粒子を質量百分率で示したものである．これをみると，石灰添加率が高いほど，水浸による粒子の崩れは小さく，無処理の泥土と比べると耐水性があり，安定処理効果が発揮されていることが分かる．

d) 粒子の強さ

石灰添加率に対する粒子の圧縮強さの変化を調べた．強さは，直径 10 mm の 3 つの粒子（材齢 14 日）を正三角形状に接触するように配置し，それ全体に載荷板を通して一軸的に外力を加え，3 つの粒子が同時に破砕するときの軸圧縮力を 3 つの粒子の最大断面積で割って算出した．このことを 10 回行った結果の平均値を図-4 に示す．これをみると，石灰安定処理による強度増加が認められる．しかし，石灰添加率が 10 %を超えると，強さはほとんど増加しない．

(3) 消石灰の添加率の決定

建設泥土の安定処理を行ううえで効率的な石灰添加率

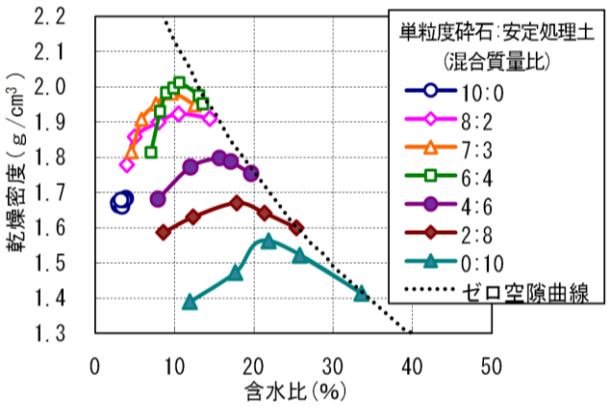

図-5　各混合質量比における締固め曲線（単粒度砕石）

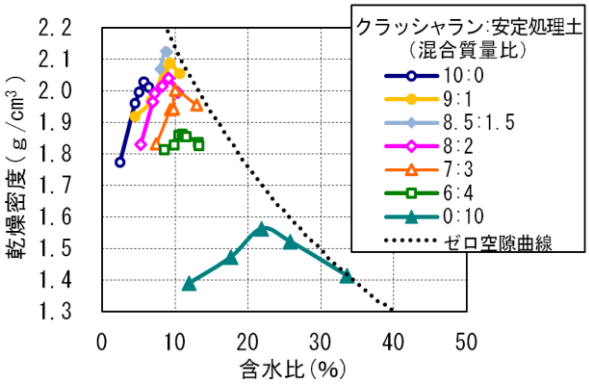

図-6　各混合質量比における締固め曲線（クラッシャラン）

の検討を行った．前述したように，消石灰の添加による建設泥土試料の造粒の具合と耐水性は，添加率 7～13 %の範囲では，ほとんど変わらない．強さは，消石灰の添加率が 4～7 %で増加し，10 %を超えると頭打ちになる．以上のことから，経済性も考慮して，本研究では，消石灰の添加率を 10 %に設定して，これを採用することとした．

3．路盤材に対する試験およびその結果

(1) 実施した試験

単粒度砕石試料またはクラッシャラン試料と安定処理した建設泥土試料を適当な比率で混合した路盤材に対して，CBR 試験（JIS A 1211）(締め固め試験は E 法を採用)およびその試験の前後において粒度試験（JIS A 1204）を実施した．なお，CBR 試験では，安定処理した泥土試料は粒径 4.75～9.5 mm のものを用いた．

(2) 試験結果

図-5 には，単粒度砕石試料と安定処理された球状塊の建設泥土試料の混合質量比 10 : 0～0 : 10 について実施した締固め試験の結果を示す．曲線群には，一般的な土質

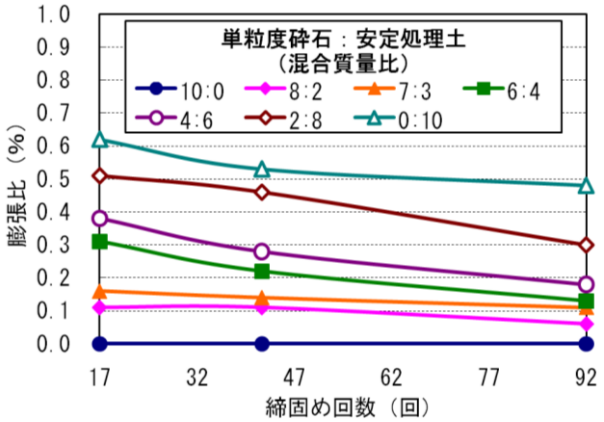

図-7　各混合質量比における膨張特性（単粒度砕石）

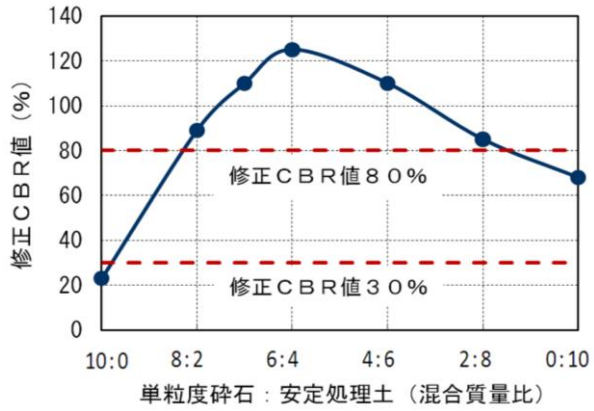

図-8　混合質量比と修正ＣＢＲ値の関係（単粒度砕石）
（破線は路盤材の材料規定を表している）

と同じ締固め特性が認められる．すなわち，建設泥土の割合が大きいほど，細粒分が増すために，曲線は右下へ移動し，なだらかな形状を示す．混合比が 6：4 のときに最大乾燥密度が最も大きく，締固め効果が上がる．単粒度砕石試料に代えてクラッシャラン試料を用いた場合，細粒分を含むことによる影響で，最大乾燥密度が最大となる混合比は変化するものの，全体としては同様な特性が見られる（**図-6** を参照）．なお，図中のゼロ空気間隙曲線は，最大乾燥密度が最も大きくなる混合質量比である試料の密度をもとに計算されたものである．

CBR 試験の過程で実施される吸水膨張試験の結果を**図-7** に示す．単粒度砕石試料と安定処理された建設泥土試料の混合質量比に関係なく，いずれも膨張率が 1 %以下であった．なお，造粒化させた建設泥土試料の割合が増えるほど，吸水性が増し，膨張率が大きくなる傾向がある．また，締固め回数の増加により，拘束性が増大するために，膨張性は低下する．なお，ここには図示しないが，単粒度砕石試料に代えてクラッシャラン試料を用いた場合も，同様な結果を得た．

図-8 は，単粒度砕石を用いた場合の砕石試料と泥土試料の混合質量比に対する修正 CBR の関係を示す．路盤に関する規定では，上層路盤で修正 CBR が 80 %以上，下

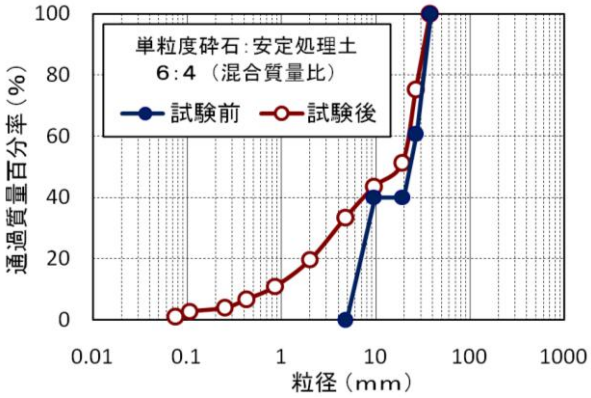

図-9　粒度試験結果

表-4　均等係数と曲率係数

	試験前	試験後
均等係数 U_C	10.00	18.33
曲率係数 U_C'	0.27	1.86

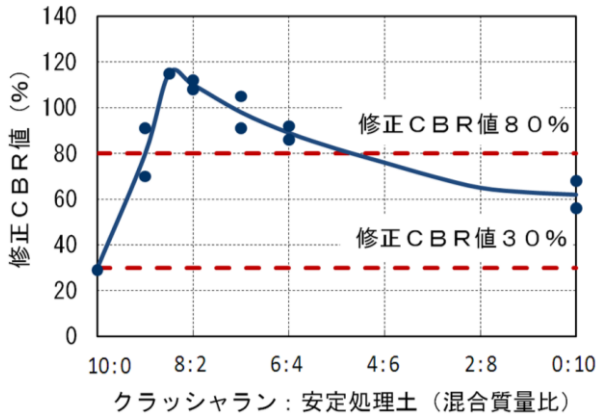

図-10　混合質量比と修正ＣＢＲ値の関係（クラッシャラン）
（破線は路盤材の材料規定を表している）

層路盤で 30 %以上が必要とされる [11]．これに基づくと，混合質量比が 8:2 から 2:8 の材料で上層路盤の規定を満足し，また混合質量比が 9:1 から 0:10 の材料で下層路盤の規定を満足する．

なお，CBR 試験における締固めおよびピストン貫入に伴う試料の粒子破砕の程度を知るために，その前後で粒度試験を行った．その結果を**図-9** および**表-4** に示す．CBR 試験の前後では明らかに粒度の変化が起きている．これは，粒状の建設泥土が外力により細粒化したことによる．このため，砕石路盤材に混合して用いられる建設泥土は，砕石路盤材の間隙を充填させる材料として扱われるべきであり，適当な混合比が修正 CBR 値の増大に寄与することになる．

単粒度砕石試料に代えて，クラッシャラン試料を用いた場合の混合質量比と修正 CBR の関係を**図-10** に示す．これをみると，**図-8** とほぼ同様な関係が確認できる．

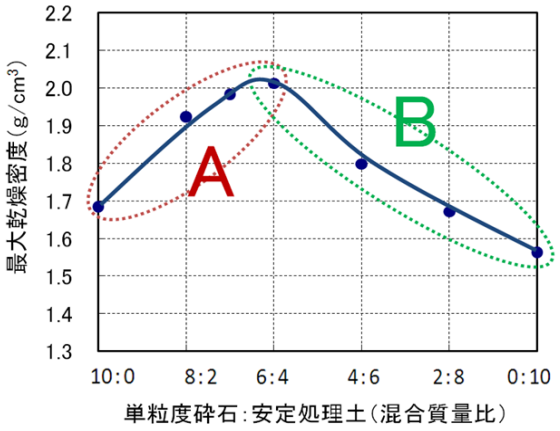

図-11　混合質量比と最大乾燥密度の関係（単粒度砕石）

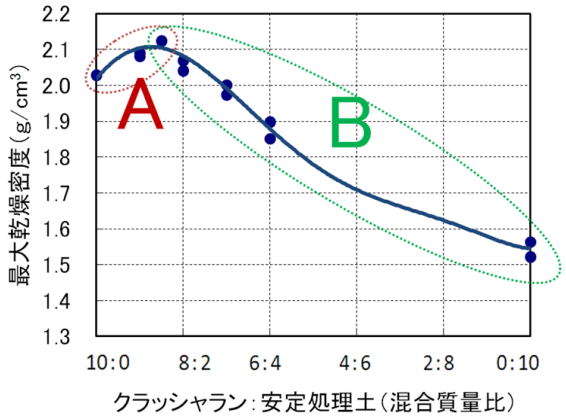

図-12　混合質量比と最大乾燥密度の関係（クラッシャラン）

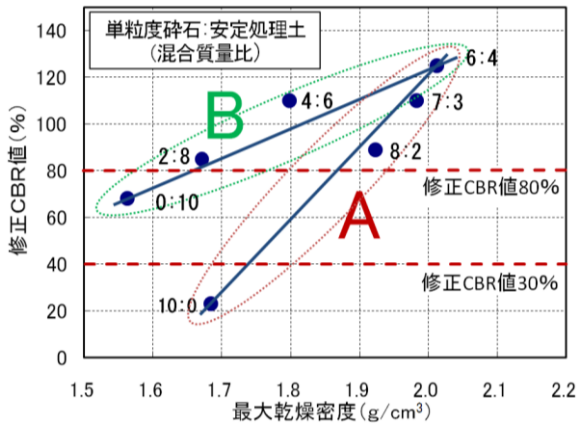

図-13　最大乾燥密度と修正ＣＢＲの関係（単粒度砕石）

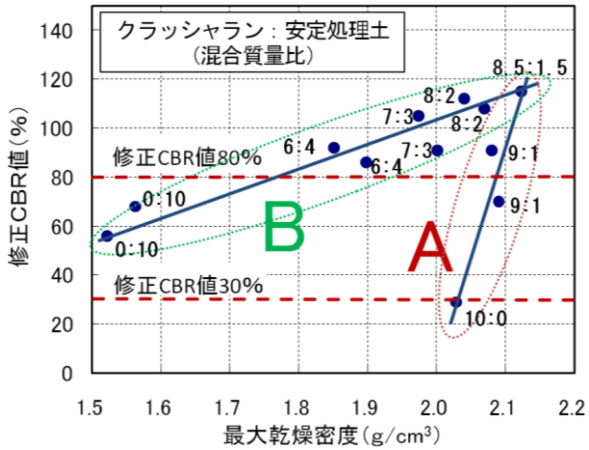

図-14　最大乾燥密度と修正ＣＢＲの関係（クラッシャラン）

4．考察

図-5 および図-6 に示した締固め曲線から，単粒度砕石試料またはクラッシャラン試料と建設泥土試料の配合質量比に対する最大乾燥密度の関係を求めると，図-11 または図-12 のようになる（クラッシャランを用いた混合試料の場合は，試験の測定データの精度を高めるために，同じ条件下 2 回ずつ試験を行っている．また，図中の実線は試験結果の回帰線を表す）．たとえば，単粒度砕石試料に関する図-8 と図-11 をみると，混合質量比に対する最大乾燥密度と修正 CBR の関係は上に凸の曲線で表され，混合質量比が 6:4 のときにそれらの最大値をとっている．ここで，混合質量比 6:4 で最大乾燥密度と修正 CBR が最大となる理由および上に凸の曲線形になる理由について，図中に示すAの領域とBの領域に分けて考察する．

Aの領域では，安定処理された球状塊の建設泥土試料は砕石同士の間隙を埋めるように充填されるので，建設泥土の相対量が増えるほど，混合材としての最大乾燥密度が増加する．これに伴って，材料同士，特に砕石同士の噛み合わせが強くなり，材料内部で伝達される応力の分散が起こり，結果的に修正 CBR 値が増加する．図-13 と図-14 には最大乾燥密度と修正 CBR 値の関係を表すが，Aの領域では両者に直線関係が見られ，最大乾燥密度が増大すると修正CBR値が直線的に増加することがわかる．Bの領域では，安定処理された建設泥土粒子のかさ密度は砕石の密度に比べて小さいので，建設泥土の混合質量比が増大するにしたがって，混合材料の最大乾燥密度は減少する．すなわち，集合した砕石材の間隙率以上の割合でもって建設泥土が混合されると，砕石同士の間隔が元来のものより広げられ，砕石同士の噛み合わせが弱くなり，修正 CBR の値も低下すると考えられる．図-13 および図-14 に示される最大乾燥密度と修正 CBR 値の関係に注目すると，B の領域でもほぼ直線関係が認められ，密度が低下すると，修正CBR値が減少することがわかる．ただし，Aの領域でのように，砕石材単体あるいは安定処理された泥土塊が砕石材に比較的少なめに混合されている場合よりも，Bの領域でのように，安定処理された泥土塊が砕石材に多めに混合されている場合のほうが，修正 CBR の数値が大きく，路盤材料として向上していることは，注目に値する試験結果であると考えられる．

なお，最大乾燥密度や修正 CBR 値が最大となる混合質量比は，単粒度砕石材またはクラッシャランが固有的にもつ間隙率と強く関係すると考えられる．集合した砕石材あるいはクラッシャランがもつ間隙率よりも安定処理

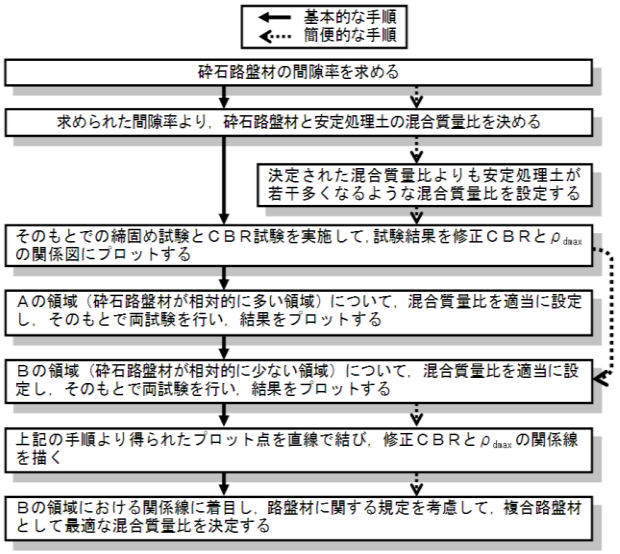

図-15　適切な混合質量比の決定手順

された泥土が少ない場合がAの領域に相当し，多い場合がBの領域に相当すると考えられる．今回用いた単粒度砕石試料とクラッシャラン試料の間隙率を実際に評価した．その方法は，それぞれの試料をモールド（内容積2,209 cm^3）に軽く振動を与えながら詰めたあと，その質量を測定することにより試料の体積を計算し，間隙率を求めるものである．その結果，それぞれ41 %と18 %であった．これより，砕石材の密度2.75 g/cm^3と安定処理された球状塊の建設泥土のかさ密度2.59 g/cm^3は，2つの材料の混合比を概略計算する場合，ほぼ同じ値であると見做せるので，単粒度砕石試料を対象とした場合は，建設泥土が全体の約4割を占める状態に相当する6:4の混合質量比のときに，またクラッシャラン試料を対象とした場合は，同様に混合質量比で8.5：1.5のとき，最大乾燥密度と修正CBRが最大値をとる理由を説明できる（**図-13**および**図-14**を参照）．

5．配合設計法の提案

ここで扱うような複合材料を現場で使用する場合に，与えられた条件を満足する，適切な混合質量比すなわち配合比を決定する手順が重要になる．ここでは，その手順を提案する．まずは，単粒度砕石材あるいはクラッシャランが集合体として固有的にもつ間隙率の大きさに基づいて，前述したような考え方により，修正CBRと最大乾燥密度が最大値を取り得るような混合質量比を算定する．そのもとでの締固め試験とCBR試験を実施して，最大乾燥密度および修正CBRを評価し，その結果を（**図-13**または**図-14**のような）関係図にプロットする．次に，上記の混合比より砕石材が多くなるような混合質量比

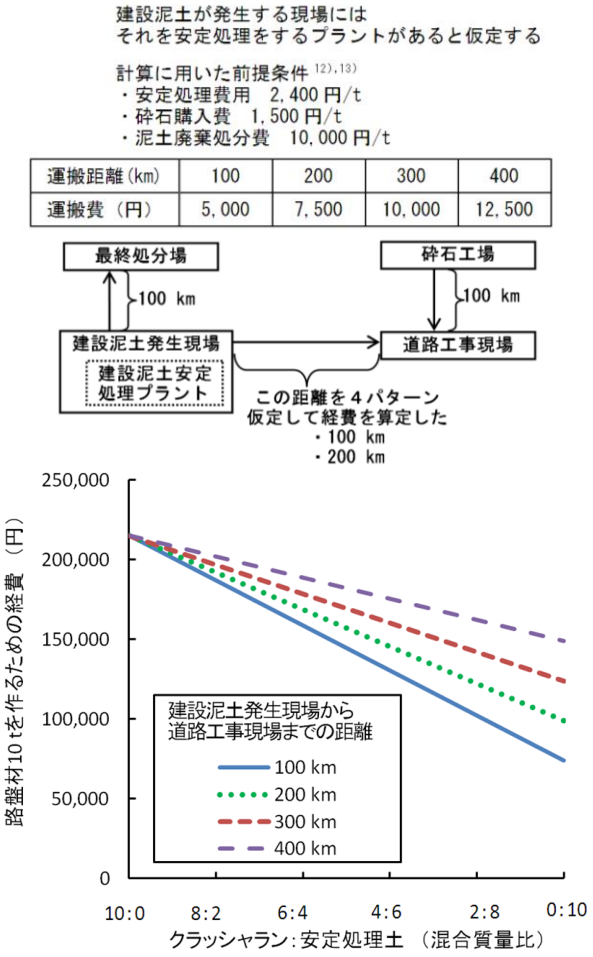

図-16　混合質量比と経費の関係 12),13)

（Aの領域に相当）と少なくなるような混合質量比（Bの領域に相当）を適当に1つずつ設定し，それらの質量比をもつ混合材料について，上記と同様に締固め試験とCBR試験を実施し，最大乾燥密度と修正CBRを求めて，その結果を関係図にプロットする．このように，少なくとも3つの混合質量比のもとでの試験結果が分かれば，**図-13**または**図-14**に示されるもののように，いま取り扱っている混合路盤材に関する最大乾燥密度と修正CBRの関係を表す直線を描くことができる．このあとは，道路路盤の材料規定，環境面，経済面などを考慮して，路盤材として適用可能な混合質量比の範囲を決定する．この場合，Bの領域における配合比をあえて選択したほうが良い．この理由は，例えば**図-13**では8:2～2:8の混合質量比まで上層路盤（修正CBRが80 %以上）として適用が可能であるが，Bの領域のほうがAの領域よりも建設泥土をより多く再利用できることになること，ならびにBの領域はAの領域と比べて傾きが小さく，最大乾燥密度の変化による修正CBRの変動が小さいために，同じ修正CBRの値であっても，Bの領域の配合比のほうが誤差の程度が小さくて済むからである．以上を「基本的な手順」として**図-15**に示しておく．**図-16**はクラッシャランと安

表-5 路盤材として適用可能な配合比の範囲 (単粒度砕石)

単粒度砕石：安定処理泥土		10：0	8：2	6：4	4：6	2：8	0：10
均等係数				良好な土（U_c＝10 以上）			
曲率係数				良好な土（ U_c'＝1～3）			
材料規定	上層路盤		適用可能（修正 CBR80%以上）				
	下層路盤		適用可能（修正 CBR30%以上）				
吸水膨張特性		適用可能（膨張率 1%以下）					
経済性		高 ←経費→ 低					
修正 CBR		A 小 ←― 大		B 大 ―→ 小			

表-6 路盤材として適用可能な配合比の範囲
(クラッシャラン)

単粒度砕石：クラッシャラン		10：0	8：2	6：4	4：6	2：8	0：10
均等係数		良好な土（U_c＝10 以上）					
曲率係数		良好な土（ U_c'＝1～3）					
材料規定	上層路盤		適用可能（修正 CBR80%以上）				
	下層路盤	適用可能（修正 CBR30%以上）					
吸水膨張特性		適用可能（膨張率 1%以下）					
経済性		高 ←経費→ 低					
修正 CBR		A 小←― 大		B 大 ―→ 小			

定処理土の混合質量比に対する路盤材10 トンを作るのに必要な経費との関係を示す．なお，その経費の算出においては建設泥土の処分費と安定処理費，砕石材の購入費，それらの運搬費などの諸費用ならびに建設泥土発生現場，道路工事現場，砕石工場それぞれまでの距離を仮定しなければならない．建設泥土が排出される現場には，それを安定処理するプラントが設けられているとした．これらの仮定条件ならびに各現場，砕石工場等との関係を**図-16** に併せて示しておく．**図-16** に示された混合質量比と経費の関係を見ると，建設泥土が発生する現場から路盤材として使用される道路工事現場までの距離が短くなるほど，また安定処理された泥土の割合が増えるほど，経費が抑えられることが分かる．

以上の明らかになった事柄を整理してまとめると，**表-5** または**表-6** のようになる．これらの表より，単粒度砕石試料と安定処理された建設泥土試料に対する最適な混合質量比は 4:6～2:8 であること，クラッシャラン試料と安定処理された泥土試料に対する最適な混合質量比は，7:3～6:4 であることが分かる．

なお，最終的にはBの領域での混合質量比が最適なものとして扱えることを念頭に置くならば，混合材料の配合設計手順をさらに省略化できる．この場合は，単粒度砕石またはクラッシャランの間隙率から求められる，修正CBR と最大乾燥密度が最大値をとる混合質量比，およびBの領域での適当な混合質量比の材料について実施される CBR 試験から得られる最大乾燥密度と修正 CBR の関係を用いることにより，上述した考えのもとでの最適な混合比が求められる（**図-15** での「簡便的な手順」を参照）．

さらに，上記した方法と異なる手順を別途，提案する．まず，Aの領域とBの領域でそれぞれ 2 つずつ，任意の混合質量比を設定して，CBR 試験を実施し，その試験から得られる最大乾燥密度と修正CBR の値を関係図にそれぞれプロットする．次に，**図-13** または**図-14** で得られたような直線を描くことにより，最大乾燥密度と修正 CBR に関する全体の関係を捉えるというものである．この後の取り扱いは，上記と同様である．

ここに提案する方法を用いることにより，単粒度砕石またはクラッシャランと安定処理された建設泥土の最適な混合比を求めるまでの時間と手間が大幅に短縮できると考えられる． ただし，今後の取組みとしては，この配合設計法をさまざまな建設泥土やクラッシャランなどの砕石材料に適用し，その妥当性や適用性を確認する必要があろう．

この方法・手順が実用化されれば，建設泥土のリサイクル・再利用や工事間利用が増加させることができ，最終処分量の減少，ひいては循環型社会構築の一助となることが期待される．

なお，本研究では，安定処理された建設泥土試料の材齢を 14 日に限定して扱った．当然のことながら，材齢によって泥土試料の強さやクラッシャラン等との混合試料の修正 CBR 値などが変わる．その影響特性等の究明については，今後の研究を待ちたい．

6．まとめ

本研究は，建設泥土の有効利用法の一つとして路盤材への適用に着目し，石灰安定処理された建設泥土と単粒度砕石あるいはクラッシャランの混合材について，CBR 特性を評価するとともに，工学的･経済的観点からみて最適な混合比とそれを求めるための手順を追究したものである．得られた結論は，以下のとおりである．

(a) 消石灰による建設泥土の安定処理は，造粒化させた建設泥土材料に耐水性や強度増加の効果をもたらす．なお，石灰添加率が 10 %を超えると，その強度増加は頭打ちになる．

(b) 単粒度砕石またはクラッシャランと安定処理された塊状の建設泥土との混合材を締固めた場合に得られる最大乾燥密度と修正 CBR の値は，単粒度砕石またはクラッシャラン集合体の間隙率から求められる質

量混合比において，最大となる．本研究で取り扱った単粒度砕石材およびクラッシャランの間隙率は，それぞれ41％と18％であるが，砕石と安定処理土の混合質量比が6：4のとき，クラッシャランと安定処理土の混合質量比が 8.5：1.5 のときに最大乾燥密度と修正CBRの値が最大になった．

(c) 路盤材料に要求される規定を満足することを条件にして，より多く安定処理土を混合したほうが環境面ならびに経済面からみて適切であるといえる．その点を考慮すると，規程を満足する混合質量比のうち，建設泥土の割合が大きい範囲での質量比の設定が望ましい．たとえば，本研究で対象とした単粒度砕石試料の場合およびクラッシャラン試料については，上記砕石材と安定処理された塊状の建設泥土の適切な混合質量比はそれぞれ4:6～2:8と7:3～6:4である．

(d) 砕石材料と安定処理された建設泥土材料との適切な混合比を求めるための設計法を3つ提案した．なお，他の多種多様な砕石路盤材あるいは建設泥土に対しての適用性や適用範囲については，今後検討が必要である．

参考文献

1) (財)先端建設技術センター：建設汚泥リサイクル指針,大成出版会, 1999.
2) 島田啓三：土砂・建設汚泥に関する一考察，土と基礎，第51巻，第5号, pp.25-27, 2003.
3) (社) 全国産業廃棄物連合会建設廃棄物部会：建設廃棄物処理の現状と問題，そして解決に向けて, 1997.
4) 村上幸利，後藤聡，米山哲也：建設泥土を利用した浅い埋め戻し地盤の液状化防止と埋設管の浮き上がり防止，地盤工学ジャーナル，No.2 / V2， pp.87-94，2003.
5) 鍋島康之，松井保，浜野廣美：高度安定処理された建設汚泥の適用事例，土と基礎，第51巻，第5号, 37-39, 2003.
6) 浅沼仁，中野光雄，雑賀光洋, N. Yingyonggrattanakul：切土岩砕安定処理土を用いた補強盛土工事，土と基礎，第 51 巻，第6号, 34-36 , 2003.
7) Y. Nabeshima and T. matsui : Neutralization of crushed cement-stabilized sludge by carbon dioxide, Proceedings of 4th international Congress on Environmental Geotechnics, Vol. 1, pp. 475-479, 2002.
8) 奥多摩工業株式会社：委託試験結果報告書，独立行政法人港湾技術研究所と日本石灰協会との共同研究「石灰固化・造粒化した粘性土のサンドドレーン工法及びサンドコンパクションパイル工法材料への適用に関する研究」，2002.
9) （社）日本砕石協会：砕石微粉末の資源化に関する技術評価，pp.1-15， 30-31， 2000.
10) 日本石灰協会：石灰安定処理砕石微粉末の利用手引（土工・路盤材料としての利用技術に関する手引），2003.
11) 日本道路協会編：アスファルト舗装要綱（改定 14 版），pp.11-14， 1997.
12) 尹鐘進，根本敏則，森地茂：循環型社会形成のための静脈物流システムの構築に関する研究，運輸政策研究機構，pp.67-73，2007.
13) 経済産業省・中国経済産業局：岩石資源及び副産物を利用した新規事業・リサイクル促進のための市場及び事業環境調査，pp.58-62， 2007.

PROPOSAL OF A METHOD FOR DESIGNING PREFERABLE MIXTURE MATERIALS OF CRUSHED STONES AND MUD STABILIZED BY LIME

Hiroki FUJIHARA, Yuki ISHIHARA, Satoshi GOTO and Yukitoshi MURAKAMI

Effective reuse of a mud discharged from construction site may be insufficient, because of the inherent softness due to high moisture and fine-grain contents. Under the circumstances, the utilization of the mud stabilized by lime as a base course material is put into practice, since the workability and durability of the material has been verified through test constructions. This study is concerned with the development of methods for designing preferable mixture materials of the mud stabilized by lime and crusher-run or crushed stones, which is satisfactory for a given regulation of base course materials.