

地盤改良材としての石粉の利用について

EFFECT OF THE SOIL IMPROVEMENT WHICH USED CRUSHED STONE DUST

鴨志田直人*・大河原正文**・阿部正良***・古住光正****

by Naoto KAMOSHIDA, Masafumi OKAWARA, Masayoshi ABE and Mitsumasa FURUZUMI

1. はじめに

昭和38年度において骨材供給の14%しか占めていなかった砕石は、平成20年度ではその66%を占めるまでに至っている¹⁾。これは、資源枯渇への不安や環境保全への配慮から天然骨材の生産が減少し、天然骨材の代替品としての砕石・砕砂の利用へ転換しているからである。しかし、平成20年度の砕石供給量は、平成3年度535tをピークに約半減しており、砕石事業者の経営は厳しさを増している。加えて、平成12年の建設リサイクル法公布により、コンクリート廃棄物やアスファルト廃棄物のリサイクルが義務づけられ、これらの殆どは再生骨材として再資源化されている²⁾。この再生骨材の供給増加は、低品位砕石の需要を減少させるものと思われ、今後、砕石事業者の経営をさらに厳しくすると思われる。

砕石の生産では、脱水ケーキ、スラッジ、ダストおよび石粉などが多量に産出される。これら砕石副産物の利用法として、人工骨材、レンガ、瓦、擁壁ブロックなどに加工する付加価値利用がある。しかし、この利用法は、その加工コストが高く、それほど普及しているとは言えない。他方、砕石副産物をクラッシュランに混合し路盤材として出荷するなどの低コスト利用法もある。しかし、この利用法も出荷量は多くはない。そのため、砕石副産物は、その場に放置もしくは埋立て処分されており、資源として有効利用されていないのが現状である。

そこで著者らは、新たな砕石副産物の利用法として、軟弱地盤の安定処理工法に安定材としての利用を提案する。この利用法は、従来の利用法に対して3つの優位性が挙げられる。①費用負担が少なく、中小の砕石業者においても石粉利用を促進できる技術であること、②石粉を利用することで埋立て処分量を削減し環境負荷の低減に貢献できること、③土質安定処理工法において、安定材である石灰を安価な石粉に置換することで、施工費の削減につながる

ことである。

本論文では、軟弱な現状路床土の安定処理工法に用いる安定材としての石粉の可能性を検証するため、配合試験を行い、石粉を用いた場合の軟弱土に対する支持力改善効果を検討した。

2. 安定処理工法

2.1 軟弱地盤の地盤改良

舗装道路の基本的な構造は、原地盤の上に、路盤、表層を積み重ねて構築したものである³⁾。この原地盤のうち、舗装道路の構造設計時に舗装の支持層として取り扱う層を路床という。

構造設計計算時に必要となる基盤条件として、路床の支持力がある。この路床の支持力は、CBR試験から求まる設計CBRで評価する。路床の設計CBRが3%未満の場合には、この原地盤を軟弱地盤として取扱い、支持力を上げるための地盤改良を行わなければならない⁴⁾。

軟弱地盤の地盤改良工法には、安定処理工法、置換え工法、盛土がある⁵⁾。このうち設計CBRが3%未満の軟弱地盤を改良する場合には、安定処理工法が一般に用いられる。安定処理工法は、原位置で直接安定材を散布した後、安定材と現状路床土を30~60cmの深さまで破碎混合し、その後、転圧、養生を行うことで、路床土の支持力を改善する工法である⁶⁾。

安定処理工法に用いる安定材の種類としては、石灰系安定材、セメント系安定材、セメント・石灰複合系安定材がある⁶⁾。これらの安定材の選択は、主に土質分類によって決められる。一般的に、粘性土や火山灰質粘性土、細粒分を多く含む砂質土を対象土とする場合には石灰系安定材を、礫質土や砂質土を対象土とする場合にはセメント系安定材が用いられる。選択した安定材の混合量は、安定処理土の突固め試験とCBR試験からなる配合試験の結果より決定する⁶⁾。具体的には、安定材の混合量を変えた突固め供試体に対してCBR試験を行い、安定材の混合量とCBRの関係性を求め、CBR値が20~40%の範囲に入る混合量を基準混合量として決定する。一般的に、混合量の目安は、石灰で2~20% (対象土の乾燥重量比)程度、セメントで2~6%程度である。

* 岩手大学助教 工学部社会環境工学科 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5), ** 岩手大学准教授 工学部社会環境工学科, *** 岩手大学技術部技術専門員, **** 岩手大学名誉教授

安定処理工法などの地盤改良を原地盤に施した場合、例えば路床のCBR値が20%を越える様なめざましい改善効果を得られても、設計CBRは20%として扱う⁵⁾。

2.2 安定処理による強度発現

安定材の混合による軟弱地盤の強度発現機構は、化学的安定処理効果と物理的安定処理効果の2つに分けることができる⁷⁾。化学的安定処理効果とは、石灰やセメントなどの混合によるポズラン反応などの化学反応を利用するものである⁸⁾。一般に安定処理工法というとき、この化学的安定処理効果を利用するものを指すことが多い。

一方、物理的安定処理効果とは、軟弱土の粒度調整による締固め特性の改善、軟弱土の含水比調整による締固め特性の改善を利用するものである。本研究の石粉混合による安定処理は、この物理的安定処理効果を狙ったものである。

石粉の用途拡大に安定処理工法を選ぶ利点として、以下の2つが挙げられる。一つは、砕石業者にとって、石粉を加工せず直接利用できることで生産コストを下げ、出荷できること、もう一つは、利用する施工業者にとって、安定材として一般的な石灰と比較して安価に調達できる石粉を使うことで施工費の削減につながることである。

3. 実験方法

3.1 実験試料

(1) 試料土

本研究では軟弱地盤を構成する土として、岩手県奥州市の工業団地造成地から採取した軟弱土と、岩手県盛岡市の土採取場より採取した岩手ロームの2つを用いた。これら試料土の粒度試験⁹⁾の結果を図1に、含水比試験¹⁰⁾、土粒子密度試験¹¹⁾、CBR試験¹²⁾および液性限界・塑性限界試験¹³⁾の結果を表2にそれぞれ示す。

工業団地造成地から採取した軟弱土は、土の工学的分類体系に基づいて分類すると、図1に示す粒度加積曲線より礫まじり細粒分質砂(SF-G)と判定される。このSF-Gは、表1より自然含水比が36.2%と砂質土としては高い特徴を有する。また、SF-GのCBR値は、自然含水比において0.4%と極めて低く、軟弱土に区分される。

盛岡市以北に広く分布する岩手ロームは、図1の結果と性状により火山灰質粘性土に区分され、表1に示す液性限界よりI型と判定される。この岩手ロームは、自然含水比が91.8%と高い値を示す特徴をもつ。この高含水比の火山灰質粘性土の土工材料としての問題点としては、施工機械のトラフィカビリティーの確保が困難であること、十分な締固めが行えず安

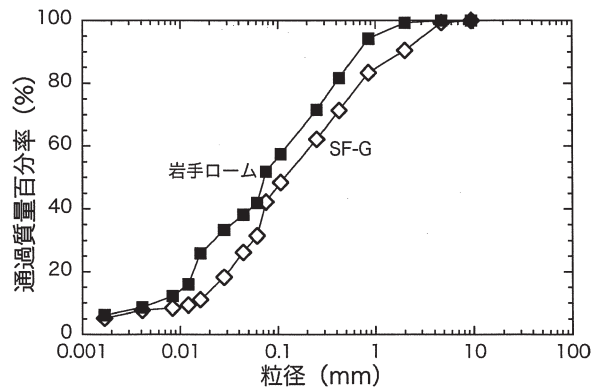


図1 試料土の粒度加積曲線

表1 試料土の基本物性値

	SF-G	岩手ローム
CBR (%)	0.4	0.5
含水比 (%)	36.2	91.8
密度 (g/cm ³)	2.64	2.64
液性限界 (%)	55.1	78.5
塑性限界 (%)	24.8	51.2
塑性指数	30.3	27.3

定な盛土を造れないことが挙げられる。また、岩手ロームのCBR値は、自然含水比において0.5%と極めて低く、軟弱土に区分される。

(2) 石粉

本研究では、岩手県一関市の粘板岩砕石を生産する砕石場から採取した石粉(以下、粘板岩石粉)と、岩手県盛岡市の輝緑岩砕石を生産する砕石場から採取した石粉(以下、輝緑岩石粉)を用いた。これら石粉の粒度試験⁹⁾の結果を図2に、含水比試験¹⁰⁾、土粒子密度試験¹¹⁾および液性限界・塑性限界試験¹³⁾の結果を表2にそれぞれ示す。

採取した粘板岩石粉の粒度は、図2に示す粒度加積曲線より、多少の細砂を含むもののその大部分は細粒分である。また、粘板岩石粉は、表2に示す液性限界・塑性限界より塑性を示すことがわかる。この塑性を示す理由として、図3に示すX線回折試験結果より、粘板岩石粉には粘土鉱物(クロライト、イライトなど)や低結晶質成分(炭素など)が含有するためと考えられる。しかし、この粘板岩石粉は、図4に示す塑性図より低液性限界粘土(CL)に分類されるが、工学的には粗粒材の性質が卓越することに注意する必要がある。なお、粘板岩石粉の採取時の自然含水比は、1.4%と試料土と比べて非常に小さ

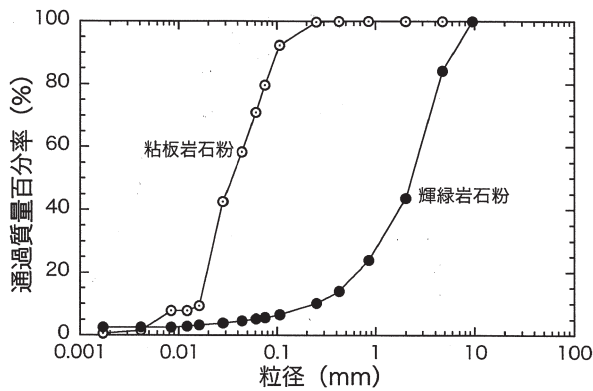


図2 石粉の粒径加積曲線

表2 石粉の基本物性値

	粘板岩	輝緑岩
含水比 (%)	1.4	1.4
密度 (g/cm ³)	2.75	2.88
液性限界 (%)	40.1	NP
塑性限界 (%)	23.3	NP
塑性指数	16.8	NP

いことがわかる。

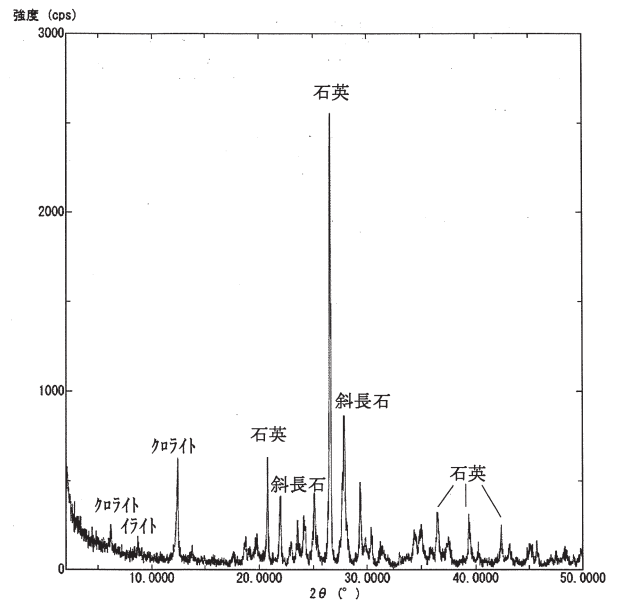
採取した輝緑岩石粉の粒度は、図2より、その大部分を砂と砂礫を占めており、細粒分は非常に少ない。そのため、採取した状態のままでは、土の工学的分類体系における砂粒分まじり砂質礫 (GS-F) に分類され、石粉とは呼び難い。また、輝緑岩石粉は、表2より塑性を示さない (NP)。なお、輝緑岩石粉の採取時の自然含水比は粘板岩石粉と同様1.4%であり、試料土と比べて非常に小さいことがわかる。

本研究では、粘板岩石粉、輝緑岩石粉ともに0.25mm以下に篩い分けしたものをを用いた。本来、現場施工時における実際の石粉の使用は、碎石場で生産された状態で使用するのが、余計なコストが掛らず経済的に最善である。しかし、石粉の粒度の違いによる影響を避けるため、本研究では篩に掛けた石粉を用いることにした。

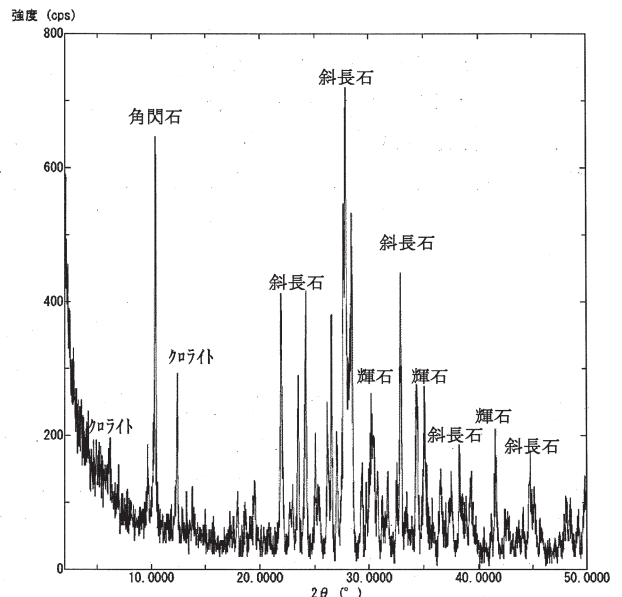
(3) 石灰

本研究では、工業用石灰 (JIS R 9001:2006) に規定される生石灰 (特号) と消石灰 (特号) をを用いた。これは、石粉の安定処理効果を従来用いられている安定材と比較検討するためである。安定処理材の中で、石灰を選んだのは、本試料土であるSF-Gや岩手ロームに対して効果的とされているからである⁷⁾。

3.2 安定処理土の支持力評価方法



(a) 粘板岩石粉



(b) 輝緑岩石粉

図3 X線回折結果

(1) 実験の概要

本研究では、石粉の安定処理効果を調べるため配合試験を行った。配合試験とは、安定処理土の供試体を「安定処理土の突固めによる供試体作製方法」で作製し、その支持力を「CBR試験方法」で評価する試験である⁶⁾。

安定材の混合量は、図5に示すように、試料土の乾燥質量に対する安定材の乾燥質量の比率 (以下、混合比とする) で表した。本研究では、石粉の混合比を10%、20%の2段階とした。

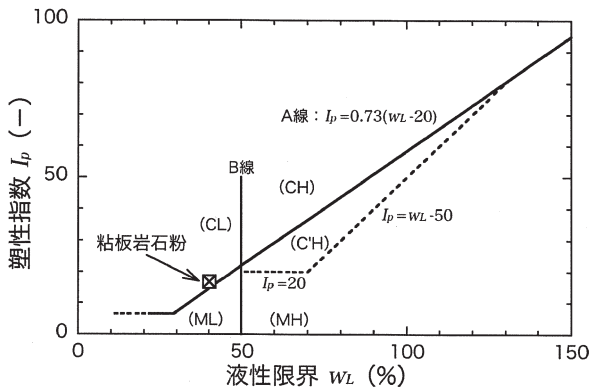


図4 塑性図(粘板岩石粉)

さらに、本研究では従来安定材として使用されている石灰についても配合試験を行った。これは、石粉の安定処理効果を、従来用いられている石灰の安定処理効果と比較するために行ったものである。

(2) 供試体作製方法

本研究では、安定処理土の供試体を「安定処理土の突固めによる供試体作製方法 (JGS8011-2000)」¹⁴⁾にしたがって作製した。具体的には、まず始めに、自然含水比にある試料土に安定材を加え、手練りによる方法で十分に混合した。次に、均一に混合した安定処理土を内径150mm、高さ175mmのモールドに入れ、4.5kgのランマーを用いて3層67回突固め、これを供試体とした。突固めた供試体は、モールドのまま6日間の空気養生をした後、4日間の水中養生をした。養生を終えた供試体は、モールドを付けたままCBR試験(貫入試験)に供した。なお、石粉のみを混合した安定処理土の場合は、安定処理土の強度発現に化学的作用はないものと考え、空気養生は行わなかった。

(3) CBR試験方法

本研究では、安定処理土の支持力を「CBR試験方法 (JIS A 1211:1998)」¹⁵⁾に準じて評価を行った。このCBR試験は、供試体作製、吸水膨張試験、貫入試験の3パートからなる。安定処理土を対象とする場合には、CBR試験方法のうち、供試体の作製と吸水膨張試験の手順を変更する。具体的には、供試体の作製は、前項の「(2) 安定処理土供試体の作製」に示した手順で行った。また、吸水膨張試験は、前項(2)の水中養生開始と同時に4日間、供試体の膨張量を測定した。

4. 実験結果と考察

4.1 石灰の安定処理効果

試料土に安定材として一般に用いられている石灰を混合したときの配合試験の結果を図6に示す。

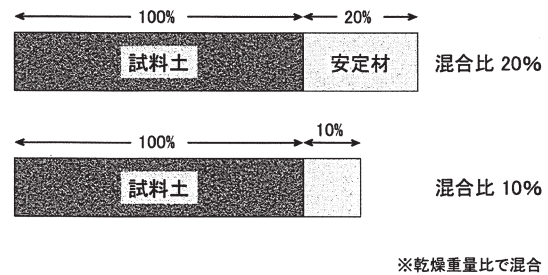


図5 安定材における混合比の定義

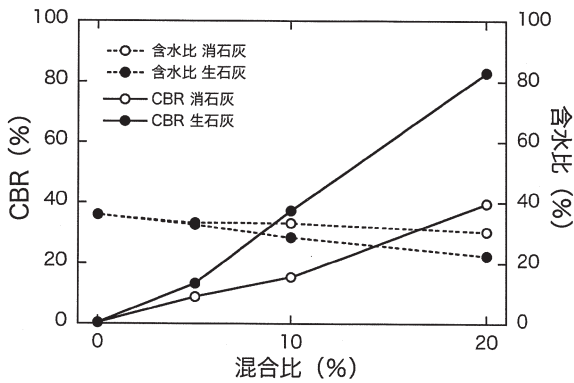
図6(a)のSF-Gの結果より混合比とCBRの関係をみると、石灰の混合比が増加するにしたがい石灰安定処理土のCBR値は増加し、その増加傾向はほぼ直線を示した。また、石灰の違いに着目すると、安定処理効果は生石灰の方が消石灰よりも高く約2倍の差がみられた。一方、本図よりSF-Gにおける混合比と含水比の関係をみると、石灰の混合比が増加するにしたがい石灰安定処理土の含水比は減少し、その減少傾向は負の傾きを持つ直線を示した。また、石灰の違いに着目すると、含水比改善効果は生石灰の方が消石灰よりも高く、こちらもCBR値と同様各混合比に対して約2倍の差がみられた。安定処理工法を軟弱地盤に施した場合、路床の設計CBRは最大20%までしか扱わない⁵⁾。そこで、SF-Gの支持力をCBR20%まで改善するために必要な混合比は、本配合試験の結果より、生石灰で約6%、消石灰で約12%となった。

図6(b)の岩手ロームの結果より混合比とCBRの関係をみると、石灰の混合比が増加するにしたがい石灰安定処理土のCBR値は増加した。しかし、その増加傾向は、SF-Gとは異なり、放物線を示した。また、石灰の違いに着目すると、安定処理効果は生石灰の方が消石灰よりも高かった。一方、本図より岩手ロームにおける混合比と含水比の関係をみると、石灰の混合比が増加するにしたがい石灰安定処理土の含水比は減少し、その減少傾向は、岩手ロームのCBR値と異なり、負の傾きを持つ比例を示した。また、石灰の違いに着目すると、含水比改善効果は生石灰の方が消石灰よりも高く、こちらはSF-Gと同様に各混合比に対して約2倍の差がみられた。本配合試験の結果より、岩手ロームの支持力をCBR20%まで改善するために必要な石灰の混合比は、生石灰で約12%、消石灰で約16%となった。

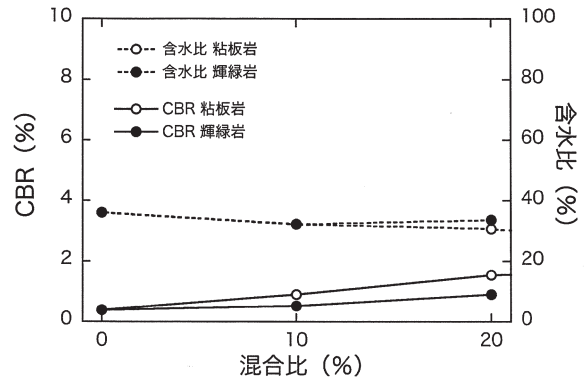
4.2 石粉の安定処理効果

試料土に安定材として石粉を混合したときの配合試験の結果を図7に示す。

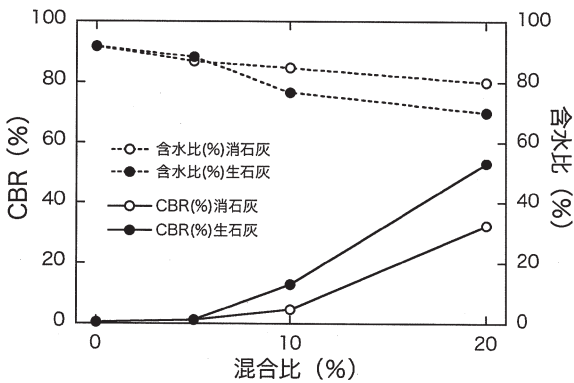
図7(a)のSF-Gの結果より混合比とCBRの関係をみると、石粉の混合比が増加するにしたがい石粉安定



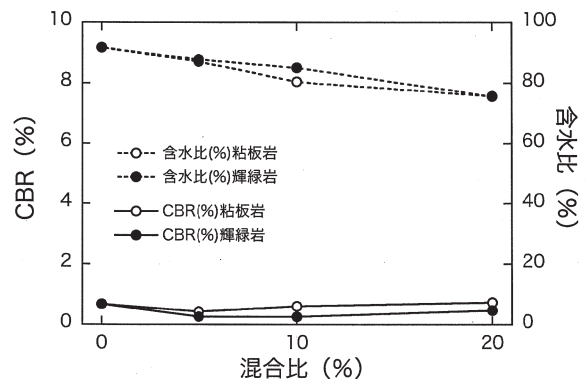
(a) SF-G



(a) SF-G



(b) 岩手ROOM



(b) 岩手ROOM

図6 石灰処理土の混合比とCBR
ならび含水比の関係

図7 石粉処理土の混合比とCBR
ならび含水比の関係

処理土のCBR値は増加し、その増加傾向はほぼ直線を示した。また、石粉の違いに着目すると、安定処理効果は粘板岩石粉の方が輝緑岩石粉よりも高く、各混合比に対して約2倍の差がみられた。一方、本図よりSF-Gにおける混合比と含水比の関係を見ると、石粉の混合比が増加するにしたがい石粉安定処理土の含水比は減少し、その減少傾向は負の傾きを持つ直線を示した。また、石粉の違いに着目すると、含水比の減少傾向には、粘板岩石粉と輝緑岩石粉との間で差がみられなかった。以上の結果より、SF-Gに対して石粉安定処理を行った結果、含水比調整による締固め特性の改善効果が得られた。しかし、本試験結果を図6(a)の石灰の配合試験結果と比較すると、SF-Gに対する石粉の支持力改善効果は、石灰と比べて非常に小さい。

図7(b)の岩手ROOMの結果より混合比とCBRの関係を見ると、SF-Gとは異なり、石粉の混合比を増加しても石粉安定処理土のCBR値は変化がみられなかった。また、その傾向には、粘板岩石粉および輝緑岩石粉による明確な差もみられなかった。一方、本

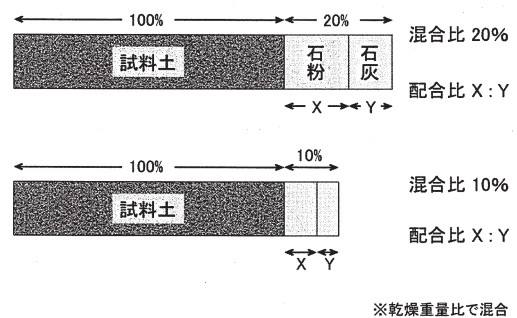
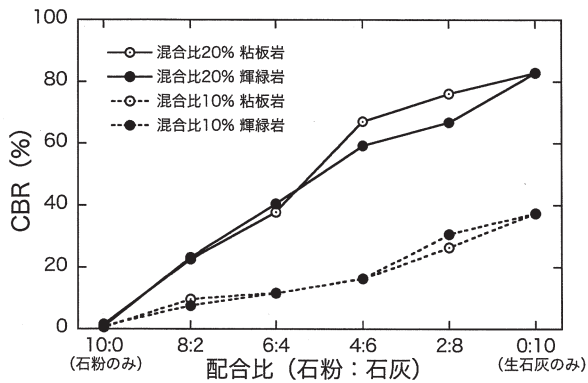
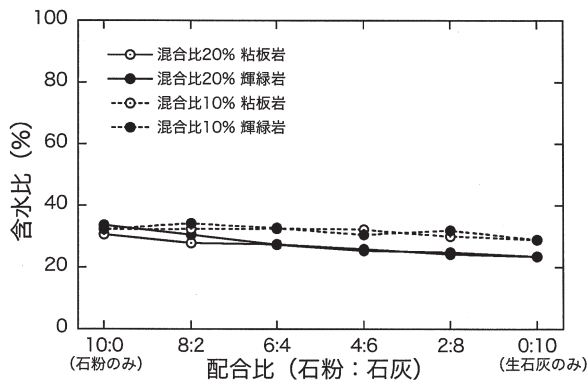


図8 石粉配合石灰における配合比の定義

図より岩手ROOMにおける混合比と石粉含水比の関係を見ると、石粉の混合比の増加とともに石粉安定処理土の含水比は減少し、その減少傾向は負の傾きを持つ直線を示した。また、石粉の違いに着目すると、含水比の減少傾向には、粘板岩石粉と輝緑岩石粉との間で差がみられなかった。以上、本試験結果より、岩手ROOMに安定材として石粉を混合しても、



(a) CBR



(b) 含水比

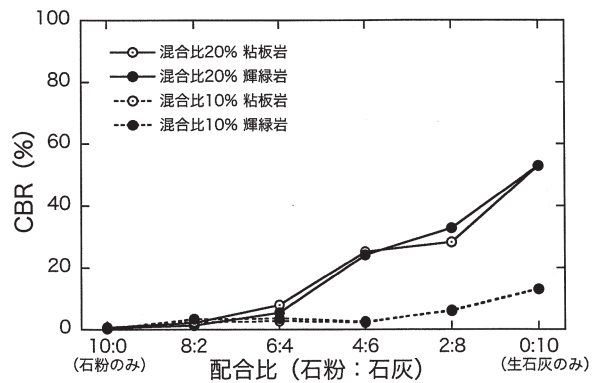
図9 石粉配合石灰処理土の配合比と CBR ならび含水比の関係 (SF-G)

含水比に対する改善効果は認められるものの、含水比調整による締固め特性の改善効果を得ることはできなかった。

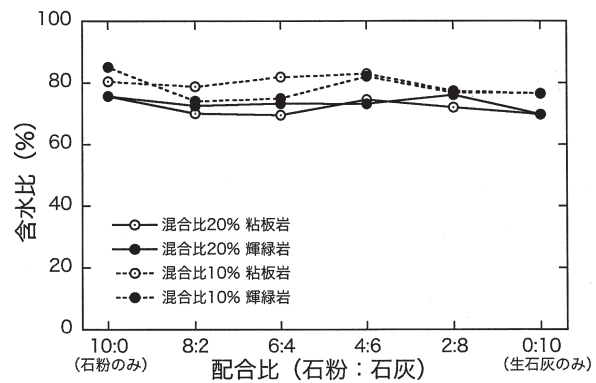
4.3 石粉配合石灰の安定処理効果

前節で述べたように、SF-G、岩手ロームともに石粉の単独使用においては、ほとんど安定処理効果を得ることはできない。そこで、本研究では、十分な安定処理効果を得ることができる生石灰に石粉を配合することで、石灰の使用量削減効果を見込めるか検討する。本研究では、石灰に石粉を配合する安定材を石粉配合石灰と呼び、石粉と生石灰の配合は、図8に示すようにそれぞれの乾燥質量の比で定義し、配合比と呼ぶ。配合試験は、石粉と生石灰の配合比を10:0, 8:2, 6:4, 4:6, 2:8, 0:10の6段階とし、石粉配合石灰の混合比を10%, 20%の2段階について行う。

SF-Gに石粉配合石灰を混合したときの配合試験の結果を図9に示す。図9(a)の配合比とCBRの関係より、石粉のみの配合から生石灰のみの配合へ生石灰の配合を増やすと、CBR値は増加し、その増加割合は



(a) CBR



(b) 含水比

図10 石粉配合石灰処理土の配合比と CBR ならび含水比の関係 (岩手ローム)

混合比20%の方が大きかった。また、CBR値の増加傾向は混合比で異なり、混合比10%ではほぼ直線的に増加するのに対し、混合比20%ではやや上に凸の曲線を描く増加傾向を示した。石粉の違いに着目すると、石粉単体では、粘板岩石粉の方が輝緑岩石粉よりも支持力の改善効果が高かった。しかし、石粉配合石灰では、各混合比および各配合比に対するCBR値に明確な差は見られなかった。図9(b)の配合比と含水比の関係より、石粉のみの配合から生石灰のみの配合へ生石灰の配合を増やすと、含水比は減少した。その減少傾向は、CBR値と異なり、混合比10%, 20%ともにほぼ直線的に減少した。石粉の違いに着目すると、各混合比および各配合比に対する含水比に明確な差は見られなかった。以上、本配合試験の結果より、SF-Gの支持力をCBR20%まで改善するために必要な石粉と石灰の配合比は、混合比20%で約8:2, 混合比10%で約4:6となった。

岩手ロームに石粉配合石灰を混合したときの配合試験の結果を図10に示す。図10(a)の配合比とCBRの関係より、石粉のみの配合から生石灰のみの配

表3 SF-G 1tを安定処理するのに必要な石粉と生石灰の混合量

	石粉+生石灰	生石灰
混合比(%)	20	6
配合比(石粉:生石灰)	8:2	0:10
生石灰の混合量(kg/t)	40	60
石粉の混合量(kg/t)	160	0
生石灰のコスト(円)	1000	1500
石粉のコスト(円)	144	-
安定材のコスト(円)	1144	1500

生石灰の単価 25 円/kg, 石粉の単価 0.9 円/kg とする

表4 岩手ローム 1tを安定処理するのに必要な石粉と生石灰の混合量

	石粉+生石灰	生石灰
混合比(%)	20	12
配合比(石粉:生石灰)	4:6	0:10
生石灰の混合量(kg/t)	120	120
石粉の混合量(kg/t)	80	0
生石灰のコスト(円)	3000	3000
石粉のコスト(円)	72	-
処理材のコスト	3072	3000

生石灰の単価 25 円/kg, 石粉の単価 0.9 円/kg とする

合へ生石灰の配合を増やすと、CBR値は増加し、その増加割合は混合比20%の方が大きかった。また、CBR値の増加傾向は、SF-Gと異なり、生石灰の配合が多くなるほどCBR値が急増する下に凸の曲線を描く傾向を示した。石粉の違いに着目すると、各混合比および各配合比に対するCBR値に明確な差は見られなかった。これは、粘板岩石粉と輝緑岩石粉とで支持力改善に差が見られなかった石粉単体の結果と同様である。図10(b)の配合比と含水比の関係より、含水比は、混合比20%の方が10%よりも減少した。しかし、石粉のみの配合から生石灰のみの配合へ生石灰の配合を増やしても、含水比の減少傾向はSF-Gほど明確ではなかった。また、石粉の違いに対する差もみられなかった。以上、本配合試験の結果より、岩手ロームの支持力をCBR20%まで改善するために必要な石粉と石灰の配合比は、混合比20%で約4:6であった。

4.4 安定処理工法における石粉を用いた場合の経済効果

図7, 図8に示す配合試験の結果より、本試料土1tを安定処理するのに必要となる石粉と生石灰の重量を求めた。表3にSF-Gの結果を、表4に岩手ロームの結果を示す。

表3よりSF-GをCBR20%まで改善するのに必要な生石灰は、配合試験の結果から混合比6%が基準混合量であり、1tのSF-Gに対して生石灰60kgの混合が必要となる。一方、石粉配合石灰は、混合比20%、配合比(石粉:石灰)8:2が基準混合量であり、こちらは、1tのSF-Gに対して石粉160kg, 生石灰40kgの混合が必要となる。ここで、生石灰の単価を25円/kg(平成18年著者購入時), 埋め立て処分していた石粉の単価を岩ずり(CBR20%以上)の最低価格¹⁶⁾と同じ0.9円/kgで出荷したと仮定すると、生石灰と石粉配合石灰との価格差は356円となる。つまり、施工業者にとっ

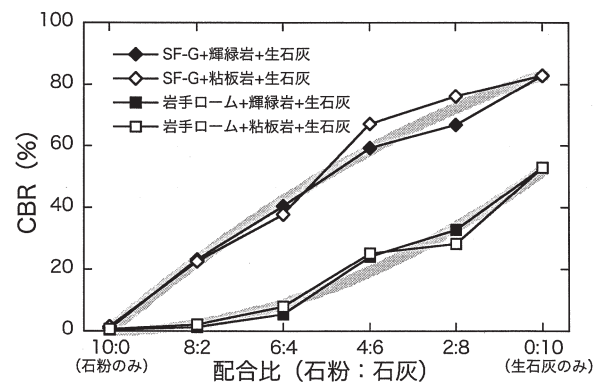


図11 石粉配合石灰処理土の配合比とCBRの関係(混合比20%)

ては、24%のコスト削減につながる結果となった。

次に、岩手ロームについてSF-Gと同様の試算を行った。表4より岩手ロームをCBR20%まで改善するのに必要な生石灰は、配合試験の結果から混合比12%が基準混合量であり、1tの岩手ロームに対して生石灰120kgの混合が必要となる。一方、石粉配合石灰の場合では、混合比20%、配合比(石粉:石灰)4:6が基準混合量であり、こちらは1tの岩手ロームに対して石粉80kg, 生石灰120kgの混合が必要となる。その結果、生石灰単体でも石粉配合石灰でも生石灰の混合は120kgが必要となり、岩手ロームでは、SF-Gとは異なり、石粉配合による生石灰の削減は得られなかった。

上記の結果より、SF-Gと岩手ロームとで石粉配合による石灰の削減効果が異なることが明らかとなった。その原因として、支持力の増加傾向の違いが挙げられる。図11にSF-Gと岩手ロームにおける石粉配合石灰の配合比とCBRの関係を示す。本図には、混合比20%の結果のみを示している。石粉の配合が減少し生石灰の配合が増加すると、SF-GのCBR値は上に凸

の曲線を描きながら増加する傾向を示す。それに對し、岩手ロームでは下に凸の曲線を描きながら増加する傾向を示す。この配合試験におけるCBR値の増加傾向を示す曲線の違いが、試料土に対する石粉配合による石灰の削減効果に現れたものと考えられる。しかし、試料土に対する石粉配合石灰の支持力改善効果のメカニズムについては、本研究について究明することができず、今後の課題である。

5. まとめ

本研究では、碎石生産過程で生じる碎石副産物の新たな活用法として、軟弱路床土の安定処理工法に安定材として石粉を用いる利用法を考案し、その可能性を検討した。具体的には、石粉の軟弱土に対する安定処理効果を調べるために配合試験を行った。軟弱地盤の試料土には、礫まじり細粒分質砂 (SF-G) と火山灰質粘性土I型 (岩手ローム) を、安定材には粘板岩石粉と輝緑岩石粉を用いた。また、従来使用されている安定材の支持力改善効果と比較するために、石灰を用いた配合試験を行った。さらに、石灰に石粉を加えた石粉配合石灰を用いた配合試験についても行った。これら配合試験より得られた知見を以下に示す。

石灰を安定材に用いた配合試験の結果

- 1) SF-Gでは、石灰の混合比増加にしたがい石灰安定処理土のCBR値は増加し、その増加傾向はほぼ直線を示した。また、生石灰の方が消石灰よりも安定処理効果は高く、約2倍の差がみられた。
- 2) 岩手ロームでは、石灰の混合比増加にしたがい石灰安定処理土のCBR値は増加し、その増加傾向は放物線を示した。また、生石灰の方が消石灰よりも安定処理効果は高かった。

岩石粉を安定材に用いた配合試験の結果

- 3) SF-Gでは、石粉の混合比増加にしたがい石粉安定処理土のCBR値は増加し、その増加傾向はほぼ直線を示した。その安定処理効果は、粘板岩石粉の方が輝緑岩石粉よりも高く、約2倍の差がみられた。しかし、石灰の安定処理効果と比較すると、石粉の支持力改善効果は、石灰と比べて非常に小さかった。
- 4) 岩手ロームでは、石粉の混合比を増加しても石粉安定処理土のCBR値は増加しなかった。このCBR値の傾向には、粘板岩石粉および輝緑岩石粉による明確な差はみられなかった。

石粉配合石灰を安定材に用いた配合試験の結果

- 5) SF-Gでは、石粉のみの配合から生石灰のみの配合へ生石灰の配合を増やすとCBR値は増加した。CBR値の増加は、混合比20%においてやや上に凸

の曲線を描く傾向を示した。また、CBR値の増加において、配合する粘板岩石粉、輝緑岩石粉の違いは見られなかった。

- 6) 岩手ロームでは、石粉のみの配合から生石灰のみの配合へ生石灰の配合を増やすとCBR値は増加した。CBR値の増加傾向は、生石灰の配合が多くなるほどCBR値が急増する下に凸の曲線を描く傾向を示した。また、CBR値の増加において、配合する粘板岩石粉、輝緑岩石粉の違いは見られなかった。
- 7) SF-Gまたは、岩手ロームをCBR20%まで改善するのに必要な安定材のコストを試算した結果、SF-Gでは、石粉配合石灰を用いることで約3割のコスト削減を得られた。しかし、岩手ロームでは、石粉配合石灰を用いてもコスト削減につながらなかった。

参考文献

- 1) 経済産業省：骨材需給表 (新材ベース), http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/jyutaku/downloadfiles/stat/20shinzai.pdf (2010)
- 2) 国土交通省総合政策局：建設副産物の現状, <http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/pdf/fukusanbutsu/genjo/171110.pdf> (2005)
- 3) 日本道路協会：舗装設計便覧, pp. 6-11 (2006)
- 4) 前述3), pp. 72-73
- 5) 日本道路協会：舗装施工便覧, pp. 73-77 (2006)
- 6) 杉田美昭・小林堯・荒井孝雄・井上武美・竹内輝義：道路実務講座7 道路舗装の施工, 山海堂, pp. 73-82 (1984)
- 7) 河上房義：土質力学 第6版：森北出版, pp. 237-240 (1992)
- 8) 松尾新一郎：特許よりみた石灰安定処理工法：日刊工業新聞社, pp. 5-7 (1977)
- 9) 地盤工学会：土質試験の方法と解説 第一回改訂版, pp. 69-62 (2000)
- 10) 前述9), pp. 61-68
- 11) 前述9), pp. 54-60
- 12) 前述9), pp. 274-290
- 13) 前述9), pp. 93-108
- 14) 前述9), pp. 291-299
- 15) 前述9), pp. 274-290
- 16) 岩手県：岩手県建設工事設計単価表, <http://www.iwate.jp/view.rbz?of=1&ik=0&cd=5546> (2010)

(2010年10月15日受付 2011年2月10日受理)