

セメント系固化材に石材加工石粉を混入したため池底泥の固化実験

香川大学工学部 学生会員○須崎純平, 正会員 山中 稔, 正会員 長谷川修一
(財)四国産業・技術振興センター 正会員 岩原廣彦, (有)高橋石材 高橋省司

1. はじめに

香川県は全国に知られた良質な石材産地であると同時に、石材加工業が盛んな地域である。石材の切断や研磨などの加工工程の際に発生する石材加工石粉（以下、石粉と称する）は、香川県内では年間 4000 t 発生している。しかしその多くは、廃棄として陸上部で埋め立て処分されているのが現状であり、石粉の低コストかつ大量に利用できる有効な方法が強く望まれている。

また、香川県では 1 万 5 千ものため池が存在している。しかし、ため池では底泥の蓄積により貯水量の減少や水質悪化など機能低下を引き起こしている。堆積した底泥は浚渫作業などで除去できるが、底泥の処分場の確保は年々困難となっている。ため池底泥処理の方策として、池内で固化改良し、工事用仮設道路への利用や盛土が考えられるが、必要強度として 7 日養生で一軸圧縮強さが 100kN/m^2 以上とされることが多い。

著者らはこれまで、石粉の有効利用のために基本物性調査を実施してきた^{1) 2)}。その結果、石粉は高アルカリ環境下でシリカを溶出することから、この溶出したシリカがポゾラン反応を促進させ、固化改良材の単位セメント量の低減につながることを予想された。そこで、石材加工石粉をため池底泥に混合後、セメント系固化材による配合固化実験を実施したので、その結果を報告する。

2. 用いた試料

1) 石粉の収集方法

本研究で使用した石粉は、高松市牟礼町内の石材加工工場から採取した。一般に、石粉の集塵方法は大きく二種類ある。飛散した石粉を乾燥したまま集める乾式収集と、水で洗浄し凝集材を用いて水槽に沈殿させて収集する湿式収集である。本研究では乾式収集で集められた石粉を使用した。また、ため池底泥は、石粉を採取した工場の近傍のため池から採取した。

2) 石粉及び底泥の基本物性

表-1 に、試料として用いた石粉及び底泥の基本土質物性を示す。石粉の含水比は 1.0% 未満と低く、底泥の含水比は 120% と高含水比であった。石粉の強熱減量値は 1.0% と小さいが、有機物の混入が若干ではあるが認められる。用いた底泥の強熱減量値は 8.5% であり、底泥の強熱減量の一般的な値が 11.6% であること³⁾から、一般軟弱土用の固化材が使用できると考えられる。

図-1 に石粉及び底泥の粒度分布を示す。平均粒径で比較すると、石粉は 0.01mm、底泥は 0.02mm であり、いずれも小さな粒径を示す。

表-1 石粉及び底泥の基本物性

	石粉	底泥
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.67	2.62
含水比 $w(\%)$	1.0 未満	120
湿潤密度 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$	1.45	1.63
乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	1.45	0.74
強熱減量 $Li(\%)$	1.0	8.5

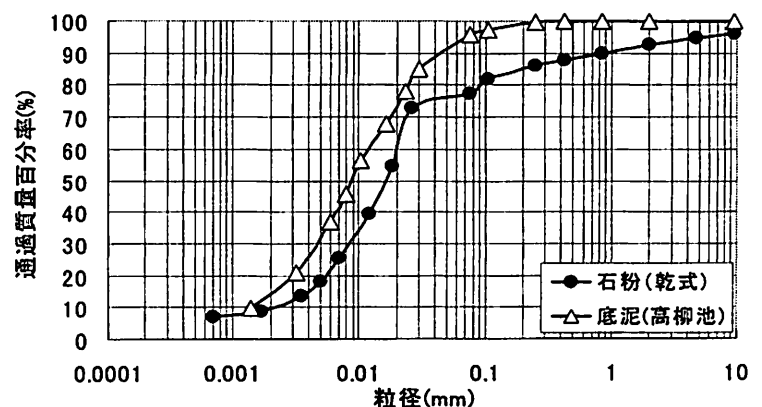


図-1 粒度分布

3. 配合固化実験

1) 実験方法

表-2に、供試体の配合条件を示す。石粉と底泥は体積率を変化させて混合し、石粉が入っていない底泥 100%の配合を HS100、底泥 90%と石粉 10%の配合を HS90 とした。また、セメントは一般軟弱土用ジオセット 10 を使用し、セメント量は底泥 1m^3 に対して 100kg とした。供試体は締め固めを行わない供試体作成方法で作成した。養生条件は、3 日、7 日、28 日、91 日の 4 材令とし、室温 20°C 一定での気中養生とした。

2) 実験結果

図-2に、28 日養生における応力～ひずみ曲線を示す。石粉配合量が多くなるほど最大圧縮応力及び破壊時の圧縮ひずみ量も大きいことが分かる。

図-3に、養生日数と一軸圧縮強さの関係を示す。強度は養生日数が増えるにしたがって増加した。3 日養生では、石粉配合量が多くなるほど一軸圧縮強さの増加が見られる。その他の養生日数でも同じ傾向が見られる。さらに、石粉を加えることによる一軸圧縮強さの増加は、3 日養生よりも 91 日養生が増加している。これは、石粉の中のシリカ分とセメントがポズラン反応を起こしたためと推定できる。

石粉の配合を増すことによって一軸圧縮強さの増加が確認できた(図-3)。特に 28 日養生、91 日養生では HS70、HS60 に大幅な強度の増加がみられた。しかし、HS90、HS80 には HS70、HS60 ほどの強度の上昇はみられなかった。よって、石粉を混入することによってポズラン反応を起こすためには、石粉を 30%以上配合する必要があると言える。

図-4に、養生日数と pH の関係を示す。養生日数 3 日の pH はどの配合条件ともに 11～12 と高く、その後はゆっくりと低下している。また、石粉の配合量が多くなるにつれ、pH は低下している。

4. まとめ

本研究で、乾式収集による石粉を混入することにより、ため池底泥の固化強度の増加が確認できた。今後は、排出量の多い、湿式収集による石粉を用いた同様の試験を行い、石材加工石粉のセメント系固化補助材としての適応性を検討していく予定である。

参考文献:

- 1) 長谷川修一・石塚正秀・山中 稔・西村俊明：石材副産物である石粉の基本物性と有効利用，日本応用地学会中国四国支部平成 19 年度研究発表会発表論文集，pp. 17-22，2007。
- 2) 山中 稔，長谷川修一，高橋省司，岩原廣彦：石材加工石粉の地盤材料への活用に向けた基礎実験，地盤工学会四国支部平成 20 年度技術研究発表会講演概要集，pp. 9-10，2008。
- 3) 山中 稔・富田直人・横田耕三・長谷川修一・増田拓朗：ため池底泥焼成物の緑化基盤としての活用に関する基礎的研究，Eco-Engineering，生態工学会誌，pp. 224-229，2005。

表-2 配合条件

供試体	底泥 割合(%)	石粉 割合(%)
HS100	100	0
HS90	90	10
HS80	80	20
HS70	70	30
HS60	60	40

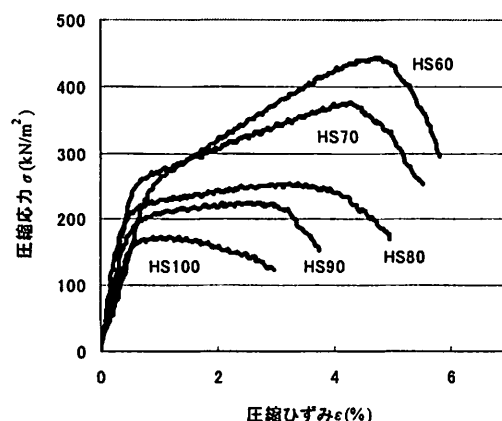


図-2 応力～ひずみ曲線(28 日養生)

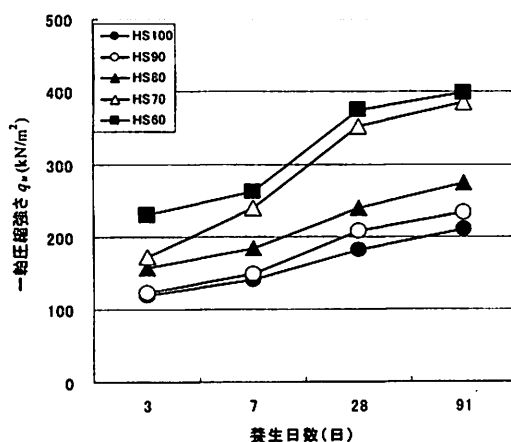


図-3 養生日数と一軸圧縮強さの関係

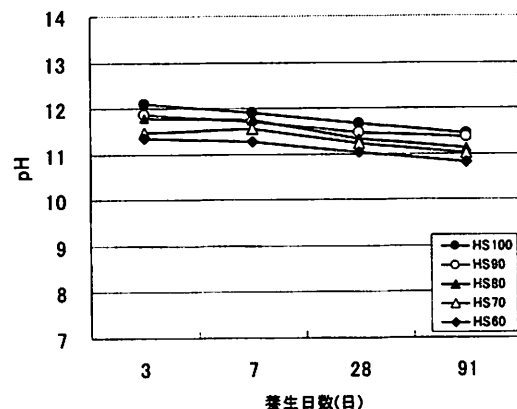


図-4 養生日数と pH 測定値の関係