

花崗岩スラッジの再資源化に関する研究(第二報)

- 花崗岩廃石からの長石、珪石分離試験 -

技術指導部 諏訪 幸雄

1. 緒 言

茨城県笠間市稲田地区の花崗岩採掘場および周辺の石材加工業者からは、みかげ石の切削屑粉や、こっばと呼ばれる割り廃石が大量に出てくる。そこでこれらの廃棄石材を有効利用すべく、廃石から付加価値鉱物である長石と珪石の浮遊選鉱による抽出を試みた。実験によると浮遊条件により長石は80%以上の品位が、珪石はSiO₂成分99%以上の品位を得ることができた。また、笠間焼などで使用する釉薬の原料には、磁力選鉱による脱鉄だけでも十分使用できることが判った。

なお本報告書における磁力選鉱および浮遊選鉱は工業技術院公害資源研究所(筑波)、また化学分析ほかは中小企業事業団の中小企業指導員養成課程6ヶ月コースのなかで、名古屋工業技術試験所での実習として行ったものである。

2. 実験方法

2.1 試 料

今実験の系統図を図1に示す。実験に供した切削廃石は、笠間市の高田石材工業株式会社みかげ石採掘場より採取した。試料は、切削方法が長石、珪石の熱膨張差を利用した熱衝撃破碎のため、比較的黒雲母、長石、珪石に分離されている。実験試料の粒度は-48Meshと-65Meshの2種類とし、ステンレス製スタンパーにて粉碎した。さらに脱雲母のため、磁束密度15000ガウスにより乾式磁力選鉱したものを浮遊選鉱の出発試料とした。

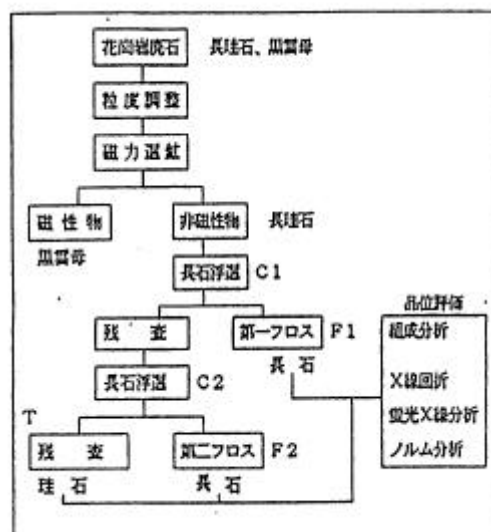


図1 実験系統図

2.2 浮遊選鉱

長石、珪石の分離には長石浮選の方法をとった。磁選によって脱鉄、脱雲母された試料は、水に分散させ攪はん後、上液に浮遊しているスライムを除いた。各浮選に供した試料は50gとし、珪石の抑制剤に沸化水素、長石の捕集にはアミン系捕集剤 Armac-c (ココヤシアミンアセテート)、起泡剤

表1 浮遊選鉱手順

工程	記号	操 作	時間
1		攪拌	5分
2		抑制剤投入	"
3	C1	捕集剤 Armac-c 投入	"
4	F1	パンオイル、空気投入	"
5	C2	捕集剤 Armac-c 投入	"
6	F2	パンオイル、空気投入	"
7	T	残査回収	"

にパンオイルを設定した。浮選機の撈はん回転数は1300 rpmとし、実験順序および処理時間は表1のとおりとした。また浮選実験1～6の条件は表2のとおりである。使用した浮選機は太田機械製 Agitair-Flotar-50である。

2.3 品位の分析

実験によって回収したF1、F2およびTの各浮選試料の評価は、蛍光X線分析による化学分析値またX線回折による鉱物組成および分析値からのノルム計算値から検討した。蛍光X線分析に供した試料は100で一昼夜乾燥した後、JIS-M8854 耐火粘土分析法による強熱減量測定後の試料を用い、ガラスビード法により試験体を成形した。ビード化のための溶解剤は、4ホウ酸リチウムを用いた。試料との比率は10:1とし溶解剤3g、試料0.3を正確に秤量し、1050の溶解温度でビードを成型した。回折試料はメノウ乳鉢にて指頭に粗さを感じない程度に摩砕し、アルミニウム製試料ホルダーに手押しで充填し、含有鉱物を同定した。分析装置はどちらもありガク製を使用した。

工程No		2	3及5	4及6
実験No	粒度 Mesh	抑制剤投入量 g/t	捕収剤投入量 g/t	パンオイル投入量 g/t
1	-48	1,000	500	30
2	-48	1,300	400	30
3	-65	1,300	400	30
4	-48	1,500	500	30
5	-48	1,700	700	30
6	-65	1,700	700	30

3. 結果および考察

磁力選鉱によって脱鉄、脱雲母した長珪石の収量はおよそ92%であった。花崗岩廃石および脱雲母した浮選の出発試料の化学分析値を表3に、X線回折パターンを図2に示す。脱鉄試料の分析値より計算したノルム鉱物組成は、長石成分51.4%(微斜長石20.4%、曹長石23.8%、灰長石7.3%)および石英成分48.6%であった。

表3 花崗岩および脱雲母試料の化学分析値

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	lgloss
花崗岩	75.38	13.24	3.17	0.13	0.03	0.19	1.58	2.56	3.67	0.04	0.10
脱雲母試料	79.02	13.42	0.07	0.02	-	0.03	1.38	2.66	3.27	0.03	0.11

各実験における浮遊選鉱結果およびX線回折パターン、化学分析値はそれぞれ表4～9に示す総括表のとおりである。

実験結果の傾向としては、第一フロスで長石が、第二フロスに長石+石英、そしてテーリングでは石英が回収される。浮選条件の設定によっては、第一フロスにも石英が、またテーリングにも長石が認められる。今回の実験の中で

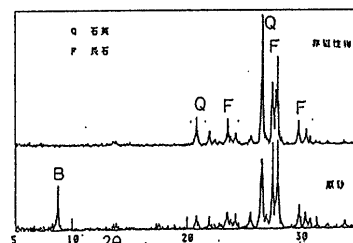


図2 庭石および脱雲母試料のX線回折図

表4 浮選実験 No.1 結果表

	収量 %	実収率 %	化学分析値 %					ノルム値 %				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ml	Ab	An	長石	珪石
F1	59.9	55.1	67.81	19.16	2.46	4.42	5.91	35.7	38.0	12.5	86.2	13.8
F2	23.5	21.6	87.13	8.10	1.08	1.72	1.75	10.8	15.0	5.4	91.3	68.7
T	10.6	9.7	97.76	1.45	0.26	0.14	0.22	1.1	1.1	1.4	3.6	96.4

表5 浮選実験 No.2 結果表

	収量 %	実収率 %	化学分析値 %					ノルム値 %				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ml	Ab	An	長石	珪石
F1	47.4	43.6	66.57	19.44	2.46	4.51	6.31	38.1	39.1	12.4	89.6	10.4
F2	22.6	20.7	76.75	18.27	1.07	1.85	1.84	13.1	18.4	6.2	37.6	62.4
T	30.0	27.6	96.91	2.31	0.23	0.22	0.23	1.1	2.1	1.1	4.4	95.6

表6 浮選実験 No.3 結果表

	収量 %	実収率 %	化学分析値 %					ノルム値 %				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ml	Ab	An	長石	珪石
F1	62.8	57.7	68.98	19.80	2.00	3.97	4.96	31.7	36.1	10.7	88.6	21.4
F2	27.3	25.1	84.74	3.47	0.42	0.62	0.58	3.5	5.4	2.2	11.1	88.9
T	9.9	9.1	99.41	0.38	0.07	0.01	0.02	-	-	0.3	0.3	99.7

表7 浮選実験 No.4 結果表

	収量 %	実収率 %	化学分析値 %					ノルム値 %				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ml	Ab	An	長石	珪石
F1	13.2	12.1	65.69	20.44	2.43	4.36	2.34	41.1	38.7	11.7	91.4	8.6
F2	16.5	15.1	66.69	19.71	2.54	4.64	5.91	39.1	40.7	8.0	87.8	12.2
T	70.3	64.6	84.79	9.38	1.23	2.04	1.75	14.3	17.7	6.3	38.2	61.8

表8 浮選実験 No.5 結果表

	収量 %	実収率 %	化学分析値 %					ノルム値 %				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ml	Ab	An	長石	珪石
F1	48.0	44.2	66.00	20.15	2.58	4.64	6.34	38.1	40.2	12.9	91.1	8.9
F2	18.4	16.9	78.03	15.72	1.24	2.38	2.40	15.8	22.6	6.9	45.3	54.7
T	33.6	30.9	97.13	1.95	0.28	0.26	0.29	1.7	2.1	1.4	5.3	94.7

表9 浮選実験 No.6 結果表

	収量 %	実収率 %	化学分析値 %					ノルム値 %				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ml	Ab	An	長石	珪石
F1	65.4	60.8	68.50	19.22	2.25	4.22	5.44	32.7	37.2	11.5	82.3	17.7
F2	14.3	13.2	83.19	8.23	0.52	0.66	0.84	8.1	8.0	1.8	15.8	84.2
T	20.4	18.9	99.60	0.16	0.05	-	0.61	-	-	0.3	0.3	99.7

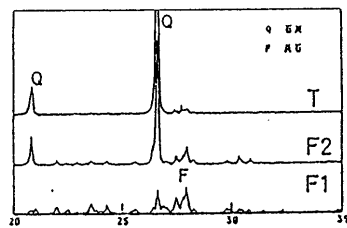


図3 X線回折図

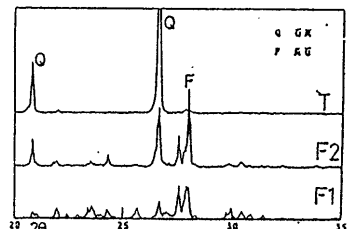


図4 X線回折図

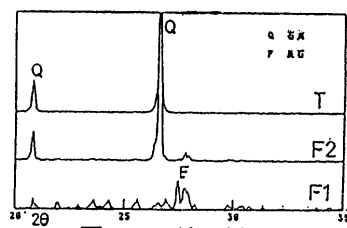


図5 X線回折図

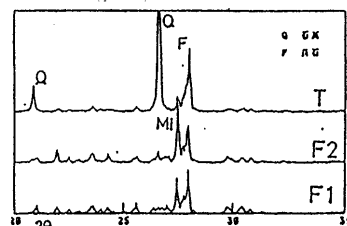


図6 X線回折図

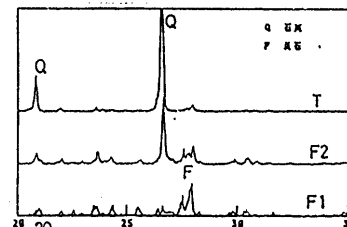


図7 X線回折図

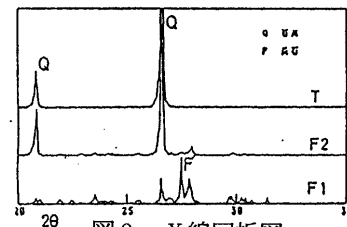


図8 X線回折図

長石を第一フロスで純度良く回収できたのは、実験4（長石 91.4%—収量 13.2%）と実験5（91.1%—収量 18.0%）の条件であるが、収量の点では実験5のほうがかなりよかった。石英の純度は実験3（99.7%—収量 9.9%）と実験6（99.7%—収量 20.4%）が良いが、これも収量では6の条件が優っている。また、同一条件の中で長珪石を分離するにも実験3と6がよい。第一フロスで長石のほとんどが回収される。第二フロスでは粒度の小さい石英が浮遊し回収されるので、第二フロス+テールリングを石英成分とする。結果からは試料の粒度も浮遊選鉱結果に大きな影響を与えており、-65Meshのほうが分離度がよい。今実験の中で浮選成績の良いのは実験№0.6で、抑制剤 HF1, 700g/t, 捕収剤 Armac-c700g/t, パンオイル起泡剤 30g/t の条件かであった。第一フロスで長石成分 82.3%の品位のものが 65.4%の収量で得られ、同時にテールリングで SiO₂ 成分 99.7%の珪砂が 20.4%の収量で得られる。原砂の雲母成分が比較的少ないため、原鉱からの実収率もさほど減じない。

分析結果より長石成分は、曹長石(Albite):灰長石(Anorthite)が 3.2 : 1 で固溶している斜長石と微斜長石(Miclocline)からなり、斜長石と微斜長石の比率はおよそ 1.4 : 1 である。

4. 結 言

稲田地区花岡岩からの長珪石分離選鉱は、浮遊選鉱でうまく分離することが確かめられた。特に稲田花岡岩は主要鉱物の長石、珪石および雲母の結晶が比較的大きく、かつ黒雲母の含有量が 8%と少ないので、長珪石の資源としては有望であろう。窯業原料としては、長珪石の混合資源でも十分に利用できる使い方がるので、これならば磁力選鉱による脱雲母だけで十分である。

最後に今回の実験に当たっては、名古屋工業技術試験所セラミックス応用部の柴田部長、柴崎課長さんや諸先生、ならびに同時期に研修正として在室されていた諸氏には、なにかとご指導を頂きました。また磁力選鉱に当たっては、公害資源研究所資源1課鈴木先生にご指導いただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 諏訪ら:花岡岩スラッジの再資源化に関する研究(第一報)茨工技センター報告 1987
- 2) 富田堅二:非金属鉱物の選鉱法 窯業協会