

IV-14 海外でのボーキサイト鉱山開発計画の検討

三井共同建設コンサルタント株式会社

正員 工博 前田 慶之助

正員 肥田 花園

正員 衣川 泉生

正員 斎藤 敬男

1. 概要

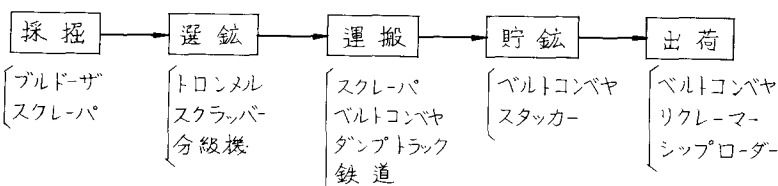
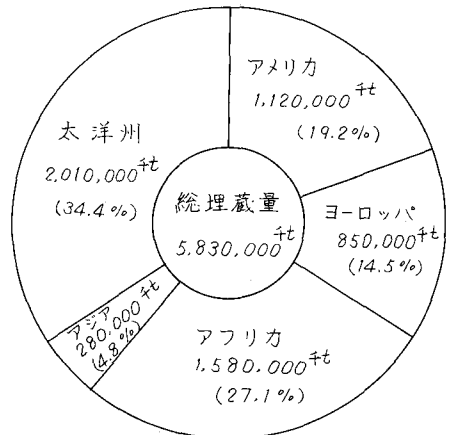
我が国におけるアルミニウム需要増加の傾向は著しいものがあり、昭和31年度以降10年間に於けるアルミニウム新産金の伸び率は一般国民経済成長率をばるかに上廻る21%を示している。また、今後のアルミニウム需要もその需要構造が建築、輸送、電力等の高成長部門であることから、今後も益々伸びることが予想されている。ところがアルミニウム原料であるボーキサイト鉱は我が国には全く産出せず、その全量を海外諸国に依存している。またアルミニウム需要増加の傾向は世界的なものであり、各国とも積極的なボーキサイト鉱増産への姿勢を見せているのが現状である。我国製錬業界も世界各地のボーキサイト産地に採掘権を保持し自主開発するに要し迫られてきた。かゝる時点に我国製錬三社は南太平洋上のフィジー諸島ヴァヌアツレブ島のボーキサイト鉱の採掘権を獲得し、独自の手で初めての自主開発をすることになった。我々はこの我が国で初めてのボーキサイト鉱開発計画に参画する機会に恵まれたので、現在まで開発されている鉱区の状態ならびに新規開発に対する基本的考え方をフィジー島における現地調査結果、計画検討した事と共に報告するものである。

2. 現在までの開発状況

埋蔵量：世界に埋蔵するボーキサイト鉱の埋蔵量は5,830,000トンといわれており、熱帯から亜熱帯にかけた両量の多い地方に多く分布している。地域別分布状況は図-2に示す通りであり、特に太平洋のオーストラリアとアフリカのギニアに多く埋蔵しているが、現在までに開発が多く行われているのは主として、アメリカ、ギニア、東南アジア、オーストラリア等である。

開発方式：ボーキサイト鉱を採掘してから本邦積み出すまでの作業は、現在一般に多く使用されている工事機械は次のようであり、他の鉱石開発方式とほぼ同様である。

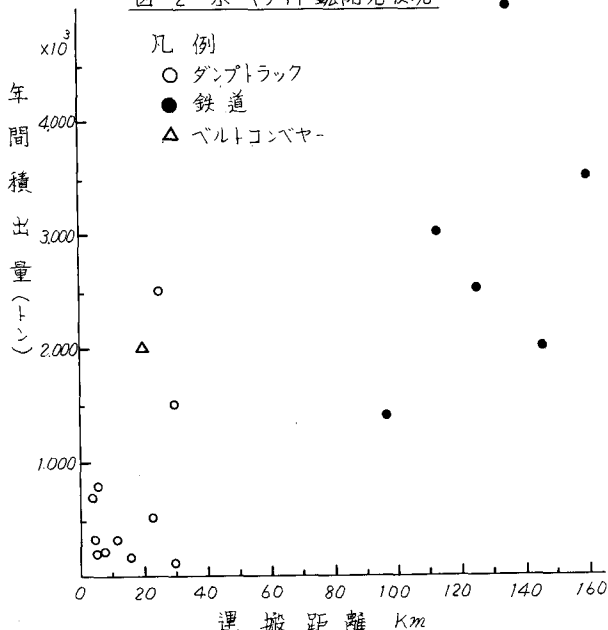
図-1 世界のボーキサイト鉱埋蔵量



選鉱: 地山を採掘して得たボーキサイト鉱は粗鉱というて、粘土分等を含んだものである。選鉱作業は主として水圧による掻きほぐしとロシタルによる篩分けによりこの粘土分を除去するものである。一般に精鉱は 0.4mm (35メシ) による篩分けにより生産し、粗鉱からの収率は60~70%である。

運搬: ボーキサイト鉱を開発するための上記の作業の中で、鉱区状況により開発方式に差異を見せているのは運搬方法である。可なり現在使用されているスクレーパー、ベルトコンベヤー、ダンプトラック、鉄道による運搬は、埋蔵量、年間積出量、運搬距離によりその適用範囲を異にしており、現在まで開発されている鉱山の運搬方法は図-2のようである。図に示すように、ダンプトラックの運搬距離は30km以内が、鉄道は100 km 以上がほとんどを占めている。

図-2 ボーキサイト鉱開発状況



3. 新規開発に対する基本的考え方

ボーキサイト鉱開発に際し基本的に考慮しなければならないものは、採鉱可なり埋蔵量の問題、品位の問題、開発方式の問題等があげられるが、ここでは企業を採算ベースに束ねるための検討を主眼として、初期投資額、ランニングコスト、最適解理に基づいて検討した結果に基づいて以下に述べる。

投資限界: ボーキサイト鉱開発に必要な施設、道路、選鉱工場、荷役設備、港務施設、関連施設等の建設費、可なり初期投資額の限界は次の概算方法により算出するのが一般的である。

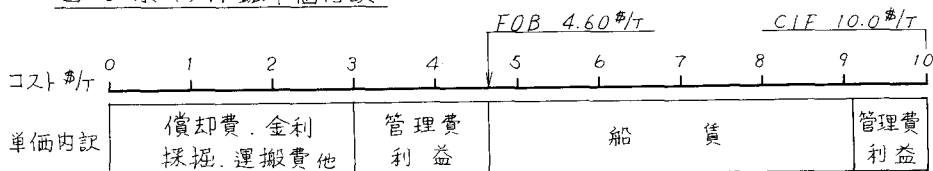
(i) ボーキサイト鉱埋蔵量からの推定

$$\text{初期投資額}(\text{\$}) \div \text{埋蔵量}(\text{T}) = 30\%$$

(ii) 年間売上高からの推定

$$\text{初期投資額} = \text{年間売上高}(\text{年間積出量} \times \text{FOB価格}) \times 4$$

ランニングコスト: ボーキサイト鉱の価格一般にCIFで10%, FOBで4.6 $\text{\$/T}$ であり、その内訳は図-3に示す通りである。この中で単価の変動要因には船積、採掘費、運搬費があげられる。 図-3 ボーキサイト鉱単価内訳



運搬費：運搬もダンプトラックで行う場合の距離別運搬費を算定する。運搬費は選鉱工場の位置により大きな差を生じるものである。次の3ケースについて算定し、結果を図-4に示す。なお粗鉱の収率は一般的な70%とした。

CASE1：選鉱工場が鉱区にある時（精鉱運搬）

CASE2：選鉱工場が鉱区と荷役地奥の中間地奥にある時（粗鉱および精鉱運搬）

CASE3：選鉱工場が荷役地奥にある時（粗鉱運搬）

図に示すように、ダンプトラックの運搬距離の限界は次のとおりであり、図-2に示した現状までの状況とほぼ類似している。

CASE1：25 km

CASE2：18 km

CASE3：14 km

荷役方式：荷役方式はバースによる沖荷役と本船揚岸の直接荷役があり、東南アジアにおける現在の荷役方式は沖荷役が多いが、今後の開発においては直接荷役が増加すると思われる。この場合、荷役方式は老朽の建設条件、岸内条件および船舶料等が大きな要素となる。

船型の検討：今後ボーキサイト鉱の開発が益々盛んになると思われる東南アジア、オーストラリアからの船型別船賃を直接荷役の場合で算定すると図-5に示す通りであり、ほぼ満足できるものである。ところがアフリカからの輸送は運搬距離が長いために現状ではコスト面から困難である。今後は大型鉄石船を使用する事と同時に、現地でアルミを製造し、日本へはアルミを輸送する事を考える必要があろう。

4. フィジー島ボーキサイト鉱開発計画

フィジー島ヴァタアレブ島サナレナ地区のボーキサイト鉱開発は我国で初めての自主開発であり、大きな意義と関係各方面からの期待を受けているものである。

鉱山の概況：サブレブ鉱区はヤナフ川を約10 km遡った地奥にあり、その埋蔵量は600万トンである。当地区のボーキサイト鉱は Al_2O_3 42.3%、 SiO_2 2.1%で、粗鉱からの精鉱（粒度24mm以上）の収率は60%である。鉱区は一連の渾水河が流れており、厚さ12 cmの表土の下に約2

図-4. ダンプトラックの運搬距離と輸送コスト

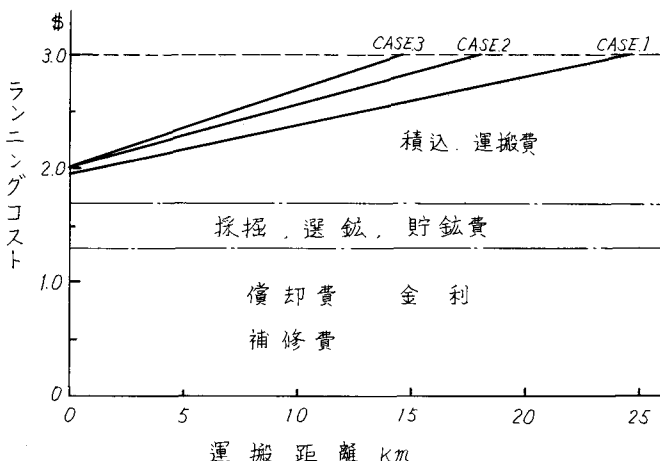
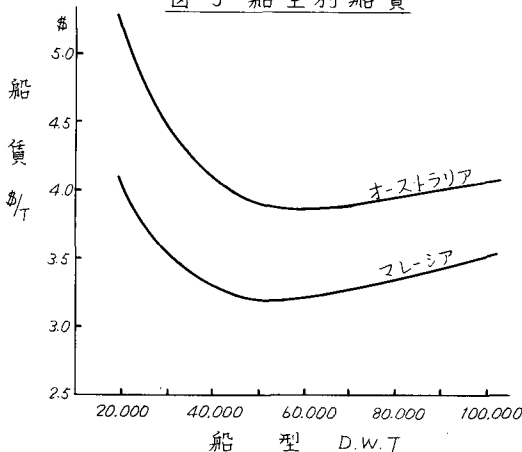


図-5 船型別船賃



ルのボーキサイト鉱床がある。

・計画の概要

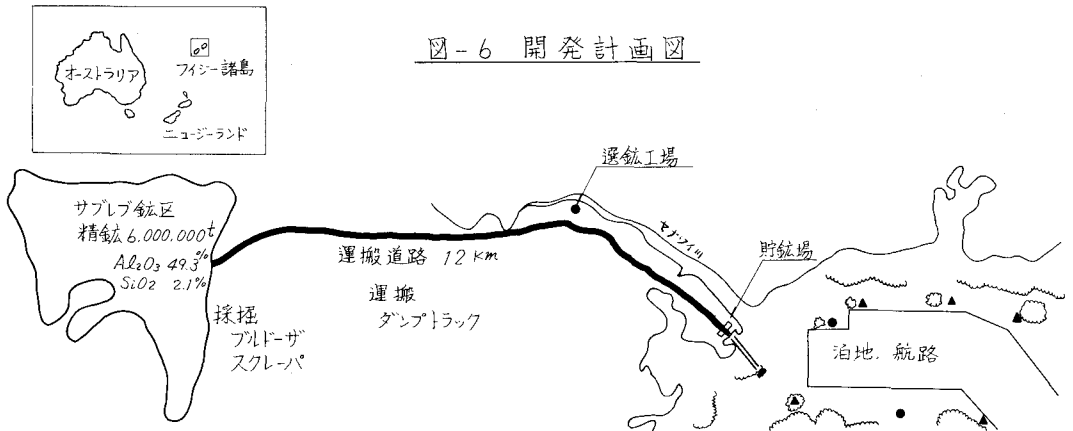
採掘量、積出量：ボーキサイト港積出しは20年であり、年間積出量は精鉱250,000トンである。

また、年間粗鉱採掘量は687,500トンであり1時間当り粗鉱採掘量は299T/hである。

建設施設：ボーキサイト鉱採掘、運搬には要は次の各施設、道路、選鉱工場、尾鉱池、荷役施設、港務施設、ストックヤード、コースウェイ、公共施設、関連施設を建設する。

荷役方式：本計画における対象船舶、すなわち我国のボーキサイト、キャリアーは15,000～30,000 DWTである。当地区の海岸は南方特有のサンゴ礁が発達しており、本船の接岸は非常に困難であるとともに直接荷役のための撃船岸の建設は現地の建設業の状況より考えると不経済である。これより本船荷役は沖取方式とし、本船荷役は海岸線から1.5海里の奥で250 DWTバースからの荷揚げを行う。

開発計画図：フィジー島ボーキサイト鉱開発計画図は図-6に示す通りである。



開発工事費：本計画の開発工事費の総額は、1,325,000千円（＄3,700,000）である。この中で資材の戻税費は全体の10%に占める139,000千円（＄386,000）であり、建設資材の船賃および保険料は40,000千円（＄111,000）に占めている。

5. まとめ

- (i) 鉱石開発計画における諸種の進め方は採掘、和上計画、現地調査、基本計画、フ、ー、ジ、ビ、リ、テ、ィ、ー、ス、ク、デ、ィ、ー、の順となるが、特に和上計画においては充分に資料を収集する事が必要である。
- (ii) ボーキサイト鉱開発に当たり重要な事は現地の自然状況に適合した撃船施設、荷役施設、運搬ルート、選鉱工場の位置等の調査を充分に行うと共に、現地の常川状況を加味して採掘方式、荷役方式を決定しなければならない。
- (iii) フィジー島の開発計画においては特に港務条件の制約、すなわち南方特有のサンゴ礁の影響により、港務施設建設地等の選定が最も重要な点となった。
- (iv) 今後アフリカ等遠方からの開発を行う時の船賃の低下およびアルミナ工場の公害問題に対処するため、現在使用されている20,000～30,000 DWTのボーキサイトキャリアーを大型にすると共に、現地にアルミナ工場を建設することが必要であろう。