

第2章 協力要請案件のスーダン経済 の中での位置付け

第1節 スーダンにおける開発戦略

第1章で述べて来たように、スーダンは典型的な農業国であって製造業といえども、農業的色彩の強い産業構造を持っている。民間消費構造もエンゲル係数が極めて高く、工業製品向けの需要が創出されるだけの余裕が少ないことを物語っている。さらに自然立地条件に制約されて、インフラストラクチャーも未発達であって、それが産業の発達を阻害する要因となっている。このような悪条件のなかでスーダン経済の発展を考える場合、正攻法としてはやはり現行6カ年計画が目指しているように、農業の発展を基礎とした製造業の発展を図ることであろう。一方で農業の生産性を高めると共に、他方農業よりも付加価値率の高い製造業が次第に国内需要や労働力を吸収して行く条件を作り出すことが必要である。農業と関連する製造業には二種類考えられるであろう。一つは農産物を原料として、それを加工する産業であってスーダンにおいて比較的発達している食品加工業、繊維産業、皮革、木工業などがその代表的な例である。今一つは、農業部門に対して農機具、肥料農業などの投入財を供給する産業であって、スーダンにおいては余り発達していない。この種の産業が発達しないことには農業自体の生産性が高まることが期待出来ない。また電力、道路、港湾などの関連インフラストラクチャーの整備も望ましい。

第2節 道路、農業および港湾案件

序文でも述べたように、先方より要請のあった案件のうち道路および農業については既に国際協力事業団を通じて調査が実施されている。その詳細は同報告書^(注)を参照して載くとして、概要を述べると以下の通りである。

2-1 白ナイル沿岸稲作開発案件

(1) 計画対象地域の位置

ハルツームの南方200kmのホワイトナイル左岸に位置しており、ホワイトナイル州の州都エド・ディエムの南方40kmの地点にある。

(2) 目的

この地域は洪水期に定期的に冠水するので、輪中堤と排水路とを整備することにより水没を防止して稲作の年間2期作を実現しようとする計画である。

(注) 国際協力事業団、スーダン国道路建設計画フィージビリティ調査ファイナル・レポート、昭和53年3月

国際協力事業団、アブ・ガザバ地区農業開発計画フィージビリティ調査報告書、昭和53年6月

(3) 経 緯

わが国は1977年度より無償資金協力(約5億円)として、パイロット・ファーム(付属建物、農機具を含む)50haを建設し試験栽培を実施中である。1977年5月より8月にかけて投資前基礎調査が実施された。

(4) 案件の内容および資金所要額

アブ・ガザバ地区15,600haを対象として総工費2億1,076万USドル相当(1977年価格、所要外貨分は55%)をかけて、農地造成および農産加工施設の整備を実施する。

(5) 内部収益率

年間ha当たり10トンの収量が見込まれ、その際の内部収益率は17.6%と算定されている。

(6) 重 要 性

スーダンは典型的な農業国であり、また将来アラブ諸国に対する食糧供給基地として期待されているにもかかわらず、小麦、砂糖、茶などの食料品の輸入額は総輸入額の1割を超えている。米の需要は国内生産を上回っており、不足分はエジプトなどからの輸入に頼っており、最近の輸入量は年間1万トンに達している。スーダンにおける稲作はゲジラ地区、パール・エル・ガザル地区、エクアトリア地区などで行われており、年間生産高は1万2000トン程度にしか過ぎず、平均収量は一番高いゲジラ地区においても1ha当たり1.55トンと他の米産出国と比較しても著しく低い。

本案件は、通年ポンプ灌漑を採用するとともに排水路の整備によって排水の再利用を図ることにより、平均収量を飛躍的に高め、かつ年間2期作を可能にすることを目的としている。計画通りに着手されたらば、工事開始9年後には生産量は14万2,000トン(精米に換算すると9万9,000トン)が見込まれている。その場合には米の自給自足が達成出来るばかりでなく、余剰分の輸出の可能性も生じて来よう。また副産物である藁を家畜の飼料として使用するならば、家畜の食糧事情が改善され、畜産業の質の改善にもつながることになる。また水準の高い稲作知識の伝播は他の稲作実施地帯への刺激ともなるであろう。

2-2 道 路 案 件

(1) 計画対象地域の位置

エル・オベイド〜ウム・ルアバ間136km。

(2) 目 的

本案件は、ポートスーダンから西部のエル・ゲネイナを経てチャドに通ずるアフリカ横断路網

の一部を成すものである。

(3) 経 緯

本案件は、1975年10月にわが国とアフリカ開発銀行との間に成立した合意に基づき、アフリカ開発銀行が将来融資を検討する可能性のある案件で未だ調査が不十分なものについて、わが国が国際協力事業団を通じて調査を実施した最初の例である。本案件の投資前基礎調査は、1977年3月から6月にかけて実施された。

(4) 案件の内容および資金所要額

3工区から成り、13カ所の鉄筋コンクリート橋梁建設を含む総延長13.6km DBST舗装（巾員6m）の道路建設計画が提言された。総工費3,255.9万USドル相当（1977年価格、但し税金は含まれず、所要外貨分62%）。

(5) 内部収益率

将来の交通量の伸びが1992年まで年率7%、その後5%と想定した場合には19.1%、交通量の伸びを全期間年率5%とした場合には16.0%と算出されている。

(6) 重 要 性

スーダンにおいては広大な国土にもかかわらず、舗装道路延長距離が1,261km強（1978年6月末現在）にしか過ぎず、原始的な未舗装道路（土道）は20,000kmに及ぶと推定されるが、その4分の3以上は雨期には通行出来ない状態にある。従って、走行費が著しく高くなり物資の移動も制約されている。道路網が整備されれば、伝統的農業部門の換金作物生産が促進されるきっかけが与えられることになろう。現在、スーダンにおいてはハルツームとポートスーダンとを結ぶ幹線道路（総延長1,190km）の建設が完成に近づいており、さらに、同幹線道路から南、北、西に伸びる道路網の整備が計画されている。特に、エル・オベイドから分岐して南部スーダンのワウまで道路網整備の構想も進められており、アフリカ横断道路にとっても、将来の南部地域開発にとっても本案件の実施が不可欠の前提となるので重要性の高いものと言えよう。

2-3 港 湾 案 件

その他に、インフラストラクチャーに関してスーダン政府から日本に対して援助を期待している旨表明のあった案件としては、新スアキン港建設案件がある。

(1) 計画対象地域の位置

新スアキン港の建設予定地は、ポートスーダンから海岸線を約40km南下したマルサ・クリ

イ (Marsa Kuwait) と呼ばれる地点である。マルサ・クワイの海岸線に平行に入江になった地形を利用して港湾建設を計画している。

(2) 目 的

スーダン政府は、経済開発6カ年計画期間中の輸出入貨物の増大に対処するために新スアキン港の建設計画を策定している。この計画は、6カ年計画に従って増産される農産物とその加工品および各種鉱石とその加工製品の輸出用埠頭と、将来増大することが予想される石油製品と建設資機材の輸入専用埠頭の建設を目的としている。

(3) 経 緯

新スアキン港の建設については、西独のコンサルタント Rhein Ruhr Ingenieur 社により投資前基礎調査が実施され (1977年)、サウジアラビアが港湾本体、西独が港湾関連インフラストラクチャーを融資するという前提の下に、同じく西独のコントラクターの Strabag 社から詳細設計が提出されている。

(4) 案件の内容

当初の予定では、2000年完成を目標に1期、2期、3期に分けて新スアキン港の建設を進めることにしている。

第1期計画に含まれる事業は次の通りである。

① 岸 壁

コンテナ用岸壁	水深14m, 延長350m
砂糖・RORO・雑貨用岸壁	水深13m, 延長410m
作業船用岸壁	水深6m, 延長150m

コンテナ用岸壁および砂糖・RORO・雑貨用岸壁については埠頭巾を平均400mとし、コンテナの一時保管用地、野積場、上屋、作業場、道路、交通設備その他の用地に当てる。

また天端高は夏期低潮位上2.5mとしている。

② 防 波 堤

③ 埋 立

④ 泊地浚渫

⑤ 建 屋

⑥ 道路交通設備

⑦ 航行援助施設

⑧ 道 路

⑨ 鉄 道

⑩ 給水施設

第1期において購入すべき機械の主なものは、コンテナ・クレーン、岸壁クレーン、砂糖荷役プラント、フォーク・リフト、モビール・クレーンなどである。また船舶としてはパイロット・ボート1隻、網取船3隻、タグ・ボート3隻、消火艇1隻などを必要としており、第1期工事の工期は36カ月が予定されている。第1期工事が完了すると年間140万トンの処理能力のある港が完成することになる。完成目標年度は、当初の計画では1981～1985年である。第2期、3期の建設時期はその後の輸出入の伸びを勘案し、決定することとなっている。

(5) 資金所要額

前述の通り第1期計画に相当する事業について、ストラバーク社が技術検討を行いスーダン政府に詳細設計並びに価格見積を提示した。これに対し、スーダン政府は同社の価格見積に疑問があるとして、政府内部に第1期計画に関する検討委員会（議長は計画大臣）が設けられ、スーダン自身の手により価格見積の再検討が行われた。価格見積の変遷は次に示す通りである。

ライン・ルール社当初案	1.0億USドル
ライン・ルール社修正案	1.3億USドル
ストラバーク社	2.0億USドル
スーダン案	1.3～1.4億USドル

資金調達については、関連インフラストラクチャーに関して西独より8,100万DM、港湾本体に関してはサウジアラビアおよびその他からの融資をそれぞれ予定しているが交渉は成立していない。

(6) 重要性

スーダンは紅海沿岸に約800kmの海岸線を有するが、大型船の繫泊が可能な天然の良港はポートスーダン1港しかない。スーダン政府は現在、ポートスーダンの拡張と各種施設の補修・新設工事を実施中で、2000年には年間貨物処理能力を550万トンに上げると共に滞貨、滞船の一扫を目指している。しかしポートスーダンはもはや埠頭を大巾に拡張する余地はなくなっており、今後増大して行くことが予想される輸出入貨物量に対処するためには、1980年代後半には新しい港湾を必要としている。

新スアキン港建設は上記の必要性から提言されたものである。新港が完成すればポートスーダンは一般貨物の取扱い、新スアキン港はバルキー・カーゴ専用港として機能的に分離されることになり、貨物の処理が今よりも一層容易となるであろう。

第3節 セメント産業

3-1 セメント産業の重要性

農業部門に投入財を供給する一連の産業のなかで、スーダンにおいて戦略的に重要であるのはセメント産業である。ナイル川の水に依存するスーダンの農業において、ダム灌漑の果たす役割は極めて大きい。さらにダムを建設すれば発電、上水道、養殖魚など多目的に使用出来る効果がある。さらに全天候道路の発達していないスーダンにおいて道路網が整備されれば、伝統的農業部門において市場向け生産が可能となるであろう。ダム建設、道路建設の原料としてセメントが必要であるばかりでなく、農業部門との関連においてセメント産業が注目されたのは、その雇傭効果に関してである。農村部から都市に流出して来る未熟練労働者を雇傭する最大の業種である建設業はセメント産業の生産物を主たる投入財として使用する典型的な産業である。従って、雇傭対策の上からも建設業の健全な発達が必要であるし、建設業の健全な発達のためには、その原料供給部門であるセメント産業が着実に発展することが望ましいことは言うまでもない。また、地方における土木工事は農家に副収入を与え農民の総所得を高めることに寄与しよう。

さらに、粗固定資本形成において建設業の果たす役割の大きいことは既に述べて来た。粗固定資本形成の増加は各生産部門において生産能力が新たに追加されることになる。生産能力の増大は、生産に直接・間接に関係する人達の総所得を増加させることであり、実質所得の増大はエンゲル係数の低下を通して工業製品への需要の増加につながることになる。その需要増が国内産業に向けられれば国内産業発展の手掛かりが出来ることになる。この一連の過程が相互に有機的に関連し合いながら進行して行けば、悪条件が重なっているスーダン経済が自立的に発展出来る糸口がつかめることになろう。二次、三次の波及効果を考えると、生産増加、雇傭拡大、所得増大のいずれの面においてもセメント産業を重点的に育成する必要性は明らかである。

3-2 スーダンにおけるセメント業の現状と計画

スーダンにおける国産セメントは1947年アトバラに設立され、翌年から操業体制に入ったマスビオ・セメント公社によって生産が開始された。次いでラバクにおいてナイル・セメント公社が設立され1969年から生産が始まり、現在スーダンにおける国産セメントはこの2社によって供給されている。両社ともに建設資材公社の管轄下にある公共企業であるが、いずれも種々の問題を抱えている。マスビオ・セメント公社は当初日産150トンの設備から出発し、1950年代初めに日産560トンの設備が増設され、計日産710トン(年産22万5,000トン)の規模の設備を有するが、稼働率は低く過去16年間の年平均生産量は13万トン弱であり、操業度は60%を下回っている。原因として挙げられているのは、(1)ディーゼル発電設備の故障と燃料不足とによって電力の供給が不安定であったこと、(2)石膏がポートスーダンから予定通り輸送されな

ったこと、(3)セメント製品をハルツームまで輸送するのに30トン貨車が1日に6台しか割当てられず、その為生産が行われても滞貨が生ずること、(4)その上、セメント製品の貯蔵能力が1,200トンしかなく、滞貨を生じさせない為には生産を落さなくてはならないこと等である。マスピオ・セメント公社はこれらの生産阻害要因を克服する為に1976年デンマークのF. L. Smidth社と技術資材供与契約を締結し、それに基づき日産750トン(年産23万5,000トン)規模の設備を増設すると共に、3MWのディーゼル発電設備3基の更新、1,000トンおよび2,500トンの貯蔵能力のある貯蔵庫2基の建設、さらに英国の贈与による石灰石輸送用のロープウェイの更新と原料採取地点までの延長などの工事が進行している。スーダン土木業者の外貨調達困難から工事完了が遅延して、1979年2月に完成予定がさらに2年以上遅れる見込みである。一方のナイル・セメント公社はさらに困難な問題を抱えていて、生産実績が生産能力10万トンの50%を超過したのは1973年だけであり、過去7年間の操業度は40%強にしか過ぎない。同社の場合問題となるのは、(1)地質調査および鉱量の確認が不備であった為、原料採取地点が工場設置場所より60km離れていて、しかも道路状況が悪く雨期の5~6カ月間は運搬が不可能であること、(2)砕石設備の能力が規格を下回っていること、(3)各種部品およびディーゼル油の不足、(4)技術者の訓練不足、(5)ナイル・セメント公社自身の資金不足などが原因とされている。ナイル・セメント公社の問題解決の為に、1975年にUNIDO、エジプト、その他のコンサルタントによって調査が行われ改善計画が提案された。その結果、1977年建設資材公社は西ドイツのエツシェ・ヴェルケ社と砕石設備の更新契約、同じく西ドイツのクロクナー社とセメント生産設備の更新の契約をそれぞれ締結して、現在改善工事が進行中である。一番問題である原料運搬についてはナイル・セメント公社が30~40トン積みトラックを25台購入するか、或いは原料採取地点まで鉄道引込み線を新設するかの2案が提示された。しかし、スーダン国鉄は貨物運搬量から見て鉄道引込み線の新設計画には反対であり、またナイル・セメント公社の経理状況が悪い為にトラック購入の目途もついていないと言われている。

スーダンにおける第3のセメント工場計画は本調査対象案件であるデルデブ計画である。本案件を推進するために、1976年アラブ・セメント公社が設立され準備を進めている。一方、1978年9月にスーダンを訪問した国際金融公社(International Finance Corporation: IFC)調査団はデルデブ・セメント案件を検討した結果、セメントの海外向け輸出の可能性が殆どなくなり、国内需要向け中心にセメント生産を推進しようとする現状では、国内の最大消費地であるハルツームから800km以上も離れているデルデブの立地条件は非常に不利であることを指摘した。それでIFC受入れ機関であるスーダン開発公社(Sudan Development Corporation: SDC)は、フトバラ工場の再々増設の可能性とデルデブ案件との比較検討を進めていて、IFCと打合せの上立地条件に関する結論を出す予定となっている。スーダン開発公社のデルデブ案件に関する今後の方針は次の通りである。

(1) 資金調達の予定は、

1) 政府 出 資

2,000万USドル相当

2) 外国民間出資	2,000万USドル
3) 外国政府ソフトローン	7,000万USドル
4) 設備延払 (Custom Debenture)	2,000万USドル

計 1億3,000万USドルを見込んでいる。

(2) 設備および機材の調達にあたっては、外貨節約の見地からフル・ターン・キー方式は取らず、バラ買いをする。

(3) 経営者、技術者、従業員の技術向上の為に長期間外国から技術指導を受ける契約を別途締結する。

第4の計画としては、紅海沿岸のポートスーダン北方75kmのマルサ・アラキヤに年産40万トン規模の生産計画(全量サウジアラビア向け輸出、但しスーダン政府は10万トンまでは引取り可能)があり、アメリカ民間資本とスーダンとの合併で Cement Production (Sudan) Ltd. が1975年に設立された。しかし、アラブ・セメント公社より聴取した情報によれば技術上の理由で同社は現在では活動を中止しているとのことである。第5の計画としては、南部地域のイースタン・エクアトリア州のカボエタ(ジュバ東方250km)で年度10万トン規模のセメント生産の計画があり、西ドイツのクロクナー社が現在投資前基礎調査を進めている。さらに第6の計画としては、ブルー・ナイル州、州都ダマジンの近辺に年産10万トンの計画があるが、この方は鉱床の予備調査が若干為された段階に止まっている。

第4節 電力業

4-1 電力業の重要性

セメント産業に対して、電力業の場合、産業としての性格が異なるからその役割はやや異なって来る。電力業は一種のサービス業であるから、セメント産業の場合のような雇傭拡大効果、所得増大効果があるわけではない。電力業の役割は工業用、農業用、民生用のエネルギー源を供給することによって生産を促進させることであって、従来、薪炭、牛糞、蠟燭などに頼っていた燃料、光熱用のエネルギー源をさらに効率の良い電気に代替して行くことにその役目があるのである。従って、すでに与えられている需要を追いかけて行く性質のものである。ただ、電力供給が普及すると次の段階として家庭用電器製品に対する需要が発生することが予想される。その場合には家電品製造業、修理業の発達を刺激することになる。ところで、スーダンにおいては電力が安定的に供給されない為に、生産面で種々の支障が起っている。製造業として登録されている企業の7割以上が集中しているハルツーム周辺においてはブルー・ナイル電力網から電力の供給を受けている。しかし、ブルー・ナイル電力網の主力発電設備が設置されてあるロセイレス・ダムとセンナール・ダムはいずれも灌漑を主目的として建設されたものであって、ブルー・ナイル沿いに開

拓されたゲジラ計画その他の灌漑地域に乾期の10月～3月の間灌漑用水を優先的に供給しなければならない。このため電力需要が最大となる4月、5月に両貯水池の水位が低下し、発電可能出力が設備出力の50～67%程度にまで低下するという問題を抱えている。さらに、ロゼイレヌ発電所からヘルツーム郊外のキロ・テン変電所まで485kmの距離を220kV送電線、同じくセンナール発電所から260kmを110kV送電線、それぞれ1回線を有するのみであって、送電距離が長いだけに故障が起り易いという問題もある。1977年始めにスーダン工業連合会(Sudan Manufacturing Association)が大、中、小各規模の工場についてサンプル調査をした結果によれば、停電によって操業率が17%低下していることが明らかにされている。特にガラス工場、繊維工場、油脂工場における停電の被害は大きく、一時間停電すれば復旧作業に停電が終った後でも、さらに3時間を要するとのことである。停電が頻発した1978年には停電によって操業率は25%位低下したと見られる。スーダンにおける従業員規模では民間最大の企業であるSudan Textile Co.では電力の安定供給を確保する為に、公共電力にのみ依存出来ず20MWのディーゼル自家発電設備を設置している。その為設備費用としては8%位割高になる上、自家発電設備の運転、保守のための人員、燃料などの経常費用が収益を圧迫する要因となっている。

このように見て来ると、スーダンにおける電力業の健全な発展は既存の製造業の操業率を大きく改善させることに寄与することが明らかである。スーダンの製造業は一般に操業率が低く、50%以下という場合も珍しくない。低操業率の原因は、設備が老朽化していて故障が起り易いからとか、外貨の入手が困難な為に原材料、部品が予定通り調達出来なかったからとか業種によってまた工場によってさまざまであるが、電力の安定供給が得られなかったからというのはいかなり一般的な原因となっている。先のスーダン工業連合会の推定が正しいとすれば、スーダンの製造業が低操業を余儀なくされている最大の原因は電力供給が充分でなかったことにあると言えよう。公共電力が安定して充分に供給されれば、大規模工場において自家発電装置をわざわざ設置する必要はなくなる為、固定資本利益率や資本生産性、労働生産性の一層の向上に寄与することになる。さらに、ディーゼル発電の為に重油の輸入が削減出来るという国際収支効果も期待することが出来よう。また、民生安定に役立つことは言うまでもない。農業部門では従来ディーゼルに頼っていたポンプ灌漑を電化しようとする計画が推進されている。ポンプ灌漑農業においても製造業の場合と同じように、電力の安定供給が確保されれば、生産性は向上し、国際収支効果が期待出来るが、反対の場合には生産性の低下をもたらすことになる。

スーダンにおいては現在、南西部地域においてシェブロン社が実施している石油資源探査によって、比較的良質の石油胚胎層に達している。しかし、商業上の採算に乗るだけの埋蔵量はまだ確認されていない。最も望みを懸けている石油資源がそのような状況であり、ほかに石炭資源も地熱資源も確認されていない現状ではナイルの水を利用した水力発電がスーダンで入手可能な唯

一の国産エネルギー源と云ってよい。しかし、スーダンの場合、ナイルの水を利用する水力資源開発の場合に、重大な制約があることを忘れてはならない。第1章でも触れたエジプトとの間の国際水利協定によってスーダンで取水出来る水量が制限されていることである。後述する今回のPower III計画に関連して英国のコンサルタント2社が他2社と共同してNile Water Studyを実施した。その調査の結果、スーダンで取水可能な水量は当初考えられているよりも事態ははるかに深刻であることが判明した。その為、スーダン政府と協議の結果、政府は今後予定していた大規模灌漑工事は事態が改善されるまで取り敢えず中止することを決定した。Power III計画に関連して実施を予定していたロゼイレス・ダムの上り10m嵩上げが中止されたのもその為である。このことは将来の水力発電開発に関係する許りではなく、セメントの需要量想定にも、また日本が現に技術供与中であるホワイト・ナイルの水を利用するエド・デュエム付近における米の実験農場の将来計画にも関わって来る問題である。特に、後者について触れたのは、1978年6月に出版された投資前基礎調査報告書(アブ・ガザバ地区農業開発計画・フイージビリティ調査報告書)の執筆が時期的にNile Water Studyとそれに続くスーダン政府の大規模灌漑計画中止決定の情報を取り入れることが出来なかった為、利用可能水量に関して余りに楽観的に書かれているからである。ナイル川の水利用に制約があることは、電力資源開発に関して火力発電所と共にスタンド・バイとしての火力、汽力発電所が必要であるということである。Power III計画において、ロゼイレス水力発電所増設と共にブリ・ディーゼル発電所の増設、北ハルツーム汽力発電所の新設が提案されている意義はそこにある。

4-2 スーダンにおける電力計画の進展

スーダンの電力供給は、1) ブルーナイル電力網、2) イースタン電力網、および 3) その他15地点(州都など)の小規模な発電設備による単独供給の3つによってまかなわれている。このうち最大のもは、首都ハルツームを含んだブルーナイル電力網であり、発電可能出力はスーダン全体の82%を占めている。ブルーナイル電力網の主力設備は1962年に完成したセナナル発電所と、1971年に完成したロゼイレスダムの水力発電設備であり、それぞれ、110kV、220kVの1回線送電系統によって首都に電力を供給している。

1961年に世銀借款により開始されたこのロゼイレス計画は灌漑案件を含んだ総合計画であり、1968年に世銀借款を受けた電力案件はPower I計画と呼ばれ、3基の30MWの水力発電機と15MWのガスタービン発電機および首都ハルツームまで485kmの2回線鉄塔1回線架線の送電施設から成っている。1975年に世銀借款の対象となったその後のPower II計画は1980年までの主な農業・工業電力需要をまかなうものである。ブルーナイル電力網については、ロゼイレスの42MW 4号水力発電機の増設が含まれているが現在完成が遅れているものの今年の夏までには完成する見込みである。Power II計画ではこの他、5MWのジュバのディーゼル発電所と配電網の改善・拡張、および英国の電力庁による経営のコンサルティング、また英

国のコンサルタント2社による水力・ディーゼル・ガスタービンの組合せによるブルーナイル電力網の最適な拡張計画を含む電力の長期計画策定とが実施された。このブルーナイル電力網の拡張計画は今回の Power III 計画の主体をなすものであり、ブリ・ディーゼル発電所とロゼイレズ水力発電所については世銀と EC 諸国の融資がほぼ決定されている。同時に計画されている北ハルツームに建設予定の蒸気タービン発電所は、ポートスーダン電力網計画策定と共に未だ準備段階にある。

第5節 セメント産業と電力業との業種選択

以上見て来たようにセメント産業と電力業とは産業としての性質が全く違うので、同一平面において優劣を論ずることは出来ない。前者は、生産増加のための基礎資材を供給する産業であり、後者は、生産を円滑に進行させるエネルギー源を提供する産業である。前者なくしては生産の増加にはあり得ず、後者なくしては生産の維持が為し得ない。従って、経済全体としては両者補完し合うべき性質のものである。

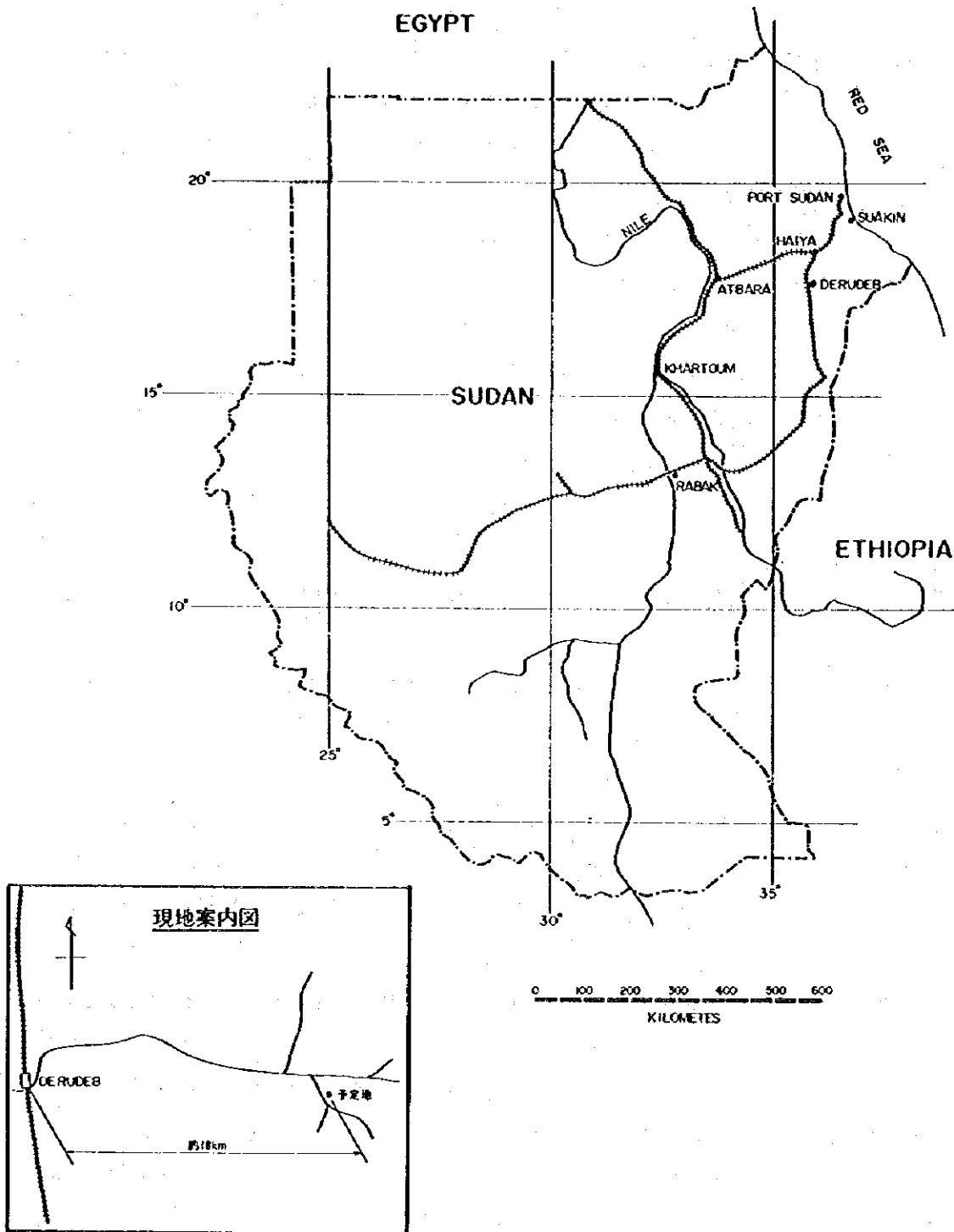
スーダンに対する援助供与に当たって両産業どちらを優先させるべきかという選択に迫られた場合には、スーダン経済が現在解決すべき問題は果して生産力の増加にあるのか、それとも生産力の維持にあるのかを見極めた上で、各産業の採算性の問題その他を勘案して総合判断を下すべきである。

第3章 デルデブ・セメント工場案件

第1節 案件の概要

1-1 位置

スーダン国略図及び現地案内図



1-2 経緯概略

1972年…ソビエトの地質学者によるデルデブ地区石灰石鉱床の予備調査実施。

1974年…クエートの企業家がスーダンに合併セメント事業を目論み、アルゼンチンのコンサルタントに依頼してフィージビリティ・スタディを実施するもその後撤退する。
(資金上の理由という)

1976年…デルデブにセメント工場設立、経営のための組織 ARAB CEMENT CORPORATION (以下 ACC と略称) 設立。(現在スーダン政府の出資—300万ドル相当現地通貨—のみがなされている)

スーダンの現行6カ年計画(1976年7月～1982年6月)にこの案件が含まれている。

1977～…ACCによるデルデブ石灰石の調査(ボーリング3本)および粘土鉱床の調査を1978年を実施。

スーダンのコンサルタント(SEMAC)によるフィージビリティ・スタディ実施。

現在…石灰石鉱床のボーリング調査(約20本)を1978年末から実施中。(ACCの依頼により費用はACC持ちでスーダン政府エネルギー鉱山省地質局が実施。)

1-3 既往の調査の報告書要旨

1-3-1 ソビエトの予備調査

(1) デルデブ石灰石の地表サンプルを採取分析の結果セメント製造に適すると考えられるので、さらに詳しく調査することを提案。

(2) 石灰石の賦存量については、賦存面積を簡易測定、深さを想定することにより(深さ50mと想定)賦存量は約1億トンと推定。^(注)

(注) 年産50万トン工場の約150年分

1-3-2 アルゼンチンのコンサルタントのフィージビリティ・スタディ(1974年度)

(1) 工場の能力 日産1,500トン(クリンカー・ベース)^(注)

(注) 年間実働300日、石膏添加量5%とすると年間セメント $1,500 \times 300 \times 1.05 = 472,500$ トン

(2) 需要予測

諸国民1人当り年間セメント消費量との相関から調査時点のスーダンにおける理論的消費量を

算出、以降年率 5.3% で需要が延びるものと推定。(人口増加率 3.3%, 1人当り GNP 成長率 1.6% と推定)

予 測 値 (理論値)

1975年度 540,000トン(1人当り29kg)

1985年度 900,000トン

(3) 原料調査

石灰石: 削岩機によるボーリング93本(最大深度39m)を実施。品質はセメント製造に適し、^(注) 鉱量は5,100万トン。

(注) 年間50万トン工場の約80年分。

粘土: 削岩機によるボーリング19本, 試掘井22本を施工。品質はセメント製造に適し、^(注) 鉱量は約4,500万トンという。

(注) 上記を裏付けるボーリング資料, 分析値等は記載されていない。

(4) 経済分析

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1) 投資額 | 47,532,500ドル(内訳なし) |
| 2) 製造原価(金利を含まず) | 19,932ドル/トン |
| 3) キャッシュ・フロー他 | なし |

1-3-3 スーダンのコンサルタントのフィージビリティ・スタディ

(1) 工場の能力 日産1,500トン(クリンカー・ベース)

(2) 需要予測

- 1) スーダンの現行6カ年計画の数値(別添)
- 2) 他の機関の予測値(別添)

上記の2資料を引用しているのみで, 独自の予想は行っていない。

(3) セメント輸出

年間50万トンのうち30万トンを輸出するとしている。(近隣国は需要の75%を輸入に依存しているという情報を引用)

(4) 経済分析

- | | |
|--------|-----------------------|
| 1) 投資額 | 91,400,570ドル |
| | (運転資金を含み, 関連インフラを含まず) |

2) 販売価格の設定

1981年 輸出用 60ドル/トン (積出港トラック乗渡し)
国内用 80ドル/トン (工場渡し)

以後7.5%で値上げするものとしている。

1991年 輸出用 123.7ドル/トン (積出港トラック乗渡し)
国内用 154.5ドル/トン (工場渡し)

3) キャッシュ・フロー

上記の想定に基づき操業後10年間の累積キャッシュ・フローが3.5億ドルに達するとしている。

1-3-4 ACCが実施した原料調査

石灰石：ボーリング(3本)試料を分析し、個々の分析値が示されている。

粘土：試料採取位置を示す図面とともに個々の分析値が示されている。

第2節 案件の内容についての検討

2-1 原料および立地条件

2-1-1 原料

セメントの主原料である石灰石と粘土は後に掲げる略図の位置に存在している。

(i) 石灰石

使用予定の石灰石の一部は断続した丘(殆どが高さ50m未満)を成しているが、大部分は地下に賦存する。この品質と鉱量について最も詳細に調査したと考えられるアルゼンチンのコンサルタントの報告書(前出)は結論を示すのみで詳細なデータが記載されていない。その結論によるとこの石灰石はセメントの製造に適し、その量は、

地上部分	4,225,203トン
地下部分	47,027,466トン
合計	51,252,669トン

であるとしている。

上記の鉱量は、年産50万トン工場の使用量の約80年分に相当するが、果してそれが正確であるか否かについてはデータ未公表のため判定できない。(各調査団がこの点をいつも問題としているためACCで確認のためのボーリングを現在実施中である) 品質については、ソビエト

の予備調査およびACCが既に実施した分析値によれば、セメント製造用として適当であると判定できる。今回調査団が持ち帰った試料を分析（全成分につき1点、他に塩素含有量について2点）した結果、塩素含有量以外は既往の分析値（同一試料に対するもの）と良い一致を示した。（塩素は調査団の分析では検出されなかった。これはセメント製造工程の選定上有利な方向である）

(2) 粘 土

粘土についても石灰石と同様、アルゼンチンのコンサルタントは結論のみを示しているが、これによれば品質はセメント製造用に適し鉱量は4,485,504トンという。^(注)但しこれもコンサルタントが詳細データを公表していないのでその正確性については判定できない。その他には、ACCがスーダン政府機関に委託した調査の報告書（1978年度実施）があり、これには調査地点、試料採取地点および分析値等が明示されている。この報告書を検討した結果、

1) 品質は成分にやゝバラつきが多く、均斉化工程を要するが、セメント製造用として適当である。

2) 報告書による鉱量3,320,000トン^(注)は調査の精度はやゝ粗いと言わざるを得ないが、概算としては妥当なものと判断される。

粘土原料は石灰石と比べると使用量が少ないため、運搬距離が多少長くなっても大きな障害はない。今回予定されている粘土原料地と工場間の1.8kmの距離は通常の運搬距離である。しかし、より近い地点に原料があるに越したことはないので、近くに粘土原料を求めるための調査は試みるべきであろう。（粘土原料としては、いわゆる粘土だけではなく、風化頁岩、粘板岩等も利用できる）

(注) 年産50万トン工場の使用量の約300年分。

(注) 年産50万トン工場の使用量の約20年分。

2-1-2 立 地 条 件

用 地

石灰石鉱床付近には平坦な土地（空地）が展開しており、そのうち適当な部分を選定すれば、整地を行う程度で工場用地（30ha程度）を造成することが可能である。

交 通

工場予定地に最寄りの鉄道駅はデルデブで、ここから工場予定地までの距離は約1.8km、2地点間の標高差は約40m（工場予定地が高い。測定は気圧式高度計による）である。現在、この区間に人工の道路はないが、地勢はほゞ平坦、かつ地表の状況は現況のままでもジープが走行できる程度である。

鉄 道

デルデブ駅から主な都市に至る距離は、下記の通りである。(地図参照)

デルデブ	～	ハイヤーハルツーム	715 km
デルデブ	～	カサラハルツーム	1,015
デルデブ	～	ポートスーダン	315
デルデブ	～	カサラ	225
デルデブ	～	ゲダレフ	485

道 路

現在、ポートスーダンから首都ハルツームに至るハイウェイ(舗装幅員7m)が建設中であり、一部は既に完成している。この道路はデルデブ駅付近を通過する。

通 信

現在、デルデブには電話設備がない。デルデブ駅付近に設置されている外国の建設会社の工事事務所(前記道路工事用のもの)には無線通信設備があり、首都ハルツームとの間の連絡に用いている。

気 象

気象は砂漠的で降雨量が少なく、年間100ミリ前後である。平均日間最高気温は5月が最も高く41.2℃(1941～1970年の平均)、平均日間最低気温は1月が最も低く16.0℃(前と同じ)である。

人的資源

デルデブ駅近傍に小集落がある。人口は判然としないが、いずれにしてもセメント工場の従業員を小規模な人口しかいないこの集落に求めることはほとんど期待できない。(集落の写真参照)

用 水

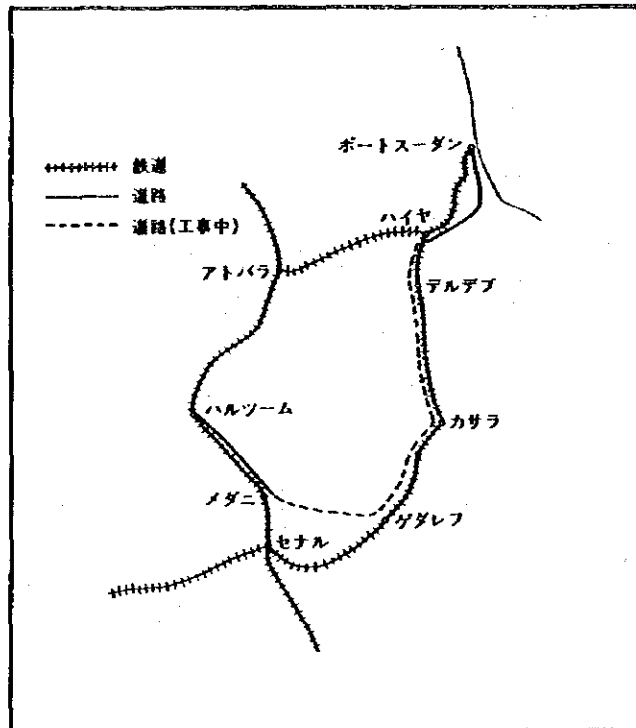
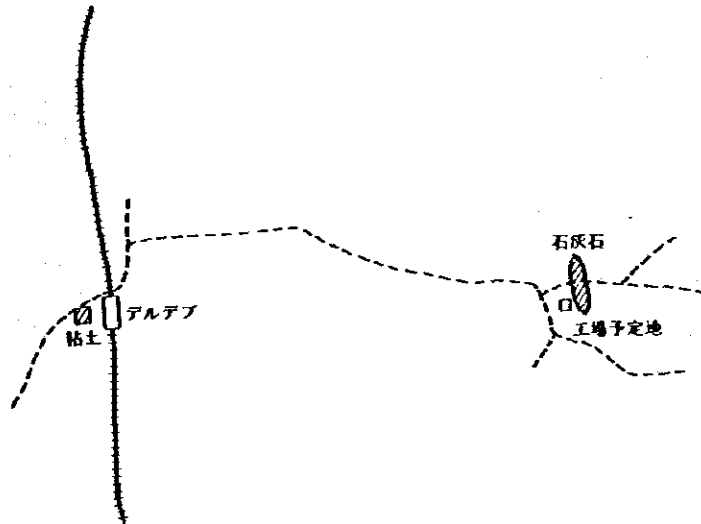
地下水がデルデブ駅および工場予定地付近に存在している。しかし、セメント工場用として揚水を続けた場合にこれが涸渇するか否かは未調査である。他の水源としては、デルデブ駅付近を通過して敷設されている送水管が考えられる。これは、前記の道路工事用としてその沿線に水を供給するためのものでアトバラ川を水源とする。

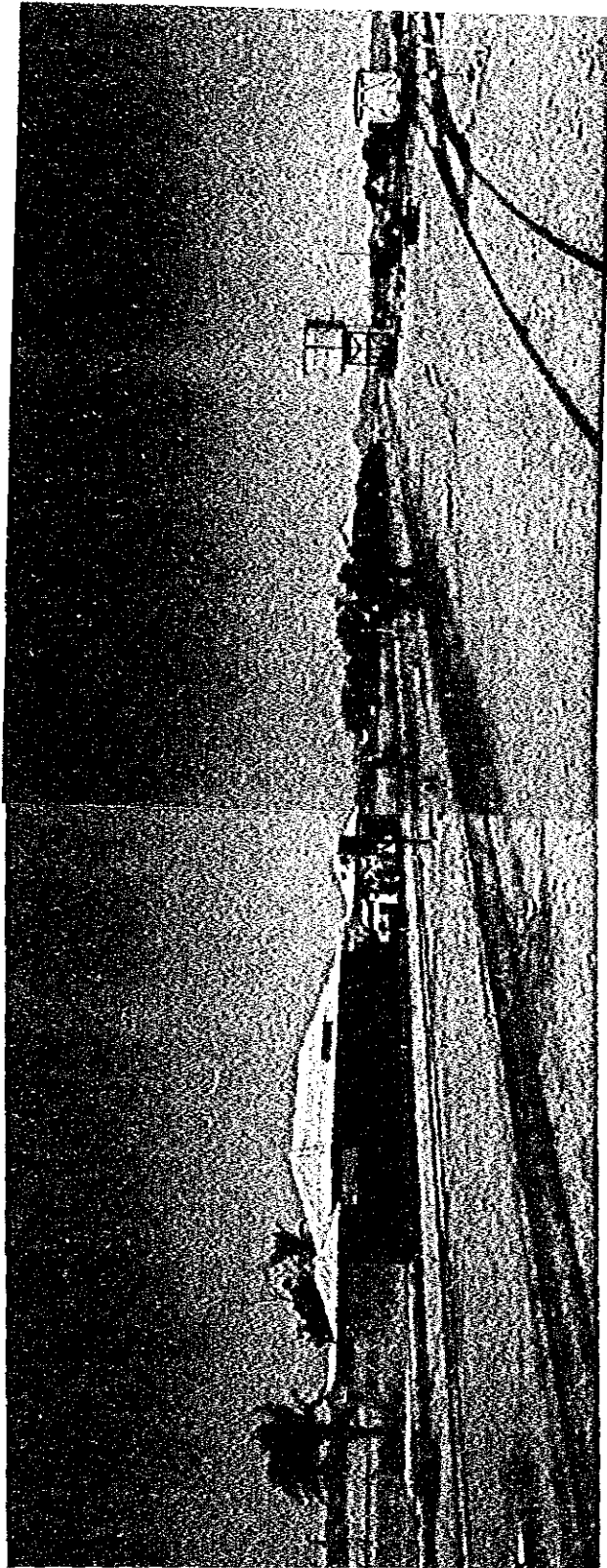
上記の現状から見て、本案件を実施するにあたっては、次のようなインフラストラクチャーの整備が必要と考えられる。

- 1) デルデブ駅と工場予定地を結ぶ道路の新設。(舗装幅員7m, 延長, 18km)
- 2) デルデブ駅と工場を結ぶ鉄道線路の新設。(単線, 18km。ただし、この他に工場構内の操車場が必要)

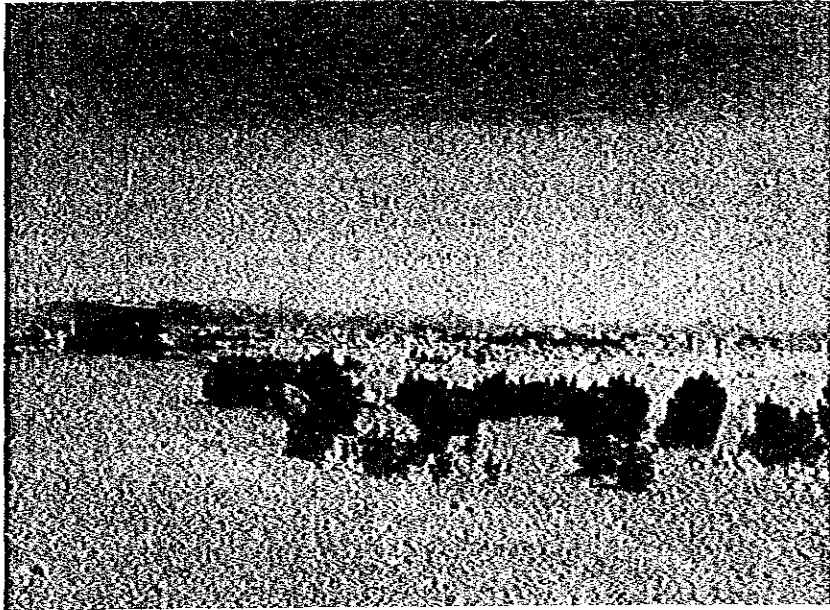
原料賦存地位置図

縮尺 1/250,000

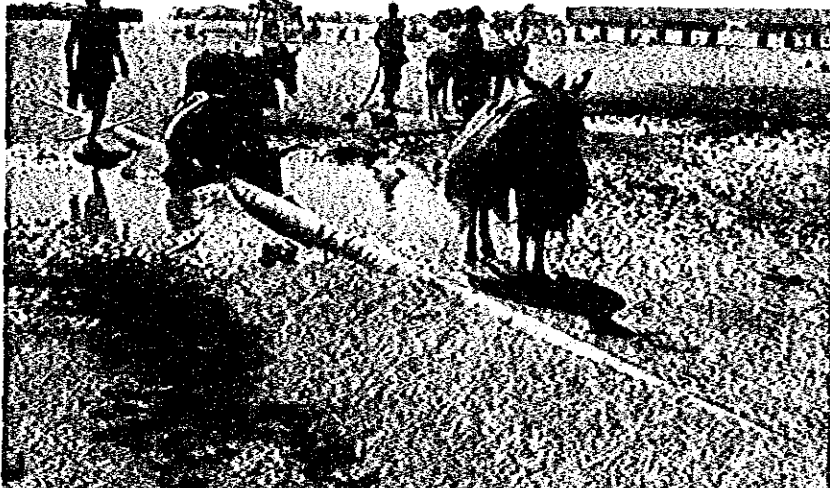




デルザノ駅



デルデブ駅から見た集落



デルデブ駅付近を通る送水管

- 3) 通信施設、無線電話の設置。(少なくとも首都ヘルツームと交信可能なもの)
- 4) 従業員用住居。(全従業員数約400人として、その80%、320戸程度)
- 5) 既存の送水設備の買収または利水権の取得および、これから工場までの送水管の新設(約18km)

上記に関する費用の推定については、後記「建設費」の項参照。

2-2 規 模

2-2-1 日産能力および年産能力

下記の資料1および2では、

クリンカー(セメント半製品)	日産能力	1,500トン
セメント	年産能力	500,000トン

資料3では、

セメント	年産能力	500,000トン
------	------	-----------

としている。(注)

(注) クリンカー日産能力1,500トンの場合、一般的には年間稼働日数を300日、石膏添加量を5%として、生産能力は

$$1,500\text{トン/日} \times 300\text{日} \times 1.05 = 473,000\text{トン}$$

とすることが多いが運転に良く習熟していれば年産500,000トン(稼働日数317日に相当)も可能である。

- 資料1 アルゼンチンのコンサルタントのフィージビリティ・スタディ報告書(1974年)
 資料2 スーダンのコンサルタントのフィージビリティ・スタディ報告書(1978年)
 資料3 スーダン国の経済開発6カ年計画書(1976年7月～1982年6月)

2-2-2 日産(年産)能力決定の考え方

上記の3資料とも日産(年産)能力決定の方法について特に論じていないが、それぞれが掲げるセメントの需要予測値によって判断したものと考えられる。

(i) 資料1によるセメントの需要予測値 (注)

1975年度 54万トン(他の諸国の国民1人当りGDPとセメント消費の統計により、スーダンの理論的消費量を計算したもの)

1985年度 90万トン（人口増加率3.3%、GDP1人当り伸び率1.6%とし、相乗して、セメント増加年率5.3%として算出）

（注）資料の表現によれば理論的消費量となっているように本来の意味の需要予測値とはいえない。

(2) 資料2によるセメントの需要予測値

資料3からの引用により次の値を掲げている。（表3-1）

表3-1 スーダンのコンサルタントによる需要予測

	需 要	国内生産	差
	千トン	千トン	千トン
1976/77	450	250 ^{・1}	-200
77/78	500	290 ^{・2}	-290
78/79	545	300 ^{・3}	-245
79/80	600	430 ^{・4}	-170
80/81	660	550 ^{・5}	-110
81/82	725	850 ^{・6}	+125
82/83	800	1,050 ^{・7}	+250

注：

- ・1 既存2工場公称能力合計 325,000トンの77%
- ・2 同 上 " 89%
- ・3 同 上 " 92%
- ・4 同上の100%と既存工場増設分(225,000トン/年)の47%の合計
- ・5 同上の100%と増設分の100%の合計
- ・6 本案件の生産能力の60%(30万トン)と・5の値の合計
- ・7 本案件の年産能力の100%(50万トン)と・5の値の合計

2-2-3 生産(年産)能力についての考察

前記のセメント需給計画に基づけば、1981/82年度に年産50万トン工場が完成し、同年度には供給余力12.5万トン/年、次年度(1982/83年度)には25万トン/年の供給余力を生ずる。この余力を輸出できない場合でも、スーダン国内のセメント工場の平均操業率は1982/83年度において、

$$800 \div 1050 \times 100 = 76\%$$

となり、これは通常考えられる程度の操業率である。よって需給計画が表3-1の通り推移するものとすれば、本案件の規模年産50万トンとして計画されたことは肯定できる。

しかし、今回調査で得られた情報によれば、前記の需給計画と現状との間に既に差異が生じて

いるので、既定の規模年産50万トンについての見直しを次の通り行った。表3-1と現状の差異は次の諸点である。

- 1) 1978年2月完成予定の既存工場(アトバラ)の増設工事(年産225,000トン)が遅延(関係者によれば約1年)している。(供給予想の変更)
- 2) 既存工場(アトバラおよびラバク)の生産が計画を下回った。(1977年度計画25万トンに対し実績1977年度17万トン)
- 3) 1976/77年度の供給不足見込み20万トンに対し、輸入実績は約13万トンであった。
- 4) 2)3)の結果、1976/77年度45万トンの需要見込みに対し、消費実績は約27万トンに留まった。
- 5) 現デルデブ案件を1981/82年度に完成させることは、現時点では不可能となっており、これからこの案件を推進してもその完成は1983年乃至1984年となる。(後記「建設期間」参照)

表3-1の需要予測値は調査団に対しての説明によれば、計画初年度の前年の理論的セメント消費量を算出し、これと1人当たりGDPの伸びと人口増加を考慮して定めたその後のセメント消費量の伸び率により、求めたものである。理論的セメント消費量を算出する手法、および基礎データについての説明はなされていないが、上記の説明に基づけば1975/76年度の理論的消費量を41万トンとしたことになる。一方、同年度の実際消費量は約25万トン(1975暦年度の消費量と1976暦年度の消費量の平均)である。このように表3-1の予測値は実際の消費量の予測値というよりは目標値と考えられるもので、前述のように実際値の約1.6倍の値を基準として算定している以上、この実際の消費量がこの予測値に接近するには、かなりの年数を要するものと考えられ(少なくともセメントの自給体制が整うまで)、この意味で表3-1は実際の消費を予測したものとは考え難い。事実1976/77年度の実績と予測値との比は前述のように27万/45万=0.6に止まっている。

上記の観点から本調査団は現段階で利用できる資料に基づいて、予測消費量および供給量についての試算を行なった。(表3-8 需給予測参照)

これを表3-2に示す。

表3-2 需 給 予 想

単位:千トン

年度	需要	生 産		需 給 計	需 給 過不足	デルデブ 750トン/日案		デルデブ 1000トン/日案		デルデブ 1500トン/日案		
		アトバラ	ラバク			*1 生 産	*1 過不足	*1 生 産	*1 過不足	*1 生 産	*1 過不足	
1978	340	140	30	170 ^{*2}	△	170						
79	370	150	70	220 ^{*3}	△	150						
80	390	220 ^{*4}	80	300	△	90						
81	430	340 ^{*5}	80	420	△	10						
82	460	390 ^{*6}	80	470	+	10						
83	500	390	80	470	△	30						
84	540	390	80	470	△	70	130	+	60	170	+	100
85	580	390	80	470	△	110	150	+	40	200	+	90
86	630	390	80	470	△	160	180	+	20	230	+	70
87	680	390	80	470	△	210	200	△	10	270	+	60
88	730	390	80	470	△	260	230	△	30	300	+	40
89	790	390	80	470	△	320	230	△	90	300	△	20
90	850	390	80	470	△	380	230	△	150	300	△	80
91	920	390	80	470	△	450	230	△	220	300	△	150
92	990	390	80	470	△	520	230	△	290	300	△	220

注 *1 デルデブ工場案はいずれも1984年稼働とし稼働率は初年度50%、2年後60%、3年後70%、4年後80%、5年後以降90%と想定した。

*2 2工場の公称能力合計(320,000トン)の約53%。

*3 同上の約70%

*4 既存 220,000トン/年の80% (注1)

増設 230,000トン/年の20%

*5 既存 220,000トン/年の80%

増設 230,000トン/年の70%

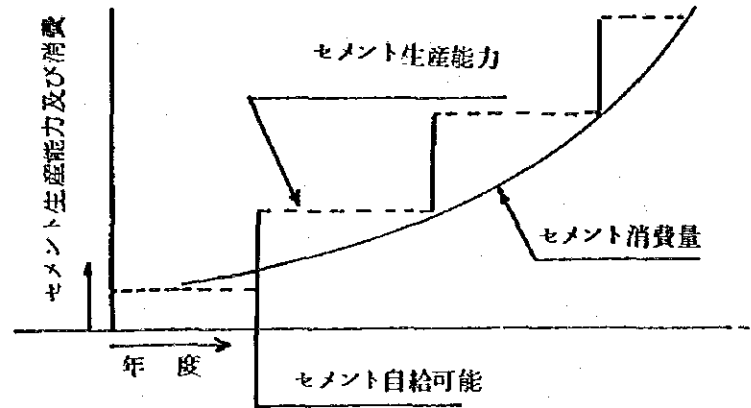
*6 既存 220,000トン/年の80%

増設 230,000トン/年の90% (注2)

(注1) 既存工場の生産を最大でも80%と想定した理由の一つは、アトバラ工場の設備2系列(日産560トンおよび150トン)の内、日産150トンのものは1948年完成後約30年経過していることである。この設備を休止し、残りの設備を100%稼働した時の操業率は平均して80%となる。

(注2) 今後スーダンがセメントを全て国産化していくためには常に生産能力が消費を上回る必要があり、そのためには操業率は100%に達しないと考えるべきで(略図参照。なお上表についていえば、1984年以降)、その為増設設備の操業率は最大で90%とした。

表3-2によれば、セメント需要予測が表3-1のものよりも大巾に下回るにもかかわらず、案件の完成時期（後記、「建設期間」参照）の1984年度には依然としてセメント不足の状態が継続しており、これに対処するセメント案件の必要性が認められる。その規模を試みに日産750万トン、1,000万トン、または1,500万トンとした場合の需給バランスも併せて表3-2に示してある。



規模の大きい場合と小さい場合の得失は次の通りである。

(1) 大規模の場合

利 点

- 1) スケール・メリットにより製造原価が安い、特に本案件の場合のように規模に関係なく、ほぼ同額のインフラストラクチャー整備費を必要とする場合はスケール・メリットが大きい。
- 2) 輸出市場が開かれている時は生産能力の面から見て輸出の可能性を有する。
- 3) 需要の急増（大型案件）に対応出来る。

欠 点

- 1) 工場完成時の供給能力が実需を大きく上回り、ために操業率が低くなる。また100%操業に達するまでの年限も長い。

(2) 小規模の場合

上記の逆となる。日産能力1,500トンと、1,000トンの場合について上記の内 スケール・メリットと操業率に着目して採算を試算した結果は、日産1,500トンとする方が採算がよい。（後記、「案件の評価」参照）。この他に前述の大規模の場合の定性的な利点 2)および 3)を考慮して日産規模は1,500トンが適当と判断される。

2-3 建設期間

ACCによれば建設期間は資金調達の時期によるので現在未定である。但し、着工後の工期は30カ月としている。

この工期30カ月について考えると他の例からみてやゝ短い。即ち、現在既存工場で行進中

建設期間表

年度 月数	1980年			1981年			1982年			1983年			1984年																									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76
項目																																						
コンサルタント選定	□																																					
入札書類作成	□																																					
入札	□																																					
入札書審査	□																																					
ネゴ及び契約	□																																					
工事 (ターンキー方式)	□																																					
調査・設計																																						
機器製作																																						
土建工事																																						
据付工事																																						
試運転及び性能保証運転																																						

の増設工事の予定工期が1976年5月契約、1979年2月完成—33カ月—であるのに対し、実際の進行は現時点で約12カ月遅れであること、サウジアラビア等における同種案件の工期が33～36カ月であること等から見て、本案件の工期も36カ月（3年）程度を見込むのが適当である。

資金調達について未定の現状では本案件の完成期日を予想することは確かに困難であるが、前述の規模決定のための判断に必要があるので完成期日は別添の期間表に示すように1984年初頭と仮定した。

2-4 建設費

2-4-1 スーダン側の想定する建設費

ACCが予定している本案件の建設費は次の通りである。

項 目	予 算 (1000 USドル)	参 考 (1000 ドイツ・マルク)
設計および地質調査		
機 器 納 入	5 0, 2 0 0	(1 2 0, 4 8 0)
機 器 据 付		
試 運 転		
機器予備品(2年分)		
海上および陸上輸送費	7 5 0 0	(1 8, 0 0 0)
建物および構築物	1 8, 5 0 0	(4 4, 4 0 0)
発 電 設 備 (2 0 MW)	1 6, 0 0 0	(3 8, 4 0 0)
小 計	9 2, 2 0 0	(2 2 1, 2 8 0)
用 水 設 備	2 0, 0 0 0	
社 宅		
鉄 道		
道 路		
合 計	1 1 2, 2 0 0	

上記予算のうち工場建設費は「国際的価格に準換」して算出した旨、ACCから説明を受けたが内容的には1977年にヨーロッパのメーカーからACCに提出されたターン・キー方式による見積書の全額と同一のものである。

2-4-2 本調査団による建設費の推定

(i) 工場建設費

前述の経緯を考えると、スーダン側の予算（見積額）は次の諸点についての検討が必要と思わ

れる。

1) 外貨換算率のその後の変化

2) 本案件の実施の遅れ

(前記見積書は有効期限切れであること。)

3) 見積提出時の競争の大小

これら3点について判断を示すと次の通りである。

前述の見積りはドイツ・マルクにより見積られており、これを $2.4 \text{ DM} = 1 \text{ US\$}$ で換算したのが前記のドル表示による予算である。

その後米ドルの価値が下落しているため1979年当時の米ドル換算価格を現在の予算とするとは問題である。

1977年と現在(1979年1月)までの間にSDRに対するドルの価値は約10%下落している。これにより前記の予算92,200千ドルを修正すると、 $92,200 \text{ 千ドル} \div (1 - 0.1) = 102,000 \text{ 千ドル}$ となる。

また前述の2)建設時期のずれに着目すると、見積りが1977年であるので調査時点(1978年12月)では約1年のずれがあることになり、この間の物価上昇を考えるべきであるが競争の激しい国際入札制度を採用する前提で2つの要素は相殺されるものとする、現時点における工場建設費は上記の計算により102,000千ドル、即ち、概算で1億ドルと考えられる。

別の角度から更に建設費について検討すると次のようである。現在進行中のアトバラ工場の増設工事(750トン/日)の予算額は、

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| ① 機器設計製作納入および
工事指導 | 1.5億デンマーク・クローネ
(1976年契約および1977年追加) |
| ② 土木工事、機械据付工事、機器輸送費
およびその他の諸掛り | 800万スーダン・ポンド |

であるが、①については、現時点までのデンマーク国内の物価上昇が公表値によれば13%であるので、現在価格は、

$1.5 \text{ 億デンマーク・クローネ} \times 1.13 \div 5.1 \text{ デンマーク・クローネ/ドル} = 3,300 \text{ 万ドル}$ となる。

②については物価上昇を50%として、

$800 \text{ 万ポンド} \times 1.5 \times 2.0 = 2,400 \text{ 万ドル}$

と考えると、現時点で同じ案件を実施するのに、

$3,300 \text{ 万} + 2,400 \text{ 万} = 5,700 \text{ 万ドル}$

を要することになる。

規模が2倍になると($2 \times 750 = 1,500 \text{ トン/日}$)、建設費は一般に $2^{0.6}$ 乃至 $2^{0.7}$ 倍になるとされており、平均値として $2^{0.65}$ 倍をとれば、既設工場で1,500トン/日の設備の増設をする場合の建設費は、

$5,700 \text{ 万} \times 2^{0.65} = 5,700 \text{ 万} \times 1.57 = 8,900 \text{ 万ドル}$

概算で9,000万ドルとなる。

この場合は増設であるので新設の場合に較べて事務所、試験所、機械修理工場等の費用が不要であり、その分だけ新設の場合に較べ安くなる。よって先に計算した新設工場の場合の建設費の1億ドルはこの計算から見ても妥当な線と考えられる。

田 現在までにスーダン・ポンドの為替平価が、1スーダン・ポンド当り2.5USドルから、2.0USドルに切り下げという経済変動あり。

(2) 工場建設費以外の費用

ACCによれば工場建設に関連するインフラストラクチャーの費用として概算2,000万ドルを見込んでいるが、この他に、

1. 操業前の費用
2. コンサルタント料
3. 運転指導費
4. 運転資金

を要する。以下にインフラストラクチャーおよび上記の費用についての本調査団の推定を示す。

1) インフラストラクチャーに要する費用

道 路

デルデブ駅から工場予定地に至る約1.8kmの区間の道路新設が必要である。この費用はおおよそ、

$$1.8 \text{ km} \times 130,000 \text{ ポンド/km} \times 2.0 \text{ ドル/ポンド} = 470 \text{ 万ドル}$$

但し、建設単価は現在工事中のスーダン国内ハイウェイのものである。

鉄道線路

道路と同様約1.8kmの新設を要する。この他工場構内およびデルデブ駅構内の操車場が必要である。合計して2.4kmの新設と考えて、

$$2.4 \text{ km} \times 65,000 \text{ ポンド/km} \times 2.0 \text{ ドル/ポンド} = 310 \text{ 万ドル}$$

但し、単価はACCの調査によるものである。

送水管

ハイウェイ工事用として、フトバラ川の水を工事沿線に供給するための送水管を道路工事終了後買収する。さらにこの送水管から工場までの間約1.8kmに送水管を新設する。ACCの積算によれば、このための費用は、

$$2,000,000 \text{ ポンド} \times 2.0 \text{ ドル/ポンド} = 400 \text{ 万ドル}$$

である。

社宅費

工場予定地付近には工場従業員の全数を求めるに足る都市がないので所要人員約400人のうち80%、320人を他に求めるものとし、これらに住居を貸与する。

$$\text{住 宅} \quad 320 \text{ 戸} \times 60 \text{ m}^2/\text{戸} \times 100 \text{ ポンド/戸} \times 2.0 \text{ ドル/ポンド} = 380 \text{ 万ドル}$$

付帯施設	上記の20%	80万ドル
	計	460万ドル

以上を合計してインフラストラクチャー整備費は、

道	路	470万ドル	
鉄	道	310万	
送	水	管	400万
社	宅	460万	
	計	1,640万ドル	

2) 操業前の費用

平均して操業開始6カ月前から全従業員400人を雇傭して、トレーニング等を行うものとする。

$$400人 \times 6 \text{ カ月} \times 300 \text{ ドル/人} \cdot \text{月} = 72 \text{ 万ドル} \quad (\text{注})$$

その他、ACC設立で、以後操業までの会社運営経費として、150万ドル^(注)とすると、

合 計 約220万ドル

田 スーダンのコンサルタントの調査報告書による。

田 現在ACCに払込済資本金は300万ドル。

3) コンサルタント料

後述(2-7 案件実施機関)するように本案件の実施機関は同様の案件の経験がないため、工事はターン・キー方式で行うのがよいが、その場合といえども、入札書類の作成、入札書の査定、工事の統轄管理を行うコンサルタントを起用すべきで、このための費用は約200万ドル程度と考えられる。

4) 運転指導料

前項と同様の理由で本案件の完成後数年間は適当なコンサルタントを起用して、工場の運営および運転指導に当たらせる必要がある。この費用は工場従業員の資質により大きく異なるがおおよそ次のように推定する。

$$240人 \cdot \text{月} \times 10,000 \text{ ドル/人} \cdot \text{月} = 240 \text{ 万ドル}$$

5) 運転資金

工場の運転上必要と考えられる原燃料、半製品、製品の在庫を保有するための費用として、100万ドル程度必要と考えられる。

以上を総合すると、本案件実施のための資金の推定額は次の通りである。

	百万ドル	(内 外貨)	※1
工場建設費	100	80	
インフラストラクチャー	16.4	" "	※2
その他	7.8	" "	※3
（操業前費用）	(2.2)		
（コンサルタント料）	(2.0)		
（運転指導料）	(2.4)		
（運転資金）	(1.2)		
合 計	124.2	88	
		百万ドル	

注：※1. 建設費の推定が前述の通り概算であるのでこの値もおおよその推定である。

※2. 送水管の費用

※3. コンサルタント料および運転指導料の大部分

2-5 需給予測

2-5-1 セメント需給の現状

1948年アトバラ工場が操業を開始して以後のセメント生産高、輸出入高、消費高は表3-3の通りであり、スーダンのセメント需要は1964年までは比較的順調に伸びてきたが、1965年をさかいに生産量ならびに輸入数量が激減、改めて低水準からスタートしたような現象を呈しながら、1977年には30万トン台を突破するに至った。しかしこの数値は、スーダンの現行6カ年計画に掲げる目標値の約60%である。

表 3 - 3 国内消費実績

単位：千トン

年 度	生 産		輸 入	輸入比率 %	輸 出	消 費	1人当り 消費 量 kg
	アトバラ	ラバク 計					
1948	5	5	31	(86)		36	4
1949	20	20	33	(62)		53	6
1950	25	25	13	(37)	3	35	4
1951	30	30	16	(36)	1	45	5
1952	30	30	34	(53)		64	7
1953	30	30	29	(49)		59	6
1954	45	45	34	(44)	2	77	8
1955	45	45	24	(36)	3	66	7
1956	50	50	11	(19)	4	57	6
1957	55	55	67	(55)		122	12
1958	85	85	18	(17)		103	10
1959	90	90	19	(17)		109	10
1960	91	91	25	(22)		116	10
1961	95	95	72	(43)		167	15
1962	104	104	210	(67)		314	27
1963	116	116	279	(71)		395	34
1964	83	83	331	(80)		414	34
1965	49	49	83	(63)		132	11
1966	105	105	46	(30)		151	12
1967	133	133	17	(11)		150	12
1968	145	145	8	(5)		153	12
1969	169	1	170	(3)		175	13
1970	156	16	172	(1)		174	13
1971	147	37	184	(2)		188	13
1972	146	49	195	(1)		196	14
1973	150	53	203	(3)		209	14
1974	157	37	194	(3)		199	13
1975	147	35	182	(30)		259	17
1976	129	37	166	(28)		231	14
1977	140	37	177	(43)		313	19

2-5-2 需要予測

現行6カ年計画に掲げる目標値と実績の差が現実に生じていることに着目すると、この現象は少なくともセメント不足が続く期間、即ちセメントの自給体制が整うまでの期間は継続するものと考えられる。

本案件の完成する前後のセメントの需要の予測は、前述(2-2項)の規模の決定等に関連するので、本調査団は以下に述べるような方法でセメント需要の予測を行った。なおこの予測にあたっては、1965年以降1977年までの実績を基準とした。

(1) 傾向分析

傾向分析は直線，二次曲線，指数曲線，ゴンベルツ曲線について行った。それぞれの式および相関係数は下記の通りで，最もあてはまりのよいのは二次曲線である。

直線式

$$y = 11.9t + 111.7 \dots\dots\dots (1)$$

$$r = 0.920$$

但し， y：推定年間セメント消費量（単位：千トン）

t：1965年を初年度とする経過年数

r：相関係数

二次曲線式

$$y = 0.9t^2 - 0.5t + 142.7 \dots\dots\dots (2)$$

$$r = 0.947$$

但し， t：1965年を初年度とする経過年数

指数曲線式

$$y = 40.39 \times 1.14t + 107.45 \dots\dots\dots (3)$$

$$r = 0.942$$

但し， t：1966年を初年度とする経過年数

ゴンベルツ曲線式

$$y = 78.27 \times 1.88^{1.065t} \dots\dots\dots (4)$$

$$r = 0.939$$

但し， t：1967年を初年度とする経過年数

(2) 相関分析

相関分析は，1967/77年度ベースに換算した実質GDP（国内総生産）との単純相関をとり，

$$y = 0.18x - 60.96 \dots\dots\dots (5)$$

$$r = 0.928$$

但し， y：推定年間セメント消費量（単位：千トン）

x：実質GDP（単位：百万スーダン・ポンド）

を得た。これに対し，1977年7月よりスタートした「経済開発6カ年計画」によれば，年々の経済成長率を実質7.5%と想定しており，この成長率がその後も継続されるものとしてセメント消費量を予測した。なお，GDPの年次別実績ならびに6カ年計画に示されている目標を表3-4に示す。

表3-4 GDP実績および目標

会計年度	人口 百万人	GDP 1976/77年度 価格		
		GDP ※2 百万スーダン・ポンド	1人当り スーダン・ポンド	成長率 %
1966/67	12.1	1,166	96	—
1967/68	12.5	1,238	99	6.2
1968/69	12.9	1,312	102	6.0
1969/70	13.2	1,257	95	△4.2
1970/71	13.6	1,319	97	4.9
1971/72	14.0	1,365	98	3.5
1972/73	14.4	1,438	100	5.3
1973/74	14.8	1,513	102	5.2
1974/75	15.2	1,662	109	9.8
1975/76	15.7	1,740	111	4.7
1976/77	16.1	1,822	113	4.7
1977/78	16.5	1,959	119	7.5
1978/79	16.9	2,106	125	7.5
1979/80	17.4	2,264	130	7.5
1980/81	17.8	2,434	137	7.5
1981/82	18.3	2,616	143	7.5
1982/83	18.8	2,812	150	7.5

注：※1 6カ年計画では、1969年および1976～82年の人口が記載されているので、1968年以前および1970～75年については1969～76年の伸び率と同じ割合(2.9%)の人口増加があったものとして計算した。

※2 6カ年計画では1966/67～1974/75年度までは1974/75年度価格のGDPが記載されると共に、1976/77年度までは年率4.7%の成長率ならびに、この2年間に10%の価格上昇があったとして、1976/77年度価格でもって以後のGDP目標を掲げているので、この線に沿って1975/76年度までのGDPを修正した。

(3) 類似ケースよりの推定

各国とも経済発展段階を異にし、歴史的、地理的条件も大いに異なるので一概に比較することは困難であるが、今なお発展の初期段階にあると考えられるスーダンに類似したケースとして、近隣アフリカ諸国のセメント消費の年平均伸び率を示せばおよそ表3-5の通りである。

これらを考慮し、他の予測数値との比較のため年8%の伸びを想定した数値を算出した。即ち、

$$y = 313(1 + 0.08)^t \dots\dots\dots (6)$$

但し、y：推定年間セメント消費量(単位：千トン)

t：1978年度を初年度とする経過年数

表3-5 アフリカ諸国セメント消費年平均伸び率

国名	面積 千km ²	人口 百万人	G D P		対象期間 年 度	年平均 伸び率 %
			GDP 百万ドル	1人当り ドル		
チャド	1,284	4.12	490	119	1965~76	8.7
ソマリア	638	3.26	320	98	1962~76	8.7
ニジェール	1,267	4.73	600	127	1960~76	7.7
エチオピア	1,222	28.68	2,860	100	1957~76	7.3
ザイール	2,345	25.63	3,740	146	1962~76	6.6
中央アフリカ	623	2.61	410	157	1969~74	6.2
エジプト	1,001	38.22	11,550	302	1957~76	5.8
ケニア	583	13.85	2,900	209	1957~76	5.0
マリ	1,240	6.31	540	86	1966~76	4.7
タンザニア	945	15.61	2,560	164	1957~76	4.6
マダガスカル	587	8.27	1,730	209	1958~71	4.4
モザンビーク	783	9.44	2,850	302	1957~76	4.0

(4) 予測結果

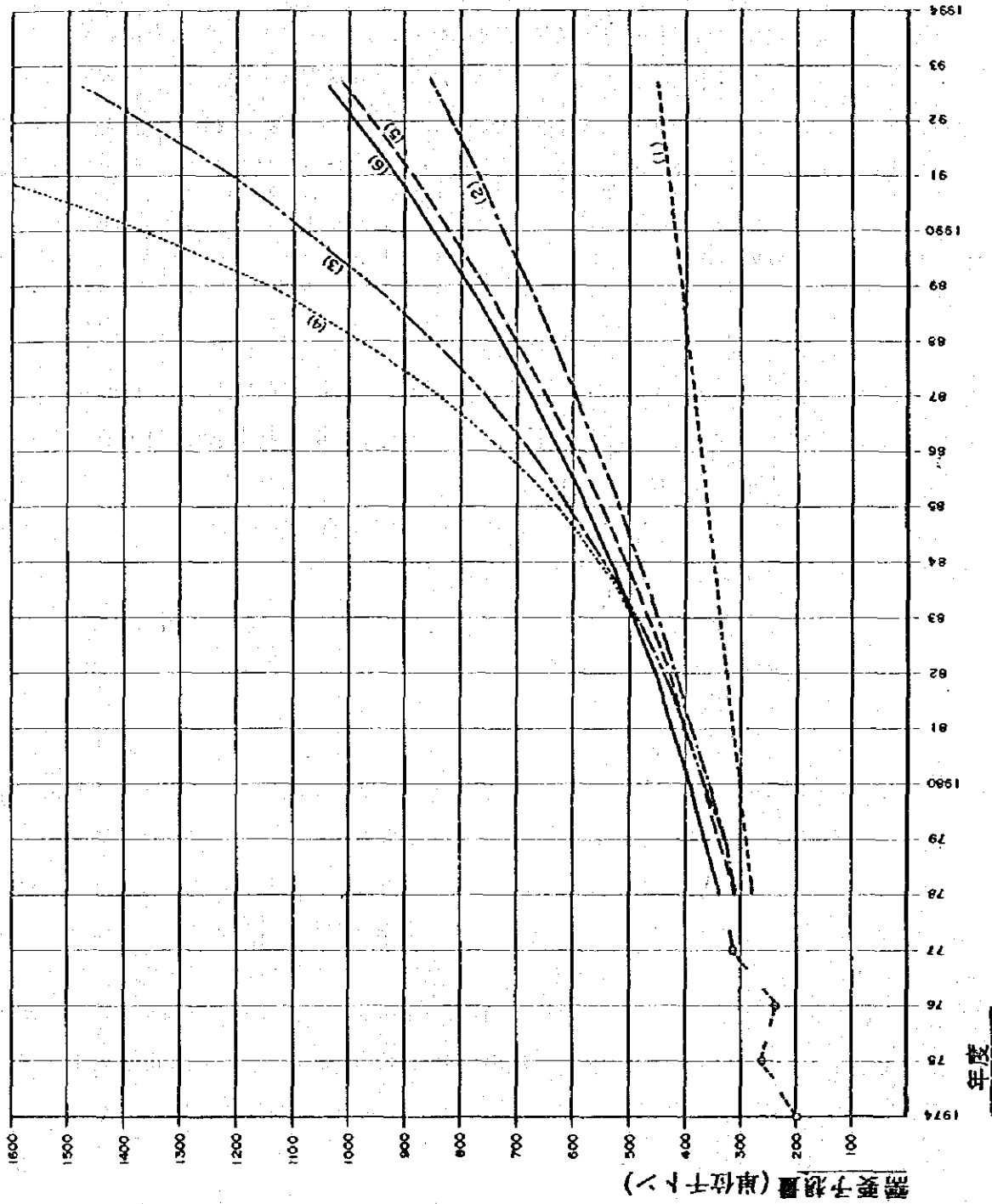
以上の各式から需要動向を予測すれば、表3-6、および図3-1の如くなる。これらのうち本報告書では、(6)式を採算計算等のベースとして採用した。但し、これの解釈、判断にあたっては次の諸事情を合わせて考慮する必要がある。

表3-6 セメント需要予測

単位：千トン

年 度	式(1)に	式(2)に	式(3)に	式(4)に	式(5)に	式(6)に	参 考	
	よる	よる	よる	よる	よる	よる	6カ年 計 画	アルゼンチン のコンサルタ ントの計算
1978	280	310	310	300	310	340	500	630
1979	290	330	330	330	340	370	545	660
1980	300	360	370	360	370	390	600	700
1981	310	390	400	400	400	430	660	740
1982	330	420	440	440	430	460	725	770
1983	340	450	490	490	470	500	800	820
1984	350	490	550	560	510	540		860
1985	360	520	610	630	550	580		900
1986	370	560	680	730	600	630		
1987	390	600	760	840	650	680		
1988	400	640	850	980	700	730		
1989	410	680	960	1,150	760	790		
1990	420	730	1,080	1,370	820	850		
1991	430	770	1,210	1,650	890	920		
1992	440	820	1,370	2,020	960	990		

図3-1 スーダンにおけるセメント需要予測 (口印は実績)



採用した過去のデータは13年間分であり、長期的予測をするのには不足と考えられる。

過去のデータはセメント不足の状況下における消費実績であるので、これに基づく前記の各予測値は、セメントの自給体制が整った後の消費動向を適確に示しているとは言い難い。(スーダンの1976年度の消費実績は国民1人当り年間14kg、1978年は20kgであり、次頁表3-7に示すアフリカ諸国の例の中では低位に属し—1976年度比較で39カ国中31位—スーダンの1978年度数値と他国の1976年の比較でも39カ国中25位—スーダンの今後のセメント需要の伸びの可能性が大きいことを示唆している)

2-5-3 輸出の可能性

(1) サウジアラビア

当面の最大輸出先と目されるサウジアラビアは年々700~750万トンの需要が見込まれるが、同国の5カ年計画(1975~80年)が終了し、経済開発の大規模案件が一巡すれば、人口の点からいっても需要の大巾な上昇は望めない。

一方、同国の生産は120~130万トン前後であったが、生産能力は、

1977年	150万トン
1978年	320
1979年	380
1980年	530

と急増が予想されている。現行の5カ年計画によれば最終年次の1980年に1,000万トン供給体制をとることを目標にしていたが、これは2~3年ずれ込む模様である。いずれにしても、これが完了した時点では一部は輸出に振向けられることも考えられる。従ってサウジアラビアへの輸出の可能性は現時点は別として今後は期待薄としなければならないが、サウジアラビア側の政治的配慮ならびに地域的需給事情によっては、その消費規模から見て年間10~20万トン程度の輸入は考慮できるかもしれない。但し現在の輸入価格は一番安い東欧品でCIF56~57ドルといわれ、これと競争できるものでなければならない。またスーダン側の生産余力も表3-7によれば、年間約20万トンであり、大型案件が国内で実施されるような場合を想定すると必ずしも輸出余力があるとは断言出来ない。

(2) エジプト

もともとは輸出国であったが、最近では輸入も行われている。しかしながら継続的な輸出先としては期待できない。

(3) その他

その他地理的に見て輸出可能な近隣諸国としてはエチオピア、ソマリア、イエメン等が考え

表3-7 アフリカ諸国における1人当りセメント消費量

単位: kg

国名	1人 当り GDP ドル	1957	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
エロツコ	443	42	42	42	47	51	56	59	72	57	63	61	69	77	93	104	102	102	112	130	163	187
ソルジュリア	710	84	109	133	144	124	62	71	67	53	45	54	67	83	99	102	112	162	181	175	190	217
チュニジア	737	50	49	49	57	63	75	70	73	97	109	113	102	95	112	110	122	125	172	203	215	270
リビア	5082	53	64	83	118	129	166	192	211	293	369	404	422	356	260	303	680	866	1309	1267	1306	1283
エジプト	302	53	53	54	66	55	68	80	84	81	81	80	72	86	100	74	87	86	85	97	104	99
エチオピア	100	3	5	4	5	4	2	3	3	4	4	5	5	8	7	6	6	6	6	4	4	4
ソマリア	98	5	4	6	7	8	15	11	18	16	11	8	11	11	6	24	19	14	24	31	15	15
クニ	209	28	28	30	26	16	13	12	9	12	16	20	24	25	21	35	39	35	31	31	32	33
ウガンダ	241	17	18	14	12	11	9	10	12	18	17	19	19	22	22	22	19	13	13	9	7	7
タンザニア	161	15	14	13	15	14	13	12	16	18	16	20	19	20	27	34	34	29	24	21	19	21
モーリシャス	586	73	84	100	148	140	140	115	139	129	105	114	84	95	80	100	111	158	178	225	247	278
マダガスカル	209	25	18	23	18	20	23	21	19	10	19	17	20	21	22	25	18	15	14	13	13	12
モザンビーク	302	24	29	30	35	33	27	25	27	32	30	32	37	38	50	51	56	72	52	19	18	15
南アフリカ	1284	165	175	167	166	156	154	168	196	212	194	196	214	236	263	261	253	281	280	270	258	235
南ローデシア	525	85	81	59	51	45	34	32	49	51	56	53	68	67	79	106	110	114	124	109	83	72
ザンビア	516								46	68	92	84	93	52	97	107	108	89	93	94	89	82
マラウイ	147								8	9	11	10	13	20	17	16	17	19	19	23	17	17
ナイジェリア	356	18	19	19	23	22	22	16	14	20	20	14	10	11	16	29	31	32	36	48	51	97
ガーナ	444	58	63	72	69	72	64	69	86	68	52	58	41	47	50	57	45	41	54	67	65	56
シエラレオネ	190	21	27	21	21	22	26	28	25	29	35	23	20	25	25	23	27	33	23	37	20	20
ガンビア	185	21	17	28	19	23	39	26	25	28	29	35	45	20	41	30	65	36	31	30	31	33
セネガル	364									52	54	45	52	48	44	46	61	60	61	67	71	62
マリ	86									7	8	6	3	5	8	11	9	10	8	12	11	13
ギニア	157		16	21	14	21	7	10	13	4	9	12	12	12	12	12	15	15	16	14	11	11
コートジボアール	667		41	46	41	50	47	65	66	68	64	83	96	93	95	121	129	121	125	133	177	
ベナン	131		24	33	28	24	30	24	25	23	26	26	30	31	36	39	42	42	42	42	40	
オートボルタ	91		1	1	5	6	6	5	7	5	4	4	7	4	6	6	3	9	8	11	12	
ニジェール	127		12	4	4	6	3	4	4	6	6	5	9	8	6	7	7	5	8	8	10	
モーリタニア	311									10	11	12	13	26	12	15	23	23	43	44	65	
トーゴ	259	20	23	24	28	25	29	26	19	26	35	31	35	47	44	48	58	56	59	68	68	92
ガボン	2264					51	78	70	81	71	85	84	88	89	120	114	154	163	194	255	551	566
コンゴ	475					66	74	59	70	51	51	74	86	79	100	106	114	66	59	62	53	64
チャド	119					4	6	3	4	2	2	3	6	4	4	3	3	4	3	3	3	3
中央アフリカ	157					13	17	13	15	11	13	14	10	2	1	47	9	9	7	11	9	8
カメルーン	297	27	24	19	14	17	16	16	17	14	21	24	26	18	24	22	32	36	34	39	44	58
ザイール	146	32	29	22	11	6	10	11	16	14	16	15	15	18	20	22	20	22	23	24	19	17
ルアンダ・ブルンジ	90												4	4	3	4	4	5	5	5	6	5
アンゴラ	551	35	38	34	34	32	32	33	31	32	34	50	57	61	69	85	92	98	91	45	14	18
リベリア	360	14	16	50	29	39	43	87	82	109	80	65	58	87	62	59	56	56	53	53	70	98

注: 1人当りGDPは1975年分について平凡社「世界現勢」1979年版より算定。

られるが、資料が乏しく現時点では不明確な要素が多い。

以上のように数年先以後の輸出環境については有利な事態を想定するのが困難な状況にあり、将来の需要予測にあたっては国内需給を中心に行うこととした。

2-5-4 需給予測

スーダンの需要動向を前掲(6)式のように推定して、将来の需給バランスを予測すれば表3-8に示す通りとなる。但しセメントの供給予測は、前に「2-2 規模」の項で述べた考え方による。

表 3 - 8 需 給 予 測

単位：千トン

年 度	需 要	生 産		需 給 過不足	デルデブ 750トン/日案 生 産 過不足		デルデブ 1,000トン/日案 生 産 過不足		デルデブ 1,500トン/日案 生 産 過不足	
		プトバラ	ラバク		計					
1978	340	140	30	170	△170					
1979	370	150	70	220	△150					
1980	390	220	80	300	△90					
1981	430	340	80	420	△10					
1982	460	390	80	470	+10					
1983	500	390	80	470	△30					
1984	540	390	80	470	△70	130 +60	170 +100	250 +180		
1985	580	390	80	470	△110	150 +40	200 +90	300 +190		
1986	730	390	80	470	△160	180 +20	230 +70	350 +190		
1987	680	390	80	470	△210	200 △10	270 +60	400 +190		
1988	730	390	80	470	△260	230 △30	300 +40	450 +190		
1989	790	390	80	470	△320	230 △90	300 △20	450 +130		
1990	850	390	80	470	△380	230 △150	300 △80	450 +70		
1991	920	390	80	470	△450	230 △220	300 △150	450 0		
1992	990	390	80	470	△520	230 △290	300 △220	450 △70		

注：デルデブ工場案はいずれも1984年稼働とし、稼働率は初年度50%、2年度60%、3年度70%、4年度80%、5年度以降90%と想定した。

2-6 案件の評価

2-6-1 経済分析

本案件について、これまでに実施された経済分析はアルゼンチンおよびスーダンのコンサルタントが行った2つのものがある。

(1) アルゼンチンのコンサルタントの分析(1974年度)

投資額 47,532,500ドル(工場建設費のみ計上,内訳なし)とし,金利負担前の製造原価を次のように推定している。

原	料	費	0.715	ドル/トン						
補	助	原	料	費	1.000					
燃	料	費	5.791							
電	力	費	2.870							
労	務	費	0.926							
経		費	0.060							
予	備	品	お	よ	び	修	繕	費	0.845	
債	却	費	4.753							
保	險	料	0.160							
運	営	お	よ	び	運	転	指	導	費	1.000
小		計	18.120							
雑		費	1.842							
合		計	19.962	ドル/トン						

上記は年産能力50万トンで100%操業した場合の計算である。これ以外の経済分析は行っていない。またデータも古いので検討の対象としない。

(2) スーダンのコンサルタントの分析(1978年度)

1981年から1991年までの11年間について損益計算およびキャッシュ・フロー計算を行っている。その結果によれば,操業開始後10.5年後のキャッシュ・フロー累積額は,投資額の3.4倍に達する。^(注)但し,この分析計算には下記の問題を含んでいる。

田 IRRを計算すると,約24%となる。

1) 販売価格の設定

1981年度の国内価格を国内用80ドル/トン(工場渡し)輸出用60ドル/トン(積出港トラック乗渡し)とし,以後両方共年率7.5%で上昇するものとしている。(次頁表3-9参照)

表 3 - 9

	輸 出 用			国 内 用			合 計
	千トン	スーダン・ ポンド/トン	千ドル	千トン	スーダン・ ポンド/トン	千ドル	千ドル
1981	135	60	8,100.0	90	80	7,200.0	15,300.0
1982	300	6.45	19,350.0	200	86	17,200.0	36,550.0
1983	300	69.34	20,802.0	200	92.45	18,490.0	39,292.0
1984	300	74.54	22,362.0	200	99.38	19,876.0	42,238.0
1985	300	80.13	24,039.0	200	106.83	21,366.0	45,405.0
1986	300	86.14	25,842.0	200	114.84	22,968.0	48,810.0
1987	300	92.60	27,780.0	200	123.45	24,690.0	52,470.0
1988	300	99.55	29,865.0	200	132.71	26,542.0	56,407.0
1989	300	107.02	32,106.0	200	142.66	28,532.0	60,638.0
1990	300	115.05	34,515.0	200	153.36	30,672.0	65,187.0
1991	300	123.68	37,104.0	200	164.86	32,972.0	70,076.0

現行(1978年12月現在)の国内価格は59.6ドルであり、1981年度の価格を80ドルとすれば3年間に合計34%の値上りを見込むこととなる。この是非は現在では判断がつかないが、1981年以降の値上り年率7.5%については次のような問題を含んでいる。即ち製造原価はその上昇率を年3.5%(1983/1982)~5.6%(1991/1990)と見込んで計算しているのに対し、売値の上昇はこれを上回る上昇率7.5%を見込んでいることである。一般的にはこの逆である。

2) 損益計算で採用している項目

消費税(現行40ドル/トン、但し国内用のみ)および開発税(同販売価格の5%)。採算計算では1)に述べた通り国内用価格を80ドル/トン(手取価格)として計算している。従って実際の売値は、

$$80 \times 1.05 + 4.0 = 88.0 \text{ドル(1981年度)}$$

と想定したものと解釈される。

3) 投資額の設定

工 場 建 設 費	8 3 6 0 0 千ドル
輸 出 用 セ メ ン ト 運 搬 車 輛	2 4 0 0
従 業 員 教 育 費	1 0 0 0
運 転 資 金	2 1 0 0
そ の 他	2 3 0 0
合 計	9 1 4 0 0 千ドル

としているが、整備を要するインフラストラクチャーの費用が計上されていない。また、工場建設費も83,600千ドルは過小と考えられる。(前述2-4建設費の項参照)

4) 輸出数量および価格

輸出を毎年30万トン行うこととしているが、その可能性を裏付けるものがない。また、輸出価格の上昇を年率7.5%とするのも疑問がある。

上記の点からみて、この経済分析は、いささか楽観的に過ぎると判断される。依って、本調査団が試算した前述の建設費および需要予測、並びにセメント価格の現状等に基づいて経済分析を行った結果を以下に示す。

計算の前提

1) 投資額 124百万ドル

2) セメント販売価格(工場渡し)

国内用 58.6ドル/トン(現行価格に同じ。消費税および開発税を含む)

輸出用 30ドル/トン(CIFサウジアラビア西岸60ドル/トン前後に相当)

但し、センシティブティ分析では上記の5%、10%、15%、20%および34.8%増(輸入セメント価格に相当)を考慮。

3) 償却期間

機械設備 20年

車輛類 5年

建物・構築物 40年

道路 10年

鉄道 20年

4) 変動費

紙袋費 5.60ドル/トン

原料費 4.83

燃料費 5.92

電力費 2.82

修繕費 4.60

計 23.77ドル/トン

5) 固定費

人件費 1,440,000ドル/年

償却費(注) 5,452,000

経費 400,000

注 建設期間中の金利を含まない。

6) 税金

消費税	4.0ドル/トン(国内用セメントのみ)
開発税	販売価格の5%(国内用セメントのみ)
所得税	税引前利益の60%

7) 販売高(生産高)

本案件完成時点では、スーダン全体として生産能力が消費を上回ることになるので、次の各種の操業形態を想定する。

(i) 既存工場は表3-2の通り操業し、その不足分のみをデルデブ工場が生産する場合。この場合表3-2の需要想定からデルデブ工場(50万トン/年)の操業率を計算すると、

初年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度	8年度以降
14%	22%	32%	42%	52%	64%	76%	90%

である。

(ii) 国内向生産量は(i)と同様とし、生産余力分で輸出用セメントを製造販売する。この場合、年初年度の操業率50%、2年度以降90%とする。

(iii) デルデブ工場完成後の需要と、スーダン全体のセメント生産能力の比を求め、この比率で各工場とも操業する。この場合、デルデブ工場完成後の操業率は、

初年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度	8年度以降
52%	56%	61%	65%	70%	67%	82%	90%

となる。但し、全国のセメント生産能力は公称能力とし次の通りとする。

アトバラ	(注)
150トン/日設備	0トン/年
560 "	19万
750 "	25万
小計	44万
ラバク	10万
デルデブ	50万
計	104万トン/年

(注) 30年以上経過のため休止。

(iv) 表3-2による需要想定に関係なく一般に考えられる程度の操業率の経年上昇を想定した場合、

初年度	2年度	3年度	4年度	5年度以降
50%	60%	70%	80%	90%

これは(iii)の場合よりも(ii)の場合に近い。

- N) 大型案件の出現などにより、できるだけ多くのセメントを生産する場合で初年度 50%、2年度以降 90%の操業率を想定。

2-6-2 分析結果

販売価格を現行のままとした場合の分析の結果は次の通りである。

ケース	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)
IRR	1.7%	1.9%	2.8%	3.5%	
備考	国内不足分のみ生産	国内不足分の生産及び余力は輸出	(国内消費÷全国生産能力)で運転	一般的な操業率	の経年上昇

いずれも IRR が非常に低い。しかし比較の意味で現在進行中の既存工場の増設案件について、分析を行った結果、販売価格が現行通りの時は IRR が 5.8% となり年利 8.5% の商業ローンを用いている案件としては採算に乗らない。(この計算は、操業開始年の操業率 50%、2年度以降 90%として求めた。変動費は本案件で想定したものを準用)この理由としては、次のことが考えられる。

- 1) 1975年(アトバラ工場増設計画当時)のセメント国内価格は 22ポンドで、これをドルに換算すると、

$$22 \times 2.9 = 63.8 \text{ドル/トン}$$

となり、現在の $29.3 \times 2.0 = 58.6 \text{ドル/トン}$ より高かった。(1977年当時はドル換算 $24.425 \times 2.9 = 70.8 \text{ドル/トン}$)

- 2) インフレの影響で新設備は古い設備に較べて、償却費および金利がかさむ。従って、新設設備が古い設備に較べて前述の不利を捕う程効率がよい(生産能力が大きいとか燃料費が安いとか)場合を除いて、新設々備によるセメントの原価、従って販売価格の上昇は免がれない。

アトバラ工場および本案件の場合もこれに該当するものと考えられる。販売価格に対するセンチビリティを調べると、前述の IRR は次のように変化する。

価格	ケース	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	アトバラ増設
現行		1.4	1.7	2.6	3.2	3.7	5.8
現行の	5%増		2.6		4.1	4.8	6.8
"	10% "		3.4		4.9	5.7	7.8
"	15% "		4.1		5.7	6.5	8.8
"	20% "	3.8	4.9	5.7	6.5	7.4	9.8
"	34.8% "	5.5	6.8	7.8	8.8	9.7	

この結果によれば、商業ローンを用いているアトバラ工場の増設々備によるセメントの生産が採

算に乗るためには、セメントの価格が少なくとも現行の20%増(58.6×1.2=70.3ドル/トン)とする必要がある。(値上げの可能性については本章末の「価格の動向」参照)その場合でも本案件は商業ローンでは採算が成り立たないものと認められる。

2-6-3 その他の採算計算

上記の他工場の規模の決定および投資額の変動が採算に与える影響度を知るなどの目的で分析を行った。この結果を以下に示す。

(1) 規模決定のための分析

表3-2(前出)から見て、日産750トンのものは小さ過ぎると考えられるので、日産1,000トンおよび1,500トンの場合について両者のIRRを比較すると次のようになり、日産1,500トンの方が有利である。

但し、ケース(ii)の操業度とは、他の工場で生産するセメントを上回る需要の分のみを生産するという場合のもので次の通りである。販売価格は現行の20%増(70.32ドル/トン)とした。

日産	操業度	ケース(i)	ケース(ii)
1,000トン/日		3.0	4.2
1,500トン/日		3.8	5.7

日産能力	操業度							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1,000トン/日	2.1%	3.3%	4.8%	6.4%	7.9%	9.0%	9.0%	9.0%
1,500トン/日	1.4%	2.2%	3.2%	4.2%	5.2%	6.4%	7.6%	9.0%

(2) 投資額の変動が採算に与える影響

投資額が変動した場合の採算性をIRRで示すと次の通りである。但し、操業形態は前期のケース(ii)(平均操業)とし、価格は現行の20%増とした。

投資予定額の20%減	7.8%
“ の10%減	6.6%
“ に変動なし	5.7%
“ の10%増	4.9%
“ の20%増	4.2%

本案件の場合関連するインフラストラクチャーの整備費として16,400,000ドル(総投資額124,800,000ドルの13%に相当)を見込んでいる。仮にこれを除外して考えると投資ケース(ii)の操業度とは、各年次のセメント需要量を全工場で、その公称能力に比例して生産する場合のものであって、次の通りである。

採業度 日産能力	1	2	3	4	5	6	7	8
1,000トン/日	62%	67%	72%	78%	84%	90%	90%	90%
1,500トン/日	52%	56%	61%	65%	70%	76%	82%	90%

なお、1,000トン/日の場合の工場建設費は、1,500トンの場合のものを指数則により

$(\frac{1000}{1500})^{0.65} = 0.77$ 倍し、製造直接費(原料費等)は1,500トン/日の場合のものを準用した。

予定額の13%減とのケースとなり、上表数値から内挿法により求めた。この場合のIRRは7.0%となる。この場合でも商業ローンによる時は採算に乗らない程度のものである。

2-6-4 価格の動向について

価格の今後の動向についての本調査団の質問に対するスーダン側の回答は得られなかったが、現在までの価格の推移(表3-10)から見ても価格の上昇は今後とも続くものとみられる。価格上昇の原因となるものとしては、原燃料費、人件費等の高騰が挙げられるが^(注)現在進行中の増設工事が終了した時点では投資額の高騰という理由による値上げも必然的と考えられる。しかしながら一面ではセメントを輸入した場合の価格との対比も考慮の必要があるので、これに関する試算を行うと次のようである。輸入セメントの価格と国産セメントの価格の比較のため便宜上次のように考える。

注 最近一年間の物価上昇率は、18%程度といわれる。

- 1) 利益：CIF価格は利益を加算する以前のものであるのでこれを10%と想定して付加する。
- 2) 賦課金：輸入セメントにも国産セメントと同額の賦課(消費税、間接税)がなされるものとする。消費税4ドル/トン、間接税売値の5%。
- 3) 運賃差：輸入セメントは輸入港

での諸掛りとして、2ドル/トンおよび国内運送距離が国産のものより平均して、100km長いとして4ドル/トンそれぞれ国産品より高くなるものとする。

輸入セメントのCIF価格を60ドル/トンとする上記の金額は、

表3-10 セメント価格(工場渡し)の推移

年度	アトバラ工場		ラバク工場	
	価格 (£S/トン)	改訂月日	価格 (£S/トン)	改訂月日
1973	1,1700	(9.10)	12,000	(9.16)
1974	11,925	(7.11)	(13,000 13,250)	(2.24) (7.18)
1975	22,000	(3.17)	22,000	(3.17)
1976	24,000	(6.3)	(25,000 27,000)	(3.2) (6.3)
1977	24,425	(1.12)	27,465	(1.12)
1978	29,300	(11.17)	29,300	(11.17)

$$1. 60 \times 0.1 = 6 \text{ ドル/トン}$$

$$2. 4 + 60 \times 0.05 = 7 \text{ ドル/トン}$$

$$3. 2.0 + 4 = 6 \text{ ドル/トン}$$

合 計 19ドル/トン となる。

以上の計算によれば、国産セメントの工場渡し価格が輸入セメントのCIF価格プラス19ドルの場合に、セメントの市中価格がほぼ等しくなる。

輸入セメントのCIF価格を60ドル、国産セメントの工場渡し価格を59.6ドルとすると上記の観点から見た国産セメントの値上げの限度は、 $60 + 19 - 58.6 = 20.4$ ドル/トン、値上率は、 $20.4 \div 58.6 \times 100 = 34.8\%$ となる。

2-7 案件実施機関

前記「1-2 経緯概要」で述べた通り、本案件の実施機関はこのために設立されたアラブ・セメント公社 (ARAB CEMENT CORPORATION) である。この機関の設立は1976年で、現在の組織は役員会 (BOARD OF DIRECTORS) とその補佐 (ASSISTANTS TO BOARD OF DIRECTORS) から成る役員は3名で内1名 (CHAIRMAN) が常勤、2名は非常勤である。補佐員は、タイピスト、給仕を除けば実務的には1名と考えられる。その他臨時的に技術コンサルタント (スーダン人) を雇っている。また非常勤役員の内1名は、建設資材公社 (BUILDING MATERIAL CORPORATION) に属し、現在、同公社が監督する、マスビオ・セメント (所在地アトバラ) の工場増設工事の責任者 (PROJECT MANAGER) である。しかしながら、本案件を実施するには本機関は、人力的にも弱体な現状であるので、案件実施の際は適当なコンサルタントを起用することが必要である。またその場合でも、本機関の実状から見て、建設工事の発注形態はターン・キー方式とするのが良い。操業開始後の運営についても、アラブ・セメント公社によれば、運転開始後少なくとも3年間は適切なコンサルタントを起用して指導に当たらせたいとしているが、妥当な判断と考えられる。

第3節 要約と今後実施すべき補足調査

3-1 要 約

前節までの検討結果を要約すると次の通りである。

- (1) 本調査団の行った需要予測はスーダンの6カ年計画を大巾に下回るが、それでも本案件を今から計画し実施しなければセメント不足の状態は継続するものと考えられる。
- (2) 案件の規模は、従来考えられていた日産1,500トンが適当と考えられる。

(3) 案件の採算性は、セメント価格の動向および需要の如何によって影響されるところが大きい
が、おおむね IRR = 5% ~ 7% 程度と考えられる。

但し、上記は今回の限られた人数（セメント関係専門家 2 名）での現地調査の結果に基づいて
いるので、さらに次項で述べる調査を行って補足、および確認を行うべきものと思われる。

3-2 今後実施すべき補足調査

(1) 市場調査

下記に関する調査

— 需要想定（出来れば国内地域別）

— 価格動向

— セメントの流通機構

(2) 建設費および製造費調査

— 基本計画（製造様式選定等）立案のための調査

— 費用に影響する要素についての調査

(3) 原料調査

— 既往の調査結果の確認および補足

— 最適採掘方法立案

(付 録)

1500トン/日工場各費用算出基準

1. インフラストラクチャー

道 路	18km × 130ポンド/m × 10 ³ × 2.0ドル/ポンド	≐	4,700 × 10 ³ ドル
鉄 道	24km × 65ポンド/m × 10 ³ × 2.0ドル/ポンド	≐	3,100 × 10 ³
水道配管 (注)	2,000 × 10 ³ ポンド × 2.0ドル/ポンド	≐	4,000 × 10 ³
社 宅	320戸 × 60m ² /戸 × 200ドル/m ² × 1.2	≐	4,600 × 10 ³
			16,400 × 10 ³ ドル

注：従業員400人の80%、320戸の社宅を建設するものとし、これに20%の付帯設備を見込む。

2. 操 業 費

1) 貯 蔵 品

石 灰 石	10日分	× 1500トン/日	× 2.8ドル/トン	=	42,000ドル
粘 土 類	10	× 1500	× 0.83	=	12,500
石 膏	30	× 1500	× 1.2	=	54,000
重 油	30	× 1500	× (6.74+2.5)	=	415,000
調 合 原 料	3	× 1500	× 20	=	90,000
ク リ ン カ ー	5	× 1500	× 30	=	225,000
セ メ ン ト	5	× 1500	× 35	=	262,500
紙 袋	5	× 1500	× 5.6	=	42,000
原 紙	10	× 1500	× 3.36	=	50,400
					1,194,200ドル

2) 試運転および操業準備期間の人件費

人件費の6カ月分を見込む。

$$1,440 \times 10^3 \times 1/2 = 720 \times 10^3 \text{ドル}$$

$$\text{計} \quad 1,194,200 + 720,000 = 1,900 \times 10^3 \text{ドル}$$

3. 操業前後の経費（一般費用）

1) 既投資額の 1/2	1,500 × 10 ³ ドル
2) 建設コンサルタント費用	2,000 × 10 ³
3) 操業コンサルタント費用	2,400 × 10 ³
	5,900 × 10 ³ ドル

4. 工場建設費

100,000 × 10³ドル（内、鉱山 ≐ 3,000 × 10³ドル）

なお利益計算上の建設費は、

〔工場建設費+インフラストラクチャー+操業費+操業前後の経費(一般費用)〕

$$= 124,000 \times 10^3 \text{ドルとする。}$$

5. 建設金利

○建設期間は3年とする。

○建設期間3年、利率10%の場合の金利合計は別の試算によれば16.908%である。

○利益計算上の利率は、各ケースについて各々予め試算したIRR(対総投資)に近い値を用いた。

○IRR3%の場合…… $124,000 \times 10^3 \times 0.16908 \times 0.3 \div 6,300 \times 10^3 \text{ドル}$

(固定費)

1. 減価償却

鉱山は別途償却する。

機械設備	$97,000 \times 10^3 \times 0.7 \times 1/20 =$	$3,395 \times 10^3 \text{ドル}$
土建設備	$97,000 \times 10^3 \times 0.3 \times 1/40 =$	727×10^3
道路	$4,700 \times 10^3 \times 1/10 =$	470×10^3
鉄道および水道	$(3,100+4,000) \times 10^3 \times 1/20 =$	355×10^3
社宅	$4,600 \times 10^3 \times 1/40 =$	115×10^3
操業費および一般費用	$(1,900+5,900) \times 10^3 \times 1/20 =$	390×10^3
建設金利(IRR3%の場合)	$6,300 \times 10^3 \times 1/20 =$	315×10^3
		$\text{約 } 5,770 \times 10^3 \text{ドル}$

2. 人件費

$$400 \text{人} \times 300 \text{ドル/月} \times 12 \text{月} = 1,440 \times 10^3 \text{ドル}$$

添付「組織」及び「人件費内訳」参照。

3. 諸経費, 雑費

$$400 \times 13^3 \quad (\text{SEMAG-FSより})$$

(直接費)

1. 原料費

1) 石灰石

○減価償却 $527 \times 10^3 \text{ドル}$

○修繕費 274×10^3

○燃料費 240×10^3

○ 消耗品費	27×10^3	
○ 爆 薬	189×10^3	
	<hr/>	
	$1,257 \times 10^3$ ドル	(2.8ドル/トン)

2) 粘 土

○ 減価償却	159×10^3 ドル	
○ 修繕費	102×10^3	
○ 燃料費	112×10^3	
	<hr/>	
	373×10^3 ドル	(0.83ドル/トン)

3) 石 膏

$$26.755 \text{ドル} \times 0.045 = 1.2 \text{ドル/トン} \quad (\text{SEMAC-FSより})$$

$$\text{計} \quad (2.8 + 0.83 + 1.2) = 4.83 \text{ドル/トン}$$

$$4.83 \times 500,000 \text{トン} = 2.420 \times 10^3 \text{ドル}$$

2. 燃 料 費

燃料消費量 850 Kcal/kg-cl とする。

重油発熱量 $10,334 \text{ Kcal/kg-oil}$ (SEMAC-FSより)

重油価額 72ドル/トン (")

クリンカー生産量 = セメント生産量とする。

$$850 / 10,334 = 0.08225 \text{トン・油/トン・セメント}$$

$$0.08225 \times 72 = 5.92 \text{ドル/トン}$$

$$5.92 \times 500,000 = 2,960 \times 10^3 \text{ドル}$$

3. 修 繕 費

一般に修繕費は建築費の2~3%である。2%として、

$$(97,000 \times 10^3 + 16,400 \times 10^3) \times 0.02 = 2,300 \times 10^3 \text{ドル} \quad (4.6 \text{ドル/トン})$$

4. 紙 袋

$$0.14 \text{ポンド/袋} \times 20 \text{袋/トン} \times 2.0 \text{ドル/ポンド} = 5.6 \text{ドル/トン}$$

$$5.6 \times 500,000 = 2,800 \times 10^3 \text{ドル}$$

5. 動 力 費

○ 単位動力消費量

セメント製造用 125 kWh/トン-cl

発電所用 8

社宅用 7

$$\hrline{140 \text{ kWh/トン-cl}}$$

○直接費

1) 燃料費

重油消費量 0.16kg/HP-hr

$$140 \times 500,000 \times 0.16 \times 1 / 0.736 \times 72 \text{ドル/トン・油} = 1.090 \times 10^5 \text{ドル}$$

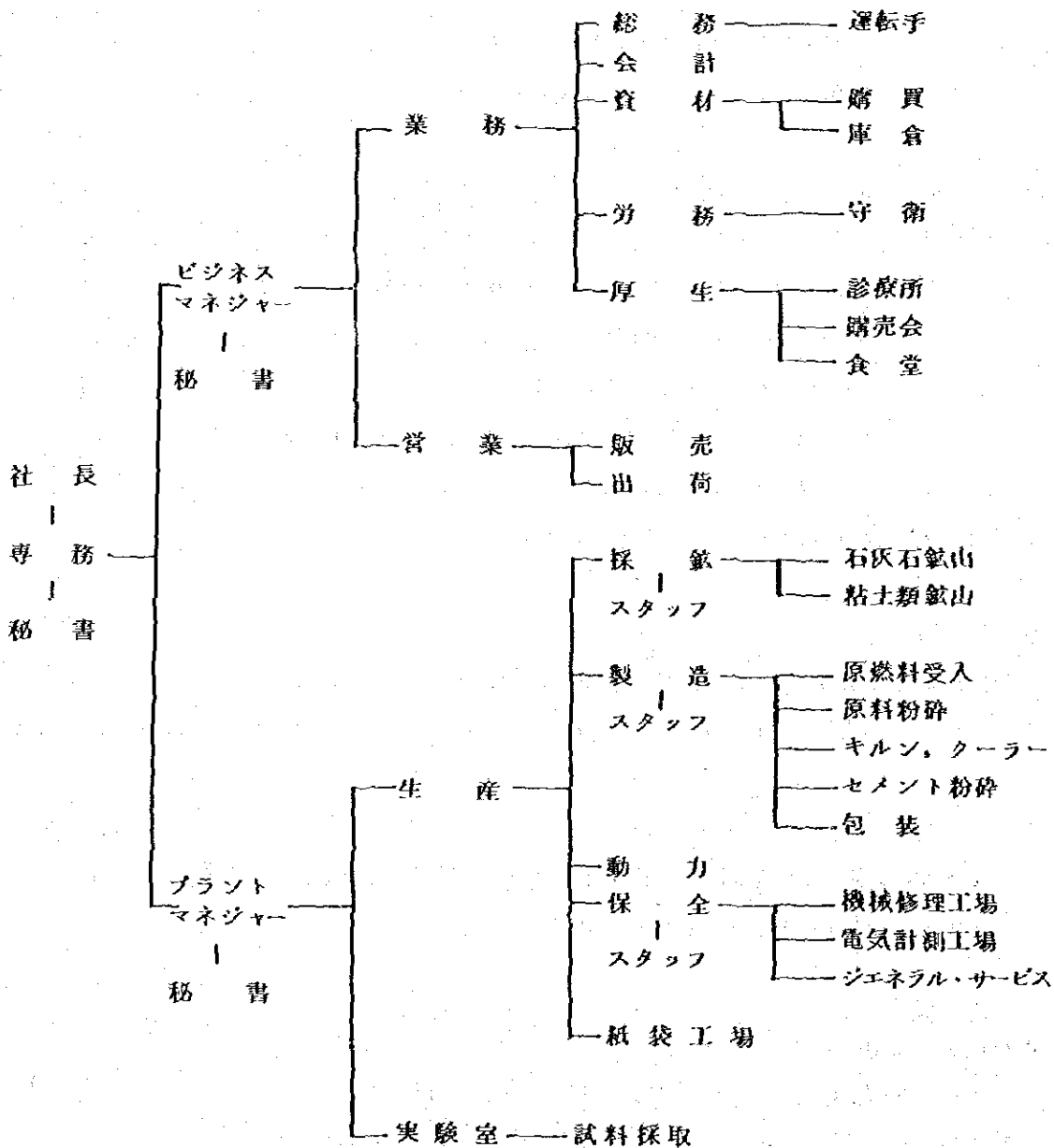
2) 修繕費, 潤滑油, その他

320 × 10⁵ドル

計 1.090 × 10⁵ + 320 × 10⁵ = 1.410 × 10⁵ドル (2.82ドル/トン)

* * *

(続)



(人件費内訳)

(1) ボード	人数	@ドル/月	ドル/年
社長	1	3,000	36,000
専務	1	2,500	30,000
常務(ビジネス・マネジャー)	1	2,000	24,000
〃(プラント・マネジャー)	1	2,000	24,000
秘書(社長, 専務)	2	270	6,480
	6		120,480
(2) 商業部門			
ビジネス・マネジャー(常務)	—	—	—
秘書	1	270	3,240
	1		3,240
A) 業務部			
業務部長	1	900	10,800
	1		10,800
A-1) 総務課			
総務課長	1	675	8,100
事務員	3	270	9,720
タイピスト	4	225	10,800
電話交換手及びテレックス	3	225	8,100
運転手	3	180	6,480
メッセンジャー	2	90	2,160
	16		45,360
A-2) 会計課			
会計課長	1	675	8,100
出納係	1	360	4,320
事務員	3	270	9,720
	5		22,140
A-3) 資材課			
資材課長	1	675	8,100
購買係	3	270	9,720
倉庫係	2	270	6,480
倉庫助手	3	120	4,320
	9		28,620

	人数	◎ドル/月	ドル/年
A-4) 労務課			
労務課長	1	675	8,100
人事係	3	270	9,720
守衛	10	110	13,200
	14		31,020
A-5) 厚生課			
厚生課長	1	675	8,100
事務員	3	270	9,720
購買会売子	4	100	4,800
購買会会計	2	120	2,880
コック	1	180	2,160
コック助手	5	120	7,200
給仕	3	100	3,600
医者(嘱託)	1	990	11,880
看護婦	2	180	4,320
	22		54,660
B) 営業部			
営業部長	1	810	9,720
事務員	3	270	9,720
販売係	5	270	16,200
出荷係	3	270	9,720
	12		45,360
ビジネス部門 計			
	80		241,200
(3) 生産部門			
プラント・マネジャー(常務)	—	—	—
秘書	1	270	3,240
	1		3,240
A) 生産部			
生産部長	1	900	10,800
	1		10,800
A-1) 採鋳			
採鋳課長	1	630	7,560
採鋳スタッフ	2	500	12,000
	3		19,560

A-1-1) 石灰石鉱山	人 数	@ドル/月	ドル/年
職 長	1	495	5,940
削 岩 工	10	260	31,200
発 破 工	2	415	9,960
発破助手	3	260	9,360
ショベル, ブルドーザー運転手	6	275	19,800
トラック運転手	11	275	36,300
機 械 工	5	275	16,500
一般労務者	5	120	7,200
	43		136,260

A-1-2) 粘土類鉱山	人 数	@ドル/月	ドル/年
職 長	1	495	5,940
ショベル, ブルドーザー運転手	3	275	9,900
トラック運転手	8	275	26,400
一般労務者	5	120	7,200
	17		49,440

A-2) 製 造	人 数	@ドル/月	ドル/年
製造課長	1	900	10,800
製造技術者(シフトエンジニア)	4	500	24,000
製造スタッフ	5	500	30,000
	10		64,800

A-2-1) 原燃料, 受入貯蔵	人 数	@ドル/月	ドル/年
職 長	1	495	5,940
石灰石粗砕	3	250	9,000
粘土類粗砕	3	250	9,000
石膏粗砕	2	250	6,000
重油受入	2	250	6,000
計 量	2	250	6,000
助 手	3	120	4,320
	16		46,260

A-2-2) 原料粉砕	人 数	@ドル/月	ドル/年
シフト職長	4	450	21,600
運 転 工	8	300	28,800
助 手	4	200	9,600
	16		60,000

	人 数	@ドル/月	ドル/年
A-2-3) キルンクーラー			
シフト職長	4	450	21,600
運 転 工	8	300	28,800
助 手	4	200	9,600
	16		60,000
A-2-4) セメント粉砕			
シフト職長	4	450	21,600
運 転 工	4	300	14,400
助 手	4	200	9,600
	12		45,600
A-2-5) 包装・出荷			
職 長	1	450	5,400
機 械 運 転	5	300	18,000
パ ッ カ ー	6	300	21,600
パ ッ カ ー 助 手 (紙 袋 運 搬)	4	120	5,760
セメント積込	10	120	14,400
	26		65,700
A-3) 動 力			
動力課長	1	630	7,560
運 転 工	4	300	14,400
電 気 工	6	330	23,760
機 械 工	5	330	19,800
	16		65,520
A-4) 保 全			
保全課長	1	630	7,560
機 械 技 術 者	3	400	19,200
電 気 技 術 者	2	400	14,400
土 建 技 術 者	3	400	9,600
製 図 工	3	250	9,000
	13		59,760
A-4-1) 機械修理工場			
職 長	1	495	5,940
溶 接 工	8	330	31,680
仕 上 工	6	330	23,760
機 械 工	3	330	11,880

	人 数	@ドル/月	ドル/年
鍛 造 工	2	330	7,920
助 手	12	120	17,280
	32		98,460

A-4-2) 電気, 計測修理工場

職 長	1	495	5,940
電 気 工	12	330	47,520
電子技術者	4	400	19,200
助 手	4	120	5,760
	21		78,420

A-4-3) ジェネラル・サービス

職 長	1	495	5,940
煉 瓦 工	2	330	7,920
大 工	4	260	12,480
給 水	4	200	9,600
運 転 手	10	275	33,000
助 手	5	120	3,000
	26		71,940

A-5) 紙袋工場

製袋課長	1	600	7,200
運 転 工	12	280	40,320
フォークリフト運転手	3	250	9,000
助 手	10	120	14,400
	26		70,920

B) 実 験 室

実験室長	1	900	10,800
化学技術者	8	330	31,680
助 手	6	200	14,400
試料採取	4	120	5,760
	19		62,640

生産部門計	314	1,069,320
-------	-----	-----------

総 計

ボード	商業部門	生産部門	
6	+ 80	+ 314	= 400人
			1,431,000

1000トン/日工場各費用算出基準

1. インフラストラクチャー

○社宅以外は1500トン/日工場と同じ。

○社宅

一般に運転要員比は工場規模の0.25乗に比例する。

$$(1000/1500)^{0.25} \times 400 \text{人} = 361 \text{人}$$

$$361 \times 0.8 = 290 \text{戸}$$

$$290 \text{戸} \times 60 \text{m}^2 / \text{戸} \times 200 \text{ドル} / \text{m}^2 \times 1.2 = 4,200 \times 10^3 \text{ドル}$$

$$(4,700 + 3,100 + 4,000 + 4,200) \times 10^3 = 16,000 \times 10^3 \text{ドル}$$

2. 操業費

1) 貯蔵品

プラント規模に比例するものとして、

$$1,194,200 \times 1000 / 1500 \div 800 \times 10^3 \text{ドル}$$

2) 試運転及び操業準備期間の人件費

$$360 \text{人} \times 300 \text{ドル} / \text{月} \times 6 \text{月} \div 650 \times 10^3 \text{ドル}$$

$$\text{計 } (800 + 650) \times 10^3 = 1,450 \times 10^3 \text{ドル}$$

3. 操業前後の経費(一般費用)

操業コンサルタント費のみ 400×10^3 ドル 減じて、

$$(1,500 + 2,000 + 2,000) \times 10^3 = 5,500 \times 10^3 \text{ドル}$$

4. 工場建設費

$$100,000 \times (1000/1500)^{0.65} \div 7,6800 \times 10^3 \text{ドル}$$

$$(\text{内鉾山: } 3,000 \times 10^3 \times (1000/1500)^{0.65} \div 2,300 \times 10^3 \text{ドル})$$

5. 建設金利

1,500トン/日の場合と同様とする。

$$\text{IRR } 3\% \text{の場合: } 99,750 \times 10^3 \times 0.16908 \times 0.3 \div 5,060 \times 10^3 \text{ドル}$$

(固定費)

1. 減価償却

鉾山は別途償却。

機 械 設 備	$74,500 \times 10^3 \times 0.7 \times 1/20 =$	2.610×10^5 ドル
土 建 設 備	$74,500 \times 10^3 \times 0.3 \times 1/40 =$	560×10^3
道 路	$4,700 \times 10^3 \times 1/10 =$	470×10^3
鉄道および水道	$(3,100 + 4,000) \times 10^3 \times 1/20 =$	355×10^3
社 宅	$4,200 \times 10^3 \times 1/40 =$	105×10^3
操業費および一般費用	$(1,450 + 5,500) \times 10^3 \times 1/20 =$	350×10^3
建設金利 (IRR 3% の場合)	$5,060 \times 10^3 \times 1/20 =$	250×10^3
		$4,700 \times 10^3$ ドル

2. 人 件 費

$$360 \text{人} \times 300 \text{ドル/月} \times 12 \text{月} = 1,300 \times 10^3 \text{ドル}$$

3. 諸経費および雑費

$$350 \times 10^3 \text{ドル}$$

(直 接 費)

セメント当り価額は 1500 トン/日の場合と同じとする。

1. 原 料 費

$$4.83 \times 330,000 \text{トン} = 1,600 \times 10^3 \text{ドル}$$

2. 燃 料 費

$$5.92 \times 330,000 \text{トン} = 1,950 \times 10^3 \text{ドル}$$

3. 修 繕 費

$$4.6 \times 330,000 \text{トン} = 1,560 \times 10^3 \text{ドル}$$

4. 紙 袋

$$5.6 \times 330,000 \text{トン} = 1,850 \times 10^3 \text{ドル}$$

5. 動 力 費

$$2.82 \times 330,000 \text{トン} = 930 \times 10^3 \text{ドル}$$

第4章 北ハルツーム汽力発電所案件

第 1 節 スーダンの電力計画

1-1 電力計画の進展

1-1-1 電力計画の背景

スーダンにおいて現在のところ石油および石炭燃料は産出されず、またガス、地熱資源もなくブルーナイルを中心とした水資源がスーダンにおける唯一の国産エネルギーである。しかしこの水資源も、

- 灌漑利用による制限
- エジプトとの水利協定による水利用制限
- 季節による出水率の不安定

等の理由に加え、ブルーナイル川が低傾斜のためダム建設に膨大な建設費を要するため、ブルーナイルの潜在開発可能電力 8,000 GWh に対し、現在約 10% の開発に止まっている。

一方、火力発電（汽力、ディーゼル、ガスタービン発電）のための燃料は全て輸入に依存しており、この点わが国と類似している。

即ちスーダンにおいて、今後益々増加する電力エネルギー需要を満たすためには、ブルーナイルを中心とした水力資源開発は勿論であるが、6カ年計画を遂行するための電源開発は、経済的な案件の選択が重要となってくる。

ここで本調査団としては、案件の選択にあたり気象条件により左右されることが少なく、水力発電電力の季節変動を補いかつ高効率で、年間を通し安定した電力供給の可能な汽力発電所が必要と考える。

1-1-2 電源開発の経緯

スーダンにおける電力供給は、次の電力網により形成される。

- 1) ブルーナイル電力網
- 2) イースタン電力網
- 3) その他 15 地点（州都など）小規模な発電設備

この内最大の電力網は、首都ハルツームを含むブルーナイル電力網であり、スーダン全体の発電設備の 82% を占めている。

ブルーナイル電力網の主力設備は、1962年に完成したセンナール発電所（15 MW）と 1972年に完成したロゼイレス水力発電所（90 MW）であり、それぞれ 110 kV および 220 kV の 1 回線送電系統によって首都ハルツームに電力を供給している。また首都ハルツーム周辺には、1961年に完成したブリ汽力発電所（30 MW）、1966年に完成したブリ・ディーゼ

ル発電所(15MW)、1969年完成したキロ・テン・ガスタービン発電所(15MW)がピークロード発電所として稼働している。

1-1-3 Power I 計画

1961年に世銀の借款をうけて開始されたこのロゼイレス計画は、灌漑案件を含んだ総合計画であり、1968年に世銀の借款をうけた電力案件はPower I 計画と呼ばれ、3基の30 MWの水力発電機(ロゼイレス発電所)と、1基の15 MWのガスタービン発電機(キロ・テン発電所)、および首都ハルツームまで485 kmの2回線鉄塔および220 kV 1回線の送電設備から成っている。

1-1-4 Power II 計画

1975年に世銀の借款の対象となったその後の電力開発計画はPower II 計画と呼ばれ、1980年までの主な農業および工業電力需要を賄うものである。ブルーナイル電力網については、ロゼイレス水力発電所の4号発電機10 MWの増設が含まれているが、現在完成が遅れているものの1979年夏までには完成予定である。Power II 計画ではこの他に、ジュバ発電所のディーゼル発電機5 MWと配電網の改善、拡張、および英国の電力庁による経営コンサルティング、また英国コンサルタント2社による水力、ディーゼル、ガスタービンの組合せによるブルーナイル電力網の最適な拡張計画を含む電力の長期計画が策定され、これが実施された。このブルーナイル電力網拡張計画は今回のPower III 計画の主体を成すものであり、ブリ・ディーゼル発電所およびロゼイレス水力発電所の増設については、世銀とEE諸国の協調融資がほぼ決定されている。同時に計画されている北ハルツームに建設予定の汽力発電所の詳細設計およびボートスーダン電力網のフィージビリティ・スタディは、世銀の資金により現在コンサルタント選定中である。

1-1-5 発電力現況

スーダン国における1978年現在の発電設備は表4-1(その1~4)に示す通りである。

1-2 Power III 計画の概要

Power III 計画のマスター・プランは1978年2月から5月にかけて世銀の資金により英国のコンサルタント2社(SIR ALEXANDER GIBB & PARTNERS, MERZ AND McLELLAN)で行われ、1986年までのブルーナイル電力網における予想電力需要に見合う電源開発計画と送電網計画の検討を行った。それによると、予想電力需要は現在の126 MWから1986年に

表4-1(その1)

スウェーデン発電設備 1978

(出所PEWC)

	STATION NAME, TYPE AND FUEL CLASS	SET NO.	YEAR	MAKE		OUTPUT			REMARKS			
				Prime Mover	Alt.	Rated (MW)	Actual Maximum (MW)	% Plant Ratio (7/8)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)			
1	Burri Steam (B)	1	1956	EE	EE	5	2) Restriction caused by) condenser cooling problems			
		2	1956	EE	EE	5	2					
		3	1958	EE	EE	10	4					
		4	1951	EE	EE	10	4					
						30	12	60%				
2	Burri Diesel (old)	2	1924	EE) To be scrapped			
		3	1926	EE								
		6	1934	EE		1,216						
		7	1952	EE		1,260						
		8	1951	EE		.950						
		13	1953	EE								
		14	1953	EE								
						3,425	2.50					
3	Burri Diesel (D2,3)	1	1966	MIR	EE	3	2.5					
		2	1966	MIR	EE	3	2.5					
		3	1966	MIR	EE	3	2.5					
		4	1966	MIR	EE	3	2.5					
		5	1966	MIR	EE	3	2.5					
						15	12.5	83%				
Barrel Total						48,425	21.5	50%				
4	Silo 1 (G1)	1	1969	FIAT	192	15	13.5	90%				
5	Vad Meaul (G2,3)	1	1950	EE	EE	.200	.150	75) alternator stator fault since 1969) Max. commissioned output achieved) is 2.5 Mw each			
		2	1950	EE	MY	.200	.150	75				
		3	1954	EE	EE	.425	.300	71				
		4	1955	EE	EE	.575	.400	70				
		5	1955	EE	EE	.575	.400	70				
		6	1954	EE	EE	.420	.311	74				
		9	1967	MIR	EE	2,650	2.0	70				
		10	1967	MIR	EE	2,650	2.0	70				
								8,150		5,400	66%	
		6	Seruar (B)	1	1952	EE	SIE	7.5		7.5) temporary plant problem
2	1952			EE	SIE	7.5	7.0					
						15.0	14.5	97%				
7	Roselva Main (E)	1	1971	VO	ASEA	30	30					
		2	1971	VO	ASEA	30	30					
		3	1972	VO	ASEA	30	30					
						90	90	100%				
8	Roselva Service (E)	1	1966	MSP	MSP	1	1) 100% capability assumed but) usually ran at 75%			
		2	1966	MSP	MSP	1	1					
						2	2	100%				
9	Ducaria (D2)	1	1963	EE	SPO	.315	.200) To be transferred to) Falah in 1978/9			
		2	1963	EE	BPO	.315	.200					
						.630	.400	63%				
10		BASE FIVE GRID TOTAL				153	150	98%	(rounded)			

表 4-1 (その2)

STATION NAME, TYPE AND FLAZ CLASS	SET NO.	YEAR	MAKE		OUTPUT			REMARKS	
			Prime Mover	Alt.	Rated (KW)	Actual Engine (KW)	% Plant Ratio (7/6)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
11 El Gousshi (D1)	1	1952	RUS	RTB	.157	.140	83) Transfer to Ceteira) Transfer to Dacia	
	2	1952	RUS	RTB	.175	.140	80		
	3	1952	RUS	RTB	.167	.140	83		
	4	1952	RUS	RTB	.170	.140	85		
	5	-	-	RUS	RTB	.170	.140		80
	6	-	-	RUS	-	.170	.140		80
					1.019	.840	82%		
12 El Dacia (D1)	1	-	EE	EE	.314	.220) Actual rating applies at peak,) 20% less for continuous operation	
	2	-	EE	EE	.314	.220			
	3	-	EE	EE	.314	.220			
					.942	.660	70%		
13 El Ceteira (D1)	1	1958	RUS	RTB	.065	.050			
	2	1958	RUS	RTB	.065	.050			
	3	1958	RUS	RTB	.065	.050			
					.195	.150	77%		
14 Athara (D2,3)	1	1978	RUS	-	3.000	3.000	100) Rated output has never been) achieved	
	2	1955	EE	EE	.570	.37	58		
	3	1955	EE	EE	.570	.37	58		
	4	1955	EE	EE	.570	.37	58		
	6	1961	MEP	EPD	1.200	.700	58		
	7	1963	MEP	EPD	1.200	.400	33		
	8	1969	MIR	ERD	2.666	.800	44		
	9	1971	MIR	ERD	2.066	.900	44		
					10.672	6.910	65%		
15 Shendi (D1)	1	1959	RUS	RTB	.061	.050	90		
	2	1959	RUS	RTB	.061	.050	90		
	3	1959	RUS	RTB	.061	.050	90		
	4	1959	MIR	RTB	.125	.110	92		
	5	1961	RUS	RTB	.125	.110	92		
	6	1970	SRO	ERD	.256	.230	90		
	7	1970	SRO	ERD	.256	.230	90		
				.945	.810	85%			
16 Dongola (D1)	1	1972	RUS	-	.065	.06	92		
	2	1972	RUS	-	.065	.06	92		
	3	1972	RUS	-	.065	.06	92		
	4	1972	RUS	-	.065	.06	92		
	5	1974	FR	-	.100	.08	80		
	6	-	-	-	.152	.152	100		
	7	-	-	-	.152	.152	100		
	8	-	-	-	.152	.152	100		
				.936	.805	85%			
17 Fort Sudan 'A' (D2)	1	1955	EE	EE	.570	.400) To be scrapped to) accordance 2 x 5 MW) rev	
	2	1955	EE	EE	.570	.400			
	3	1955	EE	EE	.570	.400	70		
	4	1955	EE	EE	.570	.400			
	5	1957	EE	EE	.915	.600	65		
	-	1977	RUS	-	3.0	3.0	100		
	-	1977	RUS	-	3.0	3.0	100		
				9.195	6.200	67%			
18 Fort Sudan 'B' (D2)	1	1962	EE	-	1.262	1.025	75		
	2	1962	EE	-	1.262	1.025	79		
	3	1964	EE	-	1.230	1.025	79		
	4	1964	EE	-	1.230	1.025	79		
				4.984	3.0	60%			
Fort Sudan Total					14.178	11.2	79%		

表 4-1 (その 3)

	STATION NAME, TYPE AND FUEL CLASS	SET NO.	YEAR	MAKE		OUTPUT			REMARKS
				Price Mover	Alt.	Rated (MW)	Actual Maximum (%)	% Plant Ratio (7/6)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
15	Mashu el Ghrba " Hydro (S)	1	1953	SOG	SOG	3.3	3.3		Output subject to next head avail.
		2	1953	SOG	SOG	3.3	3.3		
						6.6	6.6	100%	
20	" Pump Turbines (B)	1	1951	SIWA	OGK	2.0	2.0	100	Gland spares now arrived
		2	1951	SIWA	OGK	2.0	2.0	100	
		3	1951	SIWA	OGK	2.0	-	-	
					6.0	4.0	66%		
21	" Diesel (D2)	1	1953	FIAT	ASO	1.402	0.9	64	O/C - bladeplate cracked O/C - bearing failure (locality) Mobile (temporary)
		2	1953	FIAT	ASO	1.402	NIL	85	
		3	1953	FIAT	ASO	1.402	NIL	85	
		4	1954	DOE	FET	.295	.180	61	
					4.502	1.08	24%		
Mashu el Ghrba Total						17.102	11.68	68%	
22	Fessala (D1)	1	1955	FES	BTE	.125	.075	60	Turbo-blower O/C) Turbo-blower O/C) Turbo-blower O/C) No spares available Turbo-blower O/C) Turbo-blower O/C) E. Saari } Directly connected to load
		2	1957	FUR	BTE	.125	.075	60	
		3	1953	FES	AEI	.155	.094	50	
		4	1953	FES	AEI	.155	.094	50	
		5	1959	FES	AEI	.188	.094	50	
		6	1967	KSF	BTE	.125	.075	60	
		7	1951	EE	EE	1.100	.600	54	
		12	1953	EE	-	1.100	.750	68	
		9	1953	EE	EE	1.20	.600	50	
		10	1953	MAN	AE3	.076	.060	79	
		11	1953	MAN	AE3	.076	.060	79	
		13	1953	EE	-	1.240	.720	58	
						4.627	2.727	59%	
23	Malakal (D1)	1	1952	R2	POMA	.080	NIL	-	O/C - bearings O/C - partly dismantled; parts missing O/C - since July 1975; requires piston rings
		2	1951	R2	KOM	.125	.06	48	
		3	1951	R2	KOM	.250	.18	72	
		4	1951	R2	KOM	.250	.18	72	
		5	1970	DOE	FET	.264	NIL	-	
	Standby		COE	-	.030	NIL	-		
					.999	.420	42%		
24	Jau (D1)	1	1971	SEO	IEK	.256	.167	65	Turning on 5 out of 6 cylinders only O/C - with bearings missing & volt. reg. coil O/C - alternator shipping quality O/C - exciter fault
		2	1971	SEO	IEK	.256	.180	70	
		3	1950	DOB	IEZ	.065	.035	54	
		4	1960	FUS	IEK	.065	NIL	-	
		5	1960	SUS	IEK	.065	NIL	-	
		6	1950	FUS	IEK	.065	NIL	-	
		7	1953	MAN	AE3	.076	.061	79	
		8	1953	MAN	AE3	.076	NIL	-	
					.924	.460	50%		
25	Juba (D1)	1	1953	PUS	BTE	.064	.048	75	Connected directly to a local network
		2	1953	PUS	BTE	.064	.048	75	
		3	1953	PUS	BTE	.064	.048	75	
		4	1953	PUS	BTE	.064	.048	75	
		5	1955	PUS	AEI	.188	.144	76	
		6	1955	PUS	SEI	.188	.144	76	
		7	1953	PUS	IEK	.064	.048	75	
		8	1953	EE	IEK	.315	.240	76	
					1.011	.768	76%		

表4-1(その4)

	STATION NAME, TYPE AND FUEL CLASS	SET NO.	YEAR	MAKE		OUTPUT			REMARKS	
				Prime Mover	Alt.	Rated (MW)	Actual Production (MW)	% Plant Ratio (7/6)		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
26	El Coste (D-)		1	1956	RDS	BTE	.125	.075	60	
			2	1956	RDS	BTE	.125	.075	60	
			3	1956	RDS	BTE	.125	.075	60	
			4	1955	RDS	BTE	.125	.075	60	
			5	1955	RDS	BTE	.125	.065	66	
			6	1955	RDS	BTE	.125	.085	68	
			7	1955	RDS	BTE	.125	.085	68	
			8	1955	RDS	BTE	.061	.056	73	
			9	1955	RDS	BTE	.212	.155	73	
			10	1965	RDS	CP	.212	.155	73	
			11	1965	RDS	CP	.212	.155	73	
			12	1965	EE	ERU	.315	.252	80	
						1.887	1.313	69%		
27	El Fusba (D1)		1	1976	MIR	ERU	.217	.217		
			2	1976	MIR	ERU	.217	.217		
			3	1976	MIR	ERU	.292	.292		
			4	1976	MIR	ERU	.292	.292		
			5	1976	MIR	ERU	.292	.292		
						1.310	1.310	100%		
28	El Fasher (D1)		1	1960	RDS	BTE	.061	.051	84	O/C - crankshaft quality Borrowed from Shagra Water Works Cooling problem
			2	1960	RDS	BTE	.061	.051	84	
			3	1960	RDS	BTE	.061	.051	84	
			4	1963	EE	EE	.159	.092	57%	
			5	1963	EE	EE	.159	.138	86	
			6	1969	SKO	MP	.367	.138	38%	
			7	1973	MIR	ERU	.367	.275	75%	
			8	1973	MIR	ERU	.367	.275	75%	
						1.293	.979	76%		
29	Nyala (D-)		1	1976	MIR	ERU	.217	.217		
			2	1976	MIR	ERU	.217	.217		
			3	1976	MIR	ERU	.217	.217		
			4	1976	MIR	ERT	.292	.292		
			5	1976	MIR	ERU	.292	.292		
			6	1976	MIR	ERU	.292	.292		
						1.527	1.527	100%		
Totals: Hydro						119.6	117.1	98%		
Steam						30.0	12.0	40%		
Diesel						74.256	56.35	76%		
Gas Turbine						15.0	15.6	104%		
GRAND TOTAL (rounded)						239	155	65%		

MAKE

AEG Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft
 ASG Ansaldo San Giorgio
 ESE Bratislavské Elektrotechnické Zavody
 ERU Erucub
 ETS British Thompson Houston
 EW Luckau Wolf
 OSZ Compagnia Generale di Electricità
 CON Concor
 CP Croopion Parkinson
 DOR Dorsaa
 EE English Electric
 MAK Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg

MAF Mather & Platt
 MIR Mirrless
 MP Max Frebstat
 MV Metropolitan Vickers
 FET Felbow
 POK Poca
 RDM Rheinische Electro-Mechanikfabrik
 RB Rolls Royce
 RDS Ruston
 SKO Skoda
 VO Voest

FUEL AND FUEL

D1 Diesel - gas oil
 D2 Diesel - light oil
 D3 Diesel - heavy oil
 S Steam
 GTI Gas turbine - gas oil
 H Hydro

において324 MWに増加する見通しで年平均12.5%の増加率を見込んでいる。これは過去10年間の平均増加率10%よりも少し高い値を示すが、将来3年以内に工業、農業部門において従来以上の電力需要が発生するものと見込んでいるためである。

さらにその増加する需要に対処するため次の電源計画と送電網拡充計画をPower III計画として挙げている。主な計画とは、

- 1) ブリ発電所の60 MW(10 MW×6基)ディーゼル発電機の増設
- 2) ロゼイレス水力発電所の5号機(40 MW)の増設
- 3) 北ハルツーム汽力発電所120 MWの新設
- 4) ブリ発電所、北ハルツーム変電所間およびセナール変電所、キロ・テン変電所間の送電線拡充計画。

本Power III計画は、1982年までに急増する短期電力需要対策として短期開発の可能な、

ブリ・ディーゼル発電所(10 MW×6基)

1号機 1980年から

6号機 1982年3月にかけて完成予定

と、ロゼイレス水力発電所(40 MW)

5号機 1981年6月完成予定

および発電所より首都ハルツームまでの送電線の2回線目の増架が1980年に完成予定となっており、一方、1983年から1986年までに予想される長期電力需要対策として蒸気タービン発電所、即ち

北ハルツーム汽力発電所(30 MW×4基)

1号機 1983年から

4号機 1986年3月にかけて完成予定

の新設が計画されている。

本調査団はこれ等の諸計画を詳細に検討したが、ブルーナイル電力網の電力需要予測からみて近い将来の需要増加に対応するためには、建設工期の短い既設火力および水力発電所の増設を図るのが適当であり、長期対策としては渇水期の水力発電所の出力減少を補うためにも季節による出力変動が少なく高効率で安定した電力が供給出来る汽力発電所の新設が最上であると考えられる。

1-3 Power III計画の進捗状況

本調査団と同時期にスーダン訪問中の世銀調査団によれば、Power III計画の開発計画の概要は次の表4-2に示す通りである。

プロジェクト項目のA, B, C, D, E, Hについては、EE諸国の融資を世銀は期待し、特にロゼイレス水力発電所の増設は、現在までオーストリアのVOESTとスウェーデンのASEAグループとの随意契約(ネゴベース)で進められている。またJ項については、特に既設との関連

表 4 - 2 THE SUDAN
PUBLIC ELECTRICITY AND WATER CORPORATION
Blue Nile Grid Development Program, 1978-86

Cost Estimates ^{1/}

Description	Lsd '000			US\$ '000		
	Local	Foreign	Total	Local	Foreign	Total
<u>PROJECT</u>						
A. Burri Diesel Power Station (6 x 10 MW)	11,782	21,677	33,459	29,456	54,192	83,648
B. Roseires #5 Unit (40 MW)	3,562	6,879	10,441	8,907	17,197	26,104
C. Burri to Khartoum North Transmission Reinforcement	628	987	1,615	1,571	2,467	4,038
D. Sennar-Kilo 2-Second 220-kV Circuit	5,794	5,955	11,749	14,485	14,888	29,373
E. Training Program	1,604	932	2,536	4,010	2,330	6,340
F. Engineering & Site Super- vision (other BNG Development Program)	456	1,695	2,151	1,140	4,238	5,378
TOTAL PROJECT	<u>23,826</u>	<u>38,125</u>	<u>61,951</u>	<u>59,569</u>	<u>95,312</u>	<u>154,881</u>
<u>OTHER BNG DEVELOPMENT</u>						
G. Khartoum North Stream Power Station (2 x 30 MW Units)	17,748	27,442	45,190	44,370	68,605	112,975
H. Roseires #6 Unit (40 MW)	2,983	6,177	9,160	7,457	15,443	22,900
I. Extension to Khartoum North Substation	714	935	1,649	1,785	2,338	4,123
J. Repairs of Existing Burri Power Station	179	448	627	448	1,120	1,568
OTHER BNG DEVELOPMENT	<u>21,624</u>	<u>35,002</u>	<u>56,626</u>	<u>54,000</u>	<u>87,506</u>	<u>141,566</u>
<u>FUTURE PROJECT</u> ^{2/}						
K. Additional 60 MW at Khartoum North Steam Power Station	18,196	28,756	49,952	45,490	71,890	117,380
GRAND TOTAL	<u>63,646</u>	<u>101,883</u>	<u>165,529</u>	<u>159,119</u>	<u>254,708</u>	<u>413,827</u>

NOTES: 1/ Cost estimates include construction works, equipment and installation, engineering and site supervision, physical and price contingencies, and import and customs duties, but exclude interest during construction and foreign exchange surcharge.

2/ Financing commitments for the future project are required to be completed by early 1982.

で英国の融資を期待している。Fは現在世銀の援助でG・H・I・Jに対するエンジニアリングサービスを行うもので、ブリ発電所ディーゼル発電機(10 MW×6基)増設および北ハルツーム汽力発電所(30 MW×4基)新設に関するコンサルタントを選定中である。

従って残されたG、I、Kの項目、北ハルツーム汽力発電所については融資は全く白紙の状態にあり、電力水道公社からも世銀調査団からも技術的に最も高度な当汽力発電所計画に対し、日本の協力を強く要望された。

なお、表中の建設費は、建設工事、機械代エンジニアリング、現場管理費、予備費、輸入税を含んでいるが建設中の金利、外貨交換税は含んでいない。従って「2-4建設費」の項目で示す、建設費よりも輸入税を含んでいるため高い費用となっている。

前述の通り、既設火力、水力発電所の増設については既に融資の目途が立っており、既設設備の形式に準ずることと考えられるので、本報告書では北ハルツーム発電所新設計画を中心に検討を行うこととした。

現在世銀にて進められているエンジニアリングサービスは当初計画(Power III計画報告書)よりもかなり遅れており、従って完成予定も遅延することが予想される。

ブリ火力発電所については現在コンサルタント選定中であり、コンサルタントが決定するのは1979年5月頃と予想される。従って当初計画よりも20カ月程度遅れてそれぞれ完成する見込みである。

また北ハルツーム発電所については、ブリ火力発電所と同様コンサルタント選考中であり、コンサルタントが決定するのは1979年6月頃と予想される。従って当発電所も、Power III計画報告書に示されている工程よりも約10カ月程度遅れる見込みである。ロゼイレス水力発電所については随意契約で進められているため、明らかではないが、当工程も全体的な工程の遅れから考えて約10カ月以上は少なくとも遅れるものと考えられる。

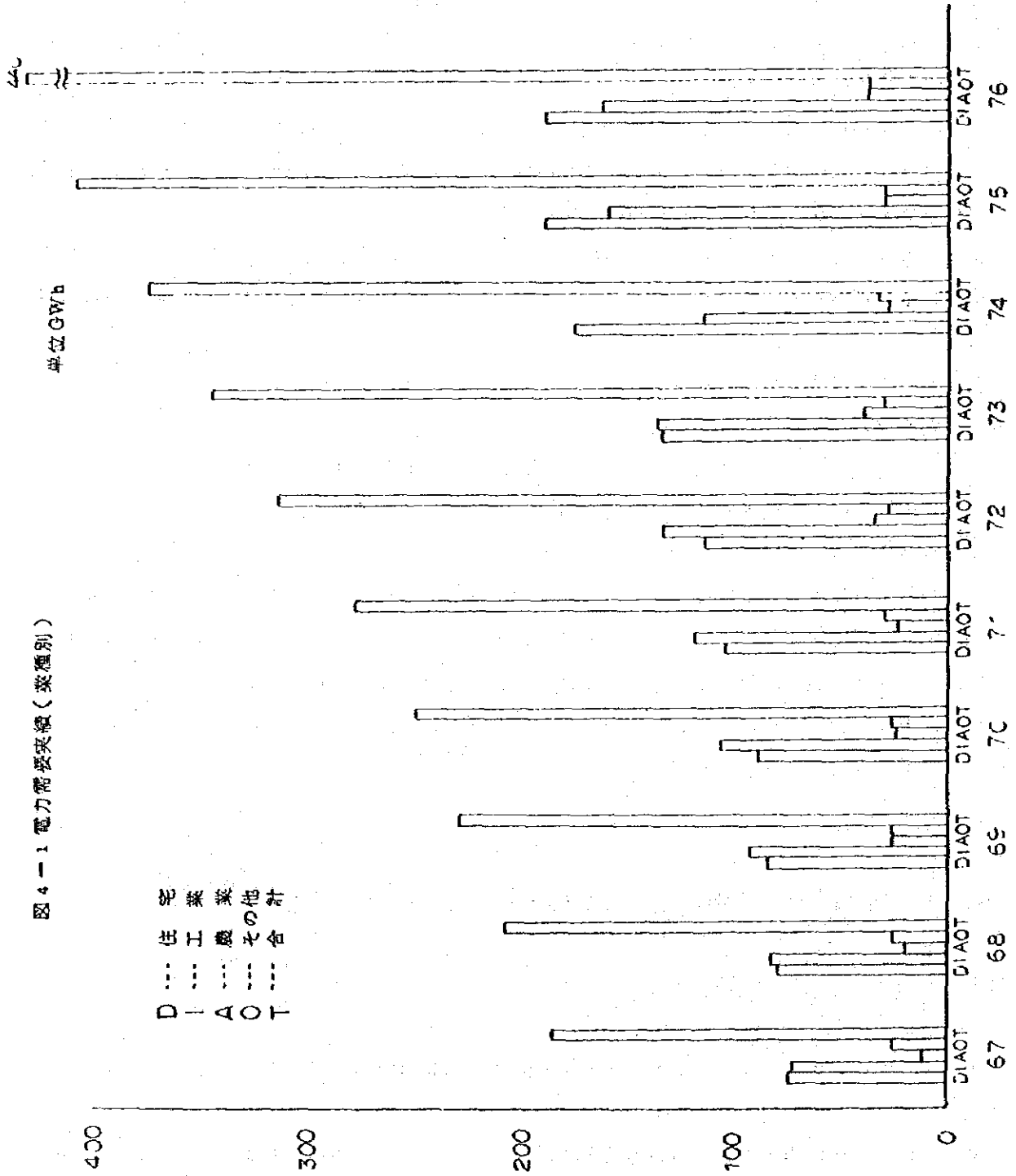
第2節 Power III計画における汽力発電所案件の重要性

2-1 需要予測

スーダン国における1967年より1976年に至る電力需要実績は図4-1に示す通りである。

Power III計画策定の基本となる電力需要予測については、基本的にはPEWC発行の“Annual Development Plans, 1977/78”に基づきコンサルタントが分析、検討を行い、一部市場調査を加味し、1985/86年度迄の想定を行っている。

図 4-1 電力需要実績(業種別)



2-1-1 予測手法

PEWCはブルーナイル電力網の電力需要を次の4部門に分類し、部門毎に調査分析を行い、これらを積上げ全体の予測値を算定している。なお各部門の需要を合計し、送電損失を合計需要の16%と見込んで総需要としている。

- 住宅用負荷……………一般住宅、主として電灯
- 工業用負荷……………工場並びにホテル等の大口商業負荷
- 農業用負荷……………灌漑用ポンプ等
- その他負荷……………地方自治体、小商業負荷等

(1) 住宅用負荷

過去の需要動向をベースにし、将来の新規需要は主として2級および3級クラスの住宅新設関連であることを前提に、需要層の平均年間所要kWhを推定し、算出している。なお1981年迄の近い将来については、電力設備整備が間に合わないための潜在需要を加味している。

(2) 工業用負荷

工業用負荷は過去の動向よりも現在PEWCに対して配電申請の出ている個別需要の実態把握を基礎、算定したものである。これは従来スーダンの工業化が遅れていて、従来の工業用電力需要が低い水準であったため、過去の動向からでは将来需要の予測の参考にはならないと判断されたためであろう。

(3) 農業用負荷

PEWCの農業用負荷の予測は、灌漑省から提供されたデータと個別農家に関する資料を基にしたものである。一方、コンサルタントはナイル水利用計画の検討資料を基にして考察を行っているが、両者とも基本的には現在進行中の各種農業計画に関連して発生する電力需要を積算し、推定したものである。

2-1-2 基礎データ

(1) 住宅およびその他負荷

- 1) 基準年度1976/77年における住宅用電力196GWhをして、5%の年率で増加するものとして算出。
- 2) 新設住宅1戸当り需要、850kWh/年。
- 3) 1981年迄については潜在需要を加味して増加率を大きくする。
- 4) その他需要は年率10%の増加率とする。

(2) 工業用負荷

- 1) 1976/77年度における工業用負荷191GWh，年率7%の増加。
- 2) 現在計画あるいは進行中の工業化に対する電力需要をそのまま積み上げると，1977/78年度の伸び率18%，次の2年間でそれぞれ30%となり，1981年以降については8%となるが，コンサルタントは各種要因を配慮し，最高の伸び率を20%とし，毎年の伸び率を均等化して算出している。

(3) 農業用負荷

- 1) 1976/77年度における農業用需要，53GWh。
- 2) 現在約3.3百万フェダンの面積に年間約180億 m^3 の灌漑用水が供給されている。そのうちディーゼル・ポンプ灌漑地については1980年以降ディーゼルに代って電化するものと想定。
- 3) 次の3大灌漑事業計画を進める。

プロジェクト名	面積(フェダン)	用水(10億 m^3)	穀物	需要(GWh)
ラハド計画	300,000	1.16	綿花生	35
ケナナ計画	81,000	0.76	砂糖	73
ハガル・アサラヤ計画	35,000	0.36	砂糖	29

- 4) ほかに3大畜産計画があり，総需要は25GWh/年である。
- 5) その他諸計画として，8GWh/年の需要が見込まれる。

2-1-3 需要予測値

上記予測手法と基礎データをもとに，次のとおり1985/86年度までの予測が行われている。

(i) 各部門別予測値

1) 住宅用およびその他負荷

年 度	住宅用負荷		その他負荷	
	電力(GWh)	増加率(%)	電力(GWh)	増加率(%)
1977/78	206	5.1	48	10
1978/79	224	8.7	53	10
1979/80	245	9.4	58	10
1980/81	264	7.8	64	10
1981/82	280	6.1	70	10
1982/83	297	6.1	77	10
1983/84	315	6.1	85	10
1984/85	335	6.1	94	10
1985/86	356	6.1	103	10

2) 工業用負荷

年 度	P E W C 予 測		コ ン サ ル タ ン ト 予 測	
	電力 (GWh)	増加率 (%)	電力 (GWh)	増加率 (%)
1977/78	225	17.8	215	12.5
1978/79	293	30.2	258	20
1979/80	384	31.1	310	20
1980/81	454	18.2	365	18
1981/82	526	15.9	424	16
1982/83	568	8.0	483	14
1983/84	613	8.0	541	12
1984/85	660	8.0	606	12
1985/86	715	8.0	679	12

3) 農業用負荷 (GWh)

年 度	P E W C 予 測	コ ン サ ル タ ン ト 予 測
1977/78	105	105
1978/79	212	180
1979/80	238	188
1980/81	270	210
1981/82	285	231
1982/83	305	254
1983/84	325	280
1984/85	345	307
1985/86	365	338

(2) 総合予測値

Power田計画における電力需要予測をまとめると、表4-3の通りコンサルタントの算定値が採用されている。将来の需要配分の傾向をみると次のようになる。

	1976/77	1981/82	1985/86
住宅用負荷	40.5%	28%	24%
工業用負荷	39.5	42	46
農業用負荷	10.9	23	23
その他負荷	9.1	7	7
	100%	100%	100%

この表により分類別に将来占める電力需要の割合を比較すれば工業と農業部門における割合が高くなり、それらの生産活動が活発化することが予測できる。

(3) 需要予測に対する検討

P E W C およびコンサルタントは過去の実績を基に、主として個別案件の積上げ方式で予測値を算出しているが、本調査団は、これをマクロ的に電力需要とGDP(国内総生産)とのそれぞれの伸びと関連させて次の検討を行った。

表4-3 需要種別分類による需要実績と予測(P E W C)

ブルーナーナイル電力網

	1975/6	1976/7	1977/8	1978/9	1979/80	1980/1	1981/2	1982/3	1983/4	1984/5	1985/6
住宅用負荷 (GWh)	187	196	206	224	245	264	280	297	315	335	356
工業用負荷 (GWh) (注1)	177	191	215	258	310	365	424	483	541	606	679
農業用負荷 (GWh)	37	53	105	180	188	210	231	254	280	307	338
その他負荷 (GWh)	35	44	48	53	58	64	70	77	85	94	103
発電合計 (GWh)	436	484	574	715	801	903	1005	1111	1221	1342	1476
送電損失 (GWh) (注2)	92	92	96	115	128	144	161	177	195	215	236
合計負荷 (GWh)	528	576	670	830	929	1047	1166	1288	1416	1557	1712
需要 (MW)	96	104	126	159	175	193	221	244	268	294	324

注：1) 工業用負荷の増加率は最高20%とした。

2) 実際の損失は、1975/6、1976/7で合計負荷の1.7%以上あったが、1977/8以後については1.6%で算定した。

将来需要の予測は表4-3に示す電力需要実績1975年、1977年を基とし、その期間中のGDPと電力需要(MW)の実数1次相関式を求め、延長し、将来のGDPの教値を代入し、将来の電力需要(MW)を想定した。

$$y = -147.89 + 0.1394x$$

但し、y：電力需要(MW)

x：GDP(百万スーダン・ポンド)

次にPEWC、コンサルタントおよび本調査団の需要予測を表4-4に示す。

表4-4 需要予測の比較(MW)

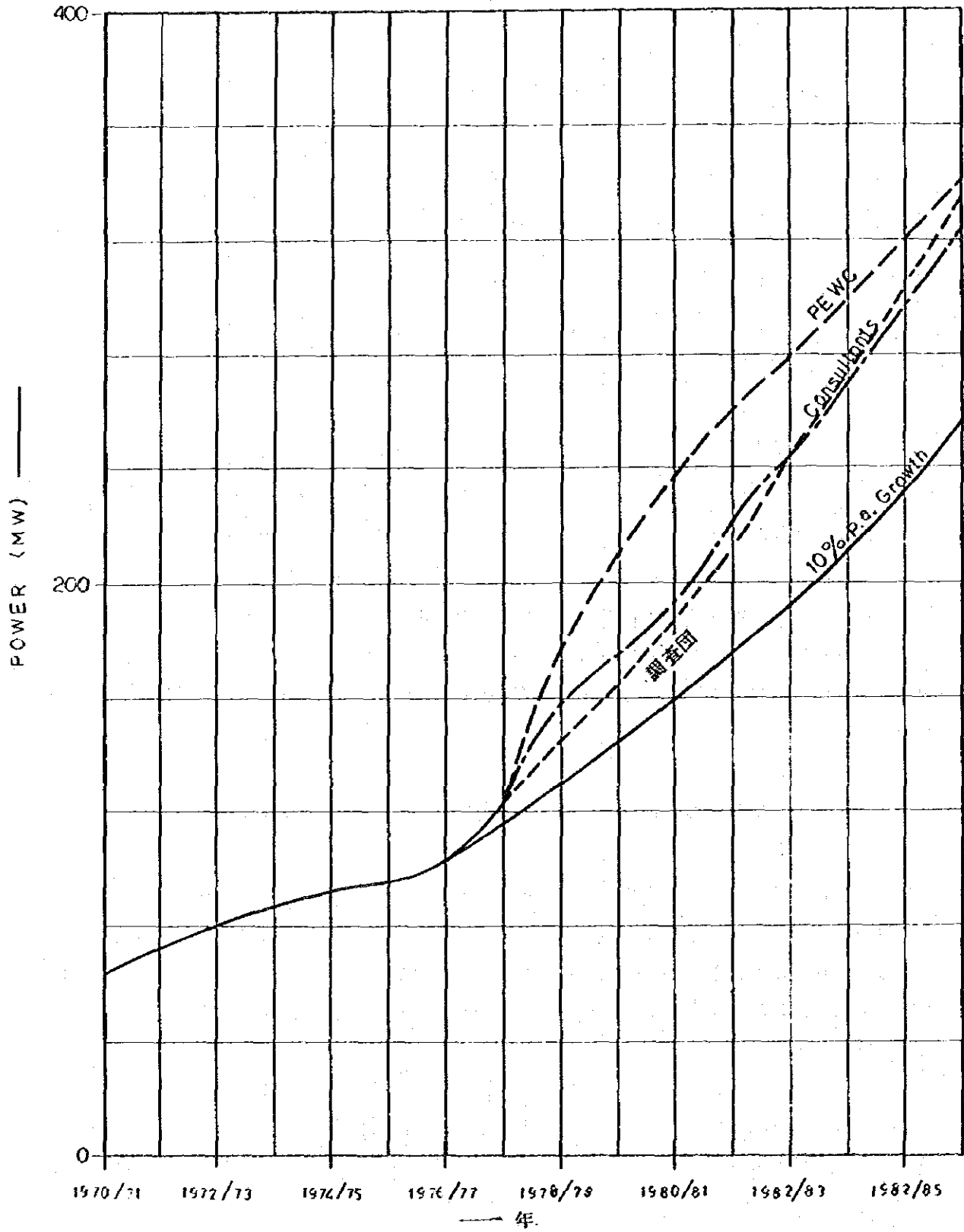
会計年度	PEWC予測	コンサルタント予測	調査団予測
1977/78	126	126	126
1978/79	176	159	145
1979/80	209	175	167
1980/81	236	193	191
1981/82	259	221	216
1982/83	278	244	244
1983/84	298	268	273
1984/85	319	294	305
1985/86	341	324	339

この結果を図示すると図4-2の如くなる。本調査団の予測は過去の電力使用実績とGDPからマクロ的予測を行ったが、過去のデータが少なく長期的予測を行うのは充分とは言えない。しかし図4-2にも示すように、PEWCとして採用したコンサルタントの予測は調査団の予測とは一致しており、マクロ的な需要予測から見ても妥当な予測と考えられる。極く近い年において、コンサルタントと調査団の予測に差があるのは、すでに計画が実行されている大型の事業計画のためである。

2-1-4 予測値間の食い違いの原因

図4-2に示す通り、近い将来急速な増加を予想するコンサルタントの予測はラhad計画、ケナナ計画、ハガール・アサヤ計画のような農業関係の灌漑事業計画の電力需要を見込んだためである。これらの農業計画の進捗状況ならびに工業化諸計画の進行は、需要予測を大きく左右するものであり、電源計画と併せてこれらの需要の動向を常に把握し、需要予測の見直しを絶えず行う必要がある。

図 4-2 予想最大需要
ブルナイ電力網



2-2 水力と火力の配分

2-2-1 Power III計画実施後(1986年)の水力、火力、その他の負荷配分

水力発電の水源であるブルーナイル川は7月～8月の時期に毎年の様に洪水に見舞われている。この時期に水力発電所の出力は大巾な出力低下(約70%)を余儀なくされている。このため発電可能出力の30%しか有効に発電出来ない。

従って、この大巾な出力低下をその他の汽力およびディーゼル発電機で補わなければならない。

そこでPower III計画における、水力、火力、その他の負荷配分を洪水時期(7月)とその他の時期(2月)とについて検討すると図4-3と図4-4で示すような負荷配分が必要となる。図4-3は洪水時期(7月)の負荷配分を示し、図4-4は2月の負荷配分を示す。

図からもわかるように洪水時には水力発電は大巾な出力低下を伴うので、これにかわって汽力発電の100%運転が必要となる。汽力発電で賄われない分はディーゼルおよびタービン発電で補う必要がある。7月の負荷配分水力：火力：その他は17%：52%：31%となり、2月は68%：27%：5%となる。

上記の数字はロゼイレスおよび送変所が平常運転している場合の数字であって、もしこれらの何れかに故障が生じた場合のことを考慮すれば、北ハルツーム汽力発電所の増強をも計画する必要がある。

2-3 Least Cost Methodによる諸案件を含んだ計画案の決定

Power III計画の報告書によれば経済分析は電源種別、工期、工事費等の相互関連の中で比較を行っている。

2-3-1 分析手法

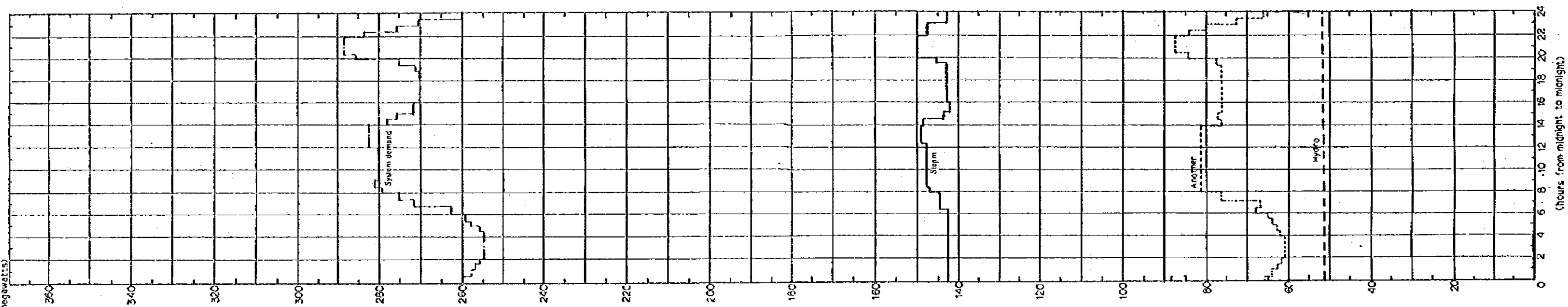
経済評価手法は“Least Cost Method”によっている。すなわちブルーナイル電力網の負荷増加に対処する電源をいかなる方法で開発してゆくか幾つかの代替案を作成し、各々の案に対して設備の規模、運転開始時期、長所、短所、建設費用、使用燃料を分析している。さらに1kWh当りの発電原価を算出しこれらを比較の上最良案を導き出し、これに対する各4半期毎の予算額を算出している。最良案を導き出す過程ではブルーナイル電力網全体計画として、

A案 全部を火力発電所とする案

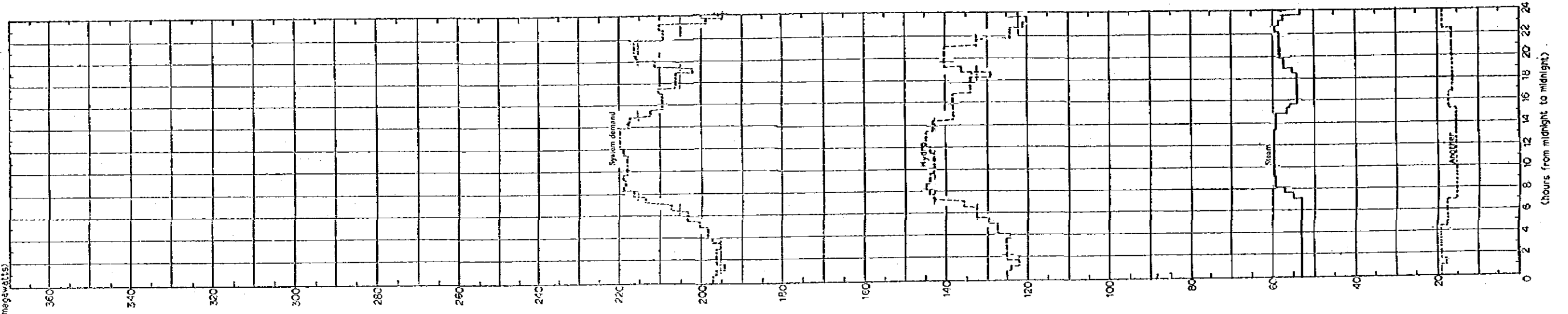
B案 火力発電所と水力発電所をミックスさせる案

の2案にしぼり、この2案に対し比較検討を行いB案を最良案としている。

Daily Generating Schedule for August 1964
New York, July 1964
(megawatts)



DAILY OPERATING SCHEDULE FOR SUWAN'S BLUR
NILE CLUB, FERRARI 1976
(megawatts)



2-3-2 基礎データおよびコスト算定の前提

(1) 利子率 10%

(2) 建設費

1978年第1, 4半期の物価に基づく。国内費用はスーダンにおける建設工事実績による。実効外貨換算率は公的には1スーダン・ポンド=2.5USドルであるが経済比較ではスーダン・ポンドの実勢を勘案して1スーダン・ポンド=2.0USドルを適用している。

(3) 運転および保守

建設費に対する比率として次の値を採用している。

水力発電所	1%
送電線	1.25%
汽力発電所	2%
ディーゼル発電所	3%
ガスタービン発電所	3%

(4) 燃料費

ポーツスーダンの石油精製価格に、輸送費として12~16スーダン・ポンド/トンを加えて次の値としている。

発電所形式	燃料費 スーダン・ポンド/トン	発電所効率 %	燃料消費 kg/kWh	単位当り燃料費 ミリムス/kWh
ガスタービン	87	20	0.42	36.5
中低速ディーゼル	65	33	0.26	17.0 ^(注)
蒸気タービン	63	24	0.35	22.0 ^(注)

(注) もし750R, 1200Rの代りに3,500 secondsのレンジアルオイルが使用できるとすれば, kWh当りの単価はそれぞれ,

中低速ディーゼル 14.5ピアストル/kWh

蒸気タービン 18.5ピアストル/kWh

となる。

2-3-3 各案比較

(1) 各種タイプ別資本費比較

表4-5の通りとなる。

(2) 1983年以降建設すべき電源としてのディーゼルと汽力との比較

表 4 - 5

SUMMARY OF ECONOMIC CAPITAL COSTS FOR
ALTERNATIVE GENERATING FACILITIES

(LS 1,000)

Description		Foreign Exchange	Local Currency	Total Cost	Cost per kW
1. Gas turbine	12.5MW unit	3,418	241	3,659	(LS) 293
2. Medium speed diesel sited at Burri	1st 2 10MW units	8,173	957	9,130	456
	Additional 10MW units	3,786	402	4,188	419
3. Low speed diesel sited at Burri	1st 2 10MW units	10,304	1,214	11,518	576
	Additional 10MW units	4,901	555	5,456	546
4. Additional cost of diesel plant at new site		1,435	448	1,883	
5. Steam turbine plant at Khartoum North	1st 30MW unit	15,745	3,101	18,846	628
	Additional 30MW units	12,683	2,152	14,835	496
6. Khartoum North substation for 120MW		1,006	238	1,244	10
7. Set No 5 at Roseires (40MW)		7,038	990	8,028	201
8. Transmission associated with set No 5		6,424	2,833	9,257	231
9. Set No 6 at Roseires (40MW)		6,613	980	7,593	190

北ハルツーム電源の選択について低速ディーゼルにするか、汽力にするかの比較を行っている。

表4-6 30MW×2基に対する年経費

項目	負荷率	ディーゼル	汽力	汽力のメリット
年経費 (£S 1000)	20%	7030	6650	+380
	30	7800	7630	+170
	40	8560	8600	-40
	50	9320	9570	-250
kWh当りの 単価 (ピアストル)	20%	6.69	6.33	+0.36
	30	4.95	4.84	+0.11
	40	4.07	4.09	-0.02
	50	3.55	3.64	-0.09

上表によると負荷率40%以上では経済的にみて大容量ディーゼルが有利となるが、使用実績が少なく、30MW以上の容量に対しては信頼度その他の理由で汽力を推奨している。

(3) A案とB案との比較

A案とB案の2案について経費を比較し(現価比較、利率10%)、A案は78,000スーダン・ポンド×10³であるのに対して、B案では66,500スーダン・ポンド×10³となり、B案の方がはるかに優れているとしている。(燃料費としては平均1.85ピアストル/kWhを採用)

以上により全体計画としては、総合費用の低廉な火力、水力を組合せたB案とし、北ハルツーム発電所については汽力を採用している。

2-2-4 考 察

この報告書では公社の収入面については一切触れておらず、この計画実現の暁の収入額や採算性、収益性はここでは窺い知ることができない。本調査団は当該案件の採算性を検討するため、平均電気料金と北ハルツーム汽力発電所発電単価の比較を試算してみたが、料金体系が複雑であり、かつ料金収入にからむデータが不足のため想像の域を出ないが、この試算による発電費用に比べて電気料金は低く、この報告書の発電費用に何か測り知られざる要素があるように思われる。

北ハルツーム汽力発電所 発電単位と平均電気料金比較

負荷率	発電単価	平均電気料金(試算値)
20%	6.33ピアストル	
30%	4.84	
40%	4.09	3.7ピアストル
50%	3.64	

注：ピアストルは $\frac{1}{100}$ スーダン・ポンド

また現行電気料金制度についても農工業発達に対する政策的配慮もあると考えられ、発電設備の増設と相まって原価主義的電気料金制度への移行も必要になってくるものと考えられる。

2-4 需要予測と諸案件との時期的関連

最新の需要予測は表4-4に示すが、さらにPEWCがPower III計画の中で進めている案件の期間と発電設備容量を、需要予測カーブの中に挿入し比較すると図4-5のようになる。

設備容量の推移はカーブ(A) Power III計画報告書によるものであるが、本調査団の調査によれば本計画の出発点(エンジニアリング開始)が既にかなり遅れており、項目「Power III計画の進捗状況」に述べるそれぞれの工程を考慮して予想すると、カーブ(B)のようになる。

スーダンの国状および従来案件の工程の遅れ等から勘案して、カーブ(B)よりも早まることは考えられず、今、計画の実施段階に入ったとしても、至近年における設備容量の不足は図で明らかであり、また機器および系統事故、保守点検等の復旧時間等も当国では、不備、不馴れである事も考慮すると、1986年において保有供給予備力20%以下というのは全体の系統容量に比較すると低い。従って早急にPower III計画の実施を行わなければ、年々増加する負荷需要に対処できないと考える。

2-5 汽力発電所案件とポートスーダン電力網との関連

北ハルツーム汽力発電所の建設は、Power III計画の中で最も重要な案件である。同発電所の建設により、ブルーナイル電力網の電力系統は、供給力、信頼性とも格段に強化され、同地区の経済発展のためにも不可欠のものである。

しかしながら同発電所に必要な燃料油はポートスーダンからの輸送に頼らざるをえないため、北ハルツーム発電所の代案としてポートスーダンに同規模の火力発電所を建設して、約800kmの送電線にてブルーナイル電力網地区に電力を供給する案が考えられる。

本代替案について検討した結果、送電線建設費が油輸送費に比べてはるかに大であり、かつ工期も6年前後を要し電力需要に対応できないことから、現実的でなくPower III計画による北ハルツーム発電所の建設が最適である。(代替案検討は、次項3-4の通り)

