

チッタゴン苛性ソーダ工場修復事業

評価報告：2000年 3月
現地調査：2000年 2月

1 事業の概要と国際協力銀行の協力

本事業は、チッタゴン苛性ソーダ工場既存設備¹の老朽化と増加する苛性ソーダ需要に対応し設備の更新を行うとともに、水銀発生を停止させ、かつ塩素ガスの漏洩を防止することにより、環境問題を解決するもの。

円借款対象は、苛性ソーダ工場の塩水精製設備新設、自家発電装置新設、電解設備の転換等とコンサルティング・サービスにかかわる外貨費用分全額である。

借入人／実施機関	バングラデシュ人民共和国政府／バングラデシュ化学工業公社（BCIC）
貸付承諾額／実行額	2,076百万円／2,071百万円
交換公文締結／借款契約調印	1988年12月／1988年12月
借款契約条件	金利1.0%、償還30年（うち据置10年）、一般アンタイト
貸付完了	1997年12月



¹ 水銀電解法を採用していた旧工場は、1966年の円借款の供与により建設されたものである。日本では、1973年に苛性ソーダ工場の製法転換方針（水銀電解法の取止め）が政府により出され、国内での製法転換作業は87年までにすべて終了した。水銀電解法からイオン交換膜法への転換を行う本事業に対し、国際協力銀行による資金援助がなされたのも、当時の日本国内でのこのような動きが背景にある。

2 評価結果

(1) 事業実施

事業範囲

本事業では、入札の結果、応札価格が予定していた事業費を大きく上回ったため、事業実施方法（契約内容など）や事業範囲の見直しが行われた。その結果、一部工事を実施機関が直営方式で実施し、自家発電機（応札価格約5億円）の調達を取りやめバングラデシュ電力庁（BPDB）からの買電に変更し、33KV / 11KV変電所・33KV送電線（約9百万円）を建設することとなった。

自家発電機の調達取りやめは、コストオーバーランによる事業範囲縮小を最小限にとどめる方策として、高圧線（33KV送電線）から買電する場合には停電問題（事業実施前1984年の停電回数は月平均16回（年間192回）・運転停止時間月平均10時間54分）は極めて限られたものになるとのバングラデシュ側からの説明を踏まえ、決定されたものである。現在、買電による停電回数は月平均3回・運転停止時間月平均2時間42分（1999年度実績）程度に減少しており、工場外の変電所（33KV / 11KV）から低電圧の送電線（11KV）で電力供給されていた従来の状況に比べ、本事業で（工場内）変電所および送電線が新設されたことにより、停電問題はかなり改善されたと言える。しかしながら、依然BPDBからの電力供給の信頼性は十分ではないことから、買電による電力供給の安定化のための一層の対策が望まれる。

1999年度の停電状況

月	1999年						2000年	平均
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	
回数	2	3	4	0	5	6	4	3.4
停電回数（分）	79	169	220	0	44	460	N.A.	162

出所：CCC資料

注：月平均停電時間には、2000年1月実績は含まれていない。

工期

工期は、計画に比べ約5年半の遅れが生じた。原因としては、本体工事の入札の結果、応札価格が予定していた事業費を大きく上回ったため、事業実施方法（契約内容など）や事業範囲の見直しに時間を要したこと、実施機関と落札者の間で交渉が行われその契約交渉に時間を要したこと、その結果、契約内容の一部と事業費変更に係るバングラデシュ国内での承認手続きが再度必要となったためである。これらの要因により、工事着工までに約5年間の遅れが生じた。

事業費

事業実施方法や事業範囲の見直しを行ったことにより、外貨分については計画の範囲内で収まっているが、内貨分は計画に比べ、約4億円のコストオーバーランとなった。これは本体工事の入札の結果、応札2社双方の価格が計画に比べて大幅なコストオーバーランとなったため、当初外貨分（円借款対象）として計上していた一部工事を、バングラデシュ政府の自己資金（内貨）によるローカルコントラクターの実施に変更したためである。その結果、総事業費でも円換算で約16%のコストオーバーランとなった。

本コストオーバーランは競争入札結果によるものであり致し方ないものの、事業実施の大きな障害になったことは確かであり、実施機関など関係機関の努力により、（工期の遅延はあったものの）大幅な事業範囲の縮小をせずに事業の実現がはかられたことは、高く評価できよう。

主要計画 / 実績比較

事業範囲	計 画	実 績
・塩水精製設備 ・ガスタービン発電機	二次塩水精製設備新設 4MW1機	同左 33KV送電線（15km）・ 33KV / 11KV変電所の設置
・電解設備	水銀電解法からイオン交換膜法への転換 （20t / 日）	同左
・液体塩素設備の増設 ・その他既存設備の改修・更新	13.5t / 日 純水設備の増設等	同左 同左

・コンサルティング・サービス	18.0M / M	18.0M / M
工期		
(改修工事開始～工事終了)	1989.10 ~ 1991.9	1994.8 ~ 1997.4
事業費		
総事業費	2,419百万円	2,813百万円
外貨	2,076百万円	2,071百万円
内貨	78百万タカ	292百万タカ
換算レート	1タカ = ¥4.40	1タカ = ¥2.54 (改修工事契約締結時(1994年)の年平均為替レート)

(2) 実施機関の体制(実施および完成後の運営・維持管理)

実施体制

実施機関は、工業省監督下のバングラデシュ化学工業公社(BCIC)である。BCICは本苛性ソーダ工場新設を含めて多数の肥料工場等の円借款事業を手がけており、前述の事業費拡大には、手続きに時間を要したものの柔軟に対応したと言える。コンサルタントはF/S作成段階から関与しており、コントラクターも同種の事業に十分な技術を有していたことから、そのパフォーマンスには特段問題はなかった。工期の遅れは、コストオーバーランによる事業実施方法や事業範囲の見直しなどを行ったためであり、やむを得なかったものと言える。

運営・維持管理体制

本事業は実施機関であるBCICの管理下、チッタゴン化学工場(CCC)が運営を行っている。CCCの従業員は636名であり、その内、製造部署には241名、維持管理部署には203名の人員が配置されている。運営・維持管理は、上記コントラクターが作成したマニュアルのもとで行われている。定期的な日常保守作業に加え、年に10日程度、全面的な検査および修繕(オーバーホール)が行われている。

運営・維持管理状況

本事業の完成後の工場の稼働率は、販売量の伸び悩みにより、約60%にとどまっている。これは、従来からCCC製品の多くを、実施機関が設定した固定価格で優先的に買上げてきた実施機関傘下企業への販売量が、大口需要家である紙パルプ工場の生産停止などにより減少しているためである。現在バングラデシュ国内の苛性ソーダ需要量は25,000トン/年と高い水準にあるものの、CCCの苛性ソーダ価格は平均28,981タカ/トンであり、一般市場での売却は安価な輸入製品(21,000タカ/トン)との競合が激しく、今のところ大きな販売量を確保できていない。実施機関およびCCCには費用の低減により販売価格を下げるなどの経営努力が望まれる。

また、電力供給については、変電所および送電線を新設したものの、依然BPDBからの電力供給の信頼性が十分ではないことから、停電による操業停止(月3回程度)電圧の急激な上昇による変電器の故障およびイオン交換膜の損傷等の発生により円滑な生産活動への支障が出ている。したがって、BPDB、実施機関およびCCCなどの関係機関には、電力供給の信頼性・安定性を高めるための方策につき協議を行い、必要な対応を講じることが望まれる。

設備の維持管理については、コントラクターのマニュアルに従い定期点検等を行っており、特段の問題はない。

環境配慮

設備の更新により塩素ガス漏れはなくなり、工場敷地内および周辺への大気汚染はなくなり、大幅な環境改善がなされた。塩素ガスは、本事業にて工場内に設置された5箇所の塩素ガス検知機により常時モニタリングがなされており、環境汚染の再発予防措置もとられている。また、水銀電解法からイオン交換膜法への転換により、水銀を必要としない工程となり、大幅な環境改善がなされた。更に、水銀電解法を行っていた旧工場についても、同工場は既に解体されており、残余水銀の処理・回収(除染)は終了している。一方、地中や地下水に残留している水銀のモニタリングのため、円借款活性化スキームによるJICAの短期専門家派遣により技術指導が続けられている。実施機関およびCCCには、JICA専門家の技術指導に従い、残留水銀のモニタリング体制の確立が望まれる。

3 事業効果

(1) 生産能力向上と生産量の推移

下表 および のとおり、本事業実施により、CCC工場の生産能力は大幅に向上した一方、「[2].(2). 運営・維持管理状況」で述べた理由により、販売量が伸び悩んでいることから、苛性ソーダおよび液化塩素の生産量は計画量に達していない。一方、塩酸は需要の伸びなどから、計画を上回る生産量をあげている。

苛性ソーダおよび液化塩素の生産量の伸び悩みは、大口需要家である実施機関傘下の紙パルプ工場の生産停止など外部的な要因も大きいものの、今後実施機関およびCCCには、一般市場での競争力の確保による販売量の拡大が望まれる。

生産能力の向上

	生産能力	
	事業実施前	事業実施後
苛性ソーダ	4,500トン/年	7,000トン/年
液化塩素	3,600トン/年	4,600トン/年
塩酸	1,800トン/年	3,000トン/年
さらし粉	1,200トン/年	600トン/年

出所：JBIC資料およびCCC資料

生産量の推移

(単位：トン)

品目	年度	生産量		
		計画	実績	
			97-98	98-99
苛性ソーダ	6,600	3,908	4,119	
液化塩素	4,455	2,057	1,733	
塩酸	1,749	3,948	5,909	
さらし粉	550	354	315	

出所：JBIC資料およびCCC資料

注：1) バングラデシュ国の年度は、7月～6月

2) 事業完了は、1997年4月(96年度)である。

(2) 環境改善

ガス漏れの解消

設備の更新により塩素ガス漏れはなくなり、工場敷地内および周辺への大気汚染がなくなったことから、大幅な環境改善がなされた。

水銀の発生停止

本事業により、電解設備が水銀電解法からイオン交換膜法へ転換されたことにより、水銀を使用しない製造工程となり、大幅な環境改善がなされた。

一方、水銀を使用していた旧工場は慎重な解体作業が行われ、下部の基礎はコンクリートで被覆するなど水銀の拡散を防ぐ対策がとられるとともに、旧電解層などからは約7トンの水銀が回収された。更に、水銀の土壌への浸透をモニタリングするために9本の管井が埋設され、1998年11月からは、残留水銀のモニタリングのため、JICAの短期専門家派遣による技術指導が続けられている。円借款活性化スキームの活用によるJICA専門家派遣が実施されたことは、国際協力

単位：PPM

調査地点	水銀検出量
工場南東にある鉄道橋地点の水路	1.274000
主排水路	0.268800
水路上流	0.000089
工場内モスク	0.000920
工場内DDTプラント	0

銀行とJICAとの有効な連携とみなせる。

なお、最近CCCが、工場周辺で行った残留水銀濃度の調査結果は左表のとおりであり、回収可能な水銀の回収は完了しているものの、残留水銀問題は完全に解決された訳ではないので、今後とも、実施機関およびCCCには、JICA専門家の技術指導に従い、残留水銀のモニタリング体制の

出所：CCC資料

注：バングラデシュ国の水銀の環境基準は、0.01PPM以下である。確立が望まれる。

(3) 生産性の向上

本事業の実施により、以下の生産効率の改善がなされた。

生産単位あたりの電力消費

本事業の実施後、苛性ソーダ1トンあたりの電力消費量は、4,195KWH（事業実施前）から3,155 KWHとなり、1,040KWH減少した。

生産単位あたりの原料消費量

原材料である岩塩消費量が、苛性ソーダ1トンあたり2.00トン（事業実施前）から1.66トンに減少した。

工場設備の耐久年数の長期化など

かつては、塩素ガス漏れにより工場設備の腐食が急速かつ著しかったが、設備の更新により塩素ガス漏れはなくなったことから、工場設備の耐久年数の長期化や修繕費用の節約効果が期待される。

(4) 内部収益率

本事業実施後の財務的内部収益率（FIRR）の再計算を行ったところ、4.5%となった（アプレイザル時8.8%）。FIRRが低下したのは、事業費がコストオーバーランとなったためと、工期の延長により操業停止期間が長引き、機会費用が増大したためである。

(5) その他

コントラクターにより運転員への技術指導がなされており、本事業実施により、新技術（イオン交換膜法）の移転効果があったと考えられる。また、BCICは現在、本事業の経験を踏まえ、水銀電解法を採用しているカルナフリ工場においてもイオン交換膜法への転換を計画しており、本事業実施によるBCIC内部への新技術に対する技術や経験の蓄積が認めらる。



改修・更新後の工場設備



イオン交換膜法による電解設備



旧工場跡地（水銀除去作業終了後、工場の下部基礎はコンクリートで被覆された。手前の管井栓は、水銀モニタリング用）