

インド

スリサイラム送電線建設事業(1)(2)

現地調査：2003 年 7 月

1．事業の概要と円借款による協力



サイト位置図



本事業で建設された鉄塔と送電線

1.1 背景

第八次 5 年計画（1992～96 年度）において、インド政府は同計画末までの電力不足の解消を図るとともに、発電設備の稼働率の向上、送配電ロス削減等の効率化、電力料金の適正化、民間活用等を指向していた。

91 年 3 月末現在でアンドラ・プラデシュ（AP）州内の発電設備容量は 4,893MW、AP 州電力庁（Andhra Pradesh State Electricity Board）の発電設備容量は 4,131MW であり、他州の電力庁と設備容量を比較した場合、マハラシュトラ、ウッタル・プラデシュに次ぐ国内 3 番目の規模であった。しかし、電力需給のバランスをみると、国営火力発電公社（National Thermal Power Corporation）等の中央機関からの電力供給を含めても、90 年度で推定ピーク需要 3,801MW に対し、実際には約 9 割にあたる 3,465MW しか供給できていないのが実情であった。

また、電力量（1990 年度）では、23,103GWh の需要に対し 21,009GWh の供給しかできないために 2,094GWh（9.1%）の不足が生じていた。また、AP 州では農業用の電力料金が政策的に低く維持されていることもあり、同部門の電力需要が伸びる一方で、工業部門向の供給が制約されていた。そのため、AP 州では電力供給制限が断続的に行われており、同州の経済発展（特に工業）の制約要因となっていた。

AP 州では、審査当時（92 年）年平均 7.4%の電力需要増加が予測されており、今回の事業の対象地となったハイデラバード、クルヌールおよびマハブーブナガル地域でも電力需要の伸びが著しかった。こうした需要に対処するために新たな発電所並びに送電線の建設が必要とされていた。

1.2 目的

AP 州のスリサイラム揚水発電所*¹に関連する送電線を建設することにより、同州の電力需給の改善を図り、もって同州の経済発展に寄与する。

1.3 アウトプット

本件のアウトプットは以下のとおり（第二フェーズ審査時点）。

（１）送電線

- ・発電所～ハイデラバード： 400kV 2 回線 138km
- ・発電所～クルヌール： 400kV 1 回線 104km
- ・発電所～ビジャヤワダ： 400kV 2 回線 217km
- ・ハイデラバード～ガナプール：400kV 1 回線 46km

（２）変電所

- ・ハイデラバード（新設）： 400/220kV 630MVA
- ・クルヌール（新設）： 400/220kV 630MVA
- ・ビジャヤワダ（拡張）： 400kV 2bay 追加
- ・ガナプール（拡張）： 400kV 1bay 追加

総事業費 165 億 2,700 万円のうち、外貨分・内貨分それぞれの一部からなる借款対象額は 133 億 5,200 万円である。そのうち 38 億 600 万円が第一フェーズ、95 億 4,600 万円が第二フェーズの対象となる。

1.4 借入人／実施機関

借入人： インド国大統領

実施機関： アンドラ・プラデシュ州電力庁（APSEB）*²

1.5 借款契約概要

（第一フェーズ）

円借款承諾額／実行額	38 億 600 万円 / 26 億 2,700 万円
交換公文締結／借款契約調印	1992 年 10 月 / 1992 年 12 月
借款契約条件	金利 2.6%、返済 30 年（うち据置 10 年） 部分アンタイド
貸付完了	2000 年 4 月

¹ 特にピーク時の電力供給不足に対応するために、既存のダムを利用して建設された揚水発電所（上池：スリサイラム貯水池、下池：ナガルジュナサガル貯水池、設備容量は 990MW）。揚水発電所部分は、「スリサイラム左岸揚水発電所建設事業（１）～（３）」として別途円借款が供与されている。

² 1999 年に実施された州電力庁の機構分離（アンバンドリング）により、その後実施機関は APTRANSCO (Transmission Corporation of Andhra Pradesh Limited)となっている。

(第二フェーズ)

円借款承諾額 / 実行額	95 億 4,600 万円 / 74 億 9,400 万円
交換公文締結 / 借款契約調印	1994 年 12 月 / 1995 年 2 月
借款契約条件	金利 2.6%、返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド
貸付完了	2002 年 4 月

2 . 評価結果

2.1 妥当性

上述したように、審査当時 AP 州では、発電設備容量・供給電力量とも継続的な不足が予測されており、新規の電力供給ルートの開発が急務であった。本事業の対象地となったハイデラバード、クルヌール並びにマハブーブナガル地域においても電力需要の伸びは著しく、電力供給の増加および安定化への強いニーズがあった。

また、当時の国家開発計画でも電力供給の増強がめざされており、本事業は政府の方針にそうものであった。なお、本事業は、関連するスリサイラム揚水発電所事業との組み合わせで AP 州の電力不足に対応するものであるが、当発電所を経由した形で送電ネットワークが確立し、当該地域の送電網が強化されるというメリットも想定されていた。

このように受益者ニーズや政策の観点からみた本事業の必要性・重要性は高く、計画の妥当性は十分に認められるといえる。

さらに、政府は第十次 5 カ年計画（2002～06 年度）において、基本的には第九次 5 カ年計画を踏襲しながらも、民間への依存を減らし地方中心の電力開発に重きを置いている³ほか、州の電力セクターに関する開発計画として、「2020 年に向けての開発計画」⁴を策定し、発電能力の増強とより効率的な経営を指向している。本事業は、これら最近の政策とも密接に関連しており、現時点においても本事業の妥当性は依然として高いものと考えられる。

³ 本計画では、期間中の発電能力（合計 41,110MW）の増加をめざし、「公的セクターを中心とした開発」を重視するほか、「既存発電所の運営効率の改善」「水力発電の促進」「全国的送電網の強化」「地方電化の促進」「電力セクターの改革促進」といった課題を第九次 5 カ年計画から引き続き掲げている。

⁴ 36,000MW の発電能力の増加、1 人あたり電力消費量の増加（目標 2000kWh）送配電ロスの低減（10% 以下）電力の質の向上、発電コストの低減等を目標として掲げている。

2.2 効率性

2.2.1 アウトプット

本事業はほぼ当初計画通りに実施された。詳細は主要計画 / 実績比較のとおりである。

2.2.2 期間

当初の計画では、すべての工事を 1996 年 6 月に終える予定であったが、実際には約 6 年遅れの 2002 年 3 月に完了している。実施機関では複数の遅延要因を指摘しているが、主な要因は以下のとおりである（実際にはこれらが複合して遅延を増大させている）。

- ・ 森林影響調査に時間を要した。
- ・ 代替植林地の確保に時間を要した。
- ・ 環境森林省からの送電線用地用森林クリアランスの取得が遅れた。

実施機関によれば、いずれの遅延要因も実際に事業に着手してからでないとその発生や要する期間等が判明せず、事前に予測・回避することは困難であったとのことである。本事業による送電線・変電所の整備は、（スリサイラム揚水発電所の建設も遅れたため⁵）スリサイラム揚水発電所の始動には間に合った。

2.2.3 事業費

事業費は当初計画を下回っている。これは、競争等による効率的受注によるものである。通貨別にみると、外貨部分は、106 億 9,200 万円の予定に対し 81 億 8,700 万円の支出（76.6%）、内貨部分は 17 億 3,670 万ルピーに対し 13 億 9,900 万ルピーの支出（80.6%）となっている。総額を円換算額でみると、予定額 165 億 2,700 万円に対し実績 125 億 2,450 百万円（75.8%）となっている。項目別の実績は以下のとおりである。

⁵ 発電所部分の実施機関（APGENCO）によれば、地質的な要因（貯水池からの浸水、断層帯によるトンネル工事の難航）にその他の要因（資金不足や労働者のストライキ等）が加わって工事が遅延した。

項目別事業費の比較（計画値および実績値）

項目	外貨 （百万円）		内貨 （百万ルピー）		合計 （百万円）	
	計画値	実績値	計画値	実績値	計画値	実績値
1. 資機材費	8,946	7,285	232.5	180.8	9,727	7,845
2. 人件費/工事費	0	0	283	754	951	2,337
3. 輸送費	0	0	137	7	460	23
4. 用地取得費	0	0	93	92.7	312	287
5. 関税	0	0	697	330	2,342	1,023
6. プライスインフレーション	282	244	211.5	34	992	349
7. 予備費	461	0	82.7	0	740	0
8. コンサルタント費	102	108	0	0.6	102	110
9. 建中金利	901	550	0	0	901	550
合計	10,692	8,187	1,736.7	1,399.1	16,527	12,524.5

*計画値は審査時、実績値は実施機関報告による。為替レート：1 Rs= 3.36 円（審査時）、1 Rs= 3.1 円（完成時）

以上をまとめると、アウトプットはほぼ予定通り実施され、事業費も当初予定内に収まっている。関与した業者の監理・施工能力等にも特段問題はない。ただし、事業実施の前提となる送電線用地の取得にかかる認可手続きや、地形に起因する作業の難航化が工期を増大させており、この点においては事業実施にかかる効率性は若干低いものになったといえる。

2.3 有効性

2.3.1 期待された効果の発現状況

実施機関から 2003 年 3 月に提出された事業完了報告書（PCR）によると、本事業で整備された送電線については、以下のような効果が報告されている。すなわち、以前のハイデラバード一帯は、AP 州の主要なロードセンター^{*6}であるにもかかわらず送電電圧が低かったところ、本事業により高電圧での送電が可能になり、安定送電および送電ロスの減少につながっている。これは、本送電線建設事業が AP 州の電力不足に対応することに加え、当該地域の送電網強化というもう一つの目的にかなうものである。

⁶ 電力の大消費地のこと。ハイデラバードは、AP 州で最大のロードセンターであり、ビジャヤワダ・クルヌールも主要なロードセンターとされている。

送電線別の本事業による具体的効果

送電線	具体的な効果
発電所～ハイデラバード間 (400 kV)	ハイデラバードにおける 220kV の送電線における電圧が 8kV 上昇（改善）した。
発電所～ビジャヤワダ間 (400 kV)	ビジャヤワダにおける 220kV の送電線における電圧が 10kV 上昇（改善）した。
発電所～クルヌール間 (400 kV)	クルヌールにおける 220kV の送電線における電圧が 22kV 上昇（改善）した。

次に、実施機関より入手した設備稼働率の指標は以下のとおりである。

送電線別設備稼働率(%)

年度	2000	2001	2002
発電所～ハイデラバード間 (400 kV)	99.89	97.82	99.75
発電所～ビジャヤワダ間 (400 kV)	99.92	99.93	95.66
発電所～クルヌール間 (400 kV)	99.92	99.93	99.03
ハイデラバード～ガナプール間 (400 kV)	100	100	100

設備稼働率^{*7}をみると、過去3年間における4ルート averages は99.32%となっており、良好な状態であるといえる。

APTRANSCO が所管するシステム全体の送電ロス率は、8.8%（00年度）、8.13%（01年度）、7.47%（02年度）と低下してきている。

2.4 インパクト

2.4.1 産業活性化への影響

上述したような電圧の改善は、一部の地域では産業の活性化にも貢献しているものと思われる。複数の企業を調査したところ^{*8}、停電が3年くらい前からほとんどなくなった、電圧が突然低下する現象が昨年ごろからほとんどなくなった、といった声が寄せられた。こうした状況は、インドを代表するハイテク都市とされるハイデラバードへの投資環境にもプラスとなっており、IT関連の世界的大企業などによる投資も増加している。

AP州の1998年度から2001年度の実質GRDP(域内総生産)の年平均成長率は約6.7%であり、全国平均の約5.7%を上回っている。

⁷ 日本では、設備稼働率は「最大負荷を設備定格容量と力率の積で割ったもの」と定義されるが、インドにおいては「稼働時間（the time for which the line and other equipment are available for use）/ 総時間」という定義が用いられている。なお、稼働時間は、総時間から年間停止時間を差し引いたものとなる。

⁸ 7月2日に、ハイデラバードで企業して間もない企業3社（IT工業団地への投資企業を情報面・インフラ面で支援する事業を展開する）に対して受益者調査を行った。

AP 州における GRDP と電力消費量の推移

年度	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
実質 GRDP (1 千万ルピー)*1	57,867	61,114	64,729	68,809	67,866	76,116	79,605	85,522	88,765
電力供給量 (GWh) *2	27,879	29,979	30,918	33,657	38,170	40,612	45,752	46,745	46,951

出所：*1.Economic Survey 2002-2003, Government of Andra Pradesh (1993 年度の固定価格による。)

*2.APTRANSCO

2.4.2 その他の環境社会面へのインパクト

(1) 環境インパクト

本事業の実施にあたって発生しうる環境影響^{*9}について検証したところ、問題はなかった。また、実施機関からの聞き取りにおいても問題点の報告はない。なお、送電線建設に伴う森林伐採への対応として、環境森林省から森林クリアランスを取得し、約 7,200 万ルピーを支出して代替植林(560ha)を行った。

(2) 地域住民へのインパクト

本事業では、実施機関による私有地の取得や住民移転等は発生していない。また、送電線特有の問題である感電事故は発生しておらず、この点は地域住民に対するインタビュー^{*10}でも確認された。なお、本事業による送電線が道路・鉄道・河川等を横切る場合には、実施機関は法令に従った措置をとるか、管轄省庁の許可を得るなどの適切な処置をとっている(たとえば、電話への影響を抑えるため、送電施設を電話回線施設から一定の距離をおいて設置するなど)。

2.5 持続性

2.5.1 実施機関(APTRANSCO)

(1) 技術

本事業により整備された送電施設(送電線および変電所)は、実施機関により運営・管理されている。運営・管理を担当する職員は必要に応じ国内外で研修を受けており、主要な補修工事はすべて実施機関単独で実施できる体制にある。変電所においては、3 交代 24 時間体制で職員がモニタリングを行っており、異常が発見され次第必要な措置がとられるようになっている。実施機関では、現在の技術スタッフは質・量ともに十分であると考えている。

⁹ 感電の可能性、施設の設置および利用による生態系への影響、景観への影響、施設の設置による歴史的・文化的遺産への影響、既設インフラへの影響、土地利用への影響等、建設工事時の環境影響、等。

¹⁰ スリサイラム揚水発電所から 3 方向に送電線が延びているが、うち 2 方向の近隣には人の居住区はない。そこで、この近隣で唯一古くからあるコミュニティ(発電所から北へ約 5Km)の住人 2 人(ともに商店を経営)にスリサイラム送電線建設事業の影響について聞いた。

(2) 体制

APTRANSCO の職員数は、本評価時点で 5,007 人である。APSEB(全体で 72,511 人)がアンバンドリング(発電・送電・配電部門に分割したうえでの公社化)した直後(1999 年)が約 5,500 人であったため、約 1 割職員数を削減していることになる。

今回新設された二つの変電所についてみると、ハイデラバードは総職員 94 人のうち技術者が 33 人、クルヌールが総職員 18 人のうち技術者 14 人である。これらは、本部の管轄下にあるが、実際の運営はかなりの部分を現地(変電所)主導で行なっている。

(3) 財務

実施機関によれば、運営・管理費は十分な額が確保されており、今後も維持される見込みとのことである。APTRANSCO については、電力の仕入価格・販売価格ともに APERC(州電力規制委員会)の規制下にある^{*11}。配電会社への売上は 95%以上回収されており、問題はないものと思われる。

APTRANSCO 全体の財務状況をみると、2002 年度の数字で 17 億 4,400 万ルピーの赤字であるが、前年度の約 39 億 6,000 万ルピーの赤字より改善していることがわかる。また、02 年度からは州政府からの補助金も受けていない。

こうした財務改善の背景には、人員減等コスト削減の努力がなされていること、売上金の回収が改善していること、送電ロス率の改善による売上の上昇等が挙げられる。今後も継続的な変電所・送電線の増設による送電ロス率の改善等が期待できるため、財務内容は次第に好転していくものと思われる。

APTRANSCO 損益計算書(単位:百万ルピー)

年度	2000	2001	2002
総収入	77,621	76,592	85,058
(うち補助金)	29,357	200	0
営業収入	48,264	76,392	85,058
経常損益	86	-4,677	-1,140
最終損益	0	-3,960	-1,744

¹¹ APTRANSCO の販売する電力の料金は、以下の形で算出・設定される。

Pool power purchase cost + Transmission (Network) cost + Return to APTRANSCO (調査時点で 1 単位あたり 206.97 パイサ) この単位価格がさらに顧客層の構成や地理的状况等を考慮して、配電会社ごとに調整される。

APTRANSCO 貸借対照表 (単位：百万ルピー)

年度	2000	2001	2002
流動資産	5,942	7,464	24,296
固定資産	45,912	53,068	48,011
資産合計	51,854	60,532	72,308
流動負債	21,663	27,357	32,648
固定負債	15,397	17,994	24,795
資本	14,794	15,811	14,865

2.5.2 運営・管理

本事業により整備された施設・機材に関しては、欠陥や故障もなく順調に機能している。また、運営・管理上の問題も発生していない。

上記を総合すると、本事業で建設された施設は期待された機能を十分発揮しており、現時点で物理的な問題はほとんどない。また、これらの施設を運営・管理する組織・人員は適切に整備されており、運営・管理活動を実施するための予算も確保されている。したがって、本事業の持続性は総じて高いものと判断される。

3 . フィードバック事項

3.1 教訓

なし。

3.2 提言

なし。

主要計画 / 実績比較

項 目	計 画	実 績
アウトプット (1) 送電線 発電所～ハイバート 発電所～クルナル 発電所～ビジャワダ ハイバート～ガナプール (2) 変電所 ハイバート（新設） クルナル（新設） ビジャワダ（拡張） ガナプール（拡張） (3) コンサルタント業務	400kV、2 回線、138 k m 400kV、1 回線、104 k m 400kV、2 回線、217 k m 400kV、1 回線、46 k m 400/220kV、630MVA 400/220kV、630MVA 400kV、2bay 追加 400kV、1bay 追加 入札評価、設計のレビュー等	400kV、2 回線、147 k m 400kV、1 回線、103 k m 400kV、2 回線、221 k m 400kV、1 回線、46 k m 予定通り 予定通り 400kV、3bay 追加 予定通り 予定通り
期間 (1) 送電線 （調達および建設） (2) 変電所 （調達および建設） (3) コンサルタント	1992 年 7 月～1996 年 6 月 1992 年 7 月～1996 年 6 月 1993 年 1 月～1996 年 6 月	1997 年 10 月～2001 年 2 月 1998 年 8 月～2001 年 6 月 1994 年 3 月～2002 年 3 月
事業費 外貨 内貨 （現地通貨換算） 合計 うち円借款分 換算レート	106億9,200万円 58億3,500万円 （17億3,670万ルピー） 165億2,700万円 133億5,200万円 1ルピー = 3.36円 （1992年12月）	81億8,700万円 43億3,700万円 （13億9,910万ルピー） 125億2,500万円 101億2,100万円 1ルピー = 3.10円 （2003年2月）

Third Party Evaluator's Opinion on Srisailem Power Transmission System Project (1) (2)

Dr.S.Narayan
Retired Economic Advisor to Prime Minister

Relevance

The project, as planned, was consistent with the national development plan of the Government of India, which sought to increase power supply at the time the project was planned, that is during the 8th FYP. It has remained highly relevant even at the present as it conforms to the State Development Plan Towards 2020 for the electricity sector in AP, which envisages increasing power generation capacity and improving electricity system efficiency.

Effectiveness

The project has been highly effective in alleviating power shortages along with reinforcing power transmission network in the region and reducing T & D losses. The average capacity utilization of over 99 % indicates that all the four sub-stations continue to be in good condition and are maintained well. By increasing supply and improving quality of power, the project has helped the State of AP to become a favoured investment destination, especially by the international IT companies. It also helped the city of Hyderabad to become a high-tech city as planned by the State government.

Efficiency

The project was executed as planned but with a delay of six years on account of delay in forestland clearance and permission to acquire substitution land at construction site of transmission lines. However, instead of cost escalation, overall cost of project was brought down by efficient contracting by more than 25 % from the initial estimate, despite delays. Though no particular problem was encountered while implementing the project, time delays, caused by external factors, affected to some extent, the efficiency of the project.

Impact

No detrimental or negative impact has been observed either on environment or on residents, as it did not mean any displacement of residential area. Special care was also taken not to disrupt telephone service while constructing transmission lines.

Sustainability

Though the executing agency has been making losses, the amount of loss has been reduced considerably by 2002 as compared to the previous year. This is significant, as the agency did not receive any subsidy from 2002 onwards. Financial situation is expected to improve further due to focus on cost-cutting, improved sales collection and increase in sales due to reduction in transmission loss. Adding more substations as planned for the future would also help in improving transmission and sales and thus finances.

Overall, the project appears viable and relevant for meeting beneficiaries' needs for increased power supply with better quality.