

インド・プルリア揚水式発電所建設事業の概要紹介

大成建設 インド・プルリア揚水発電所建設工事
加藤武郎、青山博文、浅井隆治、柏木 茂

1. はじめに

インド国の古都、コルカタ（旧称、カルカッタ）から北西に300Kmほど内陸へ入った、標高約250～520mの丘陵部を有する西ベンガル州・プルリア地区（図-1-1、図-1-2）に、プルリア・プロジェクトと称し揚水式発電所の建設事業が計画されました。本計画は、現在、90%以上を石炭火力に依存しているインドの電力系統を効率的に運用すること、現在不足している夕刻時のピーク電力を賄うこと、現在の不安定な供給電圧を安定化させることなどを目的とし、日本政府のODA資金供与の下、最大出力90万KWの揚水式発電所を建設するものです。

当社は、本プロジェクトの主要土工事に対し、1998年の第1回入札、1999年の再入札を経て、2001年6月、西ベンガル州・電力公社（通称、WBSEB）から、単独で本工事を受注しました。その後、同年8月の仮着工、2002年3月の本格着工を経て、現在、2007年2月の完成に向けて、順調に工程を消化しています。

本格着工から現在に至るまでの2年半で、次ページに示す地下構造物（図-2）の掘削工事（約50万m³）が、ほぼ終了し、今年中には進行中の地下発電所も含め、総て完了の見込みです。

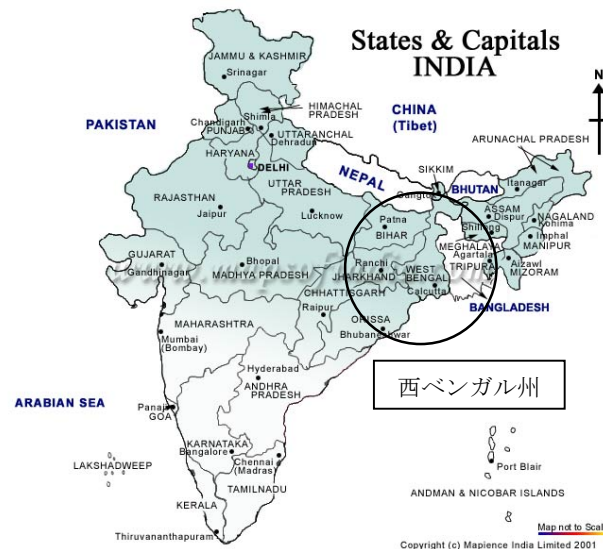


図-1-1 プロジェクト位置図（インド国全土）

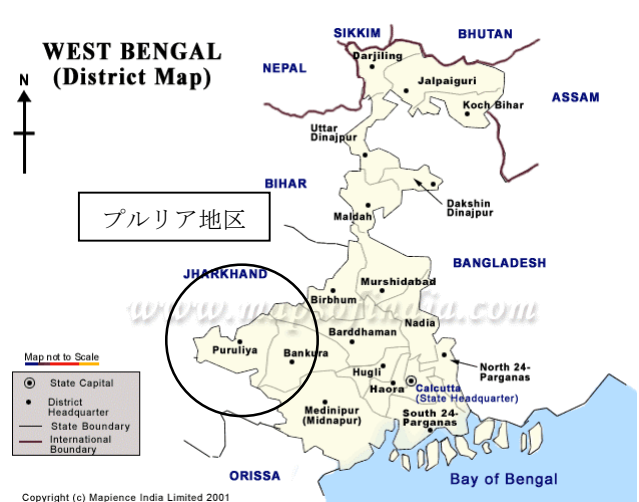


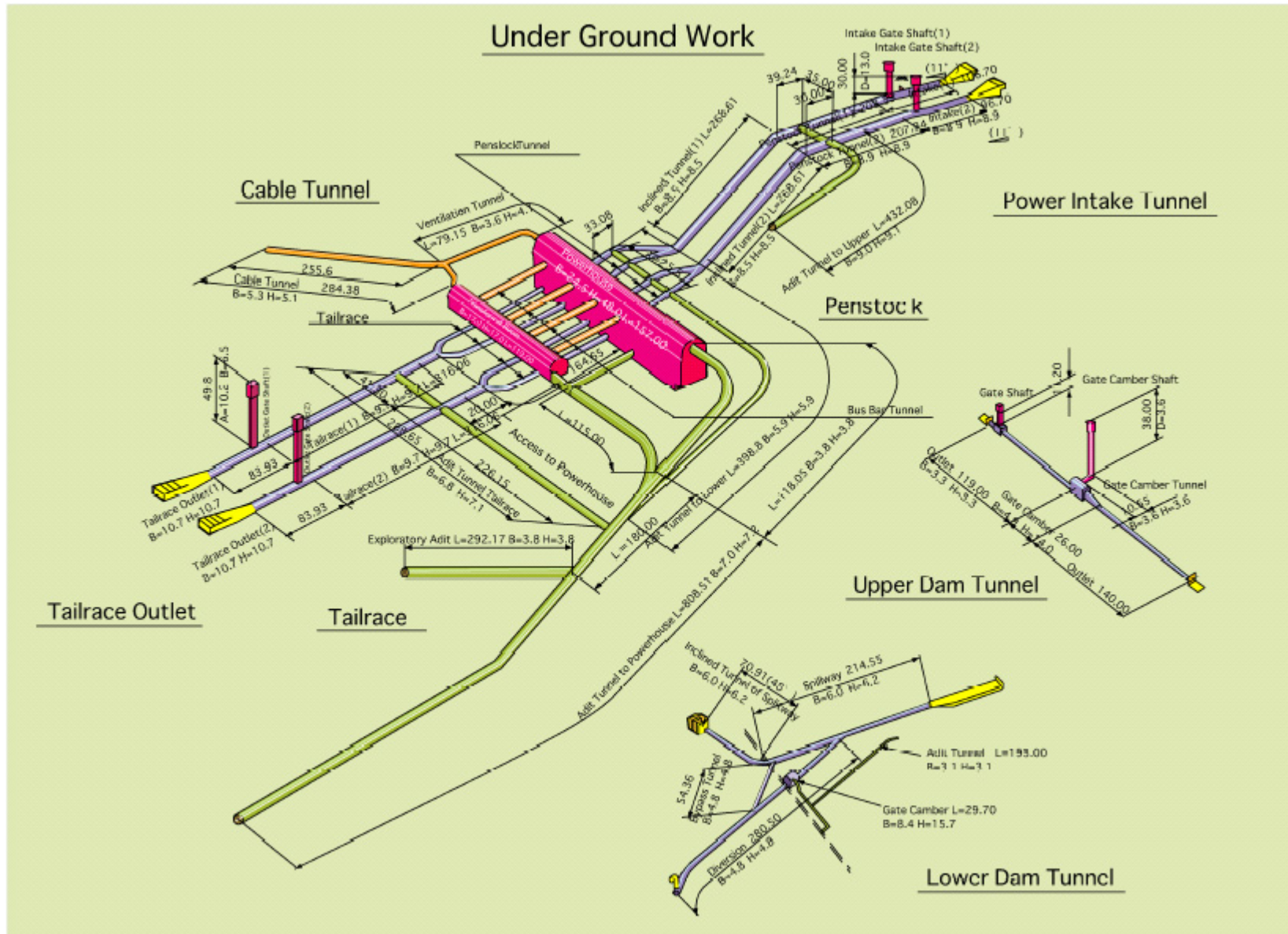
図-1-2 プロジェクト位置図（西ベンガル州）

2. プルリア揚水発電所土工事概要

本土工事は、総貯水容量16.5 x 10⁶ m³を貯える上池ダム：堤高71m・堤頂長1,505m、と同16.0 x 10⁶ m³の下池ダム：堤高95m・堤頂長310m（共に、中央遮水式ロックフィルダム、盛立量：300万m³（上池ダム）、180万m³（下池ダ

ム）、22.5万KW発電機4基が設置される地下発電所：幅25m・高さ48m・長さ157m（弾頭型大規模地下空洞、掘削量：14万m³）の他、トンネル：総延長5,973m（導水路・水圧管路・放水路、等）、明かり：洪水吐・取水口・放水吐・開閉所、建築設備など、揚水式発電所工事一式から構成されています。

图-2 地下构筑物鸟瞰图



上記構造物の建設用地は約 400 ha に広がり、用地内には延長約 20 km の場内工事用道路を敷設しています。本用地は、中央政府環境森林省管轄の森林保護地域に含まれていることから、発注者への用地移管に予想以上の期間を要し、契約締結時、2001 年 8 月に予定されていた着工が、現実には 2002 年 3 月まで 7 ヶ月半遅れる結果となりました。

本土建工事の全体工期は 59 ヶ月、この期間中、着工から 33 ヶ月目の地下発電所発電機設置開始、39.5 ヶ月目（契約時は、44 ヶ月目であった）の上池ダム・下池ダム湛水開始など、20 余りに及ぶ中間完成工期が設定されています。

3. 地質概要

インドには、先カンブリア代から現世まで、広範な地質年代の岩石や堆積物が分布しています。それらは構造運動を経て、様々な程度に変形や変成作用を受けています。インドの地質は、年代と岩相に基づいて大きく 3 つに区分でき、そのひとつは北部のヒマラヤ地域と東海岸沿いに分布する変成岩質 (metamorphic)、もう一つは中西部に広がる火成岩質 (igneous)、そして、北部のヒマラヤ地域から東西のアラビア海・ベンガル湾へそれぞれ流れ込む二大河川（インダス川とガンジス川）で運ばれた比較的新しい堆積物からなる沖積層 (sedimentary) です。

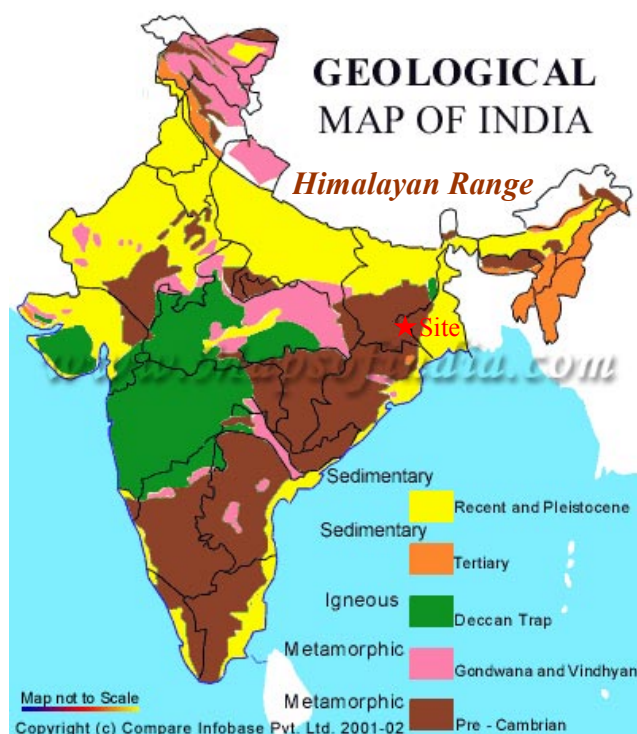


図-3 インドの地質

本プロジェクトが施工されている西ベンガル州・プルリア地区は、前述の変成岩質の中でも古い先カンブリア紀 (Pre-Cambrian) の花崗岩や縞状の片麻岩が分布しており、チョタ・ナグプール高原と呼ばれる丘陵地の東縁部に位置しています。

着工以前に行なわれた地質調査から、水路全般の岩質は、花崗岩 (60%)、黒雲母岩 (20-25%)、角閃岩 (10-15%)、その他と推察されていました。

4. 施工

地場産業的性質の強い建設事業を進めてゆくには、また、人件費格差を考慮しても、当地建設会社を下請業者として採用せざるを得ないのが実情です。

本工事に於きましても、インド国内ではトップクラスの建設会社数社を採用していますが、高度に発展した日本の工事管理水準と比較すれば、現地建設会社のそれは、施工管理・品質管理・工程管理など、さまざまな点に於いて後進性が見受けられることは致し方ないことと思えます。

そのような現地建設会社を採用しつつ所定の進捗を維持することは容易なことではありませんが、先に述べたような先カンブリア紀に構成された比較的安定した岩質地盤に於ける施工であったため、次ページ比較表（赤字は、当初数量明細表に含まれていなかった工事）に示しましたとおり、想定されていた支保工数量が軽減（ショットクリート工：約 75%、ロックボルト工：約 36%）となったことが、約定工期を維持できた一因であったことは事実です。

先述のように、プルリア揚水発電所土建工事は、揚水発電所工事一式から構成されておりますが、その一部の 2004 年 08 月現在の工事進捗状況は写真の通りです。地下発電所工事は 2004 年 10 月初旬に掘削工が完了し構築作業が始まり、放水路・上池ダム・放水口などの水路関連工事は 2005 年 07 月の湛水開始までに完成する予定となっております。

5. おわりに

以上、インド国・プルリア揚水式発電所プロジェクトの土建工事概要を紹介するとともに、岩質概要・施工環境を簡略に述べさせていただきました。それらが、読者の方々に、何らかの参考となりましたら幸いです。

なお、本プロジェクトは、当社が施工にあたる主要土建

工事以外、水門鉄管工事を三菱重工株式会社が、主電気機器を三井物産・東芝・三菱重工・BHEL 企業連合が、それぞれ受注していることを補足しておきます。

最後になりましたが、計画および施工にあたり御協力を賜っている国際協力銀行（JBIC）、発注者側のコンサルタントである電源開発株式会社ならびに関連コンサルタントの皆様へ、深く感謝の意を表するとともに、今後とも関係各位のご指導ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

Comparison of Support Works at Major Underground Structures

Description		unit	Pressure Tunnel				Powerhouse (*)		Transformer Room		Tailrace Tunnel	
			(Horizontal)		(Inclined)							
Dimensions	Length (1)	m	433		269		157		120		494	
	Length (2)	m	444		269						494	
	Sectional Area	sqm	71.5		65.4		25m(W) 48m(H)		15m(W) 17m(H)		80.7	
Support Works			Original	Actual	Original	Actual	Original	Actual	Original	Actual	Original	Actual
Shotcrete	5cm	sqm	15,300	23,283		4,538	6,700	3,233	2,300		21,900	12,948
	10cm with wiremesh	sqm	11,300								5,900	1,507
	16cm with wiremesh	sqm					9,800	9,708	5,200	5,784		
Rock Bolt	1.5m	pcs					350	14				
	2.5m	pcs										
	3.0m	pcs	2,780	388		904			310			697
	4.0m	pcs	3,560				40	30			4,070	257
	5.0m	pcs	270								770	24
	6.0m	pcs					4,700	2,581	2,400	1,042		
	6.7m	pcs					1,500					
	7.2m	pcs					390	398		236		

(*) in progress

Description		unit	Main Access		Diversion Tunnel		Spillway Tunnel				Total	
							(Horizontal)		(Inclined)			
Dimensions	Length	m	483		285		171		85			
	Sectional Area	sqm	49.5		22.3		38.4		38.4			
Support Works			Original	Actual	Original	Actual	Original	Actual	Original	Actual	Original	Actual
Shotcrete	5cm	sqm			370	3,734	440			3,783	47,010	51,519
	10cm with wiremesh	sqm	7,550	7,730	3,700	0	4,370	400		576	32,820	10,213
	16cm with wiremesh	sqm									15,000	15,492
Rock Bolt	1.5m	pcs			1,280						1,630	14
	2.5m	pcs				33	1,260	455			1,260	488
	3.0m	pcs						77			3,090	2,066
	4.0m	pcs	4,620	2,511		9		18			12,290	2,825
	5.0m	pcs									1,040	24
	6.0m	pcs									7,100	3,623
	6.7m	pcs									1,500	0
	7.2m	pcs									390	634

Actual Quantity against Original

Shotcrete : 75.6% in cum
 Rock Bolt : 36.2% in meter

インド・プルリア揚水発電所 工事状況写真 (2004年08月現在)



地下発電所掘削状況



放水路トンネル



上池ダム



放水口