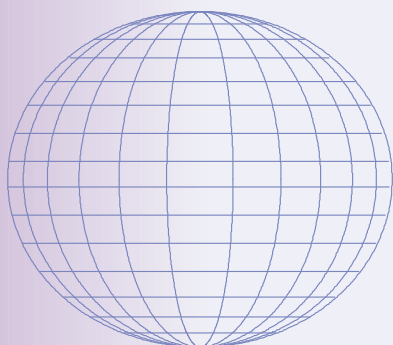


電力会社初の海外水力IPP事業

フィリピン国サンロケ水力発電所の運転開始



橋本 徳昭

HASHIMOTO Noriaki
関西電力㈱ 土木建築室 土木グループチーフマネジャー

サンロケ水力発電所の運転開始

関西電力が日本の電力会社として初めて海外水力発電事業に参画したフィリピン国サンロケ水力発電所は、2003年5月1日にフィリピン電力公社（以下、NPC）による全ユニットの技術審査に無事合格し、運転がスタートした。現在、日中のピーク電力需要帯において、85 MW 以上の出力で順調に運転している（写真-1）。

プロジェクト経緯

サンロケ水力発電所は、フィリピン政府が計画したサンロケ多目的プロジェクトの一部をなすものであり、フィリピン



写真-1 サンロケ水力発電所全景

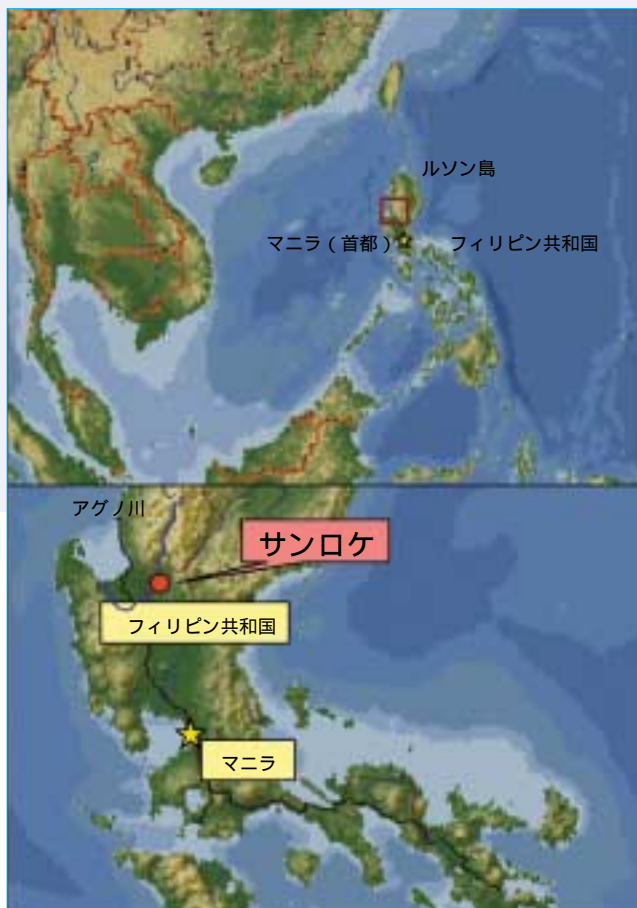


図-1 プロジェクト位置図

国ルソン島北部パンガシナン州に位置している。

サンロケ多目的プロジェクトは、ルソン島北部から南進するアゲノ川に高さ 200 m のロックフィルダムを築き、パンガシナン州から、その北側に隣接するベンゲット州に及ぶ総容量約 10 億 t の貯水池を建設し、灌漑、洪水調整、水質浄化、発電の機能をもたせようとするもので、フィリピン国の最重要プロジェクト（Flagship Project）として位置づけられている。本プロジェクトは 1970 年代終わりにマルコス政権下で構想されたものであり、ODA 資金を用いて 1980 年代半ばに準備工事に着手したが、マルコス政権末期の政治的混乱と資金難のために間もなく中断することとなった。その後、マルコス政権崩壊後に成立したアキノ政権は、電力不足と NPC の資金難を解決することを主目的に、インフラ関連事業の民間開発を認める政策を推進したが、1990 年代に入り

電力不足は一段と危機的な状況となったため、アキノ政権を引き継いだラモス政権は思い切った規制緩和策によりさらなる民間の参入を促進させるための法律を制定した。このような状況下で、サンロケ多目的プロジェクトの重要性が再度見直され、発電部分に民間資本を導入するという新しいコンセプトで再開されることが決定したものである。

1996年7月に本プロジェクトの国際入札が告示された。その結果、Sithe Energies 社の子会社である Sithe Philippines Holdings 社・丸紅・Italian-Thai 社3社のコンソーシアムが落札し、ただちにプロジェクト会社としてサンロケパワー社（以下、SRPC）が設立された。その後、タイ国の通貨危機の影響を受けて Italian-Thai 社がプロジェクトから手を引くこととなり、代わって関西電力の100%孫会社である KPIC Singapore 社が、1998年10月に出資者として参画した。

一方、1997年10月には、NPC と電力購買契約（以下、PPA）が締結され、1998年2月に発効した。1998年3月には米国系建設会社と建設請負契約（以下、EPC 契約）を締結し工事に着手し、総事業費約10億米ドルの一大多目的プロジェクトがスタートした。

関西電力から建設中のプロジェクト管理のため、2名の土木技術者を派遣した。また建設後半には電気・機械管理、試運転のため、土木技術者1名に替わって電気技術者を1名派遣した（写真-2）。

プロジェクトの概要

本プロジェクトは、プロジェクト事業者である SRPC が、高さ200mのロックフィルダムおよび345MWの水力発電所（115MW×3台）を建設（Build）し、25年間の運転（Operate）およびメンテナンスを行い、NPC に発電設備を譲渡（Transfer）するといった、いわゆる BOT プロジェクトである。ただし、本プロジェクトでは、ダム、洪水吐、監査廊および底部排水路といった非発電設備は建設完成時に NPC に譲渡されるところが通常の BOT プロジェクトと大き



写真-2 現地赴任した当社土木技術者（ダムサイトを背景に）

表-1 プロジェクトの諸元

プロジェクト位置	フィリピン国ルソン島 パンガシナン州・ベンゲット州
河川名	アグノ川
流域面積	1 250 km ²
平均流入量	約 84 m ³ /s
定格出力	345 MW (115 MW×3台)
最大使用水量	260 m ³ /s
有効落差	180 m
年間発生電力量	約10億 kWh
ダム形式	中央遮水壁型ロックフィルダム
ダム高	200 m
堤頂長	1 130 m
堤体積	約 4 000 万m ³
総貯水容量	9 億 9 000 万m ³ (有効貯水容量 5 億 3 000 万m ³ , サーチャージ容量 1 億 4 000 万m ³)
設計洪水流量	12 800 m ³ /s
洪水吐ゲート	ラジアルゲート 6門
発電用水路	全長 1 200 m, 内径 8.5 m (コンクリートおよびスチールライニング: 写真-3)
底部排水路	全長 1 300 m, 内径 5.5 m

く異なる。なお、非発電設備譲渡後は湛水池の運用とともに NPC がメンテナンス、運用、安全に対して責任をもち、洪水吐ゲート操作を含めた日々の点検・保守については NPC の指示により SRPC が行うこととなっている。プロジェクトの主な諸元は表-1 に示すとおりである。

サンロケ水力発電所はピーク電源として期待されており、年間を通じて最低でも出力 85 MW にて1日のピーク時間帯に対応した8時間のピーク運転を行う計画となっている。また、水量に余裕があればピーク容量以上の発電、ないしはオフピークにも発電される。アグノ川の過去の河川流量データによると、平均年間発生電力量は約10億 kWh であり、フィリピン国の国内電力需要を賄うとともに火力発電所の燃料の消費削減にも大きく貢献する。

プロジェクトの推進に向けて

サンロケ多目的プロジェクトは、先にも述べたように灌漑、発電、洪水調整、水質改善という四つの目的をもっており、ダムを含む非発電設備の建設は政府資金で、発電に



写真-3 発電用水路（コンクリートライニング部）

関してはBOT方式により民間資金で実施しようとするものである。このようにダムを多目的化し、政府と民間事業者が責任を分担することにより、政府はより少額で大規模な公共インフラを整備することができ、一方、民間事業者も建設費用を削減することができる。本プロジェクトでは、非発電設備に対してNPCはSRPCに分担金を支払い、SRPCは非発電設備を含む全ての構造物を責任をもって建設する。そして非発電設備は完工と同時にNPCに所有権が移転し、NPCにより運用されることとなる。

また、民間事業者がこのような大規模プロジェクトを推進するため、リスク分散を可能とするPPAならびにNPCに対する政府のPPA履行保証により民間事業者のリスク低減を図っている。

一方、SRPCはEPC契約において、設計・資材調達をUnited Engineers International, Inc. (以下、UEI)と、施工をRaytheon Ebasco Overseas Ltd. (以下、REOL)との間で締結した。本契約は、EPC請負者が全工事を設計、調達から施工まで一括して請け負うフルターンキー契約となっており、工事費・工期を固定するLump-sum契約となっている。すなわち、一社が全ての完工責任を負うことで、工事方法の最適化、工事費の低減を図ることができる。例えば、ダムゾーニングおよび盛立工程を一定の要求品質条件のもとで現場の条件に合わせ最適化できる、労働者および重機を工事の進捗に応じて転用できる、各構造物のスケジュール調整が容易にできる、等のメリットがある。また、Lump-sum契約とすることで、SRPCとしては工事に関するリスク低減を行っている。

建設工事の実績

本プロジェクトは1998年3月に工事着工した後、工事はおおむね順調に進捗した。2003年2月14日に小規模な残工事を除き竣工し、5月1日にNPCによる全ユニットの技術審査に合格した。主要工事の実績工程は表-2のとおりである。

ダムの盛立実績としては、工事最盛期には2台のベルトコンベアと重機をフルに使って、コア部：約500千 m^3 /月、

表-2 主要工事の実績工程

1998.3	工事着工
1999.4	発電所 掘削開始
1999.5	発電用水路 掘削開始
1999.7	仮排水路 完成
1999.11	ダム盛立開始
2000.10	水圧鉄管 掘削開始
2001.11	発電機 掘削開始
2002.5	ダム盛立完了
2002.8	湛水開始
2003.2	工事竣工
2003.5	全ユニット技術審査 合格

ロック部：約2000千 m^3 /月の月間最大盛立量を記録した(写真-4)。また、工事に従事した技術者・作業員はピーク時には約4500名にもなった。このうち米国人を中心とした外国人は約100名であり、残り98%は地元の労働者である。フィリピンではすでにアンガット、アンブクラオ、ピンガ等大規模水力発電所を多数建設しており、地元労働者の多くは施工において十分な経験を有していた。

本プロジェクトにおける品質管理に関しては、国際標準に基づく設計・施工を実現するため、第三者機関による厳密なチェックが実施された。特に、その性質上完成時点でNPCに譲渡されるダム等非発電設備に対しては、譲渡前にNPCの指定するIndependent Engineerがそれら設備の健全性について厳密なチェックを実施した。一方、SRPCはEPC契約に基づく品質保証プログラムをEPC請負者に実施させた。例えば、REOLでは、現場組織を技術、施工、品質管理の3部門に分け、各部門が建設の各段階において独立して他部門の業務を評価してきた。さらに、SRPCは3名の経験豊かなエンジニアで構成される独自の委員会を設置し、UEIの設計を品質確保の目的で常時評価するとともに、3か月に一度の現場訪問による施工の確認と工事管理の品質調査を行った。またこれら請負者による品質保証プログラムに加え、オーナーズエンジニアとしてHarza Engineering Company International, LLC(2001年に合併してMontgomery Watson Harza Global Inc.となる)が設計から工事のすべてについて評価を行った。

発電所の運転・保守(O&M)

サンロケ水力発電所は、トレーニングを受けた40名程度のO&MスタッフがNPCの指示に従い順調に運転を行って



写真-4 ダム盛立状況 (ダム左岸より撮影)



写真-5 半地下式発電所（奥から3号機，2号機）

いる（写真-5）。また，SRPC は高品質な O&M を実施するため，Sithe の子会社である Sithe Hong Kong Power Service Co.（以下，SHKPS）と O&M アシスタント契約を結び，スタッフのトレーニング，O&M のマニュアル指導，O&M 年間計画および年間予算の作成を行っている。当社としても，国内で培った水力発電所の運転・保守技術を SHKPS と協力する形で O&M スタッフに直接指導するため，SRPC に社員を派遣している。

海外水力IPP事業の発展

サンロケ多目的プロジェクトは，フィリピン国の最重要プロジェクトとして大きな期待を受けて，フィリピン政府・NPC との協調の下，BOT 方式で一部に民間資本を活用して進められた。2003 年 5 月 1 日に NPC による全ユニットの技術審査に無事合格し，25 年間の運転期間がスタートしており，灌漑，洪水調節，水質浄化，発電といったサンロケ多目的プロジェクトの効用がフィリピン国の発展に大いに貢献することを期待している。

また，本プロジェクトは，ダムが多目的化による各事業体の負担低減，PPA ならびに EPC 契約による適切なリスク低減，環境適合承認に基づいた自然環境および社会環境保護の手厚い実行等により成功裏に運転を開始することができたが，今後，こうした海外水力発電事業が世界中で自然・社会と共存しながら推進されることを希望する。

用語解説：

- 1 - IPP（Independent Power Producer）：IPP 事業とは，発電設備を所有する事業者（「独立系発電事業者（IPP）」と呼ばれる）が電気を他の発電会社，送配電会社ないしは直接消費者に販売することによって得た収入で自己の事業費を回収する事業のこと。途上国では，巨額の資金を要する電力事業に対して民間活力を積極的に活用するため，IPP 事業者の市場への導入を積極的に進めている。
- 2 - PPA（Power Purchase Agreement）：電力供給者（発電事業者）と電力購入者との間で締結される電力購買契約のこと。電力購買単価や電力供給ルール等が明記されている。
- 3 - EPC（Engineering, Procurement & Construction）：建設請負契約の

一形態。請負会社が設計から調達・施工までを一括して担う契約である。発注者にプラントを手渡す際は，キーを回すと動き出すほど完全という意味で，ターンキープロジェクトとも呼ばれる。また工事費の変動リスクを回避するために，固定金額性（Lump-sum）にされる場合が多い。

- 4 - BOT（Build - Operate - Transfer）：民活型プロジェクトの一形態。民間事業者が建設・運営を行い，一定期間の操業後に政府等公共体にその所有権を譲渡する。

