

ラオス ナムツン2水力発電所建設工事

長谷川 治

ナムツン2水力発電所建設工事は、ラオス人民共和國中東部にダムと総発電量1,080MWの水力発電所を建設する工事である。輸出産業が少ないラオスにおいて、豊富な水資源を生かして発電し、隣国タイ王国に売電する事業は重要な外貨獲得源となっている。ナムツン2 (Nam Theun 2) 水力発電所はその一環として実現した水力発電所プロジェクトである。2005年からダム、導水路、導水トンネル、発電所、放流施設と一連の建設工事が本格化し、2008年4月の湛水試験開始、6月のトンネル通水試験でひとつの節目を迎えようとしている。

本報文では、ナムツン2水力発電プロジェクトで経験した、ラオスにおける大型土木工事施工の難しさについて報告する。

キーワード：ラオス、水力発電所、BOOT、ダム

1. はじめに

ラオス人民民主共和国は、インドシナ半島に位置する、面積24万km²の国で、580万人の人々が住み、農業、工業、林業、鉱業および水力発電を主要産業としている。(一人当たりGDP：678ドル(2007年))。

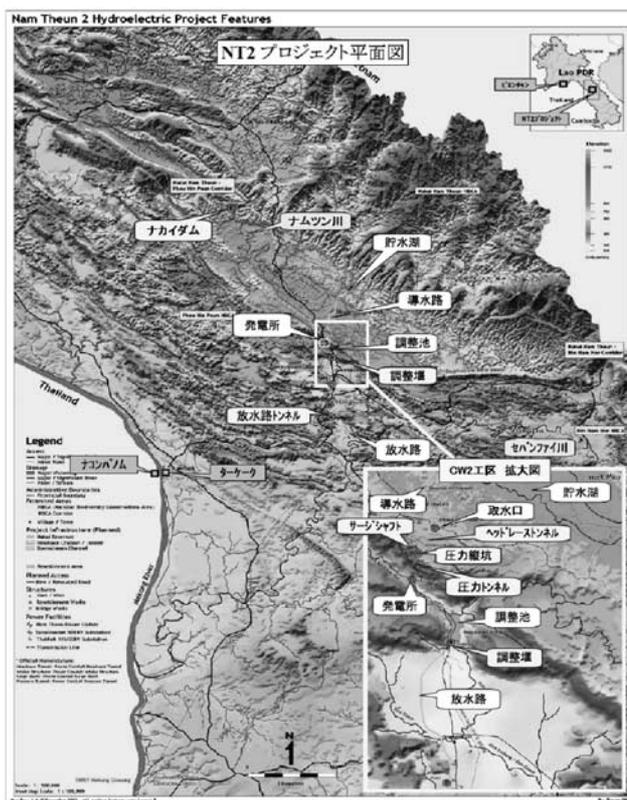
1950年代、メコン川流域の調査が盛んになり、1971年、ラオス国内の電力需要、および隣国タイ北部への売電を目的としたナムグム水力発電所が完成。この工事の成功をうけ、その後も同国の豊富な水資源と、隣国タイの電力需要の増加が結び合い、下記、水力発電プロジェクトが継続的に施工された(表—1)。

表—1 ラオスの主な発電所

	発電所名	設備出力	完成年
1	ナムグム	30 MW	1971
2	トゥンヒンボン	210 MW	1998
3	ホアイホー	115 MW	1998
4	ナムルック	60 MW	1999
5	ナムツン2	1,080 MW	2010

2. プロジェクト概要

ナムツン2水力発電プロジェクトは、ラオスの首都ビエンチャンから東南東約350kmの位置(図—1)に、発電能力1,080MWの水力発電所を建設し、988MWはタイに売電、残り86MWをラオス国内供



図—1 ナムツン2水力発電工事位置図

給に当てる計画である。

プロジェクトは民間主導のBOOT方式が用いられている。BOOT方式とは、Build(建設)、Own(所有)、Operate(操業)、Transfer(所有権の移転)で

あり、25年間電力を売電供給した後、ラオス政府に譲渡する。

3. 工事概要

工事は3工区の土木工事と電気設備工事に分かれている。(表一2～6, 写真1～4)

土木工事は、重力式ダム(堤高39m, 堤頂長437m), ダム湖から発電所導水トンネルまでの開削導水路および道路改修工事のCW1工区, 取水口, 導水トンネル1式, 発電所建設工事を含むCW2工区, 発電所から調整堰, 放流水路および放水路トンネルを建設するCW3工区となっている。

CW1工区の重力式ダムが, ナカイ台地を北西に流れるナムツン川(発電所から約35km地点)に建設されると, 貯水量36億 m^3 , 貯水面積450 km^2 のダム湖が出現する。

この水はダム湖の上流から延長4kmの開削水路によって, ナカイ台地東端に建設される取水口に導水され, 導水路トンネルにより発電所に送られるが, トンネル途中にシャフト(立坑)を設けることで標高差357mを得て, 総発電量1,080MWの電力を生み出す。

表一2 CW1工区工事数量

1	主ダム建設工事 (ナカイダム)	形式:重力式(RCC)ダム 堤高:39m 堤頂長:437m 堤体積:214,000 m^3
2	洪水吐建設工事	ゲート形式:ラジアルゲート 数量:5 ゲート寸法:18m(W)×12m(H) コンクリート:30,700 m^3
3	仮排水路トンネル 建設工事	内径:8.0m 延長:188.3m
4	サドルダム 建設工事	形式:フィル(アース&ロック)ダム 数量:13箇所 盛土:650,000 m^3
5	導水路建設工事	底盤幅:25-60m 延長:4,000m
6	取り付け道路工事	新設, 改修道路:125km 新設, 改修橋梁:25箇所

表一3 CW2工区工事数量

1	取水口建設工事	取水口数量:4箇所 取水口寸法:5.8m(W)×18m(H) ゲート数量:2
2	発電所建設工事	掘削:373,000 m^3 構築工1式
3	変電所造成工事	盛土:446,000 m^3

表一4 CW2工区内トンネル工事数量

トンネル	延長/深さ	掘削断面	仕上がり 内径	二次覆工厚さ
上流 連絡横坑	428m	44.5 m^2	ϕ 7.7m	吹付け コンクリート
導水路 トンネル	1,498m	85.1 ~ 91.4 m^2	ϕ 9.2m	コンクリート t = 600mm
圧力調整 立坑	上部 50.0m	181.5 m^2	ϕ 13.9m	コンクリート t = 650mm
	下部 70.8m	73.9 m^2	ϕ 8.8m	コンクリート t=450mm
圧力立坑	225m	78.5 ~ 85.0 m^2	ϕ 8.8m	コンクリート t = 550 ~ 750mm
圧力 トンネル	74.6m	90.8 m^2	ϕ 8.8m	コンクリート t = 750mm
	1,065m	57.1 m^2	ϕ 7.15m	鉄管裏込め t = 600mm
分岐 トンネル	50-80m ×6本	7.18 ~ 78.18 m^2	ϕ 8.8 ~ 1.8m	鉄管裏込め t = 600mm
排水 トンネル	976m	10.9 m^2	ϕ 3.5m	吹付け コンクリート
下流 連絡横坑	140m	54 m^2	ϕ 7.95m	吹付け コンクリート

表一5 CW3工区工事数量

1	放水路, 調整池 建設工事	底盤幅:70m 延長:1,500m
2	調整堰建設工事 主堰 締め切り堰	形式:重力式ダム 堤高:23.5m 堤頂長:192.5m 堤体積:25,000 m^3 形式:フィルダム 堤高:9.5m 堤頂長:350m アースフィル:82,000 m^3
3	放流水路建設工事	底盤幅:20 ~ 77m 延長:27km
4	放流水路トンネル 建設工事	内径:10.5m 延長:681.88m
5	付帯工事	

表一6 EM(電気設備)工事数量

1	発電所	形式:地上発電所 フランシス式タービン:247MW×4基 ペルトン式タービン:43MW×2基
2	変圧器設置工事	第三者工事
3	送電線建設工事	—
4	付帯工事	—

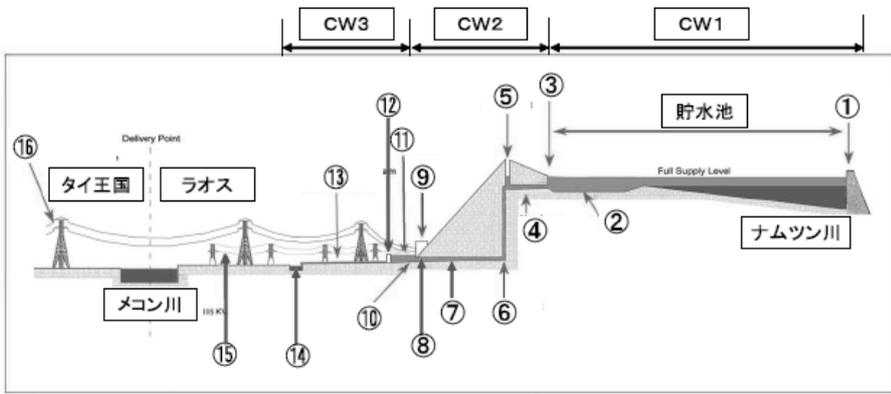


図-2 凡例

1	ナカイダム	9	水力発電所
2	導水路	10	放水路
3	取水口	11	調整池
4	導水路トンネル	12	調整堰
5	調圧立坑(サージシャフト)	13	放流水路
6	圧力立坑(プレッシャーシャフト)	14	セバンファイ川
7	圧力トンネル	15	115kV 送電線
8	分岐管(マニホールド)	16	500kV 送電線

図-2 CW1, 2, 3 工事区分図

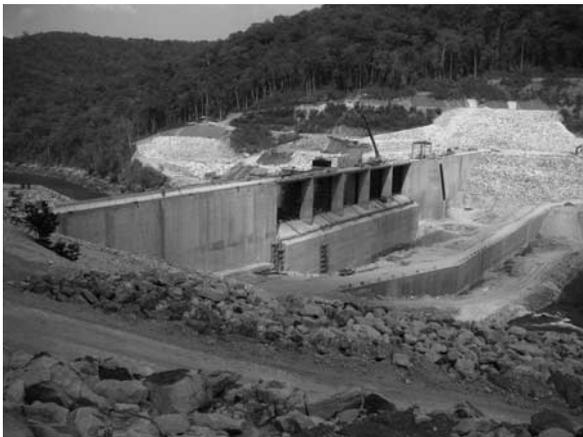


写真-1 CW1 ナカイダム全景 (左岸上流より)



写真-3 CW2 工区 トンネル内用鉄管搬入状況



写真-2 CW2 工区 発電所建設工事



写真-4 CW3 工区 調整堰 (下流右岸より)

発電に使用された水は東部平野のナムカタン川および新設される放流水路を経由し、メコン川支流のセバンファイ川を流下し、メコン川に注がれる (図-2)。

4. ラオスにおける大型土木工事施工の難しさ

本ナムツン2水力発電プロジェクトを通じて、工事開始から現在に至るまで、ラオスにおける大型土木工事の施工に対し、今後も問題になるであろう点、また、

我々が取った対策案をいくつか以下に紹介する。

(1) 国境用バージの追加

メコン川は世界で8番目に長い河川 (4,425 km) で、東南アジアでは最長となる¹⁾。チベット高原に源流を持ち、中国を南下後、ラオス—ミャンマー国境線上、ラオス領内、ラオス—タイの国境線上、カンボジア領、ベトナム領を下り、南シナ海に注いでいる。

この規模の国際河川であれば、当然、メコン川の水

上交通の発達も期待できるところであるが、河口から約750 km 付近のコーン瀑布に行く手をさえぎられており、メコン川流域の発展の妨げのひとつとなっている。本工事においても、大型機械のラオスへの搬入はすべて陸路でタイから行っている。

タイーラオス国境の通交は、ノンカイ（タイ）ービエンチャン（ラオス）の友好橋、ナコムパノム（タイ）ータケーク（ラオス）の渡し舟、ムクダハン（タイ）ーサバナケット（ラオス）の第2フレンドシップ橋等となっており、本工事ではナコムパノムータケークのルートをもとして利用した。

ラオスで調達可能な資機材は、木材、骨材で、その他、鋼材、セメント、燃料はタイから輸入している。

ナコムパノムータケークのルートは、元来、食料、日用品等の輸入に、そして、木材の輸出等に利用されていたが、工事最盛期には、既存のバージだけでは対応できないため、2組のバージおよび船を調達し（写真一5）、1日にトレーラー55台が渡れるようにした。



写真一5 タイーラオス国境のバージ

(2) 雨季の輸送ルートの確保および施工

(a) 輸送道路の確保

メコン川は、3～4月の水位が最も低く、雨季が始まる5月から徐々に水位が上がり、8、9月ごろが最も水位が高くなり、乾季に入るとともに下がっていく。

メコン川に注ぐ支流も同じように増減するが、河川整備が出来ていないため、雨季には多区域で氾濫する。CW2工区では隣接するナムカタン川が氾濫し、発電機等の機器に大きな被害を出した。これは、当地における工事経験不足が、計画の甘さに繋がったと考える。

幹線道路の新規・改修工事も本プロジェクトに含まれているが、125 kmにも及ぶため、2005年の雨季までには間に合わず、冠水被害が相次いだ。（写真一6）

特にダムサイトまでの既設道路状態は悪く、途中に



写真一6 幹線道路冠水状況

は急坂があるため、セメント用バルク車の場合、CW2工区まではフルトラクタ+フルトレーラまたはセミトレーラ、ダムサイトまで行く時は、フルトラクタのみと決め、ダムサイトで降荷後、再びCW2工区でフルトレーラ分を積みなおし、再往復させた。また、天候に応じて、ホイールローダを各所に待機させ補助させた。

(b) 雨季の施工

ダムサイト近辺のアクセス道路は、着工当初、トラクタが通れる程度であり、上流からボートで川を下るのが確実な手段であった。

そのうえ、幹線道路からのアクセスは、右岸側のみ位置し、左岸に位置する仮排水路トンネルへの資機材供給方法が問題となった。現場では、ダム建設予定地から約50 km 上流の村でバージを製作し、ダムサイトまで曳航させ、資機材渡河に使用した（写真一7）。設計最大積載重量は26 tである。



写真一7 ダムサイトのバージ

当初、仮排水路トンネルの雨季中の施工は考えていなかったが、工程回復のためコンクリート配管橋を設

置し、トンネルインバート打設に使用した(写真—8)。これは、タワークレーンのジブを転用したものである。



写真—8 コンクリート配管橋

(3) ラオス国内での作業員確保

現地労働者の日給は安いですが、技量が低く、指導および管理に苦勞した。特に、トンネル作業員に関してはフィリピンに出向き面接を行い採用するなどして、他国から労働者を雇い入れ、最終的には、ラオス、タイ、フィリピン、ネパール、マレーシア、中国人で施工を行った。

(4) 作業用電源の供給

工事開始当初、発電機で工事用電源を確保する計画であったが、トンネル内鉄管接続溶接作業、発電所内大型門型クレーン等使用電力は多いうえに、世界的原油高がコストを圧迫した。CW2工区までは、ラオス電力の22kV線が住民のために敷設済みで、一部、この電力を使用したが、度重なる長時間に及ぶ停電、電圧降下と非常に不安定な供給であった。最終的には、メコン川沿いの町から22kV電線を追加敷設、電圧調整器を途中に設置することで対応し、発電機の台数を減らした。

(5) 不発弾処理

当地はベトナム国境に近く、ベトナム戦争中は物資輸送経路として使用されていたとの報告がある。実際、

工事に入る区域は、不発爆弾の調査作業を行ってから作業にかかることにした。調査作業員は機械を背負い、探査を行いながら安全確認済区域を広げていく。深さ約5mまで探査が可能で、本工事で処理した爆弾の数は、8,000発以上に及んだ。

(6) 風土病

現場付近の気候、環境により、風土病の発生が懸念されていたが、実際に現場でマラリアの発病を確認したのは、1年間に数人程度であり、ナムグム第1期工事の文献に出ている、「現場の診療所で1969年6月、7月にマラリア患者と診断された者は各々91人、125人」¹⁾に比べれば、非常に少ない数字である。その他に、コレラ、赤痢の発症者は確認されている。

5. おわりに

2004年4月に事前工事が始まってから4年が経過し、2008年6月のトンネル通水試験まで残り2ヶ月となった。ラオスで仕事をしていると、日本の現場と比べてしまうことが多々ある。しかし、この規模のプロジェクトを一共同企業体が設計施工一括で請け負うことはあまりないことで、現場サイドだけでなく、各セクションがそれぞれ苦勞した成果が今日現れている。

技術的に新規性はないが、この地において通常の工事を、当たり前のように進めることが何より難しいことであった。まずは6月のトンネル通水試験に間に合わせ、工期内の工事完了を達成したい。 JICMA

《参考文献》

- 1) コーエイ総合研究所吉松ほか：メコン河流域の開発，山海堂

【筆者紹介】

長谷川 治 (はせがわ おさむ)
西松建設㈱
ナムツン2出張所
工事係長

