4.10　工事費関連資料

4.10.1 土木工事、ゲート及び鉄管等の単価

一般的に、概略検討における工事単価は、当該国或いは近隣諸国の過去の水力発電所プロジェクトの F/S、詳細調査等で用いた工事単価より推定するものとする。
表 4.10-1、表 4.10-2 にフィリピン及び東南アジア諸国における類似の水力発電プロジェクトの土木工事の主な工種、ゲート・スクリーン及び水圧鉄管の工事単価を整理した。

4.10.2 土木工事単価

(1) 土木工事単価

本調査の概略検討で用いる土木工事単価は、フィリピンおよび東南アジア諸国における過去の水力発電所の F/S、詳細調査等で用いた工事単価より推定するものとする。

概略検討は既存の 5 万分の 1 地形図を用いるので、概算工事数量は実績に基づく推定式を用いて求めることになる。このため、工事単価工種は、基本的に、掘削工事（明り、トンネル）、コンクリート工事、鉄筋加工・組立工事等の主要な工種とする。概略工事費は、概略工事数量と概略単価の積より求める。

工　　種	条　　件	単位	単価（US$）
取水ダム（堰）工種単価			US$
掘削（明り）	土砂：岩=1：2	m^3	8.0
コンクリート		m^3	100.0
鉄筋加工組立		ton	1,200.0
取水口工種単価			
掘削（明り）	土砂：岩=1：2	m^3	8.0
コンクリート		m^3	140.0
鉄筋加工組立		ton	1,200.0
沈砂池工種単価			
掘削（明り）	土砂：岩=2：1	m^3	6.0
コンクリート		m^3	140.0
鉄筋加工組立		ton	1,200.0
導水路、支水路工種単価			
掘削（明り）	土砂：岩=2：1	m^3	6.0
掘削	トンネル	m^3	100.0
コンクリート（明り）		m^3	140.0
コンクリート	トンネル	m^3	140.0
鉄筋加工組立		ton	1,200.0

工　　種	条　　件	単位	単価（US$）
ヘッドタンク工種単価			
掘削	土砂：岩=2：1	m^3	6.0
コンクリート		m^3	140.0
鉄筋加工組立		ton	1,200.0
サージタンク工種単価			
掘削	岩	m^3	140.0
コンクリート		m^3	140.0
鉄筋加工組立		ton	1,200.0
余水路工種単価			
掘削	土砂：岩=1：1	m^3	7.0
コンクリート		m^3	100.0
鉄筋加工組立（明り）		ton	1,200.0
水圧管路工種単価			
掘削（明り併設）		m^3	7.0
コンクリート		m^3	100.0
鉄筋加工組立（明り）		ton	1,200.0
掘削	トンネル	m^3	100.0
コンクリート	トンネル	m^3	100.0
発電所建屋			
建物（容積）		m^3	90.0
発電所基礎工種単価			
掘削（地上）	土砂：岩=2：1	m^3	6.0
掘削（半地下）	土砂：岩=1：2	m^3	8.0
掘削（地下）	岩	m^3	70.0
コンクリート（地上）		m^3	140.0
コンクリート（半地下）		m^3	140.0
コンクリート（地下）		m^3	140.0
鉄筋加工組立（地上）		ton	1,200.0
鉄筋加工組立（半地下）		ton	1,200.0
鉄筋加工組立（地下）		ton	1,200.0
放水口工種単価			
掘削	土砂：岩=2：1	m^3	6.0
コンクリート		m^3	140.0
鉄筋加工組立		ton	1,200.0
仮設備道路（m 当たり単価）			
道路新設	延長	m	75.0
道路改良	延長	m	35.0
橋梁新設	延長	m	4,000.0
道路工事費 m 当り単価			
道路新設	延長	m	150.0
道路改良	延長	m	70.0
橋梁新設	延長	m	10,000.0

工　　種	条　　件	単位	単価（US$）
フィルダムダム工種単価			
掘削		m^3	8.0
盛立		m^3	10.0
洪水吐き工種単価			
掘削		m^3	8.0
コンクリート		m^3	100.0
鉄筋加工組立		ton	1,200.0
ゲート		ton	7,000.0
重力式ダム工種単価			
掘削		m^3	6.0
コンクリート		m^3	100.0
RCC コンクリート		m^3	50.0
ゲート		ton	7,000.0

(2) 金物工事単価

ゲート､スクリーン等の水力機器及び水圧鉄管等の金物工事の単価を以下のように設定した。単価は、製作、輸送、据付工事を含むものとする。

ゲート　　: 7,000 US$ / ton
スクリーン　　: 7,000 US$ / ton
鉄管（水圧鉄管）　: 4,000 US$ / ton
鉄管（余水路）　　: 3,000 US$ / ton

4.10.3 水車発電機･送配電線の価格

(1) 水車・発電機器の価格

水力発電所機器は他の火力発電機器、原子力発電器機等の汎用品と違い、その地点毎に落差・流量が決定され、それらの諸元に従って設計・製造される発注品である。水車も発電機も小規模な機器を除いては、規格化された機器は存在せず、すべての現場毎に違った設計が必要となる特殊な機器である。したがって、価格はメーカー見積りが原則となるが、概略検討においては、地点数も多く、落差、流量も概算となる。したがって、概略検討においては、過去の実績価格をもとにした価格近似式を用いて推測することとする。下記にその価格近似式を調査・検討した。

1) 水車価格

実績を用いた水車概略価格の近似式を下記に示す。

a) 計算手法その 1（資源エネルギー庁および新エネルギー財団発行の「水力発電計画工事費積算基準」による）

① ペルトン水車の工事費

$$Ct = 58.4 \times (P/\sqrt{H})^{0.694} \text{ 千 US\$}$$

② フランシス水車の工事費

$$Ct = 57.5 \times (P/\sqrt{H})^{0.589} \text{ 千 US\$}$$

③ クロスフロー水車の工事費

$$Ct = 70.6 \times (P/\sqrt{H})^{0.562} \text{ 千 US\$}$$

④ ターゴインパルス水車の工事費

$$Ct = 511.8 \times (P/\sqrt{H})^{0.14} \text{ 千 US\$}$$

⑤ プロペラ水車（チューブラ、カプラン、斜流）の工事費

$$Ct = 42.5 \times (P/\sqrt{H})^{0.66} \text{ 千 US\$}$$

⑥ プロペラ水車（インライン型、水中ポンプ型水車）の工事費

$$Ct = 33.7 \times (P/\sqrt{H})^{0.588} \text{ 千 US\$}$$

ここで、P：合計水車出力 (kW)、H：落差 (m)

b) 計算手法その 2（新エネルギー財団発行の「中小水力発電ガイドブック」による）（水車発電機、その他の装置を一括した価格の算出式）

① ペルトン水車の場合の電気関係工事費

$$Ct = 243.6 \times (P/\sqrt{H})^{0.612} \text{ 千 US\$}$$

② 両掛フランシス、斜流、チューブラの各水車の場合の電気関係工事費

$$Ct = 80.9 \times (P/\sqrt{H})^{0.725} \text{ 千 US\$}$$

③ フランシス、カプラン、クロスフローの各水車の場合の電気関係工事費

$$Ct = 116.4 \times (P/\sqrt{H})^{0.648} \text{ 千 US\$}$$

ここで、P：合計水車出力 (kW)、H：落差 (m)

c) 計算手法その 3（USBR と A 電力会社の式による検討）

フランシス水車の値段は A 電力会社の計算方法によると

$$Ct = 58.2 - 4.38\, ln(x) \quad \text{（千 US\$/ton）} \quad \text{.....①}$$

（ここで $x = Pt\,max/\sqrt{H}$ 、P：水車単機出力(kW)、H：落差(m)）

また重量は、USBR “Selecting Hydraulic Reaction Turbine” によると

$$w = 15.175\,(Dmax)^{2.33} \text{ (ton)} \quad \text{.....②}$$

ここで $Dmax$ はランナ径の最大値 (m)

ランナ径は、同じく USBR から

$$Dmax = (1.782 \times H^{1/2} \times Ns^{2/3}) / N \text{ (m)} \quad \text{.....③}$$

③を②に、また②を①に代入すると、フランシス水車の価格は次式となる。

$$Ct = (58.2 - 4.38 \ln x) \times 15.175 \times [(1.782 \times H^{1/2} \times Ns^{2/3})/N]^{2.33} \text{ 千 US\$}$$

d) **計算手法その 4（B 電力会社の式での検討）**

B 電力会社の式は次のようになっている。

ペルトン水車の工事費

$$Ct = 61.0 \times (P/\sqrt{H})^{0.6102} \text{ 千 US\$}$$

② フランシス水車の工事費

$$Ct = 31.6 \times (P/\sqrt{H})^{0.6195} \text{ 千 US\$}$$

③ カプラン水車の工事費

$$Ct = 20.2 \times (P/\sqrt{H})^{0.7138} \text{ 千 US\$}$$

ここで、P：水車単機出力 (kW)、H：落差 (m)

本概略調査においては、海外での最近の実勢価格と比較した結果、ペルトンおよびフランシス水車に関しては、d)式の 70%が妥当であると判断し、他の型式の水車に関しては、これら 2 つの型式より推測した。

各水車型式に対する工事費概算簡易式を下記に示す。

① ペルトン水車の工事費

$$Ct = 60.9 \times (P/\sqrt{H})^{0.61} \text{ 千 US\$}$$

② フランシス水車の工事費

$$Ct = 40.0 \times (P/\sqrt{H})^{0.589} \text{ 千 US\$}$$

ここで、P：水車単機出力 (kW)、H：落差 (m)

③ チューブラ水車、カプラン水車、斜流水車の工事費

$$Ct = 29.8 \times (P/\sqrt{H})^{0.66} \text{ 百万円}$$

ここで、P：合計水車出力 (kW)、H：落差 (m)

④ インライン型プロペラ水車、水中ポンプ形水車の工事費

$$Ct = 23.6 \times (P/\sqrt{H})^{0.588} \text{ 千 US\$}$$

ここで、P：合計水車出力 (kW)　H：落差 (m)

⑤ クロスフロー水車の工事費

$$Ct = 49.5 \times (P/\sqrt{H})^{0.562} \text{ 千 US\$}$$

ここで、P：合計水車出力 (kW)、H：落差 (m)

⑥ ターゴインパルス水車の工事費

$Ct = 358.3 \times (P/\sqrt{H})^{0.14}$ 千 US$

ここで、P：合計水車出力 (kW)、H：落差 (m)

2) 発電機価格

発電機の概略価格の算定式を次式に示す。

a) 計算手法その 1（資源エネルギー庁および新エネルギー財団発行の「水力発電計画工事費積算基準」による）

この工事費積算基準では発電機価格は

$Cg = 27.1 \times (P/\sqrt{H})^{0.701}$ 千 US$

ここで、P：合計水車出力 (kW)、H：落差 (m)

b) 計算手法その 2（A 電力会社の式による検討）

A 電力会社の計算方法によると発電機の価格は次式で計算される。

$Cg = 36.2 - 3.13\ ln(X)$ (千 US$/ton).....①

ここで、$X = kVA / N$、kVA：発電機容量、N：発電機回転数

また発電機総重量は、

a. VF（縦軸フランシス水車）の場合

$W_G = 16.02 \times (kVA/N)^{0.596}$ (ton)

b. HF（横軸フランシス水車）の場合

$W_G = 10.45 \times (kVA/N)^{0.537}$ (ton)

なお、発電機総重量には、本体、励磁装置、空気冷却器、潤滑油装置および付属配管が含まれる。したがって、この式から求められる重量を上記の価格算定式に代入すれば発電機の価格が求められる。

c) 計算手法その 3（B 電力会社の式による検討）

B 電力会社の式は次のようになっている。

同期発電機の場合（すべての地点で同期発電機を採用するものとする）

$Cg = 390.6 \times (kVA/N)^{0.5881}$ 千 US$

ここで、$\underline{kVA}$：発電機容量、N：発電機回転数

a) の計算式は、$P/\sqrt{H}$ をパラメーターとして計算しているがこの計算手法は少し精度が低いと考えられる。一般的な計算手法としては b)、c)の計算式の kVA/N （N：回

転数）をパラメーターとして用いる。この計算式のほうがより正確となる。

上記までの検討から、発電機の工事費概算簡易式は下記とする。

$$Cg = 390.9 \times (kVA/N)^{0.588} \text{ 千 US\$}$$

この式を簡易式とした場合、パラメーターに発電機回転数が入り、それぞれの地点において回転数を求めなければならないため計算が相当煩雑となってしまう。

したがって、発電機の回転数は、実際の回転数とは異なる価格計算上の回転数を算定し発電機価格を推測することとする。この回転数は、比速度限界時の回転数の 85%とする。

また、発電機容量は、現実には、水車出力に発電機効率を掛け、力率で割ったものとなるが、便宜的に水車出力の 1.12 倍とした。（発電機効率を 95%、力率を 0.85 とした。0.95÷0.85 = 1.118≒1.12）

3) 発電所関連の電気品

その他発電所では、制御装置、天井クレーン、開閉設備があり、場合によっては入口弁が含まれる。これらの金額を水車・発電機価格の合計の 30%として電気品の合計を概算することとする。

(2) 送電線の価格

フィリピンの送電線単価は、NGCP の km 当り価格表を参考に以下のように概算する。単価は、鉄塔基礎、組立て、設置の土木工事を含んでいる。

送電線の種類	単価 (US$/km)
69 kV	27,000.00
115kV	35,000.00
230kV	119,000.00

表 4.10-1　フィリピンにおける水力発電所の工事費単価

			Year	1985	Pre-F/S	1993	F/S	1997	F/S	2003	F/S	2004	M/P	2004	Pre-F/S	2006	F/S	2006	F/S	2007	F/S	Max	Min
Structure		condition	unit	PhP	US$	PhP	US$	PhP	US$	PhP	US$	PhP	US$	PhP	US$	PhP	US$	PhP	US$	PhP	US$	US$	US$
Dam																							
	Excavation	soil	m3	Fill dam	6.00		3.2											320.0	6.0			6.0	3.2
	Excavation	rock	m3	Concrete dam	8.00		11.6											850.0	16.0			16.0	8.0
				trench	12.00																	12.0	12.0
	Embankment	earth	m3	earthfill dam	8.00	earth/random fill	4.1															8.0	4.1
	Embankment	rockfill		rockfill dam	12.00	rockfill	11.4															12.0	11.4
	Backfill	normal	m3															213.0	4.0			4.0	4.0
	Backfill	compacted	m3															425.0	8.0			8.0	8.0
	Backfill		m3																				
	Concrete	Class A	m3															6,000.0	112.7			112.7	112.7
	Concrete	Fill	m3																80.0			80.0	80.0
	Re-bar		kg															62.0	1.2			1.2	1.2
	Re-bar	concrete crest	kg																				
Weir																							
	Excavation	soil	m3						4.9	67	1.34	136.00	2.52	80.0	1.50					70.00	1.58	4.9	1.3
	Excavation	rock	m3						7.3	453	9.06			279.0	5.20					417.00	9.41	9.4	5.2
	Embankment	earth	m3						9.8											86.00	1.94	9.8	1.9
	Backfill	normal	m3																				
	Backfill	compacted	m3											55.0	1.00							1.0	1.0
	Backfill		m3																				
	Concrete	Reinforcement	m3						73.7	2,920.00	58.40	2,712.00	50.22	4,300.0	79.60		100.0					100.0	50.2
	Concrete	Lean	m3						46.0													46.0	46.0
	Concrete	Mass	m3						59.9														
	Re-bar		ton						608.9	34,900.00	698.00	30,900.00	572.22	33,823.0	626.40		1,160.0			60,000.00	1,354.40	1,354.4	572.2
Intake/Settling basin																							
	Excavation	soil	m3						4.9	67	1.34	136.00	2.52	80.0	1.50		6.0					6.0	1.3
	Excavation	rock	m3						7.3	453	9.06			279.0	5.20		16.0					16.0	5.2
	Concrete	Reinforcement 3000psi	m3						73.7	2,920.00	58.40	3,134.00	58.04	4,300.0	79.60		100.0			5,404.00	121.99	122.0	58.0
	Concrete	Reinforcement 2400psi	m3						59.9											4,738.00	106.95	107.0	59.9
	Re-bar		ton						608.9	34,900.00	698.00	30,900.00	572.22	33,823.0	626.40		2,070.0			60,000.00	1,354.40	2,070.0	572.2
Headrace Channel																							
	Excavation	rock	m3																				
	Excavation	soil	m3									136.00	2.52									2.5	2.5
	Concrete	Reinforcement	m3		160.00							3,134.00	58.04				112.7					160.0	58.0
	Re-bar		ton									30,900.00	572.22				1,160.0					1,160.0	572.2
Headrace Tunnel																							
	Excavation		m3				44.3	Cl 1-2-3	72.5	5,940.00	118.80			11,000.0	203.70							203.7	44.3
	Excavation		m3					Cl 4	74.6													74.6	74.6
	Concrete	lining	m3				81.4	incl. contact grouting	89.6	2,920.00	58.40			4,300.0	79.60							89.6	58.4
	Formwork		m2						12.8													12.8	12.8
	Re-bar		ton				698.1		650.5	34,900.00	698.00			33,823.0	626.40							698.1	626.4
	Grouting		m			consolidation	12.9															12.9	12.9
	Shotcrete		m3			t=15cm w/wiremesh	298.4	t=10-15cm	118.6													298.4	118.6
	Shotcrete		m3			t=5cm	425.8															425.8	425.8
	Mesh reinforcement		ton						447.1													447.1	447.1
	Rockbolts		pcs			l=2.4m, d=25mm	20.3	l=2.5m, d=25mm	94.8													94.8	20.3
	Steel Ribs		ton				1,181.6		2,002.6													2,002.6	1,181.6
Headtank																							
	Excavation	soil	m3		6.00					453	9.06	136.00	2.52	80.0	1.50		6.0					9.1	1.5
	Excavation	rock	m3							67	1.34			279.0	5.20		16.0					16.0	1.3
	Concrete	Reinforcement	m3		90.00					2,920.00	58.40	3,134.00	58.04	4,300.0	79.60		112.7					112.7	58.0
	Formwork														20% of Concrete & Re-bar works								
	Re-bar		ton							34,900.00	698.00	30,900.00	572.22	33,823.0	626.40		1,160.0					1,160.0	572.2
Surge tank																							
	Excavation	shaft	m3		80.00		132.7		49.9													132.7	49.9
	Backfill		m3						3.0														
	Shotcrete					t=5cm	425.8															425.8	425.8
	Rockbolts		pcs					l=2.5m, d=25mm	94.8													94.8	94.8
	Concrete	lining	m3		90.00		89.0		73.7			3,134.00	58.04									90.0	58.0
	Re-bar		ton				698.1		650.5													698.1	650.5
	Steel liner		ton		3,000.00							30,900.00	572.22									3,000.0	572.2
Penstock																							
	Excavation	soil	m3		6.00				4.9			136.00	2.52	80.0	1.50	soil	8.0					8.0	1.5
	Excavation	rock	m3						7.3							rock	16.0					16.0	7.3
	Fabrication		ton											279.0	5.20		2,070.0					2,070.0	5.2
	Delivery		ton														90.0					90.0	90.0
	Installation		ton														1,410.0					1,410.0	1,410.0
	Concrete	foundation	m3		90.00							3,134.00	58.04				80.0					90.0	58.0
	Concrete	anchor block, saddle	m3											4,300.0	79.60		112.7					112.7	79.6
	Formwork														20% of Concrete & Re-bar works								
	Re-bar		ton									30,900.00	572.22	33,823.0	626.40		1,160.0					1,160.0	572.2
	Steel pipe		ton		4,000.00					111,000.00	2,220.00	480,000.00	8,888.89	111,000.0	2055.60		3,570.0					8,888.9	2,055.6
Penstock Tunnel																							
	Excavation		m3			horizontal	44.3															44.3	44.3
	Excavation		m3			inclined	153.1															153.1	153.1
	Shotcrete		m3			t=5cm	425.8															425.8	425.8
	Rockbolts		pcs			l=2.5m, d=25mm	21.2															21.2	21.2
	Concrete	backfill	m3		75.00	backfill	83.9															83.9	75.0
						lean mix	50.2															50.2	50.2
Powerhouse																							
	Excavation	soil	m3				3.2		4.9	67	1.34	136.00	2.52	80.0	1.50		8.0					8.0	1.3
	Excavation	rock	m3		12.00		11.6		7.3	453	9.06			279.0	5.20		16.0					16.0	5.2
	Embankment		m3																			0.0	0.0
	Concrete	Reinforcement	m3			in structure	61.9		73.7	2,920.00	58.40	3,134.00	58.04	4,300.0	79.60		112.7					112.7	58.0
						superstructure	66.3															66.3	66.3
						substructure	61.9															61.9	61.9
	Formwork														30% of Concrete & Re-bar works								
	Re-bar		ton				698.1		608.9	34,900.00	698.00	30,900.00	572.22	33,823.0	626.40		1,160.0					1,160.0	572.2
Powerhouse Building																							
			m3		180.00					4,300.00	86.00											180.0	86.0
			m2				1,074.0							22,500.0	416.70							1,074.0	416.7
Access road																							
	concrete & drainage		km															12,000,000.0	225,479.0			225,479.0	225,479.0
	all weather w darinage		km						56,641.6	7,980,000.00	159,600.00					4,200,000.0	78,918.0	4,200,000.0	78,918.0			159,600.0	56,641.6
	Improvement of Existing Road		km						4,519.5													4,519.5	4,519.5
			km	flat	220,000.00																	220,000.0	220,000.0
			km	hilly land	250,000.00																	250,000.0	250,000.0
			km	improvement of existing road	90,000.00																	90,000.0	90,000.0
Transmission line																							
	with rightway permits		km													1,000,000.0	18,790.0	12,000.0	2,254.8				
		69 kV	km		23,000.00					600,000.00	12,000.00			4,425,000.0	81944.40							81,944.4	12,000.0
		115kV	km		34,000.00																	34,000.0	34,000.0
		230kV	km		111,000.00																	111,000.0	111,000.0
		500kV	km		678,000.00																	678,000.0	678,000.0
Transformer																							
		11kV-36kV	KVA							2,500.00	50.00						30.1	1,600.0	30.1			50.0	30.1
Gate, Trashrake																							
	Gates		ton									547,000.00	10,129.63			Intake				327,346.00	7,389.30	10,129.6	7,389.3
			ton													Sluice	3,570.0			292,167.00	6,595.19	6,595.2	3,570.0
			m2							136,000.00	2,720.00			47,350.0	876.90								
	Screen		ton									10,000.00	185.19				3,570.0					3,570.0	185.2
			m2							57,800.00	1,156.00			71,247.0	1319.40							1,319.4	1,156.0

表 4.10-2　東南アジアにおける水力発電所の工事費単価

	Stage of Study Country Submission year		Pre-FS 2006	FS Lao PDR 2007.1	FS Lao PDR 2008.6	FS Lao PDR 2008.6	FS Lao PDR 2006.7	DD Indonesia 2008	DD Lao PDR 2006.9	Lao PDR 2005.5	FS Lao PDR 2009
Work item	description	unit	unit price US$	US$ US$	US$ US$	US$ US$	US$ US$	US$ US$	US$	US$	US$
Civil Works											
Access road					unpaved 2 lanes			2 lanes paved			
	new construction	km	178,361	150,000 - 300,000	148,500			266,000			150000
	up-grade existing rough road	km			74,250						70000
Temporary access road	construction	km					57,353 - 102,000			1 lane	75000
										2 lane	100000
Bridge				Road Pedestrain	1 lane					Temporary	4000
		m	7,579	2,000 6,000	11,138					Permanent	10,000.00
Coffer dam	removal - excavation and disposal to spoil	m3							2.64		2.60
	impervious fill	m3								6.60	6.00
	Compacted common fill	m3							1.60		1.60
	Compacted rockfill	m3							2.50		2.50
Open Excavation											
	common	m3		3.50 - 10.00	3.00	2.50	6.58 - 10.00	2.24 - 6.43	2.20	4.90	4.00
	weathered rock	m3				(underwater)		3.26 - 7.21	4.40		5.00
	rock	m3		6.50 - 10.00	7.00 - 8.00	6.50 12.00	20.00	5.51 - 9.86	8.00	7.60	8.00
	Boulder	m3			11.00		10.00 - 15.00				12.00
	sand, stone in riverbed	m3					6.50				6.00
	Dental	m3			19.00						15.00
Rock Support	Shotcrete	m3									
	Rockbolt	m									
Embankment, Backfill											
	embankment fill	m3		5.00					2.50		2.50
	compacted backfill	m3		3.50					7.00		7.00
	Rock fill	m3		4.00							2.50
	Rip rap	m3		20.00					15.00		15.00
Main Dam											
				from excavation from quarry*1	coffer dam						
Fill-type Dam	Rockfill	m3	11.32	6.00 - 10.00	4.00 - 5.00	6.00 - 6.50			3.0 - 7.0		
	Filters, Transition	m3		15.00	21.00 - 28.00	12.00 - 25.00					
	Clay core	m3		6.00	4.00 - 5.00	3.50					
RCC-type Dam	Concrete	m3				60.00		54.50 - 55.38	45.00	40.00	50.00
Conventional -type Dam	Concrete	m3			124.00						
	Curtain grout	m		26.25	38.00 - 41.00			54.25 - 52.45	63.00	131.90	70.00
	(incl. drilling, grouting)	kg/m		25.00				25.00 - 23.26			
	Consolidation grout	m		26.25				30.53 - 44.90	42.50	105.50	60.00
	(incl. drilling, grouting)	kg/m		25.00				19.70 - 33.54			
	Drilling for foundation drainage	m							35.00		40.00
Dam Instrumentation		LS							350,000		300,000
Concrete Works											
			Intake weir	normal thin			P/H				
Structural	Concrete (w/o re-bar)	m3	278.40	160.00 180.00	131.00 - 152.00	130.00 - 150.00	200.20	78.97 82.86	100.00		140.00
Foundation, Pier, Wall	Concrete (w/o re-bar)	m3		110.00 - 120.00	118.00 128.00	120.00		68.78 - 72.87	80.00		100.00
Plain	Concrete	m3		80.00				56.43 61.59	70.00		70.00
					Powerhouse						
Reinforced concrete	incl. concrete, formwork, re-bar	m3			275.88		641.35	122.68 - 189.84			
		kg/m3			124.89		38.46	31.58 - 42.12			
	Rebar	ton		1,200 1,200	1,023 - 1,106	950	1,500 high yield	987.63 - 990.08	1,000 - 800	895.00	1,200.00
Tunnel											
				D&B TBM							
Excavation	Excavation (w/o rock support)	m3		80.00 85.00	55.00 - 51.00		67.11 - 98.33	40.82 - 73.66			70.00
	Excavation (w/t rock support)	m3			86.79		102.42				100
Rock support				8cm w/t w. mesh 10cm w/t w. mesh	15cm w/t w. mesh						5cm 300
	Shotcrete	m3		346.25 347.50	413.33		540.80	291.70 - 574.10		176.00	10cm 350.00
											15cm 400
				D28mm, L=3-6m			D25mm, L=2m D25mm, L=4m			D25-3m	
	Rockbolt	m		22.50	26.00 - 28.00		21.00 - 17.50	11.80 - 22.96		14.93	20.00
	Steel rib	ton		1,850				2,252.93 - 3,218.32			1,800.00
							invert				
Lining	Concrete lining	m3			179.00		200.23 - 164.22	93.93 - 146.78			140.00
	Overall Concrete Lining	m3		150.00 - 160.00			287.68 - 261.04	95.58 - 299.14			250.00
	(incl. concrete, re-bar, formwork)	kg/m3					50.00 - 32.26	1.67 - 48.65			
	Backfill Concrete	kg/m3									100.00
	Re-bar	ton									1,200.00
Grout	Consolidation grout	m						64.41 - 88.85			70.00
	(incl. drilling, grouting)	kg/m						50.00 - 72.73			
	Curtain grout	m						47.07 - 94.80			60.00
	(incl. drilling, grouting)	kg/m						15.63 - 60.00			
Pressure Shaft											
Excavation				Raise borer Top down				surge tank H=78m, ID=15m			Raise 120.00
	Excavation	m3		120.00 220.00				17.73			Top 220.00
Rock support				8cm w/t w. mesh 12cm w/t w. mesh				10cm w/t w. mesh			
	Shotcrete	m3		346.25 367.50				296.00			350.00
				D28mm, L=3-6m				D25mm, L=5m			
	Rockbolt	m		22.50				13.58			20.00
	Steel rib	t		1,850							1,800.00
								surge tank			
Lining	Concrete lining	m3		160.00				85.22			140.00
	Overall Concrete Lining	m3						150.98			150.00
	(incl. concrete, re-bar, formwork)	Kg/m3						48.14			
Grout	Consolidation grout	m									70.00
	(incl. drilling, grouting)	kg/m									
	Curtain grout	m									60.00
	(incl. drilling, grouting)	kg/m									
Others											
Maisonry											
		m2									50.00
Hydro-Mechanical Works											
					draft tube gate Intake service gate				7,000		
Gate		ton			7,164 - 8,699						7,000
					11,615 radial gate						
Trashrack		ton			7,164				13,000		7,000
				incl. lifting beam							
Stoplog		ton		4,085 - 7,778	7,164				5,000		5,000
Valve		ton							10,000		10,000
Bridge	Simple I beam	ton									5,000
				penstock							
Steel liner		ton	1,854	4,000 - 4,500				4,300 supply & shipment	3,500		3,500
								925$/m for fabrication & installation			3,800
Bifurcation		ton									5,200
Gantry Crane		LS									250,000
Transmission Line Works											
Transmission Line	115kV Double Circuit				99,000.00						

第 5 章

新規水力ポテンシャル地点調査

第 5 章　新規水力ポテンシャル地点調査

5.1　水力ポテンシャル地点調査対象地域

5.1.1　水力ポテンシャル地点調査の概要

本調査で実施する新規水力ポテンシャル地点調査は、机上検討で有望な水力ポテンシャル地点を選定し、その中から有望な地点について現地確認を行い、円借款及び他の公的融資および民間投資を促すポテンシャル案件としての優先順位をつけるものである。本調査で選定された地点は、今後、地方自治体（LGUs : Local Government Units）、電化組合（ECs : Electric Cooperatives）そして民間事業者による開発が期待される。

5.1.2　水力ポテンシャル地点調査対象地域

すでにルソン島、ミンダナオ島では多くの水力ポテンシャル地点調査が行われている。一方、ビサヤス地域の島々、北部ルソンの 1 部地域では、未調査地域も多く、他の地域と比べると水力開発が進んでいない地域といえる。

以上の背景から本調査ではビサヤス地域の島々とルソン島北部の表 5.1-1 に示す 8 地域において水力ポテンシャル地点を選定することとした。調査対象地域を図 5.1-1 に示す。

表 5.1-1　水力ポテンシャル地点調査対象地域

Region		Island
CAR	CORDILLERA ADMINISTRATIVE REGION	Luzon
REGION 1	ILOCOS REGION	
REGION 2	CAGAYAN VALLEY	
REGION 4-B	MIMAROPA	Mindoro
		Marinduque
		Romblon
		Palawan
REGION 5	BICOL REGION	Masbate
REGION 6	WESTERN VISAYAS	Panay
		Negros
REGION 7	CENTRAL VISAYAS	Negros
		Bohol
REGION 8	EASTERN VISAYAS	Samal

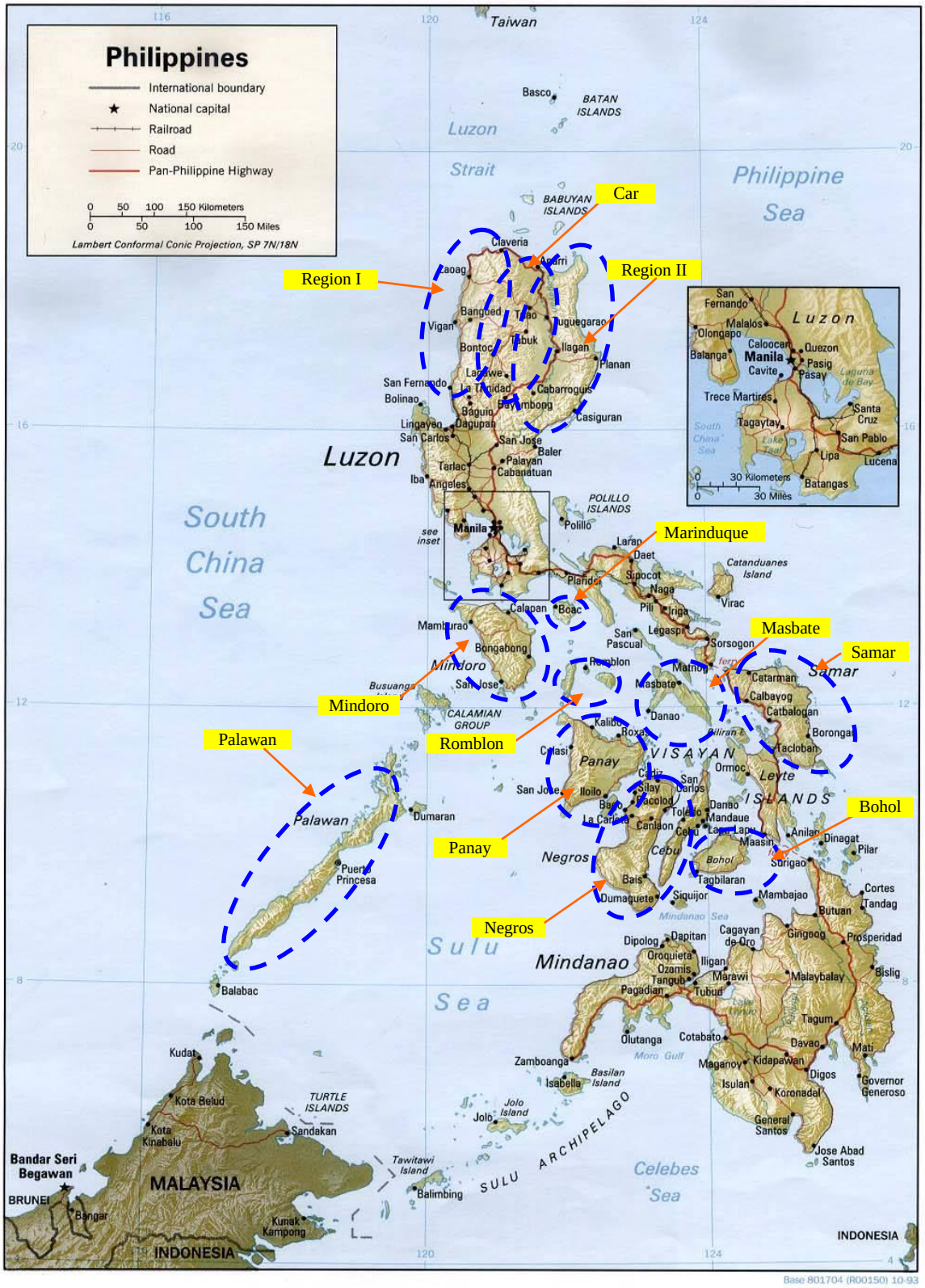

Philippines
International boundary
National capital
Railroad
Road
Pan-Philippine Highway
0 50 100 150 Kilometers
0 50 100 150 Miles
Lambert Conformal Conic Projection, SP 7N/18N
Taiwan
Basco
BATAN ISLANDS
Luzon Strait
Philippine Sea
BABUYAN ISLANDS
Car
Region I
Region II
Luzon
South China Sea
Marinduque
Masbate
Samar
Mindoro
Romblon
Palawan
Panay
Bohol
Negros
Sulu Sea
Mindanao
Celebes Sea
SULU ARCHIPELAGO
MALAYSIA
BRUNEI
INDONESIA
Manila
Base 801704 (R00150) 10-93

図 5.1-1　調査対象地域

5.2 水力ポテンシャル地点調査の手法

5.2.1 水力ポテンシャル地点調査の位置付け

水力発電所が計画されてから完成・運転に至るまでのフローは、「調査・計画」、「設計」、「施工」、「運転保守」の 4 段階に分けられる。本調査で実施される水力ポテンシャル地点調査は「調査・計画」段階の概略検討に該当する。

調査・計画を進める場合、その作業の効率およびそれに要する費用の効率を考慮し、徐々に精度を高める方法を取るのが一般的である。水力発電における「調査・計画」段階は大きくは概略検討とフィージビリティ調査（F/S：Feasibility Study）に区分される。概略調査段階では入手が容易な 1/50,000～1/100,000 程度の地形図および既存の流量資料を用いて多数地点の計画を策定する。その中で優れた地点について 1/1,000～1/5,000 程度の精度の高い地形図を作成し、ボーリングなどによる地質調査、ダム地点における流量観測を行い、これらの調査結果を元に F/S が実施される。F/S は、発電計画、レイアウト、構造物の検討、工事費積算、経済・財務評価等を行って、プロジェクト実現の可能性を判断するための調査である。
通常、概略調査は、(1) 包蔵水力調査、(2) マスタープランを目的として実施される。

(1) 包蔵水力調査

包蔵水力とは、河川あるいは流域に存在する水力エネルギーのポテンシャル量をいい、これを調査するのが包蔵水力調査である。この調査は「現在の発電技術および経済性を考慮し、河川の落差をできる限り利用する」、「河川の地形、流況から判断しその位置に適した発電方式を決定する」、「貯水池、調整池の位置を選定して河川の流況を改善し、河川の有する位置エネルギーの有効利用を図る」の観点から実施される。この調査では多数地点の計画立案がなされるが、その手法として概略調査の手法が用いられる。

(2) マスタープラン

流域開発マスタープランは個別地点の F/S の実施前になされるのが一般的である。包蔵水力調査は河川が有する水力の可能エネルギーを調査するのが目的である。一方、マスタープランは河川を最も効果的に開発する目的で実施される。その方法として包蔵水力調査と同様の検討の後、各プロジェクトの経済性、アクセス道路、送電線などを勘案し、各プロジェクトに優先順位をつける。この中から流域開発の鍵を握る有望プロジェクト、いわゆるキープロジェクトから個別プロジェクトの F/S が実施される。

5.2.2 基本条件の設定

(1) 既設水利施設・既存ポテンシャル地点調査との重複

マップスタディによる新規水力ポテンシャル地点の選定において、第 4 章 4.2 節、4.3 節で収集した既設水利施設と既存水力ポテンシャル地点との重複を避ける必要がある。ここで、既存水力ポテンシャル地点のデータは前述の通り、情報に不備がある、年代が古いなどの問題があり投資対象として検討するには情報が不十分な地点が多くみられる。

このため、既設水利施設、表 4.3-1 の(1) 民間投資対象のポテンシャル地点（署名済み）と(2) 民間投資対象のポテンシャル地点（申請中、未署名）以外の既存水力ポテンシャル地点とは重複があったとしても、新規水力ポテンシャル地点として選定する。

(2) 発電方式

本調査では発電所の運用上の特性から 1) 流れ込み式、2) 調整池式、3) 貯水池式を採用する。

1) 流れ込み式

自然流量の範囲内で取水して発電する形式で、電力需要におけるベース部分の負荷を分担する。比較的規模の小さい水力の場合に用いられる。

2) 調整池式

電力の需要は 1 日のうちに大きな変動があるので、これに応じた運転をするため、1 日ないし数日の河川流量を調整できる容量の池（調整池）を持ったものを調整池式という。流量が少ない場合は、流量を調整し短時間に大きな発電力を出すピーク発電を行い、電力需要におけるピーク部分の負荷分担が可能である。

3) 貯水池式

河川流量は季節的に変動するので、天然湖や人造湖を利用することにより、豊水期の水を貯留し渇水期に使用することが可能となり、年間を通じて平均した流量が得られる。調整池式は 1 日ないし数日の流量調整が可能なのに対して、年間調整または季節調整の可能な池を貯水池といい、貯水池を有する発電方式を貯水池式という。通常、この方式は年間を通じて平均した電力が得られることと、ピーク部分の負荷に追従して発電することが可能である。貯水池方式は大規模ダム建設等で建設費用が大きくなるため、大規模水力に用いられることが多い。

(3) 発電規模

水力発電所の規模について、Republic Act No. 7156（An Act Granting Incentives to Mini-Hydro Electric Power Developers and for Other Purposes）では小水力発電所を 101kW 以上 10,000kW（10MW）以下として、それ以下をマイクロ水力発電所としている。

前述の通り、エネルギー省（DOE：Department of Energy）は 2008 年に施行された再生可能エネルギー法において小水力発電所の建設を推進しており、税制的においても優遇措置をとっている。今回実施する水力ポテンシャル地点の選定に対しても、DOE は小規模地点も積極的に計画を策定するよう要望しているため、発電規模は原則として 100kW～10MW の小水力を中心に選定を進めることとする。ただし、10MW 以上であっても地点として有望であればマップスタディの対象とする。

(4) 地形図

マップスタディには国家地図資源情報庁（NAMRIA：National Mapping and Resource Information Authority, DENR）発行の 1/50,000 地形図を用いる。集水面積や水路長など、概略検討に必要なデータは 1/50,000 地形図から読み取る。

(5) 流量調査

検討検討に用いる流量データは図 4.7-8 で得られた地域区分と流況曲線を用いる。

5.2.3 手法の検討

マップスタディの手法は「水力開発ガイドマニュアル（新エネルギー財団：1997）」「水力開発地点計画策定調査報告書＜第 5 次発電水力調査＞（通商産業省：1986）」を参考にすることとする。概略検討の計画立案フローチャートを図 5.2-1 に示す。

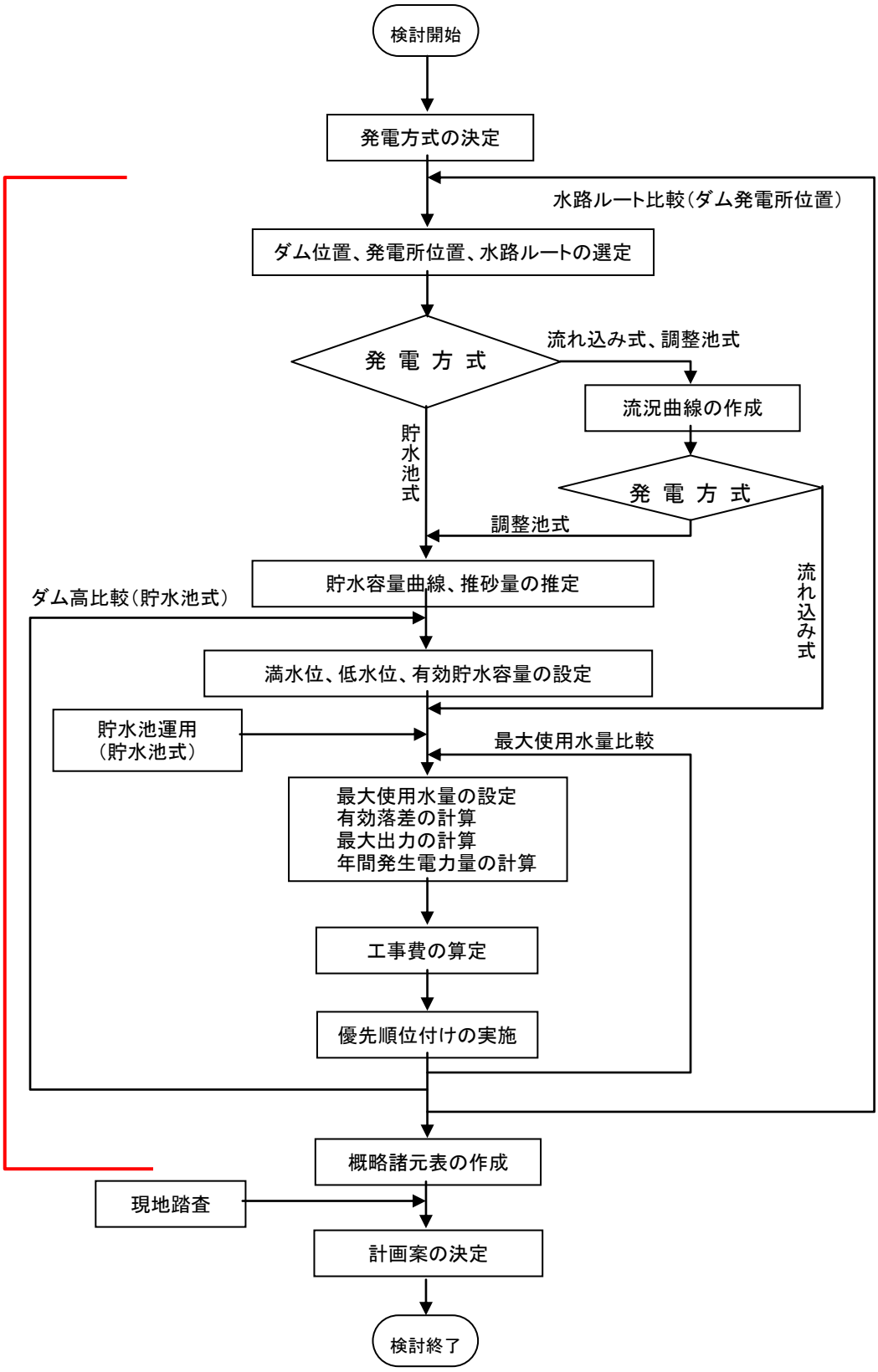


図 5.2-1　概略検討の計画立案フローチャート

出典：水力開発ガイドマニュアル（新エネルギー財団：1997）

5.3 マップスタディの方法と結果

5.3.1 マップスタディの方法

図 5.2-1 の検討フローのうち、現地踏査以前の項目までの机上検討をマップスタディと定義する。マップスタディの方法は以下の通りである。

(1) 流れ込み式

貯水池および調整池式を設ける地形ではないか、河川勾配が急で水路により大きな落差が得られる地形の場合、流れ込み式を検討する。流れ込み式は貯水池を設けないので、環境上の影響が少ない特徴を有しており、計画地点の形状が貯水池、調整池式に適したものであっても、環境上の問題が予見される場合は流れ込み式を採用する方が好ましい。

出力及び発生電力量は河川流量と落差の積によって決まるので、短い水路で大きな落差が得られるサイトがより有利となる。したがって、河床勾配 H/L（L：距離、H：落差）と地形状況に着目することとした。河床勾配が 1/200 程度より急な勾配が得られる区間を対象区間として、1/50,000 地形図から有望地点を選定する。

流れ込み式のマップスタディの作業フローを要約すると以下のようである。

① 対象河川の本川及び 1 次、2 次支川で、河床勾配（H/L）が 1/200 以上の範囲を抽出する。支川の合流点及び河床勾配の変化点を考慮して候補地点を選定する。
② 地形状況より、大きな落差、水路ルートのショートカット等が得られる地点を候補地点する。また、経済的に有利となる支川取水を考慮する。
③ 各候補地点で最適ダム/堰地点を選定する。
④ ダム地点から 3－6 km の範囲内で落差が最大となる地点を放水口地点として選ぶ
⑤ 水路タイプ（開水路、トンネル）及び最短水路ルートを決定する。
⑥ ダム/堰地点における流域面積を求め、該当する流況曲線を用いて流量比換算によりダム/堰地点の最大使用水量を決定する。
⑦ ダム/堰地点と放水口地点の有効落差を求める。
⑧ 最大出力 及び 年間発生電力量を算定する。
⑨ 工事費を算定し、優先ランク付けを実施する。
⑩ 有望開発地点の概略諸元表を作成する。

(2) 調整池式・貯水池

地形から判断して、川幅が狭く直上流が大きく広がった地形を呈している場合には小規模

なダムにより大きな貯水容量が確保できるので、発電方式として貯水池式を選定する。また、大規模な貯水池を設けることが困難であるが、一日または週間の流量を調整する調整池の設置が可能な場合、調整池式を選択する。貯水池式・調整池式はダム高によって落差を確保できるので、1/50,000 からは河床勾配は緩やかだが、流域面積が広く地形的に貯水池式に適している地点を抽出する。

貯水池式及び調整池式のマップスタディの作業フローを要約すると以下のようである。

① 1/50,000 地形図から比較的小規模なダム体積で大きな貯水容量が得られる最適ダム地点を選定する。
② 河床勾配、発電所建築スペースの観点から最適発電所地点を選定する。
③ 水路タイプ（開水路、トンネル）及び最短水路ルートを決定する。
④ ダム地点における流域面積を求め、各標高の湛水面積から貯水容量曲線を作成する。
⑤ 100 年間の推砂量を推定し、推砂標高を決定する。
⑥ 低水位、満水位および有効貯水量を決定する。
⑦ マスカーブ（流量累加曲線）を作成し、最大使用水量を決定する。
⑧ ダム地点と発電所地点の有効落差を求める。
⑨ 最大出力及び常時尖頭出力を算定する。
⑩ 年間発生電力量を算定する。
⑪ 工事費を算定し、優先ランク付けを実施する。
⑫ 有望開発地点の概略諸元表を作成する。

5.3.2 マップスタディの結果の整理

以上の条件設定の下で、新規水力ポテンシャル地点のマップスタディを実施した。マップスタディの例として Region-8 Samar 島の Dolores River 上流の 2 地点の河床縦断図、流況曲線および 1/50,000 地形図上レイアウトをそれぞれ図 5.3-1、図 5.3-2、図 5.3-3 に示す。

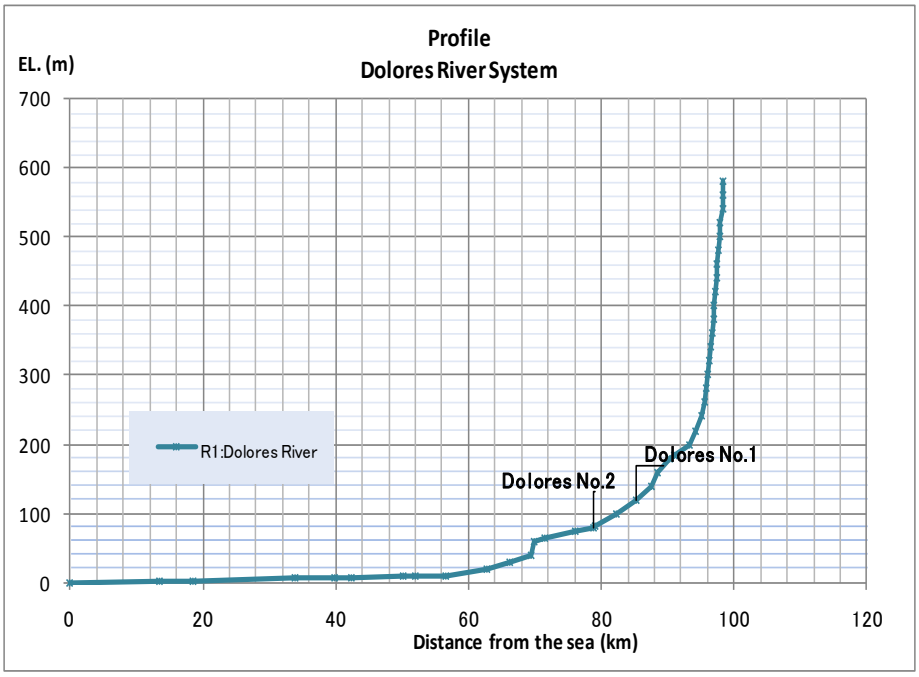


図 5.3-1　河床縦断図（Dolores River）

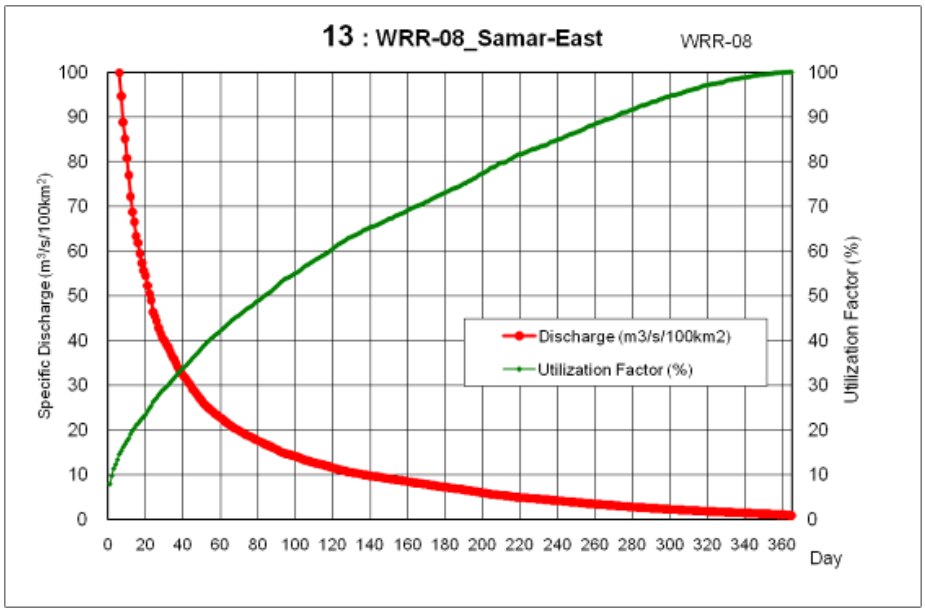


図 5.3-2　流況曲線（WRR-08_Samar-East）

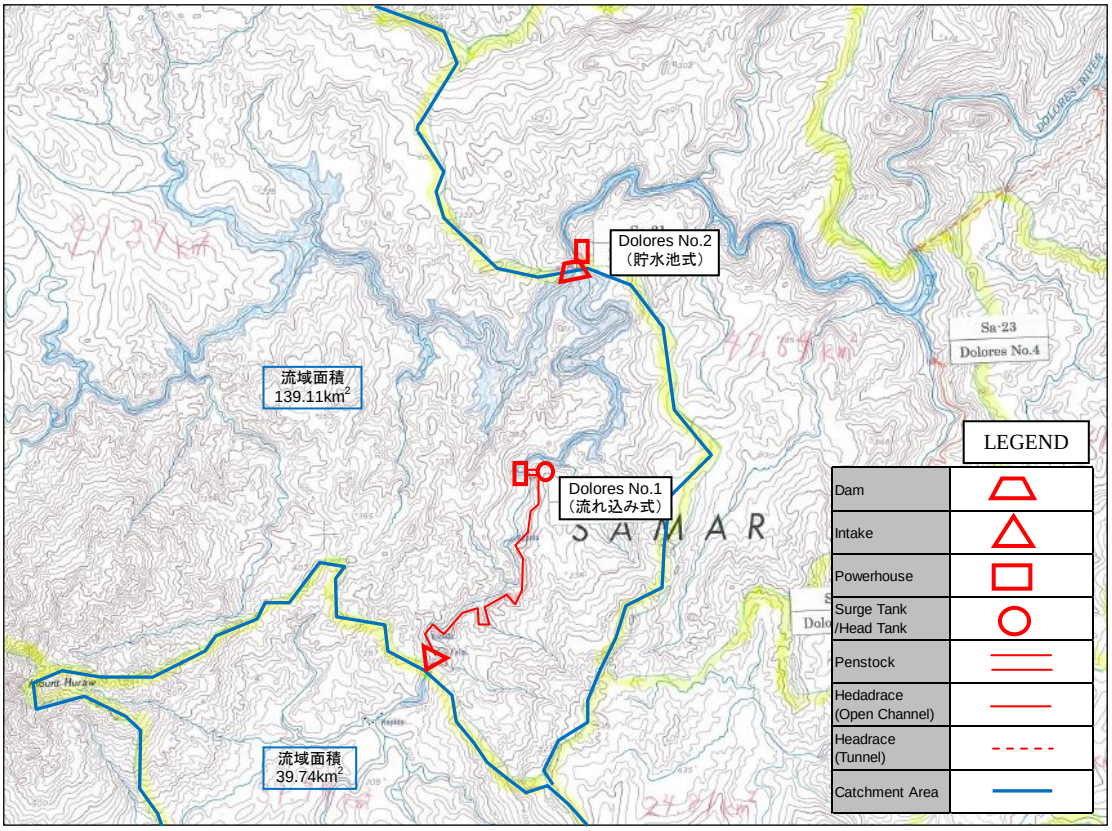


図 5.3-3　1/50,000 地形図レイアウト

表 5.3-1　マップスタディによる新規水力ポテンシャル地点の地域分布と型式

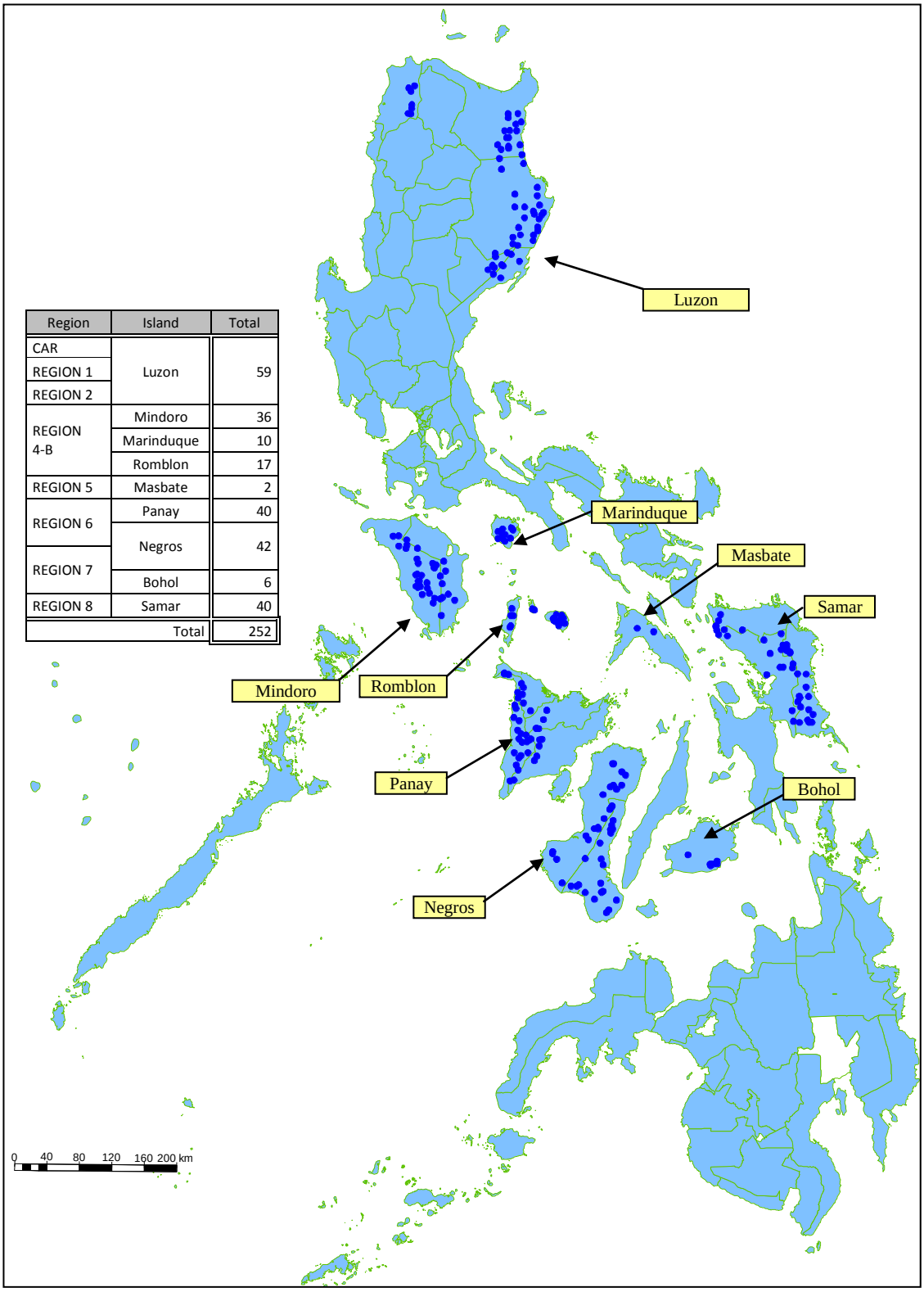
Region		Island	Run of River	Reservoir / Pondage	Sub Total
CAR	CORDILLERA ADMINISTRATIVE REGION	Luzon	52	7	59
REGION 1	ILOCOS REGION				
REGION 2	CAGAYAN VALLEY				
REGION 4-B	MIMAROPA	Mindoro	30	6	36
		Marinduque	9	1	10
		Romblon	17	0	17
REGION 5	BICOL REGION	Masbate	2	0	2
REGION 6	WESTERN VISAYAS	Panay	39	1	40
REGION 7	CENTRAL VISAYAS	Negros	35	7	42
		Bohol	6	0	6
REGION 8	EASTERN VISAYAS	Samar	32	8	40
		Sub Total	222	30	Total 252

表 5.3-2　流れ込み式地点の地域分布と規模分布

Island	-100kW	100kW-1MW	1MW-10MW	10MW-	Sub Total
Luzon	0	14	38	0	52
Mindoro	0	2	28	0	30
Marinduque	0	8	1	0	9
Romblon	2	13	2	0	17
Masbate	0	2	0	0	2
Panay	0	17	22	0	39
Negros	0	16	19	0	35
Bohol	0	5	1	0	6
Samar	0	14	18	0	32
Sub Total	2	91	129	0	222

表 5.3-3　貯水池･調整池式地点の地域分布と規模分布

Island	-100kW	100kW-1MW	1MW-10MW	10MW-	Sub Total
Luzon	0	0	6	1	7
Mindoro	0	0	4	2	6
Marinduque	0	0	1	0	1
Romblon	0	0	0	0	0
Masbate	0	0	0	0	0
Panay	0	0	1	0	1
Negros	0	0	4	3	7
Bohol	0	0	0	0	0
Samar	0	0	7	1	8
Sub Total	0	0	23	7	30



Region	Island	Total
CAR	Luzon	59
REGION 1		
REGION 2		
REGION 4-B	Mindoro	36
	Marinduque	10
	Romblon	17
REGION 5	Masbate	2
REGION 6	Panay	40
REGION 7	Negros	42
	Bohol	6
REGION 8	Samar	40
	Total	252

図 5.3-4　マップスタディ結果 252 地点

5.3.3 最適最大使用水量と発生電力量の計算

(1) 流れ込み式発電所の場合

流れ込み式発電所水力発電所は、グリッドに連系されることを条件に、建設単価（US$/kWh）が最小となるような最大使用水量（Qmax）を求め最適規模とする。

発生電力量の算定については、以下の点を考慮している。

- 各地点において、維持流量は、最小流量の 10%とする。
- 圧力導水路の勾配は 1：700、無圧導水路の勾配は 1：1,000 とする。
- 取水口の損失水頭、水圧管路の摩擦による損失水頭等の全損失水頭を求め、有効落差を算定する。
- 発電所内用等の使用により、利用率を 95%としている。
- 水車設置高さを 5m としている。

(2) 貯水池式・調整池式発電所の場合

貯水池式・調整池式発電所においては、B/C（便益・費用比率）及び B-C（便益・費用差額）が最大となるような最大使用水量（Qmax）を求め最適規模とする。

貯水池・調整池運用については、以下の点を考慮している。

- ピーク時間は基本的に 8 時間とする。
- 流況曲線を用いた簡易計算によって貯水池・調整池効果を求めている。
- 貯水池・調整池式発電所においては、貯水池・調整池の 1/3 水位で算定している。
- 常時尖頭出力は、水車・発電機の変落差効率を考慮した総合効率により算定している。
- 常時出力は、変流量効率と変落差効率の積から求まる常時総合効率より算定している。

流量設備利用率

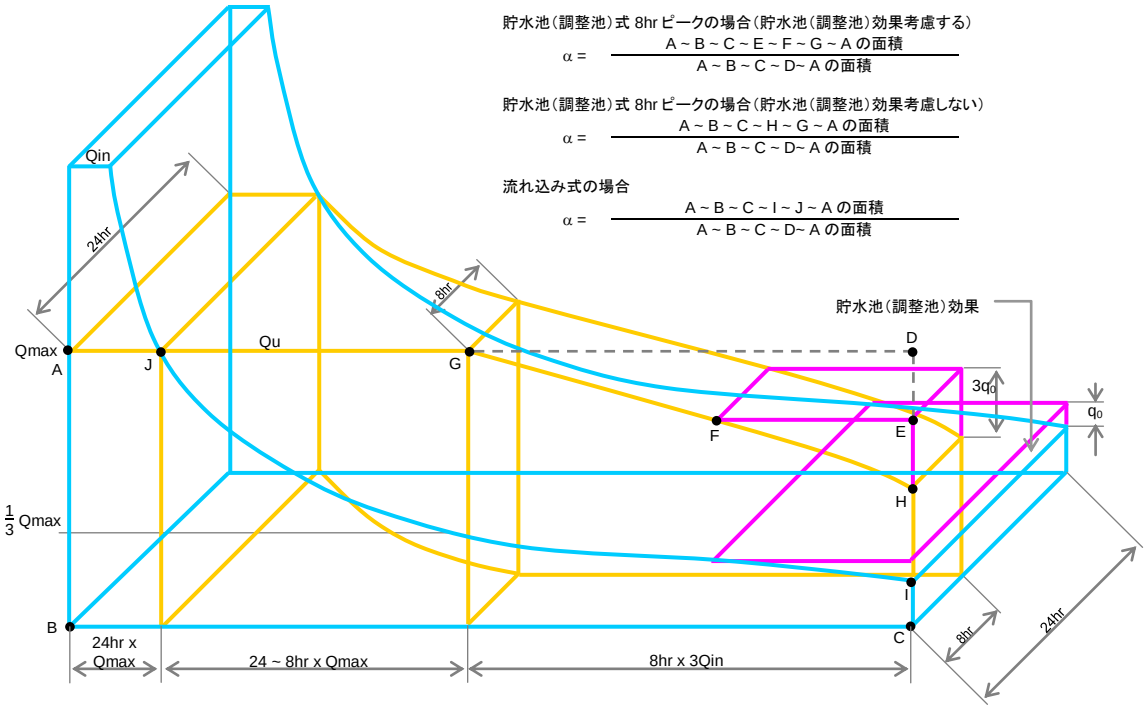


図 5.3-5　貯水池･調整池の運用効果

5.4 概略工事費算定

5.4.1 水力発電所の工事費項目

水力発電計画の概略検討における工事費項目は、一般的に以下の項目を規準にして総投資額（総工事費）の積算を行う。この場合、事前に発生する調査、計画、及び事後の維持管理は含まれていない。

- ♦ 用 地 費　　概略検討では算定しない
- ♦ 準備工事
  - ・ 取付道路、進入道路等の新設及び既設道路、既設橋梁等の改修
  - ・ 発注者及びコンサルタントの工事管理事務所及び付属設備
- ♦ 環境対策
  - ・ 自然保護、自然景観、植生保護、動物保護
  - ・ 水質保全、騒音振動
  - ・ 史跡、文化財、貴重な地形等
- ♦ 土木工事（建物工事含む）
  - ・ 取水ダム、取水口、沈砂池、導水路、ヘッドタンク、またはサージタンク、水圧管路及び余水路、発電所、放水路、放水口工事等
  - ・ 発電所及び変電所の建屋工事及び付帯設備等
  - ・ 仮設備（事務所、宿舎、水道、電気、電話、工事用仮設道路、仮設橋、工事用プラント、修理工場等）
- ♦ 水力機器工事
  - ・ 水圧鉄管
  - ・ ゲート及びスクリーン等
- ♦ 電気機器
  - ・ 水車、発電機、制御装置、変圧器、開閉所機器類
  - ・ 付属設備（天井クレーン、通信、照明等）
- ♦ 送配電線
  - ・ 送配電線鉄塔工事、基礎工事、架空線等
- ♦ 管 理 費
  - ・ 実施機関が建設前の準備期間に支出する費用
  - ・ 実施機関の職員が工事管理を行う費用
- ♦ 技 術 費
  - ・ コンサルタントによる工事実施の詳細設計、入札書類の作成
  - ・ コンサルタントによる施工監理、測量、試験等

- ♦ 諸　　税　　・ 輸入税、付加価値税等
- ♦ 予 備 費　　・ 数量増等に対する予備費
  ・ 物価上昇に対する予備費
- ♦ 建設中利子　　・ 年度別の所要利子

表 5.4-1 に示す直接工事費（準備工事、環境対策、土木工事、水力機器、電気機器、送配電線）及び間接工事費（管理費、技術費、各種税金、予備費、建設中利子）の項目を基準として総工事費を概算する。

表 5.4-1　概算工事費総括表（流れ込み式）

項　目	工事費	摘　要
1. 準備工事 (1) 取付道路 (2) 建設所設備		 (3+4+5)×0.05
2. 環境対策費		(3)×0.01
3. 土木工事 (1) 取水ダム (2) 取水口 (3) 沈砂池 (4) 導水路 (5) ヘッドタンク (6) 水圧管路及び余水路 (7) 発電所 (8) 放水路 (9) 放水口 (10) 雑工事		 ((1)～(9))×0.05
4. 水力機器 (1) ゲート及びスクリーン (2) 鉄管		 取水ゲート、排砂ゲート 水圧鉄管、余水路鉄管
5. 電気機器関係		水車発電機、主要変圧器等
6. 送電線		
直接工事費　計		1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6
7. 管理費及び技術費		（直接工事費）×0.15
8. 予備費		（直接工事費）×0.1
9. 建設中利子		(1+2+3+4+5+6+7+8)×0.4×i×T
総工事費		1+2+3+4+5+6+7+8+9

ここで、i ：利率, T：建設期間

出典：水力開発ガイドマニュアル　英語版、財団法人　新エネルギー財団、平成9年7月
水力発電計画工事費積算基準、資源エネルギー庁、財団法人　新エネルギー財団、平成17年3月

5.4.2 工事数量の算定

(1) 実施設計段階における工事数量の算定方法

水力発電工事の実施設計段階では、各構造物の詳細設計を実施し詳細図面を作成する。

工事項目の各々について、その工種内容（例えば掘削、コンクリート、型枠、鉄筋等、更に掘削では土砂か岩か、コンクリートでは無筋コンクリートか鉄筋コンクリートか等）の数量を詳細図面から算出する。

(2) 概略計画段階における工事数量の算定方法

上述のような詳細な工事数量の算定は、実施設計段階では必要であるが、概略計画段階では、労力的にも時間的にもロスが多いので、一般にはより簡略化した方法が取られている。過去に建設された多くの水力発電工事の実績資料から構造物ごとに適当なパラメータを利用した算定式を用いる。

1/50,000 の地形図は構造物の設計及び工事数量の算定を行うのに必要な精度を有していないので、土木工事、水力機器（鉄管、ゲート、スクリーン等）の数量は既存設備の数量をもとに推定した概算式を使用して算出する。この算定式は日本の包蔵水力調査のために作成された資料を用いた。今後、フィリピンにおいて、工事数量に関するデータが蓄積された場合には、これを組入れ、算定式を修正して使用することが望まれる。

5.4.3 概略工事数量算定

(1) 準備工事

1) 取付道路工事

道路延長の概算は、次の算定値の長い方の延長で決める。

a) 延長道路は、主要河川を横断することなく、計画発電所に到達する河床沿いに、そして、標高差が大きい場合に係わらず、最も近い主要道路から、平均勾配 10%で、ダムまたは発電所予定地サイトまで計画される。

b) 延長道路は、主要河川を横断することなく、計画発電所に到達する河床沿いに、そして、距離が長い場合に係わらず、最も近い主要道路から、ダムまたは発電所予定地サイトまでの最短距離の 1.5 倍で計画される。

2) 建設所設備等

土木工事費、水力機器費および電力機器関係工事費の合計の 5%とする。

(2) 環境対策

環境対策に係る概算費用は、土木工事費の 1%とする。

(3) 土木工事及び水力機器

概算数量算定式は、取水ダム、取水口、導水路等の設備単位ごとに作成されている。数量は掘削、コンクリート、鉄筋加工組合、ゲート、スクリーン、鉄管の主要工種について算出される。

数量算定は下記の記号及び単位を使用している。

Ve	:	掘削量	(m^3)
Vc	:	コンクリート体積	(m^3)
Wr	:	鉄筋量	(ton)
Wg	:	ゲート重量	(ton)
Ws	:	スクリーン重量	(ton)
Wp	:	鉄管重量	(ton)

主要工種以外の工種の数量は算出しない。ただし、その費用は一括して主要工種の工事費に対する比率で算出する。

なお、導水路トンネル、水圧管路の工事数量は内径を用いて算出している。内径は日本での物価をもとに算出された経済断面である。フィリピンの物価水準と若干違いがある。

1) 取水ダム

① ダム、堰堤本体

次式を用いダムまたは、堰堤本体の掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

ダムの場合（ダム基準による、高さ 15m 以上）

$$Ve = 8.81 \times (Hd \times L)^{1.04}$$

$$Vc = 9.45 \times (Hd^2 \times L)^{0.722}$$

$$Wr = 0.053 \times Vc^{1.10}$$

堰堤の場合（堰基準による、高さ 15m 以下）

$$Ve = 0.289 \times (Hd \times L)^{1.83}$$

$$Vc = 8.64 \times (Hd^2 \times L)^{0.726}$$
$$Wr = 0.053 \times Vc^{1.10}$$

ここで、Hd　：ダムまたは、堰堤堤高　(m)
　　L　：ダムまたは、堰堤堤頂長　(m)

② 水力機器

排砂ゲートの重量を次式より求める。

$$Wg = 0.145 \times Qf^{0.692}$$

ここで、Qf　：設計洪水流量 (m^3/s)

設計洪水流量は、設計洪水比流量にダム地点の流域面積を乗じて求める（ECAFE Guidline アジア極東経済委員会ガイドライン）。なお、サイト周辺での設計洪水流量資料が入手できる場合はこれを用いる。

③ その他

①＋②の合計の 30%を計上する。支川における取水ダムの数量は本体ダムの算定に準ずる。

2) 取水口

① 取水口本体

次式を用いて掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

(a) 無圧式取水口

$$Ve = 563 \times (R \times Q)^{0.674}$$
$$Vc = 96.2 \times (R \times Q)^{0.759}$$
$$Wr = 0.0522 \times Vc^{0.992}$$

(b) 圧力式取水口

$$Ve = 18.4 \times \{[(ha+2R) \times Q]^{1/2} \times n^{1/3}\}^{1.95}$$
$$Vc = 13.0 \times \{[(ha+2R) \times Q]^{1/2} \times n^{1/3}\}^{1.57}$$
$$Wr = 0.0135 \times Vc^{1.20}$$

ここに、D　：水路の内径　(m)
　　R　：水路半径　(= $D/2$：単位 m)
　　Q　：最大使用水量 (m^3/s)
　　ha　：利用水深　(m)
　　n　：水路条数

② 水力機器

ゲート及びスクリーンの重量は次式により算定する。

(a) 無圧式取水口

$$Wg = 2.39 \times (R \times Q)^{0.502}$$

$$Ws = 0.898 \times (R \times Q)^{0.589}$$

(b) 圧力式取水口

$$Wg = 0.970 \times [(ha + 2R)^{1/8} \times Q]^{0.929}$$

$$Ws = 0.589 \times [(ha + 2R)^{1/8} \times Q]^{0.943}$$

ここに、 R ： 水路の半径 (= $D/2$ ：単位 m)

Q ： 最大使用水量 (m^3/s)

ha ： 利用水深 (m)

③ その他

①＋②の合計の 25%を計上する。

支川における取水口の数量は本川取水口の算定に準ずる。

3) 沈砂池

① 沈砂池本体

次式を用いて沈砂池の掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$$Ve = 515 \times Q^{1.07}$$

$$Vc = 392 \times Q^{0.882}$$

$$Wr = 0.120 \times Vc^{0.847}$$

ここに、 Q ： 最大使用水量 (m^3/s)

② 水力機器

制水及び排砂ゲート、スクリーン重量は次式により算定する。

$$Wg = 0.910 \times Q^{0.613}$$

$$Ws = 0.696 \times Q^{1.27}$$

ここに、 Q ： 最大使用水量 (m^3/s)

③ その他

①＋②の合計の 20%を計上する。

4) 導水路

開水路またはトンネル（無圧、圧力）とする。サージタンクを設ける場合、圧力式トンネルとなる。

(a) 無圧幌型吹付トンネル（インバート巻立、側壁とアーチ部は吹付け）

① トンネル

通水量とトンネル内径の関係は次式より求める。8 割水深として求める。

$Q < 3.788\ m^3/s,\ Q = H = 2.1\ m$

$Q > 3.788\ m^3/s,\ Q = H = 1.2743 \times Q^{0.375}\ m$

次式を用いてトンネルの掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$Q \leqq 21.127\ m^3/s$

$$Ve = (-2.6185 \times 10^{-5} Q^4 + 1.66586 \times 10^{-3} Q^3 - 4.61724 \times 10^{-2} Q^2 + 1.66586 \times 10^{-3} Q + 1.71336) \times L$$

$$Vc = (-1.61185 \times 10^{-5} Q^4 + 7.74004 \times 10^{-4} Q^3 - 1.35454 \times 10^{-2} Q^2 + 1.54291 \times 10^{-1} Q + 1.68677 \times 10^{-1}) \times L$$

ここに、　L　：トンネル延長　(m)

　　D　：トンネル内径　(m)

$Q > 21.127\ m^3/s,$

$$Ve = (1.87253 \times 10^{-7} Q^4 - 1.90391 \times 10^{-3} Q^3 - 1.66210 \times 10^{-3} Q^2 + 7.03711 \times 10^{-1} Q + 5.13473) \times L$$

$$Vc = (3.27094 \times 10^{-8} Q^4 - 3.60482 \times 10^{-6} Q^3 - 7.68236 \times 10^{-5} Q^2 + 4.70399 \times 10^{-2} Q + 5.41448 \times 10^{-1}) \times L$$

② その他

①の 45%を計上する。

(b) 無圧幌型巻立トンネル

① トンネル

通水量とトンネル内径の関係は次式より求める。8 割水深として求める。

$Q < 4.04\ m^3/s,\ D = H = 1.8m$

$Q > 4.04\ m^3/s,\ D = H = 1.06643 \times Q^{0.375}\ m$

次式を用いてトンネルの掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$Q \leqq 23.791\ m^3/s$

$$Ve = (9.22643 \times 10^{-5} Q^4 - 4.43409 \times 10^{-3} Q^3 + 6.17799 \times 10^{-2} Q^2$$

$+ 3.86416 \times 10^{-1} Q + 3.40431) \times L$

$Vc = (1.02187 \times 10^{-4} Q^4 - 5.11983 \times 10^{-3} Q^3 + 8.19956 \times 10^{-2} Q^2$
$- 2.79037 \times 10^{-1} Q + 2.91308) \times L$

$Wr = (-2.09618 \times 10^{-9} Q^4 + 7.31510 \times 10^{-7} Q^3 - 9.74454 \times 10^{-5} Q^2$
$+ 9.73989 \times 10^{-3} Q + 5.95781 \times 10^{-1}) \times L$

$Q > 23.791$ m^3/s,

$Ve = (-3.86462 \times 10^{-8} Q^4 + 1.69162 \times 10^{-3} Q^3 + 8.19956 \times 10^{-2} Q^2$
$- 2.79037 \times 10^{-1} \mathrm{Q} + 2.91308) \times L$

$Vc = (-7.44482 \times 10^{-9} Q^4 + 4.44423 \times 10^{-6} Q^3 - 9.79783 \times 10^{-6} Q^2$
$+ 1.73961 \times 10^{-1} Q + 2.83793) \times L$

$Wr = (-2.09618 \times 10^{-9} Q^4 + 7.31510 \times 10^{-7} Q^3 - 9.74454 \times 10^{-5} Q^2$
$+ 9.73989 \times 10^{-3} Q + 5.95781 \times 10^{-1}) \times L$

② その他

①の 35%を計上する。

(c) 無圧標準馬蹄形トンネル

① トンネル

通水量とトンネル内径の関係は次式より求める。8 割水深として求める。

$Q < 3.806$ m^3/s, $D = H = 2.1$m

$Q > 3.806$ m^3/s, $D = H = 1.0905 \times Q^{0.375}$ m

次式を用いてトンネルの掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$Q \leqq 32.006$ m^3/s

$Ve = (-1.45111 \times 10^{-5} Q^4 + 1.12846 \times 10^{-3} Q^3 - 3.45836 \times 10^{-2} Q^2$
$+ 1.00296 Q + 1.70592) \times L$

$Vc = (-9.88510 \times 10^{-6} Q^4 + 7.15935 \times 10^{-4} Q^3 - 1.92263 \times 10^{-2} Q^2$
$+ 3.84513 \times 10^{-1} Q + 1.16991) \times L$

$Wr = (-2.21888 \times 10^{-9} Q^4 + 7.37518 \times 10^{-7} Q^3 - 9.25049 \times 10^{-5} Q^2$
$+ 9.03707 \times 10^{-3} Q + 4.90405 \times 10^{-2}) \times L$

$Q > 32.006$ m^3/s,

$Ve = (-8.26889 \times 10^{-8} \mathrm{Q}^4 + 3.06268 \times 10^{-5} Q^3 - 4.56300 \times 10^{-3} Q^2$
$+ 6.44102 \times 10^{-1} \mathrm{Q} + 3.28568) \times L$

$Vc = (-6.37649 \times 10^{-8} \mathrm{Q}^4 + 2.19764 \times 10^{-5} Q^3 - 2.83472 \times 10^{-3} \mathrm{Q}^2$
$+ 2.48007 \times 10^{-1} \mathrm{Q} + 1.18638) \times L$

$Wr = (-2.21888 \times 10^{-9} Q^4 + 7.37518 \times 10^{-7} Q^3 - 9.25049 \times 10^{-5} Q^2$

$$+ 9.03707 \times 10^{-3} Q + 4.90405 \times 10^{-2}) \times L$$

② その他

①の 35%を計上する。

(d) 圧力標準馬蹄形トンネル

① トンネル

通水量とトンネル内径の関係は次式より求める。

$Q < 4.635 \mathrm{m^3/s}, \quad D = H = 1.8\mathrm{m}$

$Q > 4.635\ \mathrm{m^3/s}, \quad D = H = 1.0128 \times Q^{0.375}\ \mathrm{m}$

次式を用いてトンネルの掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$Q \leqq 27.297\ \mathrm{m^3/s}$

$$Ve = (5.03248 \times 10^{-5} Q^4 - 2.77056 \times 10^{-3} Q^3 + 4.40986 \times 10^{-2} Q^2 + 3.23166 Q + 3.32398) \times L$$

$$Vc = (5.64550 \times 10^{-5} Q^4 - 3.23659 \times 10^{-3} Q^3 + 5.91292 \times 10^{-2} Q^2 - 2.20328 \times 10^{-1} Q + 2.87628) \times L$$

$$Wr = (-4.01715 \times 10^{-9} Q^4 + 1.20738 \times 10^{-6} Q^3 - 1.41778 \times 10^{-4} Q^2 + 1.27421 \times 10^{-2} Q + 8.31994 \times 10^{-2}) \times L$$

$Q > 27.297\ \mathrm{m^3/s}$

$$Ve = (-5.15736 \times 10^{-8} Q^4 + 1.88926 \times 10^{-5} Q^3 - 3.04391 \times 10^{-3} Q^2 + 5.22516 \times 10^{-1} Q + 4.24043) \times L$$

$$Vc = (-2.19718 \times 10^{-8} Q^4 + 7.78002 \times 10^{-6} Q^3 - 1.19975 \times 10^{-3} Q^2 - 1.66614 \times 10^{-1} Q + 2.63150) \times L$$

$$Wr = (-4.01715 \times 10^{-9} Q^4 + 1.20738 \times 10^{-6} Q^3 - 1.41778 \times 10^{-4} Q^2 + 1.27421 \times 10^{-2} Q + 8.31994 \times 10^{-2}) \times L$$

② その他

①の 50%を計上する。

(e) 作業横坑

トンネル延長の長い場合に、必要に応じて算定する。

(f) 開水路の場合

① 開水路

開水路の幅、高さは、最大使用水量より次式で求める。$B = 2H$ とする。

$$H = (Q / 3.065)^{0.375} \times 1.1 + 0.2 \quad (\mathrm{m})$$

$B = (Q / 3.065)^{0.375} \times 2$ (m)

ここに、Q ：最大使用水量 (m^3/s)

B ：開水路幅 (m)

H ：開水路高さ (m)

次式を用いて開水路の掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$Q \leqq 10\ m^3/s$

$Ve = (6.9740 \times Q^{0.3533}) \times L$

$Vc = (1.2526 \times Q^{0.4224}) \times L$

$Wr = (0.0774 \times Q^{0.3930}) \times L$

$10\ m^3/s < Q \leqq 100\ m^3/s$

$Ve = (6.6143 \times Q^{0.3767}) \times L$

$Vc = (0.8656 \times Q^{0.5757}) \times L$

$Wr = (0.0550 \times Q^{0.5346}) \times L$

$Q > 100\ m^3/s$

$Ve = (6.4832 \times Q^{0.3811}) \times L$

$Vc = (0.6813 \times Q^{0.6264}) \times L$

$Wr = (0.0442 \times Q^{0.5811}) \times L$

ここに、Q ：最大使用水量 (m^3/s)

L ：開水路延長 (m)

② その他

①の 30%を計上する。

5) ヘッドタンク

① ヘッドタンク本体

次式を用いて掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$Ve = 808 \times Q^{0.697}$

$Vc = 111 \times Q^{0.978}$

$Wr = 0.06 \times Vc$

ここに、Q ：最大使用水量 (m^3/s)

② 水力機器

ゲート、スクリーンの数量は算定しない。

③　その他

①の 40%を計上する。

6)　サージタンク

①　サージタンク本体

次式を用いて掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$$Ve = 100 \times Q \times \{(ha+Lt)^{1/4}\}^{0.791}$$

$$Vc = 25.9 \times Q \times \{(ha+Lt)^{1/4}\}^{0.857}$$

$$Wr = 0.0420 \times Vc$$

ここに、Q　：最大使用水量　(m^3/s)

ha　：利用水深　(m)

Lt　：水路延長　(m)

②　その他

①の 40%を計上する。

7)　水圧管路及び余水路

①　水圧鉄管

水圧鉄管の内径は、最大発電水量と静水頭を用い次式で求める。

$$D_m = \left(1.93333 \times 10^{-9} \times H_g^{\ 3} - 6.1000 \times 10^{-7} \times H_g^{\ 2} - 1.82333 \times 10^{-4} \times H_g + 0.8984\right) \times Q^{(-3.38813 \times 10^{-21} \times H_g^{\ 3} + 1.37558 \times 10^{-18} \times H_g^{\ 2} - 6.0 \times 10^{-5} \times H_g + 0.373)} \text{ (m)}$$

水圧鉄管の最大・最小板厚は次式より求める。

$$t_{max} = D_m \times 100 \times H_{max} / (2 \times 1300 \times 9) + 2 \quad \text{(mm)}$$

$$t_{min} = (D_m \times 1000 + 800) / 400 \quad \text{(mm)}$$

最大水頭 H_{max} は、静水頭と水撃圧の合計とし、水撃圧は次式より概算する。

$$H_{wh} = n \times H / 2 + H_g \times (n^2 + 4 \times n)^2 / 2) \times 1.3 \quad \text{(m)}$$

$$n = (L \times v / (9.8 \times t \times H_g))^2$$

ここに、t　：閉塞時間　(sec)

v　：流速　(m/sec)

L　：鉄管路総延長　(m)

H_g　：静水頭（取水位 – 放水位）(m)

次式を用いて鉄管重量を求める。

$$W_p = (0.7854 \times (D_m + 2 \times t_{min} / 1000)^2 - D_m^{\ 2}) \times 7.86 \times L(t_{min}) + 0.7854$$

$\times (D_m + 2 \times t_{min} + 1) / 1000)^2 - D_m^2) + (D_m + 2 \times t_{max} / 1000)^2 - D_m^2) / 2$
$\times 7.86 \times (L - L(t_{min}))) \times 1.2$

ここに、

W_p	：鉄管の重量	(ton)
t_{max}	：鉄管の最大管厚	(mm)
t_{min}	：鉄管の最小管厚	(mm)
D_m	：鉄管の平均内径	(m)
H_g	：静水頭（取水位 － 放水位）	(m)
H_{max}	：最大水頭 ＝ 静水頭 ＋ 水撃圧	(m)
L	：水圧管路延長	(m)
$L(t_{min})$	：最小管厚の水圧管路延長	(m)

なお、鉄管には引張許容応力 1,300 kgf/cm^2 を使用。

② 水圧管路土木工事

(a) 露出型水圧管路

次式を用いて露出型水圧管路の掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$$Ve_1 = 12.2 \times D_m^{1.26} \times L$$
$$Vc_1 = 2.92 \times D_m^{1.96} \times L$$
$$Wr_1 = 0.0217 \times Vc_1$$

ここに、D_m ：鉄管の平均内径 (m)
L ：水圧管路延長 (m)

上部水平部 10m、下部水平部 10m として、斜長を求め、全延長を算定する。

(b) トンネル式水圧管路

次式を用いてトンネル式水圧管路の掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$D_m < 1.1$m

$$Ve_1 = -1.1369 \times 10^{-13} \times D_m^2 + 2.16005 \times 10^{-13} \times D_m + 5.022) \times L$$
$$Vc_1 = (-0.7875 \times D_m^2 + 4.71938) \times L$$
$$Wr_1 = 0.0217 \times Vc_1$$

$D_m \geqq 1.1$m

$$Ve_2 = (3.8003 \times 10^{-5} \times D_m^4 + 2.5389 \times 10^{-3} \times D_m^3 + 8.9878 \times 10^{-1} \times D_m^2 + 2.63379 \times D_m + 1.3206) \times L$$
$$Vc_2 = (2.0857 \times 10^{-5} \times D_m^4 - 3.5998 \times 10^{-4} \times D_m^3 + 1.0944 \times 10^{-1} \times D_m^2 + 2.1375 \times D_m + 1.289) \times L$$
$$Wr_2 = 0.0217 \times Vc_1$$

③　その他

露出式の場合は、①＋②の 20%を計上する。
トンネル式の場合は、②の 35%を計上する。

8)　余水路

①　余水路鉄管

余水路鉄管の内径を次式より求める。

$$D_s = 0.394 \times (Q / Ss^{0.5})^{0.375}$$

ここに、Ss　：余水路平均勾配

余水路の鉄管重量を次式より求める。

$$Wp_2 = 0.165 \times Ds^{1.25} \times L$$

ここに、Wp_2　：余水路鉄管の重量　(ton)
D_s　：余水路鉄管の内径　(m)
L　：余水路鉄管延長　(m)

上部水平部 5m、下部水平部 5m として、斜長を求め、全延長を算定する。始点標高は、取水位から取水口、導水路の損失水頭を減じる。

②　余水路土木工事

次式を用いて余水路の掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

$$Ve_2 = 9.87 \times D_s^{1.69} \times L$$
$$Vc_2 = 3.54 \times D_s^{0.11} \times L$$
$$Wr_2 = 0.0348 \times Vc_2$$

③　その他

①＋②の 20%を計上する。

9)　発電所

①　発電所基礎土木工事

次式を用いて発電所の掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

(a)　地上式発電所の場合

$$Ve = 0.938 \times (Q \times H_e^{2/3} \times n^{1/2})^{1.89}$$
$$Vc = 0.042 \times (Q \times H_e^{2/3} \times n^{1/2})^{2.24}$$
$$Wr = 0.133 \times Vc^{0.849}$$

ここに、 Q ：最大使用水量 (m^3/s)
H_e ：有効落差 (m)
n ：機器台数

(b) 半地上式及び地下発電所の場合

$$Ve = 30.9 \times (Q \times H_e^{\ 2/3} \times n^{\ 1/2})^{\ 0.968}$$
$$Vc = 39.0 \times (Q \times H_e^{\ 2/3} \times n^{\ 1/2})^{\ 0.756}$$
$$Wr = 0.0233 \times Vc^{\ 1.15}$$

② 発電所建屋工事

(a) 地上式発電所の場合

$$V_{pb} = 7.89 \times P_{max}^{\ 0.653}$$
$$UC_{pb} = 287 \times V_{pb}^{\ -0.306}$$

ここに、V_{pb} ： 建屋容積 (m^3)
UC_{pb} ： 建屋単価 (m^3/US$)
P_{max} ： 最大出力 (kW)

(b) 半地上式発電所の場合

$$V_{pb} = 2.84 \times P_{max}^{\ 0.816}$$
$$UC_{pb} = 362 \times V_{pb}^{\ -0.307}$$

(c) 地上式発電所の場合

$$V_{pb} = 8.71 \times P_{max}^{\ 0.68}$$
$$UC_{pb} = 460 \times V_{pb}^{\ -0.293}$$

③ その他

①の 20%を計上する。

10) 放水路

① 放水路本体

導水路工事数量算定に準じる。基本的に開水路とし、放水路延長は 10m とする。但し、必要に応じてトンネル型式とし、放水路延長を地形図より読み取る。

② その他

導水路工事数量算定に準じる。

11) 放水口

① 放水口本体

無圧式または圧力式とする。基本的にスクリーンは無しとする。
次式を用い放水口の掘削量、コンクリート体積、鉄筋量を求める。

(a) 無圧式放水口でゲート有りの場合

$$Ve = 413 \times (R \times Q)^{0.583}$$
$$Vc = 84.5 \times (R \times Q)^{0.579}$$
$$Wr = 0.0336 \times Vc^{1.10}$$

ここに、 Q ：最大使用水量 (m^3/s)
R ：放水路の半径 (m)

(b) 無圧式放水口でゲート無しの場合

$$Ve = 395 \times (R \times Q)^{0.470}$$
$$Vc = 40.5 \times (R \times Q)^{0.687}$$
$$Wr = 0.278 \times Vc^{0.610}$$

(c) 圧力式放水口の場合

$$Ve = 18.4 \times \{[(ha + 2R) \times Q]^{1/2} \times n^{1/3}\}^{1.95}$$
$$Vc = 13.0 \times \{[(ha + 2R) \times Q]^{1/2} \times n^{1/3}\}^{1.57}$$
$$Wr = 0.0135 \times Vc^{1.20}$$

ここに、 D ：放水路の内径 (m)
R ：放水路半径 (= D/2) (m)
ha ：利用水深 (m)
n ：水路条数

② 水力機器

放水口本体ゲートの重量は次式より求める。

(a) 無圧式放水口の場合

$$Wg = 2.39 \times (R \times Q)^{0.502}$$

(b) 圧力式放水口の場合

$$Wg = 0.970 \times [(ha + 2R)^{1/8} \times Q]^{0.929}$$

ここに、 R ：放水路の半径 (= D/2) (m)
Q ：最大使用水量 (m^3/s)
ha ：利用水深 (m)

③　その他

①＋②の 25%を計上する。

12) 雑工事

1) ~ 10)の合計の 5%を計上する。

(5) 電気機器関係工事

電気機器関係の工事費は水車、発電機、その他電気機器に分けて積算を行う。
第 4 章、4.10.3 節「水車発電機・送配電線の価格」に工事費を示す。

1) 水車の選定

水車の選定は、使用水量と有効落差を用いて、次図より行う。
本調査では、反動水車のフランシス水車、プロペラ・カプラン水車、及び衝動水車のペルトン水車、クロスフロー水車、ターゴインパルス水車より選定する。

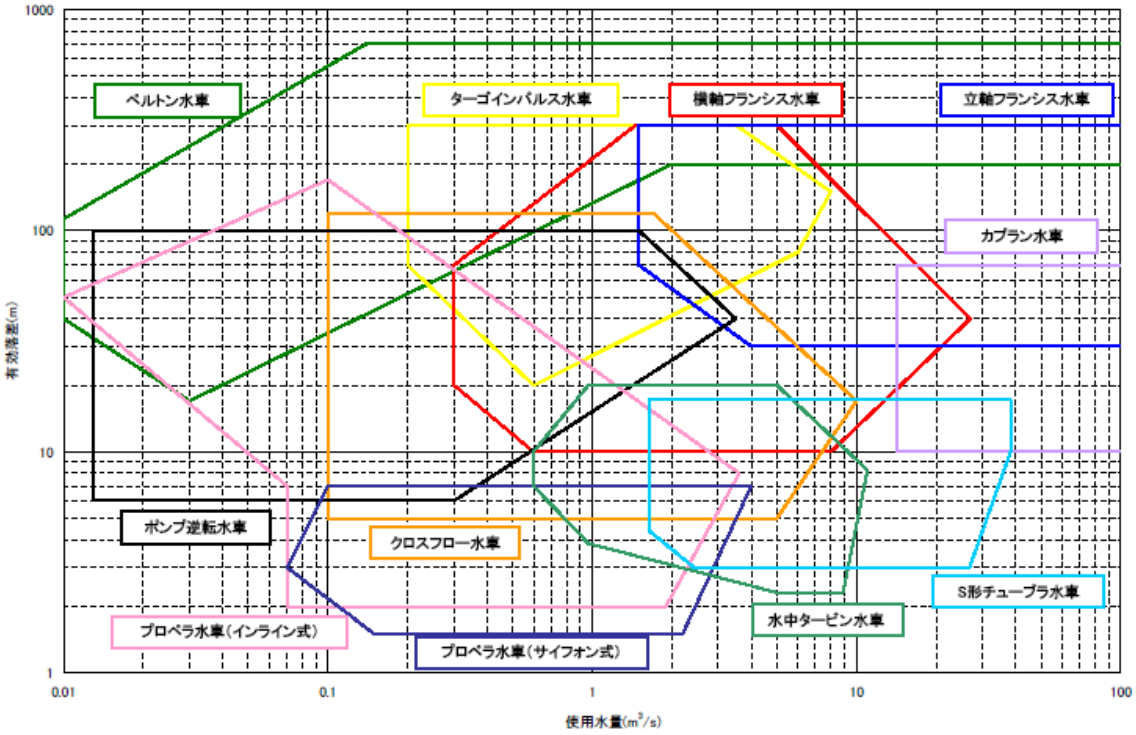


図 5.4-1　水車選定図

出典：ハイドロバレー計画ガイドブック、資源エネルギー省、新エネルギー財団、平成17年

2) 水車発電機の総合効率

各水車タイプの総合効率（水車・発電機）は次式より求める。

(a) ペルトン水車（Q / Q_{max} > 0.10）

$Q \geqq 0.44\, Q_{max}$（2 ノズル）

$$\eta_{tg} = 0.96275 \times (Q / Q_{max})^5 - 34.551 \times (Q / Q_{max})^4 + 48.761 \times (Q / Q_{max})^3 - 34.195 \times (Q / Q_{max})^2 + 12.132 \times (Q / Q_{max}) - 0.7895$$

$0.10\, Q_{max} < Q < 0.44\, Q_{max}$（1 ノズル）

$$\eta_{tg} = -118.09 \times (Q / Q_{max})^5 + 157.06 \times (Q / Q_{max})^4 - 77.669 \times (Q / Q_{max})^3 + 16.189 \times (Q / Q_{max})^2 - 0.6024 \times (Q / Q_{max}) + 0.7524$$

ここに、Q　　：使用水量　　(m^3/s)
　　Q_{max}　：最大使用水量　(m^3/s)

(b) プロペラ水車（Q / Q_{max} > 0.20）

$$\eta_{tg} = -0.5643 \times (Q / Q_{max})^4 + 2.1371 \times (Q / Q_{max})^3 - 3.1732 \times (Q / Q_{max})^2 + 2.1484 \times (Q / Q_{max}) + 0.449$$

(c) フランシス水車（Q / Q_{max} > 0.30）

$$\eta_{tg} = -1.0399 \times (Q / Q_{max})^2 + 1.7913 \times (Q / Q_{max}) + 0.2245$$

(d) ターゴインパルス水車（Q / Q_{max} > 0.10）

$Q \geqq 0.50\, Q_{max}$（2 ノズル）

$$\eta_{tg} = 0.0926 \times (Q / Q_{max})^3 - 0.7083 \times (Q / Q_{max})^2 + 1.0187 \times (Q / Q_{max}) + 0.5906$$

$0.10\, Q_{max} < Q < 0.50\, Q_{max}$（1 ノズル）

$$\eta_{tg} = -0.3333 \times (Q / Q_{max})^3 - 2.0286 \times (Q / Q_{max})^2 + 2.0705 \times (Q / Q_{max}) + 0.4758$$

(e) クロスフロー水車（Q / Q_{max} > 0.20）

$$\eta_{tg} = 1.2087 \times (Q / Q_{max})^4 - 3.6272 \times (Q / Q_{max})^3 + 2.9822 \times (Q / Q_{max})^2 + 0.1479 \times (Q / Q_{max}) + 0.5349$$

なお、設備利用率は、流量設備利用率に補正係数を乗じて、5~10%程度減じている。

(6) 送電線

送電線の延長は、発電所地点と最も近い需要地までの直線距離の 1.2 倍として概算する。
送電線の延長が 30km 未満の場合は、1 回線 22kV を採用する。
送電容量は、次図に示す送電距離と発電所出力から決定する。

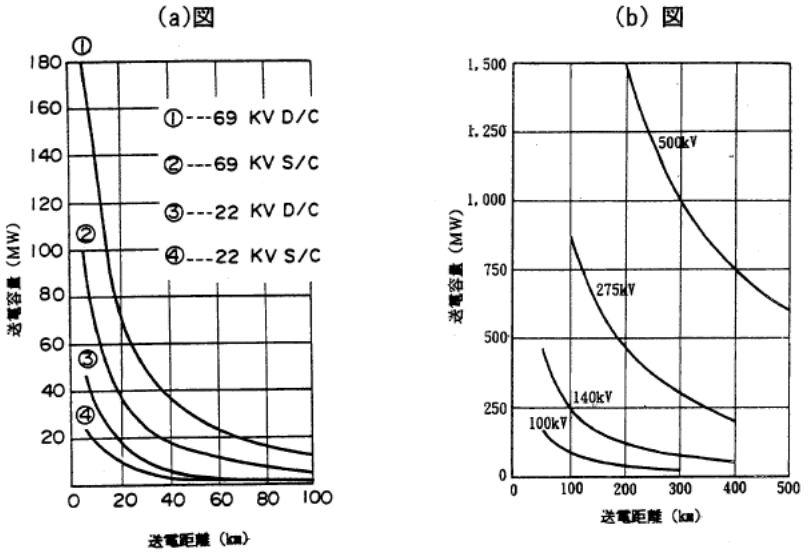


図 5.4-2　送電線容量

出典：水力開発ガイドマニュアル　英語版、財団法人　新エネルギー財団、平成9年7月

(7) 間接費

1) 管理費及び技術費

直接工事費（準備工事費、環境対策費、土木工事費、水力機器費、電気機器工事費及び送電線工事費の合計）の 15%を計上する。

2) 予備費

直接工事費の 10%を計上する。

3) 建設中の利子

直接工事費に、管理費及び技術費と予備費を加えたプロジェクト費用に、キャッシュフロー係数 40%を乗じた金額に、プロジェクト期間中の利子率を乗じて求める。

5.5 優先ランク付けの方法と結果

5.5.1 優先ランク付けの評価基準

上述の 5.3 節で選定された 252 地点の中で経済性、アクセス状況、環境社会配慮の観点からプロジェクトの優先ランク付けを行い、プロジェクト実施の有望地点として現地踏査を実施する 50 地点を抽出する。なお、本節で行う優先ランク付けはあくまで 252 地点の中から有望地点を抽出するためのもので、実際に投資家へ提案する個別プロジェクトの経済財務評価の方法については、後述する。

(1) 経済性評価

水力発電所の経済性評価には、通常、kWh 当たりの建設単価や、純現在価値（NPV：Net Present Value）、便益・費用比率（B/C : Benefit Cost Ratio）および内部収益率（IRR : Internal Rate of Return）などの指標が用いられる。

ここでは、5.3 節で上述の年間発生電力量と発電所建設の概略費用から求められる kWh 当たり建設単価を優先ランク付けにおける経済性指標とする。

$$kWh\text{当たり建設単価} = \frac{\text{発電所建設費用（}\$\text{）}}{\text{年間発生電力量（}kWH\text{）}}$$

(2) アクセス状況による評価

一般に山岳部に建設される水力発電所は、アクセス道路の工事費がプロジェクト全体工事費に占める割合が高く、プロジェクトの経済性、工期に大きな影響を与える。ここでは、アクセス道路の距離に応じて優先ランクをつける。

(3) 環境社会配慮による評価

一般の水力発電計画においては、水力発電所建設による環境への影響評価は F/S 段階から実施されることがほとんどである。加えて、表 3.5-6 の環境天然資源省（DENR : Department of Environment and Natural Resources）と DOE の覚書で定められた電力関連施設の環境影響評価システム必要書類で示されるように、フィリピンで建設される水力発電所の環境影響評価は、出力 1MW は対象外、出力 1MW – 10MW 以下または貯水容量 20 百万 m^3 以下は初期環境調査（IEE：Initial Environmental Examination）チェックリストの提出のみとなっている。このため、本調査で選定された新規水力ポテンシャル地点のほとんどが出力 10MW 以下、貯水容量 20 百万 m^3 以下となるので、フィリピンにおける環境影響評価シ

ステムの制度上は大きな影響はないと考えられる。

しかし、例え、環境影響評価システムの制度上は問題が無かったとしても、住民移転問題のように、環境社会配慮事項がプロジェクト実施における障壁となる事例は多々見られる。各地点の IEE リスト作成などの詳細評価については F/S 以降の調査で実施するとして、ここでは環境社会配慮事項がプロジェクト実施における大きな障壁となる地点の簡易スクリーニングとして、4.9 で収集した地理情報システム（GIS：Geographic Information Systems）データと地形図の集落情報を用いて、1) 自然環境保護地区、2) 火山活動、3) 集落情報による各地点の評価を行う。

1) 自然環境保護地区

自然環境保護地区については国家統合保護地域制度法（NIPAS：National Integrated Protected Area System）制定前に規定された地区とその後に規定された地区がある。上記地域に対して、水力発電所を建設してならないとは法令で規定されていない。しかし、建設には国会承認が必要となるため、手続きに時間がかかる。パナイ島の NIPAS 地域で、Villasiga 水力（8MW）は民間の開発会社が建設中、Timbaban 水力（18MW）は民間の開発会社が建設に向けて準備中である。パラワン島で、環境規制区域に位置する Langogan 水力（6.8MW）については Langogan Power Corporation が、地方政府（Palawanco Council for Sustainable Development）から開発許可を得た。

自然環境保護地区に位置する水力地点において、貯水池式・調整池式は環境上評価を下げることとする。

2) 火山活動

フィリピンには、現在活火山は 23 あり、各火山において噴火時のハザード範囲は異なる。現在活動中のピナツボ火山は最もハザード範囲が大きく、半径 30km の円内に及ぶ。カンラオン火山ではハザード範囲は半径 18km の円内である。本調査では、安全側を見て、各火山の火口から半径 30km の円内に位置する水力地点は環境上評価を下げることとする。

3) 集落情報

ダムの直上流に集落があった場合、ダム高が低く湛水面積が狭い流れ込み式の影響は少ないが、貯水池式・調整池式は集落が水没するため住民移転の費用計上が必要となる。住民移転は費用面に加え、移転先候補の選定、生活状況の検討など多岐にわたる調査が必要となる。
このため、1/50,000 地形図に記載された地形図情報から、ダム地点湛水面積に集落がある水力地点は環境評価を下げることとする。

5.5.2 優先ランク付けの手法

プロジェクトを経済性、アクセス状況、環境社会配慮の観点から、10 段階のランク付けを行う。

経済性指標の kWh 単価と道路延長状況から、次表のように評点をつける。さらに、環境社会配慮による評価に該当する場合について評点を与える。

これらの評点の合計から 10 段階の評価を行う。

表 5.5-1　優先ランク付けの点数

kWh 単価（$）	評価	道路延長（km）	評価
0.9 以下	10	5 km 以下	0
0.9 - 1.2	9	5 – 10 km	－1
1.2 - 1.5	8	10 – 15 km	－2
1.5 - 1.8	7	15 – 20 km	－3
1.8 以上	6	20km 以上	－4

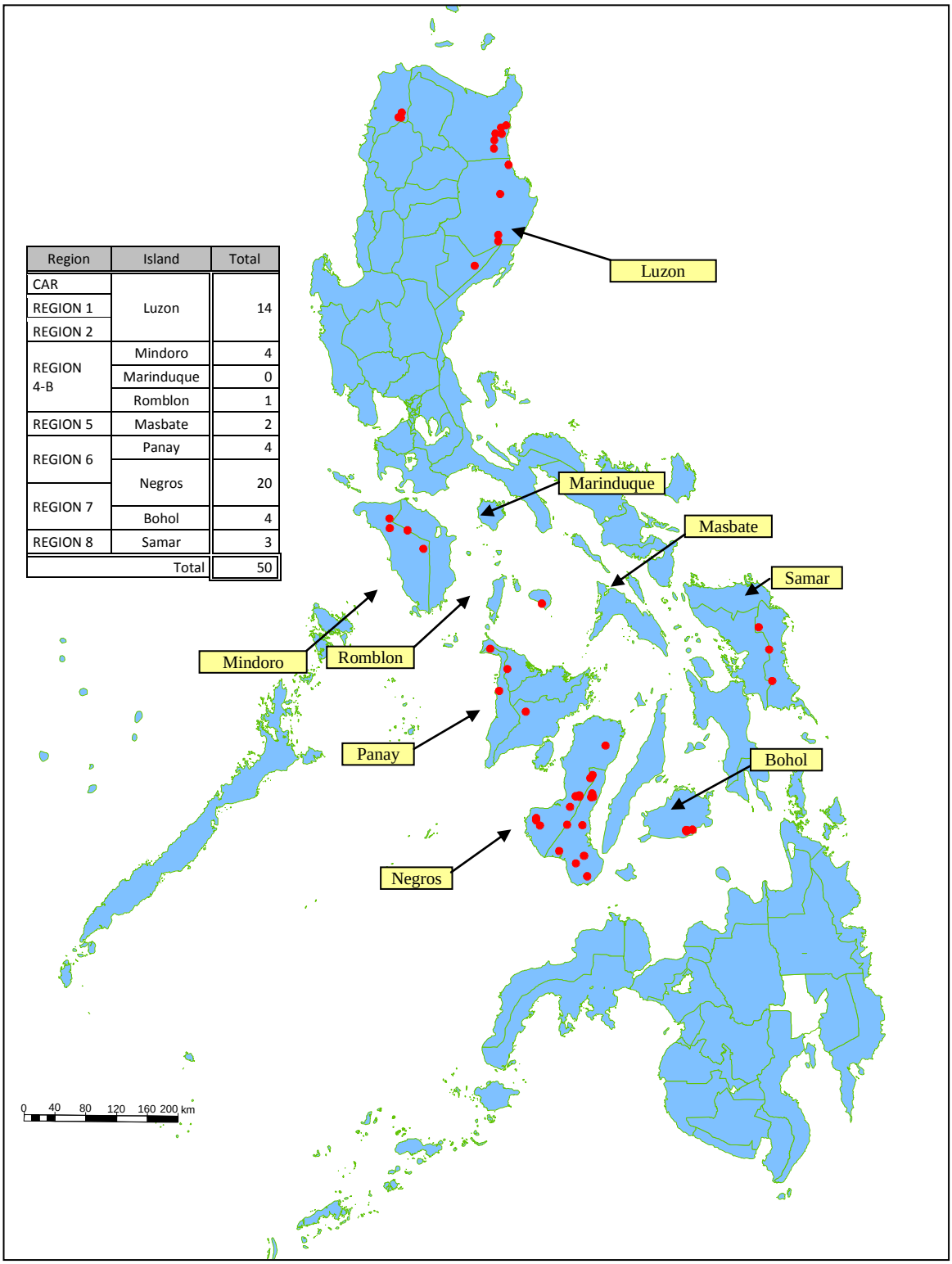
環境社会配慮事項	評価
自然環境保護地区域内にある	流れ込み式：－1 貯水池・調整池式：－4
活火山の半径 30km 範囲内にある	－1
ダム地点湛水面積に集落がある	流れ込み式：　0 貯水池・調整池式：－4

5.5.3 優先ランク付けの結果

優先ランク付けによって流れ込み式 45 地点、貯水池式 5 地点の合計 50 地点が抽出された。選定された上位 50 地点の結果を表 5.5-2 と図 5.5-1 に示す。

表 5.5-2　上位 50 地点の地域分布と発電型式

Region		Island	Run of River	Reservoir / Pondage	Sub Total
CAR	CORDILLERA ADMINISTRATIVE REGION	Luzon	11	3	14
REGION 1	ILOCOS REGION				
REGION 2	CAGAYAN VALLEY				
REGION 4-B	MIMAROPA	Mindoro	4	0	4
		Marinduque	0	0	0
		Romblon	1	0	1
REGION 5	BICOL REGION	Masbate	0	0	2
REGION 6	WESTERN VISAYAS	Panay	4	0	4
		Negros	18	2	20
REGION 7	CENTRAL VISAYAS				
		Bohol	4	0	4
REGION 8	EASTERN VISAYAS	Samar	3	0	3
		Sub Total	**45**	**5**	**Total 50**



Region	Island	Total
CAR	Luzon	14
REGION 1		
REGION 2		
REGION 4-B	Mindoro	4
	Marinduque	0
	Romblon	1
REGION 5	Masbate	2
REGION 6	Panay	4
	Negros	20
REGION 7	Bohol	4
REGION 8	Samar	3
	Total	50

図 5.5-1　優先ランク上位 50 地点

5.6 現地踏査の方法と結果

5.6.1 現地踏査の目的

現地踏査においては、水力ポテンシャル地点の主要構造物の現地確認を行い、マップスタディの精度を上げることを主目的とする。特に、落差や流量については、発電計画の基本となっているため、現地にて信頼できる情報を得ることが最も重要となる。

また、マップスタディでは、精度が問題となったアクセス状況、送配電線接続地点の確認も重要となる。さらに、既存の灌漑施設、給水施設、生活用水等の水利用の状況や貴重な動植物の生息状況、観光資源、先住民移住状況等についても計画の支障となるような障害がないかの確認も必要である。

貯水池式･調整池式発電所の有望地域においては､住民移転､農地等の土地収用について、計画の大きな障害となる可能性について情報を収集する。

5.6.2 現地踏査の方法

現地踏査の準備として、サイト周辺のアクセス状況、治安状況について管轄官庁等に問合せた情報を基に踏査計画を立てる。踏査前に、1/50,000 地形図、地質図等により各有望水力計画地点の地形・地質の特徴を把握しておく。現地にて GPS により、主要構造物の計画地点の位置確認を行うとともに、計画地点の地形、地質状況が既存資料と大きな違いがないかの確認を行う。特に、リニアメント（断層）、大規模な地すべり地形、カルスト地形、火山地形等の疑わしい場所がある場合は現場で確認する。
取水地点と放水地点の落差については、GPS、気圧計を用いた概略測量を行う。流量については、流速計または浮子を用いた流量測定を行うこととしているが、住民からの聞き取り、洪水痕跡の確認、近傍の観測地点の資料等もあわせて収集する。

現地踏査における調査項目と調査方法を下表にまとめる。

表 5.6-1　現地踏査における調査項目および調査方法

	場所	調査項目	調査方法
1	地点までのアクセスルート	1) 道路幅，舗装状況，交通量，架橋状況，舟運，所要時間等の現況 2) 送配電線ルート可能性	1) 距離と所要時間の測定，目視観察と地図上へメモ，写真撮影，簡易 GPS 測定 2) GPS 測定、地図上のメモ
2	ダ　ム	1) 流量 2) 洪水時の流況 3) 乾期の流況 4) 河川勾配 5) 河床堆積物 6) 位置・標高 7) ダムと周囲の地形状況 8) ダムと周囲の地質状況（断層，弱層，露頭，岩種，河床砂礫厚，湧水，斜面安定性等） 9) ダム上流の植生，社会経済活動状況	1) 目視観測（浮子による流速測定，断面推定） 2) 河道の観察，洪水痕跡線の観察，住民へのインタビュー 3) 住民へのインタビュー 4) 目視観察 5) 河道の観察，粒径の測定と写真による記録 6) 地形図，GPS，気圧計による測定 7) 目視観察と光波距離計による簡易測量 8) 地表踏査 9) 目視観察，住民へのインタビュー
3	水　路	1) 取水口，トンネルルート，水槽，水圧鉄管路の地形・植生（流向，支川・谷筋の位置，山の規模，標高，崩壊地等） 2) 地質（断層，弱層，露頭，岩種，河床砂礫厚，湧水，斜面安定性等）	1) 目視観測と地形図上の確認・メモ 2) 地表踏査
4	発 電 所	1) 位置・標高 2) 洪水時流況（洪水水位，流向等） 3) 河川勾配 4) 発電所と周囲の地形（敷地広さ，標高，水圧鉄管路進入部分斜面等） 5) 発電所と周囲の地質（断層，弱層，露頭，岩種，河床砂礫厚，湧水，斜面安定性等）	1) 地形図，GPS，気圧計による測定 2) 河道の観察，洪水痕跡線の観察，住民へのインタビュー 3) 目視観察 4) 地形図での確認・スケッチ，目視観察と光波距離計による簡易測量 5) 地表踏査
5	貯水池とプロジェクト地域	1) 貯水池の地形と地質（石灰岩の分布，鉱物資源の賦存，大崩壊地の有無，斜面の安定性等） 2) 自然社会環境（植生，貴重種，土地利用，農林漁業・鉱工業活動，観光資源，文化遺産等） 3) 下流域の社会経済活動（水利用，利水設備，舟運，漁業等）	1) 目視観察と地図へのメモ・スケッチ，住民へのインタビュー 2) 住民へのインタビュー，地域管轄官庁への訪問調査 3) 河道と周辺地域の観察，住民へのインタビュー，地形図へのメモ・スケッチ，地域管轄官庁への訪問調査

5.6.3　現地踏査の結果

(1)　現地踏査の実施

現地踏査は A チーム（ボホール、サマール、パナイ、ミンドロ）、B チーム（ネグロス）、C チーム（ルソン）の 3 チームに分かれて実施した。現地踏査の行程を以下に示す。

現地の LGU および関係機関との協議において、5.5 で選定した 50 地点のうち 9 地点は、サイト周辺のアクセス状況、治安状況に問題があるため、現地踏査をキャンセルした。残りの地点の中で評価が高い 20 地点から、全体行程の進捗およびアクセスを考慮して代替地点を選定し、現地踏査を実施した。この結果、47 地点の現地踏査結果が得られた。現地踏査の結果を表 5.6-3 と図 5.6-1 に示す。

表 5.6-2 Schedule of Site Reconnaissance (1/4)

Team			Team A (Negros)	Team B (Bohol, Mindoro, Samar & Panay)	Team C (Luzon & Romblon)
			Activities	Activities	Activities
1	07-Mar-11	Mon	Travel Manila-Bacolod, Coordination with Canlaon City LGU/Military/ Police	Travel Manila-Tagbilaran-Garcia-Hernandez, Coordination with Garcia-Hernandez LGU & data collection	Travel Manila-Isabela
2	08-Mar-11	Tue	Site reconnaissance for 52_Binalbagan1	Site reconnaissance for 2_Upper Manaba	Coordination with Penablanca LGU & PNP
3	09-Mar-11	Wed	Site reconnaissance for 52_Binalbagan1	Site reconnaissance for 2_Upper Manaba	Coordination with Barangay Minanga, coordination with CAGELCO I & data collection
4	10-Mar-11	Thu	Site reconnaissance for 52_Binalbagan1	Site reconnaissance for 2_Upper Manaba	Site reconnaissance for 223_Tuguegarao2
5	11-Mar-11	Fri	Coordination with Moises Padilla LGU, site reconnaissance for 53_Binalbagan2	Coordination with Jagna LGU and data collection, coordination with BOHECO II & data collection	Site reconnaissance for 223_Tuguegarao2
6	12-Mar-11	Sat	Site reconnaissance for 53_Binalbagan2	Site reconnaissance for 5_Odiong	Site reconnaissance for 223_Tuguegarao2
7	13-Mar-11	Sun	Rest Day	Rest Day	Rest Day
8	14-Mar-11	Mon	Site reconnaissance for 53_Binalbagan2	Site reconnaissance for 5_Odiong	Coordination with Penablanca LGU & Barangay Lapi, visit NGCP Penablanca substation
9	15-Mar-11	Tue	Site reconnaissance for 54_Binalbagan3	Site reconnaissance for 3_Balili	Coordination with Baggao LGU & PNP, Barangays Immurung, San Miguel & Sta. Margarita
10	16-Mar-11	Wed	Site reconnaissance for 54_Binalbagan3	Site reconnaissance for 3_Balili	Site reconnaissance for 229_Immurung
11	17-Mar-11	Thu	Coordination with Kabankalan LGU, site reconnaissance for 61_Hilabangan3	Site reconnaissance activities suspended due to heavy rainfall at site	Site reconnaissance for 229_Immurung
12	18-Mar-11	Fri	Site reconnaissance for 61_Hilabangan3	Site reconnaissance for 3_Balili	Site reconnaissance for 229_Immurung
13	19-Mar-11	Sat	Travel Kabankalan-Dumaguete-Manila	Site reconnaissance for 4_Lower Manaba	Site reconnaissance for 229_Immurung
14	20-Mar-11	Sun	Rest Day	Rest Day	Coordination with Barangay Sta. Margarita
15	21-Mar-11	Mon	Team Coordination Meeting (Manila)	Site reconnaissance for 4_Lower Manaba	Site reconnaissance for 229_Immurung
16	22-Mar-11	Tue	Team Coordination Meeting (Manila)	Site reconnaissance for 4_Lower Manaba	Site reconnaissance for 223_Taboan R
17	23-Mar-11	Wed	Travel Manila-Dumaguete-Kabankalan	Travel Tagbilaran-Manila	Site reconnaissance for 235_Taboan 2
18	24-Mar-11	Thu	Coordination with Binalbagan LGU, site reconnaissance for 58_Pangiplan	Office Work, at Manila	Site reconnaissance for 223_Taboan R
19	25-Mar-11	Fri	Site reconnaissance for 58_Pangiplan	Office Work, at Manila	Return to Barangay Sta. Margarita
20	26-Mar-11	Sat	Site reconnaissance for 57_Lag-il2	Rest Day	Travel to Tuguegarao, coordinate with CAGELCO
21	27-Mar-11	Sun	Rest Day	Rest Day	Site reconnaissance for 226_Pared 1
22	28-Mar-11	Mon	Site reconnaissance for 56_Lag-il1	Office Work, at Manila	Site reconnaissance for 226_Pared 1
23	29-Mar-11	Tue	Site reconnaissance for 56_Lag-il1 and 57_Lag-il2	Office Work, at Manila	Site reconnaissance report preparation
24	30-Mar-11	Wed	Site reconnaissance for 56_Lag-il1 and 57_Lag-il2	Office Work, at Manila	Coordination with CAGELCO I at Solsona
25	31-Mar-11	Thu	Site reconnaissance for 57_Lag-il2	Office Work, at Manila	Travel Tuguegarao-Manila

表 5.6-2　Schedule of Site Reconnaissance (2/4)

Team			Team A (Negros)	Team B (Bohol, Mindoro, Samar & Panay)	Team C (Luzon & Romblon)
			Activities	Activities	Activities
26	01-Apr-11	Fri	Coordination with Sipalay LGU	Office Work, at Manila	Office Work, at Manila
27	02-Apr-11	Sat	Site reconnaissance for 65_Binulog	Rest Day	Rest Day
28	03-Apr-11	Sun	Rest Day	Rest Day	Rest Day
29	04-Apr-11	Mon	Site reconnaissance for 65_Binulog	Coordination meeting	Coordination meeting
30	05-Apr-11	Tue	Site reconnaissance for 63_Calatong1	Travel Manila-Iloilo-Lambunao, coordination with Lambunao LGU & data collection	Travel Manila-Cauyan, Isabela
31	06-Apr-11	Wed	Site reconnaissance for 63_Calatong1	Site reconnaissance for 165_Ulian2	Coordination with Ilagan LGU, MPDO, MENRO, Barangay Batong, RHU & ISELCO II
32	07-Apr-11	Thu	Site reconnaissance for 64_Calatong2	Site reconnaissance for 165_Ulian2 & data collection at ILECO II	Site reconnaissance for 219_Maplas
33	08-Apr-11	Fri	Site reconnaissance for 64_Calatong2	Coordination with Libertad LGU & data collection, site reconnaissance for 132_Bulanao1	Site reconnaissance for 219_Maplas
34	09-Apr-11	Sat	Site reconnaissance for 64_Calatong2	Site reconnaissance for 132_Bulanao1	Travel Ilagan, Isabela-Manila
35	10-Apr-11	Sun	Rest Day	Rest Day	Travel Manila-Dumaguete
36	11-Apr-11	Mon	Coordination with Mabinay LGU, site reconnaissance for 62_Ilog	Coordination with Malinao LGU	Joint site recon for reservoir type dam, 62_Ilog, Negros (with NEWJEC team)
37	12-Apr-11	Tue	Coordination with Bayawan LGU	Site reconnaissance for 129_Ibajay1	Travel Dumaguete-Manila
38	13-Apr-11	Wed	Site reconnaissance for 69_Mana-ol	Coordination withTibiao LGU & data collection	Rest Day
39	14-Apr-11	Thu	Site reconnaissance for 69_Mana-ol	Site reconnaissance for 139_Tibiao2	Travel Manila-Tuguegarao
40	15-Apr-11	Fri	Travel Bayawan-Dumaguete-Manila	Site reconnaissance for 139_Tibiao2	Coordination with Penablanca LGU & CAGELCO I, site reconnaissance for 225_Natulod2
41	16-Apr-11	Sat	Rest Day	Coordination with Ibajay LGU for 131_Dugayan site	Site reconnaissance for 225_Natulod2
42	17-Apr-11	Sun	Rest Day	Rest Day	Site reconnaissance for 219_Maplas
43	18-Apr-11	Mon	Coordination Meeting	Site reconnaissance for 131_Dugayan	Travel Ilagan, Isabela-Manila
44	19-Apr-11	Tue	Coordination Meeting	Data collection at ANTECO, San Jose, Antique	Coordination Meeting
45	20-Apr-11	Wed	Office Work, at Manila	Travel Kalibo-Manila	Office Work, at Manila
46	21-Apr-11	Thu	Holidays (Holy Week)	Holidays (Holy Week)	Holidays (Holy Week)
47	22-Apr-11	Fri			
48	23-Apr-11	Sat			
49	24-Apr-11	Sun			
50	25-Apr-11	Mon	Team Coordination Meeting	Team Coordination Meeting	Team Coordination Meeting
51	26-Apr-11	Tue	Travel Manila-Dumaguete-Siaton	Office Work, at Manila	Travel Manila-Ilocos Norte

表 5.6-2　Schedule of Site Reconnaissance (3/4)

Team			Team A (Negros)	Team B (Bohol, Mindoro, Samar & Panay)	Team C (Luzon & Romblon)
			Activities	Activities	Activities
52	27-Apr-11	Wed	Coordination with Sta. Catalina LGU	Office Work, at Manila	Coordination with Nueva Era LGU
53	28-Apr-11	Thu	Site reconnaissance for 71_Sta. Catalina	Travel Manila-Tacloban-Borongan Eastern Samar	Site reconnaissance for 199_Madongan1 and 200_Madongan2
54	29-Apr-11	Fri	Site reconnaissance for 71_Sta. Catalina	Coordination with Maydolong LGU, Army & PNP	Site reconnaissance for 200_Madongan2
55	30-Apr-11	Sat	Site reconnaissance for 71_Sta. Catalina	Site reconnaissance for 118_Bihid	Site reconnaissance report preparation
56	01-May-11	Sun	Rest Day	Site reconnaissance for 118_Bihid	Rest Day
57	02-May-11	Mon	Coordination with Siaton LGU	Rest Day	Coordination with Nueva Era & Solsona LGU's and INEC
58	03-May-11	Tue	Site reconnaissance for 72_Canauay	Coordination with Taft LGU, Army & PNP	Coordination with Solsona LGU & CENRO Laoag
59	04-May-11	Wed	Site reconnaissance for 72_Canauay	Site reconnaissance for 114_Tubig	Site reconnaissance for 198_Solsona
60	05-May-11	Thu	Site reconnaissance for 72_Canauay	Site reconnaissance for 114_Tubig	Site reconnaissance for 198_Solsona
61	06-May-11	Fri	Coordination with Bindoy LGU	Site reconnaissance for 114_Tubig, travel to Tacloban City	Coordination with CAGELCO 1 & Penablanca LGU
62	07-May-11	Sat	Site reconnaissance for 81_Talaptap	Rest Day/Typhoon "Bebeng"	Site reconnaissance for 224_Natulod 1, travel Tuguegarao-Manila
63	08-May-11	Sun	Rest Day	Rest Day/Typhoon "Bebeng"	Rest Day
64	09-May-11	Mon	Site reconnaissance for 81_Talaptap	Travel Tacloban-Dolores, Eastern Samar, coordination with the Army Battalion HQ	Office Work, at Manila
65	10-May-11	Tue	Site reconnaissance for 81_Talaptap	Travel Dolores-Maslog, coordination with Maslog LGU	Travel Manila-Isabela
66	11-May-11	Wed	Coordination with Libertad LGU	Site reconnaissance for 105_Dolores3	Coordination with Echague & Madela LGU's
67	12-May-11	Thu	Site reconnaissance for 77_Guinoba-an1	Site reconnaissance for 105_Dolores3	Site reconnaissance for 202_Ngilinan2
68	13-May-11	Fri	Site reconnaissance for 77_Guinoba-an1	Travel Maslog-Dolores-Tacloban-Manila	Coordination with Echague LGU & QUIRELCO
69	14-May-11	Sat	Site reconnaissance for 78_Pacu-an	Rest Day	Site reconnaissance for 202_Ngilinan2
70	15-May-11	Sun	Rest Day	Rest Day	Travel Santiago-Tuguegarao
71	16-May-11	Mon	Site reconnaissance for 78_Pacu-an	Office Work, at Manila	Coordination with San Pablo & San Vicente LGU's
72	17-May-11	Tue	Site reconnaissance for 79_Guinoba-an2	Office Work, at Manila	Travel Tuguegarao-Sta. Ana port Cagayan
73	18-May-11	Wed	Site reconnaissance for 79_Guinoba-an2	Office Work, at Manila	Site reconnaissance report preparation, coordination with San Pablo LGU
74	19-May-11	Thu	Site reconnaissance for 80_San Jose	Office Work, at Manila	Travel Tuguegarao-Isabela, site reconnaissance report preparation
75	20-May-11	Fri	Site reconnaissance for 80_San Jose	Office Work, at Manila	Coordination with Maddela LGU, site reconnaissance for 204_Dabubu2
76	21-May-11	Sat	Travel Dumaguete-Manila (Demobilization)	Rest Day	Site reconnaissance for 204_Dabubu2
77	22-May-11	Sun		Rest Day	Rest Day

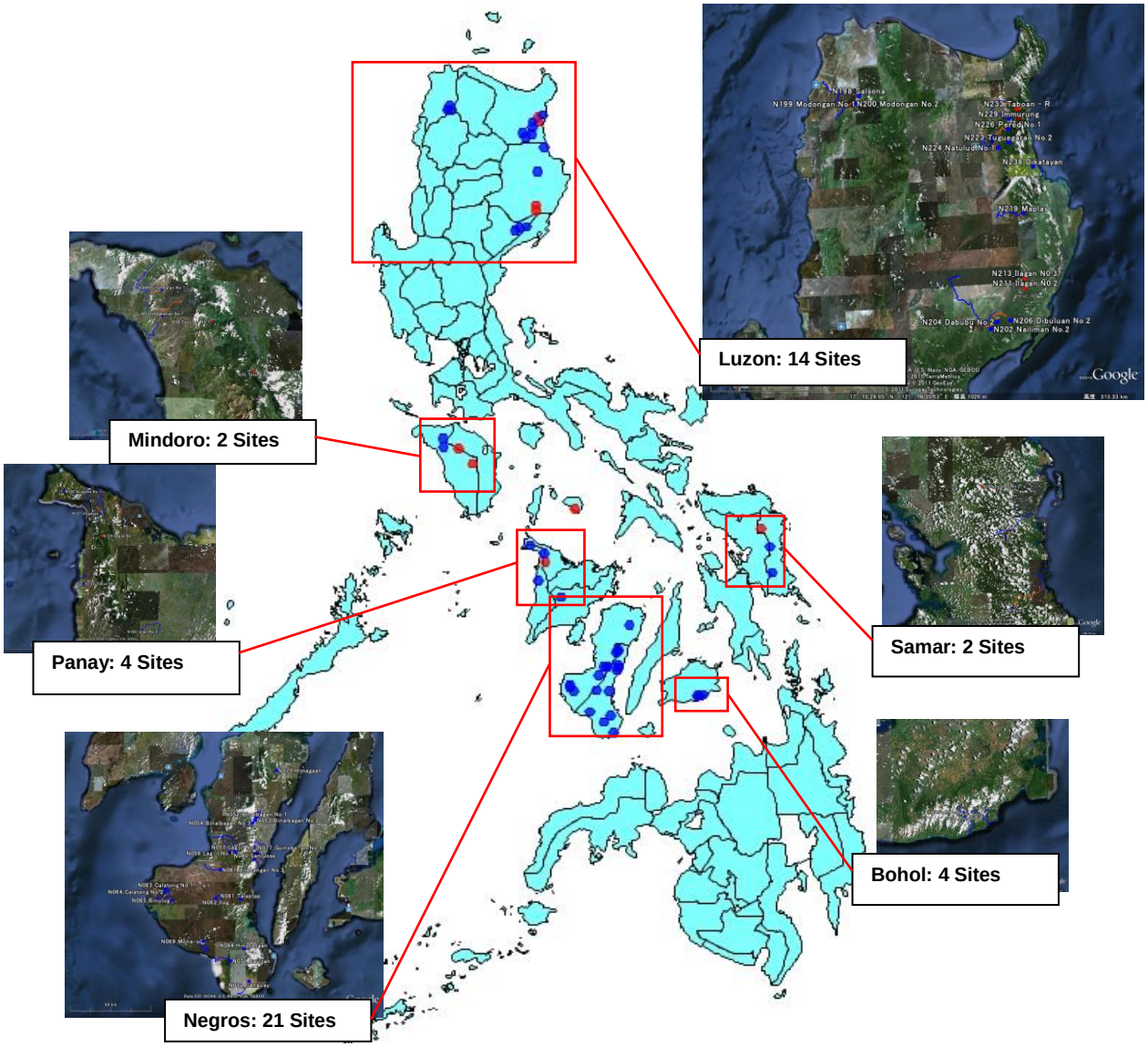
表 5.6-2　Schedule of Site Reconnaissance (4/4)

Team			Team A (Negros)	Team B (Bohol, Mindoro, Samar & Panay)	Team C (Luzon & Romblon)
			Activities	Activities	Activities
78	23-May-11	Mon		Office Work, at Manila	Coordination with Maddela, Nagtipunan & Cabarroguis LGU's
79	24-May-11	Tue		Office Work, at Manila	Coordination with Nagtipunan LGU,Military and Brgy Disimungal.
80	25-May-11	Wed		Travel schedule to Mindoro postpone due to inclement weather condition, office work	Coordination with San Mariano LGU.
81	26-May-11	Thu		Travel schedule to Mindoro postpone due to inclement weather condition, office work	Site reconnaissance for 206_Dibuluan2
82	27-May-11	Fri		Travel schedule to Mindoro postpone due to inclement weather condition, office work	Coordination with Maddela LGU, Barangay San Dionisio & Army
83	28-May-11	Sat		Rest Day	Site reconnaissance for 206_Dibuluan2
84	29-May-11	Sun		Rest Day	Site reconnaissance for 206_Dibuluan2
85	30-May-11	Mon		Travel Manila-Batangas-Abra de Ilog, coordination with Abra de Ilog LGU, PNP RMG & Army's Alpha Company	Travel Quirino-Sta. Ana, Cagayan
86	31-May-11	Tue		Site reconnaissance for 9_Sinambalan1	Travel Sta. Ana, Cagayan-Maconacon
87	01-Jun-11	Wed		Site reconnaissance for 9_Sinambalan1	Coordination with Maconacon LGU & data gathering
88	02-Jun-11	Thu		Coordination with Santa Cruz LGU & CAFGU detachment at Barangay Alacaak	Site reconnaissance for 238_Dikatayan
89	03-Jun-11	Fri		Site reconnaissance for 13_Pagbahan2	Travel Maconacon-Sta. Ana, Cagayan-Tuguegarao
90	04-Jun-11	Sat		Coordination with Brgy Capt. Melbe of Alacaak for the site recon for 12_Pagbahan1	Travel Tuguegarao-Manila (Demobilization)
91	05-Jun-11	Sun		Rest Day	
92	06-Jun-11	Mon		Site reconnaissance for 12_Pagbahan1	
93	07-Jun-11	Tue		Site reconnaissance for 12_Pagbahan1	
94	08-Jun-11	Wed		Site reconnaissance for 12_Pagbahan1	
95	09-Jun-11	Thu		Coordinated with NCIP provincial office in Mamburao regarding site recon activities in the area under the ancestral domain, was advised to get the necessary permit from NCIP before the team can proceed the conduct of site recon at 34_Catuiran1 & 35_Tinangi-on	
96	10-Jun-11	Fri		Travel Mamburao-Abra de Ilog-Batangas-Manila (Demobilization)	

表 5.6-3　現地踏査の結果

ID	Island	Province	Site	Type	Measured Discharge (m^3/s)	Remarks
2	Bohol	Bohol	Upper Manaba	Run-of-River	0.19	Done
3	Bohol	Bohol	Balili	Run-of-River	0.53	Done
4	Bohol	Bohol	Lower Manaba	Run-of-River	0.91	Done
5	Bohol	Bohol	Odiong	Run-of-River	0.07	Done
9	Mindoro	Occidental Mindoro	Sinambalan1	Run-of-River	0.30	Done
12	Mindoro	Occidental Mindoro	Pagbahan1	Run-of-River	Strong Flow	Done
34	Mindoro	Oriental Mindoro	Catuiran1	Run-of-River	-	Canceled *1
35	Mindoro	Occidental Mindoro	Tinangi-on	Run-of-River	-	Canceled *1
52	Negros	Negros Occidental	Binalbagan1	Reservoir	2.89	Done
53	Negros	Negros Occidental	Binalbagan2	Run-of-River	2.82	Done
54	Negros	Negros Oriental	Binalbagan3	Run-of-River	2.82	Done
56	Negros	Negros Occidental	Lag-il 1	Run-of-River	1.21	Done
57	Negros	Negros Occidental	Lag-il 2	Run-of-River	1.33	Done
58	Negros	Negros Occidental	Pangiplan	Run-of-River	1.29	Done
61	Negros	Negros Occidental	Hilabangan3	Run-of-River	10.82	Done
62	Negros	Negros Oriental	Ilog	Reservoir	9.00	Done
63	Negros	Negros Occidental	Calatong 1	Run-of-River	0.93	Done
64	Negros	Negros Occidental	Calatong 2	Run-of-River	1.17	Done
65	Negros	Negros Occidental	Binulog	Run-of-River	0.05	Done
69	Negros	Negros Oriental	Mana-ol	Run-of-River	0.07	Done
71	Negros	Negros Oriental	Cauitan	Run-of-River	1.83	Done
72	Negros	Negros Oriental	Canauay	Run-of-River	0.61	Done
75	Negros	Negros Occidental	Himogaan	Run-of-River	Strong Flow	Done
77	Negros	Negros Oriental	Guinoba-an1	Run-of-River	4.15	Done
78	Negros	Negros Oriental	Pacu-an	Run-of-River	1.25	Done
79	Negros	Negros Oriental	Guinoba-an2	Run-of-River	1.40	Done
80	Negros	Negros Oriental	San Jose	Run-of-River	0.26	Done
81	Negros	Negros Oriental	Talaptap	Run-of-River	2.09	Done
84	Negros	Negros Oriental	Hinotongan	Run-of-River	Strong Flow	Done
105	Samar	Eastern Samar	Dolores3	Run-of-River	-	Canceled *2
114	Samar	Eastern Samar	Tubig	Run-of-River	Strong Flow	Done
118	Samar	Eastern Samar	Bihid	Run-of-River	Strong Flow	Done
129	Panay	Aklan	Ibajay1	Run-of-River	-	Canceled *3
131	Panay	Antique	Dugayan	Run-of-River	0.94	Done
132	Panay	Antique	Bulanao1	Run-of-River	Strong Flow	Done
139	Panay	Antique	Tibiao2	Run-of-River	6.47	Done
165	Panay	Iloilo	Ulian2	Run-of-River	4.45	Done
190	Romblon	Romblon	Catingas3	Run-of-River	-	Canceled *2
198	Luzon	Ilocos Norte	Solsona	Run-of-River	1.21	Done
199	Luzon	Ilocos Norte	Madongan1	Run-of-River	1.60	Done
200	Luzon	Ilocos Norte	Madongan2	Run-of-River	1.59	Done
202	Luzon	Quirino	Ngilinan2	Run-of-River	5.50	Done
204	Luzon	Cagayan	Dabubu2	Run-of-River	1.53	Done
206	Luzon	Cagayan	Dibuluan2	Run-of-River	1.50	Done
211	Luzon	Isabela	Ilagan2	Run-of-River	-	Canceled *2
213	Luzon	Isabela	Ilagan3	Reservoir	-	Canceled *2
219	Luzon	Isabela	Maplas	Run-of-River	0.36	Done
223	Luzon	Cagayan	Tuguegarao2	Run-of-River	Strong Flow	Done
224	Luzon	Cagayan	Natulud1	Run-of-River	0.69	Done
225	Luzon	Cagayan	Natulud2	Run-of-River	13.68	Done
226	Luzon	Cagayan	Pered1	Run-of-River	Strong Flow	Done
229	Luzon	Cagayan	Immurung	Run-of-River	Strong Flow	Done
233	Luzon	Cagayan	Taboan	Run-of-River	-	Canceled *2
234	Luzon	Cagayan	Twin Peaks	Run-of-River	-	Canceled *2
235	Luzon	Cagayan	Taboan2	Reservoir	Strong Flow	Done
238	Luzon	Isabela	Dikatayan	Reservoir	20.33	Done

*1 due to ancestral domain issue
*2 due to accessibility problem
*3 due to accessibility and security issue
*4 Discharge is measured by current meter



Region	Island	Run-of-River	Reservoir Pondage	Cancelled	Sub Total
CAR	Luzon	11	3	4	14
REGION 1					
REGION 2					
REGION 4-B	Mindoro	2	0	2	2
	Romblon	0	0	1	0
REGION 6	Panay	4	0	1	4
REGION 7	Negros	20	1	0	21
	Bohol	4	0	0	4
REGION 8	Samar	2	0	1	2
	Sub Total	43	4	9	Total 47

図 5.6-1　現地踏査の実施地点

(2) 現地踏査の実施例

現地踏査の実施例として、2011 年 2 月 16 日に実施した Negros Occidental 州 Hinotongan 地点の調査結果を下記に示す。なお、全 47 地点の現地踏査結果は別冊に整理した。

1) 現地踏査の概要

Hinotongan 地点の概要と現地踏査の団員リストを以下に示す。

表 5.6-4 Hinotongan 地点の概要

地点名	No. 84 Hinotongan
Region	Region 7 (CENTRAL VISAYAS)
Province	Negros-Oriental
Municipality	Sibulan
水系	Hinotongan
河川	Hinotongan
発電形式	Run-of River
集水面積	36.0km^2

表 5.6-5 現地踏査の団員リスト

所　　属	氏　　名	役　　職
NEWJEC (コンサルタント)	佐野　裕一	総括/電力開発
	石井　良和	水力発電技術
	高瀬　英夫	水力土木
	猿橋　崇央	再生可能エネルギー(小水力)/ 水文・地質
	柴田　翔	業務調整
DOE-REMB	Rey V. Salvania	Electric Equipment Engineer
	Winifredo S. Malabanan	Geologist
DOE Cebu Branch	Eduardo Amante	Civil Engineer
PKII (Philkoei International Inc.) (ローカルコンサルタント)	Gil V. Berdin	Civil Engineer
	JERRY O. RITA	Civil Engineer
	ARNEL M. MENDOZA	Civil Engineer

2) 現地踏査の結果

Hinotongan 地点の現地踏査結果について、現地の写真を図 5.6-2 に、地点の踏査結果を表 5.6-6 に、LGU および EC への聞き取り調査の結果を表 5.6-7 に示す。

取水堰予定地点

発電所予定地点

取水堰へのアクセス道路

タンジャイ川の水位観測所

図 5.6-2　Hinotongan 地点の写真

表 5.6-6　Hinotongan 地点の踏査結果

Site No.	84 Hinotongan			River	Hinotongan		
Preliminary Layout study (based on 1:50,000 topographic map)				***Site Survey (based on preliminary site reconnaissance result)***			
	latitude	longitude	EL (m)		latitude	longitude	EL (m)
Dam/Weir	N 9°23’22”	E 123°5’0”	220	Dam/Weir	N 9°23’22”	E 123°5’0”	220
P/H	N 9°24’18”	E 123°5’21”	150	P/H	N 9°24’18”	E 123°5’21”	158
Total Head		70 m		Total Head		62 m	
Dam/Weir height		15 m		Dam/Weir height		5 m	
Dam/Weir crest length		50 m		Dam/Weir crest length		35 m	
Penstock length		180 m		Penstock length		180 m	
Weir	Access road and submerged bridge to the weir site were constructed.						
Submerged bridge	(H=3m, B=5m, L=50m, N 9°23’22”, E 123°5’0”)						
Water depth	h = 0.22m at the bridge Q: 4 – 5 m^3/sec						
Sediment deposits	sand, gravel, boulders						
Powerhouse	Space of Powerhouse is enough and flat. Slope of penstock route is average 30°						

表 5.6-7 Hinotongan 地点のヒアリング調査結果

1. 環境社会配慮（Sibulan Municipality）

項　　目	結　　果
(1) 保護保全区域/国立公園	Twin Lake 周辺は国立公園となっているが、敷地境界線は Sibulan Municipality office では確認できなかった。
(2) 水利用	河川は灌漑に利用されている。Hinotongan 地点の放水口は灌漑施設の上流に位置しているため、河川の水は灌漑で利用可能である。
(3) 灌漑施設	放水口の下流に灌漑施設がある。
(4) 少数民族	なし
(5) 滝、レクリエーション施設などの観光資源	Twin Lake
(6) 絶滅危惧種・希少種などの動植物	Wild Pig, Spotted Dear, Monkey and Bat など

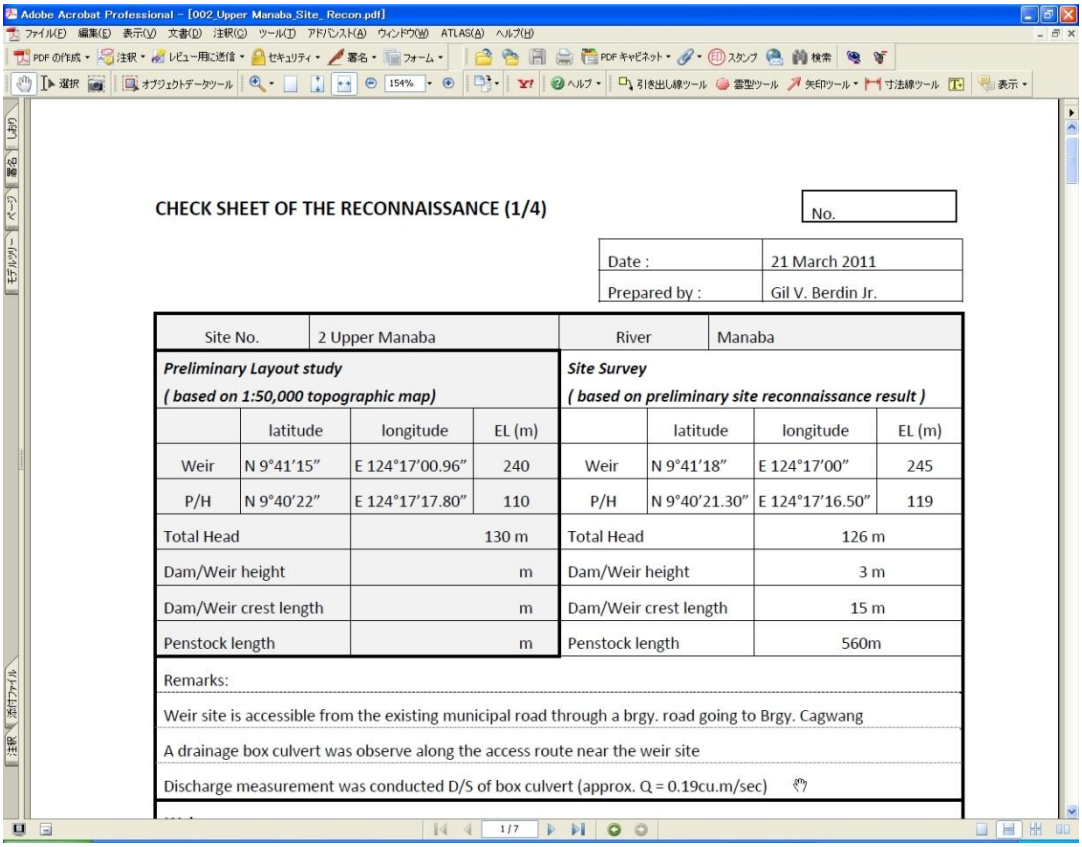
2. 配電線と変電所（V-M-C RURAL ELECTRIC SERVICES COOPERATIVE, INC.）

項　　目	結　　果
(1) 単線結線図	なし
(2) 対象地域の負荷曲線	なし
(3) 配電網ルートと変電所位置図	なし
(4) Voltage, No. of circuit and size などの配電網および変電所の情報	発電所で発電する電力は Minapasoc Town の 13.2kV 配電線に直接、接続されることが想定される。 サイト近傍の 13.2kV 配電線は数年以内に単相から三相にアップグレードされる予定である。.
(5) km 当りの建設単価	配電網の建設コストの概算は以下の通りである。 13.2kV Three Phase Line: 500,000Php/km 220V Single Phase Line: 200,000Php/km
(6) その他	以下の情報を入手した。 - Substation List - Summary of Demand and Energy Requirement - Name of Power Supplier and Contracted Capacity

5.6.4　現地踏査結果の反映

現地踏査の結果は Site Reconnaissance Report に取りまとめ、GPS のサイトへのアクセスおよび周辺の施設の記録からルートマップの GIS ファイルを作成した。更に、現地踏査実施地点または同一水系の流量データに従って、流況曲線を修正または新規作成した。

こうして得られた情報をマップスタディの検討に反映し、47 地点の概略検討を再度実施した。なお、現地踏査を実施した地点とその他地点では、検討の精度が異なるため、本業務にて構築した水力発電資源データベース（HRD : Hydropower Resource Database）では区別して記載することとする。



CHECK SHEET OF THE RECONNAISSANCE (1/4)

No.

Date :	21 March 2011
Prepared by :	Gil V. Berdin Jr.

Site No.	2 Upper Manaba			River	Manaba		
Preliminary Layout study (based on 1:50,000 topographic map)				*Site Survey (based on preliminary site reconnaissance result)*			
	latitude	longitude	EL (m)		latitude	longitude	EL (m)
Weir	N 9°41'15"	E 124°17'00.96"	240	Weir	N 9°41'18"	E 124°17'00"	245
P/H	N 9°40'22"	E 124°17'17.80"	110	P/H	N 9°40'21.30"	E 124°17'16.50"	119
Total Head		130 m		Total Head		126 m	
Dam/Weir height		m		Dam/Weir height		3 m	
Dam/Weir crest length		m		Dam/Weir crest length		15 m	
Penstock length		m		Penstock length		560m	

Remarks:

Weir site is accessible from the existing municipal road through a brgy. road going to Brgy. Cagwang

A drainage box culvert was observe along the access route near the weir site

Discharge measurement was conducted D/S of box culvert (approx. Q = 0.19cu.m/sec)

図 5.6-3　Site Reconnaissance Report

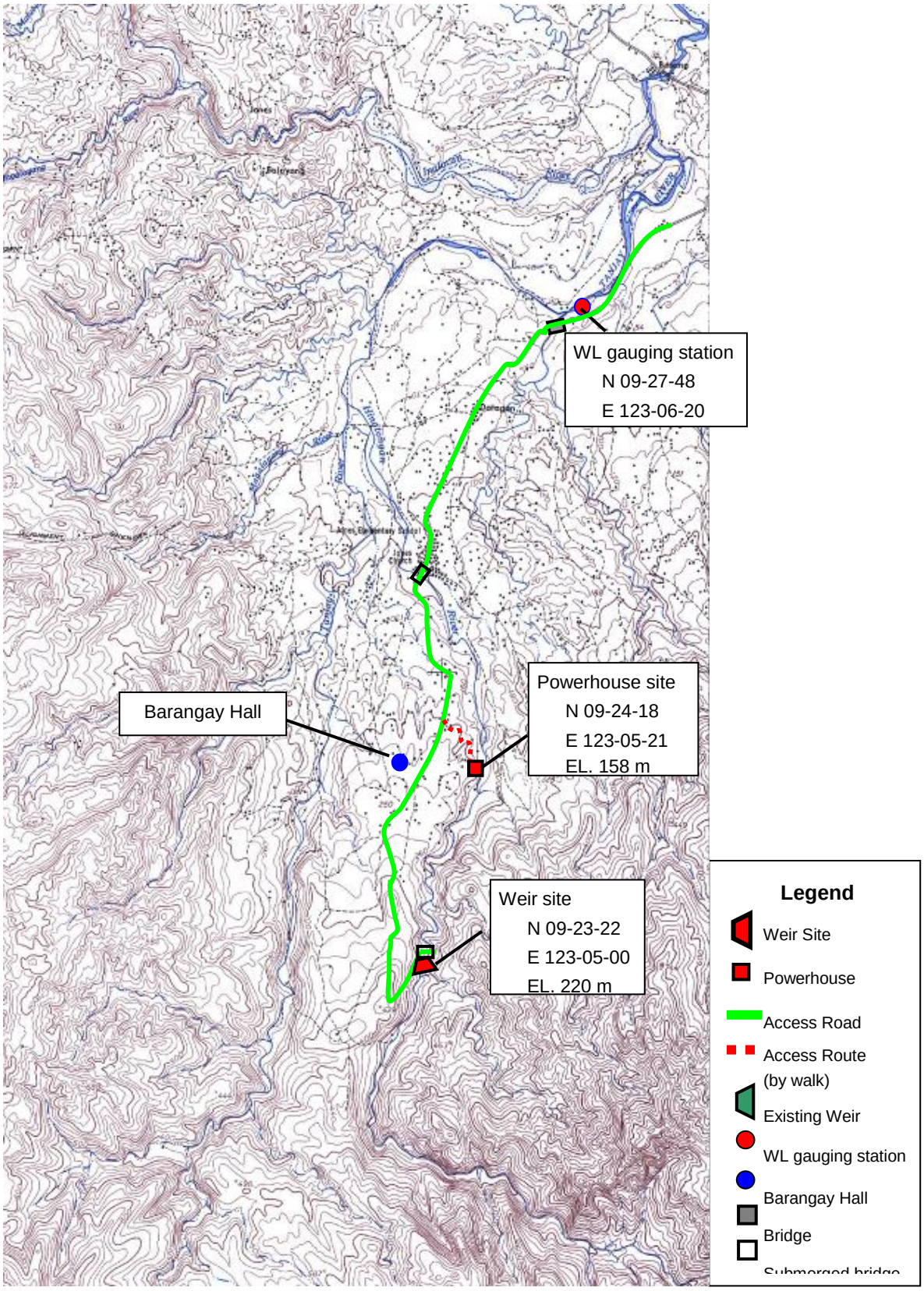
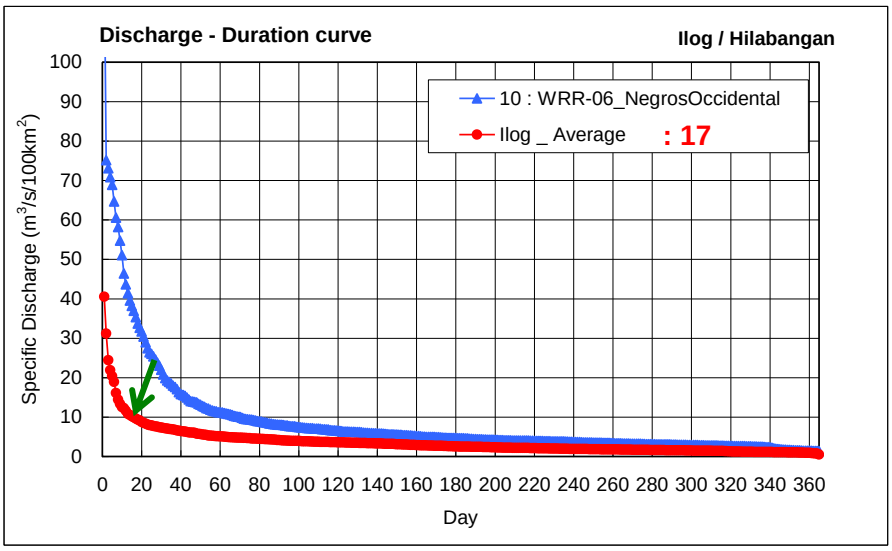


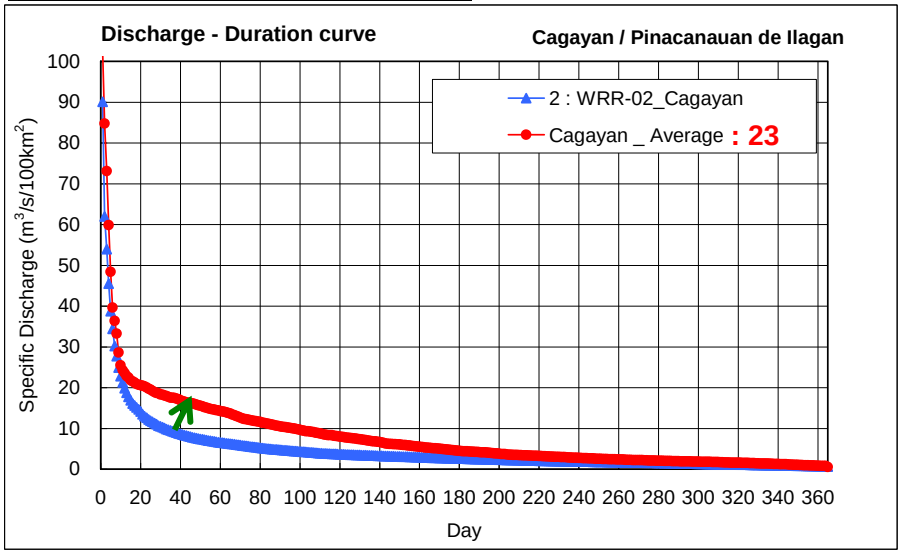
図 5.6-4 Route Map (Hinotongan Site)

現地踏査対象地点に関して、追加的に水文資料の収集を行い、資料・データが入手できた場合には、流況曲線の見直しを行った。見直し前後の流況曲線の比較図の抜粋を図 5.6-5 に、見直し後の流況曲線を図 5.6-6 に示す。

ID	Site	RiverName	RiverSystem
A061	Hilabangan N	Hilabangan	Ilog
A062	Ilog	Ilog	Ilog



ID	Site	RiverName	RiverSystem
A219	Maplas	Pinacanauan	Cagayan



"Original"　：4.7 節で記述した 15 区域の流況曲線データ（表 4.7-5、図 4.7-8）

"New"　：　当該河川もしくは同一水系の流量に基づく流況曲線データ

図 5.6-5　見直し前後の流況曲線の比較

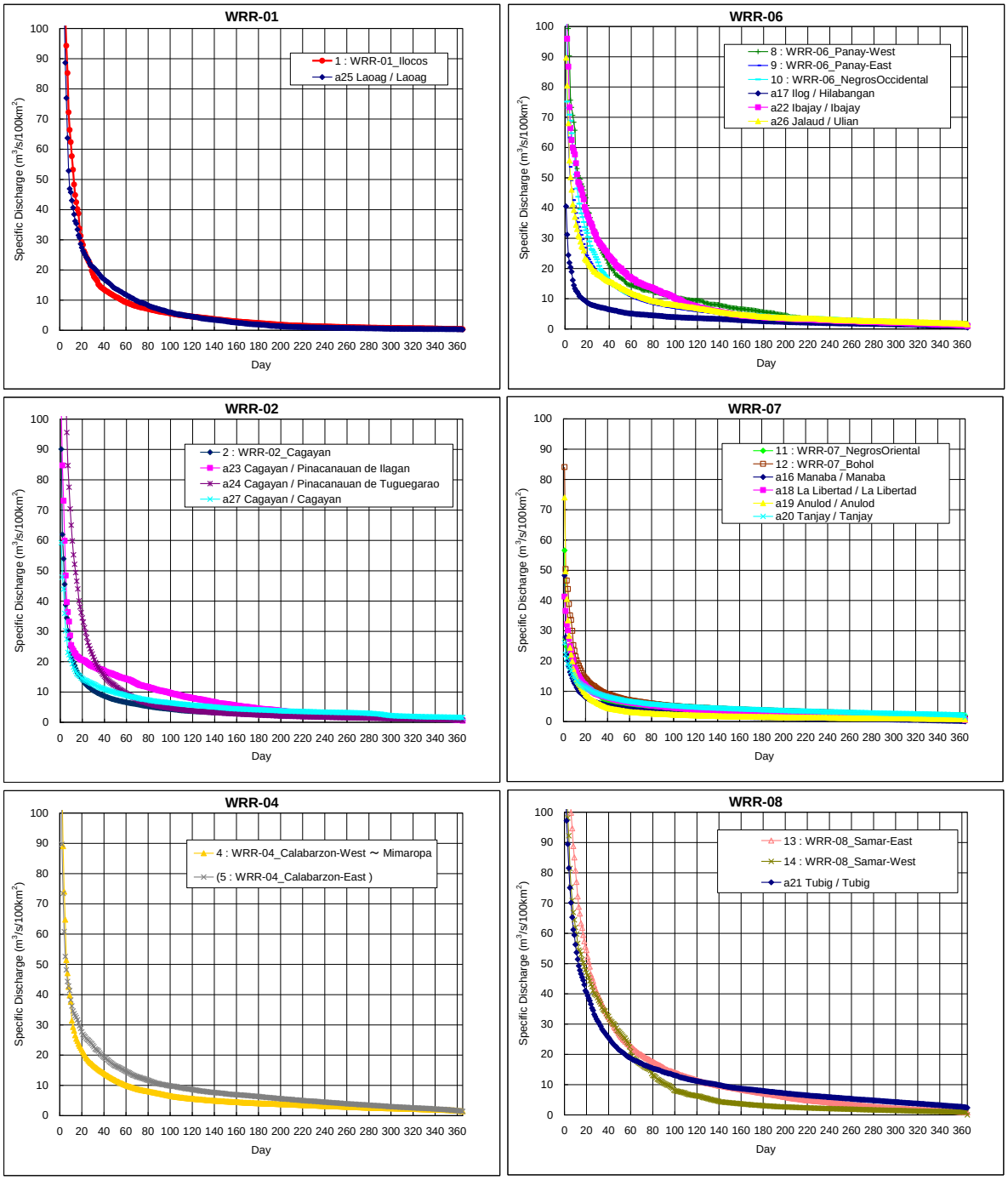


図 5.6-6　見直し後の各水資源区域の流況曲線区分ごとの流況曲線

（a: 見直し／追加された流況曲線）

5.7 個別発電所の初期環境評価

5.7.1 電力関連施設に対する既存 IEE チェックリスト

DENR の環境管理局（EMB：Environmental Management Bureau）長官通達#01 によれば、電力関連施設で IEE チェックリストの対象となるのは、出力 1～10MW または貯水容量 20 百万 m^3 以下の小水力発電所、出力 10MW までのパワーバージ、および 220kV 以上の送電線や変電所であり、これらの IEE チェックリストは EMB のウェブサイトから入手可能である。また、その他に陸上発電所（火力、水力、および再生可能エネルギーを対象）の IEE チェックリストとして、EMB で作成された事例もある。

IEE チェックリストは、基本的に以下の内容から構成されている。

- 事業の概要説明
- 環境の現況説明
- 事業の実施により想定される影響およびその緩和策
- 必要な添付書類

本調査で提案する環境チェックリストは、これら既存の IEE チェックリスト構成内容の内、環境の現況説明および事業の実施により想定される影響とその緩和策を対象とする。

(1) 環境の現況説明

既存の IEE チェックリストに記載されている、環境の現況説明についてのチェック項目を整理した結果を表 5.7-1 に示す。環境の現況についてのチェック項目は、大きく分けると地形、地質、水質、大気、災害（浸食、洪水、台風、地震等）といった自然環境に関するもの、貴重な動植物や森林植生を含む生物環境に関するもの、そして住民移転や社会基盤、経済活動などの社会経済環境に関するものの 3 種類から構成されている。

自然環境については、小水力発電における河川の特性並びに水質、送配電線における台風、竜巻、落雷など、対象とする設備に強く関連する、あるいは大きな影響を与えると考えられる項目が網羅されている。生物環境については、各設備とも概ね共通の内容について現況を調べることとしている。社会経済環境については、陸上発電所の事例では細部に渡る事項をそれほど多く取り上げていないのに対し、他のミニ水力、送配電線の事例では対象地域住民の健康状況、教育状況、経済活動（職業、収入）状況など、かなり詳細な事項についてもチェックをすることとしている。

環境の現況を説明する方法としては、各チェック要素／パラメータに対する簡単な質問に「Yes」または「No」で答えるか、選択肢から該当する項目をチェックするか、あるいは状況を簡単に記載するという形式がとられている。一例として、表 5.7-1 に示した陸上発電所の場合のチェック項目 1.から 5.までの質問および備考欄の記載内容を表 5.7-2 に示す。

表 5.7-1　既存 IEE チェックリストにおける環境の現況説明に関するチェック項目

陸上発電所	ミニ水力発電所	送配電線
1. 傾斜および地形 2. 浸食の可能性のある地域 3. 浸食、液状化、地滑り、地盤沈下の兆候 4. 雨季、台風時期の洪水 5. 1.5km 以内の河川、小川 6. 現状の利水状況 水浴、洗浄、漁業、飲料水、余暇活動、その他 7. 重要な生態系 マングローブ、森林、珊瑚、帯水層、保護区 8. 埋立地 9. 既存の構造物 10. 地役権 11. 500m 以内の既存の環境問題 水質汚濁、大気汚染、騒音、浸食、洪水、その他 12. 既存の樹木および植生 13. 貴重な鳥類および野生動物 14. 漁業資源 15. 影響を受ける既存の居住世帯数、合法な土地所有者、借地者、および不法占有者数 16. 地方組織 17. 事業への反対	**【自然環境】** 1. 河川の特性 2. 洪水特性（確率洪水量） 3. 土地の浸食、その原因 4. 地滑り 5. 他の利水状況 洗浄、余暇活動、飲料水、衛生設備、灌漑、漁業、その他 6. 現状の土地利用状況 農地、草原、果樹園、等 7. 現状の水質 pH、SS、大腸菌、油分、塩化物、銅、鉛、鉄、マンガン、等 **【生物環境】** 8. 影響を受ける貴重な水生植物、水生動物 9. 上記情報入手方法 10. 影響を受ける貴重な陸生植物、陸生動物 11. 上記情報入手方法 12. 流域または森林保全地域 **【社会・文化・経済環境】** 13. 既存の居住 位置、世帯数、人口 14. 上記情報入手方法 15. 社会基盤 学校、診療所、病院、他の位置および容量 16. 政情 17. 主要な職業、収入源 18. 既存のNGO 19. 事業の社会容認性	**【自然環境】** 1. 標高 2. 傾斜、地形 3. 地質概要 4. 地滑り 5. 洪水 6. 土壌の種類 7. 土地の浸食、原因 8. 影響を受ける河川 9. 下流の集落へ流れる小川等 10. 台風の頻度 11. 竜巻の記録 12. 地震の原因となる断層、火山 13. 落雷 14. 現状の利水状況 水浴、洗浄、漁業、飲料水、余暇活動、その他 **【生物環境】** 15. 既存の樹木および植生 16. 鳥類および他の野生生物 17. 漁業資源 18. 流域または森林保全地域 19. 森林資源の活用方法 材木、燃料、材木外の製品、食用、医療、その他 **【社会・文化・経済環境】** 20. 既存の居住 21. 移転が必要な世帯数 所有形態別世帯数 22. 関係バランガイの全人口 23. 平均世帯人数 24. 構造別家屋数 25. 伝統的土地利用および先住民族 26. 罹病率および死亡数とその主な原因 27. 既存の地域組織 既存の社会基盤 学校、道路、警察、病院、教会、診療所、通信、集会所、交通、その他

表 5.7-2　陸上発電所 IEE チェックリストにおける環境の現況に対する記載の一例

要素／パラメータ	Yes	No	備考欄
1. 事業地域の勾配と地形 －平　　坦（勾配0～3%） －緩 勾 配（勾配3～8%） －起　　伏（勾配8～18%） －や や 急（勾配18～30%） －急な起伏（勾配30～50%） －非常に急（勾配 >50%）			
2. サイト内に浸食発生の可能性がある地域があるか？			浸食の原因: [　]豪雨 [　]不安定斜面 [　]その他、具体例
3. 地域内に右に示す兆候が見られるか？			[　]浸食 [　]液状化 [　]地すべり [　]地盤沈下 [　]なし
4. その地域は雨季または台風時期に洪水を経験しているか？			洪水の時期: _____ 洪水の原因: [　]低地 [　]排水不足 [　]水の集まる地域
5. 計画地点の1.5km 以内に河川や小川が存在するか？			もし「Yes」であれば、その名前と距離

出典：EMB RQE/9/18/2001/Guide for IEE Checklist on Land-Based Power Plants(final)

(2) 事業の実施により想定される影響とその緩和策

既存の IEE チェックリストにおいて、想定される影響、評価並びに緩和策がどのように扱われているかを調べた結果は以下のとおりである。

陸上発電所の場合には、建設前および建設中段階と運転段階のそれぞれについて、予想される影響が幾つかリストアップされており、各々について影響の重要性を評価することとしている。また、予想される影響の各項目について、幾つかの改善策が記載されている。影響の重要性の評価は、次の 4 つの視点から、それぞれ 2 者択一で行うこととなっている。即ち、影響が正か負か、直接的か間接的か、長期か短期か、そして可逆的か非可逆的か、について事業者が判断する必要がある。参考に、陸上発電所の場合における想定される影響および緩和策を表 5.7-3 に示す。

表 5.7-3 陸上発電所の環境影響とその緩和策

予想される環境への影響	影響の重要性				緩和策
	+/-	D/In	L/S	R/I	
建設前および建設中					
1. 開墾や土の移動、土木作業に伴うほこりの増加					・ 未舗装道路や表土への散水 ・ 作業範囲から出る前にトラックのタイヤから土を除去 ・ 運搬車の荷台を覆う ・ 工事現場周辺に仮設フェンスを設置
2. 土の運搬やアクセス道路の建設による表土の除去、損失					・ 表土を安全な場所に仮置きし、仕上げの材料とする ・ できるだけ早く表面を覆うか、再植生を施す
3. 露出した切取り面からの浸食や土の移動や掘削による地滑り					・ 乾季に建設工事を行う ・ 切取り面の長期間露出を避ける ・ バリアネットを設置する
4. ストックされた土や他の材料の排水路などへの沈殿					・ 仮設沈殿池の設置 ・ 掘削土の適切な保管（平らで排水路から離れた場所に） ・ 掘削土を埋め戻しに利用
5. 建設廃棄物の不法投棄による水域近傍の汚染					・ 工事現場における一時的な廃棄システムの構築と発生する固形廃棄物の適切な処理 ・ 適切で十分なトイレの設置 ・ 適切な廃棄物処理と衛生状況の確認を施工者および作業員に強く求める
6. 森林伐採による植生の損失					・ できるだけ伐採範囲を限定する ・ 植生維持のための仮設フェンスの設置 ・ 工事現場における重機誘導および植物への被害を防ぐための標識、フェンスの設置 ・ 在来種や装飾のための植物の植付け
7. 騒音や他の建設活動による、影響範囲における野生動物の損失および混乱					・ 影響を受ける野生動物の生息地を他の適切な場所へ移す、またはそのシミュレーションを行う ・ 騒音を発生する作業は昼間に計画する ・ 機械類の適切な維持を行い、消音器を用いる
8. 近隣居住者へ影響を及ぼす騒音の発生					・ 騒音を発生する作業は昼間に計画する ・ 機械類の適切な維持を行い、消音器を用いる
9. 雇用の創出					・ 地元住民の優先雇用
10. 送電線用地に関する住民との対立					・ 詳細設計を固める前に協議し、同意を得る
11. 交通の増加と混雑の発生					・ 交通法規の厳格な遵守 ・ ピーク時間帯の事業者による混雑緩和への協力
12. 犯罪や事故発生の増加					・ 地域や建設作業における安全法規の遵守を施工者および作業員に強く求める
運転中					
13. 所内からの廃水の発生					・ 効果的なタンクの設置 ・ 十分な廃水処理施設の設置
14. 固形廃棄物の発生					・ 再利用可能な材料の分離 ・ 適切な収集と処分 ・ 適切な管理と廃棄物の最小化
15. 交通の増加と混雑の発生、並びに乗物に関係した事故の増加					・ 交通法規の遵守 ・ 適当な場所への標識や警告の設置

凡例 +/-：正の影響／負の影響 D/In：直接的な影響／間接的な影響
L/S：長期間／短期間 R/I：可逆的／不可逆的

出典：EMB RQE/9/18/2001/Guide for IEE Checklist on Land-Based Power Plants(final)

小水力発電所の場合には、計画位置および設計、建設段階、運転および維持管理、並びに設備廃棄段階について、想定される環境への影響が全部で 18 項目リストアップされており、事業者がその評価を行うとともに、緩和策について簡単な質問に答える形式が用意されている。評価については、環境影響の原因と考えられる計画諸元や各種パラメータについて記述を行い、影響の大きさを 4 段階で示すようになっている。緩和策については、選択肢の中から該当するものを選ぶか、または具体的内容を記載するようになっている。参考に、小水力発電の環境影響と評価および緩和策について、IEE チェックリストの中から代表的なものを抜粋して表 5.7-4 に示す。

表 5.7-4　水力発電による環境影響と評価および緩和策の一例

影 響	評 価		緩 和 策
	関連項目	影響の大きさ	
計画位置および設計			
水生生物の移動阻害による種の損耗	堰の高さ(m) _____	☐ なし ☐ 低 ☐ 中間 ☐ 高	☐ 緩和策なし ☐ 魚道またはバイパスを計画: その設計および配置を記載 ☐ 他の方法があれば、記載
取放水口間の河床干上がり	減水区間の最小流量 m^3/s _____ 年平均流量の何% _____	☐ なし ☐ 低 ☐ 中間 ☐ 高	減水区間への放流方法 ☐ 堰の所定断面から ☐ バイパス放流管 ☐ その他
建設段階			
危険物質(燃料、油、化学薬品等)の流出による河川や土壌の汚染	危険物質の貯蔵、扱い、処分	☐ なし ☐ 低 ☐ 中間 ☐ 高	☐ RA6969 の規則に従う ☐ 他の方法があれば、記載
運転段階			
取水口での浮遊ごみの蓄積	取水口の設計	☐ なし ☐ 低 ☐ 中間 ☐ 高	☐ 緩和策なし ☐ 取水口に溜まるごみの削減または回避方法を記載 取水口に蓄積したごみ除去方法？
廃棄段階			
廃棄されたダムや堰の流水阻害による洪水	全ての装置を含む発電所設備の廃棄	☐ なし ☐ 低 ☐ 中間 ☐ 高	☐ 緩和策なし ☐ コスト評価も含めた廃棄計画を記載、計画添付 ☐ 他の方法があれば、記載

送配電線、変電所の場合には、陸上発電所の場合と同じ書式が用意されている。しかし、予想される影響および緩和策についての具体的な記載がないため、事業者により作成する必要がある。

5.7.2 環境チェックリスト作成の基本的な考え方[1]

マイクロ・小水力発電所における環境チェックリストの考え方を整理する。前節で述べたとおり、小水力発電所、送配電線・変電所についてはDENR によりIEE チェックリストが作成され、現在EMB の Web 上（http://www.emb.gov.ph/eia/checklist.htm）で公開されており、ダウンロードが可能である。

マスタープランの中で開発対象電源または施設として取り上げる場合には、将来的な実現可能性に向けて検討を進めていく必要があり、その際には既存のフィリピン国環境影響評価システムに沿った手続きが必要となる。

従って、今回の調査で提案する環境チェックリストは、マイクロ・小水力発電所、送配電線・変電所については既に IEE チェックリストとして運用されている様式や内容を踏襲し、自然および社会環境を考慮して、必要と思われる項目を既存の IEE チェックリストに追加することとする。特に送配電線・変電所については、既存の IEE チェックリストに環境への影響およびその緩和策について記載がないことから、想定される事項をリストアップする。

既存の IEE チェックリストでは、事業の概要説明に始まりチェックリストの提出に必要な添付書類に至るまで多くの内容から構成されているが、今回の調査における小水力開発マスタープランで用いる環境チェックリストは、その中でも特に環境の現況および開発に伴う影響評価を対象として整理する。環境影響評価システムの IEE チェックリストと書式をあわせておくことにより、開発時に必要な環境影響調査書類の基礎資料としても有益である。

5.7.3 マイクロ・小水力発電所の環境チェックリスト

既存の小水力発電所 IEE チェックリストに、以下の内容を付け加える。

＜環境の現況説明＞

【自然環境】

- 計画地点は制限地域（例えばパラワンでは ECAN ゾーニング）のどの区分に属しているか？

1 国際協力機構, フィリピン国パラワン州電力開発マスタープラン計画調査 ファイナルレポート（テクニカルバックグラウンドレポート）, S.1.2 電力開発マスタープランに適用する環境チェックリスト, 2004 年 9 月

【社会・文化・経済環境】

- 計画地点の周辺に文化的遺産があるか？
- 計画地点の周辺に祖先から受け継いだ土地または先住民族の集落があるか？
- 計画地点は NIPAS の保全地域に属しているか？

＜影響評価と緩和策＞

表 5.7-5 に示す項目を既存の IEE チェックリストに追加する。また、表 5.5-3 に示した陸上発電所の環境影響とその緩和策に記載された項目についても、必要に応じて検討する。

表 5.7-5　水力発電による環境影響と評価および緩和策の追加項目

影 響	評 価		緩 和 策
	関連項目	影響の大きさ	
計画位置および設計			
水路周辺の既存水源の枯渇	水路の計画ルートと既存水源との位置関係	□ なし □ 低 □ 中間 □ 高	□ 緩和策なし □ 代替水源の確保 □ 他の方法があれば、記載

5.7.4　送配電線・変電所の環境チェックリスト

既存の送配電線・変電所 IEE チェックリストにおいて、環境の現況説明に以下の内容を付け加えるとともに、影響評価と緩和策の具体的内容について記す。

＜環境の現況説明＞

【自然環境】

- 計画ルートおよび地点は ECAN ゾーニングのどの区分に属しているか？

【社会・文化・経済環境】

- 計画ルートおよび地点の周辺に文化的遺産があるか？
- 計画ルートおよび地点は NIPAS の保全地域に属しているか？

＜影響評価と緩和策＞

送配電線・変電所に関して、予想される環境への影響とその緩和策を取りまとめた結果を表 5.5-6 に示す。

表 5.7-6　送配電線・変電所の環境影響とその緩和策

予想される環境への影響	緩和策／強化策
建設前および建設中	
1. 計画ルートの伐採による森林損耗	・ 伐採範囲の最小化 ・ 植生維持のための仮設フェンスの設置 ・ 再植林
2. 掘削やアクセス道路の建設による表土の除去、損失	・ 表土を安全な場所に仮置きし、仕上げの材料とする ・ できるだけ早く表面を覆うか、再植生を施す
3. 露出した切取り面からの浸食や土の移動や掘削による地滑り	・ 乾季に建設工事を行う ・ 切取り面の長期間露出を避ける ・ バリアネットを設置する
4. ストックされた土や他の材料の排水路などへの沈殿	・ 仮設沈殿池の設置 ・ 掘削土の適切な保管（平らで排水路から離れた場所に） ・ 掘削土を埋め戻しに利用
5. 建設廃棄物の不法投棄による水域近傍の汚染	・ 工事現場における一時的な廃棄システムの構築と発生する固形廃棄物の適切な処理 ・ 適切で十分なトイレの設置 ・ 適切な廃棄物処理と衛生状況の確認を施工者および作業員に強く求める
6. 騒音や他の建設活動による、影響範囲における野生動物の損失および混乱	・ 影響を受ける野生動物の生息地を他の適切な場所へ移す、またはそのシミュレーションを行う ・ 騒音を発生する作業は昼間に計画する ・ 機械類の適切な維持を行い、消音器を用いる
7. 近隣居住者へ影響を及ぼす騒音の発生	・ 騒音を発生する作業は昼間に計画する ・ 機械類の適切な維持を行い、消音器を用いる
8. 雇用の創出	・ 地元住民の優先雇用
9. 送電線用地に関する住民との対立	・ 詳細設計を固める前に協議し、同意を得る
10. 鉄塔や電線による景観の悪化	・ 景観に及ぼす影響の少ない鉄塔形状、色調の検討
11. 交通の増加と混雑の発生	・ 交通法規の厳格な遵守 ・ ピーク時間帯の事業者による混雑緩和への協力
12. 犯罪や事故発生の増加	・ 地域や建設作業における安全法規の遵守を施工者および作業員に強く求める
運転および維持管理段階	
13. 野生動物の移動への支障	・ 野生動物が通行可能な獣道の設置
14. 安定した電気の供給による経済成長	・ 電気の安定供給
15. 交通の増加と混雑の発生、並びに乗物に関係した事故の増加	・ 交通法規の遵守 ・ 適当な場所への標識や警告の設置

5.7.5　現地踏査結果（初期環境評価の必要性）

現地踏査において収集した環境情報を踏まえて、IEE に関して第 3 章の表 3.5-6 に示された必要な検討事項を整理すると表 5.7-7 のようになる。

表 5.7-7　環境調査必要性の一覧

No.	Site No.	ProjectName	RivSysName	RiverName	Proposed Capacity [MW]	Type	Reservoir Volume ($M.m^3$)	Reviewed Duration ID	Check list of Environmental Study					Information about Socio-environment
									Effect of Active Volcano (<30km)	NIPAS	Necessity of Study			
											IEE	EIS	FPIC from ICCs/IPs	
1	2	Upper Manaba	Manaba	Manaba	1.0	Run-of-River		16			O			Irrigration / Roxas park
2	3	Balite	Manaba	(Balite)	1.1	Run-of-River		16			O			Irrigration / Roxas park
3	4	Lower Manaba	Manaba	Manaba+ Balite	0.7	Run-of-River		16						Irrigration / Roxas park
4	5	Odiong	Alihanan	(Odiong)	0.4	Run-of-River		16						Irrigration / Water use at the event in dry season
5	9	Sinambalan No.1	Mamburao	Sinambalan	3.0	Run-of-River		4			O		O	Irrigation / Luyang Baga cave
6	12	Pagbahan No.1	Pagbahan	Pagbahan	5.7	Run-of-River		4			O		O	Water use for Irrigation Indigenous people (Mangyans)
7	52	Binalbagan No.1	Binalbagan	Binalbagan	12.6	Reservoir	229	17	O			O		Irrigation / Kipot Falls
8	53	Binalbagan No.2	Binalbagan	Binalbagan	4.5	Run-of-River		17	O		O			-
9	54	Binalbagan No.3	Binalbagan	Binalbagan	3.6	Run-of-River		17	O		O			-
10	56	Lag-il No.1	Binalbagan	Guintobahan	1.4	Run-of-River		17			O			Irrigation
11	57	Lag-il No.2	Binalbagan	Guintobahan	2.0	Run-of-River		17			O			-
12	58	Pangiplan	Binalbagan	Guintobahan	1.3	Run-of-River		17			O			-
13	61	Hilabangan No.3	Ilog	Hilabangan	3.8	Run-of-River		17		O	O			Protected area (Ilog-Hilabangan Watershed Forest Reserve)
14	62	Ilog	Ilog	Ilog	25.4	Reservoir	699	17				O		Irrigation / Key Biodiversity Area
15	63	Calatong No.1	Sipalay	Calatong	1.4	Run-of-River		17			O			Protection Forest Zone
16	64	Calatong No.2	Sipalay	Calatong	1.8	Run-of-River		17			O			Irrigation / Protection Forest Zone
17	65	Binulug	Sipalay	Sipalay	3.4	Run-of-River		17			O			-
18	69	Mona-ol	Bayawan	Bayawan	0.9	Run-of-River		20					O	Water use for Irrigation Indigenous people (Bukidnon tribe)
19	71	Cauitan	Cauitan	Cauitan	1.4	Run-of-River		20			O		O	Irrigation / Indigenous people (Bukidnon tribe) / Talustos Fall
20	72	Canauay	Canauay	Canauay	0.6	Run-of-River		20						Irrigation
21	75	Himagaan	Himogaan	Himogaan	2.0	Run-of-River		17		O	O		O	Protected area / Irrigation / Indigenous people (Bukidnon tribe)
22	77	Guinobe-an No.1	Libertad	Guinobe-an	4.5	Run-of-River		18			O			Irrigation
23	78	Pacu-an	Libertad	Pacu-an	4.0	Run-of-River		18			O			Irrigation
24	79	Guinoba-an No.2	Libertad	Guinoba-an	3.4	Run-of-River		18			O			Irrigation
25	80	San Jose	San Jose	San Jose	0.6	Run-of-River		18						Irrigation
26	81	Talaptap	Payabon	Talaptap	1.2	Run-of-River		19			O			Irrigation
27	84	Hinotongan	Tanjay	Hinotongan	0.6	Run-of-River		20		O				Twin Lake National Park near the site / Irrigation
28	114	Tubig	Taft	Tubig	7.6	Run-of-River		21			O			Eagle sanctuary
29	118	Buhid	Suribao	Buhid	6.5	Run-of-River		21			O			Water fall
30	131	Dugayan	Ibajay	(Dugayan)	1.4	Run-of-River		22			O			Protected area
31	132	Bulanao No.1	Bulanao	Bulanao	1.3	Run-of-River		22			O			Protected area / Irrigation
32	139	Tibiao No.2	Tibiao	Tibiao	1.9	Run-of-River		22			O			Irrigation
33	165	Ulian No.2	Jalaud	Tagbacan	1.4	Run-of-River		26		O	O			Near the protected area / Irrigation
34	198	Salsona	Laoag	Salsona	2.6	Run-of-River		25			O			Protection forest of DENR project / Irrigation
35	199	Modongan No.1	Laoag	Salsona	3.6	Run-of-River		25			O		O	Protection forest of DENR project / Irrigation / Indigenous people (Isneg and Tinguian)
36	200	Modongan No.2	Laoag	Salsona	4.7	Run-of-River		25			O		O	Protection forest of DENR project / Irrigation / Indigenous people (Isneg and Tinguian)
37	202	Nailiman No.2	Cagayan	Nailiman	2.6	Run-of-River		27			O		O	Protection forest of DENR project / Irrigation / Indigenous people (Agta or Dumagat)
38	204	Dabubu No.2	Cagayan	Dabubu	3.7	Run-of-River		27			O		O	Protection forest of DENR project / Irrigation / Indigenous people (Agta or Dumagat)
39	206	Dibuluan No.2	Cagayan	Dibuluan	4.8	Run-of-River		27			O		O	Protection forest of DENR project / Irrigation / Indigenous people (Agta or Dumagat)
40	219	Maplas	Cagayan	Pinacanauan	4.1	Run-of-River		23			O		O	Community Based Forest Management Zone / Irrigation / Indigeneous people (Igorot)
41	223	Tuguegarao No.2	Cagayan	P. de Tuguegara	3.4	Run-of-River		24		O	O		O	Protected Landscape and Seascape of Penablanca area / Irrigation / Indigeneous people (Aeta)
42	224	Natulud No.1	Cagayan	P. de Tuguegara	2.4	Run-of-River		24		O	O		O	Protected Landscape and Seascape of Penablanca area / Irrigation / Indigeneous people (Aeta)
43	225	Natulud No.2	Cagayan	P. de Tuguegara	3.2	Run-of-River		24		O	O		O	Protected Landscape and Seascape of Penablanca area / Irrigation / Indigeneous people (Aeta)
44	226	Pered No.1	Cagayan	Pered	3.2	Run-of-River		24		O	O		O	Protected Landscape and Seascape of Penablanca area / Irrigation / Indigeneous people (Aeta)
45	229	Immurung	Cagayan	Pered	1.0	Run-of-River		24		O	O		O	National Park / Irrigation / Indigeneous people (Aeta) / Hot springs
46	235	Taboan No.2	Taboan	Taboan	1.4	Reservoir	41	24				O	O	CADT (Certificate of Ancestral Domain Title) / Indigeneous people (AETAS)
47	238	Dikatayan	Dikatayan	Dikatayan	5.1	Reservoir	125	24				O	O	Protection forest of DENR project / Irrigation / Indigenous people (Agta or Dumagat)

NIPAS : Natural Integrated Protected Areas System (Act of 1992)
IEE : Initial Environmental Examination
EIS : Environmental Impact Statement
FPIC : Free Prior and Informed Consent
ICCs : Indigeneous Cultural Communities
IPs : Indegeneous People
Effect of Active Volcano (<30km):
In this study, hydropower sites located within 30 km radium from the active volcano are given lower evaluation on the safe side from the environmental point of view.

5.8 個別発電所の経済財務評価

優先水力ポテンシャル地点について経済および財務分析を行う。流れ込み式水力について以下の前提条件で計算を行う。なお、本調査は概略検討段階であり、ここで算定した経済および財務分析結果は参考値に過ぎない。今後の F/S 段階において精査することとなる。

5.8.1 優先ポテンシャル地点の経済分析

経済分析指標として経済的内部収益率（EIRR：Economic Internal Rate of Return）および費用便益比率（B/C：Benefit-Cost Ratio）を以下の条件で算定する。

(1) 前提条件

経済分析の前提条件は以下の通りである。

- 火力効率を 40%とする。
- 1kWh=3600KJ とする。
- Bunker C の発熱値を 41,700KJ/kg とする。
- 火力発電所の建設単価を 750US$/kW とする。
- 為替レートは 46PhP/US$とする。
- 固定維持管理（O&M：Operation and Management）コストは 30US$/kW とする。
- 変動 O&M コストは 1US$/kW とする。

(2) 計算結果

有望な 47 水力ポテンシャル地点の経済分析の計算結果を表 5.8-1 に示す。

5.8.2 優先ポテンシャル地点の財務分析

財務分析指標として財務的内部収益率（FIRR：Einancial Internal Rate of Return）を以下の条件で算定する。

(1) 前提条件

再生可能エネルギー法の税制優遇措置、フィリピン開発銀行（DBP：Development Bank of the Philippines）環境開発事業（EDP：Environmental Development Project）の融資条件および暫定の固定価格買取制度（FIT：Feed-in-Tariff）を考慮して、以下に示す前提条件とする。

- 7 年間の法人所得税免除（ITH：Income Tax Holiday）を適用する。7 年目以降は 10%とする。
- 減価償却は 30 年間とする。
- 電気機器等の関税免除とする。
- ローン償還期間は 10 年間とする。支払い猶予期間を 5 年間とする。
- 融資金利は 10%とする。

電気料金は 6.15PhP/kWh とする。13 年目以降も同じ料金と仮定する。

その他の条件

- 負債比率は 20%とする。
- 年間 O&M コストは、プロジェクトコスト（税抜き）の 3.4%とする。
- 管理費は、販売利益の 10%とする。
- プロジェクトのライフタイムは 30 年間とする。
- 年間インフラ率は 4.5%とする。
- 不動産税は電気機器価格の 1.5%とする。
- 営業税は 0%とする。
- 為替レートは 43PhP/US$とする。
- 土木工事の物理予備費は 10%、電気機器のの物理予備費は 10%とする。
- 外貨部分の物価上昇予備費は 0%、現地貨部分の物価上昇予備費は 5%とする。
- 建設期間は 2 年間とする。

(2) 計算結果

有望な 47 水力ポテンシャル地点の財務分析の計算結果を表 5.8-1 に示す。

表 5.8-1　有望な 47 水力ポテンシャル地点における経済分析および財務分析結果

ID	Island	Point	Max Output (MW)	Annual Energy Generation (MWh)	Type	Catchment Area (Km^2)	Max Power Discharge (m^2/s)	Effective Head (m)	Water Level (m)		Dam			Reservoir			Headrace (m)		Penstock (m)	Tailrace (m)	Capacity		Construction Cost (MUSD)	Road Extension (m)	Socio Environmental Assessment			EIRR (30 Year)	FIRR (30 Year)	Unit Cost /kWh ($)	Site Recon-naissance
									Intake	Tailrace	Type	Height (m)	Crest Length (m)	High Water Level (m)	Total Reservoir Volume ($M.m^3$)	Effective Volume ($M.m^3$)	Open Channel	Tunnel			River Water (%)	Facility (%)			Protected Area	Volcano	Residence				
2	Bohol	Upper Manaba	0.95	4522.8	Run of River	22.8	1.03	117.2	245.0	119.0		3.0	15.0				1300	0	730	10	42%	52%	6.23	1335				3.8%	0.7%	1.27	Done
3	Bohol	Balite	1.30	5979.7	Run of River	26.8	1.25	130.1	247.0	109.0		4.0	15.0				1500	0	400	10	41%	50%	6.04	1300				8.5%	4.4%	0.93	Done
4	Bohol	Lower Manaba	0.51	2712.2	Run of River	67.0	2.48	26.7	111.0	79.0		4.0	22.0				2100	0	90	30	48%	58%	6.03	1400				-3.8%	-6.0%	2.20	Done
5	Bohol	Odiong	0.42	2053.2	Run of River	11.1	0.50	109.1	180.0	64.0		3.0	15.0				0	0	580	15	42%	53%	3.30	270				2.1%	-0.6%	1.43	Done
9	Mindoro	Sinambalan No.1	3.10	22370.5	Run of River	58.4	4.00	96.7	165.0	60.0		7.0	35.0				0	2150	180	10	64%	78%	19.86	4700				17.9%	12.3%	0.55	Done
12	Mindoro	Pagbahan No.1	12.00	53189.4	Run of River	44.4	6.45	224.9	468.0	229.0		5.0	30.0				5800	0	620	10	39%	48%	28.45	15000				24.6%	16.2%	0.50	Done
52	Negros	Binalbagan No.1	13.00	52914.0	Pondage	216.9	20.32	76.9	295.0	210.0	Rock Fill	75.0	526.0	295.0	229	31	0	1948	180	10	35%	44%	136.79	1740		Kanloan		-4.6%	-7.1%	2.33	Done
53	Negros	Binalbagan No.2	3.60	27346.2	Run of River	229.5	8.21	54.2	196.0	133.0		5.0	30.0				0	2788	130	10	71%	82%	28.23	3370		Kanloan	1.0	13.3%	9.0%	0.66	Done
54	Negros	Binalbagan No.3	1.40	10346.6	Run of River	238.7	8.54	20.2	165.0	136.0		5.0	85.0				0	2960	110	10	71%	80%	25.02	1980		Kanloan		0.0%	-2.1%	1.61	Done
56	Negros	Lag-il No.1	1.30	8802.7	Run of River	35.7	1.67	99.8	361.0	253.0		5.0	55.0				1979	0	190	10	60%	73%	8.58	3340				11.3%	7.3%	0.75	Done
57	Negros	Lag-il No.2	2.30	15513.1	Run of River	64.8	3.03	95.6	276.0	174.0		5.0	35.0				6000	0	240	10	60%	73%	13.77	4330				13.3%	8.8%	0.68	Done
58	Negros	Pangiplan	1.40	8969.2	Run of River	40.5	1.92	89.2	273.0	174.0		5.0	35.0				3448	0	250	10	60%	69%	9.86	2182				8.8%	5.3%	0.87	Done
61	Negros	Hilabangan No.3	3.60	28628.3	Run of River	390.9	12.87	35.1	138.0	97.0		5.0	67.0				1280	2200	110	10	74%	86%	30.54	3370	Ilog Hilabangan Water Forest Reserve		1.0	12.2%	8.3%	0.69	Done
62	Negros	Ilog	21.60	144358.9	Reserovir	887.3	41.53	62.0	162.0	94.0	Rock Fill	70.0	240.0	115.0	699	189	0	0	130	50	60%	72%	115.60	1330				13.3%	9.0%	0.66	Done
63	Negros	Calatong No.1	1.30	8862.0	Run of River	31.4	1.47	114.0	318.0	196.0		4.0	30.0				1600	0	240	10	60%	74%	7.68	3300				14.1%	9.3%	0.66	Done
64	Negros	Calatong No.2	1.70	11474.1	Run of River	46.7	2.21	98.5	180.0	71.0		4.0	35.0				4050	0	270	10	60%	73%	11.59	3150				10.5%	6.7%	0.78	Done
65	Negros	Binulug	4.50	24092.3	Run of River	51.7	3.50	159.8	263.0	93.0		3.0	35.0				4050	0	320	10	46%	58%	14.08	4360				19.9%	13.2%	0.54	Done
69	Negros	Mona-ol	1.90	14064.8	Run of River	31.3	2.26	103.8	175.0	63.0		3.0	42.0				1600	0	320	10	59%	80%	11.49	3680				19.5%	13.6%	0.51	Done
71	Negros	Cauitan	3.30	25109.4	Run of River	48.7	3.52	117.8	226.0	96.0		5.0	17.0				5774	0	260	30	59%	83%	21.53	6800				17.4%	12.1%	0.55	Done
72	Negros	Canauay	1.40	10327.8	Run of River	33.1	2.39	72.5	268.0	187.0		3.0	45.0				2600	0	130	10	59%	80%	10.75	1297				13.9%	9.5%	0.65	Done
75	Negros	Himagaan	0.19	1161.2	Run of River	64.5	4.10	6.3	290.0	275.0		3.0	60.0				1250	0	840	10	48%	66%	10.54	600	Northern Negros Natural Park			-	-	9.02	Done
77	Negros	Guinobe-an No.1	6.70	37580.2	Run of River	71.3	4.27	192.3	321.0	117.0		3.5	10.0				0	4800	330	10	52%	61%	24.40	4260				20.0%	12.7%	0.53	Done
78	Negros	Pacu-an	8.30	41574.5	Run of River	103.2	7.62	131.8	266.0	125.0		4.0	45.0				0	2600	270	10	45%	54%	22.39	4711				23.0%	15.7%	0.49	Done
79	Negros	Guinoba-an No.2	2.90	21969.4	Run of River	183.1	6.71	54.2	117.0	54.0		4.0	35.0				0	2923	100	10	68%	82%	26.54	3571				11.8%	7.9%	0.71	Done
80	Negros	San Jose	1.20	6113.3	Run of River	28.5	2.08	73.4	204.0	123.0		2.5	22.0				1500	0	170	10	45%	55%	6.68	4413				7.0%	3.9%	1.03	Done
81	Negros	Talaptap	1.20	9362.7	Run of River	82.0	2.40	65.9	199.0	124.0		4.0	35.0				3000	0	170	10	61%	85%	11.66	3670				9.7%	6.2%	0.81	Done
84	Negros	Hinotongan	1.70	9475.0	Run of River	36.0	3.85	54.5	220.0	158.0		5.0	35.0				1890	0	180	50	47%	60%	8.18	0				8.7%	4.9%	0.89	Done
114	Samar	Tubig	20.20	101920.9	Run of River	126.9	27.39	87.9	120.0	19.0		10.0	93.0				6600	0	260	10	46%	55%	44.87	0	Samar Island Natural Park			21.3%	13.0%	0.51	Done
118	Samar	Buhid	20.20	120333.2	Run of River	160.8	26.17	92.2	139.0	37.0		7.0	10.0				0	0	310	3100	56%	65%	50.21	12000	Samar Island Natural Park			32.0%	19.9%	0.38	Done
131	Panay	Dugayan	0.98	4745.9	Run of River	17.4	2.31	54.0	141.0	78.0		5.0	5.0				2930	0	330	30	46%	53%	9.85	11000				-2.0%	-4.3%	2.00	Done
132	Panay	Bulanao No.1	3.30	10223.4	Run of River	11.3	2.87	139.8	269.0	122.0		7.0	28.0				600	0	420	30	31%	34%	8.39	3350	Northwest Panay Peninsula Natural Park			11.2%	5.9%	0.88	Done
139	Panay	Tibiao No.2	1.50	7449.2	Run of River	49.3	5.86	32.3	85.0	44.0		10.0	65.0				2650	0	160	50	49%	54%	11.98	450				1.6%	-1.1%	1.47	Done
165	Panay	Ulian No.2	1.00	7664.7	Run of River	59.2	3.78	33.8	193.0	151.0		7.0	10.0				1500	0	240	400	69%	83%	12.51	700				6.2%	3.4%	1.00	Done
198	Luzon	Salsona	5.90	17990.8	Run of River	61.3	7.75	93.3	270.0	167.0		10.0	27.0				4300	0	190	10	33%	33%	19.88	685				8.4%	3.3%	1.01	Done
199	Luzon	Modongan No.1	11.00	28647.3	Run of River	71.9	12.41	107.7	385.0	267.0		5.0	20.0				3980	0	200	30	27%	28%	23.57	7995				12.6%	6.1%	0.87	Done
200	Luzon	Modongan No.2	10.40	33405.6	Run of River	120.8	13.60	92.6	255.0	156.0		10.0	53.0				0	6620	190	230	35%	35%	35.36	2870				6.8%	2.4%	1.09	Done
202	Luzon	Nailiman No.2	2.80	22334.9	Run of River	147.0	7.72	44.8	220.0	166.0		5.0	102.0				0	3200	160	10	75%	87%	28.59	2000	Quirino Protected Landscape			8.9%	5.7%	0.84	Done
204	Luzon	Dabubu No.2	6.70	39282.3	Run of River	74.1	7.06	115.7	305.0	175.0		5.0	40.0				0	6590	580	10	51%	64%	35.24	600	Quirino Protected Landscape			10.2%	6.6%	0.80	Done
206	Luzon	Dibuluan No.2	2.20	17748.0	Run of River	100.5	5.36	51.8	360.0	300.0		5.0	30.0				0	5230	310	10	74%	87%	26.29	9700	Quirino Protected Landscape			3.4%	0.9%	1.24	Done
219	Luzon	Maplas	9.50	56438.4	Run of River	137.9	11.27	102.6	210.0	98.0		5.0	12.0				3200	7000	190	10	60%	64%	61.30	11600				11.0%	6.8%	0.77	Done
223	Luzon	Tuguegarao No.2	4.70	23997.3	Run of River	172.0	11.77	49.7	178.0	122.0		5.0	30.0				0	3320	230	10	48%	55%	25.79	7250	Penablanca Protected Landscape and Seascape			7.2%	3.7%	0.99	Done
224	Luzon	Natulud No.1	4.10	18948.9	Run of River	56.4	4.45	114.4	210.0	85.0		5.0	30.0				0	4300	220	10	44%	50%	18.93	953	Penablanca Protected Landscape and Seascape			8.6%	4.6%	0.92	Done
225	Luzon	Natulud No.2	3.20	23997.7	Run of River	323.5	10.55	38.1	110.0	63.0		5.0	74.0				6370	0	130	10	71%	81%	29.00	4200	Penablanca Protected Landscape and Seascape		1.0	11.8%	7.9%	0.72	Done
226	Luzon	Pered No.1	2.10	10714.1	Run of River	57.5	3.94	67.6	215.0	138.0		10.0	30.0				3050	0	260	10	48%	55%	13.63	11000	Penablanca Protected Landscape and Seascape			4.6%	1.5%	1.21	Done
229	Luzon	Immurung	4.10	12000.8	Run of River	23.3	3.65	136.5	245.0	100.0		5.0	25.0				2050	0	370	30	29%	32%	8.65	0				10.5%	5.8%	0.92	Done
235	Luzon	Taboan No.2	2.30	12088.9	Reserovir	313.0	20.28	14.3	25.0	5.0	Concrete	15.0	150.0	25.0	41	21	0	0	40	30	49%	57%	19.01	9000				1.2%	-1.4%	1.53	Done
238	Luzon	Dikatayan	9.20	41308.7	Reserovir	220.0	18.08	62.0	121.0	53.0	Rock Fill	70.0	180.0	75.0	125	25	0	0	120	50	43%	49%	62.85	2700				2.5%	-0.4%	1.38	Done