

表-5.6 給水システムの施工工程

システム名/ 河川名	工 種	1 年次		2 年次		3 年次		4 年次		5 年次		6-8 年次		9 年次		10-12 年次		13 年次	
		乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期
西部システム	取水堰	*																	
ブヌット川	浄水場	*	*																
給水能力	送水管	*	*																
取水堰	水管橋	*	*																
東部システム	取水堰			*															
ブタヌ川	浄水場			*	*														
給水能力	送水管			*	*	*	*	*	*										
取水堰	水管橋			*	*	*	*	*	*										
中央システム	取水堰									*				*				*	
アユン川	浄水場									*	*			*	*			*	*

乾期：5月-10月、雨期：11月-4月

5.3 アユン多目的ダム事業

5.3.1 概 要

アユンダムは、バドゥン (Badung) 県プータン (Petang) 郡ブアンガ (Buangga) 地区(右岸側)、ギアニヤール (Gianyar) 県パヤンガン (Payangan) 郡パヤンガン地区(左岸側)に位置し、集水面積は、218 km²、貯水容量は、1,000 万 m³、ダム高 66m の重力式コンクリートダムである。



図-5.9 アユンダム計画ダムサイト地点 (計画サイト上流側から下流方向)

アユン多目的ダム事業の目的は以下の通りである。

◆ 都市用水の開発

アユンダムの貯留水を利用することにより、最大 1,800 lit/s (1.8m³/s、日量 155,500 m³) の都市用水を開発し、下流のデンパサール市浄水場(IPA Ayung)地点付近にて取水することによりバリ南部地域の都市用水の供給に資する。

◆ 灌漑用水への補給や正常流量の確保

下流の約 9,000ha の水田に対する補給を行うとともに、1 期作から 2 期作への転用が可能な水量についても補給する。あわせて河川環境の維持に必要な流量を補給し、アユン川等の河川環境の保全を行う。

◆ 放流水による発電

都市用水、かんがい用水供給等の下流へ放流する流水の最大 12m³/s を利用して、最大出力

約 8,000kw の電力を発生させ、バリ地域の発電需要に貢献する。

ダムの建設後は、環境に配慮しつつ、ダム、貯水池ならびに湖面 (約 60ha) 等を利用した環境整備計画を行うとともに、ダム堤体を利用した横断道路の建設も行うこととしており、当ダムの建設効果は大きい。

5.3.2 計画・設計基準

計画、設計基準は、以下のとおりである。

表-5.7 ダムの設計のための基準、諸元等

項 目	説 明
(1) 位 置	アユン川 (アユン川と支川 Siap 川合流点の直下流)
(2) 設計基準	ダム設計基準 (社) 日本大ダム会議、インドネシアダム基準を使用する。
(3) 堤体の基礎地盤の物性値	せん断強度は推定値であるが、次の値とする。 (現位置試験によって確認する必要がある。) 【 設計せん断強度 】 ・ CH 級 $\tau = 160 \text{ tf/m}^2 + \tan 45^\circ$ ・ CM 級 $\tau = 80 \text{ tf/m}^2 + \tan 40^\circ$ ・ CL 級 $\tau = 40 \text{ tf/m}^2 + \tan 30^\circ$
(4) 洪水吐設計洪水流量	設計洪水流量は、インドネシアダム計画基準より、1,000 年確率流量を採用した。 ・ 流域面積 (Catchment Area) 218.4 km ² ・ 設計洪水流量 (Design Discharge) 1,270 m ³ /s ・ 比流量 (Specific Discharge) 5.82 m ³ /s/km ²
(5) 計画堆砂量	計画容量 4,600,000m ³ のうち、比堆砂量 417 m ³ /km ² /年の 10 年間相当の量 1,000,000m ³ とした。残容量については、上流本川並びに支川貯砂ダムの築造で対応する。
(6) 貯水容量	・ 総貯水容量 : 10,000,000 m ³ ・ 利水容量 : 9,000,000 m ³ ・ 堆砂容量 : 1,000,000 m ³

5.3.3 ダムの設計

(1) 設計洪水流量

設計洪水流量は、「ダム基準」より確率 500 年から 1000 年までのものが採用される。本調査では、確率 1,000 年を採用し、最大を示す Snyder 式の 1,270m³/s を採用した。

(2) 安定計算結果による基本形状

安定計算結果から、最大断面となる基本形状は、下流面勾配 1:0.80、上流面は EL.315.00m から基礎標高 EL.305.00m までフィレット勾配 1:0.40 とする。

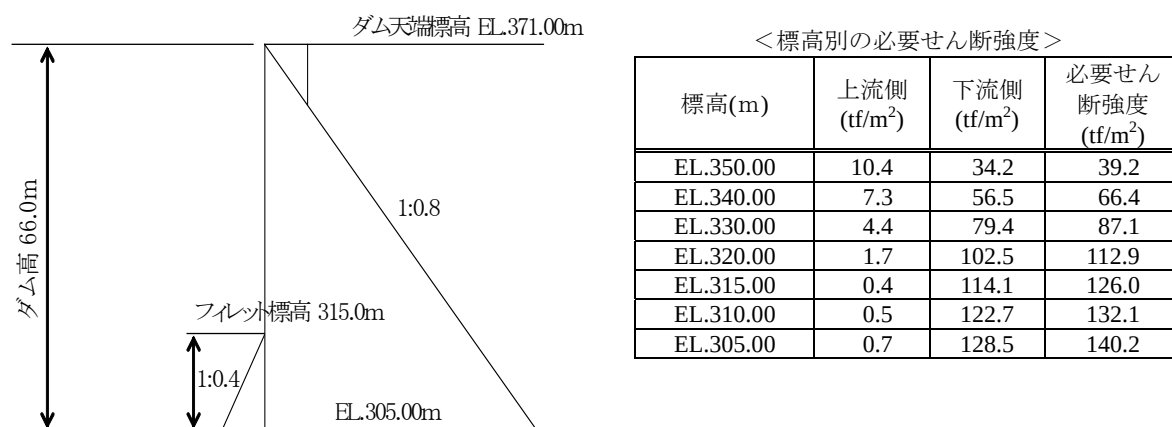


図-5.10 安定計算結果による最適ダム断面の基本形状

(3) ゲートなし堤趾導流壁の採用

Ayung ダムは、洪水調節容量を有していないことから、常時満水位以上で設計洪水流量 $1,270\text{m}^3/\text{s}$ が放流可能な洪水吐きを配置する。ダムの維持管理に配慮し、ゲート無しの堤趾（ていし）導流型洪水吐きとして計画する。既往の事例より、越流水深は 3.0m とし、越流幅を求めると、 123m （門数 10 門）となる。越流水深 3m の場合は、常時満水位 366.0m に越流水深 3.0m 、クリアランス高 1.5m 、橋梁桁高 0.5m を加えると、ダム天端標高は 371.0m となる。

(4) 人工プラグによる堤体積の低減

河床部幅の狭い部分の基礎岩盤から 35m について人工岩盤（プラグ）を設け、ダムの安定を確保する考え方で検討した。この人工岩盤により堤体積を減少させることが可能となる。

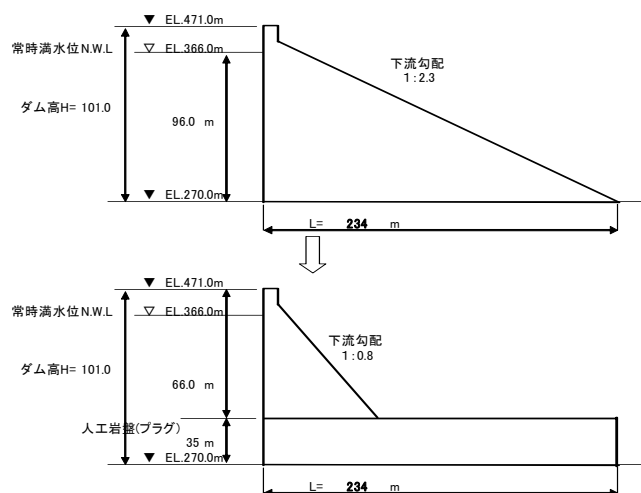


図-5.11 人工プラグ処理による堤体積の低減

(5) ダム諸元と設計図面

以上の検討の結果を表-5.8にまとめて示す。また、本ダムに関する平面、標準断面、上下流面等に関する図面を図-5.12から図-5.15に示す。

表-5.8 アユンダム、貯水池諸元

区 分	項 目	諸 元
1. 貯水池	1) 位置	アユン (Ayung) 川
	2) 集水面積	219.4 km^2
	3) 貯水池面積	$0.57 \text{ km}^2(\text{EL}370\text{m})$
	4) 常時満水位(NWL)	EL 366 m
	5) 最低水位(LWL)	EL 325 m
	6) 有効容量	$9,000,000 \text{ m}^3$
	7) 堆砂容量	$1,000,000 \text{ m}^3$
	8) 総貯水容量	$10,000,000 \text{ m}^3$
2. ダム	1) ダムタイプ	重力式コンクリートダム
	2) 堤頂	EL 371 m
	3) 堤頂長	239 m
	3) ダム基礎	EL 305 m
	4) ダム高	66 m
	5) 人工岩盤基礎	EL 270 m～305m (人工岩盤処理)
	6) 堤体積(人工岩盤を含む)	$290,000 \text{ m}^3$
3. 洪水吐き	1) 形 式	堤趾導流型ゲートレス
	2) 設計洪水流量	$1,270 \text{ m}^3/\text{s} (1/1,000)$
	3) 越流水深	3.0 m
	4) 越流幅	113 m (純径間)

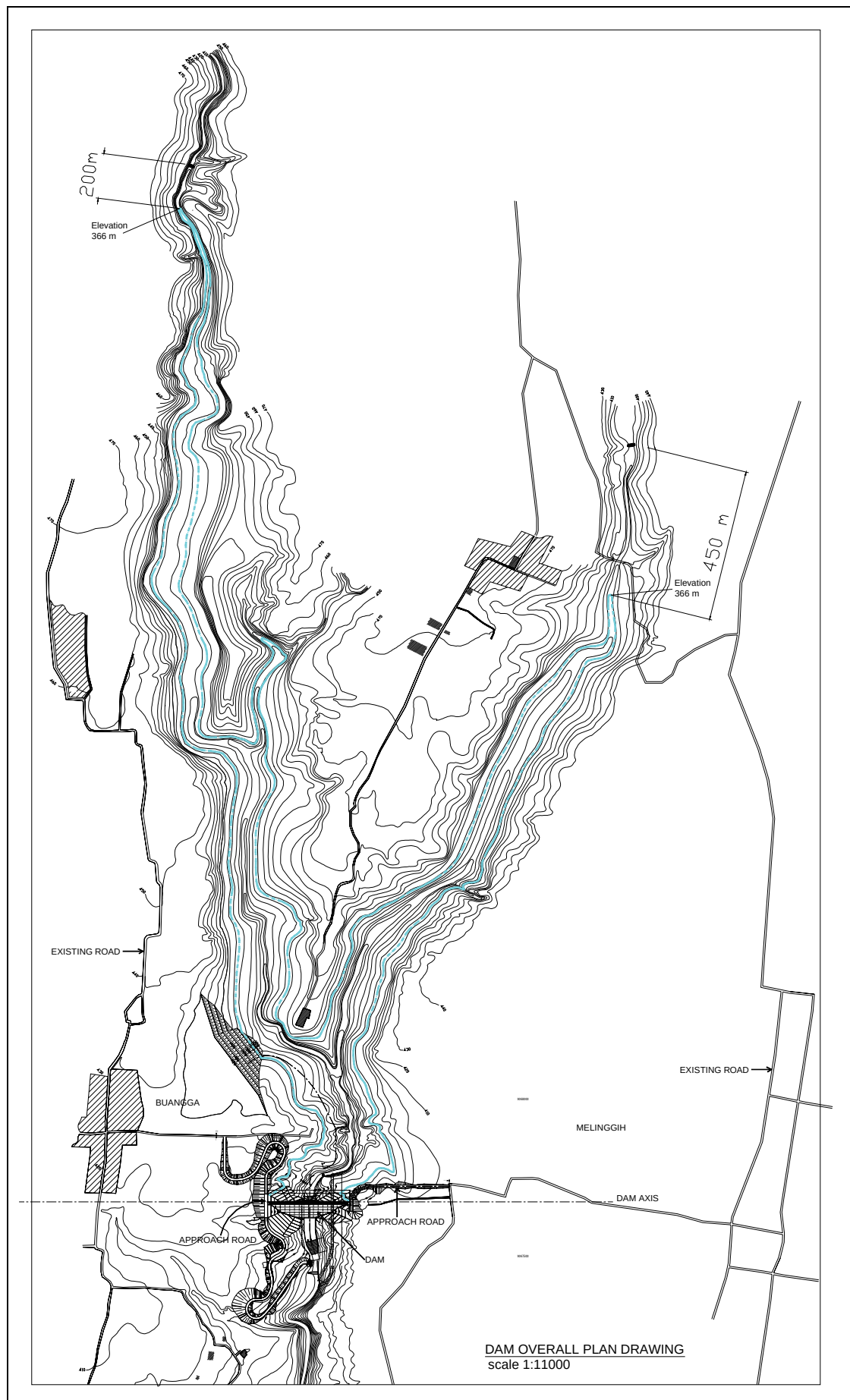


図-5.12 アユンダム貯水池全体平面

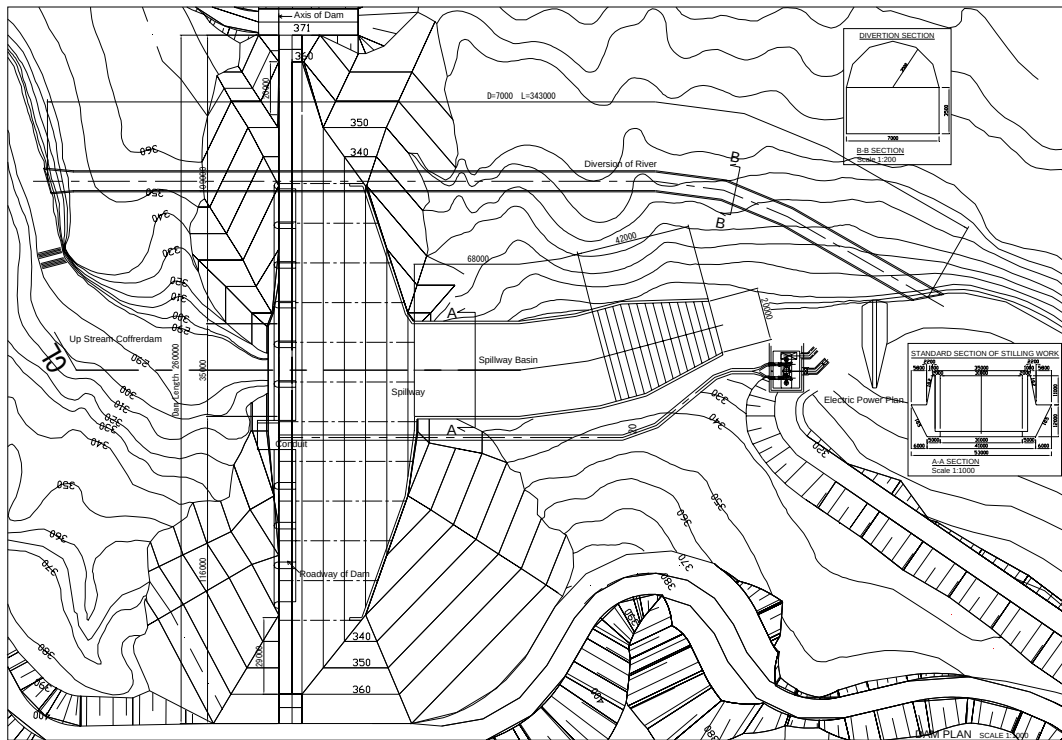


図-5.13 アユンダム平面図

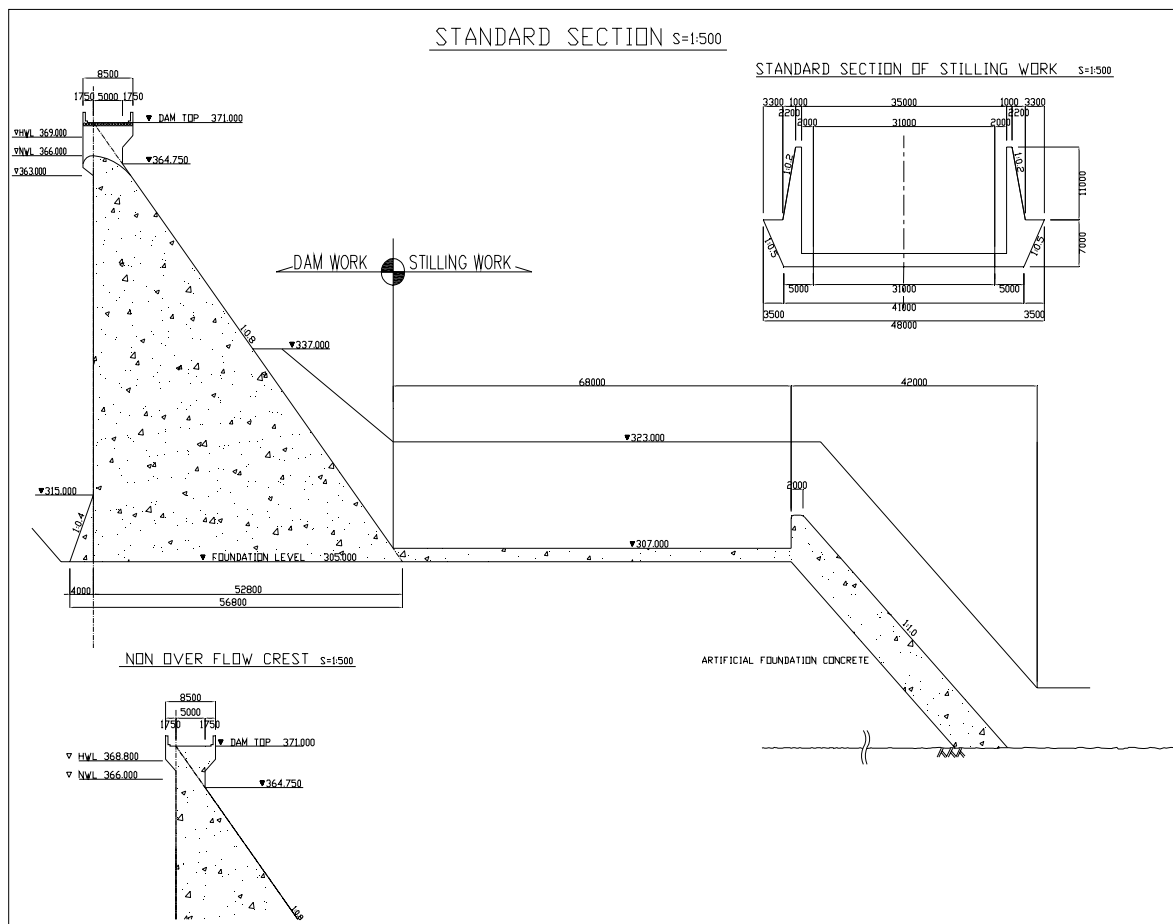


図-5.14 アユンダム標準断面図

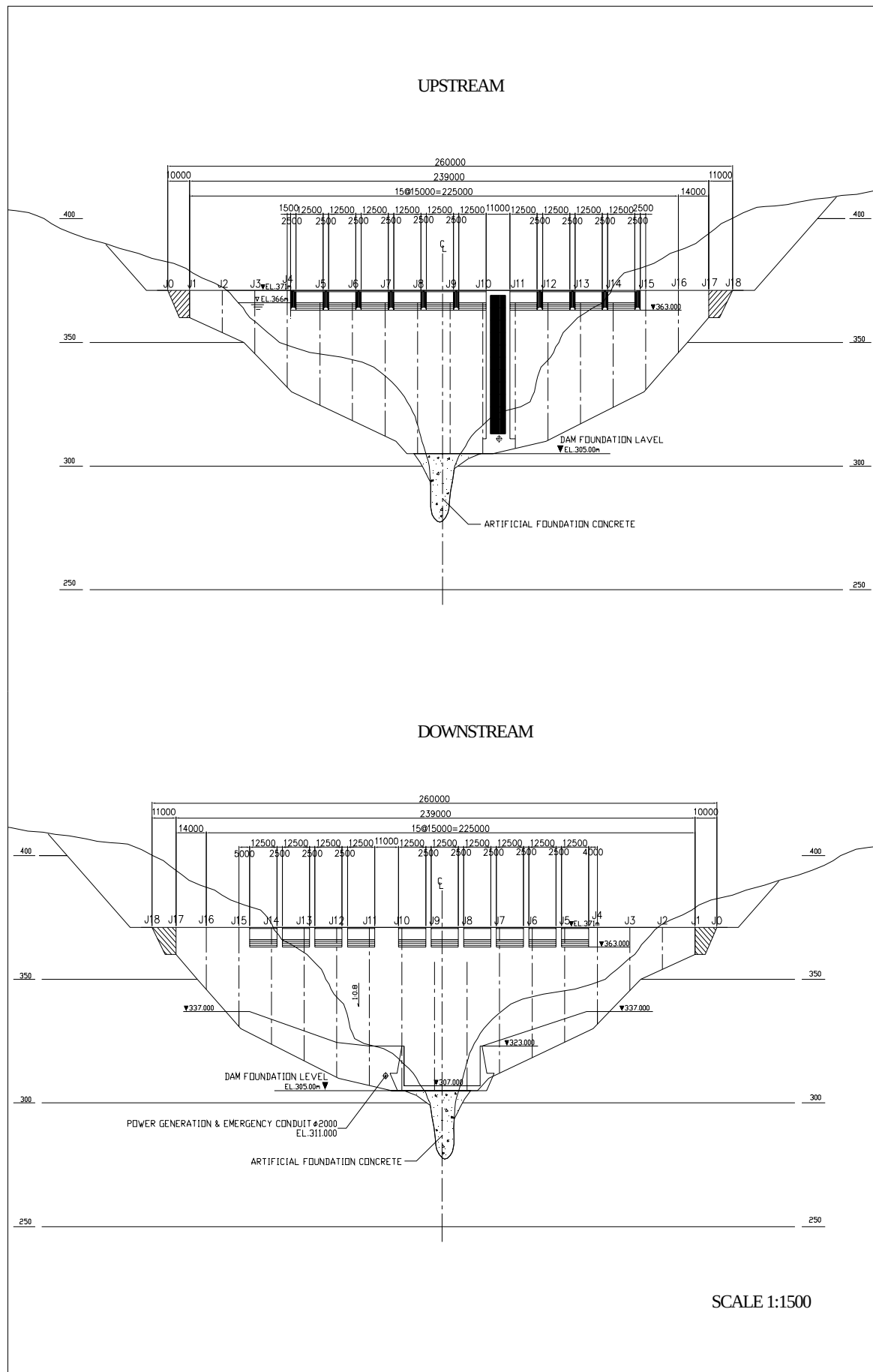


図-5.15 アユンダム上下流面図

5.3.4 砂防（貯砂）ダムの設計

本川と支川の貯水池上流端付近の貯砂ダム諸元を以下に示す。

表-5.9 アユンダム上流 貯砂ダムの諸元

項 目	本川貯砂ダム	支川貯砂ダム
1.ダム位置	アユン川	シアップ川
2.流域面積(km ²)	159.3	64.5
3.計画堆砂量(m ³)	50,300	21,100
4.設計洪水流量(m ³ /s)	570	240
5.水通し断面下幅(m)	20	10
6.越流水深(m)	6.0	5.2
7.ダム高(m)	13.0	7.0
8.堆砂長(m)	1,220	990
9.貯砂容量(m ³)	50,300	21,100

5.3.5 貯水池整備計画

環境整備計画については、計画地である、ダムサイト、貯水池（ダム湖）の他に近傍の主要集落、寺院や祠（ほこら）、聖水等の「聖域施設」、近傍の観光地であるウブド（Ubud）他を想定して、整備テーマを以下のように定め、概略計画を立案した。3つのゾーンを対象とした整備概要を以下に示す。

表-5.10 整備ゾーン別の整備イメージとその整備計画

ゾーン	場 所	シンボルカラーとイメージ	計画の概要
Aゾーン ■整備テーマ 「舞踏ステージ」 「湖面回遊」	Ayung 川と Siap 川の合流 地点	シンボルカラーは「黒」（ヴィシュヌ＝水）とし、イメージは「水」「静」（＝「聖」；「悟る」）「舞踏」「清め」で「女性」的。	1) 「水の上の舞台」（舞踏ステージ）※特に夜間に行う。舞台、湖面を照らす照明、かがり火 2) 舞台を囲む「客席」 3) 地元の人の手漕ぎの小舟で、観光客を湖面へ渡らせ移動させる 4) 「舟着き場」とエントランスゾーン（Cゾーン）から舟着き場へ降りる動線の整備 5) ダム湖の一部を淡水魚の養殖場として地域住民に開放。観光釣り堀としても利用可能
Bゾーン ■整備テーマ 「文化の村」 「交流の村」	Ayung 川 右岸の敷地	シンボルカラーは「白」（シバア）とし、「融合と調和（正負を含む「全体性」）」、イメージは「大地と水」「緑と水」「静」（＝癒し）と「動」（＝人の営み・活動、知覚；色々な活動を通して知覚する）で「両性」的。	1) 各テーマ（文化施設；バリ文化に関連する文書を集めた図書館・交流文化施設、芸能、アート、学習、癒し、スパ等）のコテージ（塀に囲まれた庭付き）風の建築を配置 2) 上記のコテージの中には「教育関係施設」も含める。例えば「水稻文化」研究の拠点施設を誘致する。 3) 修景的な整備として、棚田風の段々のプール 4) 水牛車により周回する（※住民の現金収入）
Cゾーン ■整備テーマ 「エントランス」 「トランジット」	Siap 川左岸	シンボルカラーは「赤」（ブラフマ＝火）とし、イメージは「火」「動」（＝人の往来・交流）「浄化」で「男性」的。	1) 駐車スペースの整備 2) トランジットゾーン；Aゾーン（湖面）、若しくはBゾーン（対岸）に移動。 3) 堤体上は唯一、視界・景観の開けた高台とする。ここへは基本的に水牛車でしか行けない、渡れない

5.3.6 アユンダム発電計画

発電計画として、放流水とダム水位（水頭）を利用した「従属式発電による発電計画」を立案した。発電水量は、放流管から分岐して使用する。最適規模の検討は、C(費用)/V(便益)法により行った。単価については、KW 価値単価、KWh 価値単価は、発電の年効用算定のための単価(山元発電単価 kw 価値 32,854 円/kw、kwh 価値 12.29 円/kwh、2001 年)を用いた。

上記より求められた、年経費(C)と便益(V)との比(C/V)が、 $C/V \leq 1$ であれば基準火力に対して、等価ないしは、優れた経済性を有していると判断される。また、最適規模としては、V-C が大きくかつ、C/V が小さいものが最も効率の良い規模と言える。最大使用水量 5 ケースの検討結果は、以下のとおりである。

表-5.11 最大使用水量に対する経済性(V-C, C/V)

ケース		最大使用水量 (m ³ /s)					備 考
		8.0	10.0	11.0	12.0	14.0	
最大出力(KW)	①	5,320	6,650	7,310	7,980	9,310	
L5 出力(KW)	②	4,402	4,729	4,756	4,782	4,687	
発生電力量(MWh)	③	39,828	44,253	45,100	45,896	45,885	
有効出力(KW)	④	4,204	4,516	4,542	4,567	4,476	②×(1-停止率)
有効電力量(MWh)	⑤	38,036	42,262	43,071	43,831	43,820	③×利用率
KW 価値(千円)	⑥	138,115	148,375	149,222	150,038	147,057	④×KW 価値単価
KWh 価値(千円)	⑦	464,036	515,592	525,460	534,734	534,606	⑤×KWh 価値単価
年便益(千円) (V)	⑧	602,151	663,967	674,682	684,772	681,663	⑥+⑦
建設費(千円)	⑨	793,000	916,000	979,000	1,031,000	1,139,000	
年経費(千円) (C)	⑩	97,539	112,668	120,417	126,813	140,097	⑨×年経費率
V-C(千円)	⑪	504,612	551,299	554,265	557,959	541,566	⑧-⑩
C/V	⑫	0.162	0.170	0.178	0.185	0.206	⑩/⑧
KW 当り建設費(千円/KW)		149.1	137.7	133.9	129.2	122.3	⑨/①
KWh 当り建設費(円/KWh)		19.9	20.7	21.7	22.5	24.8	⑨/③
設備利用率(%)		85	76	70	66	56	(③/(①×24×365/1000))×100

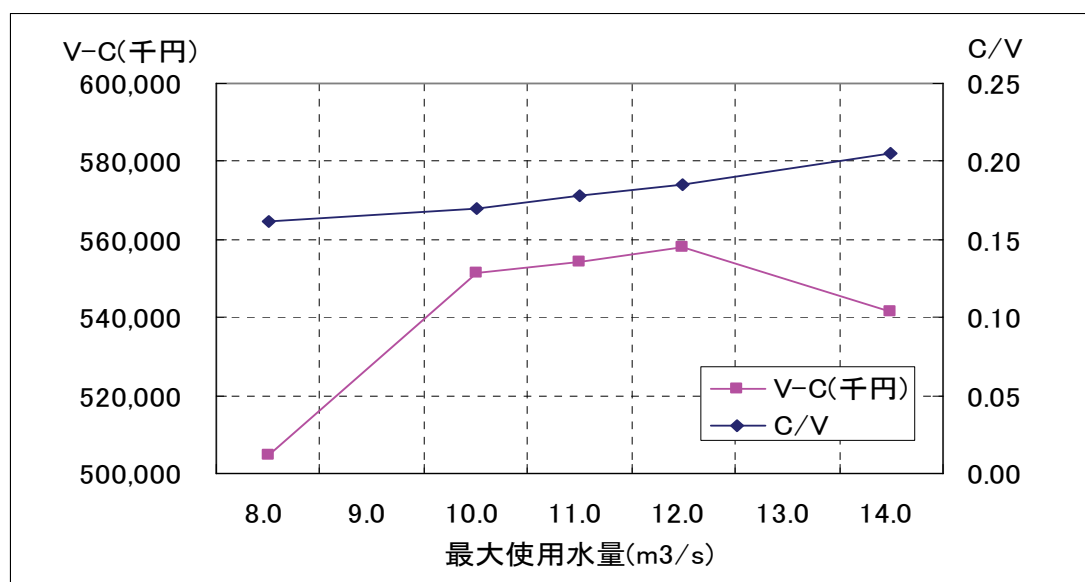


図-5.16 最大使用水量と V-C, C/V との関係

上図より、使用水量の最適規模は、V-Cが最も大きい12 m³/sを選定する。検討結果より、発電所諸元をまとめると以下のとおりとなる。

表-5.12 アユンダム発電所諸元

項 目	諸 元	備 考
取 水 位	EL.366.000 m	常時満水位
放 水 位	EL.282.000 m	
総 落 差	84.0 m	
有 効 落 差	79.8 m	総損失=4.2 m
最大使用水量	12.0 m ³ /s	
最 大 出 力	7,980 KW	
有 効 出 力	4,570 KW	L5 出力×停止率
常 時 出 力	4,570 KW	有効出力と同じ
年間発生電力量	45,900 MWh	

5.3.7 工事数量

アユンダムの主要工事数量から本体関連の主要工種の工事数量を表-5.13に示す。

表-5.13 アユンダム主要工事数量

工 種		単 位	数 量
1	転 流 工 (L=340m)		
	2.1 転流工長	m	340.0
	(形状：7.5m×7.5m 半馬蹄形)		
	2.2 呑口工・吐口工	箇所	2.0
	2.3 仮締切りダム	箇所	2.0
2	本 体 工		
	3.1 掘 削	m ³	514,000.0
	3.2 人工プラグ	m ³	50,000.0
	3.3 コンクリート工	m ³	240,000.0
	3.4 アバットメント工	m ³	750.0
	3.5 グラウト工		
	1) コンソリダクション	m	2,600.0
	2) カーテングラウト	m	29,500.0
	3) リムグラウト	m	500.0
	3.6 取水設備(放流・発電用ゲート)	Ls	1.0
	1) 取水ゲート	t	540.0
	2) 圧力放流管	t	110.0
	3.7 天 端 橋 梁	箇所	10.0
3	仮 設 設 備		
	1) コンクリートプラント	t	750.0
	2) タワークレー設備 (13.5t×75m)	基	1.0
	3) 給水プラント	t/hr	150.0
4	発 電 所		
	掘 削 工	m ³	14,000.0
	コンクリート構造物	m ³	3,000.0
	発 電 所(7900kw v)	基	1.0
5	放流・発電用ゲート)		
	1) 取水ゲート	t	540.0
	2) 圧力放流管	t	110.0

5.3.8 施工計画

(1) 施工手順とその概要

工事数量に基づく、施工手順、工種とその施工方法の概要を以下に示す。

表-5.14 施工計画の工種と施工方法、工事数量

No.	工 種	工種内容,施工方法等	工事数量等
1	仮設道路造成工	工事用道路の造成	L=2,630m, B=7~8m
2	転流工	河床部の施工を伴うため、左岸側に仮排水トンネルトンネルを施工し、転流工の呑口下流と・吐口上流部に仮締め切りを設け、河床部をドライにする	L=340m の半馬蹄形(7.5m×7.5m)
3	本体掘削工	転流前にダム天端以上の掘削を終了させる、転流後にダム天端以下を掘削する。上部からの切落としとし、積込・運搬作業は河床で行う。	掘削数量=52 万 m ³
4	堤体工（本体コンクリート工）	ELCM 工法を採用して施工する	コンクリート量=291,000m ³
5	基礎処理工	コンソリデーション・ラウチングとカーテン・ラウチングを実施する。	コンソリデーション=2,600m カーテン=29,500m
6	法面保護工	工事用道路の切土部、および堤体掘削部法面のコンクリート打設面の仮設法面保護工をおこなう。	
7	土捨場工	ダム右岸上流部に設け、捨土は EL370 以上に行う。	土捨場容量 V=145 万 m ³

(2) 施工工程

打設工程は、打設回数が 222 日、堤内構造物による休止が 60 日、初期型枠設置が 30 日となり、合計で 312 日である。月打設可能日数を 16 日とすると、延べ施工月数は、上表より 21.5 月（本体部のみ）となり、月平均打設量は 11,500m³となる。

上表に基づく施工工程を図-5.17 に示す。

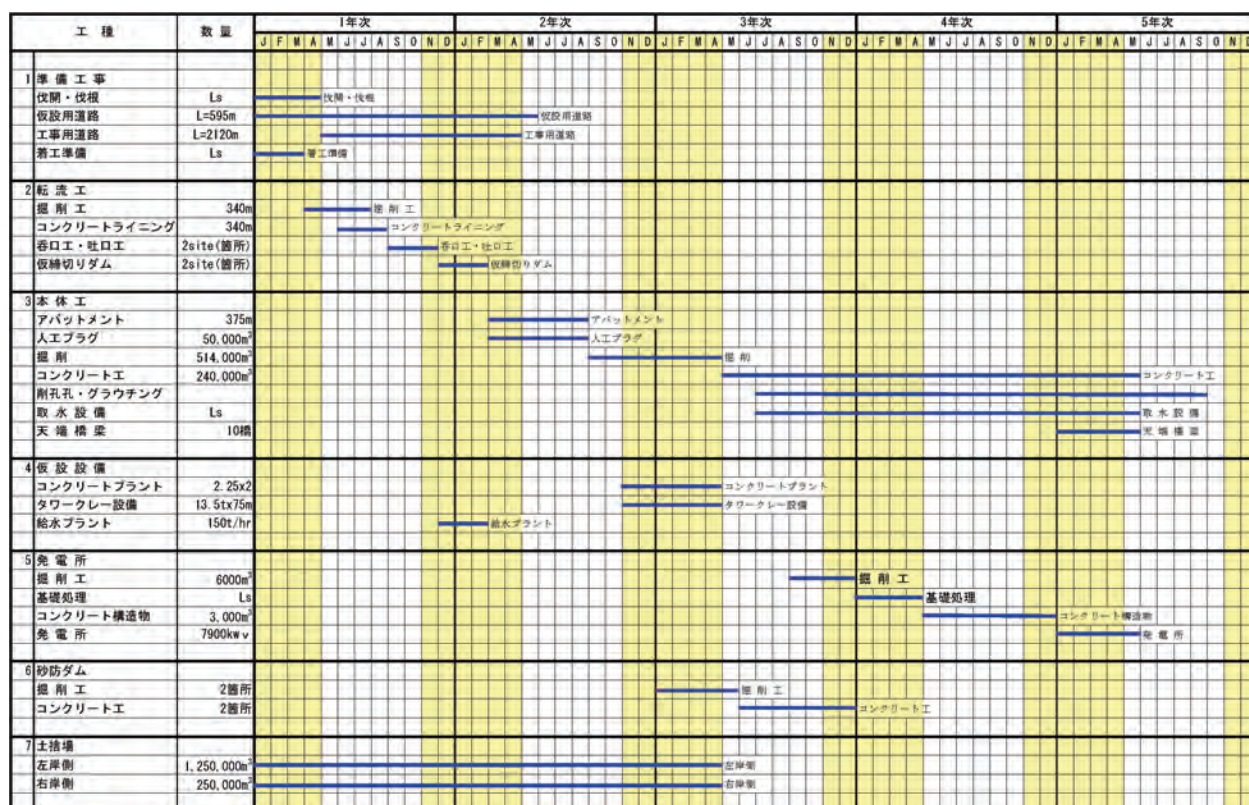


図-5.17 アユンダムの施工工程図