

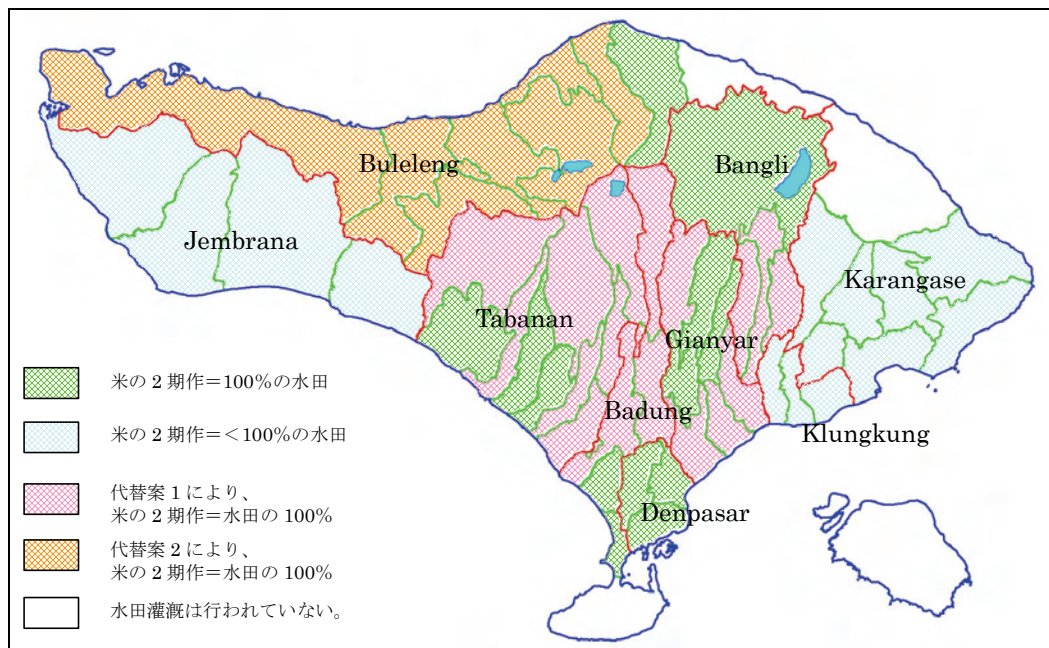


図-4.9 余剰水の利用による米の作付面積の改善対象地域

4.3 多目的ダム開発計画

4.3.1 アユンダム計画

デンパサール市とその周辺のパドン県は、人口の増加、工業等の進展等に伴って、西暦 2025 年を目標とする水需要に対して水資源の開発が必要な状況にある。この地区の水源は河川水と地下水（深井戸）であるが、地下水は賦存量に対してはほぼ開発されており、今後の開発は河川水に依存せざるを得ない状況にある。ダムサイトは、乾期においても近傍の河川に比べて流況が良いアユン川を選定した。

アユン川は、流域面積、302km²、流路延長約 62 kmの河川である。アユンダムは、アユン川と支川シアップ川との合流点の下流地点(右岸がパドン県、左岸がギャニアル県)に計画され、その流域面積は 218K m²である。

アユンダム計画の目的は以下の通りである。

- ◆ 都市用水の開発; 1,800 lit/s（日量 155,500 m³）
- ◆ 既設灌漑用水への補給や正常流量の確保（不特定用水）
- ◆ ダムの放流水を利用した発電(最大 7,980 KW =7.98MW)

(1) アユン川の流況特性と水利用状況

アユン川における水位、流量観測状況は、シダン（Sidang）及びブアंगा（Buangga）の2地点にて、実施されている。ブアंगाはアユンダム計画地点に相当する。ブアंगाの流況表は、表-4.12 に示す通りであり、最小流量で 6.5m³/s 程度である。

表-4.12 ブアंगा地点流況表 (m³/s)

最大	75-日 (豊水)	185-日 (平水)	275-日 (低水)	355-日 (渇水)	最小	備考
22.55	10.47	8.98	8.01	7.18	6.58	Data 1973-1985

アユン川の利水現況図は図-4.10に示している。

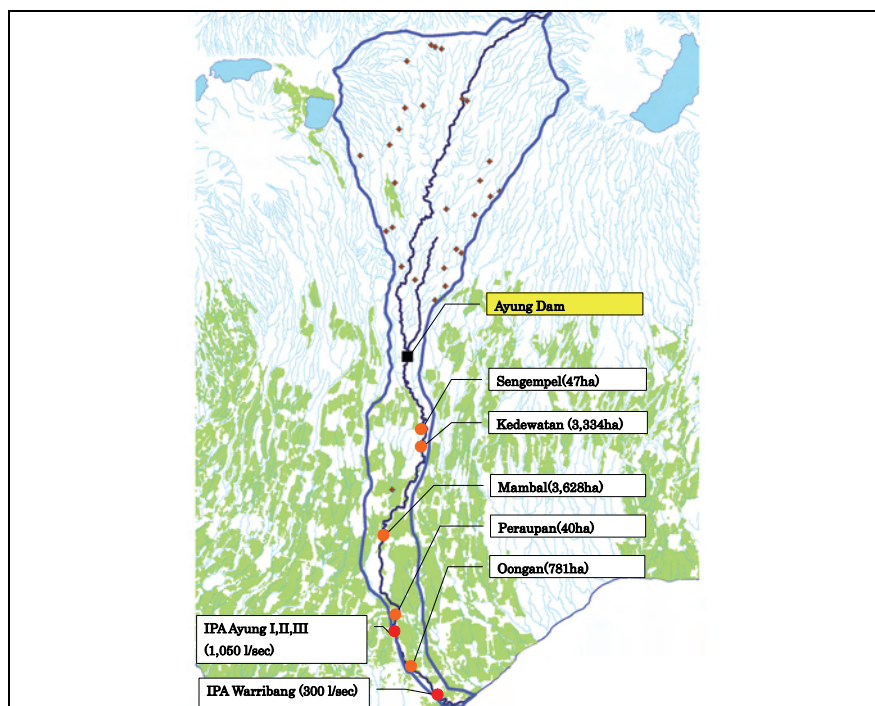


図-4.10 アユン川の取水地点

(2) 水資源開発の基本的な考え方

アユン川における水資源開発の基本的な考え方は以下に示す通りである。

- ◆ 都市用水は、新たに 1,800 lit/s の水を開発する。また、計画にあたっては、10 年に一回の確率で発生する渇水時にも十分な供給が出来るよう計画する。
- ◆ 農業用水については、渇水時にも現状の作付けパターンが維持できるよう計画する。さらに、1 期作から 2 期作への転用が可能な水量を補給する。
- ◆ 発電計画は流れ込み式発電として、電力を安定的に供給することにより、バリ州における電力需要に寄与する。
- ◆ 水環境については、水質悪化が見られるテンパサール都市圏の河川浄化用水として、ダム貯水池の効率的・効果的な運用により放流する。

(3) ダムの利水容量計算

<計算条件>

計算条件は表-4.13に示す通りである。

表-4.13 アユンダム利水容量の計算条件

項 目	内 容	摘 要
計算期間	1972～1986	流量整備期間
計算単位	半旬流量	
灌漑用水(既得)	単位面積当り灌漑水量×灌漑面積 雨期:300～41700l/s 乾期:4,200～12,000 l/s	作付け方法改善、灌漑用水量は、1 期作から 2 期作への転換を考慮して設定。
水道用水(既得)	1,350 lit/s	IPA AYUNG 1,050 lit/s WARIBANG 300 lit/s
新規都市用水	1,800 lit/s	プラウパン地点
河川維持用水	400 lit/s	ワリバン地点

<必要ダム容量の計算>

ダムから補給を行った計算結果は、図-4.11に示す通りである。ダムによる利水補給計画としては、貯水池容量とダム高との関係、渇水頻度等を考慮して、15 年間で 2 番目の渇水年である 1983

年を選定する。このときのダムの必要容量は9百万 m³となる。表-4.14参照。

表-4.14 利水計算結果に基づく利水必要容量

順位 (順位/年数)	必要容量 (x1,000m ³)	生起年 (西暦)
1 位 (1/15)	15,000	1977
2 位 (採用)(2/15)	9,000	1983
3 位 (3/15)	8,400	1985
4 位 (4/15)	5,300	1980
5 位 (5/15)	2,200	1982

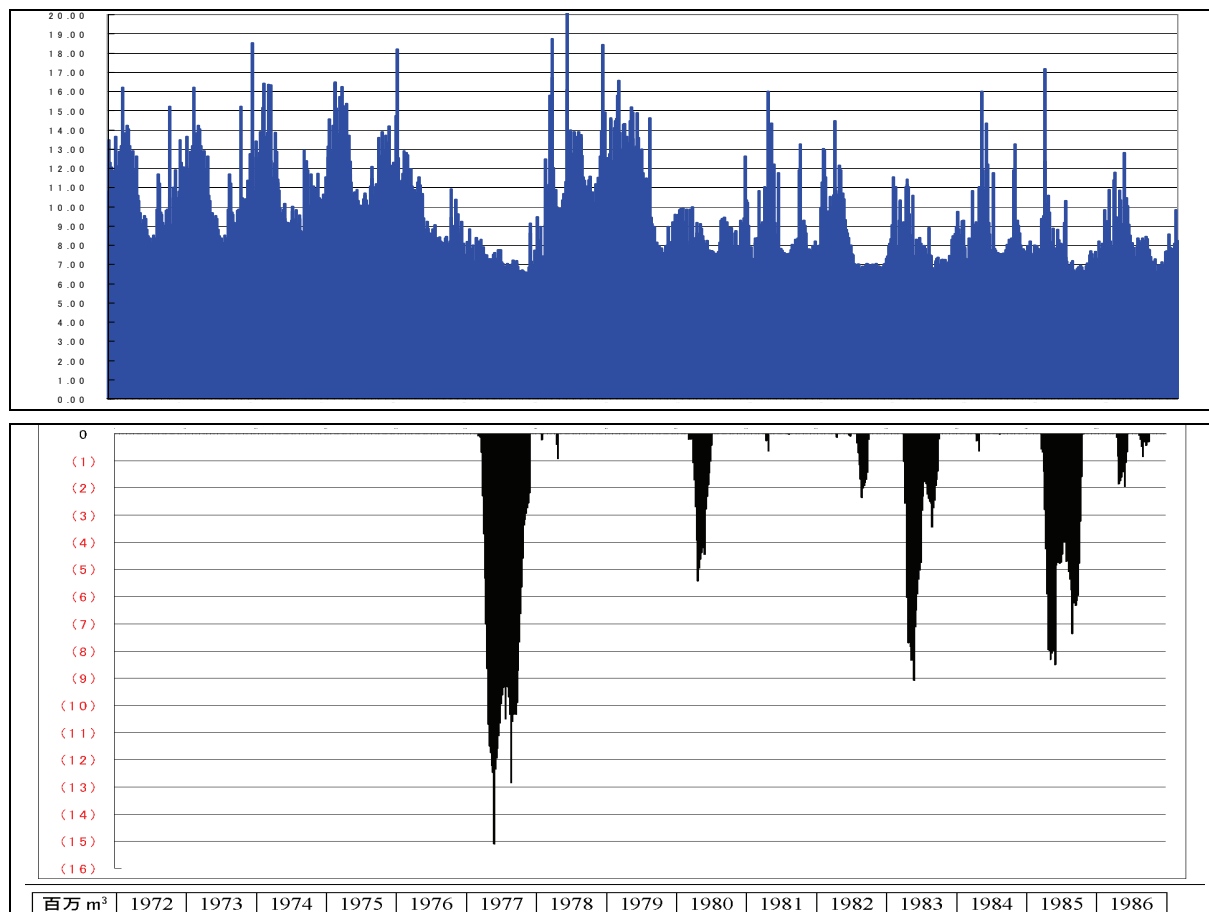


図-4.11 アユンダムの利水容量計算

(4) 堆砂計画

本計画では、2002年に計画されたアユンダムの比堆砂量(417m³/km²年)を採用した。また計画堆砂年数は、平均的な50年を採用する。計画堆砂量は、以下のように定められる。

$$417 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年} \times 218.4 \text{ km}^2 \times 50 \text{ 年} = 4,553,640 \text{ m}^3 = 4,600,000 \text{ m}^3$$

貯水池容量とダム高との関係から、ダムにおいては、上記のうち、1,000千 m³のみを堆砂し、残りについては、支川を含む貯水池末端に貯砂ダム(合計2基)を造ることにより対応する。

表-4.15 計画堆砂容量と貯砂ダム容量

確保方法	堆砂、貯砂容量	施設位置
アユンダム	1,000,000	Ayung Dam 堆砂量
貯砂ダム	3,600,000	本川と支川にそれぞれ1箇所づつ建設、合計2基

(5) 貯水池容量配分

検討結果を基に、アユンダムの貯水池容量曲線配分を表-4.16の通りとする。(図-4.12参照)

表-4.16 アユンダム貯水池容量配分

目 的	容量(m ³)	貯水位	備 考
1)都市用水 2)灌漑 3)維持用水	有 効 容 量 : 9,000,000	常時満水位 : EL 366.0 m (10,000,000 m ³)	都市用水 : 1,800 lit/s 既得灌漑 : 8,820 ha 灌漑拡大 : 1,000 ha
堆砂容量	1,000,000	最低水位 : EL 325.0 m	10 年分を確保

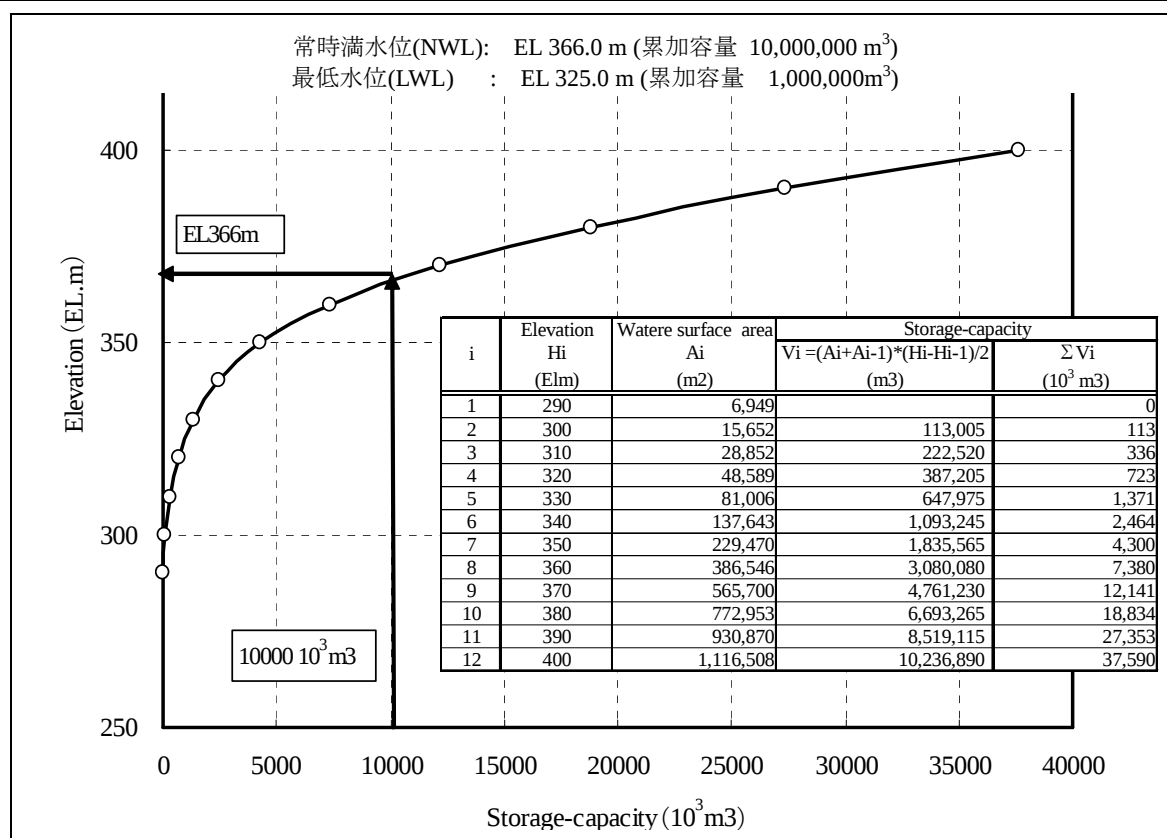


図-4.12 貯水池容量曲線と容量配分 (Ayung Dam)

(6) ダムサイトの選定計画

アユンダムは、ダム計画条件検討成果に基づき、貯水容量 10,000 千 m³ の規模として検討した。選定範囲は、既往調査ダム軸付近の地形、地質状況と比較して変化が少なく、またアユン川の河川利用(ラフティング)、河川沿いに点在するホテル用地等の社会条件を考慮し、Ayung 川と Pungsa 川の合流地点から下流 3km の区間とした。図-4.13参照。

選定したダムサイトは、上流側より A サイト、B サイト、C サイトである。現地調査から得られる地形情報としての地形図は 1/25,000 を使用した。3 ダムサイトを比較した結果は表-4.19 に示す通りである。比較検討の結果、アユンダムサイトは次の観点から A サイトを選定した。

- ◆ 3 サイトの選定範囲はほぼ同種な地形となっている。河床部には堅硬な熔結凝灰岩、両アバットは軟質な凝灰角礫岩が分布し、地質的な大差は認められない。
- ◆ ダム計画である 10,000 千 m³ 程度の容量を確保できるダム上流サイトは A サイト 100.0m、B サイトで 87.0m、C サイト 82.0m である。重力式コンクリートダム（選定理由は後述）としての堤体積の差はほとんど見られない。
- ◆ 補償においては、最下流の C サイトの左岸アバット部がホテル用地にかかり、避けることはできない。A サイトについては左岸側に墓地があるが、避けることができる。
- ◆ B サイトは A サイトと比べ、地形・地質上のメリットは認められず、また貯水効率も大差ないことから、既往のボーリング資料等の地質情報が多い、A サイトを対象とすることが有利である。

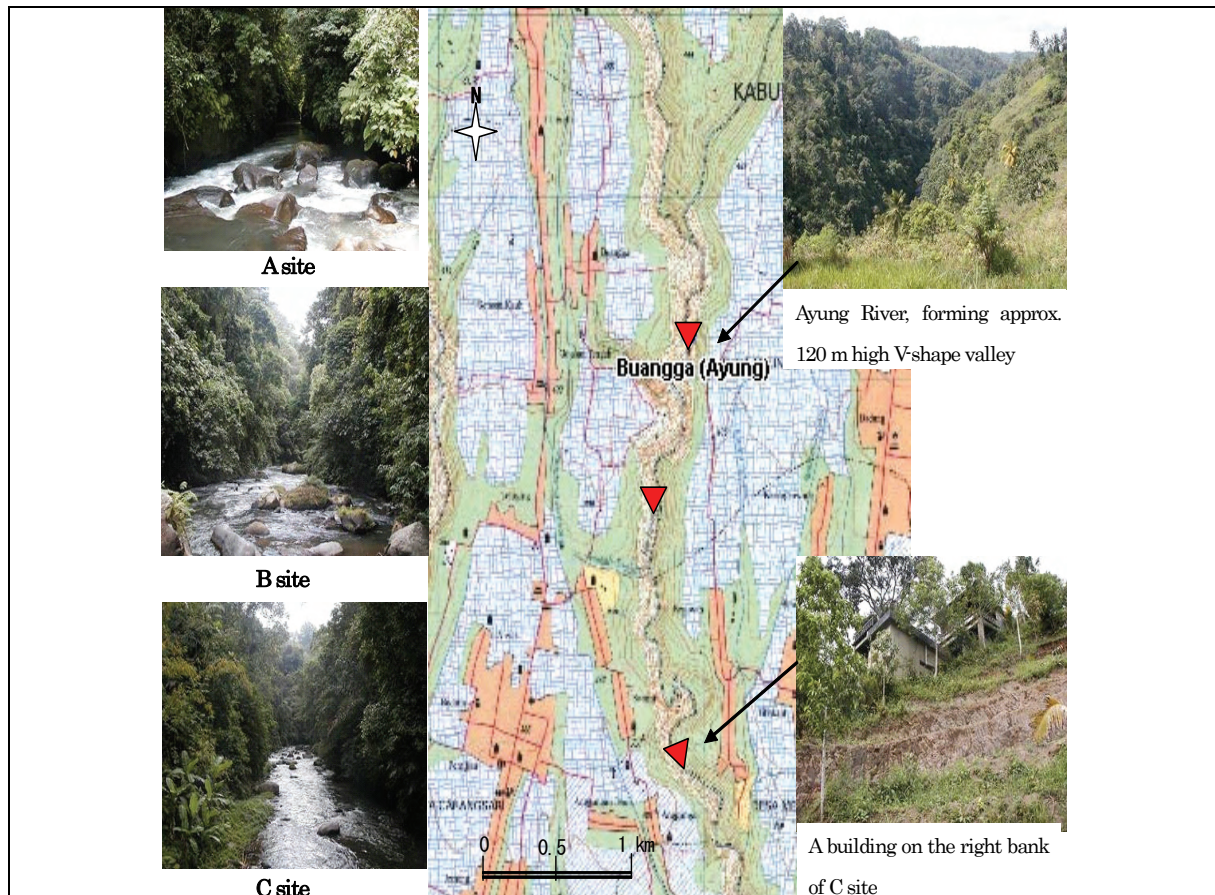


図-4.13 アユンダムサイト代替案の選定位置

表-4.17 ダムサイト候補地の比較

項目	A サイト（最上流サイト） 合流点 0.45km 地点	B サイト（中流サイト）	C サイト（最下流サイト）
断面図			
地形地質	河床部は 70°以上の 20～30m 急崖な廊下状の狭谷。 高標高部は地形が広がる。 地質は火砕流堆積物で標高に応じて硬度が異なる。	同左 A サイトより高標高部の地形が広がる。	同左 B サイトより高標高部の地形が広がる。
ダム諸元	総貯水容量 10,000,000m ³ 利水容量 9,000,000m ³ 堆砂容量 1,000,000m ³ 常時満水位 366,000m ダム天端標高 371,000m 基礎標高 305,00m ダム高 66,0m（ブランク 30m）	総貯水容量 10,000,000m ³ 利水容量 9,000,000 m ³ 堆砂容量 1,000,000 m ³ 常時満水位 341,000m ダム天端標高 346,000m 基礎標高 279,00m ダム高 67,0m（ブランク 20m）	総貯水池部 10,000,000 m ³ 利水容量 9,000,000 m ³ 堆砂容量 1,000,000 m ³ 常時満水位 310,000m ダム天端標高 315,000m 基礎標高 263,00m ダム高 52,0m（ブランク 30m）
社会条件	左岸高標高部に中国人墓地があるが避けることが可能	左岸上流高標高部にラフティング会社受付（SOBEX）およびエレファントサファリあり。 ダムサイトはラフティングコースの区間	左岸中～高標高部にホテルがあり、直下流の川に面する斜面上にコテージが散在する。
総合評価	○	△	×
	各ダムサイトにおいて堤体積はほぼ変えられないため経済的な差はなし C サイトはホテルの用地にかかることから除外 A サイトと B サイトの比較では、現時点では A サイトの地質情報が多いことから有利		

(7) ダムサイトの地形、地質概要

<地形>

左右岸の頂部は、南方に向かって緩傾斜する台地状の地形を呈しており、これをアユン川が深く削り込んで南方へ流下している。ダムサイトから上流約 400m で比較的大きな左支川シアップ(Siap)川が合流している。

谷の横断形は、河床 (EL.280m) からの比高約 60m (EL.340m) までは、 $50\sim60^\circ$ 前後の急斜面を形成しており、特に比高 30m までは廊下状の峡谷を成す。その上部では地形が開け、河床からの比高 110 m 付近 (EL.390m) までは傾斜 $30\sim40^\circ$ の斜面となる。さらにその上部は 20° 程度の緩斜面となって上述の台地状緩斜面 (EL.420m) へと連なる。



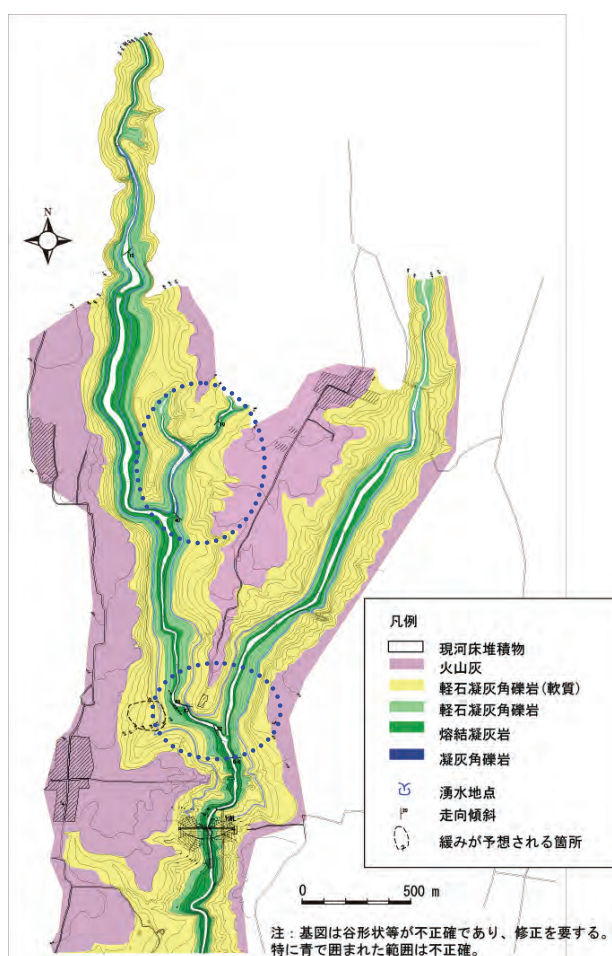
図-4.14 ダムサイト候補地点

<地質>

第四紀更新世凝灰角礫岩等を基礎とする旧アユン川の谷地形を約 2 万年前の火砕流堆積物である熔結凝灰岩や軽石凝灰岩が埋めている。貯水池内は熔結凝灰岩、軽石凝灰岩が分布する。また、下位の凝灰角礫岩が局所的に出現している (矢印箇所)。

崖錐堆積物は急崖下部や標高約 340m 以上の緩斜面に薄く分布し厚さは 1~2m 以下。

河床堆積物は中~小礫混じり砂を主体とする。厚さ 5m 以下。礫径 1m 以上の熔結凝灰岩の巨礫が散在するがあまり円磨されておらず、周辺の崖から落下したものと思われる。



貯水池地質平面図

図-4.15 ダムサイト付近地質図

ダムサイトの地質は全般的に火砕流堆積物よりなり、河床からの比高約 30m (地表で EL.310 m 付近) までは溶結度が高く硬質の溶結凝灰岩よりなるが、その上部は弱~非溶結で中硬質~軟質である。地表では、EL.330m 付近より高標高部は非溶結の軽石質凝灰岩よりなるが、半固結状態のいわゆる「シラス」である。これらの基盤岩を覆って、台地状地形部の表層には軽石およびロームが 60cm 程度分布している。地質層序は、図-4.16 に示す。

模式断面図	地質
-------	----

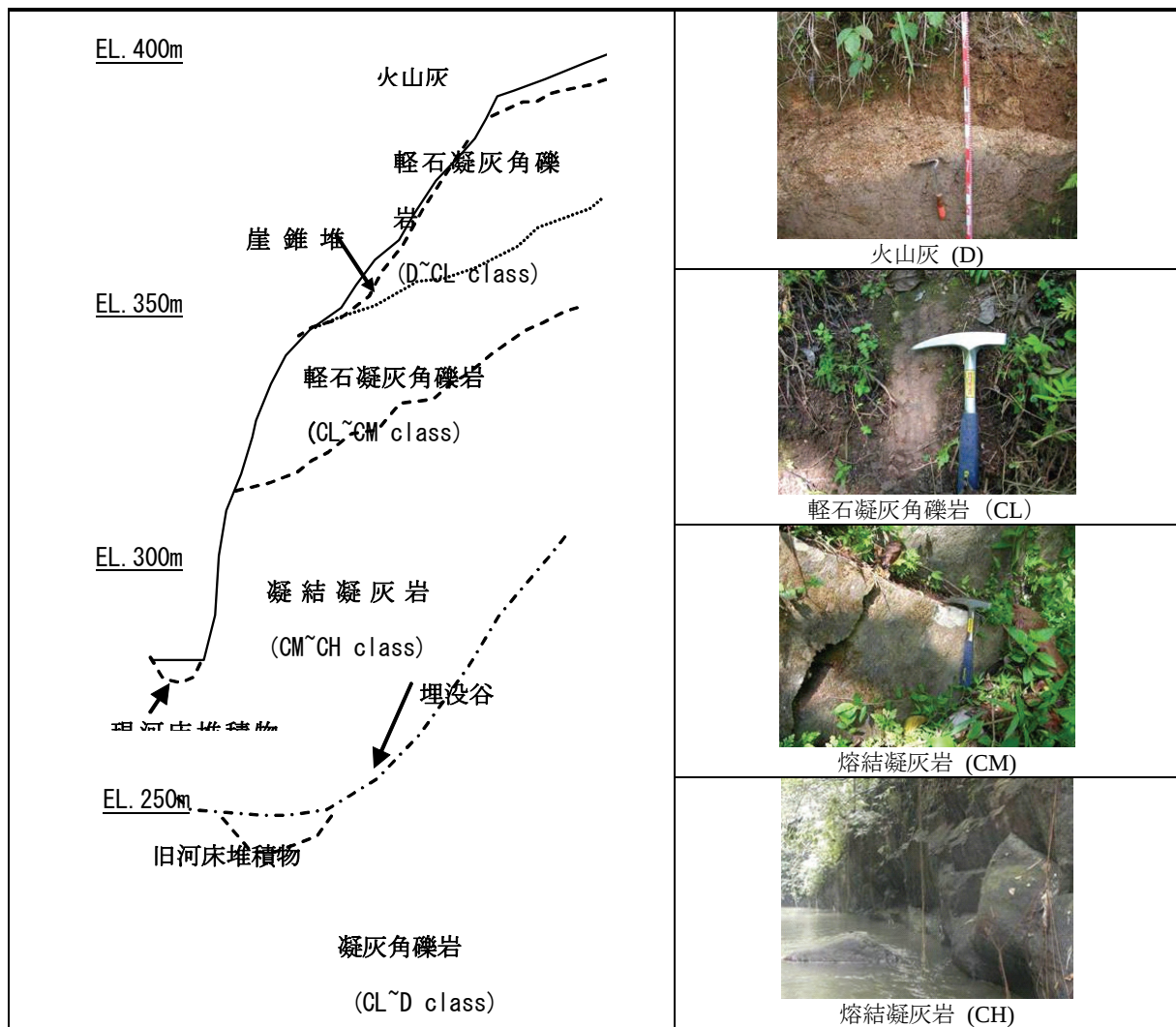


図-4.16 アウンダムサイト 地質層序表

(8) 建設材料

建設材料調査としては、1989年のJICA調査において実施されたダムサイトから7km離れたBt. Payung（パユン）地点と16km離れたBaturiti（バトゥリティ）地点の2地点の他に、本調査において選定されたAサイト近傍並びに貯水池内、バリ島の骨材の供給源であるクルンクン県ウンダ川河口、その他（TELAGA TENJUNGダム、カラニアセム）県サプタ川について実施した。現地調査結果を整理すると以下の通りとなる。（図-4.17参照）

パユンおよびバトゥリティ地点

- ◆ 周辺環境を見ると、両サイトともに、宅地および耕作地が広がり、寺院等の宗教施設が近接しており、原石山としての開発は周辺住民への影響が非常に大きく、適していない。
- ◆ コンクリート骨材としては低品質の部分が多いことに加え表層部は風化が厚いため、廃土量が多くなり経済的でないことが予想される。
- ◆ 原石山までの道路状況をみると勾配が大きく、また幅員もなく、ダンプトラックによる大量運搬には適していない。

貯水池近傍

- ◆ 貯水池内では、アウン川の河床砂礫は量が少なく、また、コンクリート骨材もしくはロック材として利用可能な堅岩はアウン川の河床標高付近に限られているため、開発には上部70～80mほどの土砂廃土が必要となり不経済である。

以上の調査結果から、ダムサイト近傍には良好な原石山サイトがないため、ロックフィルタイプの高ダム建設は困難と判断された。なお、調査時で施工中のTELAGA TENJUNGダム（中央コア型ロックフィルタイプ）の担当者の情報によると、コンクリート骨材はカラニアセム県のサ

プタ川から運搬しているとのことであり、この間は約 60km の距離となる。

バリ島内の他のコンクリート骨材の供給地としては、クルンクン県の下流に位置するウンダ川の河口付近（アユン川ダムサイトから 40km）があり、河床礫の採取が期待できる。ウンダ川の砂礫は、現地踏査結果および既存資料によると質・量ともに優れている。

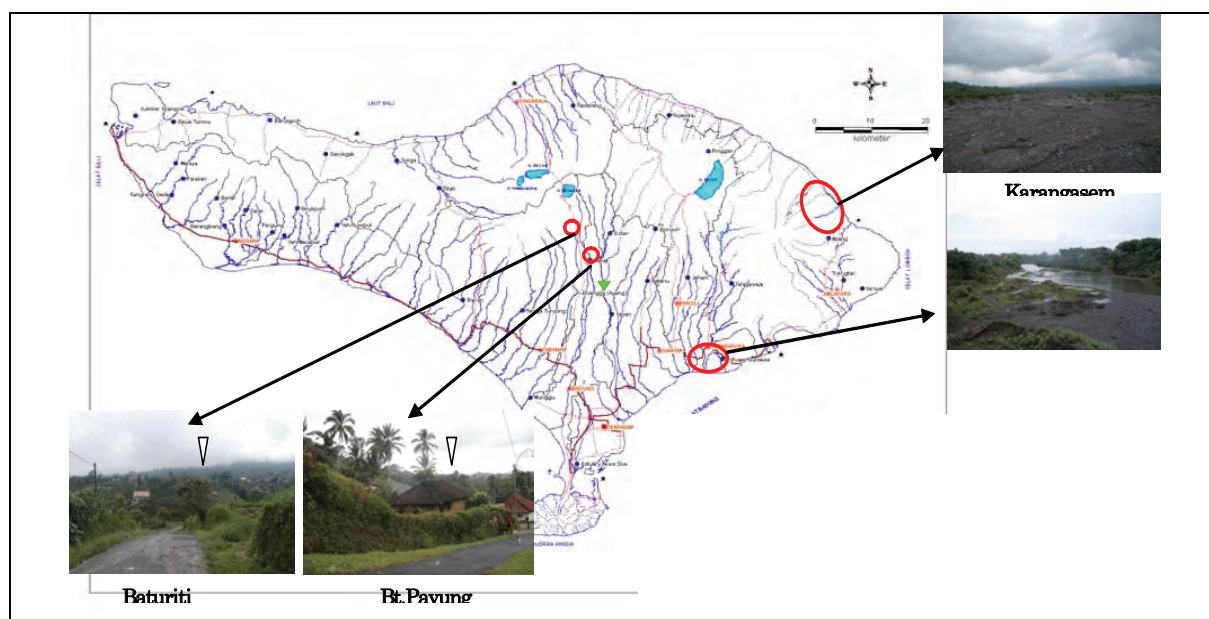


図-4.17 ダム建設材料採取 候補地点

表-4.18 ダム建設材料採取地点の比較

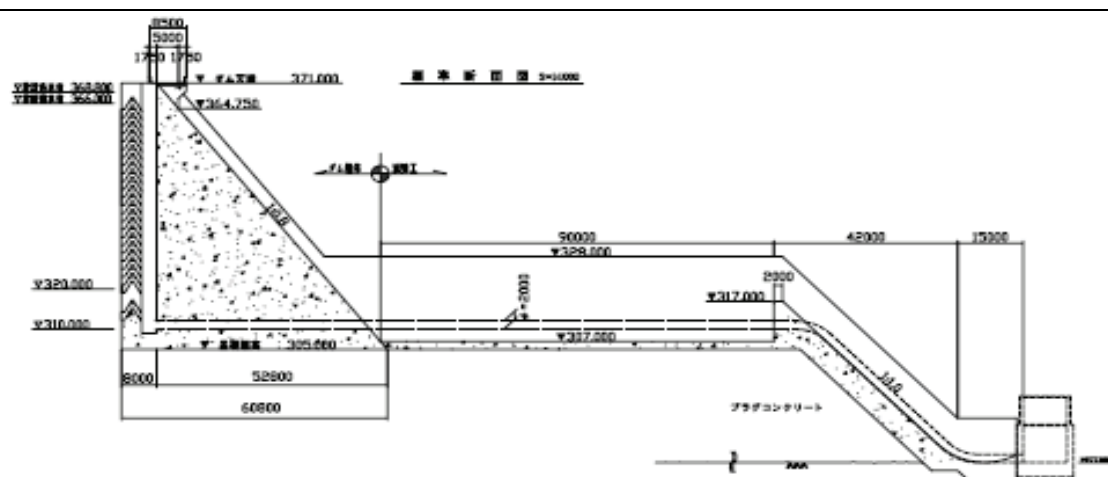
代替案	カラニアセムサイト	ウンダ川 スマラブラサイト	ブキットパユン サイト	バトゥリティ サイト
採取対象	扇状地堆積物	扇状地堆積物	ロック材	ロック材
岩種、材料	細骨材（砂、砂利）	細骨材	礫岩、粗粒玄武岩	安山岩
運送距離 (Km)	30	60 以上	7	16
推定賦存量 (百万 m ³)	量的に多く、推定は不可能	量的に多く、推定は不可能	42	1.7
補償等の現況	問題なし	問題なし	集落、寺社多い	集落、寺社多い
結 論	○(適)	○(適)	×(不適)	×(不適)

(9) ダム型式の比較

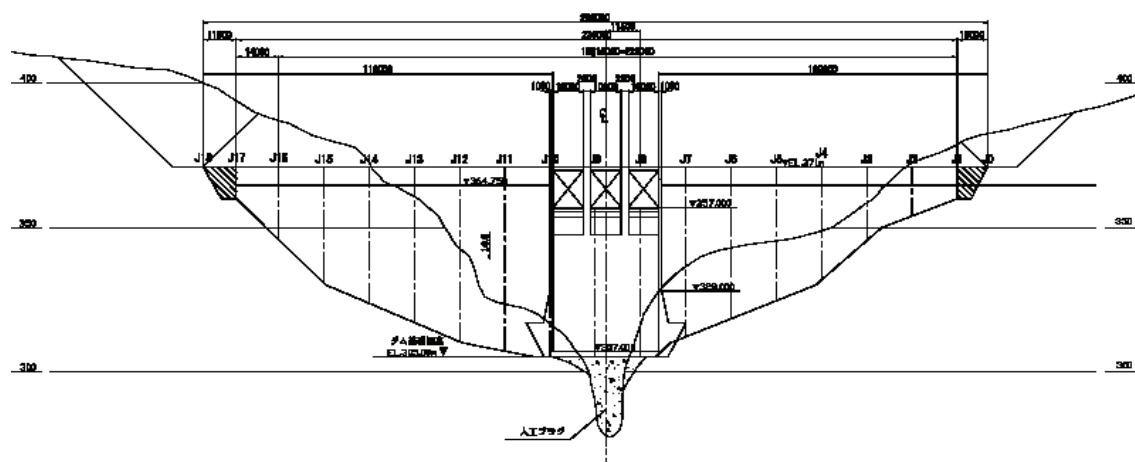
ダム型式として、重力式コンクリートダムとフィルダム形式を検討した。比較検討結果は、表-4.19に示す通りである。比較検討した重力式コンクリートダム案とフィルダム案のダム一般図を図-4.18、図-4.19に示す。比較表より、経済性、施工性、材料調達の容易さ等を考慮して、重力式コンクリートダムをアユンダムのダム型式として選定した。

表-4.19 ダムタイプの比較結果

ダムタイプ	重力式コンクリートダム	ゾーン型ロックフィルダム
計画諸元	ダム高 66.0m 非越流部標高 EL.371.0m ダム天端標高 EL.371.0m 基礎標高 EL.305.0m 堤頂長 235.0m ダム天端幅 5.00m ダム堤体積 296,00m ³ 最低水位 EL.325.0m 常時満水位 EL.366.0m サーチャージ水位 EL.366.0m 設計洪水位 EL.369.0m	ダム高 67.0m 非越流部標高 EL.372.0m ダム天端標高 EL.372.0m 基礎標高 EL.305.0m 堤頂長 235.0m ダム天端幅 10.00m ダム堤体積 1,500,000m ³ 最低水位 EL.325.0m 常時満水位 EL.366.0m サーチャージ水位 EL.366.0m 設計洪水位 EL.369.0m
配置面	洪水吐き、減勢工の配置が容易である。また、比較的浅部で堅岩が得られるためダム規模的に有利である、座取りを行うにあたっての自由度が比較的大きい。	洪水吐き等のレイアウトが地形的に制限される。堤体が貯水池を侵すため容量確保のための設計水位を上げる必要がある。また、これに伴って用地面でも不利となる。
施工面	材料の調達が比較的容易であり、ダム規模、施工条件等からフィルタイプに比べて施工期間、施工の容易性の面で優れる。	材料調達が困難であり、ダム規模、施工条件からコンクリートダムに比して施工性に劣る。
経済性（ダム費）	106 億円（100%）	126 億円（119%）
総合評価	地形、地質の状況からコンクリートダムの構築が容易。 コンクリートダムは洪水吐き、減勢工等のレイアウトが容易であり、規模的にも有利。 材料調達面、ダム規模等から施工性、経済性でコンクリートダムが優れる。 ○	×



【標準断面図】



【下流面図】

図-4.18 重力式コンクリートダム案

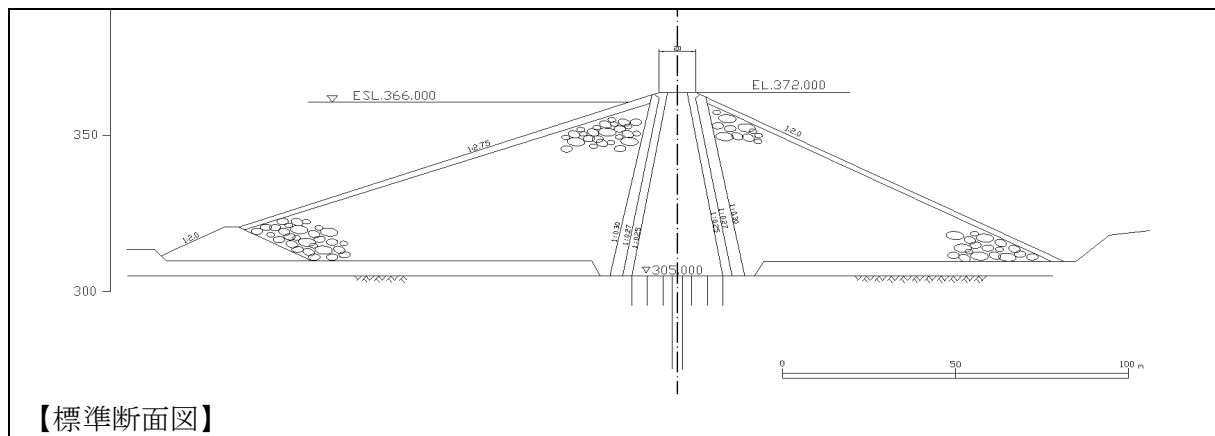


図-4.19 ロックフィルダム案

(10) 概略発電計画

発電計画は、アユンダムの常時満水位（取水水位）、想定されるダム位置（水圧管路と発電所）、下流河道（放水水位）等の諸元を基に概略の検討を行った。

表-4.20 アユン発電所（仮称）概略発電諸元

項 目	諸 元	説 明
発電方式	従属発電（流れ込み式）	発電容量を持たずに利水放流に従属して発電
取水水位	E L 366 m	常時満水位
放水水位	E L 285 m	河床高を基に設定
総落差(最大時)	81.0 m	総落差(最大水位)=取水水位-放水水位 = EL366m-285m = 81 m
有効落差(最大時)	72.9 m	有効落差=総落差×0.9=72.9m
総落差(常時)	60.0 m	総落差(NWL+LWL の平均)-取水水位= EL345m -285m = 60 m
有効落差(常時)	54.0 m	有効落差=総落差×0.9=54.0m
最大使用水量	13.0 m ³ /s	
最小使用水量	6.5 m ³ /s	
最大出力	7.6 Mw	発電力= 9.8 ×有効落差 × 最大使用水量 × 発電機、水車効率(0.82)= 9.8× 72.9m × 13.0 × 0.82 = 7,615 Kw
常時出力	1.9 Mw	発電力= 9.8 ×有効落差 × 最大使用水量 × 発電機、水車効率(0.50)= 9.8× 60.0m × 6.5 × 0.50 = 1,910 Kw
年間発生電力量	41,610 Mwh	年間発生電力量 =(最大+常時)/2 ×24 × 365 =(7.6+1.9)/2× 8,760 = 41, 610 MWh

(11) アユンダムの設計図面

検討結果より、アユンダムの平面、標準断面図等を図-4.20～図-4.21に示す。

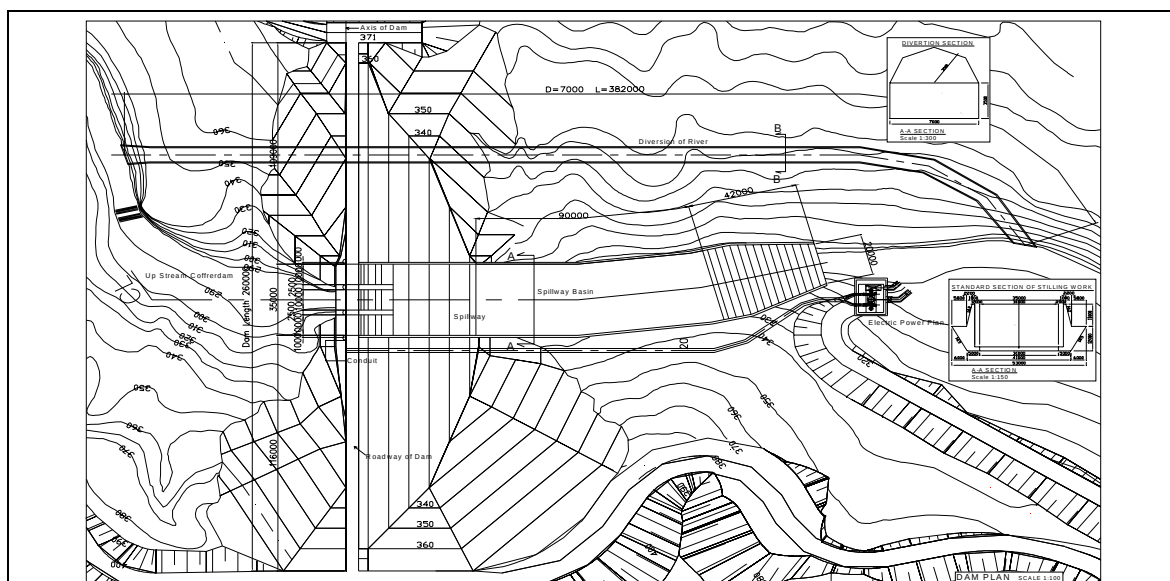


図-4.20 アユンダム平面

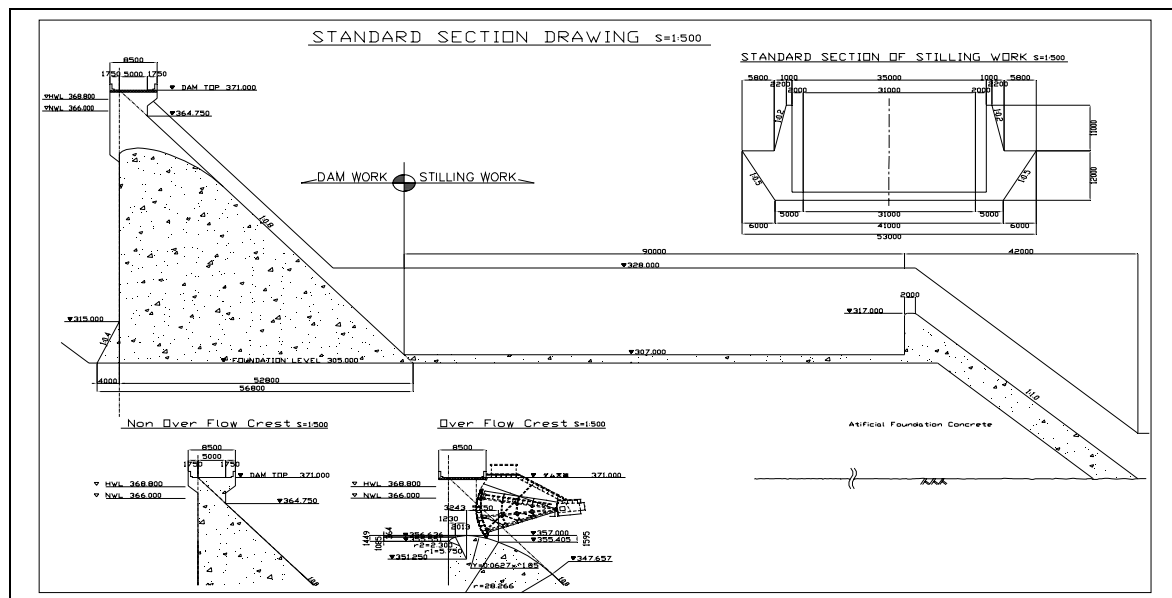


図-4.21 アユンダム 標準断面

4.3.2 ブネルダム計画

バリ州西部のジュンブラナ)県を流れるアヤバラット川に位置するムカルサリ)地区とマニスツツ地区一帯は乾期において灌漑用水が不足する状況にある。ブネルダムは、これらの地区への灌漑用水の供給と合わせて上水の開発を行うことを目的として計画された。

アヤバラット川は、流域面積 36km²、流路延長約 21 kmの河川である。ブネルダムは、上流部のムカルサリに計画されており、その集水面積は 18km²である。図-4.22参照。

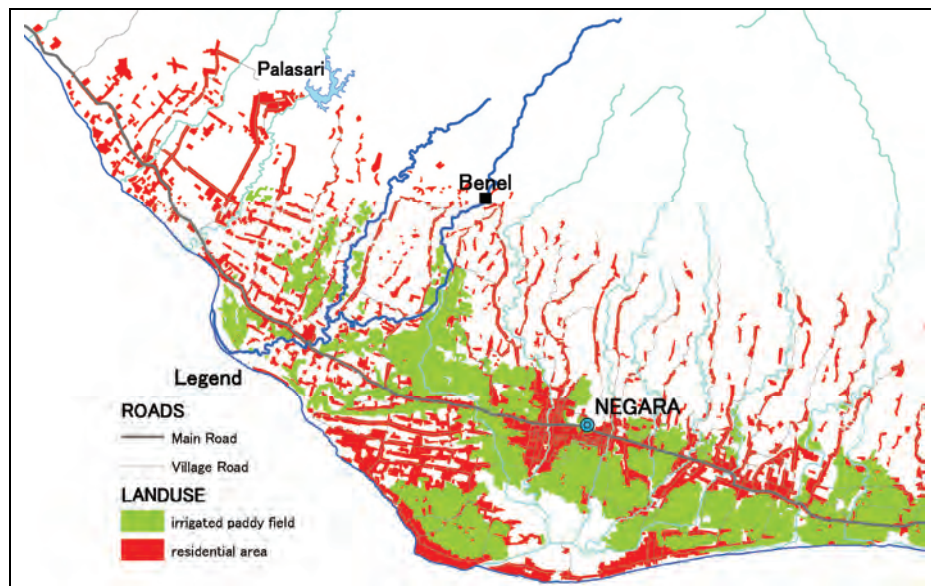


図-4.22 ブネルダム、貯水池諸元

ブネルダム建設の目的は以下の通りである。

- ◆ 灌漑用水の開発; 1.59 m³/s (灌漑面積 966ha)
- ◆ 上水開発: メラヤ、ネガラ地区へ最大 64 lit/s (日量 5,530 m³/日)

ダムの諸元は、以下に示す通りであり、ダムの平面を図-4.23に、標準断面を図-4.24に示す。

表-4.21 ブネルダム、貯水池諸元