

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

フィリピン国は、過去 10 年に 100 回以上の自然災害を観測するなど、国連による「国際防災の 10 年（1990-2000）」の最終報告においては、世界で最も災害にさらされている国として位置付けられている。このような状況の下、アロヨ政権における中期国家開発計画（2006-2010 年）では、「貧困撲滅」に向け、社会の安定につながる防災分野に高い優先度を与えている。

本プロジェクトの対象地域であるカミギン島は、フィリピン国南部ミンダナオ島とビサヤ諸島に挟まれたミンダナオ海に浮かぶ火山島である。島全体が北ミンダナオ地方（Northern Mindanao, Region X）に属するカミギン州（Province of Camiguin）となっており、人口約 7.4 万人、面積約 238 km²で、農業および漁業を主要産業としている。「フィ」国で最も美しい島「Virtual Paradise」と称され、観光開発の高いポテンシャルを有している。また、カミギン島は、中期国家開発計画において「インフラ整備等による地方分散化促進」として位置づけられる 3 つの重要度の高い湾岸高速道路（Strong Republic Nautical Highway、略称 SRNH）の内の中央湾岸高速道路のルート上にある。この高速道路を利用した SRNH-RORO システムは、ミンダナオを含む諸島経済と首都圏マニラを連結し新たな経済機会を広げる物流網として大きな期待が寄せられている。

一方、同島では 2001 年 11 月の台風ナンンによる豪雨により、島内の多くの山地斜面が崩壊し土石流や鉄砲水が発生により、死者・行方不明者約 250 名、インフラ、家屋、農業施設に総額約 5 億円の被害を被った。災害後、日本の支援（在外基礎調査 2003 年等）により、他の地域に先駆けて警報非難訓練、防災教育などのソフト対策に関する基本計画を策定し、防災体制の強化を図ってきている。しかしながら、特に被害の大きかったフバンゴン川、ポントド川流域では、災害後に特段の防災施設対策は行われておらず、被災した橋梁施設の復旧も行われていない。河道を不安定堆積物が厚く覆っており、今後の豪雨により同様の災害が発生する危険性を孕んでいる。

このような状況を受け、本プロジェクトの上位目標、プロジェクト目標は下記のとおりである。

上位目標 : カミギン島における住民生活水準の維持向上および持続的な経済成長が確保される。

プロジェクト目標 : カミギン島における洪水・土石流災害による被害が軽減される。

3-1-2 プロジェクトの概要

これらの目標を達成するために、緊急性が高く早期の効果発現が見込まれる必要最小限の防災施設対策として、フバンゴン橋改修および2基の砂防ダム建設が要請された。各施設の概要は下記のとおりである。

フバンゴン橋の改修

改修対象橋梁であるフバンゴン橋は2級国道上（島内唯一の周回道路上）のフバンゴン川に架かる橋梁である。2001年11月災害時には、ポントド川から大量の土砂および流木を含んだ泥流が下流の村を破壊するとともにフバンゴン川に流入し、結果、この泥流がフバンゴン橋に集中し橋桁に大きな損傷をもたらした。損傷後、現地では損傷が大きい上流側を閉鎖し片側交通の措置を行っていたが、桁のみならず、橋梁の不当沈下、もしくは床版コンクリートにも損傷が及んでいる可能性が大きく危険な状況にあるため、早急な改修が必要である。

2基の砂防ダム

2001年11月災害ではマヒノグ町フバンゴン村(バランガイ)で多くの犠牲者が出ているが、そのほとんどがポントド川流域のカパンゴン地区の住民である。ポントド川からの石礫型土石流/泥流の直撃を受けたものと推察される。本プロジェクトで建設が予定されている2基の砂防ダムは、ポントド川流域で発生が予測される土石流および土砂とともに流出する流木等による下流域の土砂災害を軽減することを目的とし、土石流および流木等を合理的かつ効果的に処理する必要最小限の施設の対策である。

砂防ダム建設は、地域住民の土砂災害安全度向上、カミギン島周遊道路（国道）の土砂災害被害低減に対して大きな効果を発揮する。また、橋梁改修は、カミギン島内の移動利便性を大きく向上させる。カミギン島は、中央湾岸高速道路ルート上でミンダナオ島とボホール島の中継地として重要な役割を果たしていることもあり、本プロジェクトの緊急性、必要性は高い。

本プロジェクトでは、上記施設の建設に向け、一連の工事、用地の確保、維持管理費用の確保が行われる。プロジェクトの活動として、工事に係る調査実施のほか、周辺住民に対する事業説明、維持管理方法の明確化、実施機関の計画策定・施工監理に係る経験の蓄積などが実施される。この中において、本プロジェクトにおける協力対象事業は、一連の建設工事を行うものである。

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

1) 橋梁設計方針

a) 協力対象範囲

協力対象範囲は以下のとおりとする。

- ・ フバンゴン橋の架替え

b) 橋梁規格

架替え対象橋梁は 2 級国道上（島内唯一の周回道路上）の橋梁であり、同一周回道路上には、対処橋梁を含め 22 の橋梁が架橋されている。橋梁規格の条件設定に際しては、対象橋梁の設計速度、既存橋梁の橋梁幅員構成および「フィ」国基準との整合性を確保した規格とすることが必要である。以下に上記を勘案した対象橋梁の橋梁規格を示す。また、表 R 3-2.1 に周回道路上の既存橋梁規格表を示す。

- ・ 設計速度 : 50km/時（対象橋梁の設計速度）
- ・ 車線数 : 2 車線（既存橋梁の車線数および「フィ」国基準）
- ・ 車道幅員 : 3.72m/車線（既存橋梁の車道幅員*1 および「フィ」国基準）
- ・ 歩道幅員 : 0.76m（既存橋梁の歩道幅員*1 および「フィ」国基準）

*1： 既存橋梁には車道および歩道幅員が若干狭い橋梁があるが、これらは 1960～1970 年代に建設された橋梁であり、1980 年以降は建設された橋梁は「フィ」国基準を満たしている。

表 R 3-2.1 カミギン島内の既存橋梁規格表

No.	橋梁名	距離程	橋長 (m)	径間数	車線数	車道総幅員 (m)	歩道幅員 (m)	完成年
1	Trining	0 + 566	8.6	1	2	3.66	0.76	2000
2	Balbagon I	1 + 510	6.0	1	2	3.66	0.76	1993
3	Balbagon II	2 + 824	10.0	1	2	3.66	0.76	1994
4	Maubog I	3 + 308	9.2	1	2	3.66	0.76	1992
5	Maubog II	2 + 824	17.5	3	2	3.35	0.82	1960
6	Anito	4 + 823	11.0	1	2	3.66	0.76	1995
7	Magtin	6 + 909	14.0	1	2	3.38	0.76	1963
8	Tupsan	9 + 729	14.8	1	2	3.68	0.75	1989
9	Hubangon	12 + 250	35.6	1	2	3.66	0.76	1984
10	Lutao	15 + 643	31.5	2	2	3.55	0.40	1976
11	Maac	19 + 909	15.6	1	2	3.35	0.80	1961
12	Cantaan	20 + 718	14.5	3	2	3.35	0.80	1961
13	Guinsiliban	24 + 530	16.4	1	2	3.73	0.50	1975
14	Aguran	31 + 729	16.6	1	2	3.75	0.76	1990
15	Sagai	33 + 243	36.4	3	2	3.66	0.76	1989
16	Bugang	36 + 370	21.1	1	2	3.66	0.76	1990
17	Alga	38 + 860	18.9	1	2	3.66	0.76	1989
18	Puti	39 + 077	16.0	1	2	3.66	0.76	1989
19	Looc	40 + 413	31.5	3	2	3.66	0.76	1989
20	Dinangasan	40 + 909	217.5	7	2	3.66	0.76	1999
21	Timayog I	45 + 039	51.6	2	2	3.66	0.76	1997
22	Timayog II	45 + 333	20.6	1	2	3.66	0.76	1997

c) 自然条件に対する方針

フバンゴン橋はフバンゴン川に架かる橋梁である。またフバンゴン橋の地域は、フバンゴン川（流域面積 6.29km²）と南側直近に流れるフバンゴン川と同規模のポントド川（流域面積 4.61km²）の両河川により形成された複合扇状地である。損傷を受けた 2001 年時は、台風ナンンによる大雨により発生した大規模な山腹崩壊のため、ポントド川から大量の土石および流木を含んだ泥流が下流の村を破壊するとともにフバンゴン川に流入した。結果、この泥流がフバンゴン橋に集中し、フバンゴン橋に大きな損傷をもたらした。

このような状況の下、「フィ」国はポントド川の河道を制御するトレーニングダイクを建設し、両河川の独立排水計画を実施している。

フバンゴン川の上流の河道は明瞭な流路が形成されていない。ただし、橋梁直上流は蛇行しているものの河岸を有する河川地形が形成されている。また、上流約 40m 左岸より幅約 10m の河川および右岸 80m より幅 1.5m の灌漑水路が流入している。

以上のような水文条件を的確に反映した橋梁計画とする必要がある。橋面高は設計高水位に桁下余裕高と構造高を加えた高さ確保する。設計高水位は、現在「フィ」国で行っている独立排水計画に基づき、水理解析結果と現地での聞き取り調査によって得られた既往最高水位を勘案し決定する。計画高水位は、50 年確率洪水流量を用い、桁下余裕高は「フィ」国基準で流木等の発生が想定される場合の 1.5m 以上を確保する。

図 R 3-2.1 に既存フバンゴン橋位置の河川状況図を示す。

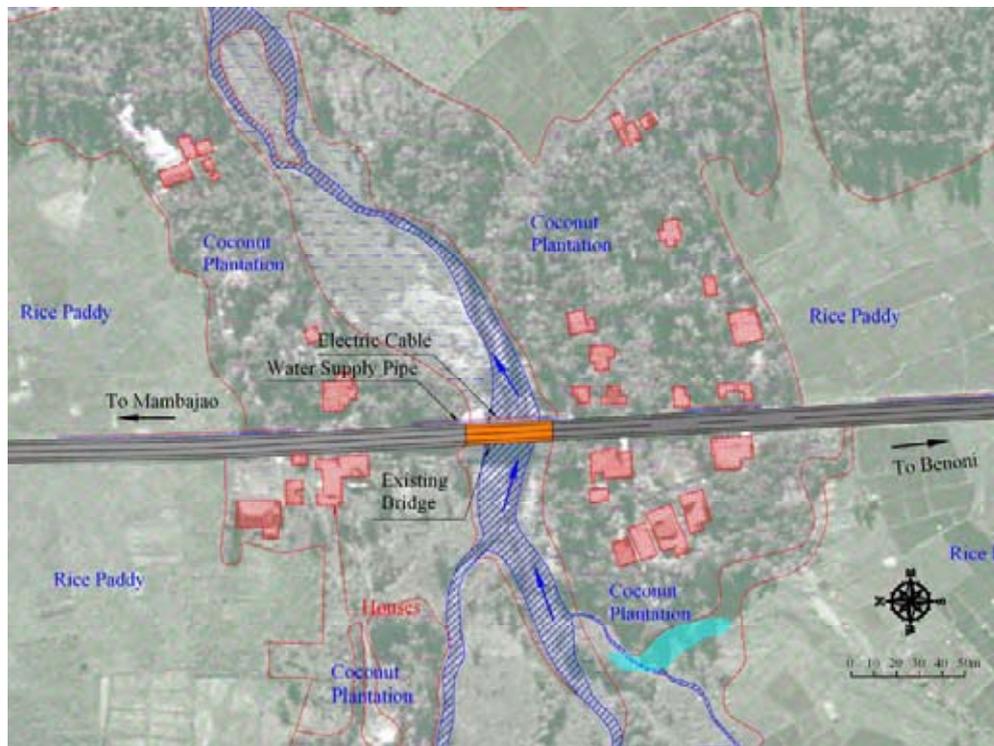


図 R 3-2.1 既存フバンゴン橋位置の河川状況図

d) 準拠基準および設計条件

「フィ」国との協議により橋梁設計には次の基準を適用し、設計を行う。

- National Structural Code of the Philippines, Volume II (NSCP, Vol. II) for Bridges
- Guidelines, Criteria and Standards for Department of Public Works and Highways, Volume I and II
- American Association of State Highway Officials (AASHTO) Standard Specifications for Highway Bridges, 17th Edition, 2002

- Specifications of Highway Bridges, Japan Road Association, 2002
- DPWH standard specifications for Highways, Bridges and Airports, Volume II, 2004 Edition.

主な設計条件を次のとおり設定する。

- 設計荷重：活荷重 : AASHTO HS-20-44
- 温度変化：20～40℃
- 地震荷重：0.4 (NSCP Acceleration Coefficient)
- 設計基準強度：コンクリート
 - 下部工 : 24N/mm² (3480 psi)
 - 上部工 : 36N/mm² (5220 psi)
- コンクリート舗装：曲げ強度 3.8N/mm² (550psi)
- 鉄筋 : Grade40 (JIS 規格 SD345 相当)

e) 環境社会配慮方針

本プロジェクトは、既存橋の架替えを行うものであり、プロジェクトの実施によって、社会環境および自然環境を改変するものではないが、計画、設計、施工にあたり次の点に留意して、環境・社会への影響を最小限に抑える。

- 住民移転の発生を回避する。
- サイト周辺に家屋がある場合、振動、騒音ができるだけ小さい工法を採用する。
- 工事中の交通路を確保し、交通安全に留意する。
- 工事中の河川水質汚濁を極力少なくする。
- 工事廃棄物の処理を適切に行う。

f) 現地業者の活用に係る方針

施工は日本の建設業者に発注されるが、労務供給、機材リース、下請け業務等にて現地業者が参画する。現地建設業者、現地技術者が容易に参画できるよう、できるだけ単純で品質管理の容易な構造・施工法を採用する。

g) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

原則として、日常維持管理は橋梁の位置する DPWH 地方事務所が担当し、修繕・補修を実施することになっているが、維持管理予算は必ずしも多いとはいえないのが現状である。この点を考慮し、できるだけ維持管理が容易な構造を採用する。

h) 施工方法に係る方針

次の点を考慮し、施工計画を立案する。

- 沿道住居に近接しての施工であるため、住居、住民への影響をできるだけ少なくするとともに、安全性を重視した計画とする。
- 島内唯一の幹線道路上での施工となるため、工事中の迂回路を設置し、工事中の交通路を確保するとともに、工事警告板を適切に配置する等十分な交通安全対策を盛り込む。
- サイト周辺は耕作地が多いことから、農作地の使用を可能な限り少なくする計画とする。
- 可能な限り特殊機械を避け、主として近接するミンダナオ島からの調達で施工可能な工法を採用する。
- 10月～2月は雨期で、河川水位が上昇するので、下部工の施工は乾期に行うこととし、上部工の施工は雨期の水位を考慮した計画とする。

i) 橋梁形式の選定に係る方針

経済性、施工性、維持管理の難易、環境への影響、縦断線形、耐久性等を総合的に評価した上、最適な橋梁形式を選定する。

- 経済性 : 費用対効果を高めるため、できるだけ低コストであること。
- 施工性 : 容易で安全・確実に施工できること。
- 維持管理 : 維持管理が容易かつ安価であること。この観点から、上部工はコンクリート製が望ましい。
- 環境影響 : サイトが家屋に近接していることから、できるだけ振動・騒音が小さい工法が採用できる形式であること。また、工事中の歩行者・通行車両および周辺の耕作地への影響が少ないこと。
- 耐久性 : 十分な耐久性を有すること。特に、護岸工・護床工は破損しやすいので、耐久性を重視する。

j) 工期設定に係る方針

工期は次のとおり想定される。

- 詳細設計および入札図書作成 : 3.5ヶ月
- 入札関連業務 : 3.0ヶ月
- 施工 : 19.0ヶ月

2) 砂防ダム設計方針

a) 協力対象範囲

協力対象範囲は以下のとおりとする。

- ポントド川に2基の砂防ダムを建設
- 2基の砂防ダムの維持管理用道路建設

b) 自然条件に対する方針

2001年11月、台風“ナン”は、北部ミンダナオ、セブ島中央部、パナイ島南部で多大な被害をもたらした。特に、北部ミンダナオのカミギン島では、全島で土石流が発生し250人の死者・行方不明者を出した。中でもマヒノグ町では、224人の死者・行方不明者を出している。

被害は、道路・水道・送電施設などの基本インフラのみならず、学校・家屋・水田・家畜など広範囲におよび、被害総額は約5億円にのぼった。災害の原因となった土石流はポントド川流域で発生しており、ポントド川中流部には“ナン”により流出した1m~3mの巨礫が大量に堆積している。2基の砂防ダムは、100年超過確率の降雨時にこれら大量の不安定堆積物が土石流化する危険性を低減するとともに、新たな斜面崩壊等により発生した土石流を貯砂、あるいは調節し、下流域の土石流災害を軽減することが可能な施設とする。



図 R 3-2.2 ポントド川流域



図 R 3-2.3 2001年11月災害の石礫型土石流と泥流の影響範囲

c) 保全対象

本計画における保全対象は、2001 年台風ナナンによる豪雨がもたらした甚大な被害を勘案し、フバンゴン-ポントド複合扇状地に位置する人命・資産・社会インフラとする。

- フバンゴンバラングイを中心とする集落に居住する人命と家屋等の資産
- 扇状地面で開発・復興された水田等の農地および灌漑施設
- 国道・橋梁および集落内の生活道路、学校等の社会インフラ

d) 砂防ダムの計画規模

ポントド川に建設する 2 基の砂防ダムは、流域で発生が予測される土石流および土砂とともに流出する流木等による下流域の土砂災害を軽減することを目的とし、土石流および流木等を合理的かつ効果的に処理する必要最小限の施設の対策とする。

下記に示すとおり台風ナナンによる災害と上流河道に堆積している不安定土砂の状況を考慮し、計画規模は降雨量の 100 年超過確率とする。

- 生起確率が 60-100 年規模と想定される台風ナナンの豪雨時には、水源部の山腹崩壊に伴う大量の土砂が発生し、これが豪雨とともに土石流発生の一因となったと考えられる。
- 砂防ダム計画地点より上流の河道には、直径 1m~3m の巨礫が河床を覆っている。このような巨礫が中小の洪水で移動を開始することは想定できない。台風ナナンクラスの豪雨により水源部で山腹崩壊を伴う土石流が発生し、巨礫を巻き込むような集合流動が起きて初めて、こうした不安定土砂が再移動を開始すると考えられる。
- 以上より、計画規模は降雨量の 100 年超過確率対応が妥当と判断される。土石流対策の計画規模は、日本でも原則として 100 年超過確率規模の降雨量を採用しており、これとも一致する。

e) 準拠基準および設計基準

「フィ」国との協議により砂防ダム設計には次の基準を適用し設計を行う。

- Technical Standards and Guidelines for planning and Design, Volume III: Sabo (Erosion and Sediment Movement Control) Works, March 2002, DPWH, JICA
- Technical Standards and Guidelines for planning and Design, Volume IV: Natural Slope Failure Countermeasures, March 2002, DPWH, JICA
- Technical Standards for River and Sabo Works, River Association of Japan
- Manual of Technical Standards for Establishing Sabo Master Plan for Debris Flow and Driftwood, March 2007, Erosion and Sediment Control Division, Research Center for Disaster Risk Management
- Manual of Technical Standards for Designing Sabo Facilities against Debris Flow and Driftwood, March 2007, Erosion and Sediment Control Division, Research Center for Disaster Risk Management

- American Association of State Highways Officials (AASHTO) Standard Specifications for Highway Bridges, 17th Edition, 2002

f) 環境社会配慮方針

本プロジェクトは、2基の砂防ダムおよび維持管理用道路建設を行うものであり、プロジェクトの実施によって、社会環境および自然環境を大きく改変するものではないが、計画、設計、施工にあたり次の点に留意して、環境・社会への影響を最小限に抑える。

- 住民移転の発生を最小限にする。
- サイトおよび周辺に家屋がある場合、振動、騒音ができるだけ小さい工法を採用する。
- 工事中の交通路を確保し、交通安全に留意する。
- 工事中の河川水質汚濁を極力少なくする。
- 工事廃棄物の処理を適切に行う。

g) 現地業者の活用に係る方針

橋梁工事と同様に施工は日本の建設業者に発注されるが、労務供給、機材リース、下請け業務等にて現地業者が参画する。現地建設業者、現地技術者が容易に参画できるよう、ブロック柱状打設工法などの単純で品質管理の容易な施工法を採用する。

h) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

原則として、2基の砂防ダムについては、カミギン州政府が責任機関となりマヒノグ市役所が日常の管理を担当する。維持管理における技術面についてはDPWH-DEOの協力を受ける。維持管理予算は必ずしも高いとはいえないのが現状である点を考慮し、できるだけ維持管理が容易な構造を採用する。

i) 施工方法に係る方針

次の点を考慮し、施工計画を立案する。

- ダムサイトは集落から離れているが、骨材運搬は沿道住居に影響を与えるため、夜間の運搬作業はしない等、住居、住民への影響をできるだけ少なく、また、安全性を重視した計画とする。
- 可能な限り特殊機械を避け、主として近接するミンダナオ島からの調達で施工可能な工法を採用する。
- 10月～2月は雨期で、河川流量が増大するので、砂防ダム基礎掘削工、河床部コンクリート打設は乾期に行うこととし、この時の転流施設対象流量は乾期の年2回頻度流量を考慮した計画とする。

j) 砂防ダム形式の選定に係る方針

経済性、施工性、維持管理の難易、環境への影響、耐久性等を総合的に評価した上、最適な砂防ダム形式を選定する。

- 経済性 : 費用対効果を高めるため、できるだけ低コストであること。
- 施工性 : 容易で安全・確実に施工できること。
- 維持管理 : 維持管理が容易かつ安価であること。
- 環境影響 : できるだけ振動・騒音が小さい工法が採用できる形式であること。
- 耐久性 : 十分な耐久性を有すること。

k) 工期設定に係る方針

次の点を考慮し、工程を設定する。

- 詳細設計および入札図書作成 : 3.5 ヶ月
- 入札関連業務 : 3.0 ヶ月
- 施工 : 19.0 ヶ月
- コンクリート打設工程はリフトスケジュールを作成し決定する。

河川を横断する構造物であり、また、河川勾配が急なため、工事中は常に鉄砲水、土石流の危険にさらされる。降雨時の工事中断等を考慮し工程計画を立案する。

3-2-2 基本計画

1) 水文水理設計

a) 確率洪水流量

i) 降雨強度算定のための代表観測所の選定

本検討では、既往の技術基準・ガイドライン (FCSEC 作成) に掲載されている近傍観測所の降雨強度曲線式を用いる。近傍の観測所の降雨強度曲線式から確率時間雨量を比較したものが次表である。参照した資料は「Specific Discharge Curve, Rainfall Intensity Duration Curve, Isohyet of Probable 1-day Rainfall, March 2003, FCSEC」である。

表 R 3-2.2 近傍観測所の確率 1 時間雨量の比較

確率	BOHOL 島	LEYTE 島	MINDANAO 島	
	Tagbilaran	Maasin	Surigao	Cagayan de Oro
2 年	28.7	33.1	50.0	46.5
5 年	42.8	48.0	69.6	62.3
10 年	51.3	58.5	82.0	72.3
50 年	69.9	77.6	107.4	93.7
100 年	76.7	86.4	119.7	103.5

単位 : mm/hr

これらの観測所から、本件調査の短時間雨量を推算する観測所を選定するのは、困難であるが、上記資料の Isohyet of Probable 1-day Rainfall の分布を見ると、カミギン島は Maasin と Cagayan de Oro の中間に位置することが分かる。このため、計画の安全側を考慮し、降雨強度の大きい Cagayan de Oro を選定する。カガヤン デ オロの確率高強度

曲線式(1時間以内)は次のとおりである。ここに、Iは降雨強度(mm/hr)、tは時間(分)である。

- 2年確率 : $I = 6103.34 / (44.55 + t^{1.09})$
- 5年確率 : $I = 8869.52 / (48.27 + t^{1.11})$
- 10年確率 : $I = 10706.45 / (50.07 + t^{1.12})$
- 25年確率 : $I = 12972.53 / (51.93 + t^{1.12})$
- 50年確率 : $I = 14512.97 / (52.72 + t^{1.13})$
- 100年確率 : $I = 16182.66 / (54.14 + t^{1.13})$

ii) 確率洪水流量の推算

河川・砂防計画の基本となる確率洪水流量の算定であるが、フバンゴン川、ポントド川の流域面積が、いずれも 5km² 前後の山地小河川であることから、合理式の適用が妥当である。洪水到達時間の算定に際して、我が国の「砂防基本計画策定指針」に記載されている角屋式により算定した洪水到達時間を用いて計画高水流量を推算したものが次表である。

角屋式は洪水到達時間が土地利用、流域面積(流路長)、降雨強度によって規定されるという半理論式である。流域面積は、2003年に撮影された空中写真をもとに FCSEC が作成したオルソー・フォトマップに基づいて算出した。なお、確率は2年、25年、50年、100年の4種のものを検討した。2年確率は仮設工事用の平均洪水、25年確率は洪水処理、50年確率は橋梁計画、100年確率は超過洪水への考察のためである。

表 R 3-2.3 確率洪水流量の推算結果

項目		フバンゴン川	ポントド川
流域面積(km ²)		6.29	4.61
流出係数		0.6	0.6
2年確率	洪水到達時間(min)	55	51
	降雨強度(mm/hr)	49.5	52.1
	洪水流量(m ³ /s)	52	40
	比流量(m ³ /s/km ²)	8.2	8.7
25年確率	洪水到達時間(min)	42	39
	降雨強度(mm/hr)	110.2	115.3
	洪水流量(m ³ /s)	116	88.6
	比流量(m ³ /s/km ²)	18.4	19.2
50年確率	洪水到達時間(min)	40	37
	降雨強度(mm/hr)	123.7	129.7
	洪水流量(m ³ /s)	130	100
	比流量(m ³ /s/km ²)	20.6	21.6
100年確率	洪水到達時間(min)	39	36
	降雨強度(mm/hr)	138.4	145.1
	洪水流量(m ³ /s)	145	112
	比流量(m ³ /s/km ²)	23.1	24.2

iii) 河川洪水処理計画の考察

予備調査では、下記のような統合排水案が推奨されているが、2001年に被災したカパゴン地区を防御するため、現在 DPWH-DEO によって、独立排水案に沿った導流堤の建設が進められている。この建設事業が完成すると、ポントド川とフバンゴン川は分離され、独立排水システムが形成されることとなる。この両案について、現地調査結果を踏まえて、以下に考察する。

表 R 3-2.4 河川洪水処理計画案の比較(予備調査結果)

項目	独立排水案	統合排水案
排水案の概要		
概要	ポントド川排水をポントド川改修により独立して排水する案	ポントド川排水をフバンゴン川排水と統合してフバンゴン川で排水する案
各案の得失	台風ナンンで被災したカパゴン地区を防護でき、施設的にも理解しやすい案である。 河道線形が右へ湾曲することとなり直線性の強い土石流が湾曲部で堆積し河道維持が困難になる恐れがある。 ポントド川下流部は椰子林と集落の間を流れており、ここへ土石流および泥流を誘導することになり防災上の新たな問題を生じかねない。	従来の洪水流路に沿った線形で、河川地形的にも最も自然で合理的な排水案である。 計画を上回る大規模洪水・土石流の流出があった場合でも、両川合流部付近の低平地が、堆積地として機能し、集落への被害を軽減できる。保全すべきカパゴン地区を水路化するため、住民の意思確認が必要。

統合排水案においては、「従来の洪水流路に沿った法線で、河川地形的にも自然」との記述があるが、カパゴン地区より北部はすでに述べたように、フバンゴン川の形成した扇状地であり、河川地形的にも自然な流路ではない。そして明瞭な流路も現地では形成されておらず、発生頻度の極めて低い 2001 年の台風ナンンの未曾有の洪水が越流氾濫し流下したのみで、排水機能を持った河道を形成するには多大な掘削を必要とする。いっぽう、ポントド河道は排水機能を持った明瞭な河道であり、洪水処理にはこれを利用する方が、地形的にも合理的である。

また、扇状地の復興開発という観点から、フバンゴン川の支派川は灌漑用排水路として利用されており、統合排水案はこれを分断する結果となる。合流部の低平地を堆積地として機能させるという考えも、堆積した石礫を除去しながら、水田に戻している住民の努力に反するものと考えられる。

極めて発生確率が低い、再度豪雨時に土石流が発生した場合、山地河川部の不安定土砂は砂防ダムにより固定され、上流からの土石流の巨礫部は砂防ダムで止められる。この結果、掃流状態で襲来する洪水に対しては、ポントド河道で十分対応が可能である。こうした考察から、現在 DPWH-DEO が進めている独立排水案の方が合理的であると判断できる。

DPWH-DEO に対して、現在の導流堤の強度を上げるため、前面に巨礫を配置した捨石工による防護を提案し、そのような施工を実施している。これによって、急勾配河道においてしばしば被災原因となる局所洗掘→堤防前面の倒壊→破堤のメカニズムを断ち切ることができるものとする。

さらにカパゴン地区でココナツの林に多くの巨礫が捕捉されており、ココナツ林が水害防備林の役目を果たしていることが分かる。一般に日本の扇状地扇頂部付近の河岸沿いに配置された水害防備林は、氾濫流の流速を減じ、流送された土石を沈降させ、流路を固定する機能を有していた。河岸沿いに換金性のあるココナツやマンゴーの林を配置することも、今後の農村開発と防災の両立を考える上で、有効な方策と思われる。

b) フバンゴン川橋梁付近の水文水理検討

i) フバンゴン橋改修

フバンゴン橋付近の河道は、前述のように台風ナンンによる洪水の際に激しい洗掘を受けている。また、その原因となった流木に対する十分な余裕高も必要である。フバンゴン橋の橋桁下の断面は上幅 33m、河床幅 21m、高さ 4.2m のほぼ台形断面である。また、付近の河床勾配は、1/250 程度である。流木による断面閉塞に対する余裕を 1.5m 考慮し、粗度係数 0.035 を用いて、マンシングの等流計算により流下能力を算定すると $206\text{m}^3/\text{s}$ となる。

一方、橋梁計画の計画高水規模は 50 年確率であり、これは表 R 3-2.3 に示すように $130\text{m}^3/\text{s}$ である。これに 10% の土砂混入率を考慮しても $145\text{m}^3/\text{s}$ である。これは、余裕高 2.0m の断面に相当する。したがって、台風ナンンによる河床洗掘のため、フバンゴン橋の断面は計画高水に対し十分な余裕を持っていることが分かる。

フバンゴン橋の改修に当たっては、水文水理的観点から次の点に留意すべきである。

- 流木対策：流下能力的に橋梁断面は十分な余裕を持っているが、洪水時の流木による閉塞の危険性があり、現況断面（橋長と桁下高）を最小限確保すべきである。
- 流路変動：同様に、橋の直上流部でフバンゴン川の二つの派川と右支川が合流するため、洪水時の流路の変動も考慮に入れ、現況の橋長と川幅を維持すべきである。
- 河川蛇行：さらに現在のフバンゴン川の河道は、橋を挟んで逆 S の字的な蛇行を呈している。すなわち、橋上流で左岸、橋下流で右岸に凹岸が出来、洪水時にはこれらの凹岸に水衝部が生じ、より河岸侵食が進むことも考えられ、十分な橋長を河岸見合いで確保すべきである。
- 河床上昇：付近の古老によると、台風ナンン前の河道は現在よりも約 2m 高く、浅く狭い河道で河床には砂と小礫で覆われ、現在のようなシルトは見られなかったとのことである。すなわち、現在の河道は、台風ナンンの際の流木の閉塞による堰上げとその後の急激な水理変化により異常洗掘を受けて生じたものである。したがって、長い年月の後には、本来の河道に戻るのが自然の摂理で、長期的な河床上昇も考慮に入れるべきであり、十分な余裕高が必要である。

以上の水文水理的な配慮と、現存の橋梁基礎に対する対応(既設杭の堤内側に新規の杭を施工)等の構造的な考察を踏まえ、橋長 40m の新規橋梁を提案する。この橋梁に対する水利検討結果は次のとおりである。さらに、扇状地河川の計画幅を示すものに、レジーム則があり、芦田らによると $B=3.5\sim 7Q^{1/2}$ とされている。ここに B は計画幅(m)、Q は計画洪水流量(m^3/s)である。最小値の 3.5 を用いて計画幅を算定すると、 $Q=143m^3/s$ を用いて、B は 42m となる。したがって、40m の橋長はほぼ妥当な幅を示していることが分かり、前後の河道断面幅から見ても、無理のない法線形である。

- 流木に対する余裕高 1.5m (水深 2.7m) を確保する流下能力： $251m^3/s$ でこれに土砂混入率 10%を考慮すると、 $228m^3/s$ となり、100 年以上の安全度を持つ。
- 50 年確率洪水位：流量は $130m^3/s$ であり、これに土砂混入率 10%を考慮すると、 $143m^3/s$ となり、水深は 2.0m である。
- 2 年確率洪水位：平年洪水の流量は $52m^3/s$ であり、水深は 1.1m である。

このように現況河道は、洪水に対して高い安全度を持っていることが分かる。しかし、前述のように、今後洪水のたびに河床が徐々に上昇していった場合、どの程度の河床上昇まで安全度が確保できるかを試算した。この結果、河床上昇量 80cm で、余裕高 1.5m を持って 50 年確率洪水がかろうじて流下できることが分かった。

今後の留意事項として、新規の橋梁に水位標を設け、80cm 上昇した河床を管理河床として、それを越えた場合は維持浚渫を実施することを提案する。

ii) フバンゴン川の改修について

フバンゴン橋上流の河道は、台風ナナンの洪水によって、150m にわたり深さ 2m 以上の洗掘を受けたため、流下能力はその分増大した。この区間では平均的に川幅 30-40m、河床から河岸までの高さが約 3m の台形断面が形成されている。この区間の流下能力は、0.6m の余裕高を考慮して、約 $130m^3/s$ であり、土砂混入率 10%を考えると $120m^3/s$ となり、ほぼ 25 年確率の洪水流量に相当する。洪水処理の面からは、十分な流下能力を有しているといえる。

さらに、橋梁付近の集落については、現在 DPWH で進められている河川改修(左岸導流堤のフバンゴン橋までの延伸)で守ることができると判断される。

なお、左岸に建設中の導流堤は、堤外地より平均して 2.5m の高さに設置されており、洪水対策上は十分な安全度を有していると考えられる。社会的には農家と水田等の耕作地を分断する構造物のため、階段の設置は最小限必要であろう。

iii) 橋梁架け替えに伴う留意点について

橋梁架け替えに伴う水文水理面からの留意事項は、橋梁架け替えに伴う洪水対策と迂回路の排水対策である。

橋梁架け替えに伴う工事期間中の洪水対策としては、前述のように年平均洪水として2年確率洪水を安全に流下させながら工事を進めることのできる高さを確保するものとする。表 R 3-2.3より2年確率洪水流量は $52\text{m}^3/\text{s}$ であり、これを流下させるのに必要な断面は橋桁より3.1m下、平均的な水深にして1.1mを確保する必要がある。なお、年平均洪水に対しては、土砂移動はほとんど無いとみなすことができ、混入率は考慮していない。

また、迂回路の排水対策は、道路計画上、上流迂回案が妥当と考えられることから、次のような排水対策が必要となる。左岸から3本の水路を横断することになる。

- まずフバンゴン川の左派川は幅16m、水深1m程度であるが、毎年、平均的に河岸まで洪水が来ているとの住民からの聴き取り結果より、仮設橋で横断することが適切であろう。
- 川幅30m程度のフバンゴン川の右派川は、これも仮設橋で横断する。
- さらに右支川が農業用水の排水路として利用されており、これは現況断面(幅1.5m、水深0.8m程度)を確保できるパイプの敷設により、排水に支障のないよう対処する。

また、灌漑水路が国道を横断しており、左岸では橋の取付けより140mと250mの2箇所、右岸では同様に145mの箇所に横断水路が敷設されている。これらは橋梁架け替えの際に影響を受ける範囲では無いと考えられるが、十分配慮する必要がある。

c) ポントド川下流の水文水理的検討

i) ボックス・カルバートの流下能力

ポントド川下流の国道との交差点には、幅4m、高さ2.5mの2連のボックスカルバートが、1987年に設置されている。この流下能力を次のように通常の余裕高0.6mと流木を考慮した1.5mの両方で検討する。粗度係数は0.025、河床勾配は直上流の $1/73$ を用いて等流計算により算定すると次のようである。

- 通常の余裕高0.6m： $69\text{m}^3/\text{s}$
- 流木の流下を考慮した余裕高1.5m： $28\text{m}^3/\text{s}$

通常の余裕高であれば、10年確率洪水流量が $71\text{m}^3/\text{s}$ であることから、ほぼ10年確率に近い流下能力を有しており、台風ナナンの豪雨時を除き、1987年の建設以来越流現象が発生していないこととほぼ一致している。いっぽう、流木の流下を考慮すると $28\text{m}^3/\text{s}$ となり、2年確率洪水流量が $40\text{m}^3/\text{s}$ であり、通常この規模の洪水では流木は発生しないが、いったん流木が発生するとカルバートの排水能力は激減することが分かる。

ii) ポントド橋梁架け替えに関する考察

ポントド川のボックス・カルバートが流木に対する上記のように排水能力の点で問題があるため、DPWH-DEOでは、橋梁による架け替えの検討が進められている。橋長は12mとされており、レジーム則からすれば、もう少し長い橋を計画すべきであるが、上下流の現況河道幅とのバランスが崩れるため、12mを妥当と判断した。表 R 3-2.3に示した50年確率洪水流量が $100\text{m}^3/\text{s}$ であり、これに土砂混入率10%を考慮すると $110\text{m}^3/\text{s}$ となる。

すでに DPWH-DEO では DPWH のスタンダードによって、構造計画を進めている。DPWH-DEO によれば、本工事は 2008 年 8 月に PQ を終え、入札、契約と進み、2009 年 3 月工事開始予定、工事期間約 1 年とのことである。

水理的な諸元を示すと、橋長 12m からアバットの取り付けを 1m ずつ考慮し、上幅 10m、底幅 7m、桁高 4.8m の台形断面である。これに流木対策として 1.5m の余裕を考えると、水深は 3.3m となる。河床勾配 1/73、礫床であることから粗度係数 0.040 を適用し、流下能力を検証すると $119\text{m}^3/\text{s}$ となる。計画洪水流量や流下能力の算定手順が異なっているが、その違いを協議し、最終的に土砂混入を考慮した計画洪水流量 $110\text{m}^3/\text{s}$ を上回っていることから、この架け替え計画の妥当性について合意した。



図 R 3-2.4 DPWH-DEO によるトレーニングダイク(導流堤)計画

iii) ポントド川下流部の土砂移動

土石流(集合運搬)や掃流(各個運搬)といった土砂移動形態は、洪水等による水理特性とともに河床勾配に大きく支配される。一般に河床勾配によって土砂の移動形態は次のように変化する。

- 土石流発生区間：勾配 1/4 (15°) 以上
- 土石流流下区間：勾配 1/6 (10°) から 1/3 (20°)
- 土石流堆積区間：勾配 1/30 (2°) から 1/4 (15°)
- 掃流運搬区間：勾配 1/30 (2°) 以下

下流砂防ダムから下流の河道は河床勾配 1/13 から 1/28 の急勾配河川であるが、土石流堆積区間に相当し、この区間から土石流が発生することはない。また、1/13 から 1/16 ま

での区間には 1m 大の巨礫が噛み合い、1/21 から 1/28 の区間には比較的小さな 50cm 大の礫が堆積している。いずれもアーミング (armoring) といわれる現象で、礫で河床が覆われ、下層の細粒分を含む土砂が移動するのを防ぐ作用を有している。さらに計画の砂防ダム 2 基の上流部では巨礫が河床を覆い、これらが移動するには、台風ナンン規模の洪水により上流山地部で土石流が発生し、この土石流が堆積巨礫を巻き込む現象が発生し、初めて巨礫の移動が開始される。したがって、ポントド川下流河道で流砂が発生するとすれば、1/20 程度の河道に堆積した 50cm 大のアーマコートが洪水により破壊された時である。

どの程度の流量規模でアーマコートが破壊されるかを試算した。河道断面は現地計測した川幅 12m の断面、河床勾配 1/28 を用い、等流計算により摩擦速度 $u_*^2 (=ghI)$ を算出した。ここに g は重力加速度、 h は水深、 I は河床勾配である。いっぽう砂礫の限界摩擦速度 u_*c^2 は岩垣公式を用い、 $u_*c^2=80.9d$ で算定した。ここに d は砂礫の粒径 (cm) であり、 $u_*^2 > u_*c^2$ の時に流水による砂礫の運搬が始まる。

- 50cm 砂礫の限界摩擦速度 : $0.405 (m/s)^2$
- 流水のよる摩擦速度 :
 - 2 年確率洪水 ($40m^3/s$) で $0.315 (m/s)^2$ 、
 - 5 年確率洪水 ($60m^3/s$) で $0.420 (m/s)^2$ 、
 - 10 年確率洪水 ($71m^3/s$) で $0.455 (m/s)^2$ 、
 - 25 年確率洪水 ($89m^3/s$) で $0.525 (m/s)^2$ 、
 - 50 年確率洪水 ($100m^3/s$) で $0.560 (m/s)^2$

以上の比較から考察すると、ほぼ 5 年確率洪水のピーク流量程度で移動が可能であるが、瞬時のピーク流量であり、本格的に流砂が発生するのは、これを大きく上回り、 $60m^3/s$ 以上の流量の継続時間が長くなる 25 年から 50 年確率の洪水であろう。したがって、橋梁計画の際に用いる 50 年確率洪水には土砂の混入率を考慮すべきである。

iv) ポントド川下流河道の流下能力

ポントド川の導流堤上流部からボックスカルバートまでの区間で、顕著な断面変化を考慮して、代表的な断面を現地計測した。ここで、余裕高を 0.6m、粗度係数を河床材料の粒径変化を考慮し、末端部で 0.045、下流部で 0.040 を用いて流下能力算定した。その結果が次表である。

表 R 3-2.5 ポントド川下流部の流下能力

河口からの距離 (m)	流下能力 (m^3/s)	土砂混入を割り引いた流下能力 (m^3/s)	対応生起確率	備考
478m (13m x 2.8m, 1/43)	92	83	25 年	
595m (13m x 3.0m, 1/43)	109	99	50 年	
765m (21m x 2.5m, 1/24)	181	164	100 年以上	導流堤下流
1,115m (14m x 1.5m, 1/28)	118	108	50-100 年	導流堤上流

注： 河口からの距離の下段のカッコ内は、断面形状として、河岸幅×平均的な河床から河岸までの高さおよび河床勾配を示す。土砂混入率は 10%とした。

上記のように、ポントド川下流部では、河床勾配が急なこともあって、洪水処理の観点からは十分な能力を有していることが分かる。導流堤上流の河道についても、十分な流下能力を有しており、ポントド川からフバンゴン川右支川流域への越流は極めて稀であることが分かる。

2) 橋梁基本計画

a) 橋梁全体計画

i) サイト状況

カミギン島(州)で最も交通量が多い州都マンバハオとミンダナオ島からの定期船が発着するベノニ港の間に位置する。マンバハオからは約 12km、ベノニ港からは約 6km である。現況位置兩岸の取付け道路沿道には民家が点在しており、数件の民家は道路と同じ高さで家屋または車庫のアクセス路を設置している。他の用地は耕作地(水田、ココナッツ畑等)として利用されている。現橋位置は、海に合流するフバンゴン川の流末にあたり、合流点から約 300m 上流側である。

フバンゴン橋は我が国の支援である Jumbo Loan により供与された橋桁(鋼製鉸桁)により、1989 年フィリピン国のコントラクターにより建設されたが、上述のとおり 2001 年 11 月の台風ナンンにより、多量の土石・流木を含んだ泥流がフバンゴン川に流れ込み、橋桁に大きな損傷を与えた。主な損傷は、上流右岸側端部から 8m 付近の主桁、横構、下流左岸側端部から 4m 付近の横構に歪みが生じている。特に上流側の主桁、横構の損傷は非常に大きく、主桁は下流側に約 65cm 歪み、横構は大きく座屈している。また、現在では確認できないが、基礎杭も損傷を受けたとの情報である。損傷後、現地では主桁の損傷が大きい上流側を閉鎖し片側交通の措置を行っている。しかしながら、本調査での橋面 LEVEL 測量結果では、損傷の大きい上流側が下流側に比べ約 38~55mm 低くなっており桁のみならず、橋梁の不当沈下、もしくは床版コンクリートにも損傷が及んでいる可能性が大きく危険な状況にあるため、早急な改修が必要である。



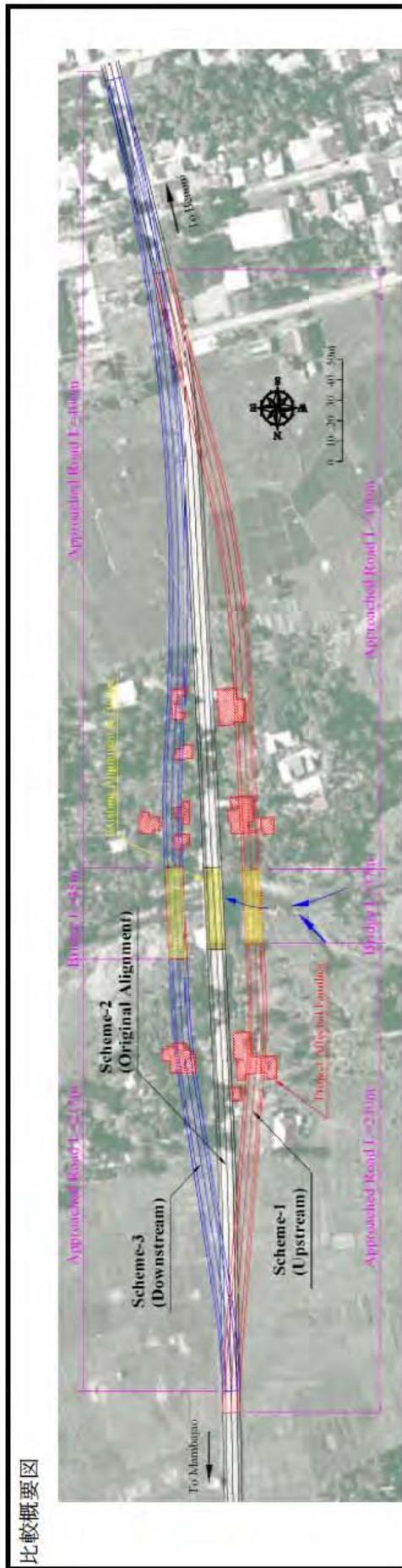
図 R 3-2.5 橋梁損傷状況

ii) 架橋位置

新橋の架橋位置は、取付道路の線形確保等の交通安全性および用地確保・住民移転等の社会環境影響に対する負のインパクトが最小限となる現橋位置とする。したがって、工事中の仮設迂回路が必要となり、架橋位置を現橋位置から変更した場合と比較し迂回路の建設費用が別途必要となる。しかし、架橋位置を変更した場合は取付道路の建設長が長くなることから、経済的にも現橋位置が安価となる。また、現地側も現橋位置での架替を強く要望している。表 R 3-2.6に橋梁架橋位置の比較表を示す。

なお、既設橋梁の取付け道路は、左岸側約 2.0%、右岸側約 1.0%の上り勾配である。また取付け道路には沿道家屋の入口が設置されており、新設の取付け道路を極端に変更することは取付け道路の建設延長が伸び高価となるばかりでなく社会環境に影響を与えることとなる。よって、新橋の橋面高さは既設橋と同等とする。

表 R 3-2.6 橋梁架橋位置の比較表



項目	Scheme-1 上流側	Scheme-2 現橋位置	Scheme-3 下流側
河川特性	架橋位置の河岸幅は約35mである。架橋位置から約20mから支線河川が流入していることから、右岸側は橋台のセットバックもしくは洗掘防止対策が必要である。	架橋位置の河岸幅は約35mである。河川が蛇行しているため、上流側左岸、下流側右岸に侵食が見られることから、両岸ともセットバックもしくは洗掘防止対策が必要である。	下流側は扇状地となっており、架橋位置の河岸幅は約42mである。河川が蛇行しているため、上流右岸側はセットバックもしくは、洗掘防止対策が必要である。
橋長	○ 37m	△ 40.9m	× 45m
取付道路延長	× 約1615m (左岸：約215m、約右岸：400m)	○ 約60m (左岸：約30m、右岸約30m)	△ 約530m (左岸：約230m、右岸約300m)
用地取得、住民移転および社会環境に対する影響	用地取得 約7,100m ² の用地取得が必要である。 住民移転 6件の住民移転が必要となる。 工事途中の交通確保 工事途中は既存橋を迂回路として使用可能であり、新たな迂回路は必要ない。 用地は、田園、ヤシ・バナナ・マンゴアの植樹林であり社会環境への影響が極めて大きい。	用地取得 工事途中の迂回路として、約2,800m ² の用地取得が必要である。 住民移転 発生しない。 工事途中の交通確保 工事途中は上流側に約350mの迂回路が必要となる。 迂回路のため田園約640m ² の用地確保が必要となるが、期間は工事中1年程度と限定的であり、工事後は現状復旧とする。また植木の伐採はヤシが数本であることから、社会環境への影響は極めて小さい。	用地取得 約5,800m ² の用地取得が必要である。 住民移転 5件の住民移転が必要となる。 工事途中の交通確保 工事途中は既存橋を迂回路として使用可能であり、新たな迂回路は必要ない。 用地は、田園、ヤシ・バナナ・マンゴアの植樹林であり社会環境への影響が極めて大きい。
工費	× 1.61 (Scheme-2の工費を1.0とした場合)	○ 1.00	× 1.62 (Scheme-2の工費を1.0とした場合)
総合評価	×	○	×

iii) 交通量

2008年7月21～27日にDPWHにより、フバンゴン橋から約600mベノニ港側で交通量調査が実施された。本区間の日平均総交通量（2車線合計）は約1,200台程度で、内回り外回り車線ともほぼ同じ交通量である。交通車両の内訳は、オートバイ・トライスクルの混合率が約41%を占め、重量車両の混合率は約1%と極めて少ない。

iv) 幅員構成

橋 梁： 橋梁の幅員は、図R 3-2.6示す幅員とする。

取付道路： 既存道路は「フィ」国の2級国道であり幅員は3.05mである。「フィ」国の基準で道路幅員は、交通量、設計速度、カーブ等の条件により3.00～3.65mをすることが定められており、現道の幅員は現在の交通量、通行車両の種類およびカミギン島の車両登録台数から現在の道路幅で十分と判断する。したがって、本プロジェクトの取付道路幅員は、既存道路と同じとする。

図R 3-2.6に橋梁幅員、図R 3-2.7に取付道路の幅員および標準道路構成を示す。

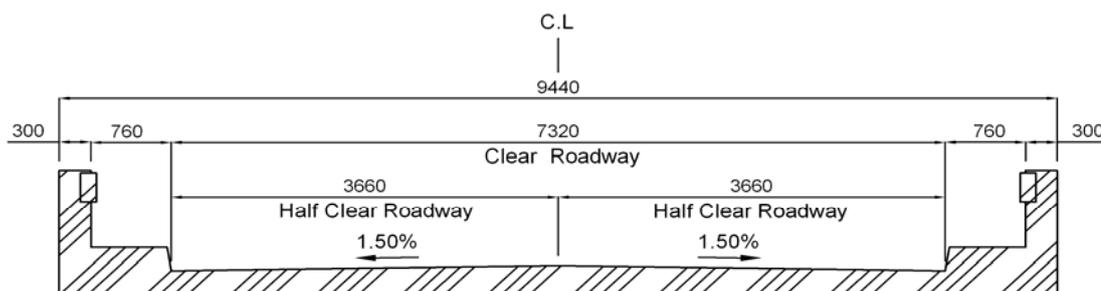


図 R 3-2.6 橋梁幅員図

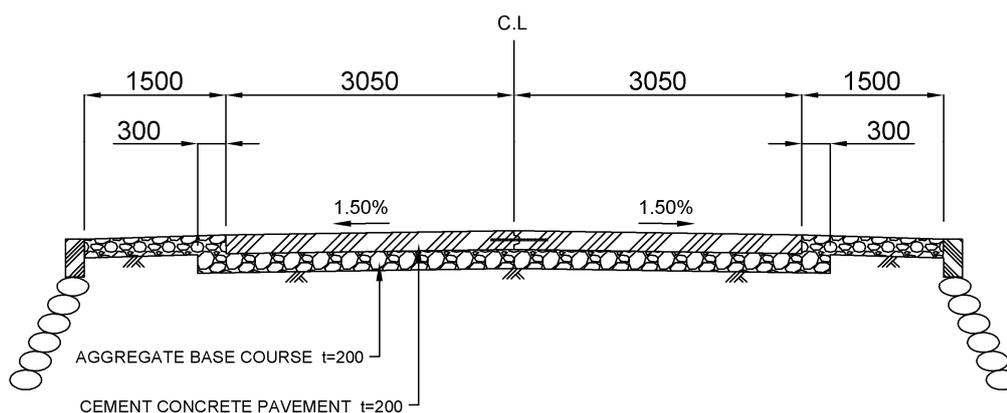


図 R 3-2.7 取付道路の幅員および標準道路構成図

v) 橋長

現状の河川幅は、上流側が約35m、下流側が約37.5mであり、既存橋の橋長は35.6mである。既存橋の橋長は上下流の河川幅に適合しており、新設橋梁の長さは最低既存橋と同等もしくはこれ以上が必要である。河川特性は前述のとおり河川線形の蛇行により、上流

側左岸および下流側右岸に侵食が見られるため、新設橋梁の橋台は左岸・右岸とも既存橋梁位置からセットバックすることが望ましい。また、既設橋台には基礎杭が16本／橋台設置されており、既設橋の出来型図は保管されておらず杭長は不明なことから、新設橋梁の杭施工時に既存杭との緩衝を避けることが施工上必要と判断する。

以上、河川特性および施工性の理由から、新橋梁の橋長はから41m程度とすることが望ましい。

径間数については、河川特性および経済性から単径間とする。

vi) 設計高水位

50年確率洪水流量 $130\text{m}^3/\text{s}$ に土砂混入率10%を考慮し、 $143\text{m}^3/\text{s}$ を計画洪水流量とする。これに対し、橋梁設計断面を適用し、河床勾配1/253、粗度係数0.035を用いて、等流計算により計画高水位を算定すると、EL.4.40m(水深1.8m)となる。これに流木を考慮した余裕高1.5mを加えると、桁下高はEL.5.9m(比高3.3m)となる。しかし、現況道路橋面と必要となる桁高を考えると、計画上では桁下から河床面まで3.8mであり、さらに0.5mの余裕高が生じる。この余裕高を将来想定される河床上昇に充てる。

vii) 桁下余裕高

桁下余裕高は、「フィ」国基準である流木等が想定される場合の設計高水位+1.5mを採用する。

viii) 工事中の交通処理

上流側に幅員：6.0m(2車線)の迂回道路を設置し工事中の一般交通を確保する。迂回路の設置位置は、耕作地の使用を可能な限り回避するとともに、沿道家屋位置を回避する計画とする。図R 3-2.8に工事中の迂回路概要図を示す。

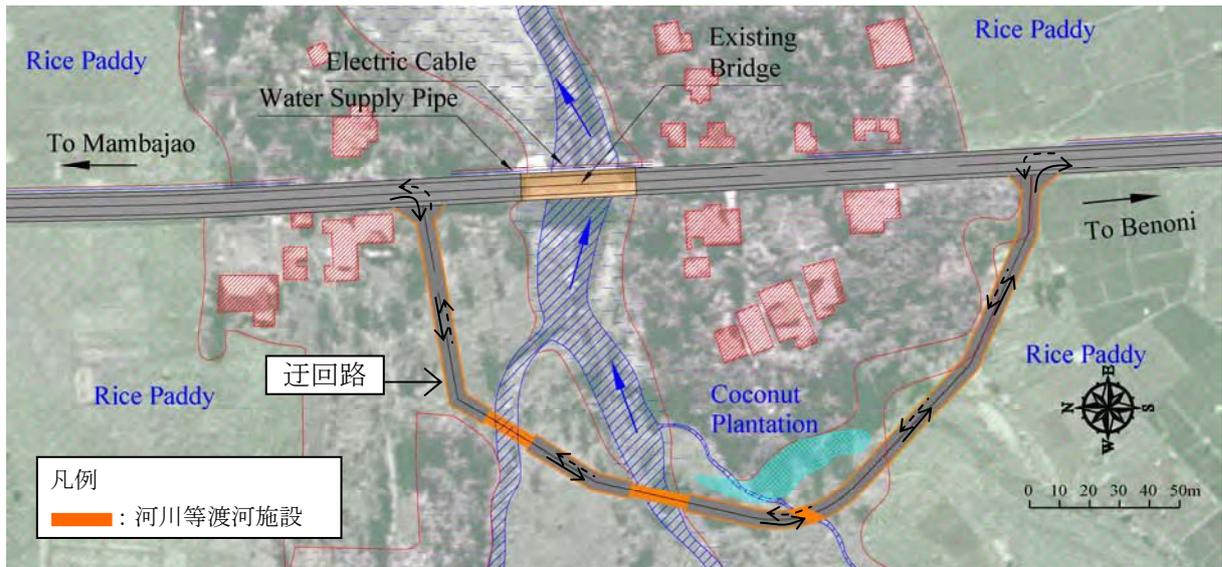


図 R 3-2.8 工事中の迂回路概要図

b) 下部工計画

i) 基礎工形式

基礎形式は、地質調査結果を踏まえ「フィ」国内で実績のある工法から選定する。架橋位置の地質は、以下のとおりである。

- 左岸側：上層部に転石混じりの礫層が約 6m 程度、以降は約 11m の厚さでシルト質砂層、シルト層が続き、N 値 50 以上の礫混じりシルト層（支持層）に達する。以上から杭長は 17m 程度となる。
- 右岸側：上層部に転石混じりの礫層が約 4m 程度、以降は約 11m の厚さでシルト質砂層、シルト層が続き、N 値 20 以上の礫混じりシルト層（支持層）に達する。以上から杭長は 19m 程度となる。

上記の地質調査結果から、コンクリート既成杭および H 鋼杭等の打ち込み杭は層厚 4m ～6m の転石混じり礫層へは不適と判断することから場所打杭を採用する。

ii) 橋台形式

橋台形式は構造高さが約 6m となることから、この構造高さで一般的かつコンクリート量の少ない逆 T 式橋台とする。

c) 上部工形式

新設橋梁の上部工形式の検討にあたり、以下の要件を考慮する必要がある。

橋長および径間数

前述の通り橋長（40.90m）、径間数（単径間）とする。

橋梁の構造高さとし下余裕高さ

既述の通り、新設橋梁の橋面高さについては沿道の民家への影響および改修が必要となる取付道路延長の削減の環境配慮および経済性の観点から、既存橋梁と同様の橋面高さが適切と判断する。一方河川特性により、橋梁および橋梁周辺への安全性を確保するため、桁下余裕高さは計画高水位から 1.5m 以上を確保することが必要である。

したがって、上記の条件を満たす構造高さの上部工形式を選定する。上記要件を満たす上部工の候補形式は、PC-I 桁、PC 箱桁、鋼鈹桁、鋼製トラスである。しかし、PC 箱桁および鋼製トラスは以下に示す理由から、比較検討から除外することとし、PC-I 桁および鋼鈹桁の選定比較を表 R 3-2.7に示す。

PC 箱桁： 一般的に多径間の橋梁に適用される。桁の架設工法が特殊であり、単径間では他の候補と比べ経済性が大きく劣る。

鋼製トラス： 一般的に鋼桁はコンクリート製の桁と比較し高価であることに加え、近年の鋼材の需要増加に伴う価格高騰により価格差は増加傾向である。鋼製トラスは鋼鈹桁と比較し鋼重が 1.3 倍程度増加することに加え、加工部材が多く製作単価が高価であり、製作期間も 1.5 倍程度は必要となる。したがって、経済性に劣り工期の延長も想定される。

以上の検討結果より上部工形式として、PC-I 桁を選定する。

表 R 3-2.7 上部工形式の比較表

案	比較案 1		比較案 2	
構造形式	単径間鋼桁形式		単径間PC-I型桁形式	
概要図				
概算工事費	×	1.13 (Scheme-2を1.00とした場合)	○	1.00
資機材調達	×	主要機材は国内調達可能であるが、鋼桁は日本または第三国からの調達が必要である。	○	ほとんどの主要資機材は国内調達にて建設可能
河川特性への対応	○	桁高は比較案2に比べ高くなるが、最低桁下余裕高さは確保可能である。また単径間（河道内に橋脚がない）であるため河川特性にも適応している。	○	最低桁下余裕高さは確保可能である。また単径間（河道内に橋脚がない）であるため河川特性にも適応している。
施工性	○	<p><u>桁製作</u> 工場製作のため、現場の製作ヤードは必要としない。地組みヤードは何とか確保可能である。</p> <p><u>架設</u> 一般的な仮設ペントによる架設となる。桁重量が比較案中最も軽いことから、50t吊り程度のクレーンで架設可能である。</p>	△	<p><u>桁製作</u> 橋梁直近の地上でヤードを確保するのは困難である。</p> <p><u>架設</u> クレーン架設が一般的である。本案の場合、1本当りの桁重量が70tを超えるため、大型クレーン160t吊りクレーンが2台必要である。しかし大型クレーンの調達は高価となることから橋梁上流側にステージを設置し、ステージ上で桁を製作しウインチ等で横移動し架設を行う計画を検討する。</p>
工期	△	Scheme-2の工期+1.0ヵ月程度	○	1.00
維持管理の難易	×	通常鋼材の場合、定期的に桁の再塗装が必要。	○	コンクリート橋であるため、橋梁本体の維持補修はほとんど不要。
総合評価	×		○	

d) 取り付け道路および付帯工

i) 取り付け道路工

(1) 取り付け道路の工事範囲

新設橋梁の橋面高さを既存橋と同等として、既存道路と擦り付けを行う。工事範囲は左岸側 10.75m、右岸側 11.35m、合計 22.10m となる。

(2) 取り付け道路の舗装構造

取付道路は第 2 級国道である島内周回道路である。本道路は全線に亘り「フィ」国に基づきコンクリート舗装で建設されており良好な状態である。本件の取付道路の舗装構成についても、「フィ」国基準に基づき建設する。

舗装構造を図 R 3-2.9 に示す。舗装構造指数は、所要値 3.53 を上回っている。

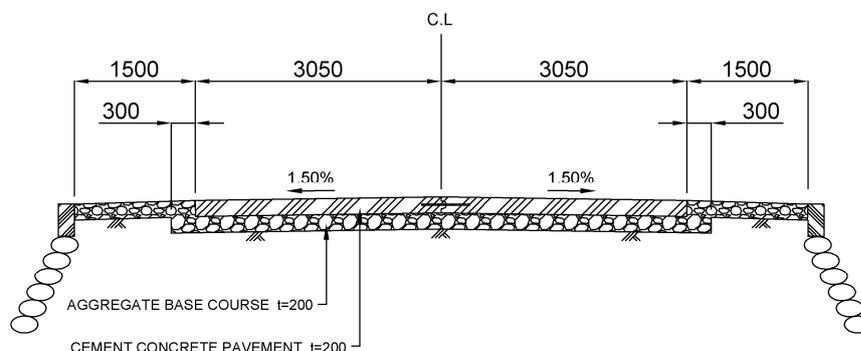


図 R 3-2.9 取付道路舗装構成図

(3) 取り付け道路付帯施設

ガードレール

架橋地点は高さ約 4m の盛土であるところから、転落防止対策としてガードレールが設置されている(右写真参照)。架橋位置は民家も近接していることもあり、安全対策として、ガードレールを置き転落防止対策を行う計画とする。



路面標示

路面標示として中央線、車線境界線、側線を設ける。以下に設置数量を示す。

- ・中央線 (実線 : 橋梁部) : 40.9m
- ・車線境界線 (破線 : 道路部) : 22.1m
- ・側線 (実線) : 126.0m

ii) 護岸工

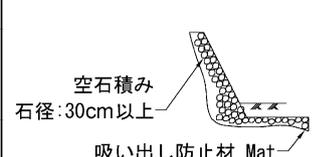
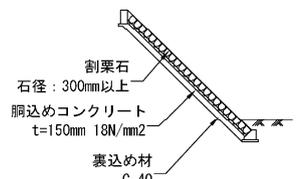
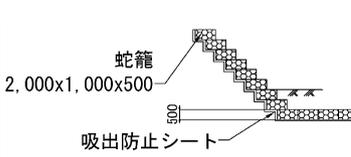
(1) 水文特性

河道が逆 S 字に蛇行しているため、上流左岸側、下流右岸側が水衝部となり洗掘が見られる。新設橋梁の橋台位置は、この水文特性を考慮し橋台位置を後方に下げる計画としている。しかし、洪水時にはこの河岸浸食が進むことも懸念される。また、洪水時は流木等が混入することが想定される。

(2) 護岸工

上記の水文特性を考慮し、耐久性および構造的に堅固である適切な護岸工を施し、橋台を保護する計画とする。護岸工の選定は一般的に用いられている、空石積、練石積、蛇籠について比較検討を行った。比較検討結果を表 R 3-2.8 に示す。

表 R 3-2.8 護岸工の比較検討表

	空石積	練石積	蛇籠
	 <p>空石積み 石径:30cm以上 吸い出し防止材 Mat</p>	 <p>割栗石 石径:300mm以上 胸込めコンクリート t=150mm 18N/mm² 裏込め材 C-40</p>	 <p>蛇籠 2,000x1,000x500 吸出防止シート</p>
	端部処理: 既存練石積に摺付		
耐久性	<p>× 積石の移動による破損が生じやすい。 減水時に后背土の吸出しの危険性が最も大きい。</p>	<p>○ 后背土の崩壊の可能性が小さく、最も堅固。</p>	<p>△ 減水時に后背土の吸出しのおそれあり。 雨期と乾期で乾湿があるため、鉄線が腐食しやすい。</p>
施工性	—	<p>△ 后背土の沈下に追従できないので十分な転圧管理が必要 雨期の施工は難しい</p>	○ 施工実績が多い
コスト	○ 0.6	× 1.0	× 0.8
工期	○ 0.7	× 1.0	○ 0.7
総合評価	<p>耐久性に乏しい。最も安価であるが維持管理費用が大きくなる。</p> <p>×</p>	<p>耐久性に優れている。 高価であるが、数量が少ないことから全体コストの大きく影響しない。</p> <p>○</p>	<p>△ 耐久性がやや劣る。蛇籠が破損した場合の補修が困難である。</p>

検討の結果、耐久性を重視し、最も堅固な構造である練石積を採用する。この形式は同一路線の線橋梁で多く用いられている。護岸工の仕様は以下のとおりである。

採用工種	練石積 厚さ: 30cm 裏込めコンクリート: 15cm 裏込め材 (クラッシュラン): 20cm 以上
敷設延長	左岸側: 34.75m、右岸側: 34.55m 合計 69.3m
その他	<ul style="list-style-type: none"> 水抜き孔 2~4m² に 1 箇所 護岸基礎は、計画河床からマイナス 1m を確保する。

3) 砂防ダム基本計画

a) 計画基準点および砂防ダム計画地点

i) 計画基準点

計画基準点は、家屋等の保全対象直上流で、現在、現地政府により建設中の導流堤下流端とする（流域面積 4.43km²）。当地点は、河床勾配から見て土石流堆積区間のほぼ下流端に相当しており、実際の台風ナナンの土砂堆積状況も同様な傾向を示し、下流部は後続流の氾濫による掃流運搬区間とみなされる。一方、補助基準点として土砂移動形態の特性に応じ以下の2地点を設定し計画で扱う土砂量の検討を行う。

補助基準点 1 : 土石流発生区間とみなされる河床勾配 1/4 以上の区間の末端。

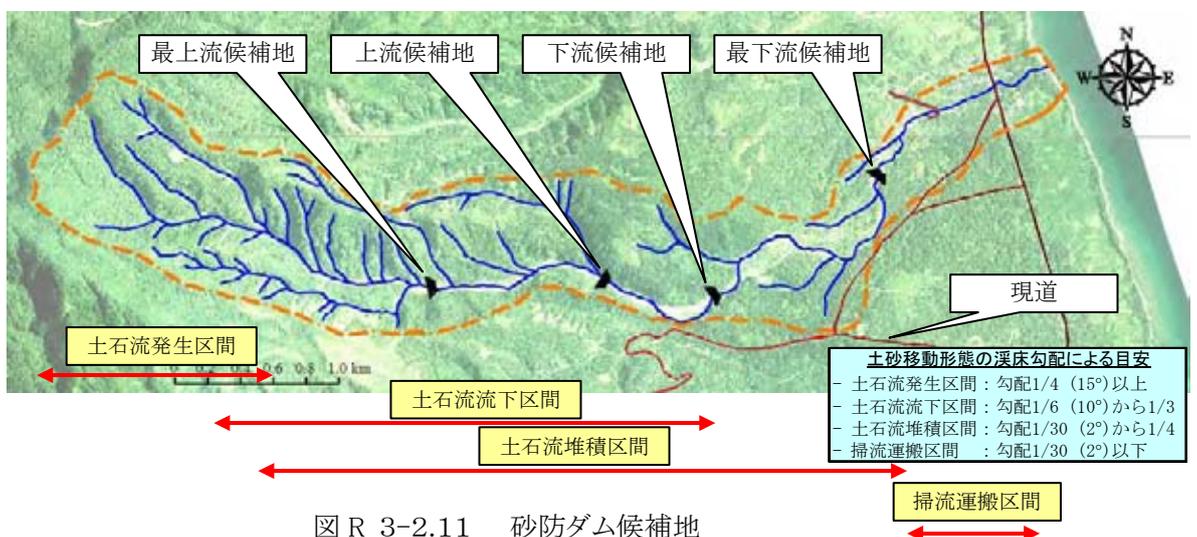
補助基準点 2 : ポントド川が流路方向を東南東から東北東に大きく変える地点で、河床勾配 1/8 程度であることから土石流流下区間の末端とみなされる。下流砂防ダム候補地点である。



図 R 3-2.10 計画基準点および補助基準点の位置

ii) 砂防ダム計画地点

砂防ダム計画地点は土石流の移動形態、地形地質状況から下記4地点が候補となる。



上記 4 候補地において、下記の点が指摘される。

- 最上流候補地、上流候補地、下流候補地は土石流の移動形態としての流下・堆積区間に位置しており、土石流対策ダムの候補地として適している。
- 下流候補地よりさらに下流の残流域は河川勾配が 1/10 以下の土石流堆積区間に分類され、支川溪流も小規模であり大規模な土石流発生の危険はない。
- 最上流候補地は川幅が狭く堅硬な岩が河床、両岸に露頭しており、地形地質的に土石流対策ダムの候補地として適している。しかし、現道から離れており、河川勾配が急なことから道路建設に費用が掛かる。また、材料運搬距離も長くなるため堤体建設に費用が掛かる。
- 上流候補地は川幅が広いが、現道から近く、また、河床部に堅硬な岩が露頭していることから、維持管理用道路、堤体建設とも経済的に有利である。
- 下流候補地は川幅が狭く、河床部に堅硬な岩が露頭しており、地形地質的に土石流対策ダムの候補地として適している。また、現道から近いことから維持管理用道路、堤体建設とも経済的に有利である。
- 最下流候補地は土石流堆積区間下流端付近に位置しており、流路工始端の床固工建設候補地として適している。現道からは近いが 4 候補中最も川幅が広く、堆積層が厚いことから侵食防止工など堤体建設に費用が掛かる。
- 環境面において 4 候補地点とも特に問題は無い。

以上の考察より、砂防ダム計画地点は中流に位置する下記に示す 2 箇所を選定する。

表 R 3-2.9 砂防ダム計画地点選定比較表

項目	最上流候補地	上流候補地	下流候補地	最下流候補地
位置	河口から 4.5km	河口から 3.7km	河口から 3.1km	河口から 1.3km
流域面積	1.97km ²	2.97km ²	3.17km ²	4.20km ²
河床勾配・土石流形態	I=1/5 土石流流下区間	I=1/8 土石流流下区間	I=1/8 土石流流下区間 下流端	I=1/20 土石流堆積区間 下流端
土石流対策効果	◎	◎	◎	○
地質条件	◎	○	○	×
地形条件（川幅等）	◎	○	◎	×
社会環境性	○	○	○	○
維持管理用道路	×	○	○	◎
経済性	×	◎	◎	△
評価	—	選定	選定	—



図 R 3-2.12 砂防ダム計画地点の選定

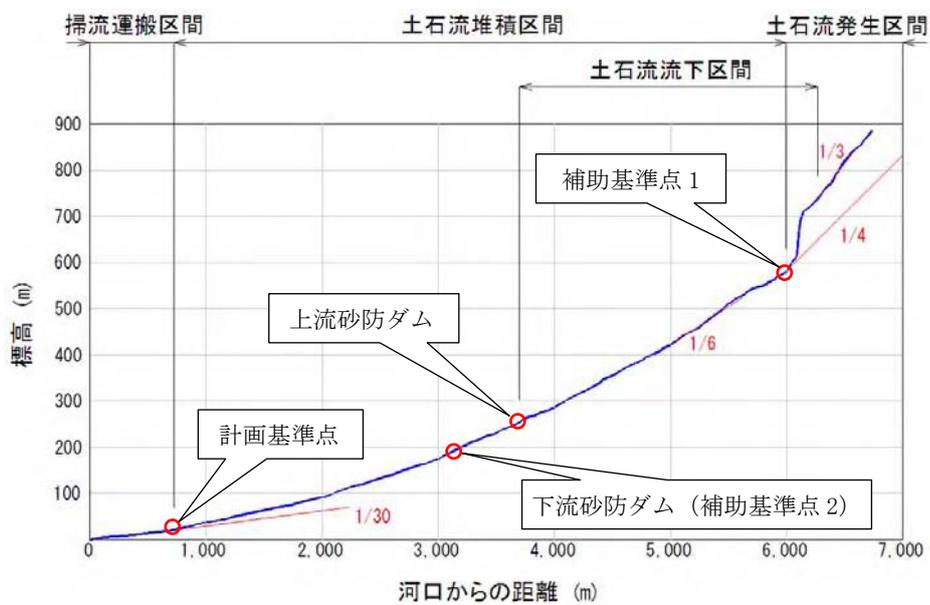


図 R 3-2.13 ポントド川縦断図

b) 計画流出量の算定

i) 計画流出量

計画流出量は下記に示す計画流出土砂量と計画流出流木量からなる。

計画流出土砂量 : 「計画規模の土石流」により、計画補助基準点 2 (土石流流下区間の下流端) まで流出する土砂量。

計画流出流木量 : 「計画規模の土石流」に含まれて、計画補助基準点 2 (土石流流下区間の下流端) まで流出する流木量。

ii) 計画流出土砂量

計画流出土砂量は、流域内の移動可能土砂量（移動可能渓床堆積土砂量＋崩壊可能土砂量）と「計画規模の土石流」によって運搬可能な土砂量を比較して小さいほうの値とする。ポイントド川流域の崩壊地、溪流、0次谷等の現地調査結果、衛星画像分析より算出した移動可能土砂量、また、100年超過確率降雨時の土砂量計算より算出した運搬可能土砂量を下記に整理する。

表 R 3-2.10 計画流出土砂量算定結果

項目	補助基準点 1	上流砂防ダム地点	補助基準点 2 (下流砂防ダム地点)
流域面積 (km ²)	1.08	2.97	3.17
渓床勾配	1/3.0	1/7.5	1/7.5
移動可能土砂量 (m ³)	41,800	181,400	208,800
1次谷延長 (m)	2,850	9,020	9,020
2次谷延長 (m)	1,820	5,790	5,790
3次谷延長×幅 (m ²)	0	55,600	82,940
移動可能渓床堆積土砂量 (m ³)	0	55,600	82,900
崩壊可能堆積土砂量 (m ³)	41,800	125,800	125,800
運搬可能土砂量	111,100	76,300	79,400
24時間雨量 (mm)	216	216	216
土石流濃度	0.78	0.3	0.3
流出補正率	0.24	0.17	0.16
計画流出土砂量	41,800	76,300	79,400



iii) 計画流出流木量

計画流出流木量は、推定された発生流木量に流木流出率を掛け合わせて算出する。流域の現況調査および衛星画像分析から流木の発生原因は主に0次谷の斜面崩壊と考えられる。算出した計画流出流木量を下記に整理する。

表 R 3-2.11 計画流出流木量算定結果

項目	補助基準点 1	上流砂防ダム地点	補助基準点 2 (下流砂防ダム地点)
流域面積 (km ²)	1.08	2.97	3.17
渓床勾配	1/3.0	1/7.5	1/7.5
計画流出流木量 (m ³)	440	1,300	1,300
0次谷崩壊面積 (m ²)	2,790	8,390	8,390
樹木密度 (本/100m ²)	10	10	10
樹高 (m)	10	10	10
流木流出率	0.9	0.9	0.9

c) 土石流ピーク流量の算定

土石流ピーク流量は、流出土砂量に基づいて算出する。その最大値は 1 洪水期間に複数発生する土石流の内、最大となる 1 波の土石流による土砂量に対応したものとする。土石流ピーク流量算定結果を下記に整理する。

表 R 3-2.12 土石流ピーク流量算定結果

項目	補助基準点 1	上流砂防ダム地点	補助基準点 2 (下流砂防ダム地点)
流域面積 (km ²)	1.08	2.97	3.17
溪床勾配	1/3.0	1/7.5	1/7.5
計画土石流ピーク流量 (m ³ /s)	38	372	372
想定 1 波土石流流出土砂量 (m ³)	3,440	18,580	18,580
土石流濃度	0.54	0.30	0.30
溪床堆積土砂容積濃度	0.60	0.60	0.60
土石流総流量 (m ³)	3,830	37,170	37,170

d) 土石流・流木処理計画

土石流・流木処理計画は、設定した補助基準点 2 (土石流流下区間の下流端) において、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を、2 基の砂防ダムにより効果的に処理可能なものとする。

i) 砂防ダムの土石流・流木処理効果

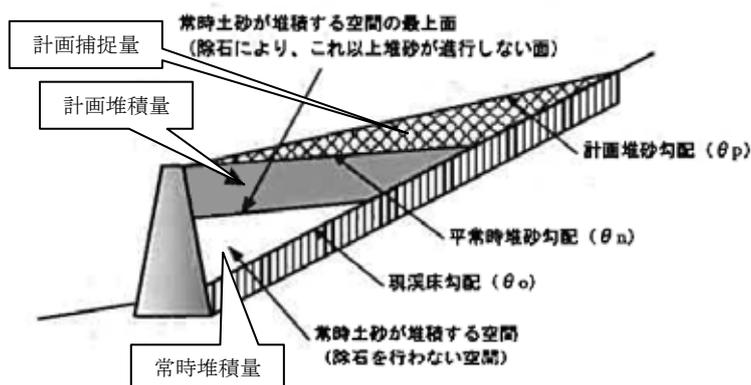
一般に砂防ダムは次図のように通常規模の洪水による土石流・流木を捕捉し、元河床の 1/2 の堆砂勾配を有する (平常時堆砂勾配)。これが大規模な洪水時になると、元河床の 2/3 まで流入土砂を捕捉し (計画堆砂勾配)、その後の中小洪水時で洗掘・侵食を受け、再度、平常時堆砂勾配に戻っていく。これが、砂防ダムの土砂調節効果と呼ばれる機能である。上記より、砂防ダムの土石流・流木処理効果は下記のように整理される。

常時堆積量 : 現溪床勾配をなす平面と平常時堆砂勾配の平面との間で囲まれる空間で、常時土砂・流木が堆積し除石を行わない空間とする。

計画堆積量 : 「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を堆積させる量。現溪床勾配をなす平面と平常時堆砂勾配の平面との間で囲まれる空間のうち、除石により確保される空間とする。

計画捕捉量 : 「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を捕捉させる量。平常時堆砂勾配の平面と計画堆砂勾配の平面とで囲まれた空間とする。

・不透過型の場合



・部分透過型の場合

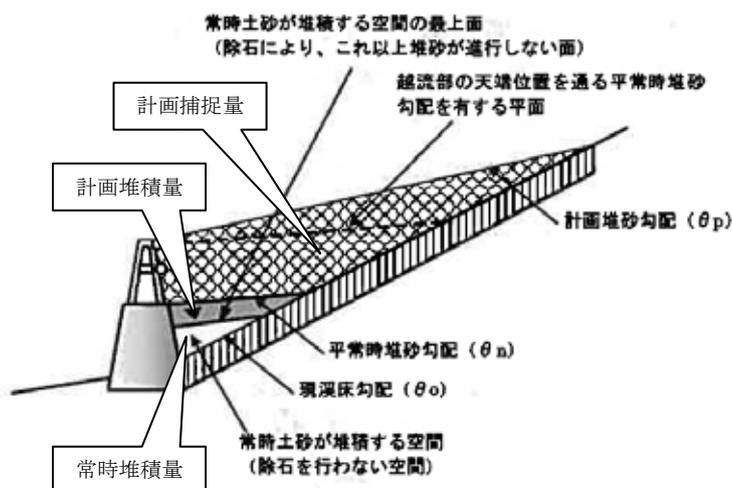


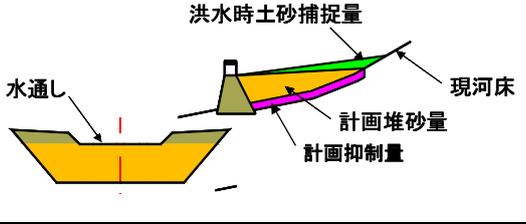
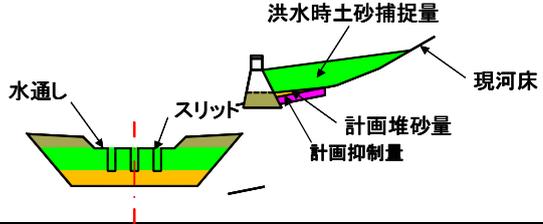
図 R 3-2.14 常時堆積量、計画堆積量、計画捕捉量の考え方

ii) 砂防ダムタイプの検討

土石流は巨大な破壊力を持っており、蛇籠、テトラポッド、石積みなど、コンクリートにより固定せず並べるだけの構造物は、この破壊力に耐えることができないため、ポイント川流域における土石流対策施設として採用することはできない。

強固なコンクリート構造主体の砂防ダムは、土石流・流木の捕捉方法から区分すると不透過型と透過型に分けられる。また、透過型の代表的な型式は、コンクリートスリット型と鋼製スリット型であり、次ページ表のように整理される。

表 R 3-2.13 砂防ダム型式と土石流処理効果比較表

項目	不透過型	透過型	
		コンクリートスリット型	鋼製スリット型
写真			
構造	コンクリート堤体	コンクリート堤体に数m幅のスリット	コンクリート堤体に大きな開口を設け鋼材を設置
機能と特徴	出水時と平常時の含砂率の差によりそれぞれの堆砂勾配に差が生じることから土砂調節機能が発揮され、この部分の調節量が計画捕捉量となる。	透過型もその基本的な機能は不透過型と同じであるが、平常時や中小洪水時の土砂はスリットなどの透過部を通り下流へ流れ、土石流時のみ石礫を捕捉する機能を持っている。このため、常時の空き容量が大きく下図に示すとおり不透過型に比べて大きな捕捉量を見込むことが可能である。スリットの幅、間隔が適切でないと土石流を捕捉出来ない、逆に、通常の土砂でスリットが詰まり満砂してしまう場合がある設計には注意が必要である。	
土砂処理効果			
設計・施工の容易さ	設計は容易。コンクリート打設が分断されないの施工は比較的容易。	スリットの幅は溪床礫径を調査し設計するが、直径1~3mの巨礫が堆積する土石流流下区間で、平時の土砂を下流に流し、かつ、土石流を確実に捕捉する幅の設計は難しい。コンクリート打設がスリットにより分断され施工は手間がかかる。	鋼材なのでスリットの大きさ・構造を必要に応じ変更可能。鋼材の設置作業は容易。
経済性	比較的安い。内部コンクリート部分に耐久性の劣る現地材使用が可能と考えられる。	不透過型に比べ高い。また、スリットを複数設ける必要があり、耐久性の劣る現地材使用可能な内部コンクリート量が少なくなる。	現地材の使用が制限され、鋼材を使うため割高。鋼材部分の補修は難しい。
維持管理	出水時と平常時の含砂率の差により生じる土砂調節機能のみ(計画捕捉量)を砂防ダムの効果として計画する場合、満砂しても常時除石の必要は無い。尚、当河川は中小洪水での流下土砂量が非常に小さく満砂するまでにはかなりの時間がかかるものと推定される。	中小洪水では貯砂しない。コンクリートスリット型の場合、スリット部分が構造上の弱点となり破損、修繕の必要が生じる可能性が高い。	
環境	上流から下流への土砂移動がダムにより分断されるが、現況の中小洪水による流下土砂量が非常に小さいため問題とはならない。	上流から下流への土砂の移動は連続的であり問題とはならない。	
判定	◎	○	△

透過型の中で、鋼製スリット型に比べて経済性の面で有利と思われるコンクリートスリット型は、①平時の土砂を下流に流し、かつ、土石流を確実に捕捉するスリット幅の設計が難しい、②スリット部分が構造上の弱点となる、③耐久性の劣る現地材の使用が限られる、など採用に当たっては多くの課題がある。

一方、不透過型においては、建設時初期投資額は小さいが透過型と同じ計画捕捉機能を持たせる場合、除石など高額の維持管理費（ライフサイクルコスト）が必要となる点が課題としてあげられる。しかしながら、土石流・流木処理計画として計画捕捉量（出水時と平常時の含砂率の差により生じる土砂調節機能）のみを考えれば、満砂しても常時除石の必要は無く維持管理費用も安くなる。

本検討では、土石流・流木処理計画として計画捕捉量のみを考えるものとし、上表に記した設計施工の容易さ、耐久性、経済性、維持管理、環境面の考察に基づき、不透過型砂防ダムを最適案として選定する。

iii) 土石流・流木処理計画

ダムサイトの地形地質条件から上流砂防ダムの高さを 10m、下流砂防ダムの高さを 12m とした場合、砂防ダムによる土石流・流木処理効果は下記のように算定される。

表 R 3-2.14 砂防ダムの効果

項目	単位	上流砂防ダム	下流砂防ダム	合計
流域面積	km ²	2.97	3.17	-
現河床勾配		1/7.5	1/7.5	-
砂防ダム高	m	10	12	-
常時堆砂量	m ³	58,200	24,800	83,000
計画堆砂量	m ³	0	0	0
計画捕捉量	m ³	31,100	27,700	58,700

算出した計画流出量および計画捕捉量から、補助基準点 2 における土石流・流木処理計画は下記のように計算される。

表 R 3-2.15 補助基準点 2 における土石流・流木処理計画

計画流出量	計画捕捉量（砂防ダム 2 基）	計画流下量
計画流出流木量 1,300 m ³	計画捕捉流木量* 1,100 m ³	計画流下流木量 200 m ³
計画流出土砂量 79,400 m ³	計画捕捉土砂量 57,600 m ³	計画流下土砂量 21,800 m ³
合計 80,700 m ³	合計 58,700 m ³	合計 22,000 m ³

* 砂防ダムの計画捕捉流木量は、計画捕捉量の 2% として計算

上記計算のとおり、計画流出量 80,700m³に対して、砂防ダム 2 基による計画捕捉量は 58,700m³であり、整備率は 58,700m³ / 80,700m³ = 約 73%である。

現在ポントド川下流部で DPWH-DEO によって建設中の導流堤は、漏斗状の形状をしており約 25,000m²の遊砂空間を持っている。この空間は、平均厚さ約 1m で補助基準点 2 から下流に流下する 22,000m³ の土砂・流木を貯留することが可能であり、導流堤直下に設定した計画基準点より下流における計画土砂・流木流出量は 0 となるものと予想される。

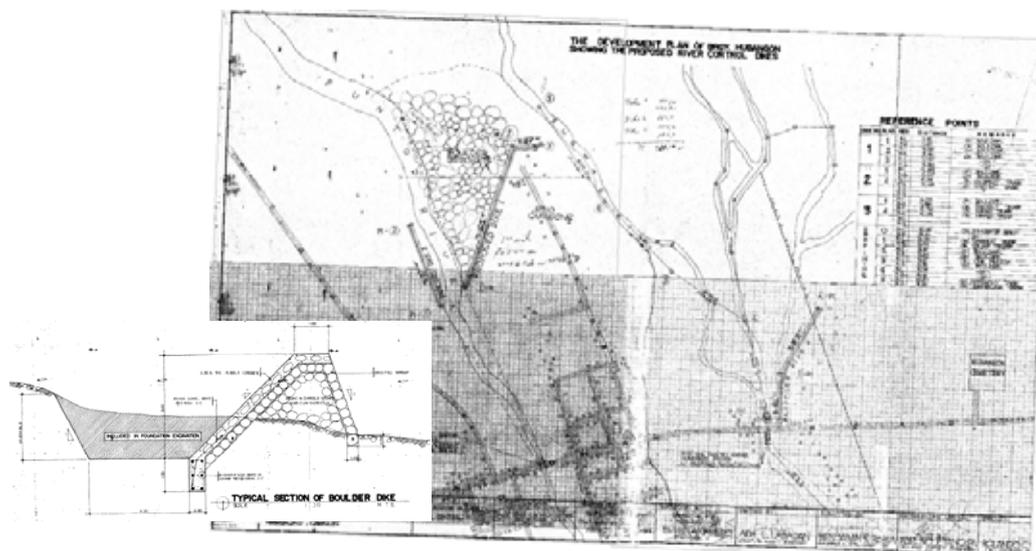


図 R 3-2.15 施工中の導流堤設計図(DPWH-DEO より)

iv) 砂防ダムの構造検討

砂防ダムは堤体全体が転倒、滑動、支持力に対して安定でなければならない。安定検討時に考慮する設計外力は、静水圧、堆砂圧、土石流流体力である。ダム袖部については、礫、または流木の衝撃力に土石流流体力を加えたものに対して安全でなければならない。

また、砂防ダムには、設計流量を安全に下流に流下する水通し設ける必要がある。

構造検討結果を下表に整理する。

表 R 3-2.16 砂防ダム構造諸元

諸元	上流砂防ダム	下流砂防ダム
ダムタイプ	重力式コンクリート式 (スリットなし)	
ダム高	10 m	12 m
ダム基礎標高	EL. 259.5 m	EL. 169.5 m
堤頂長	115 m	70 m
天端幅	4.0 m	4.5 m
のり面勾配	上流 1:0.4、下流 1:0.2	上流 1:0.4、下流 1:0.2
水通し幅	18.0 m	12.0 m
設計水深	2.5 m	3.0 m
余裕高	1.25 m	1.50 m
前庭保護工	なし	なし

e) 維持管理用道路の検討

砂防ダム維持管理用道路は、工事中のアクセス道路として使用する

i) ルート選定

上流砂防ダムおよび下流砂防ダムへの維持管理用道路のルートとしては、下図に示す案が考えられる。

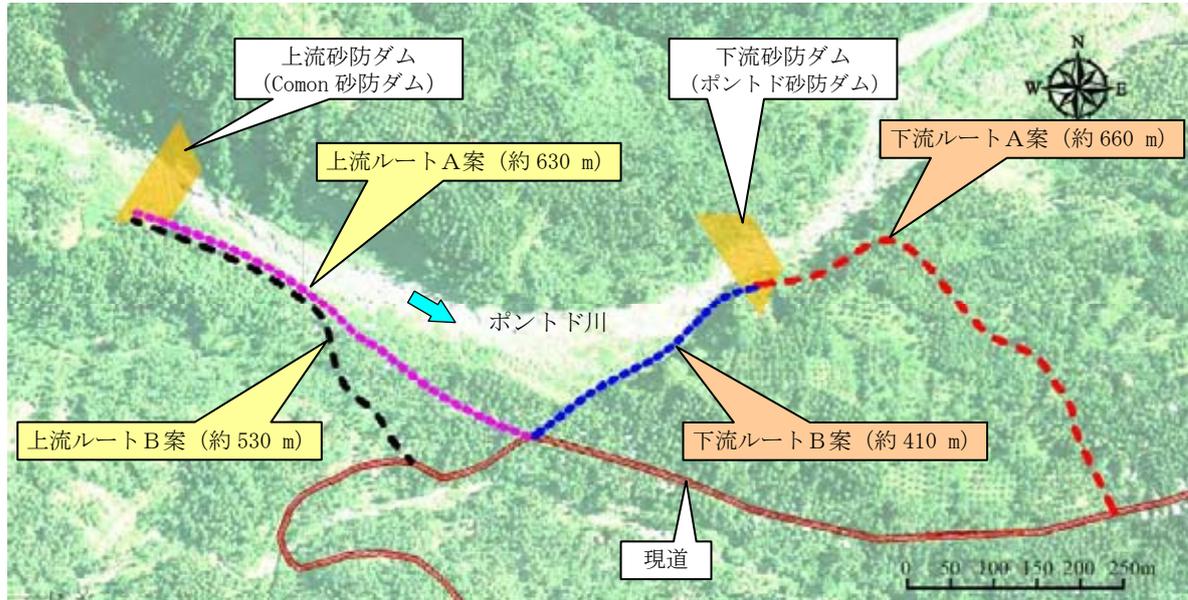


図 R 3-2.16 上流および下流砂防ダム維持管理用道路のルート検討

表 R 3-2.17 上流砂防ダム維持管理用道路のルート比較表

項目	ルートA案	ルートB案
ルート概要	現道から川に沿って上っていく案。バナナ、ココナッツ畑を盛り切りにより道路を造成する。	A案の道路始点から現道をさらに 150m 上った地点を道路始点とする案。バナナ、ココナッツ畑を盛り切りにより道路を造成する。途中からA案と同ルートとなる。
道路延長	約 630 m	約 530 m
ルートの状況	現道からの分岐点(始点)周辺に数件の家屋があり、移転対象とはならないものの工事中に騒音振動の影響を大きく受けることが予想される。 家屋移転は1軒。	現道からの分岐点(始点)付近には家屋はない。 家屋移転は1軒。
最適案	道路延長が短く、また、ルート周辺に家屋がなく(1軒の家屋移転を除いて)、工事中の騒音振動による住環境への影響がない ルートB案 が最適である。	

表 R 3-2.18 下流砂防ダム維持管理用道路のルート比較表

項目	ルートA案	ルートB案
ルート概要	現道下流側から川に向かい、途中から川に沿って上っていく案。 ココナッツ畑を盛り切りにより道路を造成する。	現道上流側から川に入り、土石流堆積物の上に盛り土し道路とする案。 (このルート沿いの右岸の山はほぼ直角に切り立っており、切り土により道路を造成すると 50mを超える切り土法面となる)。
道路延長	約 660 m	約 410 m
ルートの状況	ほとんどがココナッツ畑である。	ほとんどが土石流堆積物上となる。
最適案	ルートB案はA案に比べて道路延長が短い、この道路は維持管理用として砂防ダム完成後も使用することから、将来土石流が発生した場合にも使用可能な状態でなければならない。土石流堆積物上に造成するB案はこの条件を満たす構造とすることが困難であることから、 ルートA案 を最適案とする。	

上記の検討結果から、砂防ダム維持管理用道路のルートは下記の通りとする。

- 上流砂防ダムアクセス/維持管理用道路：ルートB案
- 下流砂防ダムアクセス/維持管理用道路：ルートA案

ii) 設計条件

維持管理用道路の設計条件を以下に示す。

表 R 3-2.19 維持管理用道路の設計条件

諸元	上流砂防ダムおよび下流砂防ダム
車線数	1 車線
道路幅	車道： 4.0 m、路肩： 1.0 m x 2 = 2.0 m
最急縦断勾配	12 % (やむをえない場合 14 %)
最小曲線半径	20 m
舗装	砕石舗装 t = 150 mm (縦断勾配 7%未満、カミギン島の砕石を使用) コンクリート舗装 t = 150 mm (縦断勾配 7%以上、カミギン島の砕石を使用)
路盤	砕石 t = 150 mm (カミギン島の砕石を使用)

3-2-3 基本設計図

1) 橋梁

a) 橋梁基本諸元

新設橋梁の基本諸元をとりまとめ、表 R 3-2.20に示す。

表 R 3-2.20 橋梁基本諸元

項目		橋梁基本諸元
架橋位置		現橋位置
橋長		40.9m
支間割		単径間
幅員	車線数 / 車道	2 車線、7.32m (3.66m×2)
	歩道	0.76m×2 (両側)
	地覆	0.30m×2 (両側)
橋梁形式	基礎工	場所打ち鉄筋コンクリート杭
	上部工	PC 桁 (桁高さ 2.0m、5 主桁)
取り付け道路延長		左岸側：10.75 m、右岸側：10.15 m
護岸工		練石積み護岸 (橋台周囲のみ)
付帯施設		区画線、ガードレール
その他		工事中の迂回路 設置位置：上流側 延長：約 350m 幅員：6m (砂利道) 河川等渡河施設：3 箇所 (幅員 4m)

b) 橋梁基本設計図

図面リストを下表に、橋梁基本設計図を別添資料に添付する。

表 R 3-2.21 図面リスト(フバンゴン橋)

図番	図面タイトル (和文)	図面タイトル (英文)	縮尺
H-01	プロジェクト位置図	Project Location Map	-
H-02	フバンゴン橋一般図	General View of フバンゴン Bridge	1/200,1/100,1/50
H-03	上部工構造図	Structure Drawing of Superstructure	1/100,1/50,1/30
H-04	主桁 PC 鋼材一般図	Prestressing Tendon for Main Girder	1/30,1/20,1/10
H-05	伸縮継手および排水工 詳細図	Details of Expansion Joint and Drainage	1/200,1/40,1/20,1/10,1/5
H-06	橋台構造図 (A1)	Structural Drawing of A1 Abutment	1/100,1/50,1/20,1/2
H-07	橋台構造図 (A2)	Structural Drawing of A2 Abutment	1/100,1/50,1/20,1/2
H-08	平面・縦断図	Plan and Profile	H=1/200,V=1/100
H-09	横断図	Cross Section	1/100
H-10	標準横断図および 詳細構造図	Typical Section & Detail of Structures	1/50,1/30,1/10
H-11	コンクリート舗装工詳細図	Detail of Concrete Pavement	1/100,1/10

2) 砂防ダム

a) 砂防ダム基本諸元

新設砂防ダムおよび維持管理用道路の基本諸元をとりまとめ、表 R 3-2.22に示す。

表 R 3-2.22 砂防ダムおよび維持管理用道路基本諸元

諸元		上流砂防ダム	下流砂防ダム
砂防ダム	位置	河口から 3.7km	河口から 3.1km
	流域面積	2.97km ²	3.17km ²
	ダムタイプ	コンクリート重力式 (スリットなし)	コンクリート重力式 (スリットなし)
	ダム高	10 m	12 m
	ダム基礎標高	EL. 259.5 m	EL. 169.5 m
	堤頂長	115 m	70 m
	天端幅	4.0 m	4.5 m
	のり面勾配	上流 1:0.4、下流 1:0.2	上流 1:0.4、下流 1:0.2
	水通し幅	18.0 m	12.0 m
	設計水深	2.5 m	3.0 m
	余裕高	1.25 m	1.50 m
	天端幅	4.0 m	4.5 m
	前庭保護工	なし	なし
維持管理用道路	車線数	1 車線	
	道路幅	車道: 4.0 m、路肩: 1.0 m x 2 = 2.0 m	
	最急縦断勾配	12 % (やむをえない場合 14 %)	
	最小曲線半径	20 m	
	舗装	碎石舗装 t = 150 mm (縦断勾配 7%未満、カミギン島の碎石を使用) コンクリート舗装 t = 150 mm (縦断勾配 7%以上、カミギン島の碎石を使用)	
	路盤	碎石 t = 150 mm (カミギン島の碎石を使用)	
	延長	525 m	657 m

b) 砂防ダム基本設計図

図面リストを下表に、砂防ダム基本設計図を別添資料に添付する。

表 R 3-2.23 図面リスト(砂防ダム)

図番	図面タイトル (和文)	図面タイトル (英文)	縮尺
S-01	プロジェクト位置図	Project Location Map	-
S-02	上流砂防ダム平面図	Plan of Upper Sabo Dam	1/200
S-03	下流砂防ダム平面図	Plan of Lower Sabo Dam	1/200
S-04	上流砂防ダム一般図	General Drawing of Upper Sabo Dam	1/200
S-05	下流砂防ダム一般図	General Drawing of Lower Sabo Dam	1/200
S-06	上流砂防ダム維持管理用 道路平面・縦断図	Plan and Profile of Access Road (Upper Sabo Dam)	H=1/1000, V=1/500
S-07	下流砂防ダム維持管理用 道路平面・縦断図	Plan and Profile of Access Road (Lower Sabo Dam)	H=1/1000, V=1/500
S-08	維持管理用道路	Typical Cross Section of Road Section	1/50

3-2-4 施工計画

3-2-4-1 施工方針

本計画が実施される場合の基本事項は次のとおりである。

- 本計画は、日本政府と「フィ」国政府間で本計画に係る無償資金協力の交換公文が締結された後、日本政府の無償資金協力に従って実施される。
- 本計画の実施機関は DPWH である。
- 本計画の詳細設計、入札関連業務および施工監理業務に係るコンサルタント業務は、日本のコンサルタントが「フィ」国とのコンサルタント契約を締結し実施する。
- 本計画の橋梁・砂防工事は、入札参加資格審査の合格者による入札の結果、選定された日本業者により、「フィ」国との工事契約を締結し実施する。

本計画の施工にあたっての基本方針は次のとおりである。

- 建設資機材および労務調達は、可能な限り現地調達とする。現地で調達できない場合は、所要の品質供給能力が確保される範囲で最も経済的となる第三国、または日本からの調達とする。
- 施工方法および工事工程は、現地の気象、地形、地質および各サイトの河川特性等の自然条件に合致したものとする。
- 可能な限り特殊機材や技術を必要としない一般的な工法を計画する。
- 適切な工事仕様および施工管理基準を設定するとともに、この基準を満足する建設業者の現場管理組織、コンサルタントの施工監理組織を計画する。
- 工事中の作業員および第三者に対する安全確保を徹底する。
- 工事による河川への水質汚染や増水時期の土砂流出を防止するとともに、土取場、廃棄物処理場は「フィ」国から指定された場所を選定する等、環境影響を軽減し環境保全に努める。

3-2-4-2 施工上の留意事項

1) 橋梁

a) 河川の低水期・増水期への配慮

橋梁工事は、地形、地質、および低水期、増水期等の河川特性等を考慮して、効率的な工程計画を設定することが肝要である。以下に各河川の特徴および施工上の留意事項を示す。

i) 河川特性

低水期は3月～9月の7ヶ月間であり、河川幅は約2m、最深部水深は約0.3mである。増水期は10月～2月の5ヶ月間であり、通常年の増水期の最大河川幅は約25m、最深部水深は約1.1mとなる。

ii) 施工上の留意点

橋梁建設の第一工種となる下部工建設は、経済性および事業の早期完成に優位となる低水期に完了させる。

b) 建設位置の地形・土地利用条件

一般的に上部工建設は、桁制作を橋梁建設位置に直近に製作ヤードを確保し、クレーンにより架設することが最も経済的となる。しかし、建設位置周辺は住居および耕作地であり、桁制作ヤードが確保できない。また施工ヤードも非常に狭く、架設に必要となる大型クレーンの組み立て、設置位置の確保が非常に困難であり安全な作業実施に問題があると判断する。したがって、本件では、橋梁位置の直上流に鋼製仮設ステージを設置し、ステージ上で桁を製作し、桁架設は仮設ステージから、牽引器具により横移動し架設する計画を採用する。

図 R 3-2.17 に桁制作用鋼製仮設ステージと桁架設手順図を示す。

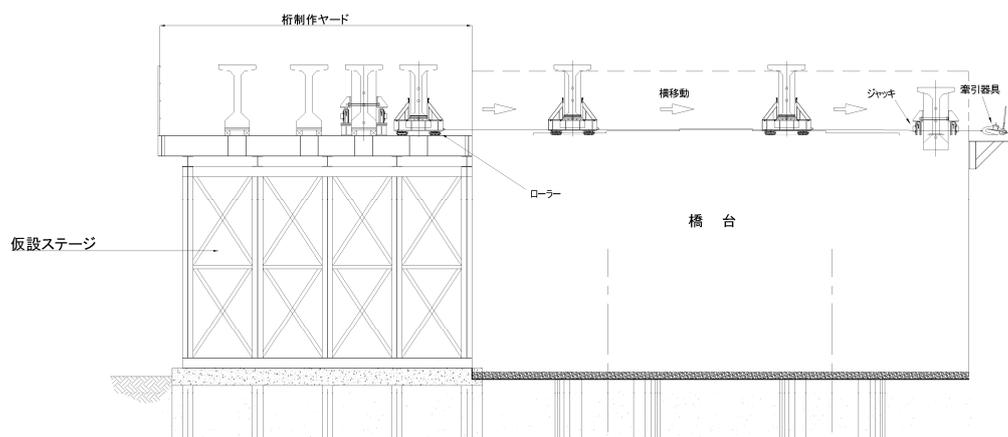


図 R 3-2.17 桁制作用鋼製仮設ステージと桁架設手順図

c) 一般交通の確保

対象橋梁は、カミギン島唯一の周回道路（第 2 級国道）に架橋されている。新設橋梁は検討の結果、現橋位置に架橋される計画である。橋梁地点においては、適切な既存迂回路がないため橋梁建設中は一般交通を確保する必要であり、現橋位置に近接し迂回路を建設する計画とする。迂回路計画においては、周辺の耕作地への影響を最低限とするとともに、河川渡河位置には仮設栈橋を設置し安全かつ円滑な交通確保を行う。

図 R3-2.18 に迂回路計画を示す。

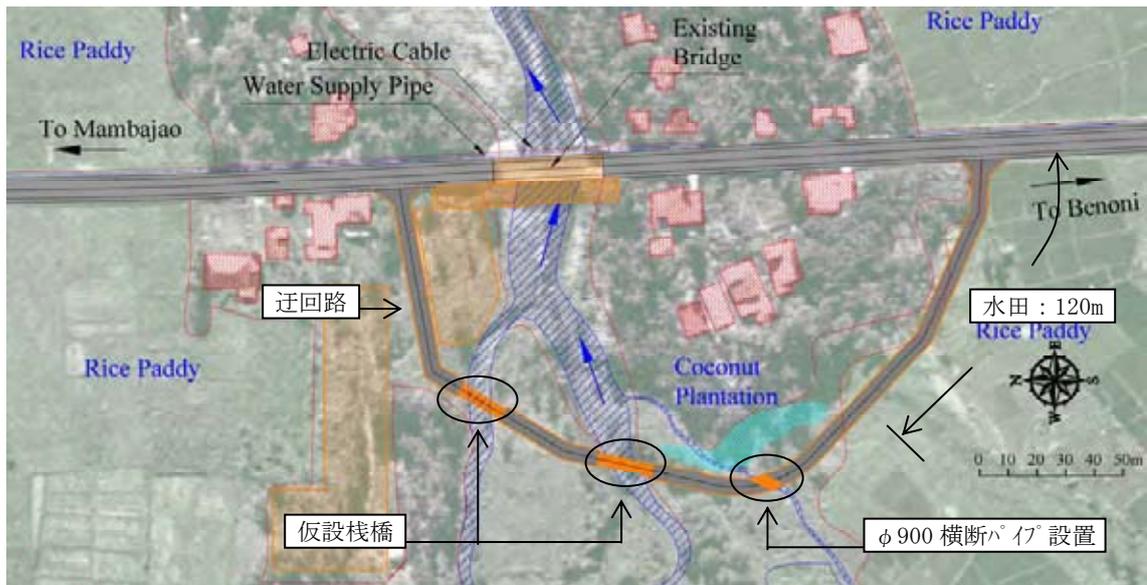


図 R 3-2.18 迂回路計画図

d) 一般者および工事関係者への安全配慮

前述のとおり、島内唯一の国道上での建設となるため、一般者および工事関係者へ十分な安全配慮が必要となる。

一般者への安全配慮

- 工事ヤードを明確にし、工事関係者以外の立ち入り禁止措置を実施する。
- 一般車両および歩行者の迂回道路への誘導は、工事看板、迂回路掲示板を設置するとともに、夜間用の回転灯を設置し明示する。
- 定期的に仮設栈橋の点検を実施し、設備の欠陥による事故防止に努める。
- 資材運搬車両へ安全教育により、交通事故防止対策を実施する。

工事関係者への安全配慮

- 高所作業が多くなるため、適切な足場、転落防止設備等により墜落事故を防止する。
- 大型建設機械を使用するため、建設機械への見張り員を配置し接触事故防止を行う。

e) 環境への配慮

- 場所打杭の施工は、泥水の流出による河川水質汚染防止措置（予備ポンプ・タンク等の確保等）を講じる。
- 土取場、廃棄物処理場は、実施機関から指定された場所を厳守し周辺環境維持に努める。
- 振動および騒音が生じる工種の実施は、早朝および夜間を避け行う。
- 工事車両による粉塵対策（散水等）を実施する。
- 関係者への環境情報の提供、掲示、教育。特に労働安全衛生、自然環境保護および保健（厳暑期の健康管理等）の教育を実施する。

2) 砂防ダム

a) 河川の低水期・増水期への配慮

既存河川（ポントド川）上に設置されるため、施工に際しては、以下に示す河川の低水期および増水期への配慮を十分に行い安全かつ効率的な施工を行う。

- 低水期（3月～8月）にダム本体工事を開始する。河床掘削および低水期の水位以下の躯体コンクリート打設は河川の転流および水替えを実施し分割施工する。
- ダム躯体内に仮排水管（φ1000）を埋設し、低水期間に増水期の影響範囲までの施工を完了させる。

b) 建設位置の地形・土地利用条件

建設位置周辺には、マンゴー、バナナ等の耕作地が点在しており、仮設ヤードの計画に際しては、これらの耕作地の利用を最小限とする計画を立案する。

また、ダム建設位置は非常に急峻な地形であることから、切土・盛土の崩壊が生じないよう安全な施工計画を立案する。

c) 一般者および工事関係者への安全配慮

ダムサイトへのアクセスは、一部区間住居に接近している。また、アクセス道路の建設には発破作業が想定される。ダム本体は既存河川で施工となることから、一般者および工事関係者へ十分な安全配慮が必要となる。

一般者への安全配慮

- 工事ヤードを明確にし、工事関係者以外の立ち入り禁止措置を実施する。
- アクセス道路の建設では発破の使用が想定されることから、ガードマンにより24h体制で保管庫の管理を行い事故防止に努める。
- 発破作業前の事前警報、影響範囲内の立入者の確認および退避を徹底する。
- 資材運搬車両へ安全教育により、交通事故防止対策を実施する。

工事関係者への安全配慮

- 発破の取り扱いおよび作業は有資格者による作業を遵守し、作業前の警報、退避を徹底し発破作業の関連災害を防止する。
- 高所作業が多くなるため、適切な足場、転落防止設備等により墜落事故を防止する。
- 大型建設機械を使用するため、建設機械への見張り員を配置し接触事故防止を行う。
- 定期的な切土・盛土部の点検を実施し土砂崩壊災害を防止する。
- 河川増水時の対策として緊急用資材をストックするとともに、避難計画を策定し重大災害の発生を防止する。

d) 環境への配慮

- 泥水の流出による河川水質汚染防止措置（予備ポンプ・タンク等の確保等）を講じる。
- 可能な限り切土は盛土に流用する計画として、残土発生量を低減させる。
- 土取場、廃棄物処理場は、実施機関から指定された場所を厳守し周辺環境維持に努める。
- 振動および騒音が生じる工種の実施は、早朝および夜間を避け行う。
- 工事車両による粉塵対策（散水等）を実施する。
- 関係者への環境情報の提供、掲示、教育。特に労働安全衛生、自然環境保護および保健（酷暑期の健康管理等）の教育を実施する。

3-2-4-3 施工区分

日本と「フィ」国の両国政府が分担すべき事項は、表 R 3-2.24のとおりである。

表 R 3-2.24 両国政府の負担区分

項目	内容	負担区分		備考
		日本国	「フィ」国	
資機材調達	資機材の調達・搬入	○		
	資機材の通関手続		○	
準備工	工事に必要な用地の確保		○	現場事務所、資機材置場、作業場等
	住民移転措置		○	
	迂回路の設置	○		
	工事用道路の設置	○		
	土取場・土捨場の確保		○	
	廃材捨場の確保		○	
	上記以外の準備工	○		
工事障害物の撤去	地上障害物の撤去		○	
	既存橋梁の撤去	○		
本工事	砂防ダム2基	○		維持管理道路含む
	フバンゴン橋	○		

3-2-4-4 施工監理計画

日本のコンサルタントが「フィ」国政府とのコンサルタント業務契約に基づき、詳細設計業務、入札関連業務および施工監理業務の実施にあたる。

1) 詳細設計業務

コンサルタントが実施する実施設計業務の主要内容は次のとおりである。

- 「フィ」国実施機関との着手協議、詳細設計、現地調査
- 詳細設計、図面作成
- 資材調達計画、事業費積算

詳細設計業務の所要期間は、以下のとおりである。

- 3.5ヶ月

2) 入札関連業務

入札公示から工事契約までの期間に行う業務の主要項目は次のとおりである。

- 入札図書の作成（上記詳細設計期間と並行して作成）
- 入札公示
- 入札業者の事前資格審査
- 入札実施
- 入札書の評価
- 契約促進業務

入札関連業務の所要期間は、以下のとおりである。

- 3.0ヶ月

3) 施工監理業務

コンサルタントは、施工業者が工事契約および施工計画に基づき実施する工事の施工監理を行う。その主要項目は次のとおりである。

- 測量関係の照査・承認
- 施工計画の照査・承認
- 品質管理
- 工程管理
- 出来形管理
- 安全管理
- 出来高検査および引き渡し業務

砂防ダムおよび橋梁の建設は同時施工で計画する。砂防ダムと橋梁建設はセメントコンクリート工が主であるが、橋梁工事の桁に特殊工種であるプレストレスコンクリートを採用するため、施工監理者は常駐管理者1名に加え、桁制作開始から桁架設までの期間に専門技術者を派遣し、施工監理を行う計画とする。

工事施工においては、施工業者の安全管理者と協議、協力しながら事故の発生を未然に防ぐよう監理を行う。

3-2-4-5 品質管理計画

コンクリートの品質管理計画を表 R 3-2.25に、土工および舗装工の品質管理計画を表 R 3-2.26に示す。

表 R 3-2.25 コンクリート工の品質管理計画

項目	試験項目	試験方法 (仕様書)	試験頻度
セメント	セメントの物性試験	AASHTO M85	試験練り前に1回、その後コンクリート 500m ³ 打設毎に1回あるいは原材料が変わった時点
細骨材	コンクリート用細骨材の物性試験	AASHTO M6	試験練り前に1回、その後 500m ³ 毎に1回あるいは供給場所が変わった時点 (納入業者のチェック確認)
	ふるい分け試験	AASHTO T27	毎月1回
粗骨材	コンクリート用粗骨材の物性試験	AASHTO M80	試験練り前に1回、その後 500m ³ 毎に1回あるいは供給場所が変わった時点 (納入業者のチェック確認)
	ふるい分け試験	AASHTO T27	毎月1回
水	水質基準試験	AASHTO T26	試験練り前に1回
コンクリート	スランプ試験	AASHTO T119	2回/日
	空気量試験	AASHTO T121	2回/日
	圧縮強度試験	AASHTO T22	各打設毎に6本の供試体、1回の打設数量が大きい場合には75m ³ 毎に6本の供試体 (7日強度-3本、28日強度-3本)
	温度	-	2回/日
	塩分濃度試験	-	2回/日

表 R 3-2.26 土工および舗装工の品質管理計画

項目	試験項目	試験方法 (仕様書)	試験頻度
盛土工	密度試験 (締固め)	AASHTO T191	500 m ³ 毎
路盤工	現場密度試験 (締固め)	AASHTO T191	1,000m ³ 毎
	締固めおよび一軸圧縮試験	AASHTO T180	1,000m ³ 毎

3-2-4-6 資機材等調達計画

1) 建設資材調達計画

カミギン島で調達および生産できる主要資材は、砂、骨材でその他は、ミンダナオ島およびマニラからの調達されている。カミギン島では骨材が生産されているが、発泡性安山岩等、比重が小さく強度の低い岩が含まれるため、島内の公共構造物への使用が許可されていなく、ミンダナオ島から調達している。



右写真内で褐色の岩が発泡性安山岩であり、比重が少なく強度が低い。

資材の調達方針は次のとおりである。

- 島内で恒常的に市場に供給されている資材は、これを調達する。

- 「フィ」国で調達不可能なものは、第三国または日本から調達とする。調達先は品質、価格、調達の可能性および納期を勘案し決定する。
- 骨材については、本調査で実施したコンクリートの強度試験結果により、構造物コンクリートに必要な強度を勘案し調達先を決定する。

主要資材の調達区分を表 R 3-2.27に示す。

表 R 3-2.27 主要資材調達区分

項 目	調 達 区 分			調 達 先 等
	現地	日本国	第三国	
<u>構造物用資材</u>				
骨材（コンクリート用）	○			橋梁工事用：ミンダナオ島 砂防ダム工事用： 堤体内部コンクリートはカミギン島 堤体外部コンクリートはミンダナオ島 維持管理用道路のコンクリートはミンダナオ島
セメント	○			カミギン島
玉石（護岸積用）	○			カミギン島
路盤材	○			橋梁取付道路用はミンダナオ島 砂防ダム維持管理用道路用はカミギン島
鉄筋：D 6～D 32	○			カミギン島
混和材（コンクリート用）	○			同 上
PC鋼材	○			マニラ
支承（PC桁用）		○		日本
伸縮継手		○		同 上
RCパイプ：D=900～1000mm	○			ミンダナオ島
規制標識	○			同 上
<u>仮設用資材</u>				
型枠用木材	○			カミギン島
型枠用合板：防水加工なし	○			同 上
支保工(木材)、足場用丸太	○			同 上
型鋼	○			同 上
仮設栈橋材（付属品共）	○			同 上
仮設橋（ベイリー橋）	○			マニラ
燃料、油脂類	○			カミギン島
酸素、アセチレンガス	○			同 上
ガス切断機	○			同 上

2) 建設機械調達計画

建設機械の調達方針は以下のとおりである。

- 現地建設業者が所有している一般的な機種、モデルの建設機械はこれをリースする。ただし、リースが高価な場合は、使用期間を算定し第三国からの調達（購入による損料）を経済比較して調達方法を決定する。
- 現地調達が困難な機械は第三国または日本からの調達とする。

主要工事中建設機械の調達区分を表 R 3-2.28に示す。

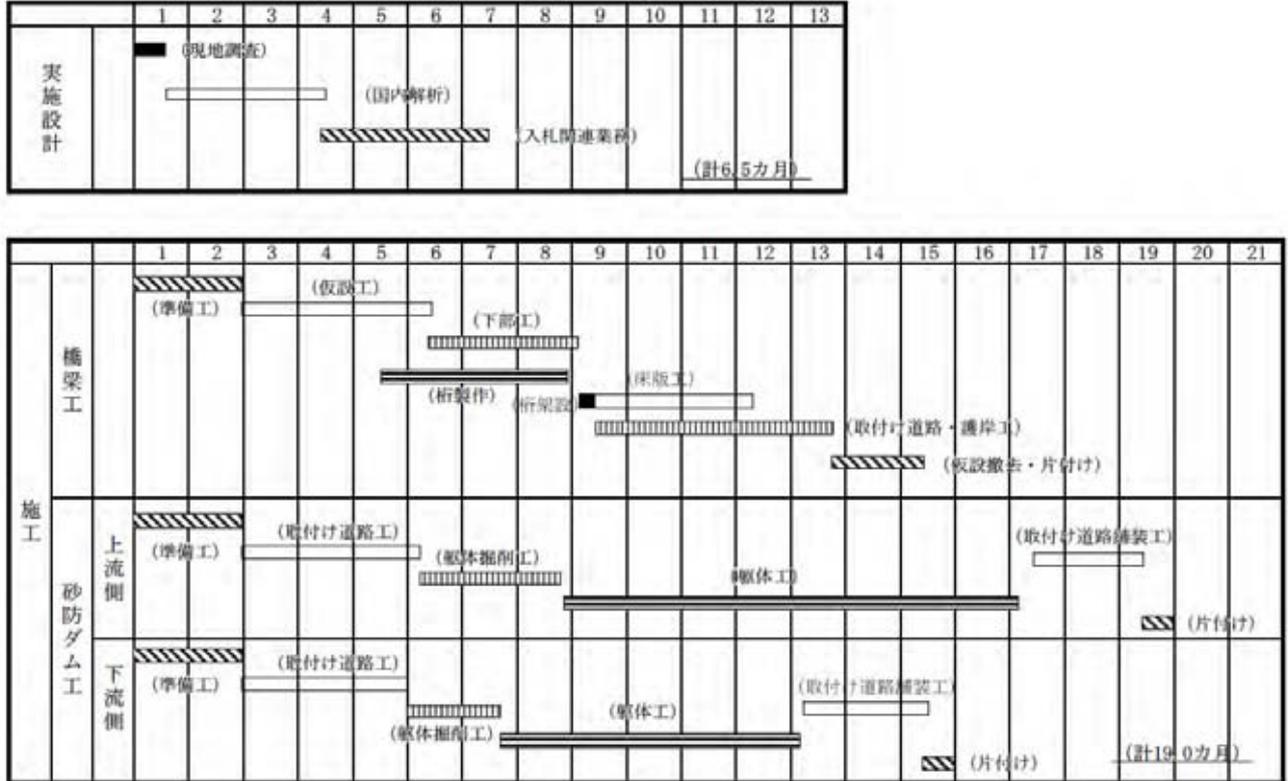
表 R 3-2.28 工事中建設機械調達区分

機械名	仕様	賃借/ 購入	調 達 区 分			調達 理由	輸送ルート
			現地	第三国	日本国		
バックホウ	0.28m ³	賃借	○				ミンダナオ島→ カミギン島
バックホウ	0.5m ³	賃借	○				同 上
バックホウ	0.8m ³	賃借	○				同 上
ブルドーザー	15t	賃借	○				同 上
ブルドーザー	21t	賃借	○				同 上
ジャイアントブレイカー	油圧式600～ 800kg級	賃借	○				同 上
モーターグレーダー	3.7m	賃借	○				同 上
ロードローラー	10-12 t	賃借	○				同 上
タイヤローラー	8-20t	賃借	○				同 上
振動ローラー	0.5-0.6t	賃借	○				同 上
振動ローラー	0.8-1.1t	賃借	○				同 上
ホイールローダー	2.3m ³	賃借	○				同 上
ホイールローダー	3.1m ³	賃借	○				同 上
散水車	6.0kl	賃借	○				同 上
ダンプトラック	10 t	賃借	○				同 上
ダンプトラック	4 t	賃借	○				同 上
トラッククレーン	4.8-4.9t	賃借	○				同 上
トラッククレーン	20 t	賃借	○				同 上
トラッククレーン	35 t	賃借	○				同 上
トラッククレーン	50 t	賃借	○				同 上
クレーンクレーン	80t	賃借	○				同 上
クレーン付きトラック	4t	賃借	○				同 上
トレーラー	20t	賃借	○				同 上
トレーラー	30t	賃借	○				同 上
場所打ち杭機械	—	賃借	○				マニラ→カミギン島
バイブロハンマー	60KW	賃借	○				同 上
発電発動機	15KVA	賃借	○				ミンダナオ島→カミギ ン島
発電発動機	25KVA	賃借	○				同 上
水中ポンプ	150mm	賃借	○				同 上
水中ポンプ	100mm	賃借	○				同 上
ハンドブレイカー	20kg級	賃借	○				同 上
コンプレッサー	3.5-3.7m ³	賃借	○				同 上

3-2-4-7 実施工程

実施設計、施工の実施工程を表 R 3-2.29に示す。

表 R 3-2.29 業務実施工程表



3-3 相手国側負担事業の概要

本計画が実施される場合の「フィ」国政府の分担事項は以下のとおりである。

- 本計画の実施上必要な資料／情報の提供
- 建設用地の取得および家屋移転
- 工事のために必要な施工ヤード、資材置き場、現場事務所、主桁製作ヤード、迂回路等の用地の確保
- 工事に必要な土取場、土捨場、産業廃棄物処分場用地の確保
- 現場事務所への受電設備の設置
- 工事に支障となる電柱・水道管の移設
- 両砂防ダムの維持管理用道路への一般者立ち入り禁止措置（ゲートの設置）
- 本計画に関し日本に口座を開設する銀行の手数料および支払い手数料の負担（アドバイジング・コミッション、ペイメント・コミッション）
- 本計画に係る付加価値税（VAT）の負担
- 本計画の資機材輸入の免税措置、通関手続きおよび速やかな国内輸送のための措置
- 本計画に従事する日本人および実施に必要な物品／サービス購入の際の課税免除
- 本計画に従事する日本人が「フィ」国へ入国および滞在するために必要な法的措置
- 施設建設後の適切な使用および維持管理
- 本計画実施において住民または第三者と問題が生じた場合、その解決への協力
- 本計画実施上必要となる経費のうち、日本国の無償資金協力によるもの以外の経費の負担

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

1) 運営・維持管理の体制

a) フバンゴン橋

建設後の橋梁および取付道路の維持管理は、DPWH の州事務所（リージョン X）が管轄し、カミギン地方事務所が実施する。

b) 砂防ダム

建設後の砂防ダムおよび維持管理用道路の維持管理は、DPWH のリージョン事務所（リージョン x）、カミギン島地方事務所およびカミギン州政府が管轄する。「フィ」国での事例では関係諸機関の砂防ダムの運営・維持管理は以下のように区分されている。

- ダム本体および維持管理用道路の運営および簡易な補修を含む維持管理は当該地域の州政府が実施する。
- ダム本体および維持管理用道路の修繕・補修については DPWH が支援する。

なお、本件の砂防ダムに係る予算措置を含めた運営・維持管理区分の詳細は、2009 年 2 月に DPWH とカミギン政府間で Memorandum of Agreement (MOA) が締結される予定である。

関係諸機関の維持管理体制を表 R 3-4.1、各関係諸機関の 2003 年～2007 年の予算と支出を表 R 3-4.2～表 R 3-4.4、組織図を図 R 3-4.1～図 R 3-4.5 に示す。

c) 運営・維持管理能力

橋梁の維持管理は、DPWH のカミギン地方事務所が主として実施する。カミギン地方事務所は、島内に 22 橋の維持管理を実施しており、維持管理能力は問題ないと考えられる。

砂防ダムについて「フィ」国の事例では、プロジェクト完了後の地方自治体（本プロジェクトの場合はカミギン州政府）に譲渡され、地方自治体が維持管理を行っている。しかし、大規模な補修が発生した場合、DPWH が補修を実施する形態をとっている。本プロジェクトも同様の形態となることが想定される。砂防ダムの維持管理については、島内新規施設であることから DPWH の下部組織である FCSEC の技術的支援を受け、適切な維持管理を行うことが必要である。なお、砂防ダムの維持管理用道路については、十分な経験を有していることから問題はないと考えられる。

2) 維持管理業務の内容

必要な維持管理業務は次のとおりである。

橋 梁

定期点検 : 橋梁および取付道路の定期点検

日常維持管理 : 排水施設、舗装、伸縮装置、路肩、橋梁の清掃等

補修 : 舗装、排水施設、躯体、橋梁施設、路肩・法面等の補修

砂防ダム

定期点検 : ダム躯体および維持管理用道路の定期点検と土砂堆積量の確認

日常維持管理 : ダムの排水施設、維持管理用道路の排水施設、舗装、路肩、清掃等

補修 : ダムの躯体と排水施設、維持管理用道路の排水施設、舗装、路肩・法面等

3) 維持管理業務における留意点

事業効果を十分に発現・持続させるため、砂防ダム、砂防ダム維持管理用道路、橋梁および取付道路の維持管理を十分に行い、常に良好な走行条件を保つとともに、施設の耐久性の向上を図ることが重要であり、特に次の点に留意する必要がある。

- 定期的に点検を行い、施設の状況を常に把握しておくこと。
- 砂防ダムについては、排水施設、土砂堆積物量を確認・把握すること。
- 砂防ダム維持管理用道路については、排水施設、路肩の清掃、法面の点検を十分に行うこと。
- 橋梁については、排水施設、支承、伸縮装置とその近傍の清掃を十分に行うこと。
- 維持管理に必要な予算を確保すること。

本プロジェクトで建設される施設は、耐久性・対候性が高いため、当面、大規模な補修は不要であり、必要な日常の維持管理業務を実施するに当たり技術的に困難な問題はない。上記の点に留意すれば、現在の予算・体制で運営・維持管理を行うことは可能であると判断される。

表 R 3-4.1 関係諸機関の維持管理体制

	リージョン事務所 (リージョンX)	カミギン地方事務所	カミギン州政府
組織図	図 R 3-4.2	図 R 3-4.3	図 R 3-4.4
職員数/技術者数 (人)	306/79	59/18	28/12 *1

*1 : 維持管理を担当する Provincial Engineer's Office の人員数

表 R 3-4.2 DPWH リージョン事務所(リージョンX)の予算と支出

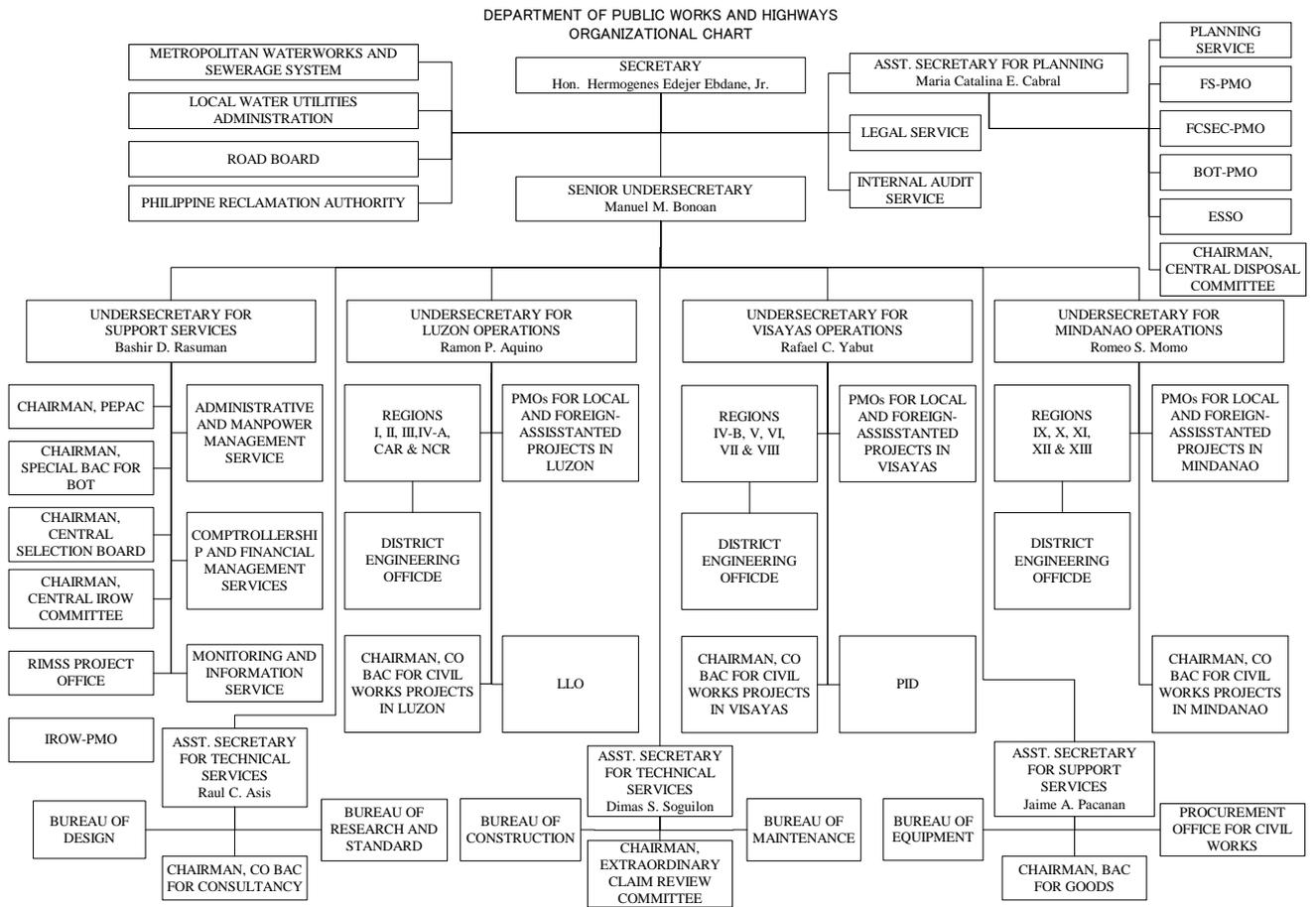
項目	予算と支出 (1,000 ペソ)									
	2003 年		2004 年		2005 年		2006 年		2007 年	
	予算	支出	予算	支出	予算	支出	予算	支出	予算	支出
総額	392,808	392,808	566,664	487,900	251,272	217,332	385,822	372,961	842,760	623,631
維持管理費	302,937	302,937	104,315	104,315	121,237	121,237	127,937	127,937	107,809	107,809

表 R 3-4.3 DPWH カミギン地方事務所の予算と支出

項目	予算と支出 (1,000 ペソ)									
	2003 年		2004 年		2005 年		2006 年		2007 年	
	予算	支出	予算	支出	予算	支出	予算	支出	予算	支出
総額	17,648	17,648	16,370	16,370	15,524	15,524	22,519	22,519	29,667	29,667
維持 管理費	6,501	6,501	5,000	5,000	4,764	4,764	11,000	11,000	18,000	18,000

表 R 3-4.4 カミギン州政府の予算と支出

項目	予算と支出 (1,000 ペソ)									
	2003 年		2004 年		2005 年		2006 年		2007 年	
	予算	支出	予算	支出	予算	支出	予算	支出	予算	支出
総額	172,534	160,640	182,784	153,124	187,367	173,244	190,677	177,003	203,453	189,757
維持 管理費	23,803	17,843	27,061	21,748	28,890	22,487	38,513	27,510	32,968	26,928



AMMS	- Administrative & Manpower Management Service	FS	- Feasibility Studies
BAC	- Bidding and Awards Committee	IAS	- Internal Audit Service
BOC	- Bureau of Construction	IROW	- Infrastructure Right-of-Way
BOD	- Bureau of Design	LS	- Legal Service
BOE	- Bureau of Equipment	LLO	- Legislative Liaison Office
BOM	- Bureau of Maintenance	MIS	- Monitoring and Information Service
BOT	- Build Operate and Transfer	NCR	- National Capital Region
BRS	- Bureau of Research and Standards	PEPAC	- Price Escalation and Price Adjustment Committee
CAR	- Cordillera Administrative Region	PID	- Public Information Division
CFMS	- Comptrollership & Financial Management Service	PMO	- Project Management Office
DEOs	- District Engineering Office	POCW	- Procurement Office for Civil Works
ESSO	- Environmental and Social Services Office	PS	- Planning Service
FCSEC	- Flood Control and Sabo Engineering Center	RIMSS	- Road Information and Management Support System

図 R 3-4.1 DPWH 本省組織図

ORGANIZATIONAL CHART
DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
Region X Directory

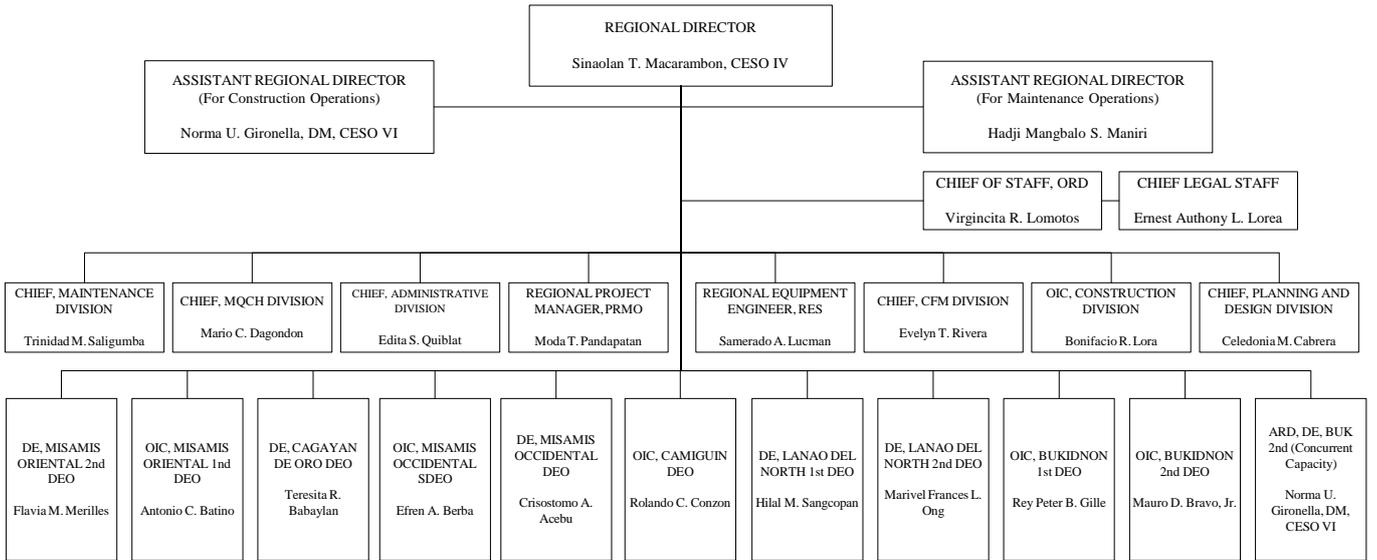


図 R 3-4.2 DPWH リージョン事務所(リージョンX)組織図

ORGANIZATIONAL CHART
(Present)
DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS
Camiguin District Engineering Office
Mambajao, Camiguin

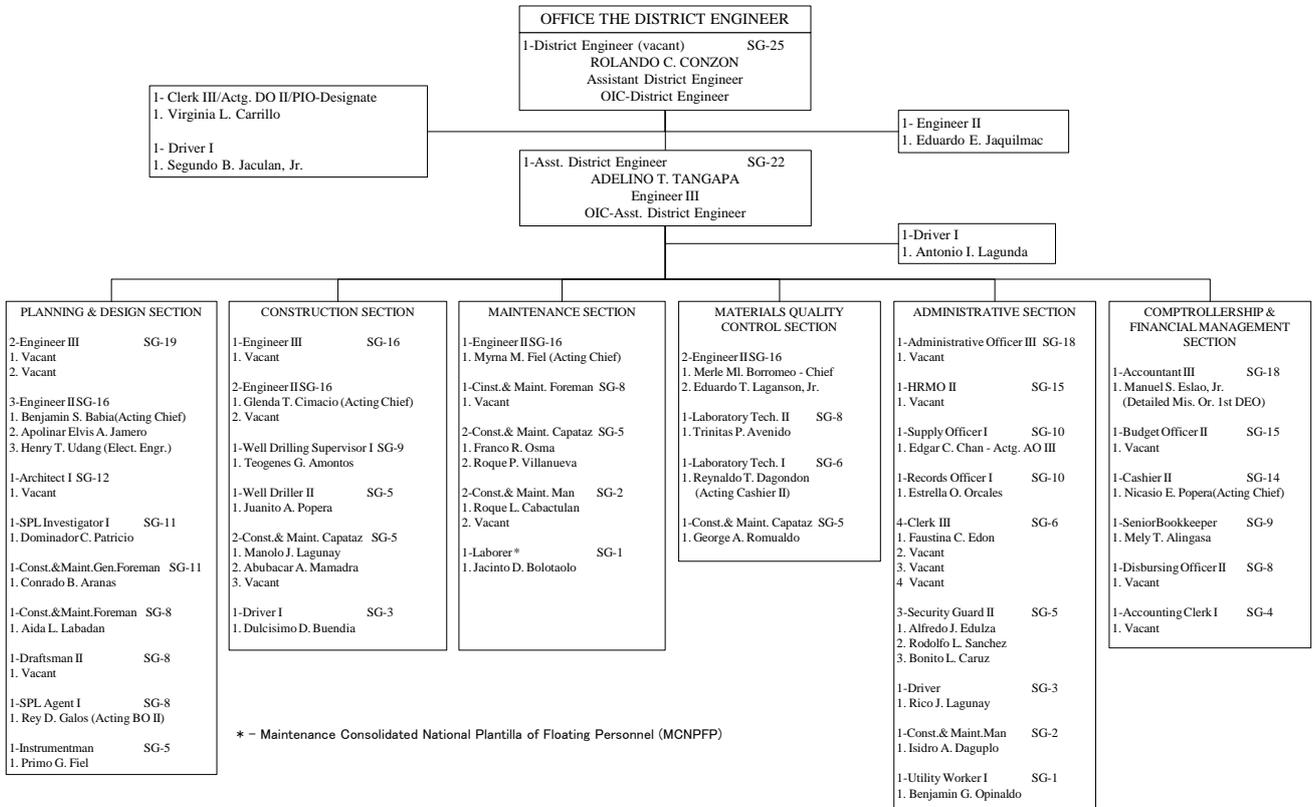


図 R 3-4.3 DPWH カミギン地方事務所組織図

PROVINCIAL ORGANIZATIONAL CHART

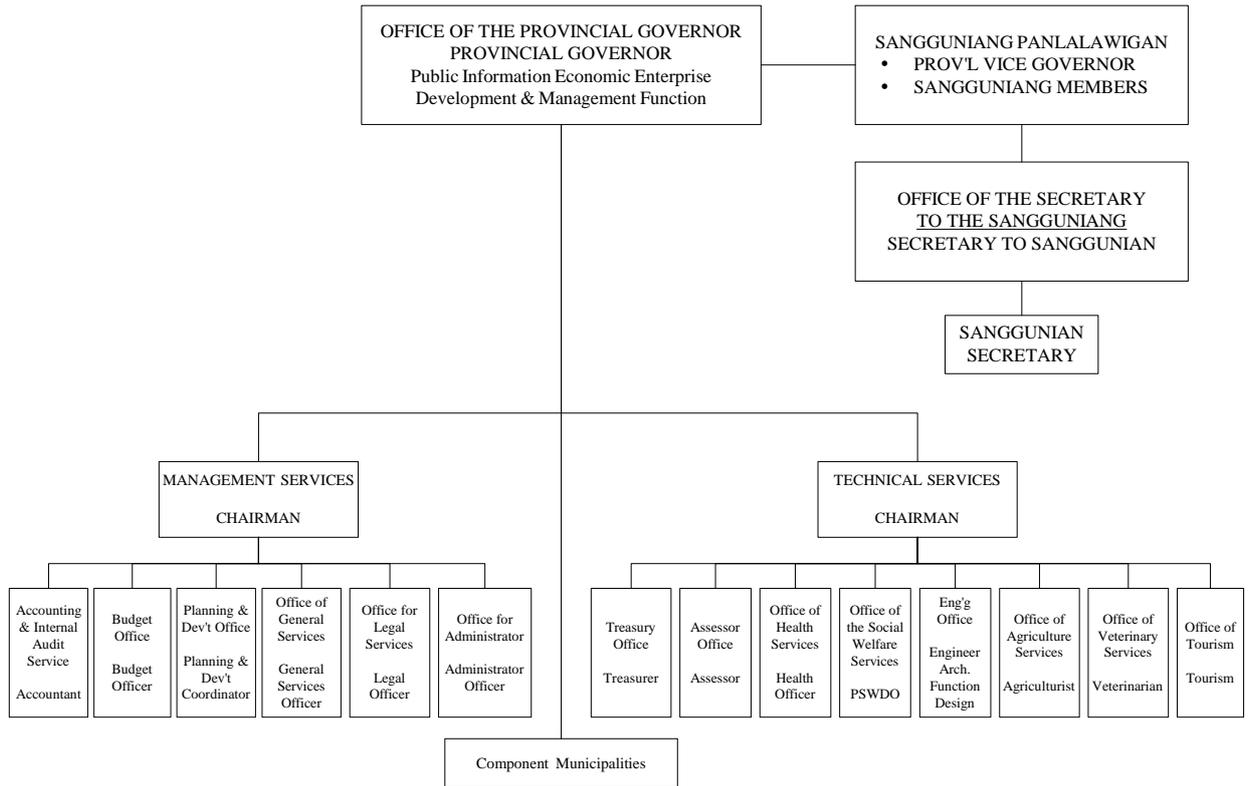


図 R 3-4.4 カミギン州政府組織図

ORGANIZATIONAL CHART
OFFICE OF THE PROVINCIAL ENGINEER
Provincial Capitol, Mambajao, Camiguin

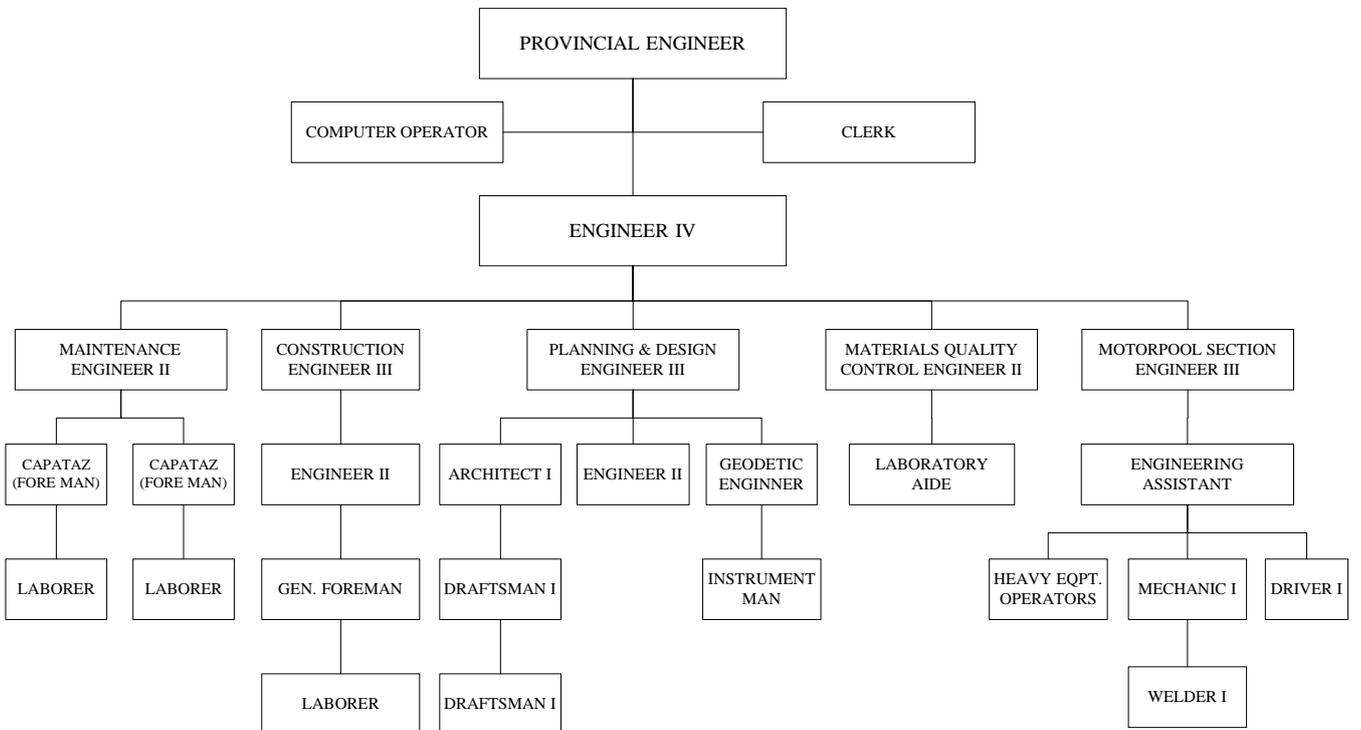


図 R 3-4.5 カミギン州政府 Provincial Engineer 事務所組織図(維持管理担当部署)

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本プロジェクトの概算総事業費は11.50億円となり、先に述べた日本と「フィ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

1) 日本側負担経費

日本側の費用負担分の内訳を表 R 3-5.1に示す。

日本側負担経費：1,145 百万円

表 R 3-5.1 日本側負担経費

費目			金額 (百万円)
施設	砂防ダム	上流砂防ダム 下流砂防ダム 維持管理用道路	751
	橋梁工	下部工 上部工 護岸工 取付道路工	305
実施設計・施工監理			89
合計			1,145

2) 「フィ」国側負担経費

フィリピン国側の費用負担分の内訳を表 R 3-5.2に示す。

「フィ」国側負担経費：1.951 百万ペソ (5.027 百万円)

表 R 3-5.2 「フィ」国側負担経費

項 目	金額 (百万ペソ)	金額 (百万円)
① アドバイジング・コミッション	0.355	0.916
② ペイメント・コミッション	0.444	1.145
③ 用地取得・家屋移転 (砂防ダムサイト)	0.534	1.377
④ 用地取得 (橋梁サイト)	0.018	0.046
⑤ 電柱・電線の移設	0.560	1.440
⑥ ゲート設置 (各砂防ダム維持管理用道路の入り口)	0.040	0.103
合 計	1.951	5.027

3) 積算条件

- ① 積算時点 : 2008年9月
- ② 為替交換レート : US\$1.00=106.18円 (アメリカ・ドル対日本円交換レート)
PHP1.00=2.58円 (フィリピン・ペソ対日本円交換レート)
外国通貨交換レートは2008年8月末日を起点とする過去6か月間の相場平均値 (TTSレート) とする。
- ③ 施工期間 : 詳細設計、工事の所要期間は、実施工程に示したとおり。
- ④ その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトで建設される橋梁の維持管理 (定期点検、日常維持管理、補修) は以下の機関により実施される。

橋 梁 : DPWH リージョン事務所 (リージョンX)、DPWH カミギン地方事務所

砂防ダム : カミギン州政府、DPWH リージョン事務所 (リージョンX)、
DPWH カミギン地方事務所

橋梁の運営・維持管理はリージョン事務所が管轄し、カミギン地方事務所が実施する。

ダム本体および維持管理用道路の運営および簡易な補修を含む維持管理は当該地域の州政府が実施する。ダム本体および維持管理用道路の修繕・補修については DPWH が技術支援を行う。予算措置を含む維持管理区分の詳細は、2009年2月に DPWH およびカミギン州政府間で Memorandum of Agreement (MOA) が結ばれ決定される予定である。

それぞれの施設の維持管理に必要な費用の内訳は、表 R 3-5.3 および表 R 3-5.4 に示すとおりである。

本プロジェクトで建設される施設は、耐久性・対候性が高いため、当面、大規模な補修は不要であり、必要な日常の維持管理業務を実施するに当たり技術的に困難な問題はない。しかしながら、砂防ダムは島内の新規施設であり、上記実施機関は維持管理の経験がないことから、DPWH の下部組織である FCSEC の支援の下、実施することが必要と考える。

過去5年間の DPWH カミギン地方事務所およびカミギン州政府の維持管理費は、表 R 3-4.3、表 R 3-4.4 に示したとおりであり、2007年の維持管理費はそれぞれ 1,800万ペソ、約 3,300万ペソである。

上記のとおり施設は当面大規模な補修は不要であるため、砂防ダムの維持管理は、カミギン州政府が実施する日常管理と簡易補修が主体となる。各施設の維持管理費は、表 R 3-5.3 および表 R 3-5.4 に示すとおり、橋梁は年間 191,600ペソ、砂防ダムは 340,500ペソと想定される。フバンゴン橋に係る維持管理費は、DPWH カミギン地方事務所の維持管理費全体の 1.9%、砂防ダムに係る維持管理費はカミギン州政府の維持管理費全体の 1.0%に相当する。

以上より各維持管理実施機関の現在の予算・体制で運営・維持管理を行うことは可能であると判断される。

表 R 3-5.3 主要な維持管理項目および年間費用(フバンゴン橋)

	施設名	点検項目	実施頻度	実施人員	使用資機材	所要数量	金額 (PHP)
定期 点 検	橋梁	ひびわれ、不陸、欠損等	12回/年 所要日数 1日/回	2名	スコップ、 ハンマー、 カマ、 バリケード	延24人日/年	51,600
	舗装						
	排水施設						
	躯体	損傷、変形、汚れ、剥離等			ピックアップ	延12台日/年	36,000
	護岸	ひびわれ、損傷、崩壊等					
	橋梁施設	高欄の損傷等					
	取付道路						
	舗装	ひびわれ、不陸、欠損等					
	路肩・法面	侵食、変状、崩壊等					
	ガードレール	欠損等					
区画線	剥げ、消滅等						
小計							87,600
日常 維持 管理	施設名	実施項目	実施頻度	実施人員	使用資機材	所要数量	金額 (PHP)
	排水施設	土砂、障害物の除去、清掃	4回/年	5名	スコップ、 バリケード、 草刈機、 ほうき、工具	延20人日/年	23,800
	舗装	清掃	所要日数 1日/回				
	伸縮装置	土砂、障害物の除去、清掃	1日/回				
	路肩	草刈り、清掃			小型トラック	延4台日/年	20,000
橋梁	清掃						
小計							43,800
補 修	施設名	実施項目	実施頻度	実施人員	使用資機材	所要数量	金額 (PHP)
	橋梁	ひびわれシール、欠損の補修	1回/年 所要日数 4日/回	6名		延24人日/年	26,800
	舗装						
	排水施設						
	躯体	破損部分の補修			小型トラック	延4台日/年	20,000
	橋梁施設	高欄破損部分の補修等					
	取付道路				路盤材	1.0m ³ /年	1,400
	舗装	ひびわれシール、欠損補修			コンクリート	0.5m ³ /年	3,000
	路肩・法面	損傷部分の補修			区画線敷設	10m/年	5,000
	ガードレール	破損部分の補修					
区画線	再敷設						
小計							60,200
合計							191,600

表 R 3-5.4 主要な維持管理項目および年間費用(砂防ダム:2基)

	施設名	点検項目	実施頻度	実施人員	使用資機材	所要数量	金額 (PHP)
定期 点 検	砂防ダム		12回/年	2名	スコップ、ハンマー、カマ、バリケード	延 24 人日/年	51,600
	排水施設	土砂、障害物の有無	所要日数 1日/回				
	躯体	損傷、変形、汚れ、剥離等 堆積物量の状況					
	維持管理道路				ピックアップ	延 12 台日/年	36,000
	舗装	ひびわれ、不陸、欠損等					
	路肩・法面	侵食、変状、崩壊等					
	転落防止	ひびわれ、欠損等					
	排水施設	土砂、障害物の有無					
小計							87,600
日常 維持 管理	施設名	実施項目	実施頻度	実施人員	使用資機材	所要数量	金額 (PHP)
	砂防ダム		2回/年	5名	スコップ、バリケード、草刈機、ほうき、工具	延 40 人日/年	47,600
	排水施設	土砂、障害物の除去、清掃	所要日数 4日/回				
	躯体	堆積物撤去					
	維持管理道路						
	舗装	清掃			ダンプ 10t	延 2 台日/年	70,000
	路肩	草刈り、障害物の除去、清掃			バックホ 0.8m ³	延 1 台日/年	20,000
排水施設	土砂、障害物の除去、清掃						
小計							137,600
補 修	施設名	実施項目	実施頻度	実施人員	使用資機材	所要数量	金額 (PHP)
	砂防ダム		1回/年	6名		延 42 人日/年	46,900
	排水施設	破損部分の補修	所要日数 7日/回				
	躯体	破損部分の補修					
	維持管理道路				タンパ	延 7 台日/年	7,000
	舗装	ひびわれシール、欠損補修			小型トラック	延 7 台日/年	35,000
	路肩・法面	損傷部分の補修					
	転落防止	破損部分の補修			路盤材	6.0m ³ /年	8,400
ブロック				コンクリート	3.0m ³ /年	18,000	
小計							115,300
合計							340,500

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業を円滑に実施し、事業効果を十分に発現・持続させるため、「フィ」国側が特に留意すべき事項は次のとおりである。

- 協力対象事業では、工事中の周辺住民に及ぼす環境社会影響を最小限に抑えるよう、施工上の配慮が払われているが、若干の影響は避けられない（振動・騒音、交通への影響等）ので、事前に対象橋梁近傍の住民に工事中の負のインパクトについて十分に説明し、理解を得ておくこと。
- ダム建設時の発破作業については、「フィ」国法律に準拠した安全管理計画を十分検討するとともに、周辺住民への通知・情報公開を十分に行うこと。
- ダム建設は、不安定な土石が堆積するサイトでの作業となるため、緊急時の避難対策等を十分検討すること。
- 橋梁およびダムサイトへの維持管理用道路について、常に良好な走行条件および施設の安全性を保つために、完成後は適切な日常・定期維持管理を実施し、施設の耐久性の維持を図ること。
- 橋梁建設に必要となる迂回道路については、耕作地を一時借用することとなる。工事完了後の現況復旧については、迂回路建設時に掘削・撤去した土砂を一時ストックし、同じ土砂を使用する等復旧後に生産率の減少が起こらないよう留意すること。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本プロジェクトは、カミギン島における土砂災害による被害を軽減し、住民生活水準の維持向上および持続的な経済成長を確保することを目標とするものであり、危険度の高い河川流域において砂防ダム建設および被災したフバンゴン橋の改修が行われる。

推定される直接裨益人口を表 R 4-1.1に、直接効果および間接効果を表 R 4-1.2および表 R 4-1.3に示す。

表 R 4-1.1 推定直接裨益人口

施設	推定直接裨益人口	備考
砂防ダム建設	5,006 人	フィリピン国カミギン州マヒノグ市のフバンゴン川、ポントド川流域を含む七つのバラングイ住民 (2007 年 8 月時点)
フバンゴン橋の改修	81,293 人	カミギン州住民 (2007 年 8 月時点)

表 R 4-1.2 プロジェクト実施による直接効果

現状と問題点	協力対象事業での対策	直接効果・改善程度
<p>2001 年 11 月の台風ナナンによる豪雨により、島内の多くの山地斜面が崩壊、土石流や鉄砲水が発生し死者・行方不明者約 250 名、インフラ、家屋、農業施設に総額約 5 億円の被害を被った。災害後、日本の支援により、他の地域に先駆けて警報非難訓練、防災教育などのソフト対策に関する基本計画を策定し、防災体制の強化を図ってきている。</p> <p>しかしながら、特に被害の大きかったフバンゴン川、ポントド川流域では、災害後に特段の施設対策は実施されていない。被災した橋梁施設の復旧も行われておらず片側交互通行で車両規制されている。</p> <p>河道を不安定堆積物が厚く覆っており、今後の豪雨により同様の災害が発生する危険性をはらんでいる。</p>	<p>ポントド川中流域に、2 基の砂防ダムが建設される。</p> <p>被災したフバンゴン橋が改修される。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 100 年超過降雨確率以下の土砂災害による人命、家屋等の資産、農地および灌漑施設、国道、橋梁等の被害を防止する。 2) 100 年超過降雨確率以上の土砂災害被害を軽減する。 1) 土砂災害により損傷した橋が整備され橋の安全性が確保される。 2) 橋梁通行速度が 5~10 (km/時) から 50 (km/時) に改善され、交通の利便性、物資の輸送能力、災害時の緊急アクセスが向上する。 3) 桁下余裕高さ (最低余裕高さ 1.5m 以上) が確保され、流下物に対する安全性が確保される。

表 R 4-1.3 プロジェクト実施による間接効果

間接効果・改善程度
<p>(交通量の増加)</p> <p>① 土砂災害による被害の低減により、主要都市および主要港湾施設間のアクセスが向上、また誘発交通が発生し、対象地域での交通量の増加が期待される。(2008年におけるフバンゴン橋梁付近の上下線日平均交通量は1,193台、DPWH カミギン地方事務所)</p> <p>(生活物資物価の安定)</p> <p>② 周辺の農地～市場へのアクセスが安定することにより、物資の安定輸送が確保され、輸送コストが低減される結果、物価の安定に寄与する。(2006年、2007年のカミギン州消費者物価指数は135.4、140.0(2001年=100)、カミギン州統計局)</p> <p>(観光地としてのイメージ向上)</p> <p>③ 土砂災害による人命、家屋等の資産、農地および灌漑施設、国道、橋梁等の被害の軽減により、安全で快適な観光を提供できるようになり、災害対策が行き届いた観光地としてのイメージが向上する。(なお、2007年のカミギン島総観光客数は193,012人、カミギン州政府事務所)</p> <p>(総合防災モデルとしての波及効果)</p> <p>④ カミギン島において、土石流に対するリスク評価がAA(非常に高い)とされている河川はフバンゴン川、ポントド川以外に、2河川(バイラオ川、トゥブサン川)ある。これらの河川についてはJICAの支援でソフト対策(防災計画策定、避難訓練、防災教育)が整備されており、将来、総合防災モデル事業として波及する可能性がある。</p>

4-2 課題・提言

4-2-1 相手国側の取り組むべき課題・提言

1) 構造物対策と非構造物対策

本プロジェクトで導入される対策は砂防ダム2基を設置することによる構造物対策である。この施設は今後発生が予想される土石流に対して大きな災害防止効果が期待できるが、一方で、1) 洪水を調節する機能はない、2) 計画安全度(100年超過確率)を超える規模の土砂災害を完全に防止することはできない、などの限界がある。このことから、現在まで実施されてきた非構造物対策(ハザードマップ、警戒避難実施基準、災害防止マニュアル等の作成・導入)と連携させ、構造物対策(ハード)と非構造物対策(ソフト)の組み合わせによる総合的な防災の取り組みが必要である。

2) 非構造物対策の現状での課題

台風ナンンによる2001年11月災害を受けて、カミギン島ではJICAが第1次在外調査(2003年：構造物対策に関する基礎調査)、第2次在外調査(2004年：非構造物対策の導入)を実施した。2004年には、ハザードマップ作成、災害監視および警報システム機材の設置、災害マニュアル作成などの非構造物対策が実施されている。

非構造物対策運用状況について、カミギン州、マヒノグ市およびマヒノグ市内のバランガイ(7箇所)において調査を行った結果、次のような課題が明らかとなった。

- カミギン州政府は非構造物対策上必要な基本的役割（州災害調整会議：PDCC の組織運営、災害情報発信、防災訓練実施等）を果たしている。しかし、パンフレット配布などの広報活動や各市レベルでの非構造物対策への支援などは不十分である。
- マヒノグ市は市当局と NGO が連携し非構造物対策の積極的な運用を図っている。一方で、マニュアルの活用、警報発令基準の改定など十分とはいえない部分がある。
- 流域内にある 7 つのバランガイのうち、バランガイ・フバンゴンについては 2004 年 JICA 第 2 次在外調査のモデルとして取り上げられ、必要な非構造物対策の運用体制が整備されている。しかし、導入された 2004 年時点からハザードマップ、洪水監視体制、警戒基準の設定、マニュアルの整備などについては改善されておらず、また、過去 4 年間（2004-2008 年）に運用された実績について記録がとられていないなど不十分なところが見受けられる。
- その他の 6 つのバランガイは、市災害調整会議：MDCC からくる洪水災害情報伝達網の整備や避難訓練の実施など非構造物対策の一部について運用がなされている。しかし、ハザードマップ、マニュアル、パンフレット等の非構造物対策運用上必要な資料整備は出来ておらず、また洪水監視の機材も体制も未整備である。

3) 非構造物対策に係る提言

非構造物対策は、その運用によって被害を出来るだけ少なくするとともに、今回の無償資金協力により導入される構造物の機能を補完するために必要不可欠であり、今後更に強化・充実を図っていくことが求められる。このため、現状の課題を改善するため、以下の提言を行う。

- 州政府は、ハザードマップの利用、広報活動、各市の非構造物対策支援等について、予算を確保しさらに強化充実を図る。
- マヒノグ市は、マニュアルの活用、警報発令基準の改定など非構造物対策の運用が不十分な部分について運用資金を確保するとともに改善を行う。
- バランガイ・フバンゴンは、JICA 調査で導入された 2004 年時点でのハザードマップ、洪水監視体制、警戒基準の設定、マニュアルの整備などについて更新、改善を行う。また運用実績について記録をとり、今後の運用上の問題点を分析し改善を図る。また屋外に掲示されているハザードマップ（2009 年 3 月時点では災害を受け、一時取り外されている）は早急に新しいものに変える。さらに、パンフレットは増刷して小学校などに配布する。
- その他の 6 つのバランガイは、バランガイ・フバンゴンで掲示、保管されているハザードマップ、マニュアル、パンフレットのコピーを入手し、非構造物対策運用上必要な資料の整備を計る。また、簡易な降雨観測器の導入や橋脚の目盛などにより洪水監視を実施するとともに、これらの運用記録をとり各バランガイ独自の警戒避難基準作りに努める。

4-2-2 技術協力・他ドナーとの連携

本プロジェクトに関しては、技術協力は計画されていない。また、2003 年にはスペイン政府やアジア開発銀行による上水道、農道等の災害復興支援が実施されたが、その後、他ドナーによる関連プロジェクトは計画されていない。したがって、技術協力や他ドナーとの連携を特段考慮する必要はない。

4-3 プロジェクトの妥当性

以下の事項を考慮し、我が国の無償資金協力によって協力対象事業を実施することは妥当であると判断される。

- ① プロジェクトの裨益対象が、カミギン島の貧困層を含む一般国民であり、その数がかなりの多数である。
- ② プロジェクトの目標が、土砂災害による人命、家屋等の資産、農地および灌漑施設、国道、橋梁等の被害を軽減することであり、住民生活水準の維持向上および持続的な経済成長を確保するために緊急的に求められているプロジェクトである。
- ③ 「フィ」国は、建設される 2 基の砂防ダムおよび橋梁の運営・維持管理を独自の資金と人材・技術で実施することができ、過度に高度な技術を必要としない。
- ④ 「フィ」国は中期国家開発計画において、「貧困撲滅」を目指し地域経済発展と社会の安定につながる防災分野/交通分野に高い優先度を与えており、この計画の目標達成に資するプロジェクトである。
- ⑤ カミギン島は、「フィ」国中期国家開発計画において「諸島経済と首都圏マニラとの直結」として位置づけられる 3 つの湾岸高速道路の内の中央湾岸高速道路（Strong Republic Nautical Highway、略称 SRNH）のルート上にあり、この計画の目標達成に資するプロジェクトである。
- ⑥ 収益性のあるプロジェクトではない。
- ⑦ 環境社会面での負の影響はほとんどない。
- ⑧ 我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難なくプロジェクトの実施が可能である。

4-4 結 論

カミギン島は、2001 年 11 月の台風ナンンによる豪雨により、多くの山地斜面が崩壊、土石流や鉄砲水が発生し死者・行方不明者約 250 名、インフラ、家屋、農業施設に総額約 5 億円の被害を被った。本プロジェクトは、土砂災害による人命、家屋、国道、橋梁等の被害を軽減し、カミギン島住民の安全保障、生活水準の維持向上および持続的な経済成長を確保するために緊急的に求められているものである。

本プロジェクトの実施により、未だ大規模な土石流発生危険性を孕んでいる河川流域に砂防施設が建設され、現在まで実施されてきたソフト面（ハザードマップ、警戒避難実施基準、災害防止マニュアル等の作成・導入）と連携させ、ハードとソフト面の組み合わせによる総合的な防災の取り組みが可能となる。また損傷した橋梁の改修により、恒久的に安全で円滑な交通流を確保し、地方地域の活性化と孤立地域の貧困低減を図られる。

また、本プロジェクトは「フィ」国が掲げる中期国家開発計画 (Medium-Term Philippine Development Plan 2004-2010) に合致するとともに、重点項目である「諸島経済と首都圏マニラとの直結」に関連する湾岸高速道路 (Strong Republic Nautical Highway、略称 SRNH) の内の中央湾岸高速道路のルート上にあり、ミンダナオを含む諸島経済と首都圏マニラを連結し新たな経済機会を広げる物流網として重要な位置にある。

本プロジェクト完了後に「フィ」国側が実施する各施設の維持管理については、以下のとおりである。

- 砂防ダムは、プロジェクト完了後にカミギン州政府に譲渡され、同政府が維持管理を行う。ただし、大規模な補修が発生した場合、公共事業道路省 (DPWH) が補修を実施することとなっている。大規模な補修では、公共事業道路省治水・砂防センター (FCSEC) が技術的支援を行うことから技術的な問題はない。
- 橋梁および取付道路の維持管理は、公共事業道路省地域事務所 (リージョン X) が管轄しカミギン地方事務所が実施する。カミギン地方事務所は、島内で 22 橋の維持管理を実施しており技術的な問題はない。

なお、各施設の維持管理に係る費用は軽微であり財政面の問題はない。

以上より、本プロジェクトを我が国の無償資金協力で実施するのは妥当であると判断する。

本プロジェクトで建設される砂防ダムは、土石流制御が目的であり洪水を制御する機能は有していないことから、前述のとおり「フィ」国側のソフト対策の持続的な実施がプロジェクト効果を発現する必須事項となる。本事項については、「フィ」国側に十分説明し、合意を得ているが今後のモニターが必要と考える。

