

サモア独立国

陸 運 局

サモア独立国

ヴァイシガノ橋架替計画

準備調査報告書

平成 29 年 3 月
(2017 年)

独立行政法人

国 際 協 力 機 構 (J I C A)

セントラルコンサルタント株式会社

株式会社建設技研インターナショナル

基 盤
CR(2)
17-11

サモア独立国

陸 運 局

サモア独立国

ヴァイシガノ橋架替計画

準備調査報告書

平成 29 年 3 月
(2017 年)

独立行政法人

国 際 協 力 機 構 (J I C A)

セントラルコンサルタント株式会社

株式会社建設技研インターナショナル

序 文

独立行政法人国際協力機構は、サモア独立国のヴァイシガノ橋架替計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査をセントラルコンサルタント株式会社及び株式会社建設技研インターナショナルで構成する共同企業体に委託しました。

調査団は、平成28年6月4日から7月31日までサモアの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成29年3月

独立行政法人国際協力機構
社会基盤・平和構築部
部 長 中村 明

要 約

要 約

(1) 国の概要

サモア独立国（以下、サモア国）は、南太平洋（オセアニア）の島国であり、サモア諸島の西経171度線を境として、西側に位置する国である。サモア国の国土は2,830 km²であり、総人口は191,800人（2014年：世界銀行）で、人口密度は68人/km²である。

サモアは、主にウポル島（面積1,700km²）とサバイイ島（面積1,115km²）の2つの大きな島で形成されており、その他に7つの小島がある。ウポル島、サバイイ島はともに火山島であり、サバイイ島にある最高峰のシリシリ山は標高1,858mである。海岸地帯にはサンゴ礁が発達している場所もある。首都はウポル島北部にあるアピアである。

サモア国の気候は、典型的な高温多湿の熱帯海洋性気候である。季節は、一般に11月から翌年の3月までが雨季、4月から10月が乾期である。11月～3月は熱帯低気圧の影響を受ける時期でもある。年間降雨量は山地（Afiamalu）と平地（Nafanua）で約1,500mmの差があり、地形により降雨量が大きく異なる特徴がある。月間降雨量の最大は1月に生じており、1,000mm/月を超えている。Apia観測所における過去10年間の平均気温は、最高気温、最低気温ともに年間の差はあまりなく、最高気温と最低気温の差は9℃程度である。過去10年間の最高気温は34.8℃（2011年4月）、最低気温は18.6℃（2015年9月）である。

サモア国のGDP（国内総生産）は8.0億米ドル（2014年：世界銀行）であり、一人当たりのGDPは4,212米ドル（2013年：世界銀行）である。また、一人当たりのGNI（国民総所得）は4,060米ドル（2014年：世界銀行）である。実質経済成長率は1.2%（2014年：世界銀行）、物価上昇率は1.4%（2013年：世界銀行）であり、総貿易額は輸出が140.2百万米ドル、輸入が452.0百万米ドル（2014年：アジア開発銀行）である。主要貿易品目は、輸出が魚介類、ノニ製品、ビール、ココナッツクリームであり、輸入は食料品・食肉、機械・輸送機器である。サモア国の主要産業は食品加工、建築材料、自動車部品である。GDPの構成比は、一次産業（農林水産）10.2%、二次産業（鉱業、電力を含む）25.9%、三次産業（通信や金融、小売などサービス関連）64.0%である。

サモア国では2009年9月、サモア沖で大地震・津波が発生したため、観光収入が低下する一方で、災害復興の資金需要が高まり、また、2012年12月にはサイクロン・エヴァンが甚大な被害をもたらしたことなどにより厳しい経済情勢である。また、国内市場が小規模であり、消費財の多くを輸入に頼らざるを得ないという島嶼国に典型的な経済構造であるため、慢性的な貿易赤字を抱えている。ただし、海外からの送金、観光業収入によるサービス・移転収支の大幅な黒字により、経常赤字はさほど大きくない。

(2) プロジェクトの背景、経緯及び概要

サモア国は、総人口の約8割にあたる14万人以上が、首都アピア市のあるウポル島に居住している。国内道路総延長は1,202km、橋梁は52橋、このうち45橋はウポル島にある。ヴァイシガノ橋は、首都アピア市とサモア唯一の商港であるアピア港や、ファガリ空港（国内線）をつなぐ主要幹線道路上に位置している。同橋の交通量は14,300台/日（2013年）と、2003年から2013年の10年間で約1,700台/日の増加が確認されるなど、ウポル島の道路ネットワークにおいて重要な橋梁

として位置付けられる。

20世紀初頭に7径間の鋼橋として建設されたヴァイシガノ橋は、1953年に既存下部工を補強した上でコンクリート橋に再建された。1994年に鉄筋腐食やコンクリート剥離といった塩害による損傷の補修工事が実施されたものの、再度同様の損傷が発生し、2002年以降、大型車の通行が禁止されている。このため、アピア港からウポル島西部の工業地区に物資を運搬する大型車は、上流側に位置するレオネ橋への迂回を余儀なくされていた。

同国では、これまでもサイクロンにより度重なる被害を受けていたが、2012年の大型サイクロン「エヴァン」は同国の道路インフラに甚大な被害を及ぼした。ヴァイシガノ橋では上部工が冠水し、下部工基礎の保護工の損壊等が確認された。またヴァイシガノ橋の迂回路となっていたレオネ橋は、河川上流山間部から流されてきた倒木等で大きな被害を受け、さらに洪水による洗掘で橋脚が沈下し、通行不能となった。そのため現在では、大型車は更に上流に位置するレラタ橋への迂回を余儀なくされ、ヴァイシガノ橋通行時に比べて1時間余りの迂回時間とそれに伴う走行経費の負担を強いられている。

以上のことから、同国では、ヴァイシガノ橋の架替が喫緊の課題となっており、今般、サモア政府はヴァイシガノ橋の架け替えにつき、我が国に無償資金協力を要請した。

本調査は、要請案件の必要性及び妥当性を確認するとともに、無償資金協力案件として適切な概略設計を行い、事業計画を策定し、概略事業費を積算することを目的として実施したものである。

(3) 調査結果の概要とプロジェクトの内容

JICAは2016年6月4日から7月31日まで協力準備調査団（概略設計調査）をサモア国に派遣した。同調査では、サモア国関係者との協議を通じ、主に橋梁及び取付け道路の縦断計画、架橋位置及び取付け道路の線形、橋梁・道路の幅員構成、橋梁形式、環境社会配慮、自然条件、交通量、建設資機材等の調達事情、運営・維持管理体制等に関して、調査、確認を行った。

同調査の結果に基づき、日本国内で橋梁・取付け道路の縦断、架橋位置、取付け道路の線形、施工計画の検討、及び概略事業費積算等、概略設計を実施した後、概略設計概要説明調査団を2016年12月3日から12月18日までサモア国に派遣し、概略設計の内容、サモア国による負担事項についてサモア国側と協議・確認し、合意を得た。

対象橋梁及び取付け道路の縦断線形に関しては、気候変動に伴う100年確率の上昇潮位及びヴァイシガノ川の100年確率の洪水位に対しても1mの余裕高があり、且つ流木が橋桁に衝突しないように現橋路面高を1.5m嵩上げた。

架橋位置については、仮橋及び迂回路の建設が不要であり、且つ橋梁建設費が最も経済的になるように現橋位置より下流側へ20mシフトする案を採用した。なお、縦断が上がることによるホテルへのアクセスの困難性に関しては、側道を設けることにより対応が可能である。

橋梁の形式に関しては、塩害、流木対策、周辺環境への影響、施工性、及び経済性を考慮して、PC3径間連結プレテンション方式中空床版橋を採用した。また、施工方法の選定に際しては、可能な限り早期の完工を目指しつつ、経済性を追及した方法を採用した。

以上の結果、最終的に提案された計画概要は以下のとおりである。

項 目		形 式・諸 元
架 橋 位 置		現橋位置より下流側へ 20m シフトした位置
幅 員	橋梁部	車道 3.5m×2=7.0m、路肩 0.5m×2=1.0m、 歩道 2.5m×2=5.0m 計 13.0m (有効幅員) 地覆 0.4m×2=0.8m 計 13.8m (総幅員)
	取付け道路部	車道 3.5m×2=7.0m、路肩 0.5m×2=1.0m、 歩道 2.5m×2=5.0m 計 13.0m (有効幅員) 保護路肩 0.75m×2=1.5m 計 14.5m (総幅員)
橋梁形式		PC3 径間連結プレテンション方式中空床版橋
支間割り、橋 長		3@25.0=75.0m
橋面舗装		加熱アスファルト舗装 (車道部 80mm)
A1 橋台 (アピア市街側)	形 式	逆 T 式橋台
	構造高	H=7m
	基礎工	場所打ち杭基礎 (φ1.5m、L=40.5m、n=6 本)
A2 橋台 (ファガリ空港側)	形 式	逆 T 式橋台
	構造高	H=7m
	基礎工	場所打ち杭基礎 (φ1.5m、L=40.0m、n=6 本)
P1 橋脚	形 式	小判型壁式橋脚
	構造高	H=10.0m
	基礎工	場所打ち杭基礎 (φ1.5m、L=37.0m、n=6 本)
P2 橋脚	形 式	小判型壁式橋脚
	構造高	H=10.0m
	基礎工	場所打ち杭基礎 (φ1.5m、L=36.0m、n=6 本)
取付け道路	延 長	アピア市街側：約 199m、ファガリ空港側：約 155.5m、 アピア港側：約 70m 計 424.5m
	舗 装	加熱アスファルト舗装 (表層 50mm+基層 50mm=100mm)
交差点 (ファガリ空港側)		ラウンドアバウト型式
護岸	河川護岸	型式(延長) 逆 T 式擁壁 (右岸側 35m)、重力式擁壁 (左岸側 30m)
	海岸護岸	型式(延長) 捨石工 (アピア市街側 120m、ファガリ空港側 130m)

(4) プロジェクトの工期及び概略事業費

本計画を日本の無償資金協力で実施する場合、実施設計 (入札関連含む) 10.0 ヶ月、施設建設 27.5 ヶ月が必要とされる。また、概算事業費は約 17.83 億円 (日本側負担分は 17.48 億円、サモア国側負担分は 3,470 万円) と見積もられる。

(5) プロジェクトの評価

1) 妥当性

以下の点から、我が国の無償資金協力により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が、アピア市内西部の商業地区とアピア市の東部、及びウポル島東部地域を含む相当数の一般国民に及ぶこと（直接的にはアピア市街 36,700 人、ウポル島北西部 62,400 人、ウポル島その他地区 44,300 人の合計 143,400 人。間接的にはサモア国民 187,800 人）。
- ② プロジェクトの効果として、サモア国の最重要幹線道路であるビーチ道路、マタファガルテ道路及びマタウツ通りの幹線道路輸送ネットワークの強化、安定交通の確保、交通の円滑化、社会経済の活性化等があり、物流の円滑化及び住民の生活改善に緊急的に求められていること。
- ③ サモア国側が独自の資金と人材・技術で完成後の運営・維持管理が行うことが出来、過度に高度な技術を必要としないこと。
- ④ サモア開発戦略 2012-2016（Strategy for the development of Samoa（SDS）2012-2016）においては、道路セクターの重要課題である「経済回廊（Samoa Economic Corridor）」として港湾、空港等重要拠点を結ぶ道路整備と、サイクロン等の災害に強い道路整備が挙げられており、「ヴァイシガノ橋架け替え計画」は優先プロジェクトの一つとして位置づけられていること。
- ⑤ 本プロジェクトは、国家インフラ戦略計画（National Infrastructure Strategic Plan）における道路セクターの重要課題である「道路ネットワークの安全性の向上および、自然災害および悪天候に対する強靱化」における具体的な戦略の一つとして位置付けられている最重要施設であること。
- ⑥ 本プロジェクトにおいては、環境面の負の影響が殆ど無いこと。
- ⑦ 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が実施可能であること。
- ⑧ 対象橋梁は PC3 径間連結プレテンション方式中空床版橋であるため、サモア国の技術による設計、施工は困難であり、日本の技術を用いる必要性・優位性があること。

2) 有効性

i) 定量的効果

本プロジェクトの実施により、見込まれる定量的効果は以下の通りである。

指標名	基準値 (2016年実績値)	目標値(2023年) 【事業完成3年後】
全車両の年平均日交通量(台/日)	18,839 注1) 16,567	17,300
貨物車の年平均日交通量(台/日)	563	580
アピア港からバイテレ工業地帯までの 貨物車の移動時間(分) 注2)	16.2	12.9
輸送量: 旅客数(人/年)	15,630,000	16,330,000
輸送量: 貨物量(t/年)	310,000	320,000

注1) 台風災害で通行止めになっている上流のレオネ橋からの迂回車両を除いた交通量。

注2) 日中の時間帯。

ii) 定性的効果

本プロジェクトの実施により、見込まれる定性的効果は以下の通りである。

- ① 所用時間短縮による交通利便性の向上、安全な交通の確保
- ② 災害に強い幹線道路の確保
- ③ 耐荷力の増

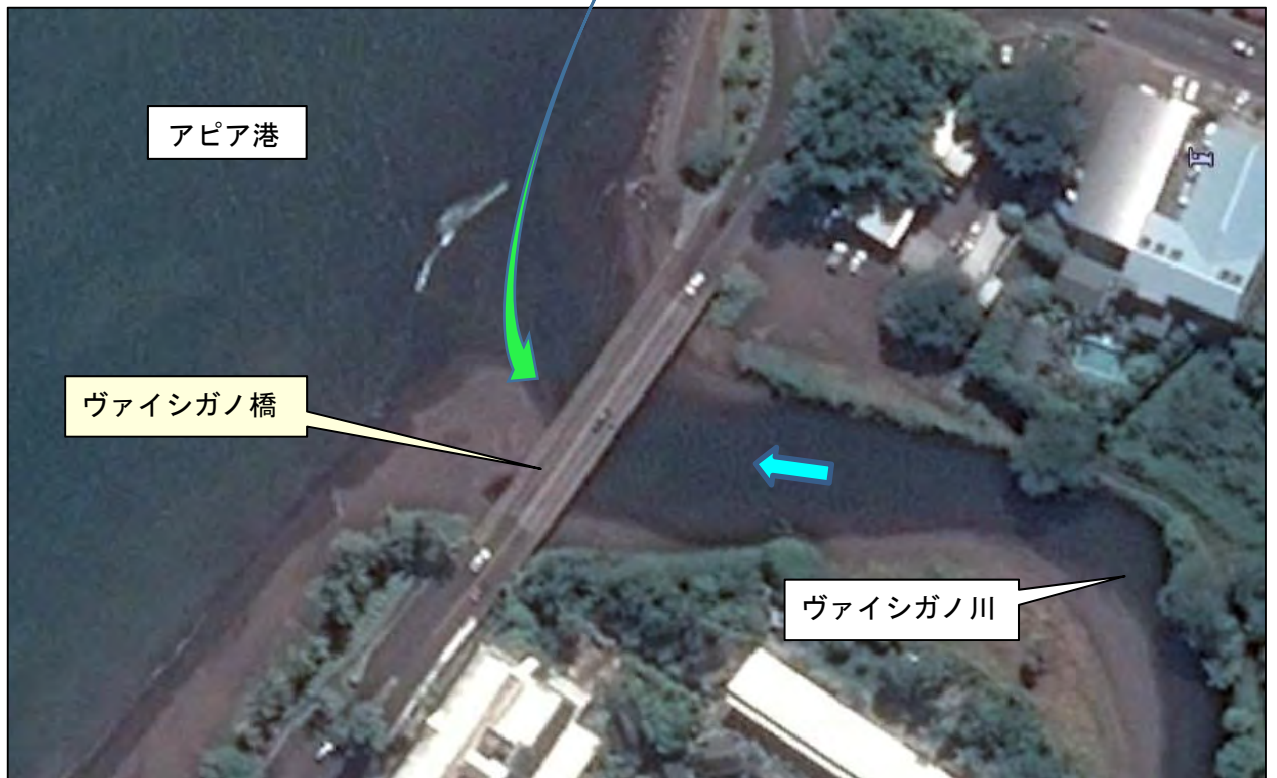
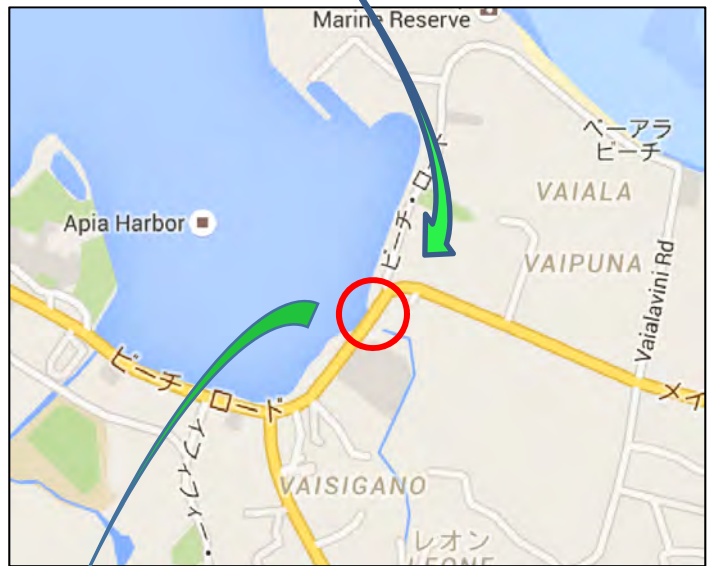
以上の内容により、本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

目 次

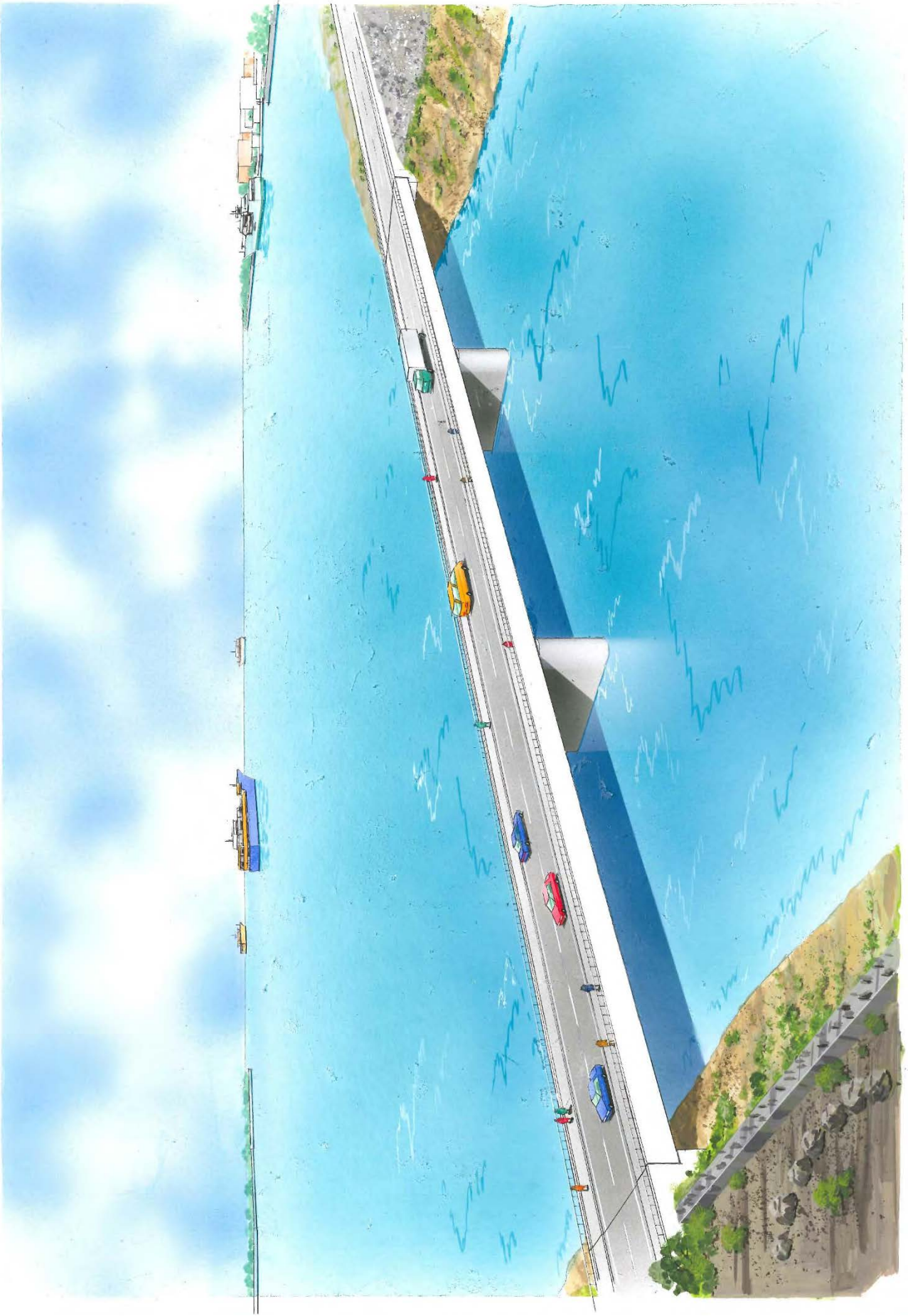
序文	
要約	
目次	
位置図／完成予想図／写真	
図表リスト／略語集	

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯	1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1
1-1-1 現状と課題.....	1
1-1-2 社会経済状況.....	5
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	6
1-3 わが国の援助動向.....	6
1-4 他ドナーの援助動向.....	7
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況	11
2-1 プロジェクトの実施体制.....	11
2-1-1 組織・人員.....	11
2-1-2 財政・予算.....	12
2-1-3 技術水準.....	13
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	14
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	14
2-2-2 自然条件調査.....	17
2-2-3 社会状況調査.....	66
2-2-4 環境社会配慮.....	76
第 3 章 プロジェクトの内容	117
3-1 プロジェクトの概要.....	117
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標.....	117
3-1-2 プロジェクトの概要.....	118
3-2 協力対象事業の概略設計.....	119
3-2-1 設計方針.....	119
3-2-2 基本計画.....	133

3-2-3 概略設計図	206
3-2-4 施工計画	216
3-3 相手国側分担事業の概要	225
3-3-1 我が国の無償資金協力事業における一般事項.....	225
3-3-2 本計画固有の事項.....	225
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	226
3-4-1 維持管理方法	226
3-4-2 維持管理体制	226
3-5 プロジェクトの概算事業費	227
3-5-1 協力対象事業の概算事業費.....	227
3-5-2 運営・維持管理費.....	228
第4章 プロジェクトの評価	229
4-1 事業実施のための前提条件	229
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	229
4-3 外部条件	229
4-4 プロジェクトの評価	230
4-4-1 妥当性	230
4-4-2 有効性	231
 [資料]	
資料-1 調査団員・氏名	233
資料-2 調査工程	235
資料-3 関係者（面会者）リスト	238
資料-4 討議議事録（M/D）	240
資料-5 テクニカルノート	301
資料-6 相手国負担事項.....	303
資料-7 収集資料リスト.....	315



プロジェクト位置図

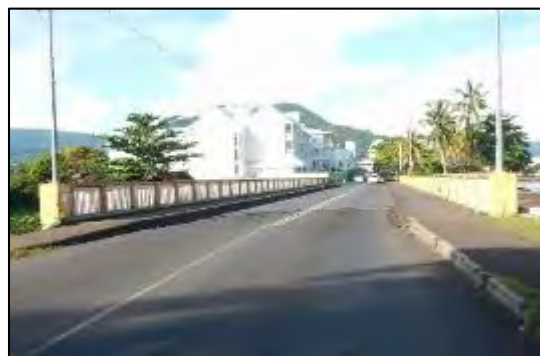


ヴァイシガノ橋完成予想図

写真集
ヴァイシガノ橋の周辺状況



① ヴァイシガノ橋全景（側面）



② ヴァイシガノ橋全景（正面）



③ 交通量の多いビーチ道路



④ 橋に近接したホテル



⑤ ファガリ空港側のラウンドアバウト



⑥ 海岸沿いの遊歩道

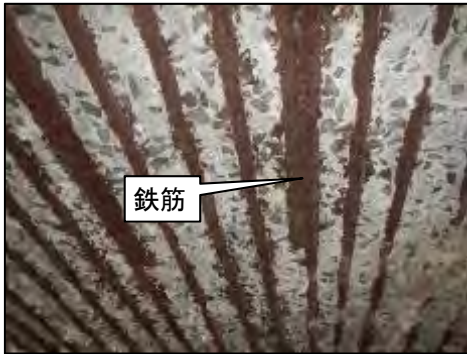


⑦ ヴァイシガノ橋の堆砂状況



⑧ アピア港の状況

ヴァイシガノ橋の劣化・損傷状況



⑨ 腐食の著しい鉄筋



⑩ 腐食の著しい鉄筋



⑪ かぶりの剥れた鉄筋



⑫ 剥れたコンクリート底板



⑬ コンクリートの剥落



⑭ コンクリートの剥落



⑮ 損傷した高欄



⑯ 鉄筋むき出しの高欄

表 目 次

表 1-1-1	道路延長(m).....	2
表 1-3-1	我が国の技術協力・有償資金協力との関係.....	6
表 1-3-2	我が国の無償資金協力実績.....	7
表 1-4-1	他ドナーのプロジェクト（その1）.....	8
表 1-4-2	他ドナーのプロジェクト（その2）.....	9
表 1-4-3	他ドナーのプロジェクト（その3）.....	9
表 2-1-1	LTA の年間予算（2012-2016 年度）.....	12
表 2-2-1	気象調査項目及び入手資料.....	17
表 2-2-2	過去 10 年間最高最低気温.....	18
表 2-2-3	月間降雨量.....	19
表 2-2-4	平均降雨強度.....	21
表 2-2-5	基準潮位.....	23
表 2-2-6	降雨継続時間および確率年別平均降雨強度.....	29
表 2-2-7	観測所水位から算出した確率年別計画流量.....	30
表 2-2-8	橋梁設計時の計画規模(NZ Bridge Manual より).....	42
表 2-2-9	流量ハイドロ表.....	44
表 2-2-10	測量調査内容.....	60
表 2-2-11	地質調査内容一覧表.....	62
表 2-2-12	各村におけるインタビューした世帯数とサンプル数.....	66
表 2-2-13	調査対象者の社会的属性.....	66
表 2-2-14	4 つの村の人口と全国人口.....	67
表 2-2-15	ヴァイシガノ橋周辺の村の世帯数.....	67
表 2-2-16	主な経済活動.....	69
表 2-2-17	サモアの宗教.....	69
表 2-2-18	周辺住居の土地所有.....	70
表 2-2-19	初等・中等学校の数.....	71
表 2-2-20	貧困線(2013/2014 年).....	74
表 2-2-21	1 週間分の世帯収入（インタビュー調査結果）.....	75
表 2-2-22	ウポル島の生物多様地域.....	77
表 2-2-23	Palolo Deep MR に存在する重要な生物.....	78
表 2-2-24	サモア国の生物多様性重要種.....	79
表 2-2-25	サモア国の近絶滅種および絶滅危惧種.....	79
表 2-2-26	プロジェクト対象地付近の動物類.....	80
表 2-2-27	プロジェクト対象地付近の海洋生物.....	80
表 2-2-28	ヴァイシガノ橋付近水質調査結果.....	82
表 2-2-29	底質分析結果.....	82
表 2-2-30	ヴァイシガノ橋付近騒音測定結果と日本の基準との比較.....	83
表 2-2-31	サモア国の人口、面積および人口密度.....	84
表 2-2-32	ウポル島の土地利用.....	85
表 2-2-33	サモア国環境関連法規.....	87
表 2-2-34	サモア国騒音基準.....	89
表 2-2-35	代替案の検討結果.....	92
表 2-2-36	スコーピング案.....	94
表 2-2-37	TOR 案.....	97
表 2-2-38	環境社会配慮調査結果.....	98
表 2-2-39	ステークホルダー会議実施内容.....	101
表 2-2-40	影響評価.....	102
表 2-2-41	影響および緩和策.....	104
表 2-2-42	サモア国の土地保有制度まとめ.....	107
表 2-2-43	モニタリング計画案（工事中）.....	108
表 2-2-44	モニタリングフォーム案.....	109

表 2-2-45	環境チェックリスト.....	110
表 3-2-1	要請内容と協議・確認事項.....	120
表 3-2-2	交通量調査の内容.....	123
表 3-2-3	現況交通量（2016年）.....	124
表 3-2-4	ヴァイシガノ川渡河3橋のデータ分析結果.....	125
表 3-2-5	ヴァイシガノ川渡河3橋の将来日交通量.....	125
表 3-2-6	貨物車の移動時間.....	126
表 3-2-7	現橋状況調査結果表.....	134
表 3-2-8	橋梁の縦断高.....	137
表 3-2-9	橋梁縦断比較検討表.....	139
表 3-2-10	架橋位置比較検討表.....	143
表 3-2-11	道路幾何構造基準.....	150
表 3-2-12	飛来塩分調査結果.....	155
表 3-2-13	既設橋の塩害状況.....	156
表 3-2-14	上部工形式と推奨適用径間.....	160
表 3-2-15	橋梁形式比較表.....	161
表 3-2-16	下部工形式選定表.....	164
表 3-2-17	基礎工形式選定表.....	165
表 3-2-18	河川護岸主要構造物諸元.....	172
表 3-2-19	根固め主要構造諸元.....	173
表 3-2-20	海岸護岸構造形式比較表.....	173
表 3-2-21	海岸護岸主要構造物諸元.....	174
表 3-2-22	相手国側負担事項一覧表.....	188
表 3-2-23	相手国側負担事項工程表.....	190
表 3-2-24	施設規模の検討方針.....	191
表 3-2-25	舗装設計の基本事項.....	192
表 3-2-26	舗装構成.....	192
表 3-2-27	軸群別軸重別の交通荷重分布.....	193
表 3-2-28	軸群タイプ毎の標準荷重.....	194
表 3-2-29	等価標準軸の繰返し数による舗装損傷指数.....	194
表 3-2-30	舗装構成の比較検討ケース.....	195
表 3-2-31	許容繰返し数の判定.....	196
表 3-2-32	最適交差点型式の検討フロー.....	197
表 3-2-33	時間帯別方向別交通量の概要（12時間現況交通）.....	198
表 3-2-34	方向別車種別交通量の概要（12時間現況交通）.....	199
表 3-2-35	ピーク時間方向別交通量（将来）.....	199
表 3-2-36	改良交差点の比較検討.....	200
表 3-2-37	サービス水準の判定基準.....	201
表 3-2-38	ラウンドアバウトのサービスレベル.....	201
表 3-2-39	ヴァイシガノ橋の交通容量（2車線）.....	202
表 3-2-40	（参考：日本）ヴァイシガノ橋の交通容量（2車線）.....	202
表 3-2-41	施設概要.....	205
表 3-2-42	日本及びサモア国政府それぞれの負担事項.....	217
表 3-2-43	品質管理項目一覧表(案).....	221
表 3-2-44	主要建設資材の可能調達先.....	222
表 3-2-45	主要建設機械の調達可能先.....	223
表 3-2-46	業務実施工程表.....	224
表 3-5-1	概算事業費.....	227
表 3-5-2	サモア国側負担経費.....	227
表 3-5-3	主な維持管理項目と費用.....	228

目 次

図 1-1-1	サモアの経済成長率.....	1
図 1-1-2	ウォーターフロント開発計画.....	2
図 1-1-3	全国道路網図.....	2
図 1-1-4	アピア・ウォーターフロント計画の対象地域.....	4
図 1-1-5	レオネ橋の横断図.....	4
図 1-1-6	レオネ橋の側面図.....	5
図 2-1-1	陸運局 (LTA) 組織図.....	11
図 2-1-2	ウポル島の維持管理工区と担当者.....	13
図 2-2-1	関連インフラ位置図.....	14
図 2-2-2	月別過去 10 年間平均最高気温.....	17
図 2-2-3	2011 年湿度.....	18
図 2-2-4	2012 年湿度.....	18
図 2-2-5	2013 年湿度.....	18
図 2-2-6	2014 年湿度.....	18
図 2-2-7	2015 年湿度.....	19
図 2-2-8	月間降雨量.....	19
図 2-2-9	観測所位置図.....	20
図 2-2-10	平均降雨強度.....	20
図 2-2-11	月別最高、平均、最低潮位.....	22
図 2-2-12	平均潮位の傾き.....	22
図 2-2-13	月別過去 10 年間風向および平均風速.....	24
図 2-2-14	流域図および河道延長.....	26
図 2-2-15	上流側流域分割図.....	27
図 2-2-16	堤防の工事範囲.....	28
図 2-2-17	観測所水位から算出した確率年別計画流量.....	29
図 2-2-18	観測所水位から算出した確率年別計画流量ハイドログラフ.....	30
図 2-2-19	1/20 確率水位および堤防縦断図.....	31
図 2-2-20	本業務縦断測量結果.....	32
図 2-2-21	2006 年縦断測量結果.....	32
図 2-2-22	下流域写真位置図.....	33
図 2-2-23	サイクロン EVAN 時の浸水範囲再現結果.....	38
図 2-2-24	実績浸水深.....	38
図 2-2-25	実績浸水位.....	39
図 2-2-26	サイクロン エヴァン時の降雨量.....	40
図 2-2-27	全流出量と河道内流量(Leone 橋下流)の比の算出根拠図.....	43
図 2-2-28	流量ハイドログラフ.....	44
図 2-2-29	水位計算範囲.....	45
図 2-2-30	橋梁位置河道断面.....	46
図 2-2-31	水位計算結果.....	47
図 2-2-32	最深河床高縦断図.....	48
図 2-2-33	既設海岸堤防構造.....	50
図 2-2-34	海岸測量位置図.....	51
図 2-2-35	左岸側海岸護岸断面形状.....	52
図 2-2-36	右岸側海岸護岸断面形状.....	53
図 2-2-37	左岸側海岸護岸天端高および堤内地盤高.....	54
図 2-2-38	右岸側海岸護岸天端高および堤内地盤高.....	55
図 2-2-39	海底縦断形状.....	56
図 2-2-40	海岸写真位置図.....	57
図 2-2-41	ヴァイシガノ橋地形測量図.....	61
図 2-2-42	地層構成図.....	65
図 2-2-43	ヴァイシガノ橋周辺の村.....	68
図 2-2-44	社会インフラ施設.....	72
図 2-2-45	サモア国位置図.....	76
図 2-2-46	サモア国ウポル島の自然保護区.....	77

図 2-2-47	ヴァイシガノ橋と Palolo Deep Marine Reserve	78
図 2-2-48	水質調査サンプリング地点	81
図 2-2-49	ウポル島の行政区分	84
図 2-2-50	識字率（15 歳から 24 歳）	86
図 3-1-1	ウォーターフロント開発計画	117
図 3-2-1	主なプレートと震源地分布図	122
図 3-2-2	交通量調査地点	123
図 3-2-3	アピア港からバイテレ工業地帯までの区間	126
図 3-2-4	橋梁及び取付け道路部の幅員構成	127
図 3-2-5	調査の作業フローチャート	133
図 3-2-6	気候変動によるサモアの海面上昇	135
図 3-2-7	気候変動によるアピア港の海面上昇	135
図 3-2-8	ヴァイシガノ川堤防の構造図	136
図 3-2-9	橋梁及び道路縦断・平面計画図	145
図 3-2-10	根入れ深さ	147
図 3-2-11	径間長の設定手順	149
図 3-2-12	橋台位置の決定	151
図 3-2-13	クライモグラフの各月の平均値	152
図 3-2-14	沖縄県における月ごとの飛来塩分量	153
図 3-2-15	海岸構造と飛来塩分量の関係	154
図 3-2-16	耐久性レベルのイメージ	154
図 3-2-17	飛来塩分調査の概況	155
図 3-2-18	コンクリート構造物の品質確保の概念図	158
図 3-2-19	土質縦断図	163
図 3-2-20	ヴァイシガノ川護岸整備計画平面図（1/3）	166
図 3-2-21	ヴァイシガノ川護岸整備計画平面図（2/3）	167
図 3-2-22	ヴァイシガノ川護岸整備計画平面図（3/3）	168
図 3-2-23	ヴァイシガノ川護岸整備計画縦断図（1/2）	169
図 3-2-24	ヴァイシガノ川護岸整備計画縦断図（2/2）	170
図 3-2-25	死水域位置	171
図 3-2-26	堤防と既設橋橋台の状況	171
図 3-2-27	近接施工の検討：施工時平面図	175
図 3-2-28	施工時断面図（A1 橋台）	176
図 3-2-29	施工時断面図（P1 橋脚）	177
図 3-2-30	ヴァイシガノ橋における支障物件	178
図 3-2-31	燃料管移設計画図	180
図 3-2-32	水道管移設計画図	181
図 3-2-33	通信ケーブル①移設計画図	182
図 3-2-34	通信ケーブル②移設計画図	183
図 3-2-35	架空電線移設計画図	184
図 3-2-36	仮設ヤードの候補地	185
図 3-2-37	既設橋撤去時の施工ヤード	186
図 3-2-38	土取場および採石場の候補地	187
図 3-2-39	取付道路の概念図（橋梁西側）	191
図 3-2-40	調査地点の概要	198
図 3-2-41	ヴァイシガノ橋全体平面図	203
図 3-2-42	橋梁全体一般図	207
図 3-2-43	A1 及び A2 橋台一般図	208
図 3-2-44	P1 及び P2 橋脚一般図	209
図 3-2-45	取付け道路平面・縦断図	210
図 3-2-46	取付け道路標準横断図	211
図 3-2-47	河川・海岸護岸平面図	212
図 3-2-48	河川護岸標準断面図	213
図 3-2-49	海岸護岸標準断面図（1）	214
図 3-2-50	海岸護岸標準断面図（2）	215

略 語 集

略 語	フ ル ス ペ ル	和 訳
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米国道路・運輸技術者協会
AC	Asphalt Concrete	アスファルトコンクリート
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
CBR	California Bearing Ratio	路床土支持力比
CIF	Climate Investment Fund	気候変動投資ファンド
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
E/N	Exchange of Notes	交換公文
ERAP	Enhanced Road Access Project	道路アクセス強化プロジェクト
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
HIV/AIDS	Human immunodeficiency virus infection / acquired immunodeficiency syndrome	ヒト免疫不全ウイルス/エイズ
HWL	High Water Level	計画高水位
IDA	International Development Association	国際開発協会
IEE	Initial Environmental Evaluation	初期環境影響評価
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LTA	Land Transport Authority	陸運局
M/D	Minutes of Discussion	協議議事録
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
MSL	Mean Sea Level	平均海面
MWTI	Ministry of Works, Transport & Infrastructure	公共事業運輸インフラ省
O/D	Outline Design Study	概略設計調査
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
PCU	Passenger Car Unit	乗用車換算台数
PPCR	Pilot Programme for Climate Resilience	気候変動適用性パイロットプログラム
PRIF	Pacific Region Infrastructure Facility	太平洋島嶼国地域インフラ機関
PUMA	Planning and Urban Management Agency	計画・都市開発庁
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
SCF	Strategic Climate Fund	戦略的気候基金
SDS	Strategy for the Development of Samoa	サモア開発戦略
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
WB	World Bank	世界銀行

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 国の概要

サモア国は、南太平洋（オセアニア）の島国であり、サモア諸島の西経 171 度線を境として、西側に位置する国である。サモア国の国土は 2,830 km² であり、総人口は 191,800 人（2014 年：世界銀行）で、人口密度は 68 人/km² である。

サモアは、主にウポル島（面積 1,700km²）とサバイイ島（面積 1,115km²）の 2 つの大きな島で形成されており、その他に 7 つの小島がある。ウポル島、サバイイ島はともに火山島であり、サバイイ島にある最高峰のシリシリ山は標高 1,858m である。海岸地帯にはサンゴ礁が発達している場所もある。首都はウポル島北部にあるアピアである。

サモア国の気候は、典型的な高温多湿の熱帯海洋性気候である。季節は、一般に 11 月から翌年の 3 月までが雨季、4 月から 10 月が乾期である。11 月～3 月は熱帯低気圧の影響を受ける時期でもある。年間降雨量は山地（Afiamalu）と平地（Nafanua）で約 1,500mm の差があり、地形により降雨量が大きく異なる特徴がある。月間降雨量の最大は 1 月に生じており、1,000mm/月を超えている。Apia 観測所における過去 10 年間の平均気温は、最高気温、最低気温ともに年間の差はあまりなく、最高気温と最低気温の差は 9℃程度である。過去 10 年間の最高気温は 34.8℃（2011 年 4 月）、最低気温は 18.6℃（2015 年 9 月）である。

(2) 当該セクターの現状と課題

サモアは、メインの島であるウポル島、サバイイ島の他 7 島からなり、熱帯性海洋性気候に属する島嶼国で 2,830km² の国土を有している。南太平洋中央に位置することから、サイクロンにより被災することも多く（2004 年、2012 年）、さらに大規模地震による津波の被害（2009 年）も受けるなど、自然災害が国家経済へ与える影響は非常に大きなものがある。サモアの経済成長率をみてみる

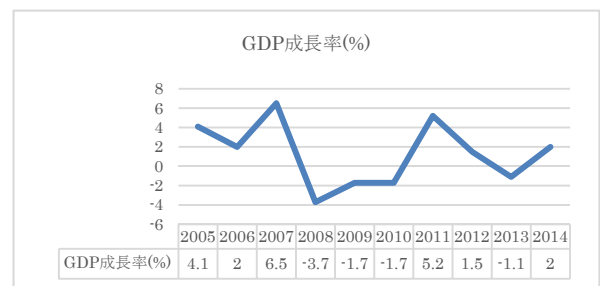


図 1-1-1 サモアの経済成長率

と、2009 年の津波被害により成長率は -1.7% となり、また 2012 年 12 月のサイクロン「エヴァン」の翌年も成長率は -1.1% と落ち込んでいる。このように、自然災害の影響を大きく受ける中、サモア国政府は、より強靱な国土作りを目指し、国土開発戦略やインフラ整備戦略を策定し、社会・経済の安定化を図ろうと努力している。2012 年から 2016 年を対象としたサモア開発戦略計画「Strategy for the Development of Samoa」では、気候変動、自然災害に耐えうるインフラ整備・運輸ネットワークの整備を掲げ、アピア港とファレオロ国際空港を結ぶ道路（サモア経済回廊）整備にプライオリティを与えている。また、国家インフラ戦略計画「National Infrastructure Strategic Plan」では、海岸沿いのインフラの整備、アピア港へのアクセスの改善を課題として掲げ、道路・橋梁分野への公共投資は、インフラ全部門で最も高く投資額全体の 40%弱に及んでおり、道路橋梁整備に重点を置いている。

サモアより架け替え要請のあった対象橋梁ヴァイシガノ橋は、アピア港へのアクセス道路上に

位置し、交通量も 18,839 台/日（2016 年）に達しており、アピア市の自動車保有の伸びを考慮すると、この橋の重要性は将来的にも大きくなると考えられる。また、ヴァイシガノ橋を含む右図の海岸エリアについては、現在ウォーターフロント開発計画「The City of Apia's Waterfront Development Project」がスタートしており、この海岸地域(右図のアピア港から西の海岸地域全体)を魅力ある都市として整備することが計画されており、この点からもヴァイシガノ橋の架け替え整備は重要な案件と位置づけられる。

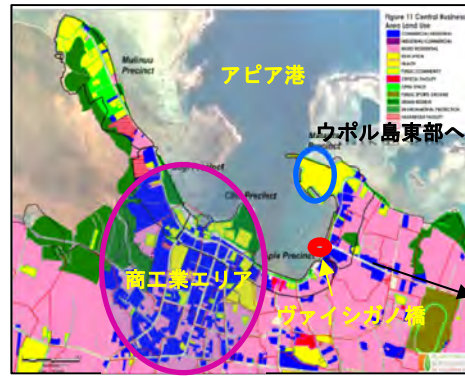


図 1-1-2 ウォーターフロント開発計画

(3) 道路網整備の現状と課題

1) 全国道路網

首都アピアのあるウポル島は、島の大きさは東西に約 75km で、面積は 1,125 km² である。サモア国の道路網は総延長が約 1,202 km であり、そのうち 785km がウポル島にある。

道路区分は、クラス 1-3 に分類されており、それぞれ、主要道路（Class1:Main road）、副主要道路（Class2:Sub main road）、その他幹線道路（Class3:Arterial and access roads）となっている。

クラス 1 の主要道路は、ウポル島の外周を走る West Coast Road、East Coast Road、そして South Coast Road と、ウポル島を縦断する Cross Island Road から成っている。

この内、West Coast Road 上に、空港、港湾、フェリーターミナル工業地帯および首都アピアが位置しており、それらをつなぐ道路はサモア経済回廊 (Samoa Economic Corridor) と呼ばれている。

表 1-1-1 道路延長 (m)

道路区分	UPOLU 島	SAVAII 島	合計
Class 1 : Main road	297,381.5	180,548	477,929.5
Class 2 : Sub main road	142,168	18,199	160,367
Class 3 : Arterial and access roads	345,752.8	217,984	563,736.8
合計	785,302.3	416,731	1,202,033.3

出典：LTA

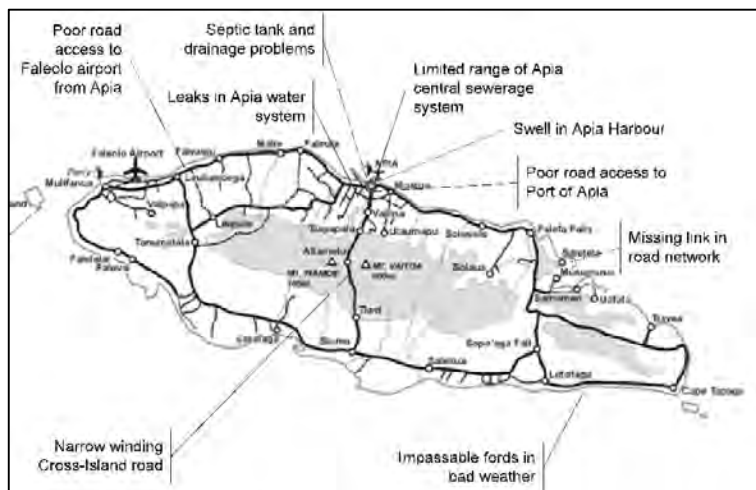


図 1-1-3 全国道路網図

2) アピア周辺の道路状況

アピア港、アピア市街、Vaitele工業地帯、Faleolo国際空港、フェリーターミナルを結ぶ主要道路をサモア経済回廊（Samoa Economic Corridor）と呼び、経済活動の中心を結ぶ動脈道路となっている。このサモア経済回廊に対しては、交通量増大に対応するために4車線化および、気候変動に対する強靱化を図るプロジェクトが進行中である。

すでに、West Coast Roadのうち、Malifa（東端）からSaina（西端）間は、4車線化が完了している。SainaからFaleolo国際空港間も拡幅の計画があるが、2車線のままでの拡幅計画である。

(4) 上位計画の概要

サモア国政府の開発計画のうち、道路セクターに係るものには以下のものがある。

- サモア開発戦略 2012-2016（Strategy for the Development of Samoa (SDS) 2012-2016）
- 国家インフラ戦略計画(National Infrastructure Strategic Plan)

1) サモア開発戦略 2012-2016

サモア開発戦略 2012-2016（Strategy for the Development of Samoa (SDS) 2012-2016）における道路セクターに係る重点課題は以下のとおりである。

- 空港と港湾をリンクする道路網の整備
- 道路および排水にかかわる施工基準の整備
- 道路ネットワークの計画・設計における気象変動への強靱化

具体的なプロジェクトとしては、以下のものが挙げられている。

- Faleolo から Apia 間のサモア経済回廊の 4 車線化と気象変動への強靱化

2) 国家インフラ戦略計画

国家インフラ戦略計画（National Infrastructure Strategic Plan）における道路セクターの重要課題は以下のとおりである。

- サモア経済回廊の維持管理とアップグレード
- 道路ネットワークの安全性の向上および、自然災害および悪天候に対する強靱化

このようにサモア経済回廊の整備が、サモア国の道路整備における最重要課題となっている。本プロジェクトの対象橋梁であるヴァイシガノ橋もこのサモア経済回廊上に位置している。

(5) 対象サイトの現状と課題

1) 対象サイトの現状

首都アピアから東部地域に移動するためには、ヴァイシガノ川を渡河する必要がある。現在、ヴァイシガノ川には、3本の橋梁が架かっている。下流側からヴァイシガノ橋、レオネ橋、レラタ橋となっている。レオネ橋は2012年のサイクロン・エヴァンによる洪水により、橋脚の局所洗掘が発生し、橋脚が沈下したために通行止めとなっている。また、ヴァイシガノ橋は大型車両が通行禁止のために、全ての大型車両はレラタ橋を通行している状況である。

2) 関連プロジェクト

a) アピア・ウォーターフロント開発計画

現在、ニュージーランドの支援により、アピア・ウォーターフロント開発計画が実施中である。これは、MULINU'U 地区からアピア港までのビーチフロント一帯の開発計画の策定である。2016 年末にウォーターフロント計画が作成される予定となっている。



図 1-1-4 アピア・ウォーターフロント計画の対象地域

出典：Apia Waterfront Development Development

b) レオネ橋再建プロジェクト

本プロジェクトは、世銀の道路アクセス強化プロジェクト (Enhanced Road Access Project (ERAP)) の予算で実施されているレオネ橋の架け替え工事である。2016 年 5 月 21 日に建設業者契約が承認され、中国の建設業者が受注した。建設完成は、2017 年 3 月を目標としており、2017 年 4 月から供用開始が予定されている。

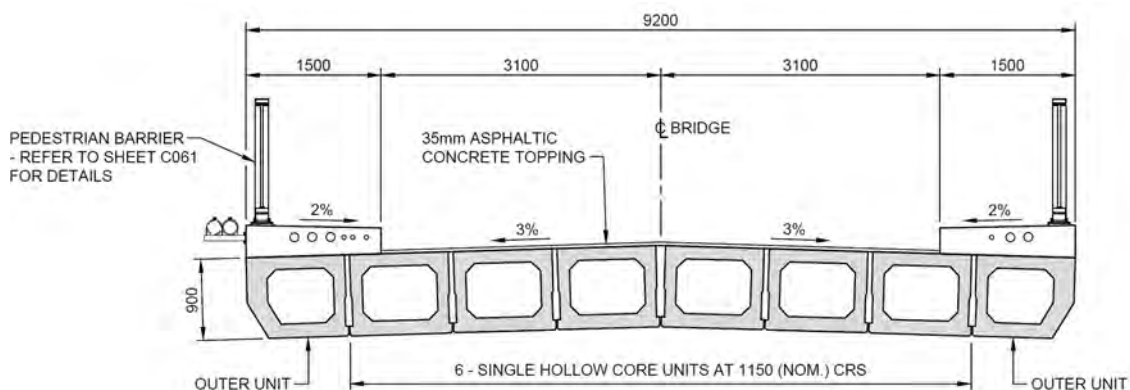


図 1-1-5 レオネ橋の横断図

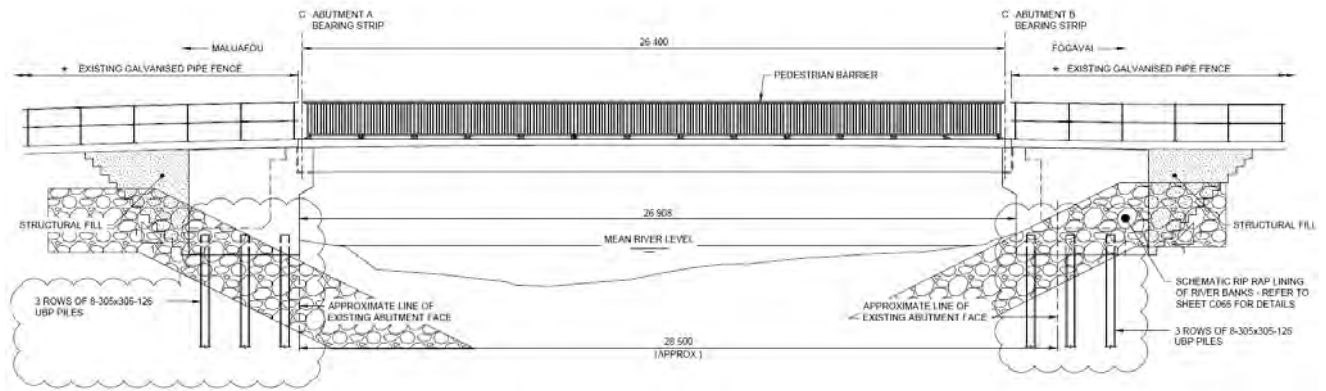


図 1-1-6 レオネ橋の側面図

3) 対象サイトの課題

現地調査の結果、確認及び判明した対象サイトの主な課題は下記のとおりであるが、これらに関しては第3章プロジェクトの内容で詳述する。

- ① 橋梁・道路縦断計画
- ② 架橋位置及び取付け道路
- ③ 幅員構成
- ④ 橋梁形式
- ⑤ 護岸計画（河川・海岸）
- ⑥ 側道設置計画
- ⑦ 交差点計画
- ⑧ 塩害対策
- ⑨ 環境社会配慮
- ⑩ 自然条件調査

1-1-2 社会経済状況

サモア国のGDP（国内総生産）は8.0億米ドル（2014年：世界銀行）であり、一人当たりのGDPは4,212米ドル（2013年：世界銀行）である。また、一人当たりのGNI（国民総所得）は4,060米ドル（2014年：世界銀行）である。実質経済成長率は1.2%（2014年：世界銀行）、物価上昇率は1.4%（2013年：世界銀行）であり、総貿易額は輸出が140.2百万米ドル、輸入が452.0百万米ドル（2014年：アジア開発銀行）である。主要貿易品目は、輸出が魚介類、ノニ製品、ビール、ココナツクリームであり、輸入は食料品・食肉、機械・輸送機器、である。サモア国の主要産業は食品加工、建築材料、自動車部品である。GDPの構成比は、一次産業（農林水産）10.2%、二次産業（鉱業、電力を含む）25.9%、三次産業（通信や金融、小売などサービス関連）64.0%である。

サモア国では2009年9月、サモア沖で大地震・津波が発生したため、観光収入が低下する一方で、災害復興の資金需要が高まり、また、2012年12月にはサイクロン・エヴァンが甚大な被害をもたらしたことなどにより厳しい経済情勢である。また、国内市場が小規模であり、消費財の多くを輸入に頼らざるを得ないという島嶼国に典型的な経済構造であるため、慢性的な貿易赤字を抱えている。ただし、海外からの送金、観光業収入によるサービス・移転収支の大幅な黒字により、経常赤字はさほど大きくない。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

サモア国は、総人口の約8割にあたる14万人以上が、首都アピア市のあるウポル島に居住している。国内道路総延長は1,202km、橋梁は52橋、このうち45橋はウポル島にある。ヴァイシガノ橋は、首都アピア市とサモア唯一の商港であるアピア港や、ファガリ空港（国内線）をつなぐ主要幹線道路上に位置している。同橋の交通量は14,300台／日（2013年）と、2003年から2013年の10年間で約1,700台／日の増加が確認されるなど、ウポル島の道路ネットワークにおいて重要な橋梁として位置付けられる。

20世紀初頭に7径間の鋼橋として建設されたヴァイシガノ橋は、1953年に既存下部工を補強した上でコンクリート橋に再建された。1994年に鉄筋腐食やコンクリート剥離といった塩害による損傷の補修工事が実施されたものの、再度同様の損傷が発生し、2002年以降、大型車の通行が禁止されている。このため、アピア港からウポル島西部の工業地区に物資を運搬する大型車は、上流側に位置するレオネ橋への迂回を余儀なくされていた。

同国では、これまでもサイクロンにより度重なる被害を受けていたが、2012年の大型サイクロン「エヴァン」は同国の道路インフラに甚大な被害を及ぼした。ヴァイシガノ橋では上部工が冠水し、下部工基礎の保護工の損壊等が確認された。またヴァイシガノ橋の迂回路となっていたレオネ橋は、河川上流山間部から流されてきた倒木等で大きな被害を受け、さらに洪水による洗掘で橋脚が沈下し、通行不能となった。そのため現在では、大型車は更に上流に位置するレラタ橋への迂回を余儀なくされ、ヴァイシガノ橋通行時に比べて1時間余りの迂回時間とそれに伴う走行経費の負担を強いられている。

以上のことから、同国では、ヴァイシガノ橋の架替が喫緊の課題となっており、今般、サモア政府はヴァイシガノ橋の架け替えにつき、我が国に無償資金協力を要請した。

1-3 わが国の援助動向

サモアに関する我が国の技術協力・有償資金協力との関係及び無償資金協力の実績の概要を表1-3-1及び表1-3-2に示す。

(1) 我が国の技術協力・有償資金協力との関係

表 1-3-1 我が国の技術協力・有償資金協力との関係

協力内容	実施年度	案件名/その他	供与限度額 (単位：億円)	概要
有償資金協力	2007年度	電力セクター 拡張事業	45.98億円	増加する電力需要に対応して、安定した電力の供給を行うために、電力公社が行う発電所建設・改修及び送配電網の整備・改修を支援するもの。

(2) 我が国の無償資金協力実績

表 1-3-2 我が国の無償資金協力実績

実施年度	案 件 名	供与限度額 (単位：億円)	概 要
2005 年度	アピア漁港改善計画	7.07	国民の重要な食糧源でありまた国の重要な輸出産品である漁業振興のため、老朽化した漁港、魚市場の改修を行うもの。
2008 年度	島嶼間フェリー建造計画	13.19	老朽化した政府所有の連絡船を、新たな船を建造し置き換え、貨物コンテナ、フォークリフトなどの附帯設備を整備するもの。
2009 年度	気象観測・災害対策向上計画	7.45	課題となっているサイクロン等の自然災害に対処するため、気象観測および災害警報体制整備を全土で行うもの。
2013 年度	都市水道改善計画	18.31	首都アピアの上水道について、浄水場、送水ポンプ場、配水池などの上水道システムの新設・改修を行うもの。
2015 年度	アピア港安全向上計画	34.77	アピア港の老朽化対策及び貨客混在に対する安全性を確保のため施設改修を行うもの。
2016 年度	太平洋気候変動センター	9.62	大洋州地域における気候変動対策の促進及び同分野の人材育成の拠点となる太平洋気候変動センターを建設するもの。

1-4 他ドナーの援助動向

道路インフラセクターで支援を実施しているドナーは、世銀（WB）、オーストラリア国際開発庁（AusAID）による無償プロジェクトと、国際開発協会（IDA：International Development Association）と太平洋島嶼国地域インフラ機関（PRIF：Pacific Region Infrastructure Facility）によるファンドがある。

世銀のプロジェクトは、2009年9月に世界中で9か国、大洋州で3か国が選ばれた気候変動適用性パイロットプログラム（PPCR：Pilot Programme for Climate Resilience）により実施されている。このPPCRは、世銀の気候変動投資ファンド（CIF：Climate Investment Fund）の中の、戦略的気候基金（SCF：Strategic Climate Fund）により実施される気候変動への強靱化プロジェクトである。

現在進行中および最近終了したプロジェクトは、表 1-4-1～表 1-4-3 に示すとおりである。

表 1-4-1 他ドナーのプロジェクト (その1)

(単位: MillionUS\$)

プロジェクト名	実施年度	機関名	契約名称	案件名	金額	援助形態	概要
道路アクセス強化プロジェクト	2013 ～ 2018	世界銀行 (WB) 及びオーストラリア国際開発庁 (AusAID)	設計・施工監理	レオネ橋設計・施工監理	27	無償	大型サイクロン「エヴァン」により被災したレオネ橋の詳細設計・施工監理
				プロジェクト管理サービス			プロジェクトの管理手法のサービス
				ヴァイテレ通り (ヴァイロア～ヴァイテレ間) の施工監理			ヴァイロア～ヴァイテレ間のヴァイテレ通り改良整備の施工監理
				マリオロオ橋設計			マリオロオ橋の詳細設計
				マリオロオ橋施工監理			マリオロオ橋の施工監理
				クロスアイランド道路設計			クロスアイランド道路の詳細設計
				ティアヴェア橋/ラノ橋/サパライ橋設計			ティアヴェア橋/ラノ橋/サパライ橋の詳細設計
				アレイサ道路 (20km) 設計			アレイサ道路 (20km) の詳細設計
				道路・橋梁建設基準更新			道路・橋梁建設基準の更新
				軸重限界改訂			軸重限界の改訂
道路部門マネジメント	道路部門のマネジメント						
新たな優先課題	新たな優先課題の対処法						
レオネ橋	レオネ橋の建設						
ヴァイテレ通り (ヴァイロア～ヴァイテレ間)	ヴァイロア～ヴァイテレ間のヴァイテレ通りの改良整備						
マリオロオ橋	マリオロオ橋の建設						
クロスアイランド道路	クロスアイランド道路の改良整備						
ティアヴェア橋/ラノ橋/サパライ橋	ティアヴェア橋/ラノ橋/サパライ橋の建設						
アレイサ道路	アレイサ道路の建設						
東海岸内陸道路建設	東海岸内陸道路の建設						
機材供与	実験装置供与	実験装置の供与					

表 1-4-2 他ドナーのプロジェクト (その2)

プロジェクト名	実施年度	機関名	契約名称	案件名	金額	援助形態	概要
西海岸道路気候回復強化プロジェクト	2013 ～ 2018	世界銀行 (WB)	設計・ 施工監理	プロジェクト管理サービス	14.8	無償	プロジェクトの管理手法のサービス
				西海岸道路設計及び施工監理			西海岸道路の設計及び施工監理
			技術支援	サモア道路ネットワーク脆弱性評価			サモア道路ネットワークの脆弱性評価
				コルカルトの脆弱性評価の提案のサポート			コルカルトの脆弱性評価の提案の評価を支援する個々のコンサルタレント
建設	西海岸道路		西海岸道路の建設				

(単位: MillionUS\$)

表 1-4-3 他ドナーのプロジェクト (その3)

プロジェクト名	実施年度	機関名	契約名称	案件名	金額	援助形態	概要
サモア津波後再建プロジェクト	2011 ～ 2015	国際開発協会緊急復興債権 (IDA) 及び太平洋島嶼地域インフラ機関 (PRIF)	既設道路及び護岸の改良	レパ-ラロマヌリンク道路 (10.6km) (パッケージ 1、2)	11.79	有償	レパ-ラロマヌリンク道路 (パッケージ 1、2) の改良
				ウトウフア-ララフア-サレアウムアアクセス道路 (2km)			ウトウフア-ララフア-サレアウムアアクセス道路の改良
サモア津波後再建プロジェクト	2011 ～ 2015	国際開発協会緊急復興債権 (IDA) 及び太平洋島嶼地域インフラ機関 (PRIF)	既設道路及び護岸の改良	マラエラループ-サテイトアアクセス道路 (2km)	11.79	有償	マラエラループ-サテイトアアクセス道路の改良
				ムテイヤテレ-ウルトギアアクセス道路 (2km)			ムテイヤテレ-ウルトギアアクセス道路の改良
				ヴァイロアアレイパタ-ラロマヌループアクセス道路 (2km)			ヴァイロアアレイパタ-ラロマヌループアクセス道路の改良
				アウファアガアクセス道路 (2km)			アウファアガアクセス道路の改良
サモア津波後再建プロジェクト	2011	国際開発協会緊急復興債権 (IDA) 及び太平洋島嶼地域インフラ機関 (PRIF)	既設道路	アッパーサリ-パーガアクセス道路 (2km)	11.79	有償	アッパーサリ-パーガアクセス道路の改良
				護岸の復旧-Node1 (ウトウフア-ララフア) ～Node40 (サテイトア) (2.12km)			Node1 (ウトウフア-ララフア) からNode40 (サテイトア) 迄の護岸の復旧
サモア津波後再建プロジェクト	2011	国際開発協会緊急復興債権 (IDA) 及び太平洋島嶼地域インフラ機関 (PRIF)	既設道路	護岸の復旧-Node40 (サテイトア) ～			Node40 (サテイトア) からNode82 (ヴァ

(単位: MillionUS\$)

プロジェクト名	実施年度	機関名	契約名称	案件名	金額	援助形態	概要
建プロジェクト	～2015	急復興債権(IDA)及び太平洋島嶼地域インフラ機関(PRIF)	及び護岸の改良	Node82 (ヴァイロア、アレイパタ) (2.17km)			イロア、アレイパタ) 迄の護岸の復旧
				護岸の復旧-Node1 (サメア、ムリフアヌア)～Node37 (サトウイマルフィルフィ、ムリフアヌア) (2.43km)			Node1 (サメア、ムリフアヌア) からNode37 (サトウイマルフィルフィ、ムリフアヌア) 迄の護岸の復旧
				護岸の復旧-Node38 (サトウイマルフィルフィ、ムリフアヌア)～Node66 (サルア、マノノ) (2.14km)			Node38 (サトウイマルフィルフィ、ムリフアヌア) からNode66 (サルア、マノノ) 迄の護岸の復旧
				護岸の復旧-Node67 (サルア、マノノ)～Node96 (フアリーシーラ) (1.9km)			Node67 (サルア、マノノ) からNode96 (フアリーシーラ) 迄の護岸の復旧
				サラニベイリ一橋修復			サラニベイリ一橋の修復
				LTA-CWQ01-03/10 パッケージ 1-4 測量			LTA-CWQ01-03/10 パッケージ 1-4 の測量
				高解像度画像			高解像度画像
				海岸インフラ管理計画更新			海岸インフラ管理計画の更新
				道路線形設計及び施工監理			道路の線形設計及び施工監理
				環境影響評価			環境影響評価
				東海岸内陸道路建設 (パッケージ 1-3)			東海岸内陸道路 (パッケージ 1-3) の建設
				歩行者アクセス道路			歩行者アクセス道路
				プロジェクト管理ユニットサービス			プロジェクト管理ユニット

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本プロジェクトの主管官庁は、公共事業運輸インフラ省（MWTI：Ministry of Works, Transport & Infrastructure）傘下の陸運局（LTA：Land Transport Authority）である。

LTAは2008年12月に設立され、道路アセットマネジメント、および、道路運営管理を担当している。サモア国の全ての道路区分（クラス1-3）の道路を管理している。

LTAには9部署があり、115名の職員を有している。図 2-1-1にLTAの組織図を示す。

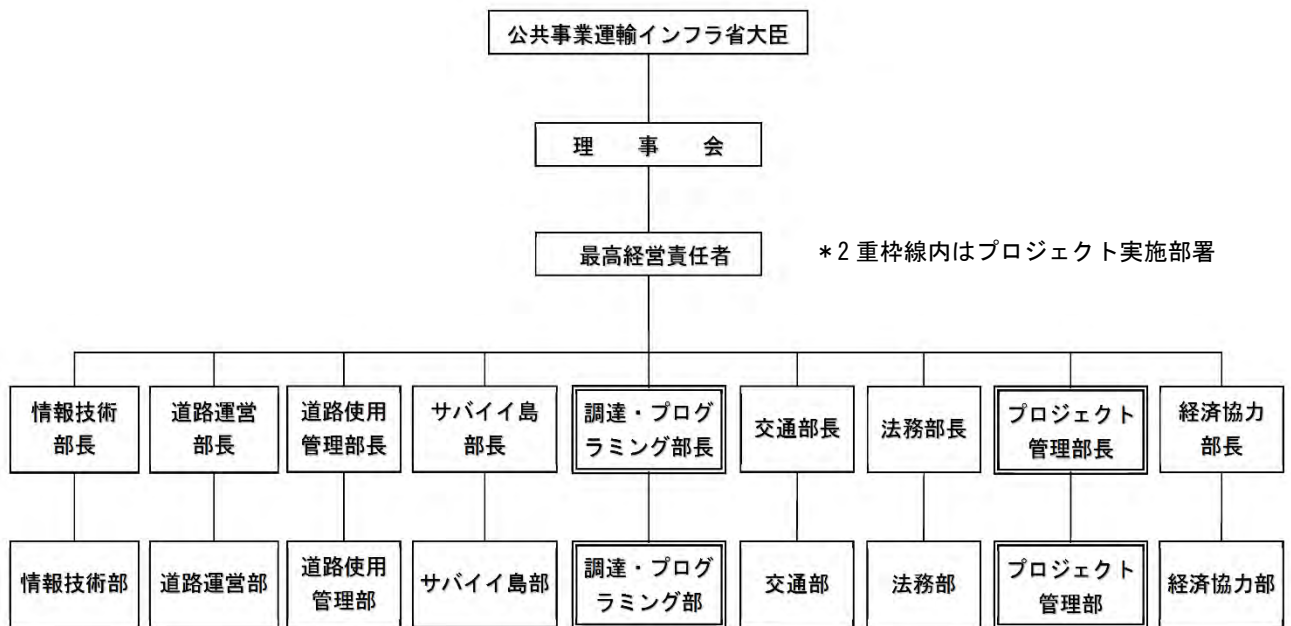


図 2-1-1 陸運局（LTA）組織図

LTAのうち、新規プロジェクトの調達、監理を担当するのが、調達・プログラミング部（PPD：Procurement & Programming Division）とプロジェクト管理部（PMD：Project Management Division）である。PMDは、2015年2月にPPDから分離して、主に世銀の案件を担当している。PPDとPMDが本案件の担当窓口である。

PPDの要員は、Division Managerを含めて9名、PMDは、Division Managerを含めて5名の体制となっている。

PPDの役割は、新規プロジェクトの調達業務に加え、業者に委託している排水、道路、芝刈りに係る日常の維持管理業務の調達も担当している。同時に、道路網のアセットマネジメントもPPDの所管である。

世銀案件を担当するPMDは、現在は下記の2プロジェクトを実施中である。

- 西海岸道路気候回復強化プロジェクト（Enhanced Climate Resilience of West Coast Road Project）
- 道路アクセス強化プロジェクト（Enhanced Road Access Project）

2-1-2 財政・予算

2010年度から2016年までの年間予算を下表に示す。2016年度のLTAの年間予算は、3,179万タラである。そのうち、本プロジェクトを担当するプログラミング・調達部（PPD）の年間予算は323万タラで、同じく本プロジェクトを担当するプロジェクト管理部（PMD）の年間予算は38万タラとなっている。

2016年度の道路運営費（Road Operations）は1,416万タラであり、LTAの年間予算に占める割合は最も大きく、44.5%である。道路の維持管理は、道路運営費の中の維持管理費（Operating Expenses）が充てられており、2016年度の年間維持管理予算は820万タラである。この維持管理費が道路運営費に占める割合は57.9%と大きく、半分以上を占めている。

なお、本計画における先方負担経費は約80万タラであり、これはLTAの年間予算（3,179万タラ）の約2.52%であるため、本プロジェクトの実施については、問題はない。

表 2-1-1 LTAの年間予算（2012-2016年度）

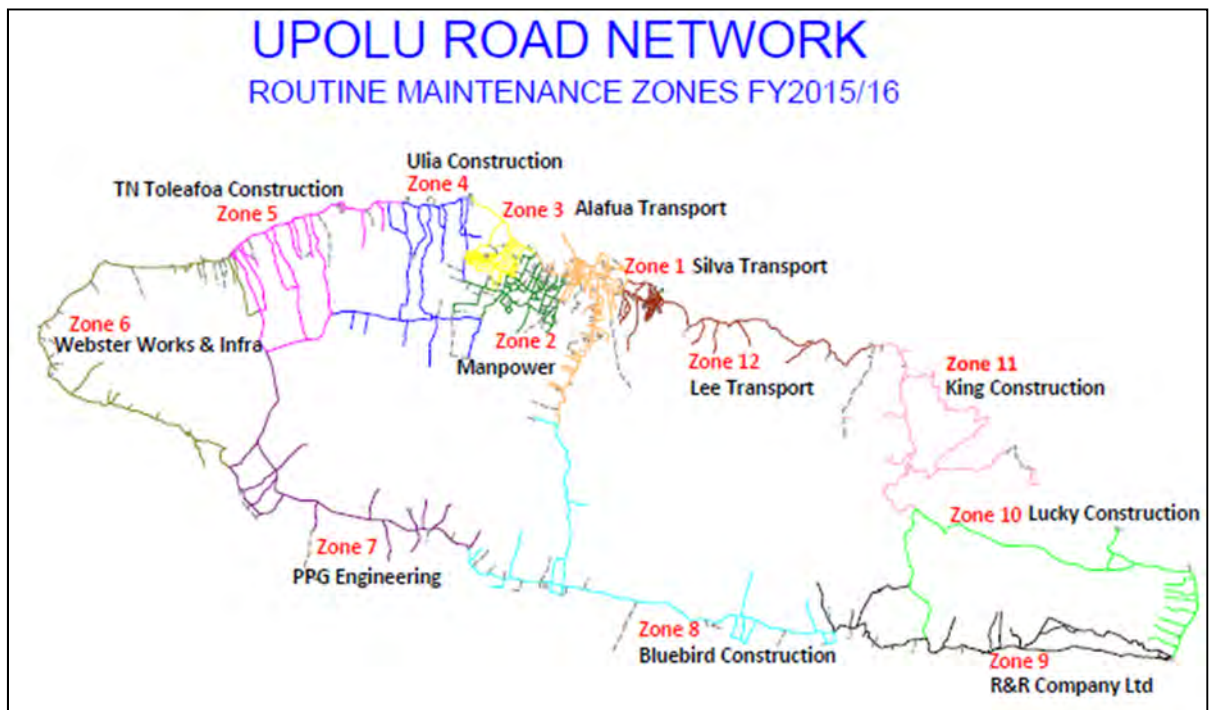
No.	項目	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	比率	
							2016年度	
1	関係省庁への政策支援	475,491	516,025	502,958	820,807	771,572	2.4%	
2	道路運営	16,296,818	25,313,259	16,730,929	15,000,754	14,162,529	44.5%	
	内 訳	人件費	435,249	328,322	382,381	591,890	618,041	4.4%
		維持管理費	10,741,818	11,031,818	11,000,518	9,070,147	8,197,483	57.9%
		資本コスト	5,000,000	13,800,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	36.7%
		一般管理費	119,751	153,119	148,030	138,717	147,005	1.0%
3	道路使用管理	711,436	605,176	641,486	628,850	630,090	2.0%	
4	サバイ島管理	9,848,439	4,732,216	9,178,356	8,211,848	7,828,105	24.6%	
5	プログラミング・調達	5,028,107	4,522,003	3,516,287	3,088,359	3,226,534	10.1%	
6	交通サービス	227,689	239,549	331,476	639,732	805,696	2.5%	
7	法務サービス	165,261	183,487	195,913	357,062	378,896	1.2%	
8	プロジェクト管理				359,100	383,602	1.2%	
9	小計	32,753,241	36,111,715	31,097,405	29,106,512	28,187,024		
	開発プロジェクト支援国費	5,314,987	4,000,000				0.0%	
	道路調整						0.0%	
	サイクロンエヴァン復興費		4,528,000				0.0%	
	レント・リース費	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000	0.1%	
	ムリバイ川浚渫費						0.0%	
	VAGST支出税	4,531,962	5,069,984	4,289,781	3,755,915	3,580,415	11.3%	
	国家総取引	9,872,949	13,623,984	4,315,781	3,781,915	3,606,415		
	SOEへの歳入	32,466,190	39,236,699	23,962,497	20,888,431	3,606,415		
	合計	42,626,190	49,735,699	35,413,186	32,888,427	31,793,439	100.0%	

2-1-3 技術水準

本プロジェクトの実施機関である LTA は、他国および国際機関による道路セクター全てのプロジェクトの実施監理を担当している。このように、各種橋梁・道路改修に関する実績は豊富であり、これらの経験が本プロジェクトへも十分活かされるものと考えられる。

道路の維持管理は、LTA の Road Operation Division が担当している。日常の維持管理は、地域ごとに工区分けをして、建設業者に維持管理業務を委託している。対象道路は、クラス 1-3 の LTA が管轄するすべての道路である。Upolu 島の場合は、11 工区に分けられており、本橋は Zone1 に含まれる。

業者に委託している維持管理業務は、予算的制約もあり、道路の清掃や舗装のパッチング程度の軽微なものに限られている。工区内の橋梁も維持管理対象に含まれているが、橋面の清掃や高欄の塗装程度の軽微な作業に限られている。



出典：LTA

図 2-1-2 ウポル島の維持管理工区と担当業者

橋梁の維持管理システムは、まだ、整備されていない状況である。そのため、定期的な点検や予防的維持管理は実施されていないが、2013年5月にオーストラリアの支援により、2012年12月に発生したサイクロン・エヴァンによる被災状況の橋梁調査が実施されている。このように、大規模自然災害後には、緊急点検が行われているが、LTAにおいても、橋梁の維持管理システムの整備の必要性は理解しており、オーストラリアの支援により実施中であり、2016年7月末を目処に整備中である。

このように、プロジェクトを通じて橋梁・道路の維持管理に関する知見も高めており、本計画を実施するには十分な技術レベルにあると判断される。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

関連インフラの整備状況として、レオネ橋、レラタ橋、ビーチ道路、マタウツ通り、及びマタファガテレ道路の現況を調査した。これらの関連インフラの位置関係を下図に示す。



図 2-2-1 関連インフラ位置図

(1) レオネ橋

レオネ橋は、ヴァイシガノ橋より上流約 720m の位置に架橋されている 3 径間 RC 橋であるが、2012 年の大型サイクロン「エヴァン」による洪水の洗掘により橋脚が沈下し、それ以来通行止めになっている。



写真 2-2-1 沈下した橋脚



写真 2-2-2 沈下した橋面



写真 2-2-3 車両通行禁止

ヴァイシガノ橋は老朽化による耐荷力不足のため、大型車の通行が禁止されている。そのため、大型車は大きく迂回してレオネ橋を通行していたが、そのレオネ橋が通行止めになってしまったので、現在はさらに上流に架橋されているレラタ橋への迂回を余儀なくされている。

なお、レオネ橋は世銀の予算で 2016 年 5 月 21 日に建設業者契約が承認され、2017 年 4 月からの供用開始を目指して、現在、工事が進められている。



写真 2-2-4 工事状況(全景)



写真 2-2-5 橋台 H 杭打設状況



写真 2-2-6 橋台 H 杭打設状況

(2) レラタ橋

レラタ橋は、ヴァイシガノ橋より上流約 1,700m の位置に架橋されている 2 径間 RC 橋である。2012 年の大型サイクロン「エヴァン」による洪水の被害は受けておらず、レオネ橋が車両通行禁止になっているため、大型車及びレオネ橋通行車両の迂回路となっている。



写真 2-2-7 レラタ橋全景(側面)



写真 2-2-8 レラタ橋全景(正面)

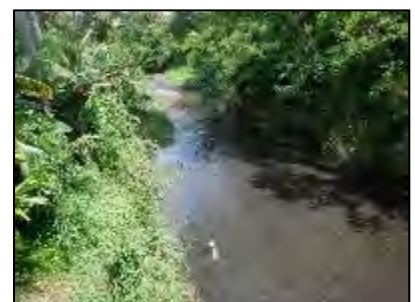


写真 2-2-9 ヴァイシガノ川

(3) ビーチ道路

ビーチ道路はアピア市内中心地にあるフレアマーケット前からヴァイシガノ橋の終点（港側）を過ぎたところにある3差路までの海岸線沿いを走る幹線道路である。道路延長は約1.5kmで車線はマーケットからクロスアイランド道路との交差点までは4車線で、それ以降の区間は2車線となっている。LTA職員に確認したところ、過去の大規模な改修プロジェクトの記録は残っていなかった。



写真 2-2-10 ビーチ道路（市中心地）

(4) マタウツ通り

マタウツ通りはビーチ道路、マタファガテレ道路に3差路で接続している道路延長1.2kmの2車線道路である。マタウツ通りはアピア港に面しているため多くの重車両が通行している。舗装の整備状況は2014年にLTAによってオーバーレイが実施されている。



写真 2-2-11 マタウツ通り（港付近）

(5) マタファガテレ道路

マタファガテレ道路は3差路からメインイーストコースト道路までの2.4kmの2車線道路である。3差路から約1kmの所にアピア・パーク競技場があり、イベント時は渋滞が頻繁に発生する道路である。舗装の整備状況は2011年にLTAによってオーバーレイが実施されている。



写真 2-2-12 マタファガテレ道路（競技場付近）

2-2-2 自然条件調査

2-2-2-1 気象調査

橋梁等施設の計画、設計、施工および維持管理に必要な気象条件を把握するために、新橋計画地点(アピア)周辺の観測値を入手、整理した。サモア国の気象資料はオーストラリア政府、サモア政府 MNRE(Ministry of Natural Resources and Environment)の MET(Meteorology Division)、民間の website から入手が可能である。

表 2-2-1 気象調査項目及び入手資料

調査項目	詳細	観測所・期間	入手元
気温	月平均気温	Apia2006～2015(過去10年間)	オーストラリア政府
湿度	月平均相対湿度	Apia2011～2015(過去5年間)	民間 website
降雨量	10分雨量	Nafanua2011～2015(過去5年間)	MET
		Afiamalu2011～2015(過去5年間)	MET
潮位	年最大平均最低潮位	Apia Habor1993～2015(過去23年間)	オーストラリア政府
風	時間風速	Apia2011～2015(過去5年間)	オーストラリア政府
	時間風向	Apia2011～2015(過去5年間)	

(1) 気温

Apia 観測所における過去10年間の平均気温を月別に整理した。最高気温、最低気温ともに年間の差はあまりなく、最高気温と最低気温の差は9℃程度である。過去10カ年の最高気温は34.8℃(2011年4月)、最低気温は18.6℃(2015年9月)である。

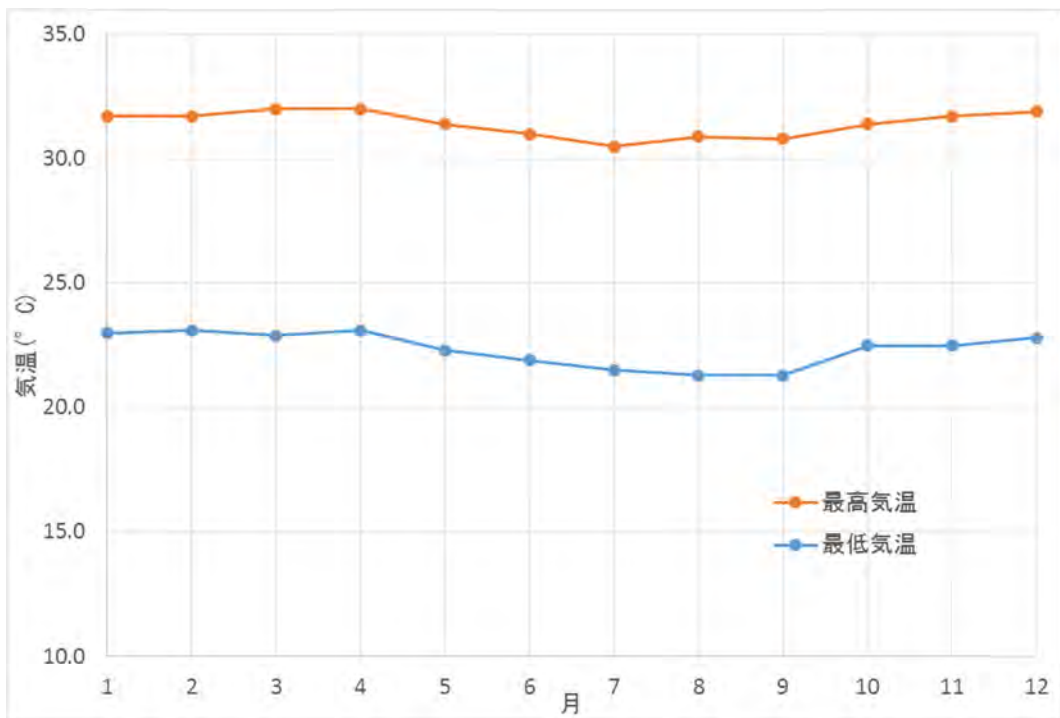


図 2-2-2 月別過去10年間平均最高気温

表 2-2-2 過去 10 年間最高最低気温

最高気温											
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	平均
1		31.5	30	30.6	31.2	32.4	31.7	33	32.3	32.9	31.7
2		31.2	30	30.6	30.8	33.1	31.9	32.2	32.7	32.9	31.7
3		31	30.1	32.1	31.6	32.3	32.5	32.6	32.7	33.3	32.0
4	30.9	30.9	30.7	30.7	31.5	34.8	32.5	33	32.7	32.7	32.0
5	30.6	30.5	30	30	30.7	33.8	31.9	32	31.6	33	31.4
6	29.8	30.5	29.6	29.6	29.1	33.4	32.5	31.7	31.2	32.5	31.0
7	29.8	29.8	29.1	29.8	28.9	32.1	31.2	31.3	31.1	31.7	30.5
8	29.3	29.5	29.1	29.1	31.2	33.5	32	31.6	31.6	31.6	30.9
9	29.9	29.8	29.8	29	31.8	31.3	31.7	31.3	31.6	31.3	30.8
10	30.2	30.5	29.4	29.7	33.4	32.2	31.5	32.4	31.9	32.3	31.4
11	30.4	30.7	29.8	30.3	33.3	32.8	32.8	32.1	32.1	32.4	31.7
12	30.7	30.7	30.1	30.6	34.3	31.8	32.3	32.3	33.4	32.7	31.9

最低気温											
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	平均
1		22.7	22.5	23	23.7	20.7	22.7	23.5	24	24.1	23.0
2		23.5	22.7	22.4	23.8	21	23	24.1	23.6	24	23.1
3		21.8	21.8	23.6	23.8	22	22.6	23.2	23.5	23.7	22.9
4	22.9	23.4	22.2	23.2	23.1	22.1	23.4	24	23.3	23.8	23.1
5	21.5	22.8	22	23.2	23	21.5	21.7	23.5	22	22.1	22.3
6	21.9	22.3	22.4	21.1	22.2	21.6	21.5	22.3	21.6	21.6	21.9
7	22	22	20.2	21.1	22.8	21.3	21.7	22.4	20.7	21.1	21.5
8	20.3	20.2	20.8	22.2	23.8	20.5	21.5	22.3	21.6	19.7	21.3
9	22.4	21	21.9	20.2	20.4	21.9	23	21.7	22.1	18.6	21.3
10	22.4	22.6	22.5	21.7	22.2	22.2	23.1	23.3	22.9	21.6	22.5
11	22.1	23.1	22.9	22.8	20.7	22.4	24.1	22.8	20.8	23.6	22.5
12	23.5	22.8	22.8	21.9	20.9	21.7	24.2	23.8	24.1	22	22.8

(2) 湿度

Apia 観測所における過去 5 年間の湿度を以下に示す。最高湿度、最低湿度ともに年間の差はあまりなく、それぞれ 95%程度、70%程度で差は 25%程度である。

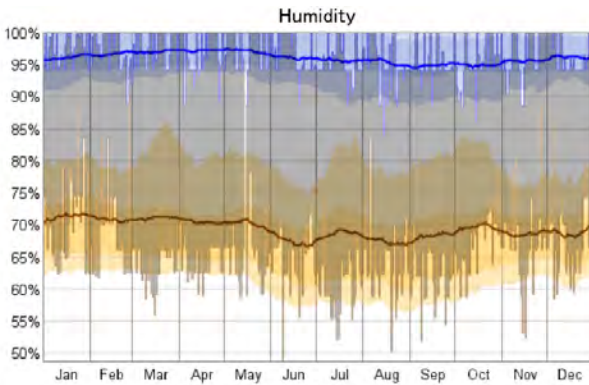


図 2-2-3 2011 年湿度

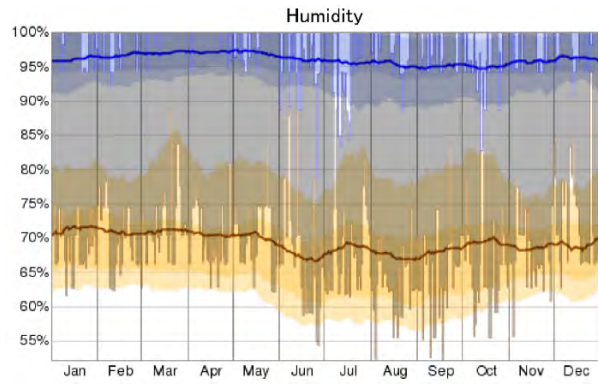


図 2-2-4 2012 年湿度

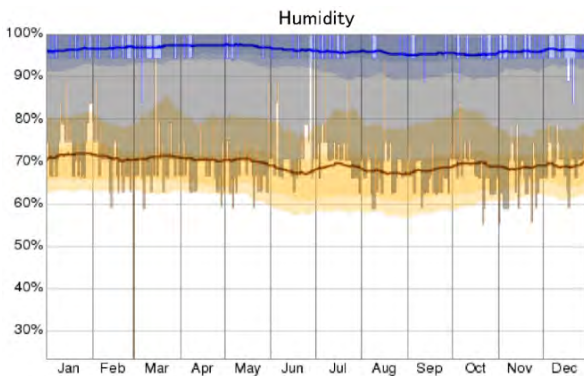


図 2-2-5 2013 年湿度

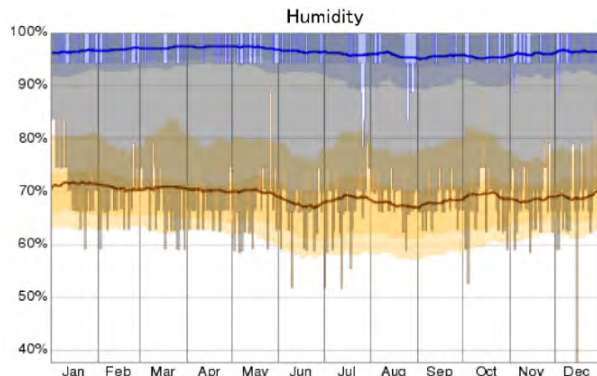


図 2-2-6 2014 年湿度

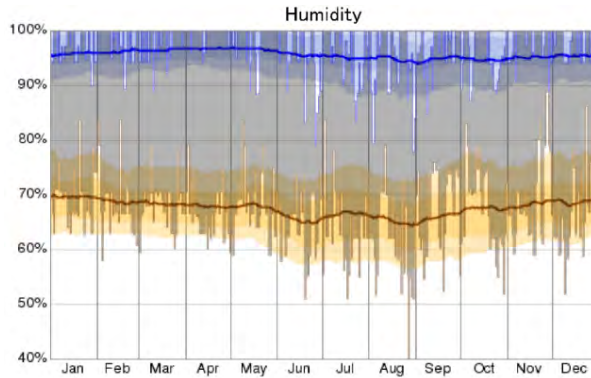


図 2-2-7 2015 年湿度

(3) 降雨量

1) 月別降雨量

ヴァイシガノ川流域内の観測所 2 箇所 (Afiamalu, Nafanua) における過去 5 年間の日雨量を月別に整理した。サモア国は一般に 11 月～3 月が雨季、4 月～10 月が乾季である。11 月～3 月は熱帯低気圧の影響を受ける時期でもある。年間降雨量は山地(Afiamalu)の平地(Nafanua)で約 1,500mm の差があり地形により降雨量が大きく異なる特徴がある。月間降雨量の最大は 1 月、最低は 9 月に生じている。

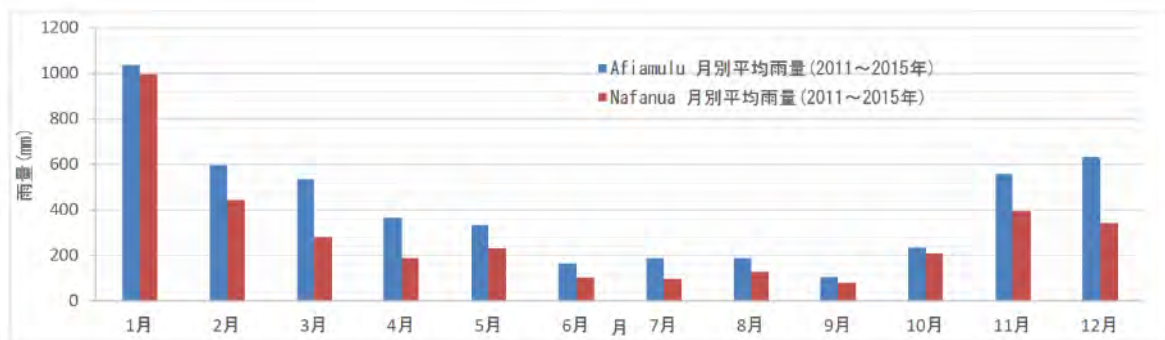


図 2-2-8 月間降雨量

表 2-2-3 月間降雨量

Afiamalu 月別雨量(mm)													
年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
2011	993	541	494	347	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	328	-
2012	934	659	829	365	458	134	190	57	148	258	224	1293	5551
2013	1172	700	406	483	252	254	177	362	157	199	欠測	579	-
2014	1518	557	434	369	282	86	243	167	91	181	569	381	4879
2015	565	525	510	260	344	188	140	165	21	299	881	578	4477
平均	1036	597	535	365	334	166	188	188	104	234	558	632	4936

Nafanua 月別雨量(mm)													
年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
2011	962	584	152	120	77	90	87	78	96	375	425	欠測	-
2012	欠測	469	379	欠測	欠測	31	89	50	69	178	177	595	-
2013	1033	410	281	261	247	186	176	371	171	134	238	欠測	-
2014	欠測	356	284	262	325	109	130	56	61	166	394	155	-
2015	欠測	396	308	110	290	96	7	97	1	183	750	279	-
平均	997	443	281	188	232	102	98	130	80	207	397	343	3499

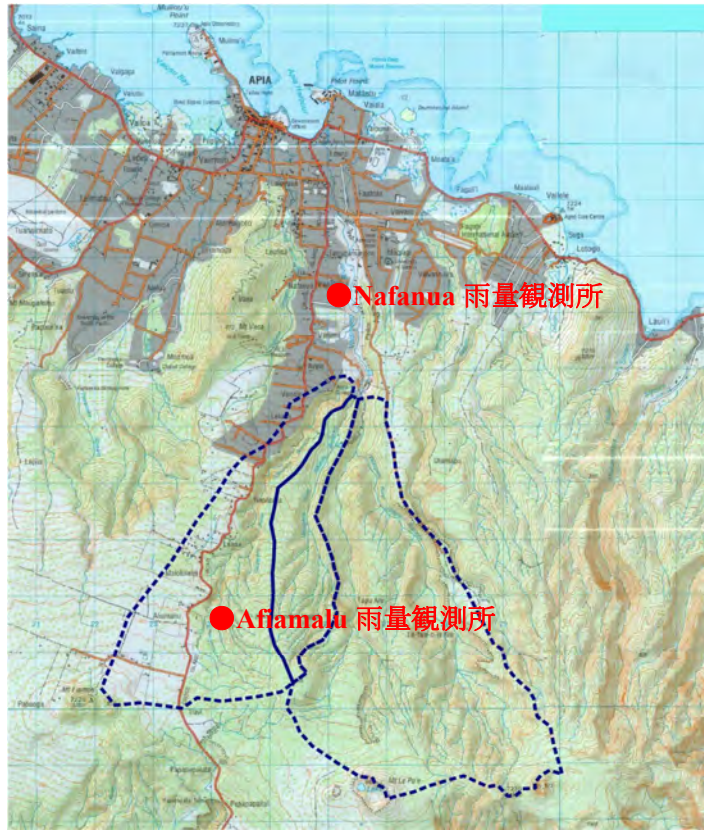


図 2-2-9 観測所位置図

2) 平均降雨強度

観測所2箇所（Afiamulu, Nafanua）における過去5年間の平均降雨強度を整理し、ヴァイシガノ川流域の計画上の平均降雨強度と比較した。Afiamulu 観測所の最大平均降雨強度は全て2012年のサイクロン EVAN 時の値であり、ヴァイシガノ川の流出量が最も多くなる降雨継続時間3時間（180min）における平均降雨強度は1/100年確率以上であったことが分かる。

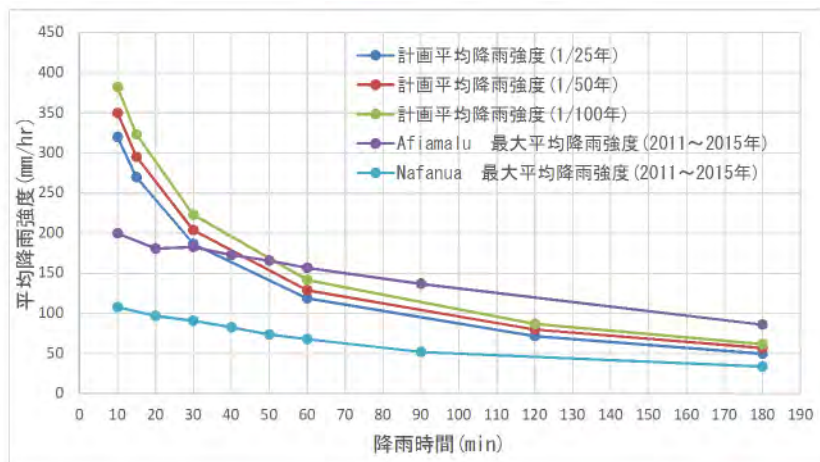


図 2-2-10 平均降雨強度

表 2-2-4 平均降雨強度

ヴァイシガノ流域の計画平均降雨強度(mm/hr)						
確率年	10min	15min	30min	60min	120min	180min
25	320	270	187	119	72	50
50	350	295	204	129	80	57
100	382	323	223	142	87	62

Afiamalu 平均降雨強度(mm/hr)								
年	10min	20min	30min	40min	50min	60min	90min	180min
2011	182	91	75	72	71	68	66	62
2012	200	181	183	173	166	157	137	86
2013	127	116	94	81	72	65	44	43
2014	127	91	93	86	78	73	53	39
2015	131	94	83	73	65	62	45	36
最大値	200	181	183	173	166	157	137	86

Nafanua 平均降雨強度(mm/hr)								
年	10min	20min	30min	40min	50min	60min	90min	180min
2011	108	97	91	83	74	68	52	32
2012	108	72	66	58	50	47	47	34
2013	107	75	70	69	67	62	47	27
2014	95	79	68	68	65	59	47	26
2015	96	82	75	69	60	57	43	32
最大値	108	97	91	83	74	68	52	34

(4) 潮位

Apia Habor 観測所における過去 23 年間の潮位を整理した。平均潮位の平均値は CD+0.793m である。最高潮位は CD+1.737m で 2012 年 12 月 13 日、つまりサイクロン EVAN の時に観測されている。

異常値と考えられる 1998 年 2 月～10 月のデータを除くと平均潮位の傾きは 0.6mm であり、年間 $0.0006 \times 12 \div 7 \text{mm}$ 平均潮位が上昇していることが分かる。

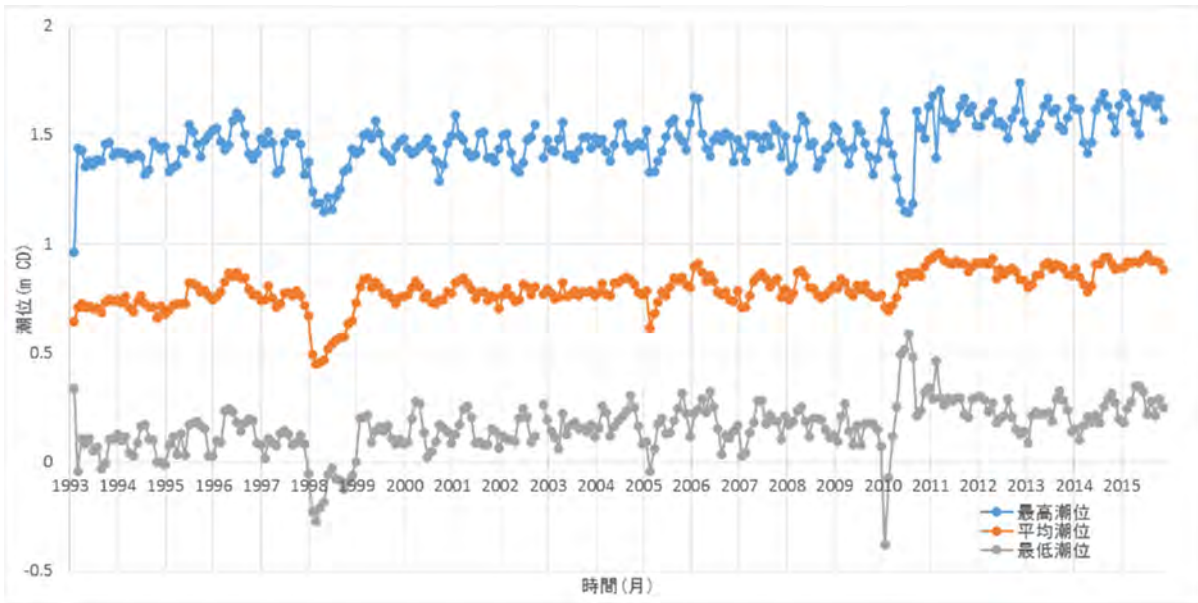


図 2-2-11 月別最高、平均、最低潮位

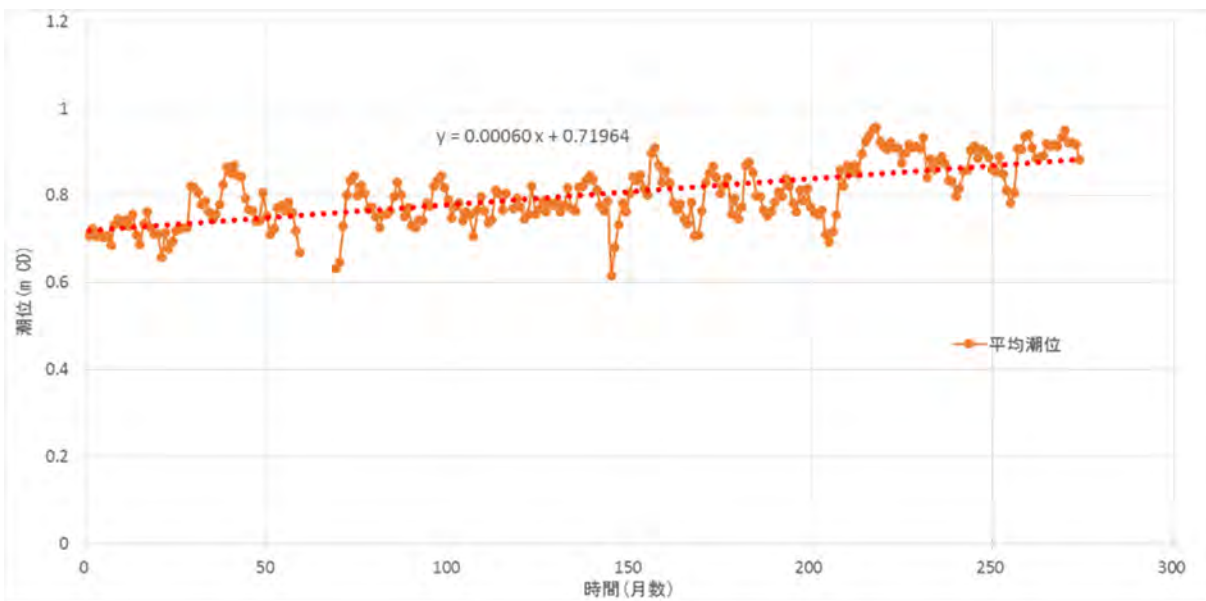


図 2-2-12 平均潮位の傾き

Apia Habor 観測所で設定されている基準潮位の一覧を次頁に示す。

表 2-2-5 基準潮位

名称		CD (Chart Datum)	測量基準MSL (CD+0.75m)
Highest Astronomical Tide (HAT)	天文最高高潮位	+1.53	+0.78
Mean High Water Springs (MHWS)	大潮平均高潮位	+1.28	+0.53
Mean High Water Neaps (MHWN)	小潮平均高潮位	+1.09	+0.34
Mean Sea Level (MSL)	平均潮位	+0.79	+0.04
Mean Low Water Neaps (MLWN)	小潮平均低潮位	+0.50	-0.25
Mean Low Water Springs (MLWS)	大潮平均低潮位	+0.31	-0.44
Lowest Astronomical Tide (LAT)	天文最低低潮位	+0.09	-0.66

※：測量基準 MSL は測量時の基準高であり、CD+0.75m。観測値による MSL は CD+0.793m であり、0.043m の違いが生じている。

観測値 1993/2～2016/5

観測最高潮位	CD+1.737 (測量基準 MSL+0.987)
平均最高潮位	CD+1.468 (測量基準 MSL+0.718)
平均潮位	CD+0.793 (測量基準 MSL+0.043)
平均最低潮位	CD+0.157 (測量基準 MSL-0.593)
観測最低潮位	CD-0.381 (測量基準 MSL-1.131)

(5) 風向・風速

Apia 観測所における過去 10 年間の風向および平均風速を整理した。風向は年間をとおして東と南南東からが卓越している。一方風速は北からの方が大きな値を示している。東からの風は頻度も多く、風速も大きいと言える。

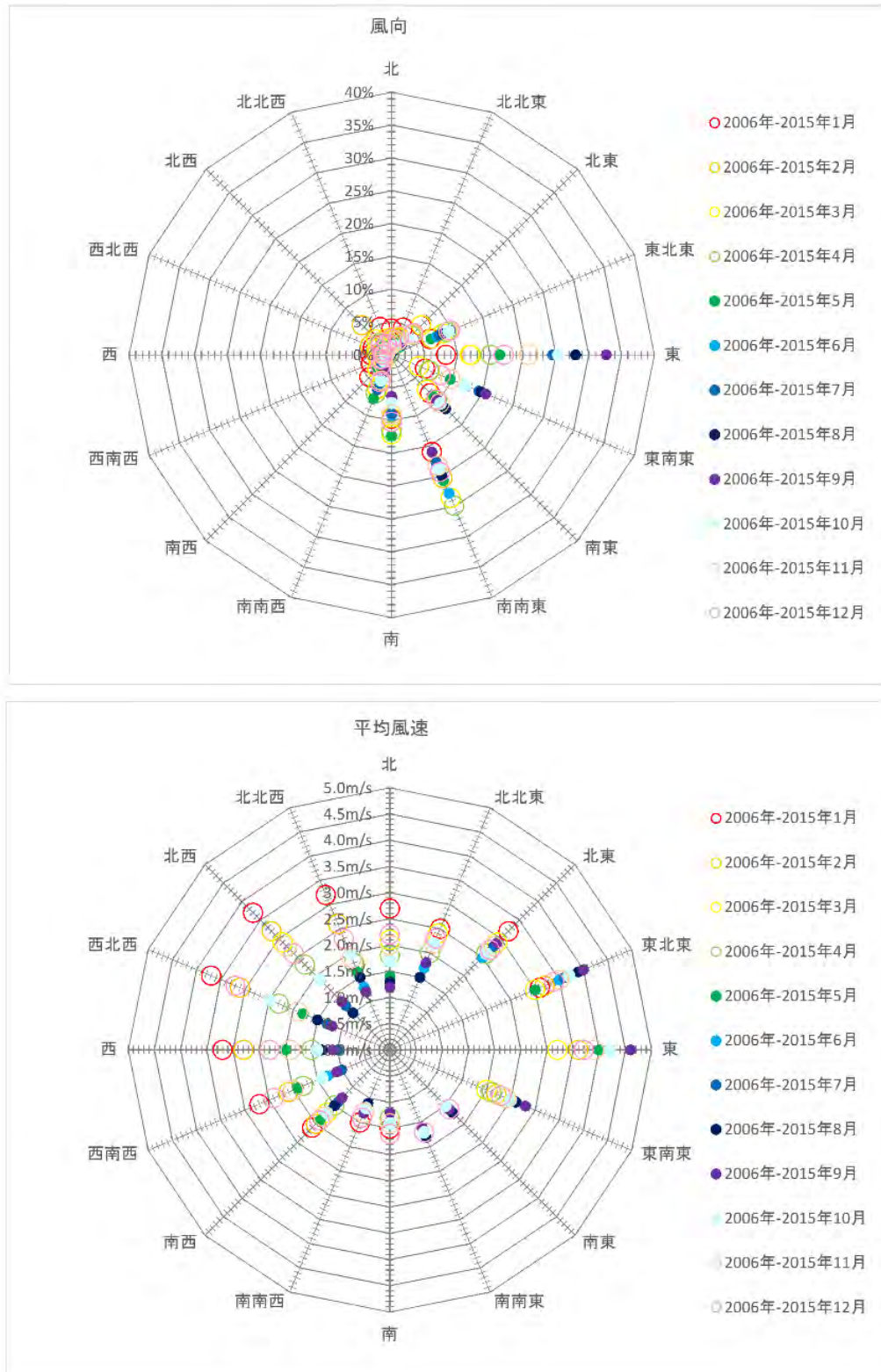


図 2-2-13 月別過去 10 年間風向および平均風速

2-2-2-2 水文調査

(1) 河道計画諸元

ヴァイシガノ川の河道計画は European Union , GEF-UNDP(LDCE EWACC Project)の資金提供を受けてオーストラリアのコンサルタント(WATER TECHNOLOGY)により 2014年から2015年にかけて実施されており、以下の計画諸元が決定されている。

- ・ 流域面積：約 34.3km²
- ・ 河道延長：約 12.5km
- ・ 計画規模：1/20 年確率
- ・ 降雨強度：47～50mm/h(3 時間降雨強度)
- ・ 計画流量：381m³/s(上流域での氾濫後約 270m³/s)
- ・ 河口潮位：MSL+1.74m
- ・ 架橋地点計画高水位：MSL+2.2m
- ・ 架橋地点計画堤防高：MSL+2.7m (余裕高 0.5m)

出典：

- ・ EU EDF 8 – SOPAC Project Report 69c
- ・ Vaisigano_Update_Flood_Study - Volume 1 Report
- ・ Vaisigano_Update_Flood_Study - Volume 2 Report
- ・ Vaisigano_Update_Flood_Study - Volume 3 Report
- ・ Vaisigano river - Stage 1 Preliminary Revetment Investigation
- ・ Vaisigano river - Stage 2 Preliminary Revetment Investigation
- ・ Vaisigano river - Stage 3 Preliminary Revetment Investigation

以下にそれぞれの諸元の抜粋を示す。なお、前述したように橋梁の諸元を決定するための計画規模は 1/100 年確率であり、計画流量は 1,010m³/s(上流域での貯留および氾濫後約 680m³/s)、架橋地点の計画高水位は MSL+2.7m である。

1) 流域面積および河道延長

流域図を以下に示す。

流域面積は約 34.3km²、河道延長は約 12.5km である。

流域は上流域において東側、中央、西側の 3 つに分かれている。

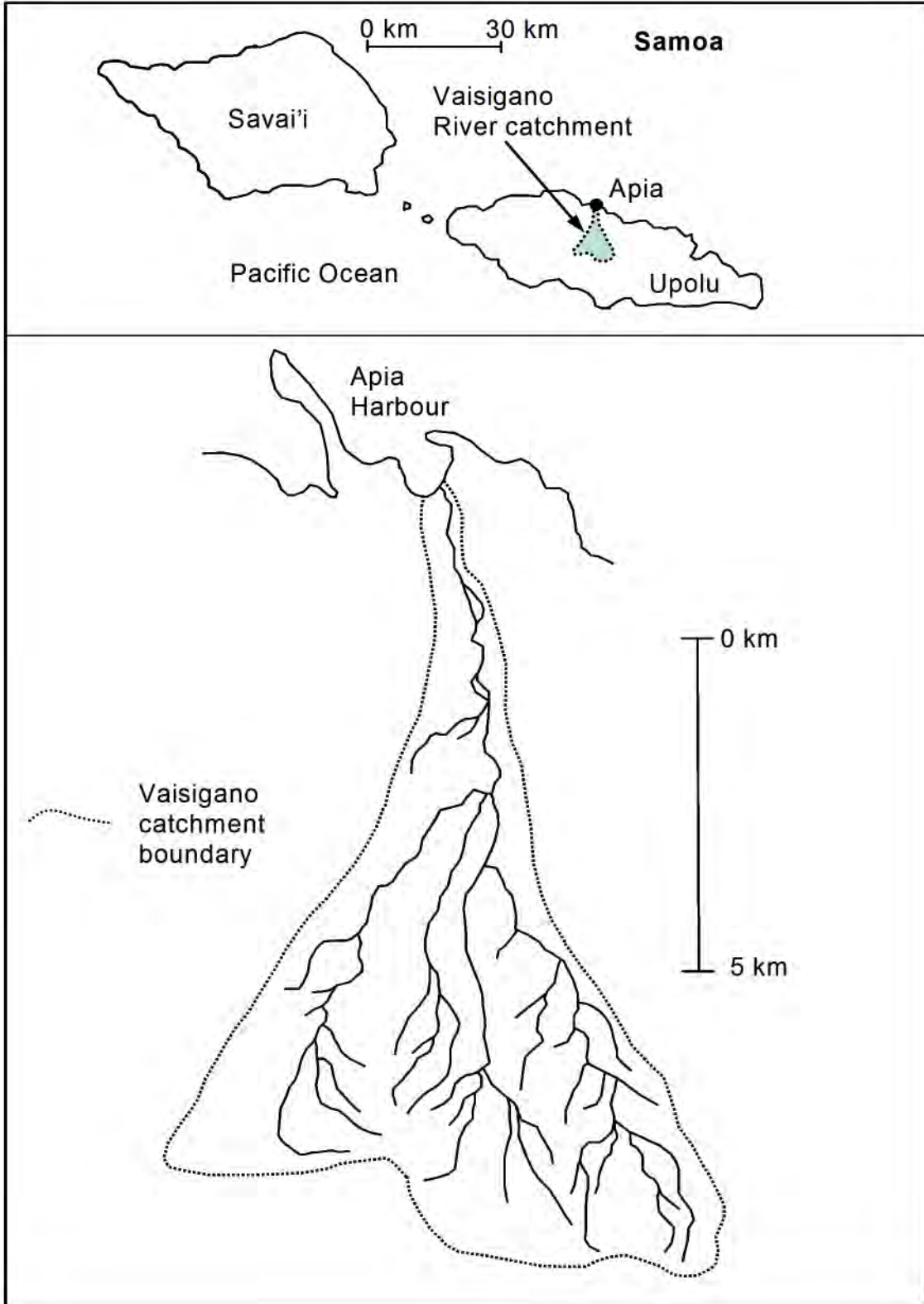


図 2-2-14 流域図および河道延長

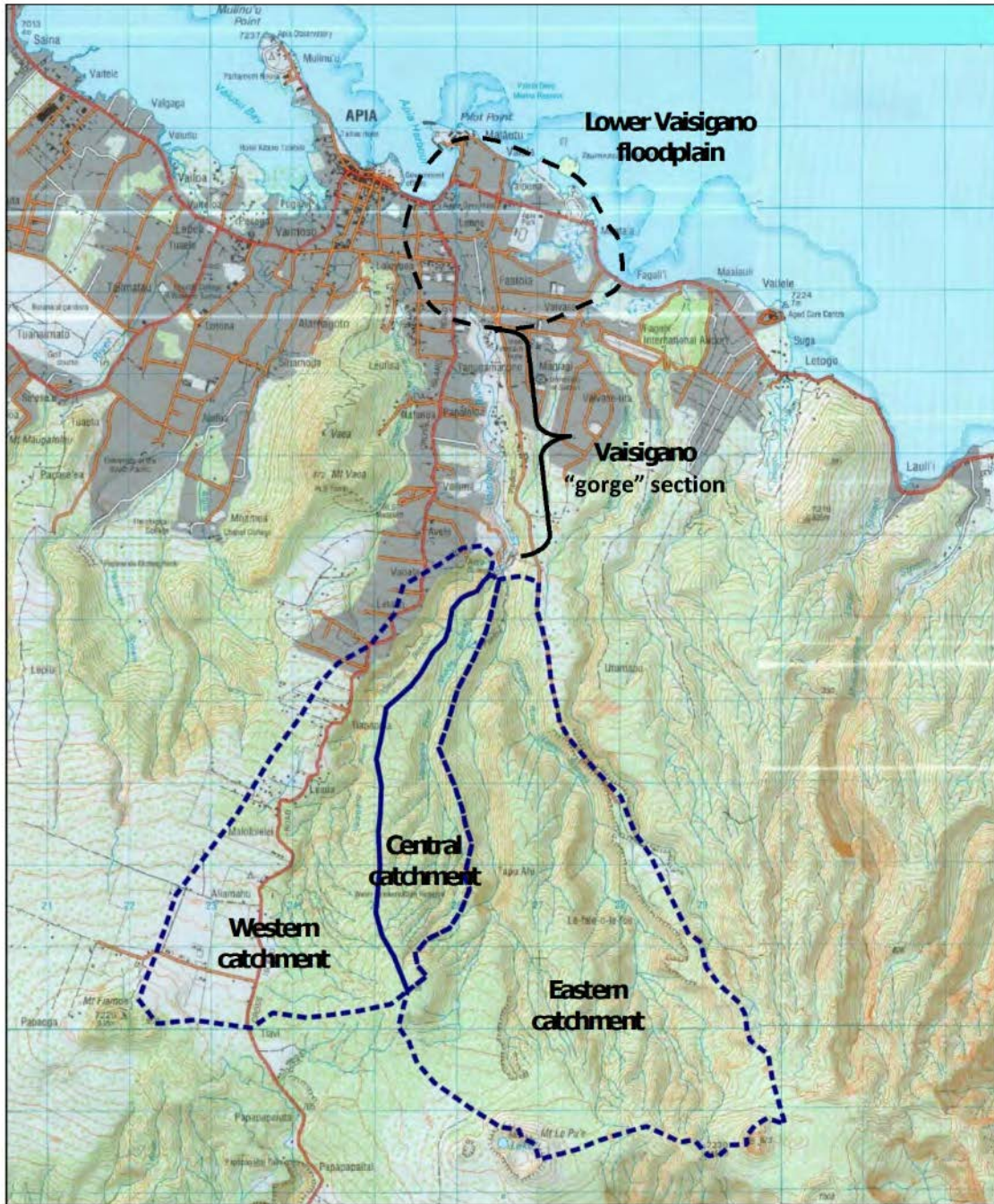


図 2-2-15 上流側流域分割図

2) 計画規模

川としての計画規模は定められていないが、以下の理由により 1/20 年確率とすることが妥当であると判断する。

- MNRE へのヒアリングの結果、工事が開始される堤防の計画規模は用地取得、景観性、経済性の観点から 1/20 年確率としている。
- MNRE が今回の工事で進めることができるのはヴァイシガノ橋からレオネ橋まで（約 800m）であり、将来的にレオネ橋からレラタ橋まで（約 1300m）も工事しなければ、1/20 年確率対応の堤防は完成しない。
- これらを考慮すると、橋の寿命の間に堤防が 1/20 年確率を超える確率規模で整備される可能性はほとんどない。
- ハザードマップの作成、洪水予想、警報などのソフト対策も進められており、1/20 年確率を超える洪水についてはこちらで対応することも可能である。

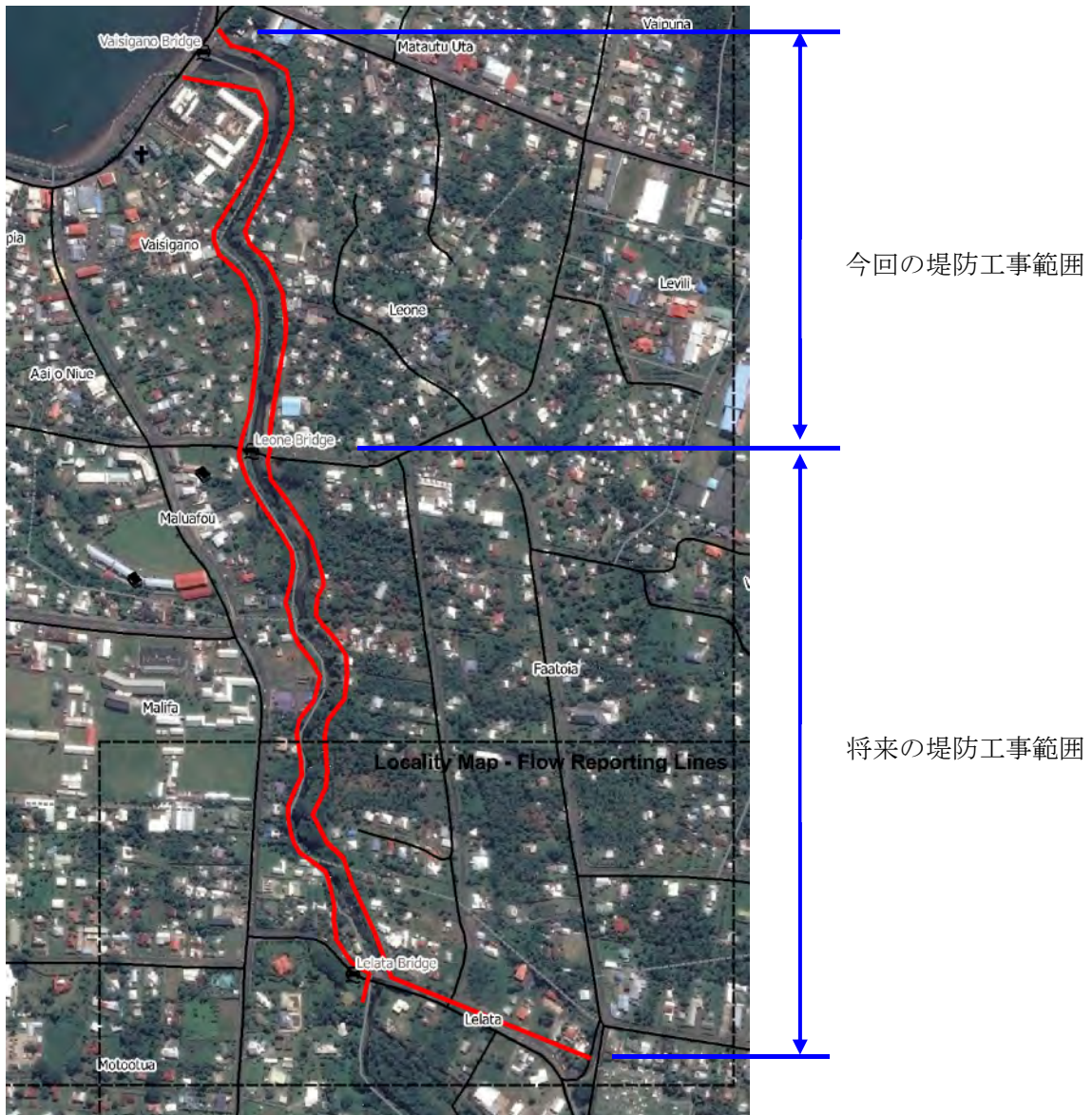


図 2-2-16 堤防の工事範囲

3) 降雨強度

確率年および降雨継続時間ごとの平均降雨強度を下表に示す。

ヴァイシガノ川の流量が最も多くなる降雨継続時間は3時間であり、1/20年確率の3時間降雨強度は47~50mm/hrである。

同表より橋梁計画時の計画規模(1/100年確率)における3時間降雨強度は62mm/hrであることがわかる。ただし同表は2008年に作成されたものであり、2012年12月のサイクロンEVANは考慮されていない。

表 2-2-6 降雨継続時間および確率年別平均降雨強度

Duration (mm/hour)	Rainfall Intensity (mm/hour)				
	1 in 5 year	1 in 10 year	1 in 25 year	1 in 50 year	1 in 100 year
1 hour	90	105	119	129	142
2 hours	57	66	72	80	87
3 hours	40	47	50	57	62

(source Punivalu 1983)

4) 計画流量

計画流量は降雨強度からではなく38年分(1976年~2013年)の水位観測所の水位から算出している。水位観測所は東側の流域に設置されており、算出した流量には中央、西側の流量が考慮されていないことから、面積比で割り増すものとして1.7倍されている。さらに2100年における降雨量の増加を考慮し、1.1倍した以下の値を採用している。

よって、1/20年確率の計画流量は $204\text{m}^3/\text{s} \times 1.7 \times 1.1 = 381\text{m}^3/\text{s}$ となる。

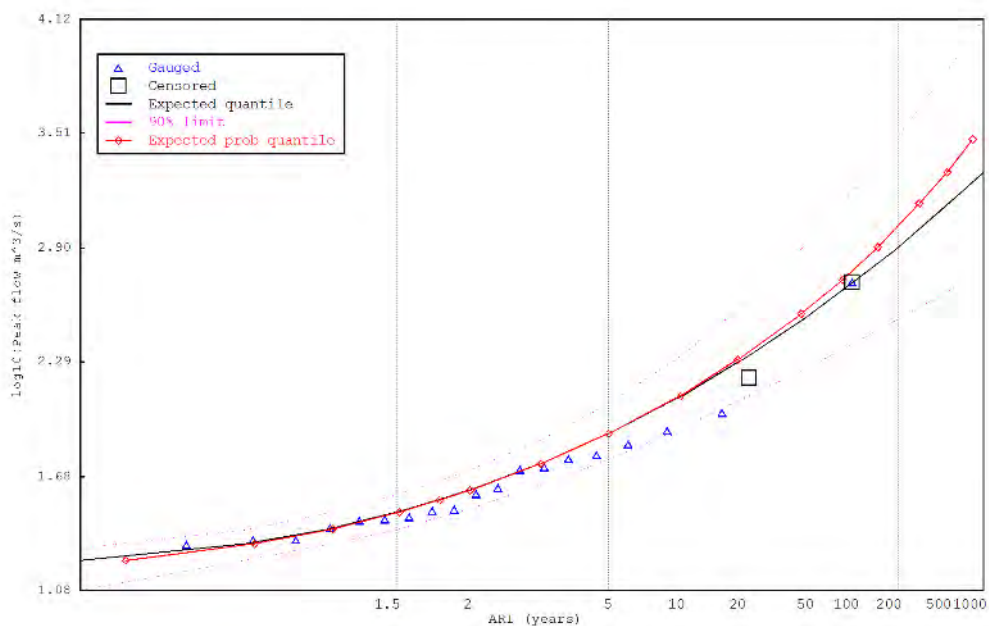


図 2-2-17 観測所水位から算出した確率年別計画流量

(面積比による割増(1.7倍)および2100年における降雨量増加(1.1倍)考慮前)

表 2-2-7 観測所水位から算出した確率年別計画流量
(2100年における降雨量増加(1.1倍)考慮前)

Return Period (years)	Design event conditions at the Alaoa East Gauge (Vaisigano eastern catchment only)		Design Flows at EPC Weir (including eastern, central and western catchments) (m ³ /s)
	Flow (m ³ /s)	Level (m gauge datum based on extended rating curve)	
1	17	1.7	29
2	41	2.6	69
5	82	3.2	139
10	131	3.6	222
20	204	4.0	346
50	358	4.8	608
100	542	5.4	921
200	814	6.4	1,384
500	1,382	7.8	2,350
1,000	2,052	9.3	3,489

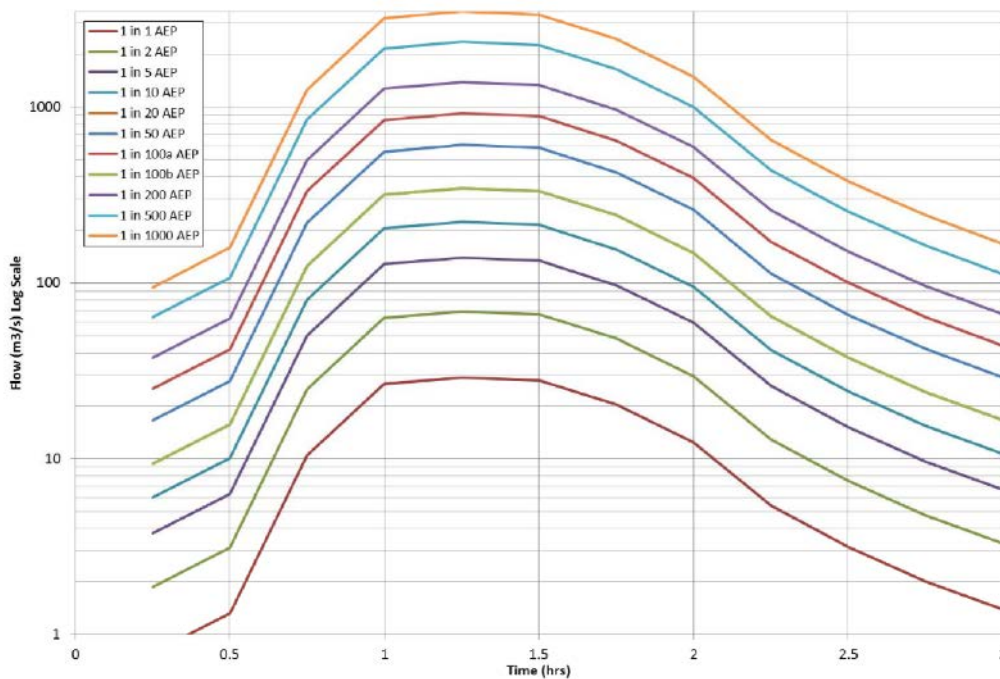


図 2-2-18 観測所水位から算出した確率年別計画流量ハイドログラフ
(2100年における降雨量増加(1.1倍)考慮前)

5) 河口潮位

高潮位 MSL+1.00m (サイクロン EVAN 発生時の実績潮位) に 2100 年における気候変動による海面上昇量 0.74m を加えた MSL+1.74m が設定されており、波によるセットアップは考慮されていない。

6) 計画高水位および計画堤防高

計画高水位は TUFLOW を用いた平面二次元不定流モデルにより氾濫解析とともに算出されており、下図に示すようにヴァイシガノ橋地点において MSL+2.2m である。

また、計画堤防高は 0.5m の余裕高を考慮し MSL+2.7m に設定されている。

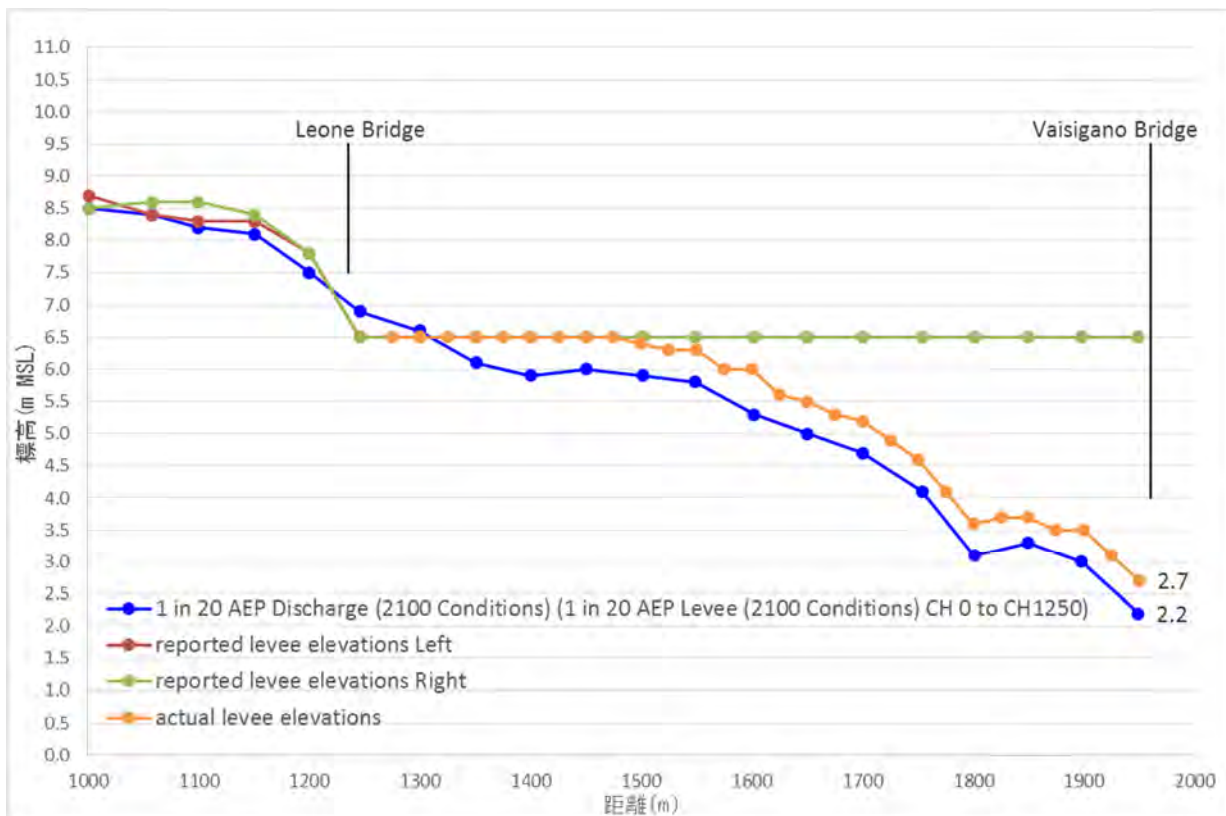


図 2-2-19 1/20 確率水位および堤防縦断面図

(2) 堤防整備計画諸元

堤防整備計画諸元は「3-2-2-5-5(1)ヴァイシガノ川護岸整備計画」を参照。

(3) 河川状況

前述したように流域は上流域において東側、中央、西側の3つに分かれており、河口から5km付近の浄水場(Alaoa Water Treatment Plant)で3川が合流する。合流後の河道の流下能力は低く、1/5年確率以上の洪水はレラタ橋(河口から1.5km付近)上流側でヴァイシガノ川から他の流域に流下し、アピア市内の浸水範囲を拡大している状況である。

このため、レラタ橋から河口までの区間に堤防整備が計画されている。

河床の縦断勾配は区間ごとに大きく異なり概ね以下の値である。

区間	河床勾配	備考
河口(ヴァイシガノ橋)~0.5km	1/530	本業務測量結果より
0.5km~0.75km(レオネ橋)	1/170	本業務測量結果より
0.75km(レオネ橋)~1.02km	1/210	2006年測量結果より
1.02km~1.65km(レラタ橋)	1/50	2006年測量結果より

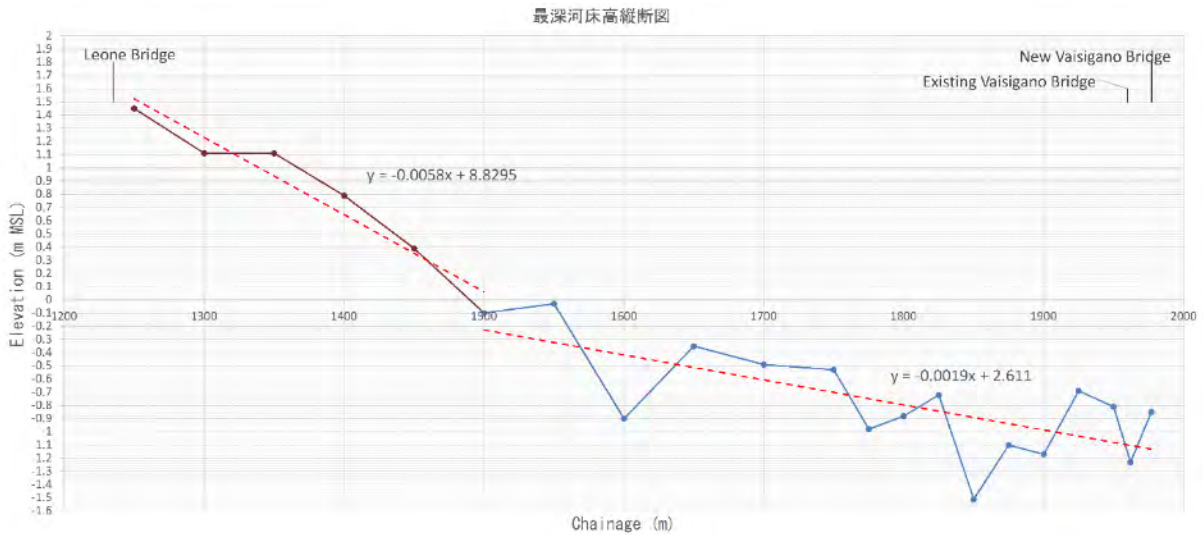


図 2-2-20 本業務縦断測量結果

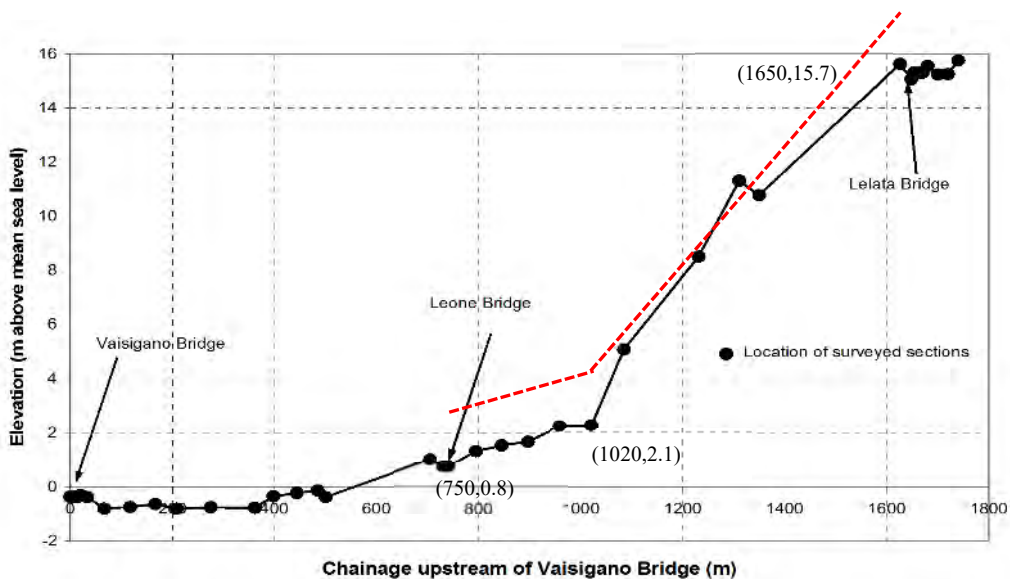


図 2-2-21 2006年縦断測量結果

1) 上流域

自然河川であり、岩盤・転石によりステップ&プール型の瀬・淵が形成されている。両側の山の斜面勾配が急でありサイクロン EVAN 時に大量の流木が発生したことからも分かるように、流木が発生しやすい環境である。



浄水場から約250m上流の固定堰から下流方向 浄水場から約250m上流の固定堰から上流方向

写真 2-2-13 上流域状況写真

2) 下流域（レオネ橋より下流）

河岸は捨石護岸であり、レオネ橋付近の河床材料は粗礫であるが河口付近では縦断勾配が緩やかになり細砂に変わる。直線区間に砂州は形成されていないが、湾曲部では内湾に砂州が形成されている。ヴァイシガノ橋の下は両岸に砂州が形成されており、海岸沿いの砂浜と連続している。

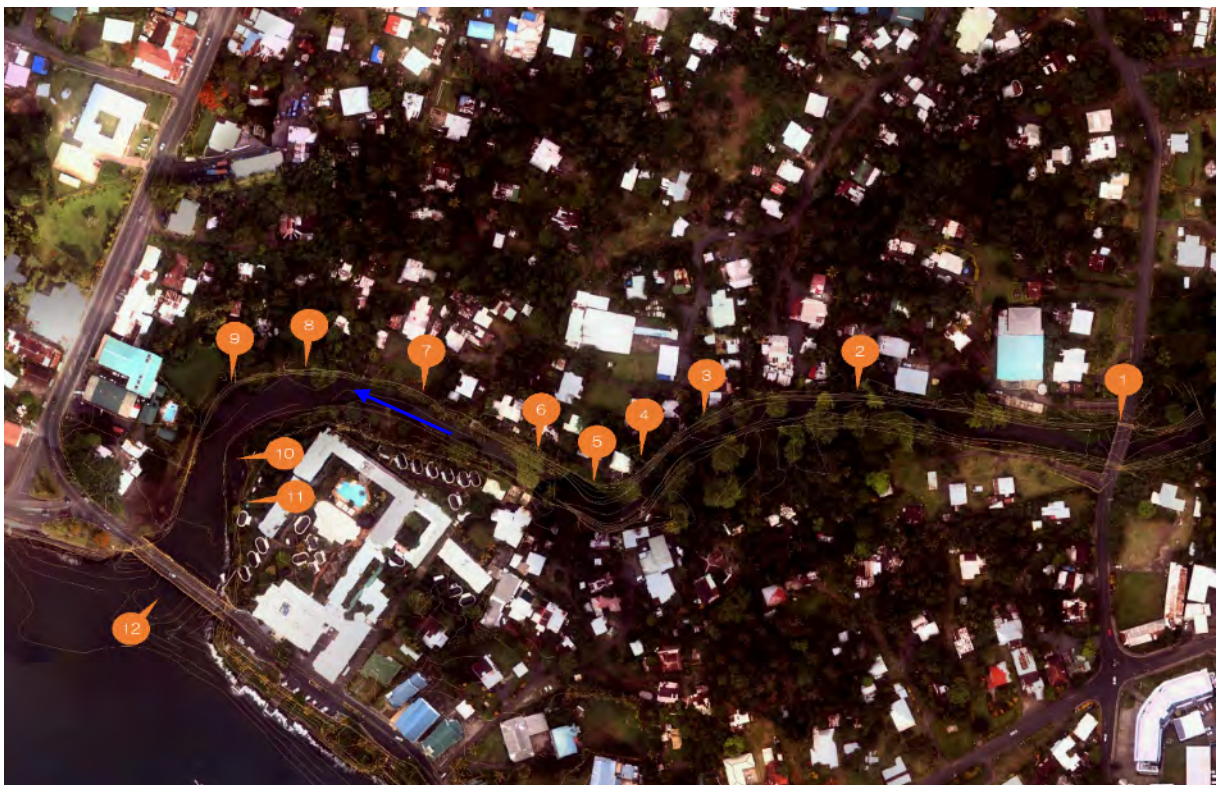


図 2-2-22 下流域写真位置図









No.	1	下流→上流	No.	1	上流→下流
					
レオネ橋 アバット間28m 3径間					
No.	1		No.	2	上流→下流
					
レオネ橋付近河床材料					
No.	3	上流→下流	No.	3	下流→上流
					
No.	4	上流→下流	No.	4	下流→上流
					

写真 2-2-14 下流域状況写真(1/3)

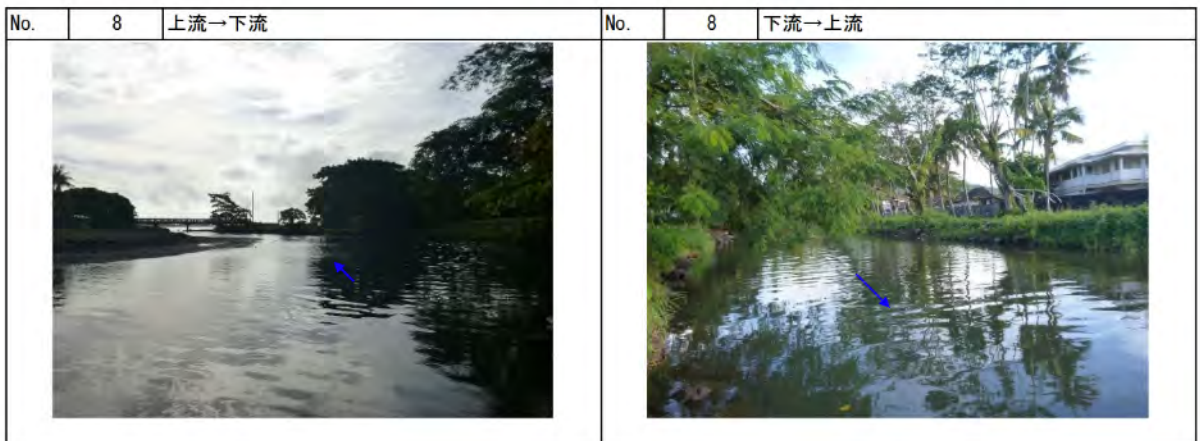
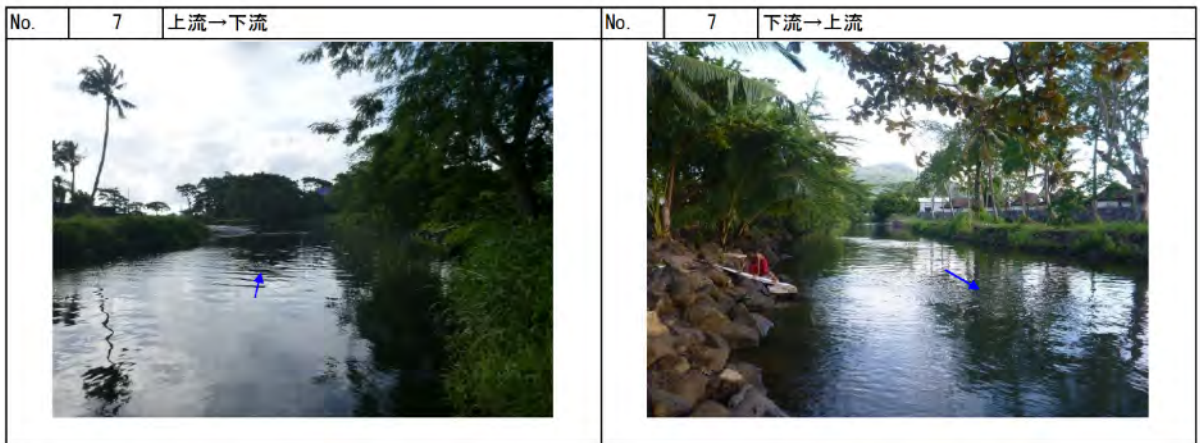
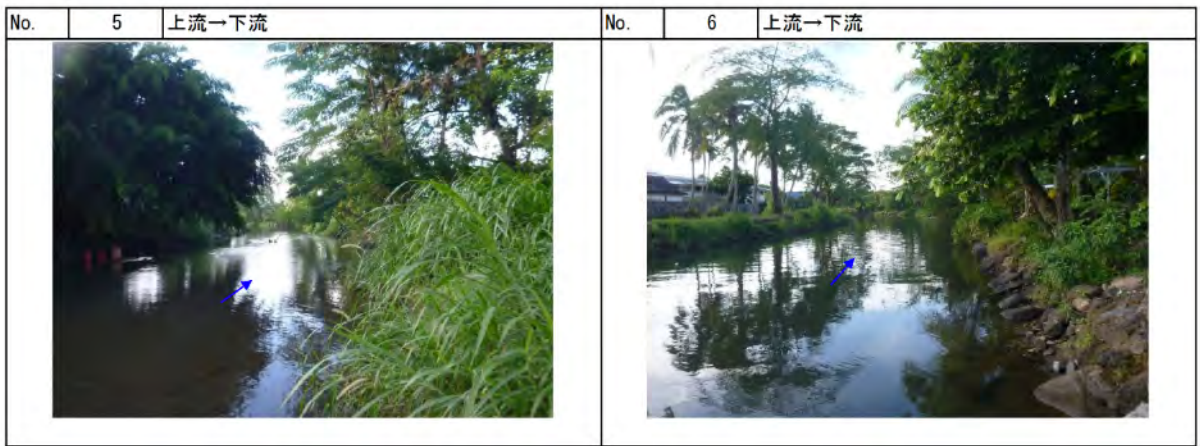
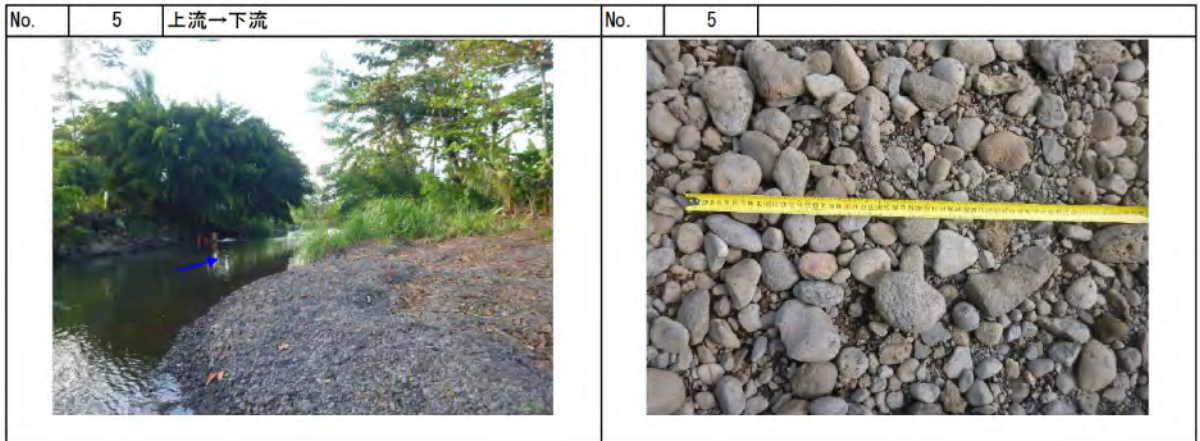


写真 2-2-15 下流域状況写真(2/3)









No.	9	上流→下流	No.	9	下流→上流
					
No.	10	上流→下流	No.	11	左岸側
			 <p>シェラトンホテルのフラップゲート付き吐け口</p>		
No.	12	下流→上流	No.	12	下流→上流
 <p>ヴァイシガノ橋 橋長75m 7径間</p>			 <p>ヴァイシガノ橋 橋長75m 7径間</p>		
No.	12	下流→上流	No.	12	
 <p>ヴァイシガノ橋 橋長75m 7径間</p>			 <p>河口の河床材料</p>		

写真 2-2-16 下流域状況写真 (3/3)

3) 流木の状況

流木となりうる倒木が上下流を通して河道内に存在している。

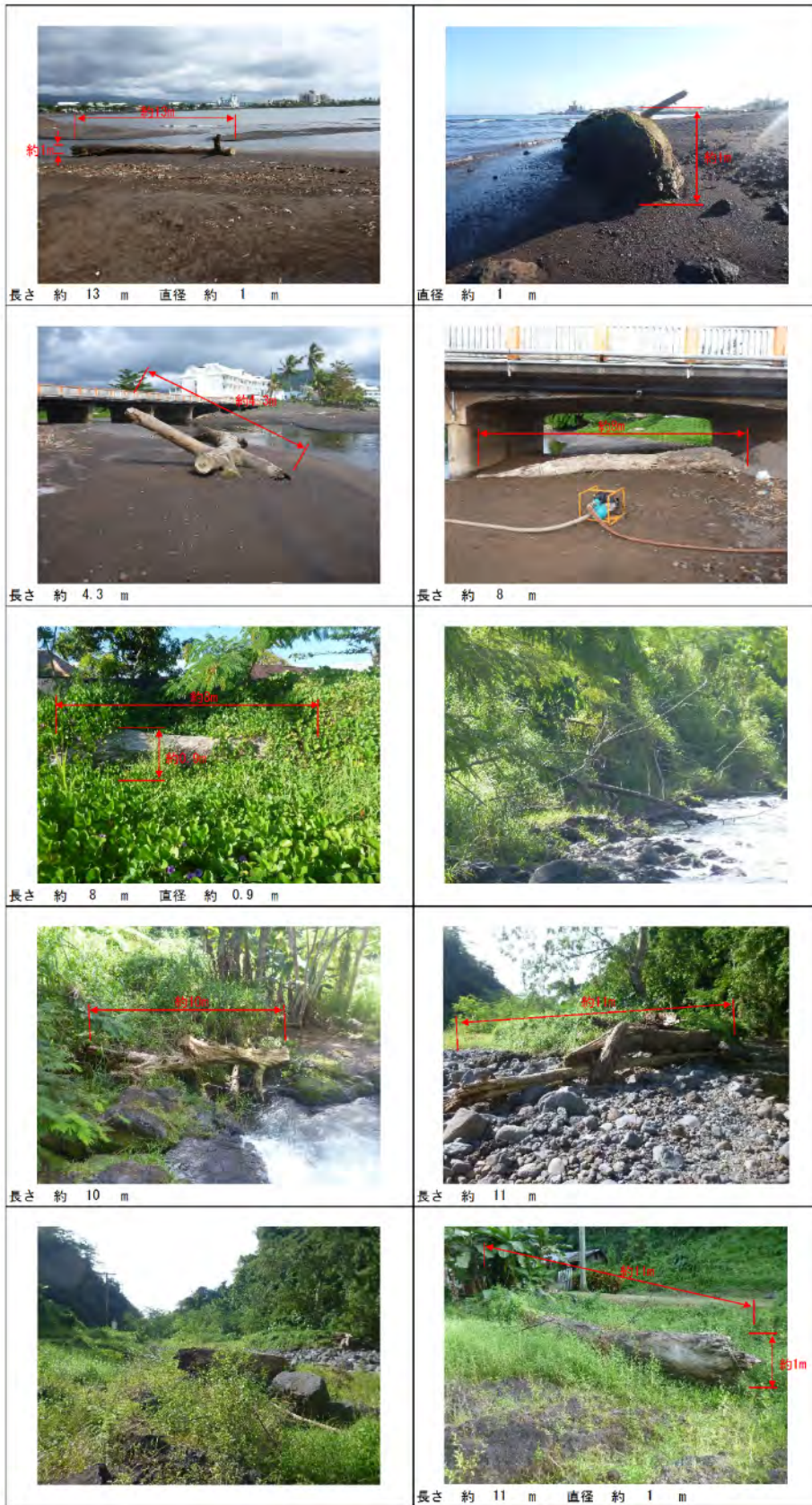


写真 2-2-17 河道内流木状況

(4) 洪水状況

TUFLOW を用いた平面二次元不定流モデルにより 2012 年 12 月のサイクロン EVAN による氾濫状況が再現されており、また浸水深、降雨量および被害状況が報告書にまとめられている。水位観測所の水位から換算した観測所地点流量は 530m³/s であり、サイクロン EVAN は概ね 1/100 年確率の洪水(観測所地点流量 542m³/s)であったことがわかる。

氾濫状況再現結果および報告書の抜粋を以下に示す。

1) 氾濫状況再現結果

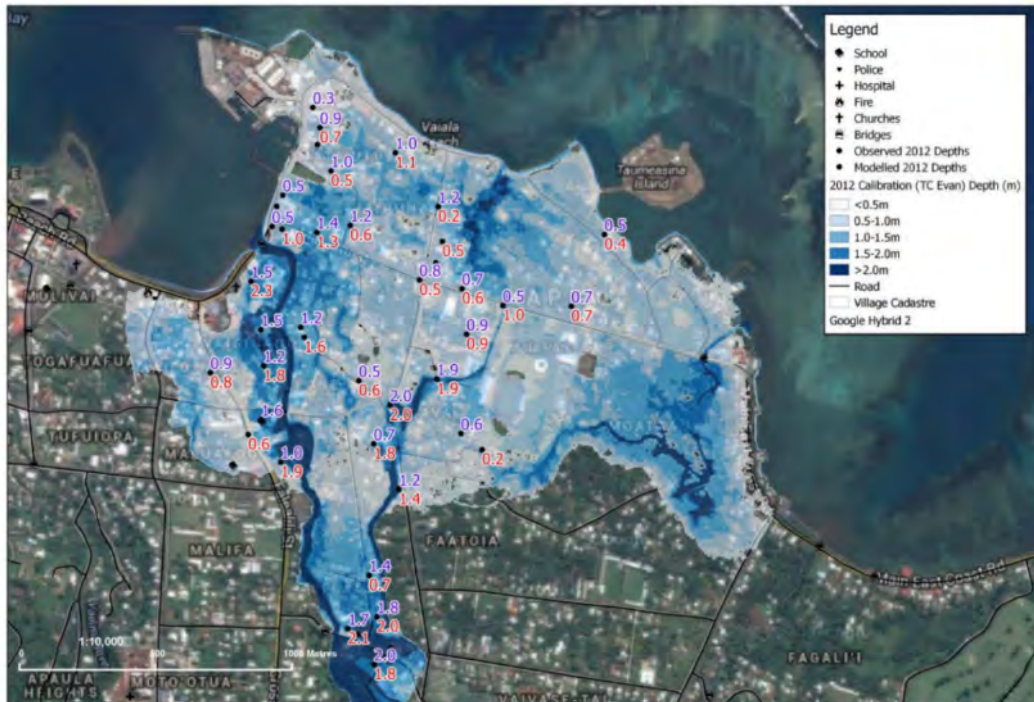


図 2-2-23 サイクロン EVAN 時の浸水範囲再現結果

2) 実績浸水深

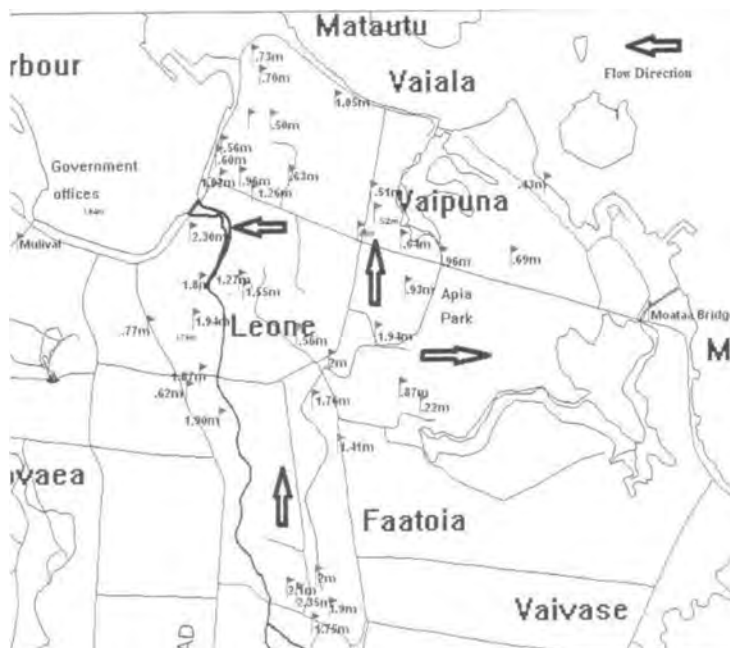


図 2-2-24 実績浸水深

2012年12月のサイクロンEVANおよび2001年洪水において実績浸水深が調査されている地点の地盤高を本業務で測量し、水位を与えた。

結果を下図に示す。



1~40 : Water Level of Flooding 2012 (EVAN)
40~50 : Water Level of Flooding 2001

図 2-2-25 実績浸水位

3) 降雨量

Rainfall Station	1-day Fall (mm)	Hourly Rainfall for Afialumu	(mm)
APIA	144.0	12-1	56
NAFANUA	207.0	1-2	65
AFIAMALU	413.8	2-3	85
ALAOA	467.0	3-4	30
FALEOLO	212.0		
TOGITOIGIGA	205.4		

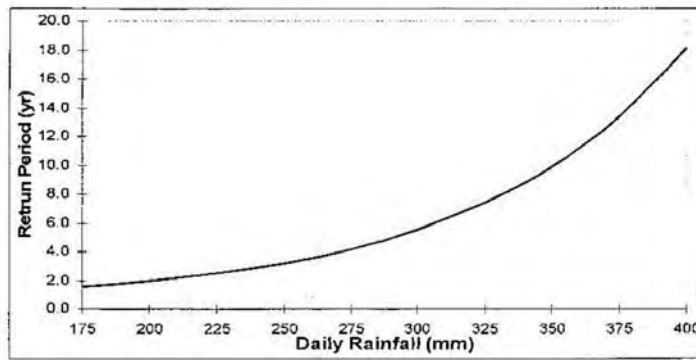


図 2-2-26 サイクロン エヴァン時の降雨量

4) 被害状況



Figure 5 Above SWA water treatment station at Alaoa



Figure 6 Magiagi area



Figure 7 Maagao area

写真 2-2-18 サイクロン エヴァン時の被害状況(1/2)



Figure 8 Damage to Houses and Cars at Lelata



Figure 9 Traditional Houses at Maagao



Figure 10 Damaged Bridge on Faatoia Road



Figure 12 Landslides in upper catchments



Figure 13 Logs and Debris accumulated at the SWA site

(5) 橋梁計画用計画高水位の検討

ヴァイシガノ橋の桁下高を決定するため、ヴァイシガノ川の計画高水位を決定する。

1) 検討条件

a) 水位計算方法

HEC-RAS による一次元不等流計算

b) 計画規模

計画規模は河川整備時と橋梁設計時で異なり、橋梁設計時の方が大きい。したがって、まず河川整備計画上の規模および必要な対策（築堤、河道拡幅、河床掘削）を決定し、これを考慮した河道断面に橋梁設計時の計画規模の洪水が流下した場合の水位が橋梁設計用の計画高水位となる。本業務では以下の理由により、河川整備時の計画規模を 1/20 年確率とした。

- MNRE の堤防整備の計画規模は実現性、経済性、環境性、土地問題等を考慮した上で 1/20 年確率に決定されている。
- 堤防整備はレラタ橋上流側まで計画されており、レラタ橋の改修も必要とされているが、今回の工事範囲はレオネ橋までである。
- これらの状況を考慮すると、橋の寿命の間に 1/20 年確率を超える確率での整備がされる可能性は極めて低い。

また、橋梁設計時の計画規模は以下に示すニュージーランドの橋梁マニュアルを参考に橋梁の分類、重要度等から 1/100 年確率とした。

表 2-2-8 橋梁設計時の計画規模 (NZ Bridge Manual より)

Bridge categorisation	Importance level (as per AS/NZS 1170.0 ⁽²⁾)	Bridge permanence*	Annual probability of exceedance for the ultimate limit state		Annual probability of exceedance for the serviceability limit state	
			ULS for wind, snow and floodwater actions	ULS for earthquake actions	SLS 1 for wind, snow and floodwater actions	SLS 2 for floodwater actions
Bridges of high importance to post-disaster recovery (eg bridges in major urban areas providing direct access to hospitals and emergency services or to a port or airport from within a 10km radius).	4	Permanent	1/5000	1/2500	1/25	1/100
Bridges with a construction cost exceeding \$15 million (as at December 2012) ⁽¹⁾ .		Temporary	1/1000	1/1000	1/25	1/100
Bridges on the primary lifeline routes (or similar new alignments) identified in figures 2.1(a), 2.1(b) and 2.1(c), categorised for the purposes of this manual on the basis of: • volume of traffic carried • route strategic importance (eg interconnection of centres of population) • redundancy of the regional road network.	3	Permanent	1/2500	1/2500	1/25	1/100
		Temporary	1/500	1/500	1/25	-
Normal bridges, not falling into other levels. Footbridges.	2	Permanent	1/1000	1/1000	1/25	1/50
		Temporary	1/250	1/250	1/25	-
Bridges on no-exit or loop rural roads, not serving a through road function, and serving populations <50.	1	Permanent	1/500	1/500	1/25	1/25
		Temporary	1/50	1/50	-	-

Notes:
 * Permanent bridge: design working life = 100 years. Temporary bridge: design working life ≤ 5 years.
⁽¹⁾ Values shall be adjusted to current value. For the relevant cost adjustment factor refer to the NZ Transport Agency's (NZTA) Procurement manual, Procurement manual tools, Latest cost index values for Infrastructure, table 1 Cost adjustment factors, part 3 - Bridges⁽²⁾.

ヴァイシガノ橋は Apia 市中心部からアピア港、国内線空港に最短経路でアクセスするために必要であり、上表において重要度 4 に分類される。

c) 河道内流量

1/100年確率時の流出量は堤防整備計画時に検討済みであるためこれを採用するものとする。

氾濫解析によりレラタ橋上流における貯留効果、越流等による河道外流出が発生し、ヴァイシガノ川の河道内流量が全流出量より少なくなることが明らかとなっているが、その値は不明である。したがって、1/50年確率時の水位計算結果(断面積および流速)から全流出量と河道内流量の比を推定した。

結果、下図に示すように全流量の2/3を河道内流量とする。

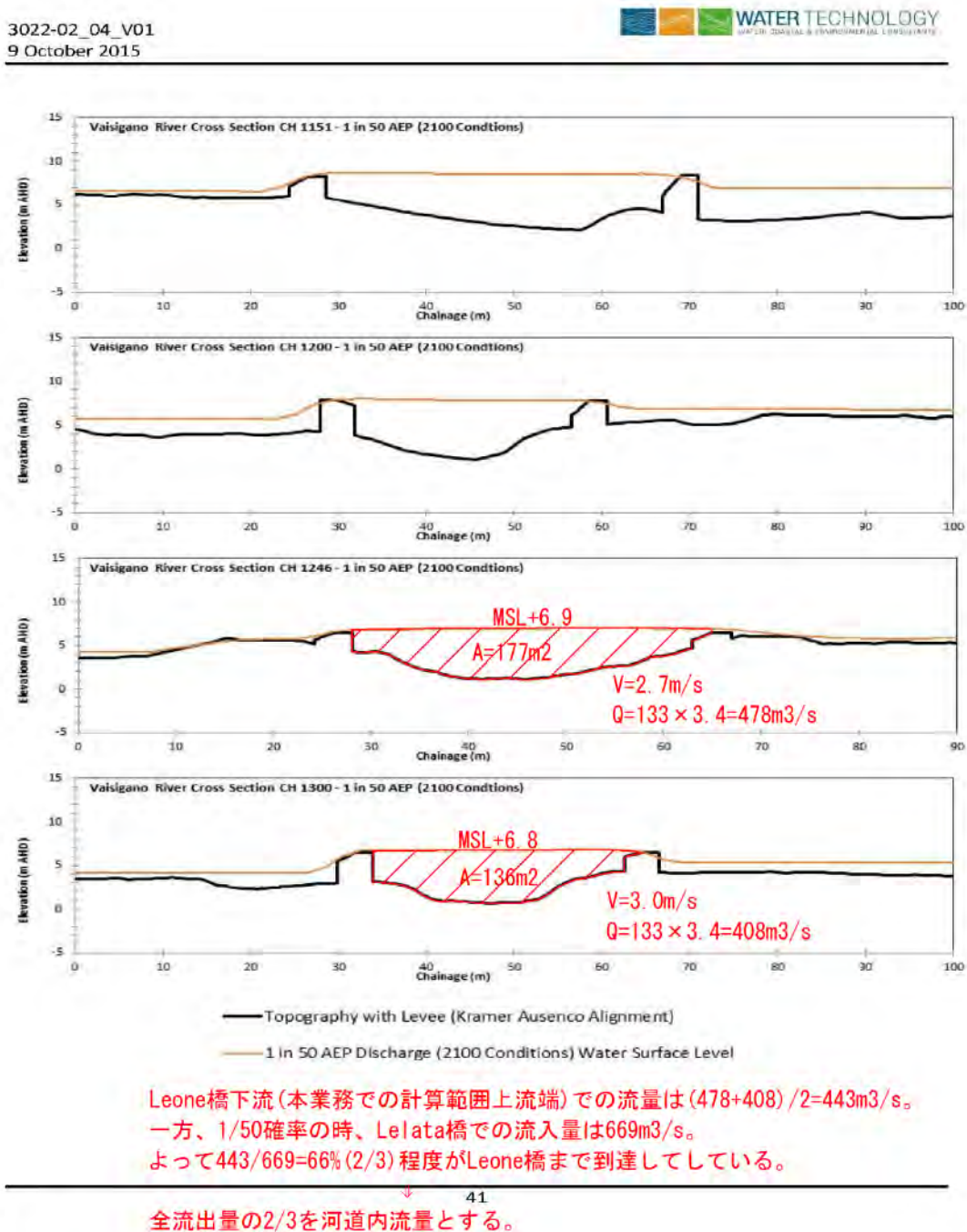


図 2-2-27 全流出量と河道内流量 (Leone 橋下流) の比の算出根拠図

また、堤防整備時は将来的な降雨強度の増加として流出量を 1.1 倍しているため、同様の割り増しを行う。

具体的には以下の流量ハイドログラフのピーク流量 $Q=680\text{m}^3/\text{s}$ を採用する。

表 2-2-9 流量ハイドロ表

時間	全流出量	割増	河道内流入量	全流出量 - 河道内流入量
		× 1.1	× 0.667	× 0.333
0.00	0.0	0.0	0	0
0.25	25.0	27.5	20	10
0.50	45.0	49.5	40	10
0.75	350.0	385.0	260	130
1.00	850.0	935.0	630	310
1.25	921.0	1,013.1	680	340
1.50	900.0	990.0	670	320
1.75	650.0	715.0	480	240
2.00	400.0	440.0	300	140
2.25	200.0	220.0	150	70
2.50	100.0	110.0	80	30
2.75	65.0	71.5	50	30
3.00	45.0	49.5	40	10
3.25	0.0	0.0	0	0

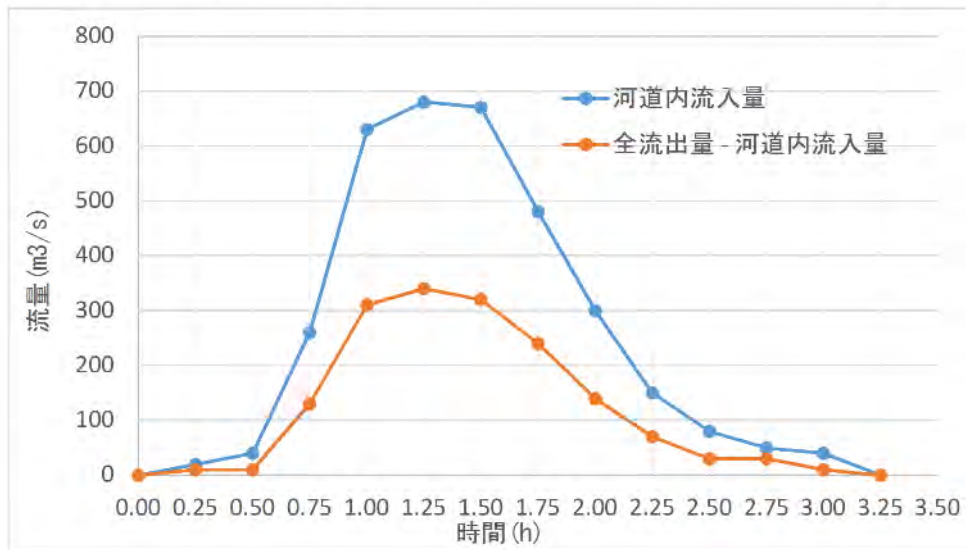


図 2-2-28 流量ハイドログラフ

d) 計算範囲および出発水位

洪水は湾内に流出後も拡幅しながら湾内を流下する。アピア港の形状を踏まえると下図に示すように拡幅幅は最大で 600m 程度であり、この地点を計算開始地点とする。

ヴァイシガノ川からの越流による氾濫域はレオネ橋より下流から大きく広がると考えられるため、レオネ橋までを計算範囲とする。

出発水位は前述したとおり、将来の海面上昇、高潮、高波浪を考慮し MSL+2.2m とする。

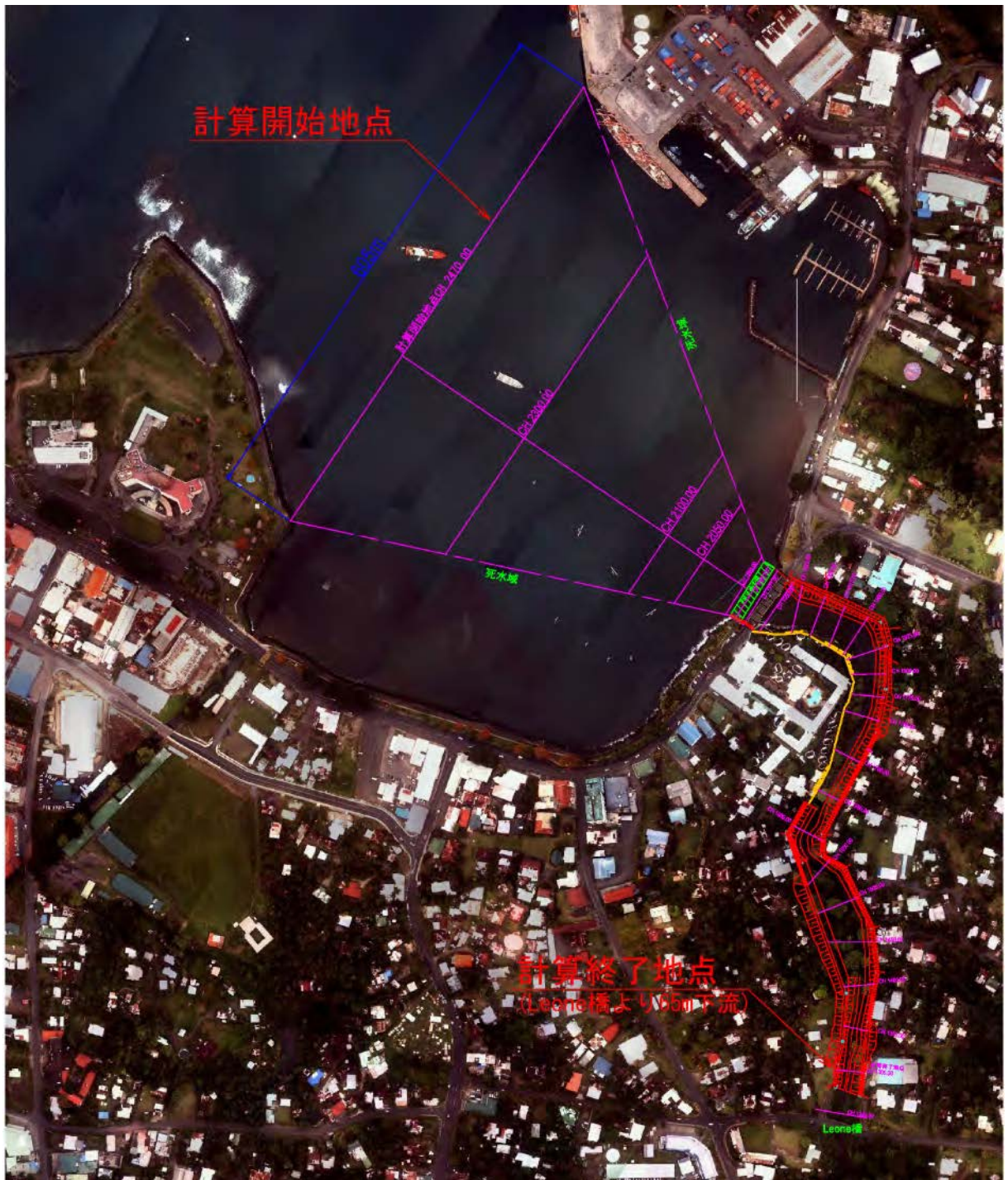


図 2-2-29 水位計算範囲

e) 粗度係数

平常流量が少なく河岸に植生が繁茂していること、経済的に維持管理は困難であると考えられることを踏まえ、堤防整備計画と同値である $n=0.06$ を採用する。

f) 橋脚形状

橋脚数：2 橋脚幅：2.0m 形状：半円形
橋脚による水位上昇量：Yarnell の公式を採用

g) 越流現象の考慮

堤防は 1/20 年確率対応であるため、1/100 年確率の洪水流下時には堤防天端から越流が発生する。この現象を考慮するために、レオネ橋から下流の右岸側堤防で 625m の区間を横越流区間とする。越流公式は Hager の公式を採用する。また、左岸側は堤内側の地形から判断して越流後の洪水が広く拡散しないと考えられるため、越流を考慮しないものとする。

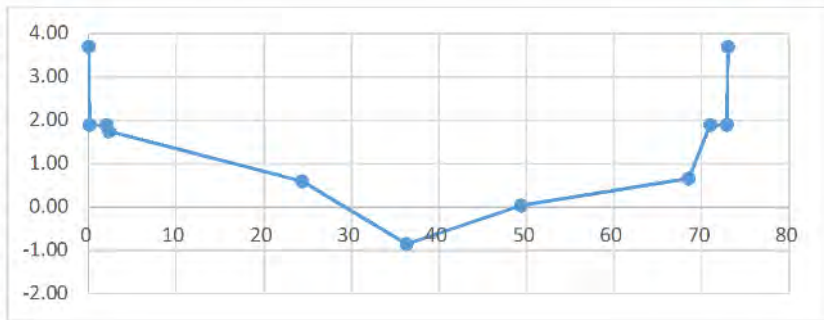
h) 河道断面

堤防整備計画では河道自体の掘削や拡幅は行わず、擁壁により河岸の天端高を高くしているだけである。したがって、計算上の断面は現況横断面の左右に直立の壁を立てただけの形状となる。左岸側のシェラトンホテルの周囲にはシェラトンホテル自らが築造した擁壁があり、この線形及び構造は MNRE の堤防整備計画とは異なる。MNRE にヒアリングした結果、この擁壁は存置することが明らかとなったため、シェラトンホテルの擁壁を河道断面に反映している。この点が堤防整備計画時の河道断面と大きく異なる点である。

代表的に橋梁位置の断面を以下に示す。

橋梁下流側および橋梁位置

CH1995	475	0.00	3.70
CH1983	487	0.10	1.90
		2.00	1.90
		2.30	1.75
		24.37	0.60
		36.30	-0.85
		49.35	0.04
		68.52	0.66
		71.00	1.90
		72.90	1.90
		73.00	3.70



橋梁上流側

CH1971	499	0.00	3.70
		0.10	3.40
		0.45	1.90
		2.45	1.90
		2.98	1.64
		22.87	0.60
		34.80	-0.85
		47.85	0.04
		66.91	0.66
		69.40	1.90
		71.30	1.90
		71.40	3.70

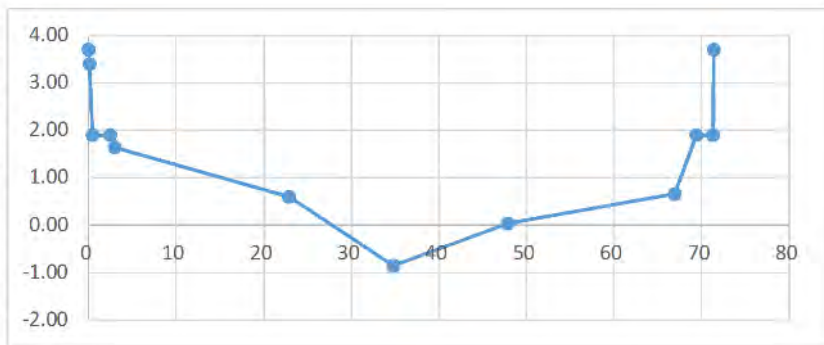


図 2-2-30 橋梁位置河道断面

2) 検討結果

検討結果を以下に示す。

橋梁位置での計画高水位は MSL+2.7m となる。

流量は Q=680m³/s であるため、河川管理施設等構造令より余裕高は 1.0m 必要となり、橋梁の桁下高は MSL+3.7m となる。

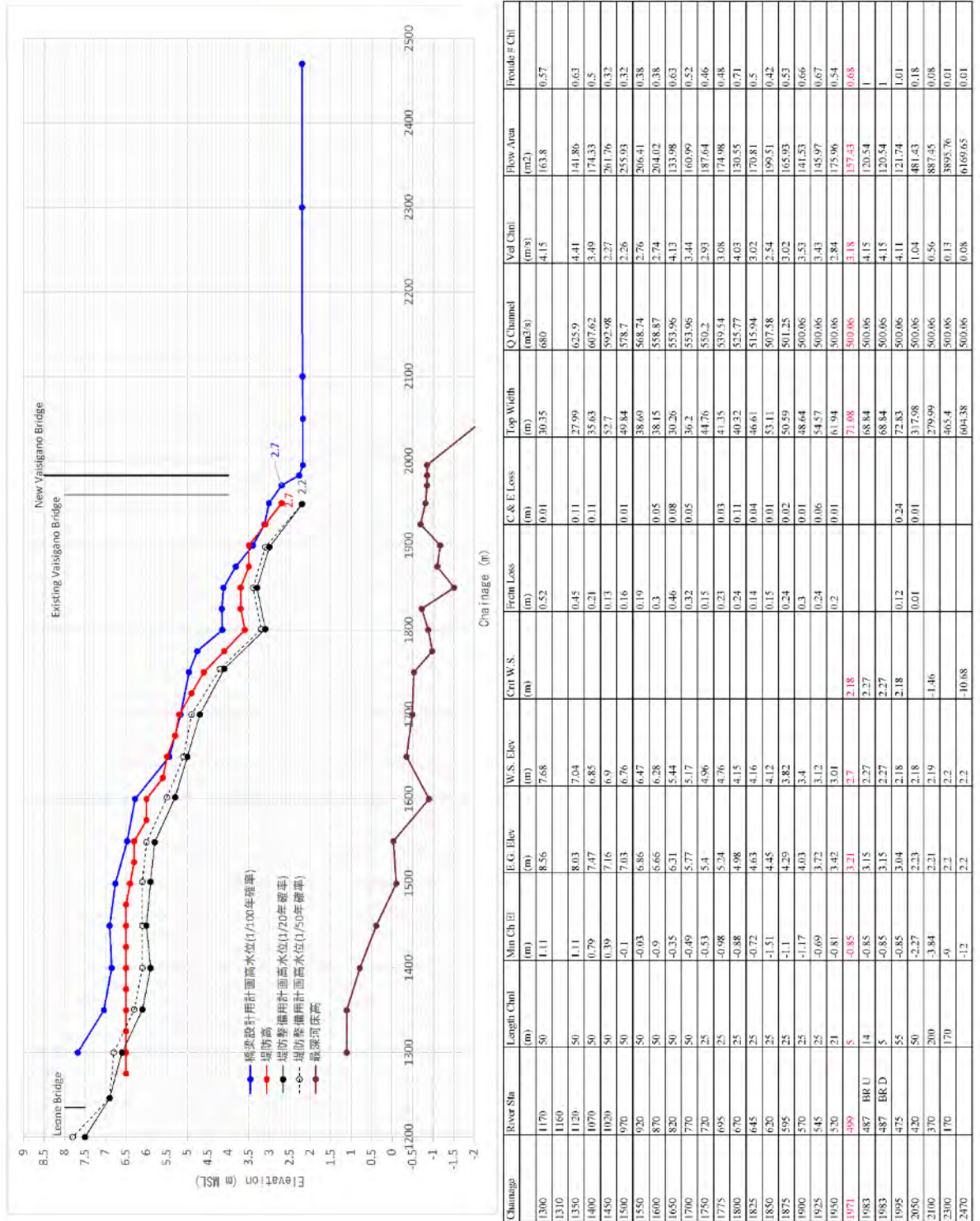


図 2-2-31 水位計算結果

(6) 堆積の検討

ヴァイシガノ川は上流の急勾配と下流の緩勾配の差が大きいため、定性的には上流の山地部で崩壊等により生じた土砂や倒木が下流に搬送され河口付近で堆積することが懸念される。しかしながら、下図に示すように2006年との河床高を比較すると実態として河口付近に土砂堆積は生じていない。また、後述する洗掘の検討において洪水時には低下背水による1m程度の河床洗掘が発生しており、仮に堆積が発生しても洪水時にはフラッシュされる可能性が高い。

したがって、橋梁計画用計画高水位の検討には堆積を考慮しないものとする。

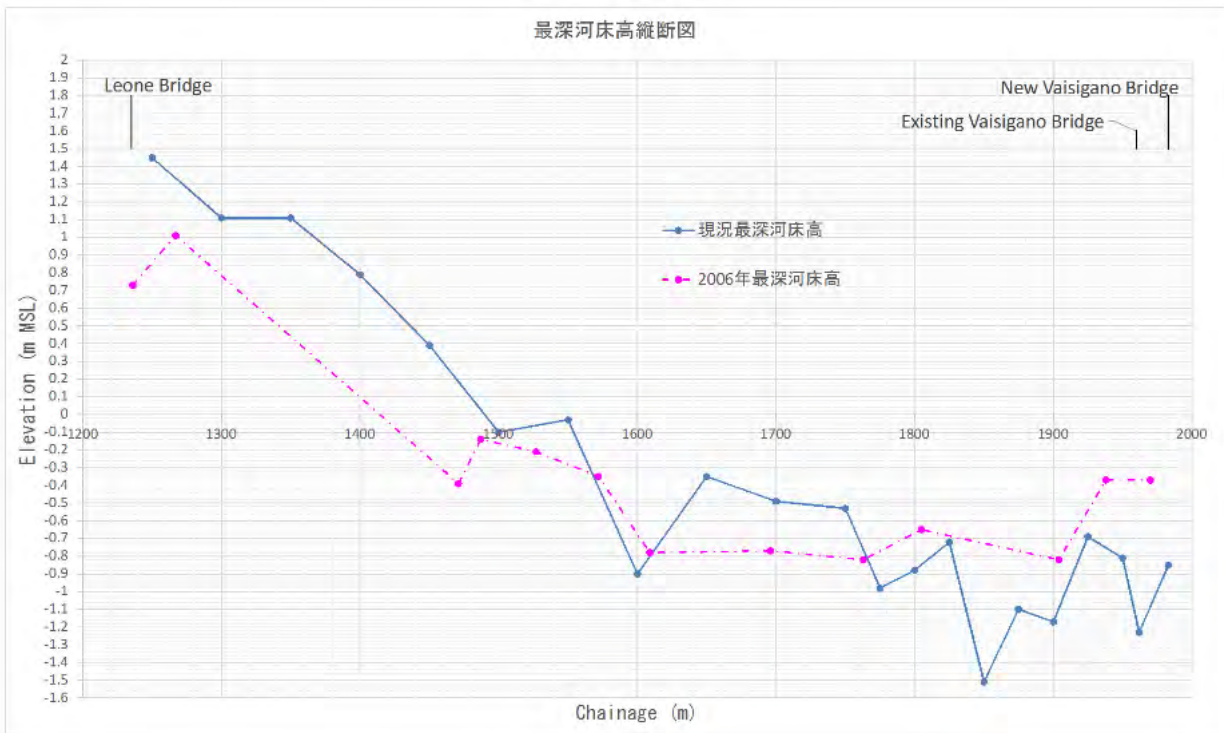


図 2-2-32 最深河床高縦断面図

なお、河口の河床高は波の影響を大きく受けるため、気候変動による海面上昇に伴い河口付近の河床高も上昇することが考えられるが、一方でこの場合は汀線が後退すると考えられるため、橋梁位置の河床高の変化を精度よく予測することは困難である。また、仮に河床高が上昇しても今後100年の間に徐々に発生する現象である。

したがって、現段階で対策は行わずモニタリングを実施し、必要に応じて対策を検討する方針とする。

(7) 洗掘の検討

橋脚の根入れを決定するため、橋梁位置の洗掘量を決定する。

前述の計画高水位の検討の結果、橋梁位置上流の水位は低下背水曲線となっていることが分かる。したがって、洗掘量は低下背水による洗掘量に橋脚による洗掘量を加えたものとする。

以下の条件により検討した結果、橋梁位置の洗掘量は 5.0m であり最深河床高を

現況橋脚位置河床高 $MSL+0.04 - 5.0 \approx MSL-5.00m$

とする。

<低下背水による洗掘量の検討条件>

計算方法：HEC-RAS による疑似一次元不定流河床変動計算

河床材料：橋梁位置の最も表層に近い位置で得られた粒度試験結果

計算時間：3 時間

上流端給砂条件：平衡給砂量

流砂量公式：Laursen(Copeland)

<橋脚による洗掘量の検討条件>

計算方法：HEC-RAS による CSU 公式

(8) 海岸計画諸元

「1-2-3 上位計画の概要 (2)関連プロジェクト」に示すように、ニュージーランドの支援により、アピア・ウォーターフロント開発計画として MULINU'U 地区からアピア港までのビーチフロント一帯の開発計画が策定中である。現在のところ詳細は不明であるが、2016 年末にウォーターフロント計画が作成される予定となっている。

(9) 海岸状況

既設海岸堤防は日本の無償資金協力「港湾・護岸災害復旧整備計画 1992～1993 年度」により築造されている。

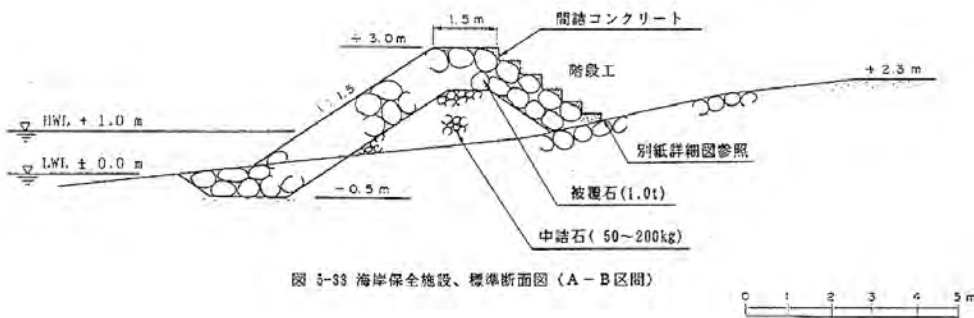


図 5-33 海岸保全施設、標準断面図 (A-B 区間)

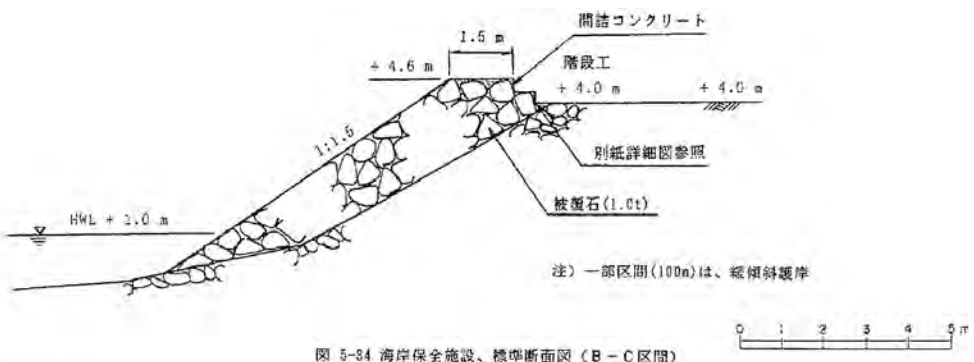


図 5-34 海岸保全施設、標準断面図 (B-C 区間)

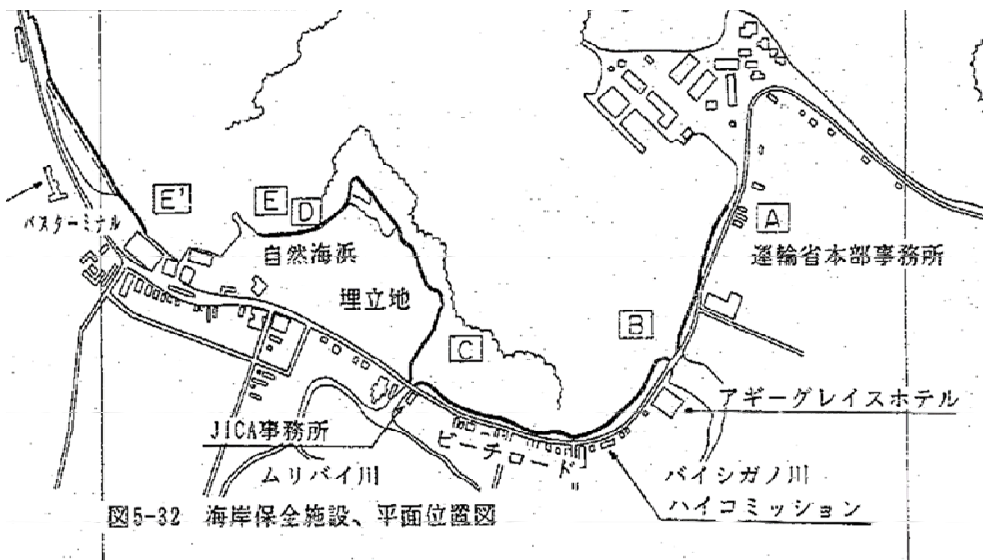


図5-32 海岸保全施設、平面位置図

図 2-2-33 既設海岸堤防構造

測量結果として以下の諸元を示す。

- ・海岸護岸断面形状
- ・海岸護岸の天端高および堤内地盤高
- ・海底縦断形状

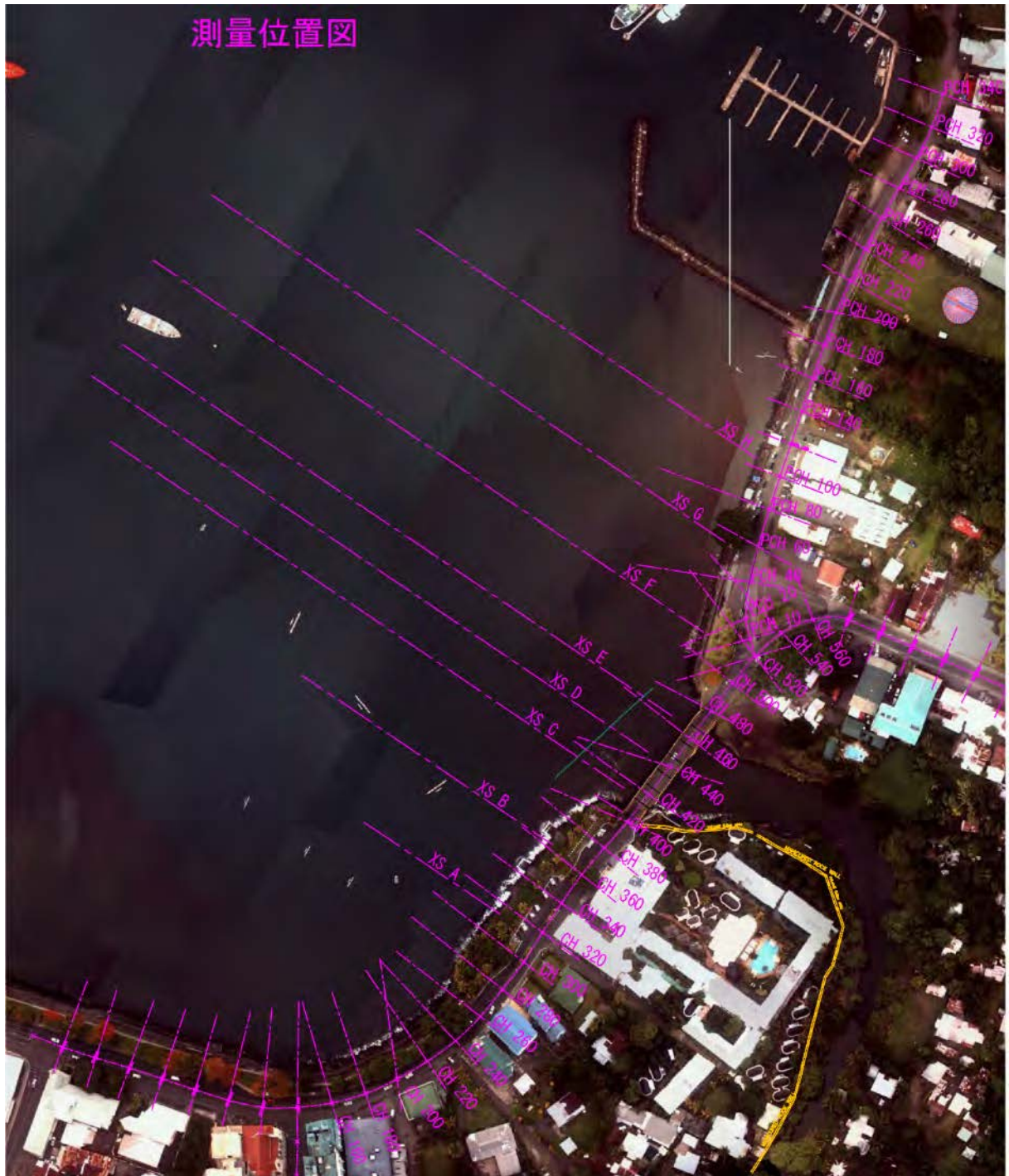
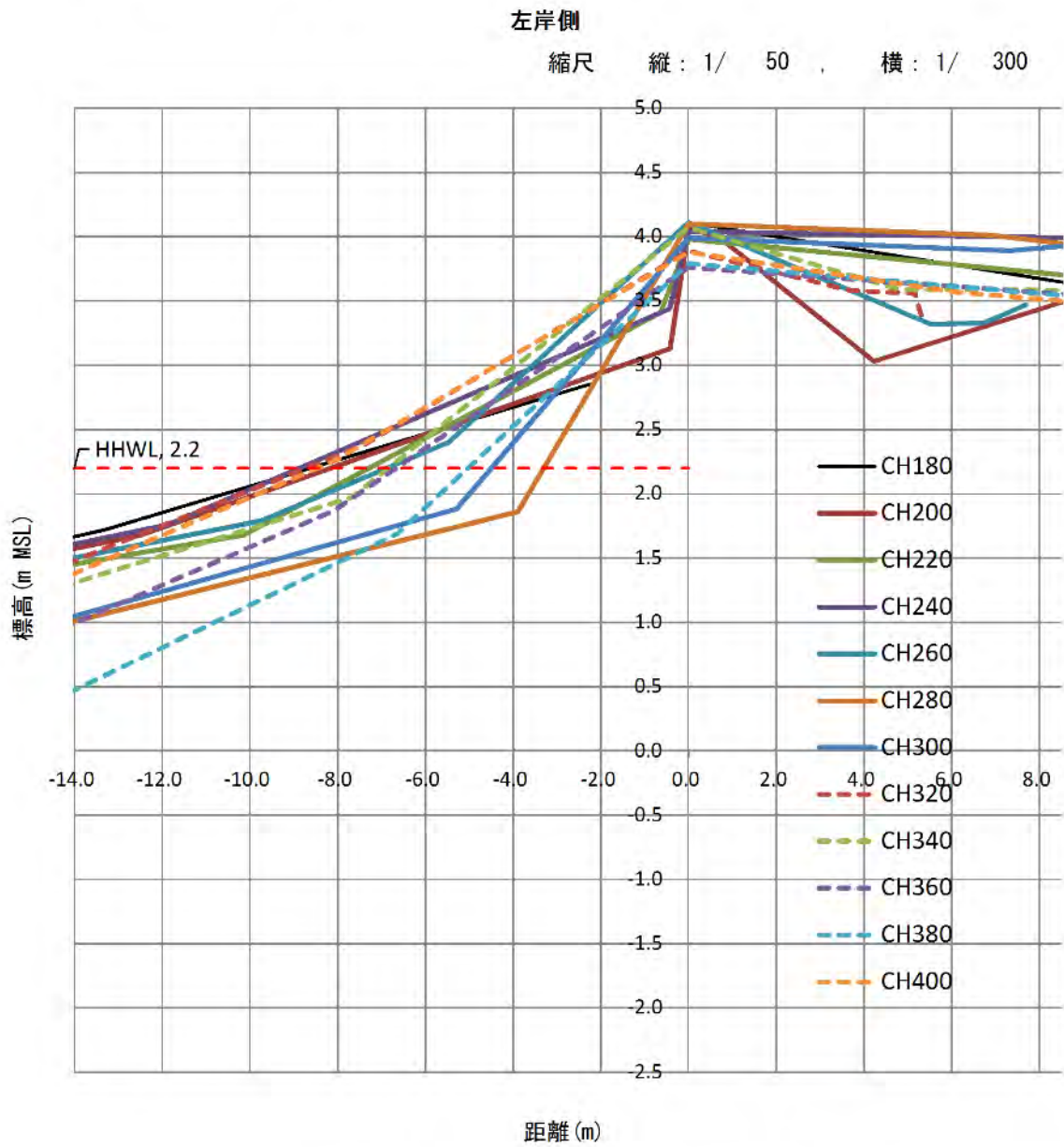


図 2-2-34 海岸測量位置図

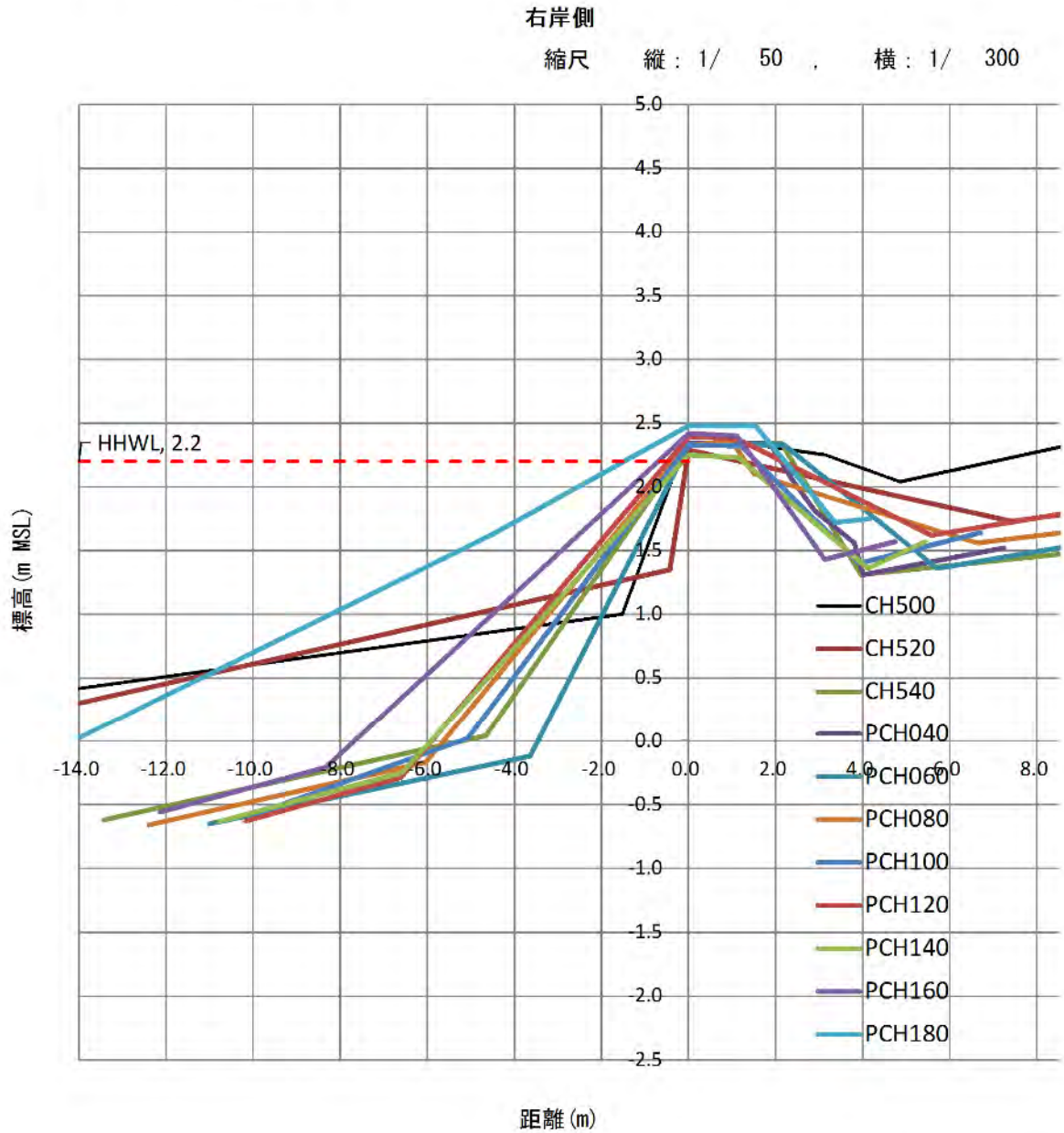
海岸護岸断面形状



測点	前面法勾配	堤内地盤高	測点	前面法勾配	堤内地盤高
CH180	1: 1.728	3.60	CH320	1: 4.907	3.36
CH200	1: 0.452	3.03	CH340	1: 3.662	3.59
CH220	1: 1.123	3.63	CH360	1: 4.27	3.33
CH240	1: 0.717	3.79	CH380	1: 3.162	3.30
CH260	1: 3.199	3.32	CH400	1: 4.969	3.46
CH280	1: 1.737	3.49			
CH300	1: 2.507	3.68			

図 2-2-35 左岸側海岸護岸断面形状

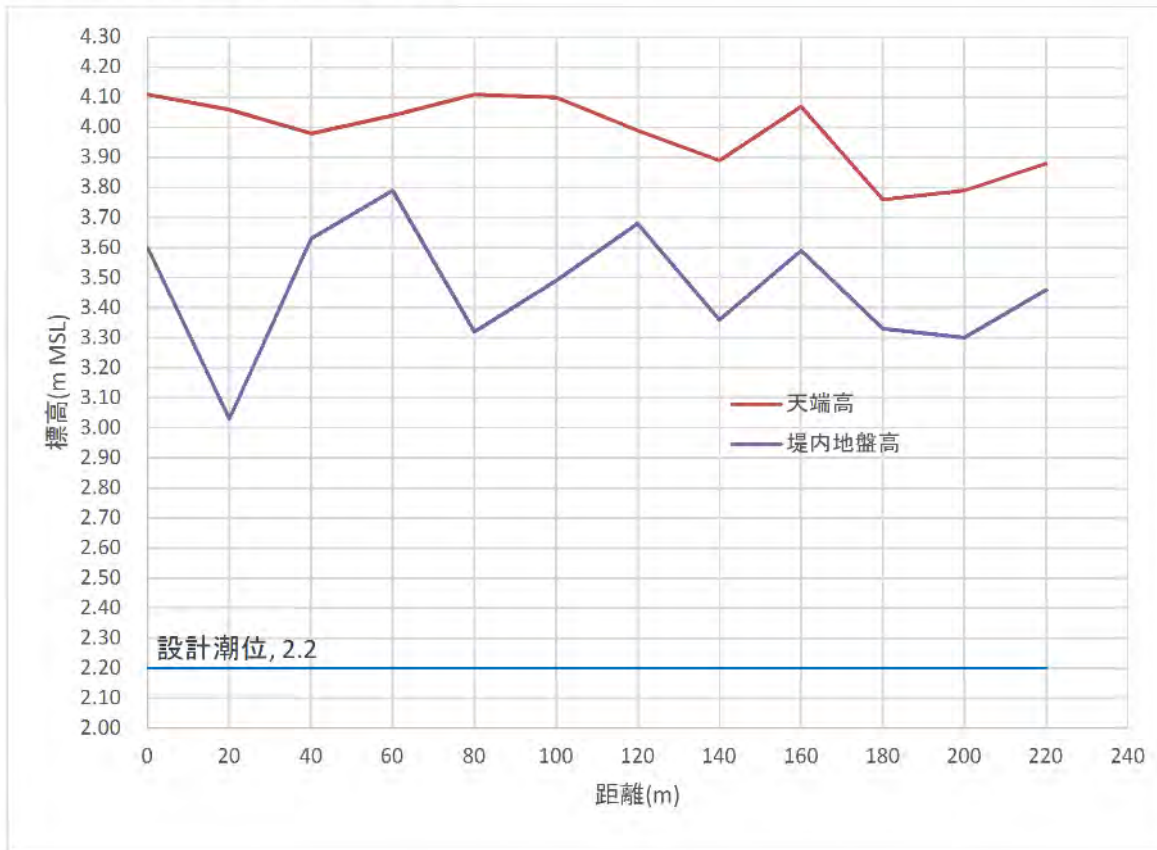
海岸護岸断面形状



測点	前面法勾配	堤内地盤高	測点	前面法勾配	堤内地盤高
CH500	1: 1.078	2.04	PCH120	1: 2.47	1.62
CH520	1: 0.457	1.73	PCH140	1: 2.632	1.36
CH540	1: 2.026	1.31	PCH160	1: 3.171	1.43
PCH040	1: 2.187	1.31	PCH180	1: 5.282	1.72
PCH060	1: 1.486	1.36			
PCH080	1: 2.416	1.56			
PCH100	1: 2.199	1.40			

図 2-2-36 右岸側海岸護岸断面形状

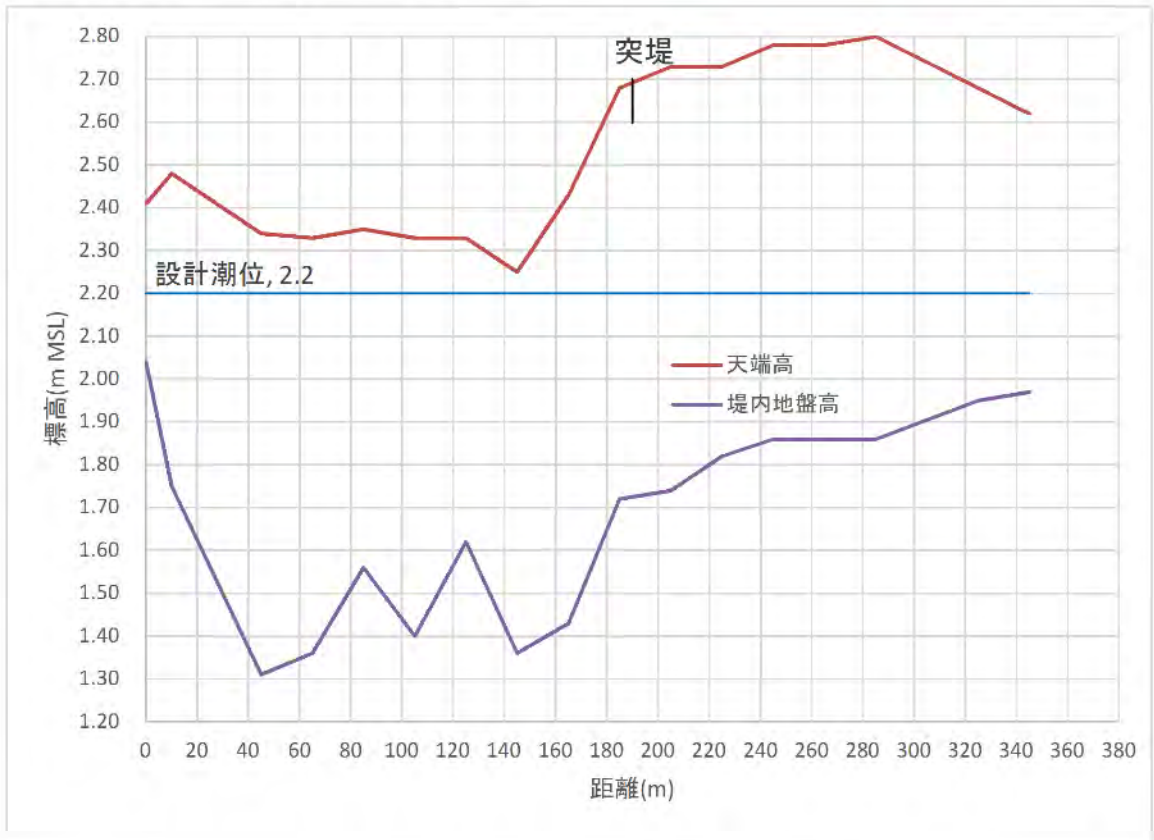
左岸側海岸護岸天端高および堤内地盤高



測点	単距離 (m)	追加距離 (m)	天端高 (m MSL)	堤内地盤高 (m MSL)
CH180	0	0	4.11	3.60
CH200	20	20	4.06	3.03
CH220	20	40	3.98	3.63
CH240	20	60	4.04	3.79
CH260	20	80	4.11	3.32
CH280	20	100	4.10	3.49
CH300	20	120	3.99	3.68
CH320	20	140	3.89	3.36
CH340	20	160	4.07	3.59
CH360	20	180	3.76	3.33
CH380	20	200	3.79	3.30
CH400	20	220	3.88	3.46

図 2-2-37 左岸側海岸護岸天端高および堤内地盤高

右岸側海岸護岸天端高および堤内地盤高

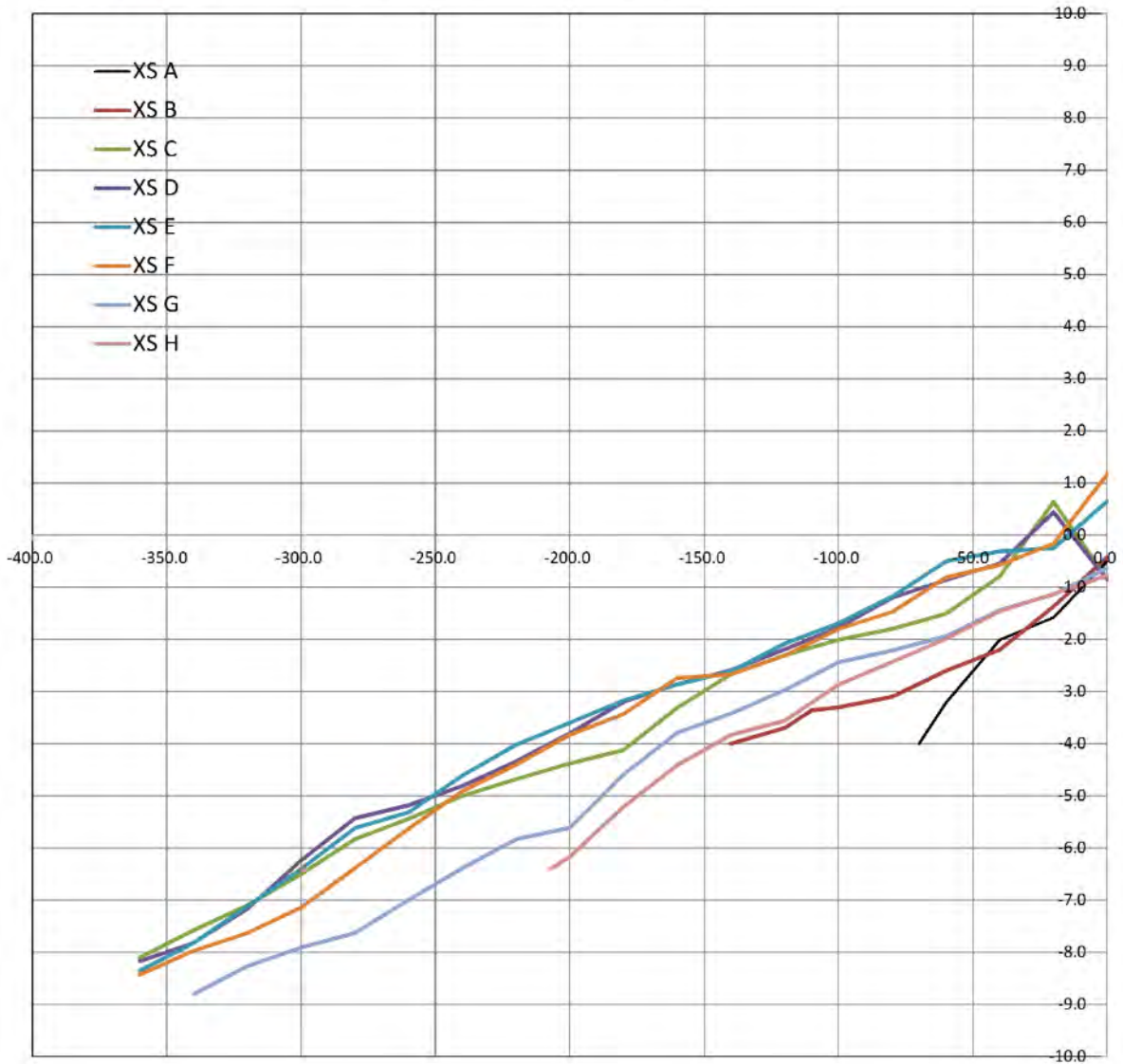


測点	単距離 (m)	追加距離 (m)	天端高 (m MSL)	堤内地盤高 (m MSL)
CH500	0	0	2.41	2.04
PCH20	10	10	2.48	1.75
PCH40	35	45	2.34	1.31
PCI160	20	65	2.33	1.36
PCH80	20	85	2.35	1.56
PCH100	20	105	2.33	1.4
PCH120	20	125	2.33	1.62
PCI140	20	145	2.25	1.36
PCH160	20	165	2.43	1.43
PCH180	20	185	2.68	1.72
PCH200	20	205	2.73	1.74
PCI220	20	225	2.73	1.82
PCH240	20	245	2.78	1.86
PCH260	20	265	2.78	1.86
PCH280	20	285	2.8	1.86
PCH320	40	325	2.68	1.95
PCH340	20	345	2.62	1.97

図 2-2-38 右岸側海岸護岸天端高および堤内地盤高

海底縦断形状

縮尺 縦：1/ 100 , 横：1/ 2000



海底勾配

XS A	1/	20
XS B	1/	39
XS C	1/	44
XS D	1/	42
XS E	1/	40
XS F	1/	41
XS G	1/	42
XS H	1/	37

図 2-2-39 海底縦断形状

状況写真を以下に示す。

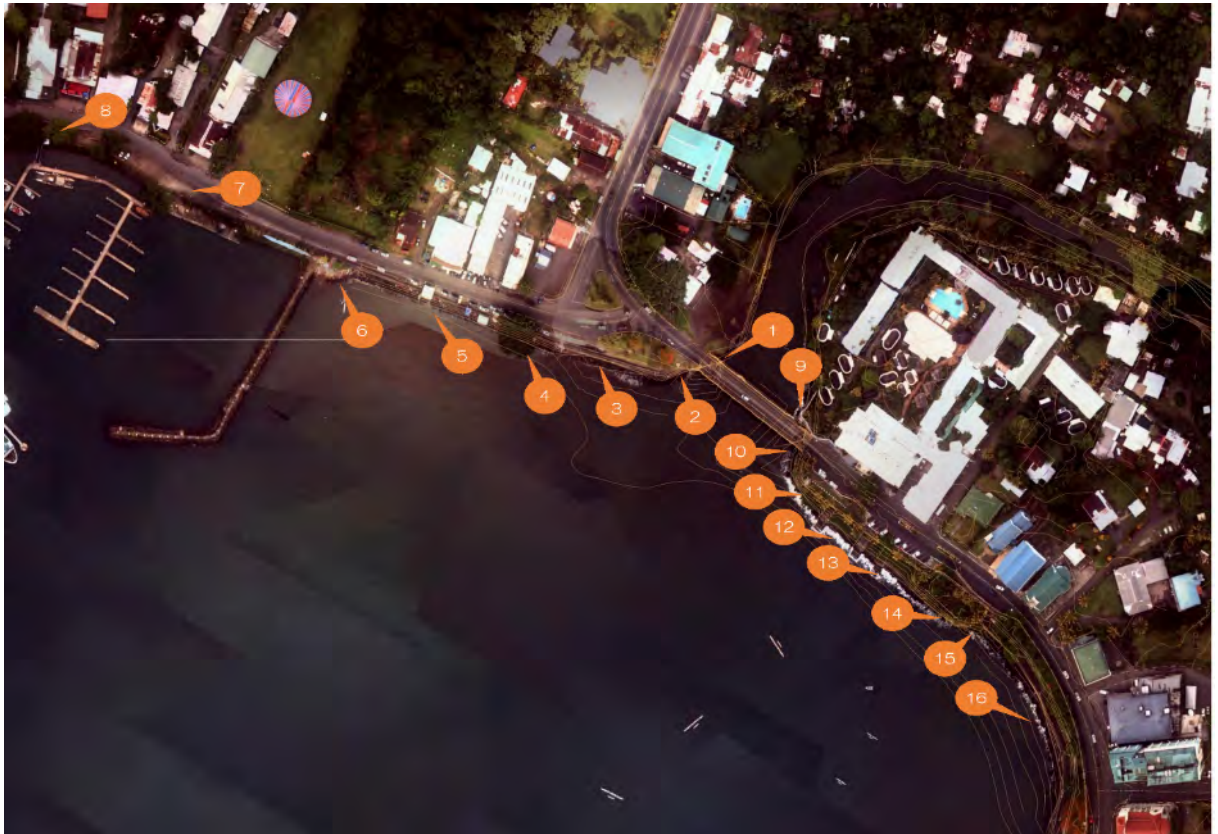


図 2-2-40 海岸写真位置図



No.	1		No.	2	
					
No.	3		No.	4	
					
No.	5		No.	6	
					
No.	7		No.	8	
					

写真 2-2-20 海岸状況写真(1/2)

No.	9		No.	10	
					
No.	11		No.	12	
					
No.	13		No.	14	
					
No.	15		No.	16	
					

写真 2-2-21 海岸状況写真(2/2)

(10) 橋梁計画用波高の検討

橋梁の桁下高は塩害対策として HHWL+波高 1/2 以上とする必要がある。

以下の条件により検討した結果、橋梁位置の設計波高は 2.16m であり桁下高は

$$\text{MSL}+2.2\text{m} + 2.16/2 = \text{MSL}+3.28\text{m}$$

以上とする。

ただし、波の最高到達点は $\text{MSL}+2.2\text{m} + 2.8\text{m}\times 0.6 = 3.88\text{m}$ となる。

<検討条件>

- ・設計有義波高：4m
- ・周期：11.0 s
- ・橋梁位置河床高：MSL-0.6m
- ・設計水深：2.8m

2-2-2-3 地形調査

本準備調査を行う上で必要な・精度を確保するために、対象橋梁付近において地形測量調査を実施した。この結果を利用して、プロジェクトサイトの地形条件を的確に把握し、対象施設の構造及び規模を決定し、設計、施工計画、積算に資するものとする。

なお、測量調査内容を表 2-2-10 に、またヴァインガノ橋の地形測量調査結果を図 2-2-41 に示す。

表 2-2-10 測量調査内容

	調査項目	縮尺・仕様	単位	数量
地形 測 量	BM 設置	測量基準点の設置	式	1
	平面地形測量	160,000m ² (道路部) +95,000m ² (河川部) -25,000m ² (重複部)	M ²	141,700
	道路縦断測量	現道センター：800m (本線)、370m (取付道路)	m	1,170
	道路横断測量	現道横断 20m ピッチ：測量幅 100m×41 断面 (本線)、測量幅 50m×19 断面 (取付道路)	m	5,050
	河川縦断測量	新橋計画地点から上流側 740m	m	740
	河川横断測量	上流側：幅 100m×13 断面 (変化点含む)、幅 50m×7 断面	m	1,650
	既存橋測量	既存橋の主要寸法測定 (一般図作成)	式	1
	深線測量	260m×8 断面、300m×1 断面、60m×10 断面	m	2,980



図 2-2-41 ヴァイシガノ橋地形測量図

2-2-2-4 地質調査

(1) 調査概要

下部構造の支持地盤、基礎形式および下部構造高さを決定するためにヴァイシガノ橋にてボーリング調査を実施した。ボーリングは橋台部2ヶ所、橋脚部2ヶ所（河川内）の計4ヶ所について実施した。地質調査の実施内容は、表 2-2-11 に示すとおりである。

表 2-2-11 地質調査内容一覧表

	調査項目	調査位置	数 量		摘 要
地質・地盤調査	機械ボーリング	陸上部（橋台部） 河川内（橋脚部）	掘削延長 93.7m(2 箇所) 掘削延長 93.3m(2 箇所)	合計 187m (4 箇所)	土砂 167m、岩 20m 河道内は仮埋立足場を使用
	標準貫入試験	陸上部（橋台部） 河川内（橋脚部）	71 回(2 箇所) 71 回(2 箇所)	合計 142 回 (4 箇所)	土砂 N 値/1m 深度
	土質試験	陸上部（橋台部） 河川内（橋脚部）	1 式 (15 サンプル) (2 箇所) 1 式 (15 サンプル) (2 箇所)	合計 30 サンプル (4 箇所)	土質分類、粒度試験、含水比試験、コンシステンシー試験 etc.
	岩石試験	陸上部（橋台部） 河川内（橋脚部）	1 式 (2 サンプル) (2 箇所) 1 式 (2 サンプル) (2 箇所)	合計 4 サンプル (4 箇所)	含水比試験、密度試験、一軸圧縮試験 etc.
	CBR 試験 (室内試験)	現道路床部 土取場	1 式 (2 サンプル) (2 箇所) 1 式 (1 サンプル) (1 箇所)	合計 3 サンプル (3 箇所)	現道路床 盛土材料 (客土)
	骨材試験 (粗骨材)	採石場または骨材プラント	1 式 (1 サンプル) (1 箇所)		ふるい分け試験、密度試験、アルカリシリカ反応性試験 etc.
	骨材試験 (細骨材)	採取地または骨材プラント	1 式 (1 サンプル) (1 箇所)		ふるい分け試験、密度試験、アルカリシリカ反応性試験 etc.



写真 2-2-22 陸上部 (A2) ボーリング調査状況



写真 2-2-23 陸上部 (A2) N 値観測状況










写真 2-2-24 河道部 (P2) ボーリング箇所埋土状況

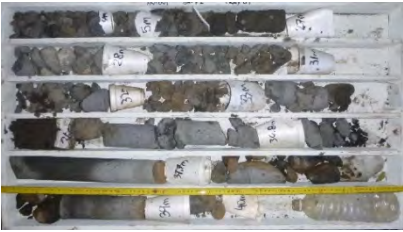

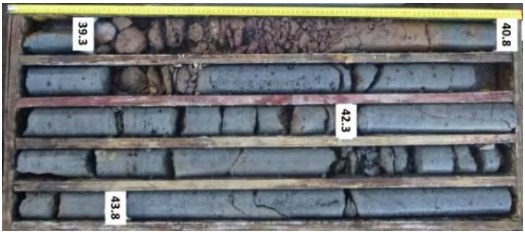
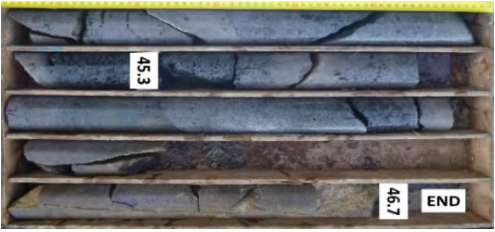
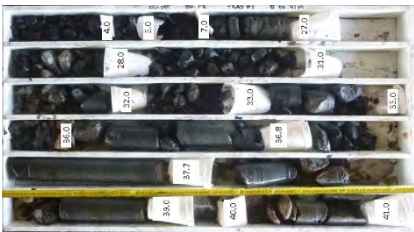

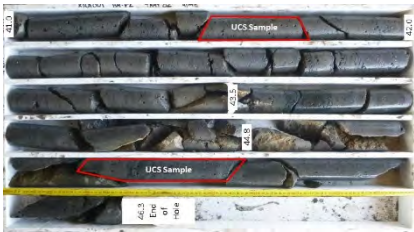


写真 2-2-25 河道部 (P2) ボーリング調査状況

(2) ボーリング調査結果

当該地域は、ヴァイシガノ川の河口に位置し沖積層から構成されている。上層部分は砂や玉石まじり砂が堆積しており、その後軟らかい砂質の地層が連続するような地層となっている。約30mから約41m程度付近は軟弱な砂質系の地層及び風化した玄武岩系の地層となっている。約41m～42m付近から良く締まった玄武岩系の地層となり、5m以上連続した地層が確認できたことから支持地盤として判断可能である。

BH-A1 ボーリングコア	BH-P1 ボーリングコア
0m～39.5m	0m～44m
	
	
31.2m～47m	42.55m～47m
	
	
<ul style="list-style-type: none"> • 0m～3m は玉石混じり砂 • 3m～16m はN値4～16の砂とシルトの混合土 • 16m～25m はN値6～25の砂質シルト • 25m～35m はN値17～26のレキ質砂 • 35m～42m はN値50以上の風化した玄武岩系 • 42m～は良く締まった玄武岩系の地層となり支持層として判断可能 	<ul style="list-style-type: none"> • 0m～3m はN値6～10のレキ質砂 • 3m～14m はN値5～7の砂とシルトの混合土 • 14m～25m はN値6～25の砂質シルト • 25m～28m はN値17～26の砂とシルトの混合土 • 38m～42m はN値50以上の風化した玄武岩系 • 42m～は良く締まった玄武岩系の地層となり支持層として判断可能

BH-P2 ボーリングコア	BH-A2 ボーリングコア
0m~40m	0~46.7m
	
	
	
0m~46.3m	26m~38m
	
	
<ul style="list-style-type: none"> • 0m~3m は玉石混じり砂 • 6m~13m は N 値 2~7 の砂とシルトの混合土 • 13m~29m は N 値 6~25 の砂質シルト • 29m~31m は N 値 32~41 のレキ質砂 • 31m~41m は N 値 7~50 のレキ混じり砂質シルト • 41m~は良くしまった玄武岩系の地層となり支持層として判断可能 	<ul style="list-style-type: none"> • 0m~10m は N 値 5~16 玉石混じり砂 • 10m~14m は N 値 4~7 の砂とシルトの混合土 • 14m~20m は N 値 3~10 の砂質シルト • 20m~27m は N 値 17~26 の砂とシルトの混合土 • 34m~37m は N 値 10~20 の砂質シルト • 37m~41m は N 値 50 以上の風化した玄武岩系 • 41m~は良くしまった玄武岩系の地層となり支持層として判断可能

(3) 地層構成

地質調査結果より得られたヴァイシガノ橋位置の地層構成図を下図に示す。

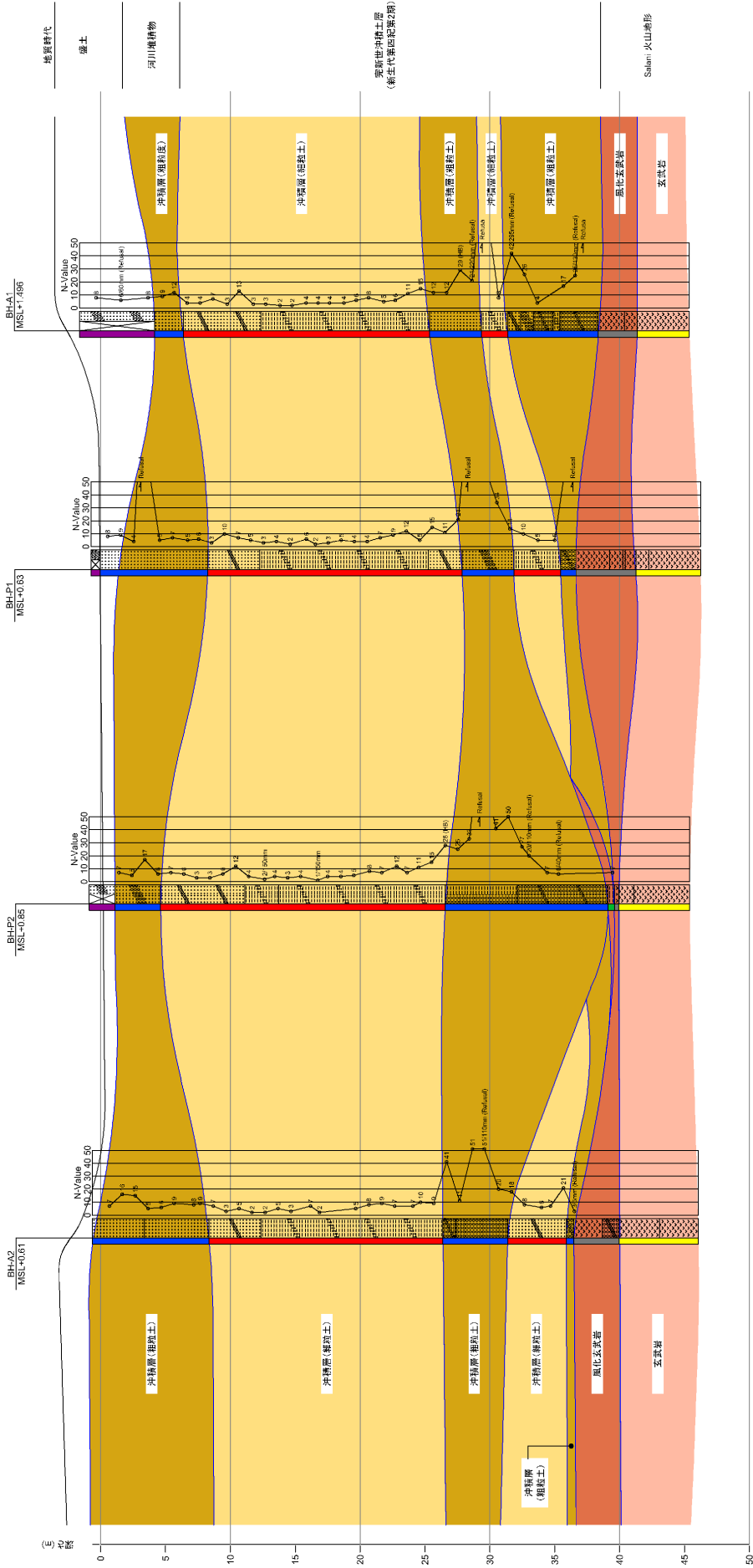


図 2-2-42 地層構成図

2-2-3 社会状況調査

橋梁改修による裨益効果を検討するため、以下の項目に関して調査を実施した。また、ヴァイシガノ橋周辺の4つの村、合計で150世帯（調査対象者は各世帯1名）を対象にインタビュー調査を実施した。各村におけるサンプル数は以下のとおりである。

表 2-2-12 各村におけるインタビューした世帯数とサンプル数

村	インタビューした世帯数	サンプル数の割合
Vaisigano	30	20%
Leone	45	30%
Matautu-tai	15	10%
Matautu-uta	60	40%
合計	150	100%

調査対象者の社会的属性を以下に示す。

表 2-2-13 調査対象者の社会的属性

性別		教育	
男性	45%	初等学校	12%
女性	55%	中等学校	62%
年齢		高等学校	23%
15-19	3%	職業訓練校	3%
20-24	11%	その他	0%
25-29	2%	居住年数	
30-34	14%	0-5	9%
35-39	8%	6-10	10%
40-44	9%	11-20	11%
45-49	11%	21+	70%
50+	43%	就業状態	
国籍		就業	37%
サモア	98%	無業	51%
その他	2%	退職/年金受給	12%

(1) 住民の住環境の概況

1) 人口

インタビュー調査を実施した4つの村の2011年と2016年の人口を以下に示す。Leone村の人口は若干ではあるが増加しているものの、その他の3つの村の人口は減少している。サモア統計局（Samoa Bureau of Statistics）が実施したセンサス調査によると2006年から2011年にかけてサモア都市部の人口は減少しており、2011年から2016年にかけては-0.5%のマイナス成長と予測している。

表 2-2-14 4つの村の人口と全国人口

村	2011	2016
Vaisigano	267	265
Leone	609	632
Matautu-tai	192	170
Matautu-uta	811	791
サモア全土	187,820	194,899（推計）
サモア都市部	36,735	35,762（推計）

出典：Samoa Bureau of Statistics

インタビュー調査を実施した村及びその周辺の村の世帯数の推移を以下に示す。各村の世帯数は、2011年と2016年を比較すると、微増している村が多いが減少している村もあり様々である。ヴァイシガノ橋周辺の村の全体世帯数は、2011年の653世帯であったのが2016年には26世帯増加して679世帯となっている。

表 2-2-15 ヴァイシガノ橋周辺の村の世帯数

村	2011	2016
Vaisigano	42	44
Leone	72	81
Matautu-tai	30	34
Matautu-uta	98	113
Aai o Niue	23	26
Apia	29	30
Faatoialemanu	155	164
Lelata	38	35
Malifa	33	35
Maluafou	13	18
Motootua	120	99
合計	653	679

出典：Samoa Bureau of Statistics



図 2-2-43 ヴァイシガノ橋周辺の村

2) 経済活動

インタビュー調査結果から15歳以上の労働力人口と非労働力人口を比較すると、非労働力人口が56%と労働力人口を上回っている。サモア全土では非労働人口が59%で労働力人口は41%となっており、同様の傾向にある。主な経済活動の中で最も割合が高いのは家事となっており全体の39.4%を占め、次いで雇用者の31.6%となっている。

表 2-2-16 主な経済活動

経済活動	Vaisigano	Leone	Matautu-tai	Matautu-uta	割合
合計	191	369	122	531	100%
労働力人口					
小計	93	164	39	238	44%
雇用主	1	6	1	0	0.7%
雇用者	69	103	26	186	31.6%
自営	9	31	7	22	5.7%
製造	0	1	0	5	0.5%
露天商	0	10	0	0	0.8%
自作農	0	4	2	2	0.7%
就職活動中	14	9	3	23	4.0%
非労働力人口					
小計	98	205	83	293	56%
家事	64	144	59	211	39.4%
通学	31	46	23	66	13.7%
労働不能	3	15	1	16	2.9%

出典：Samoa Bureau of Statistics, Population and Housing Census 2011

3) 宗教

サモアはキリスト教が大部分を占めており、各村の教会は人々の交流、情報の普及の場となっており不可欠な役割を果たしている。4つの村の周辺では、the Congregational Christian Church of Samoa (CCCS)に属している人が624人と最も多く、次いでCatholicの225人、Assembly of Godの209人、Baptist Churchの129人、Later Day Saintsの110人となっている。

表 2-2-17 サモアの宗教

Village	CCCS (EFKS)	Catholic	Assembly of God	Baptist Church	Later Day Saints	Jehovahs Witness	Worship Centre	CCCJ(Ekales a Pouesi)	Methodist
Vaisigano	51	35	6	0	25	9	0	44	3
Leone	123	60	142	105	16	52	0	0	7
Matautu-tai	124	8	0	0	11	0	21	0	4
Matautu-uta	326	122	61	24	58	18	27	0	18
Total	624	225	209	129	110	79	48	44	32
Village	Pentecost	Bahia	Peace Chapel	Protestant	Seventh Day Adventist	Voice of Christ	Other Churches	No Religion	Not reported
Vaisigano	0	0	10	4	0	0	54	0	0
Leone	16	0	0	1	1	0	5	0	0
Matautu-tai	0	0	0	2	0	0	0	0	1
Matautu-uta	11	15	5	6	5	1	0	2	4
Total	27	15	15	13	6	1	59	2	5

4) 土地利用

a) プロジェクトサイト

プロジェクトサイトは、ビーチエリア、道路、海岸護岸、ホテル・レストラン・小売店、オープンスペースといった土地利用となっている。その他、バス待合所やタクシーステーションといった交通施設も設けられている。ビーチ道路の海側のエリアはウォーターフロント開発計画により開発される予定である。

b) 土地所有

ヴァイシガノ橋周辺の住民は、112世帯が慣習地、107世帯が自由土地保有地に住居を構えている。

表 2-2-18 周辺住居の土地所有

村	慣習地	自由土地保有地	借地	報告なし	合計
Vaisigano	36	4	2	0	42
Leone	47	24	1	0	72
Matautu-tai	14	12	4	0	30
Matautu-uta	15	67	13	3	98
合計	112	107	20	3	242

出典：Samoa Bureau of Statistics

c) 沿岸部

ヴァイシガノ橋周辺の Vaisigano 村、Matautu-tai 村、及び Matautu-uta 村は海岸線沿いのため、沿岸域災害の被害による影響が特に大きい。また、その周辺の村々もヴァイシガノ川の下流集水域に位置しているため、洪水の影響を直接受ける。土地開発は、ほとんどがアピア中心部の沿岸平地部から開発されて、その後、内陸部に広がっていったために災害の影響を受けやすい土地利用となっている。

ヴァイシガノ橋の西側の防波堤エリアでは、パドリングやボート (fautasi) レース等のマリンスポーツが行われている。東側のビーチは、地元住民や観光客がラクビー、ウォーキング、ジョギング等ができるレクリエーションエリアとなっている。

(2) 社会インフラ施設

1) 学校

サモアの初等・中等教育は、政府管轄、ミッション系、私立の教育機関により運営されている。初等学校 (Primary school) は1学年から8学年 (5歳から開始) までで義務教育である。中等学校 (Secondary school) は9学年から13学年までの5年間である。中等学校が終わると、大学 (高等学校レベルも含む)、職業訓練校等の就労後教育・訓練 (Post School Education and Training, PSET) といった教育制度がある。ヴァイシガノ橋のあるヴァイマウガ (Vaimauga) 地区には、初等学校と中等学校合わせて24校あり、国立最高学府であるサモア国立大学も同地区にある。

表 2-2-19 初等・中等学校の数

Region/District	Government				Mission				Private				Grand Total
	Primary	Pri-Sec	Secondary	Total	Primary	Pri-Sec	Secondary	Total	Primary	Pri-Sec	Secondary	Total	
Apia Urban													
Faleata	10		1	11	1	1	4	6	4	2	1	7	24
Malifa			1	1									1
Vaimauga	11		3	14	5	1	2	8	2			2	24
Apia Urban Total	21		5	26	6	2	6	14	6	2	1	9	49
Rest of Upolu													
Aana No. 1	8		1	9	1	1	1	3					12
Aana No. 2	10		1	11									11
Aleipata	8		1	9									9
Anoamaa No. 1	4		1	5									5
Anoamaa No. 2	6			6	2			2					8
Fagaloa	4			4									4
Falealili	9		2	11									11
Lefaga	4		1	5									5
Lepa/Lotofaga	5		1	6									6
Safata	8		1	9									9
Sagaga	8		1	9	3		2	5					14
Rest of Upolu Total	74		10	84	6	1	3	10					94
Savaii													
Faasaleleaga No. 1	6		1	7	2		2	4					11
Faasaleleaga No. 2	6		1	7	2	1		3					10
Itu Asau No. 1	5		1	6									6
Itu Asau No. 2	4			4					1			1	5
Itu-o-Tane No. 1	5		1	6									6
Itu-o-Tane] No. 2	7		1	8	1			1					9
Palauli	7		1	8			1	1					9
Savaii Sisifo	8		2	10									10
Savaii Total	48		8	56	5	1	3	9	1			1	66
Grand Total	143		23	166	17	4	12	33	7	2	1	10	209

出典：Education Statistical Digest 2015, Ministry of Education, Sports and Culture

2) 医療

ヴァイシガノ橋のあるヴァイマウガ (Vaimauga) 地区には、国立総合病院のトゥプア・タマセセ・メアオレ病院 (Tupua Tamasese Meaole Hospital) がある。2015年には新棟が建設され、24時間の救急外来の診察を行っている。しかしながら、専門医は不足しており海外から派遣された外国人医師及びアピア市内の個人病院の医師が持ちまわりで診察を行っている。

3) 警察

ヴァイシガノ橋の西側約 500m、ビーチ道路沿いのアピア中心地に向かう途中に警察署がある。警察署の横には消防署が隣接している。

4) 共同墓地

ヴァイシガノ橋に最も近い共同墓地は、サモア国立大学の近くにある Maagiagi Cemetery である。約 1900 年から存在し、戦没者やその遺族が埋葬されている墓地で MNRE が管理している。近年は人口増加と共に埋葬場所が不足となっているが、現在のところ新たな建設計画はない。

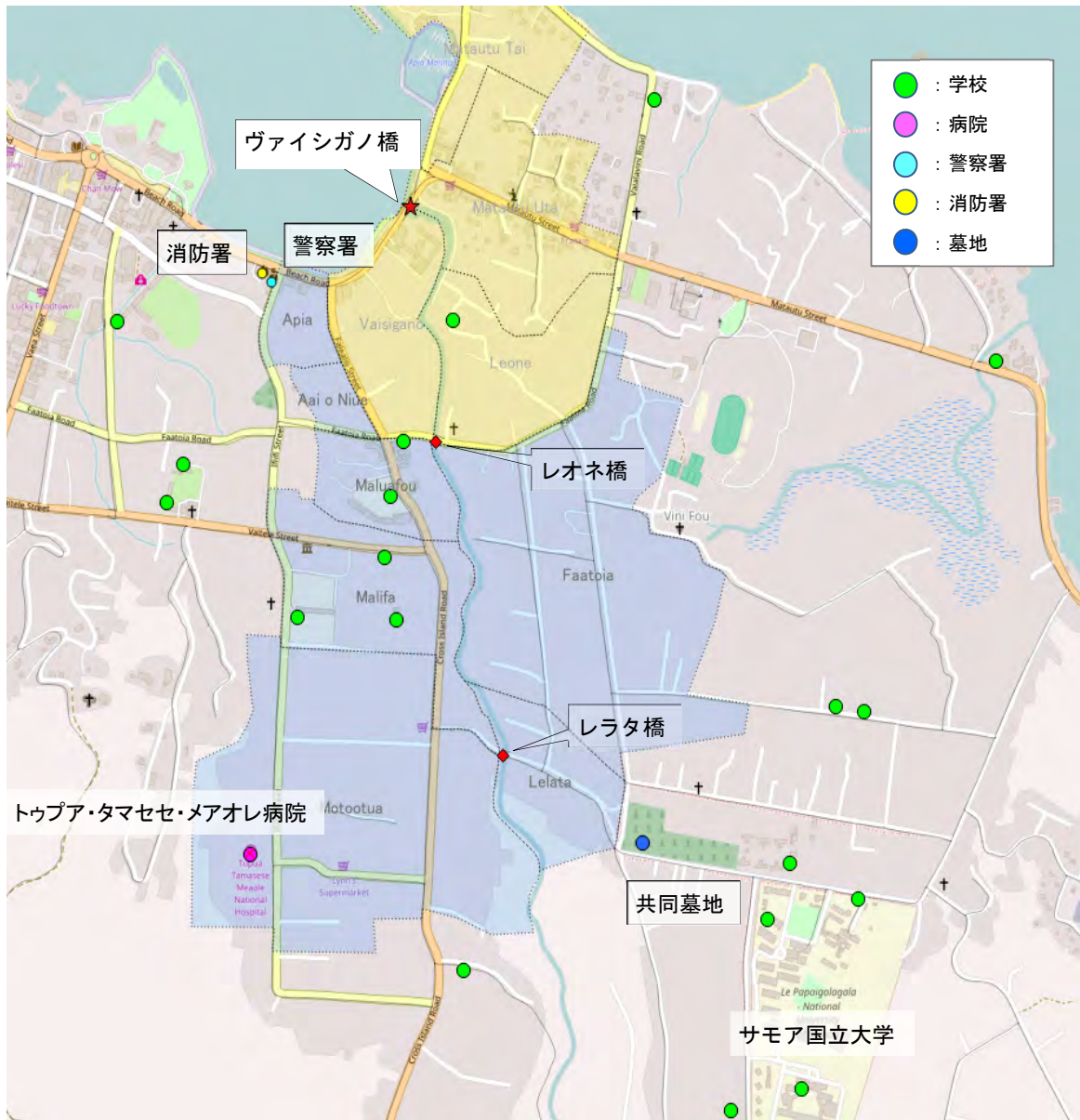


図 2-2-44 社会インフラ施設

5) ユーティリティ

a) 電力

ヴァイシガノ橋の周辺住民は、サモア電力公社（Electrical Power Corporation, EPC）により Tanugamanono 変電所を中継した電力が供給されている。インタビュー調査の回答者からは、安定した電力供給サービスを提供されているとの回答があった。主な利用目的は家庭の照明である。現在、サモアでは再生可能エネルギーを活用して電力の容量増加に努めている。

b) 通信

ヴァイシガノ橋の周辺の固定通信網は、Bluesky samoa によってサービスが提供されている。携帯電話のプロバイダーは、Bluesky samoa と Digicel の2社あり、2007年の災害時においても両社は信頼性の高い通信サービスを提供したとの事である。国内の携帯電話の普及率は、ここ数年で急激に増加した。

c) 水道

水道は、サモアの主要なサービスプロバイダーであるサモア水道公社（Samoa Water Authority, SWA）により供給されている。SWA は高い無吸収率や雨期の濁水処理対応、水道料金徴収の低迷などの課題を抱えており、これらの課題を改善するために国際協力機構（JICA）により「沖縄連携によるサモア水道公社維持管理能力強化プロジェクト」が実施されている。

(3) 渡河状況の詳細

アピヤ都市部において、ヴァイシガノ川を境に東西に移動する際はヴァイシガノ橋、レオネ橋（現在は通行止め）、レラタ橋のいずれかの橋梁を通ることになる。そのなかでヴァイシガノ橋は、大型車の通行規制をしているため、乗用車、小・中型バス、小・中型トラック、歩行者が渡河するために利用している。大型車は、レラタ橋を通りヴァイシガノ川を渡河している。

乗用車の渡河目的は、主に東西の中・長距離移動、通勤、通学の送迎、市内の移動である。また、交通量調査からヴァイシガノ橋を利用している乗用車の約25%はタクシーであった。これは観光客の利用のみならず、現地住民も買い物等の市内の移動にタクシーを利用しているためである。現地調査の際に現地スーパーマーケットでは買い物客を待つタクシーの列が見受けられた。歩行者は、通勤や娯楽・趣味が主な渡河目的と考えられる。朝夕は通勤利用者に加えて、散歩・ジョギング、釣り等の利用者が見受けられ、週末にはマリンスポーツの利用者も見受けられた。

(4) ネットワークの観点からの便益

ネットワークの観点から以下の便益が考えられる。

- ヴァイシガノ橋は東西を結ぶサモア経済回廊上に位置しており、橋梁の架け替えにより広域的な道路ネットワークの一部として、経済回廊の機能強化につながる。
- 現橋は老朽化及び洪水による損傷が著しく、落橋の危険性が指摘されているが、架け替えることにより落橋の危険性が回避でき、安定した輸送路が確保される。

- 新橋では車椅子、自転車等の通行を可能にするために幅員 2.5m の歩道を両側に設けているため、歩行者等の安全性が向上し、交通事故の危険性が減少する。
- 自動車交通としての安定した輸送路の確保及び歩行者交通の安全性が向上することにより、地域間ネットワークが拡大する効果が期待できる。

(5) 災害時のライフライン確保の観点からの便益

災害時のライフライン確保の観点から以下の便益が考えられる。

- 現橋は耐荷力が不足しており、大型車の通行が制限されているが、架け替えることにより緊急車両を含む大型車の通行が可能となる。このことにより、被災地への救援時間の短縮、緊急物資救援のスムーズ化につながる。
- 新橋は 100 年確率の気候変動及び大規模洪水時でも、ヴァイシガノ川の洪水位に対して対象橋梁は浸水しない十分な高さを保有している。水道管、燃料管、通信線といったライフラインに係わる設備に対する被害のリスクが低減することでライフラインの確保につながる。
- 災害時にヴァイシガノ川を境に東西の地域は、橋梁（ヴァイシガノ橋、レオネ橋、レラタ橋）が通行止めになると、東西の移動ができなくなり地域コミュニティが分断される可能性がある。新橋の架け替えにより災害時の通行止めの回避、代替路（リダンダンシー）の確保として重要な役割を果たす効果が期待できる。

(6) 貧困率データ

サモアにおける貧困率は、食料貧困線（Food Poverty Line、以下「FPL」という）と基礎生活貧困線（Basic Needs Proverty Line、以下「BNPL」という）の2つの線を基準にしており、支出が FPL より低い場合は「極貧層（Extremly Poor）」、BNPL より低い場合は「貧困層（Poor）」と定義している。これらの基準は、一般的に活用されている国際貧困線（1日 1.9 米ドル（購買力平価）未満で生活する人口の割合）とは異なる。2013/14 年に 2,348 世帯、16,443 人（全人口の約 8.5%）を対象に実施された家計調査（Household Income and Expenditure Survey, HIES）によると、BNPL 以下の人口割合は、全国で 18.8%、アピア都市部は 24.0%、FPL 以下の人口割合は、全国で 4.3%、アピア都市部は 4.5%であった。

表 2-2-20 貧困線(2013/2014 年)

単位：() 内は SAT

エリア	FPL (1 人/週)	非食料支出 (1 人/週)	BNPL (1 人/週)	BNPL (1 世帯/週)
	A	B	C = A+B	D
全国	US\$13.69 (34.49)	US\$9.84 (24.78)	US\$23.53 (59.27)	US\$208.50 (525.19)
アピア都市部	US\$13.69 (34.49)	US\$13.81 (34.78)	US\$27.50 (69.27)	US\$257.68 (649.07)

* 1SAT=0.397USD で換算

出典：Samoa Hardship and Poverty Report

ヴァイシガノ橋周辺の住民に1世帯、1週間あたりの収入についてインタビュー調査した結果を下表に示す。アピア都市部のBNPLはUS\$257.68（2013/2014年）と今回の調査結果を比較すると、42.6%の世帯はBNPLより低い結果となった。その内、1.6%の世帯（2世帯）はFPLより低い可能性がある。

表 2-2-21 1週間分の世帯収入（インタビュー調査結果）

単位：世帯

	< US\$50	US\$50-US\$250	US\$251-US\$500	> US\$500	無回答
Vaisigano	0	6	8	12	1
Leone	2	16	8	3	11
Matautu-tai	0	7	1	5	1
Matautu-uta	0	21	18	15	15
合計	2	50	35	35	28
比率	1.6%	41.0%	28.7%	28.7%	含まない

2-2-4 環境社会配慮

2-2-4-1 事業コンポーネントの概要

(1) 事業の内容と JICA 環境カテゴリ

本プロジェクトは、サモア国からの要請に基づく橋梁の架け替えプロジェクトである。「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）（以下、JICA環境ガイドライン）」に掲げる道路・鉄道・橋梁セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、かつ、影響を及ぼしやすい特性および影響を受けやすい地域に該当しないことから、JICA環境ガイドラインに基づき、環境カテゴリ B に分類された。

プロジェクト実施機関である LTA(Land Transport Authority)および環境所轄官庁である天然資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment: MNRE）との協議の結果、今回のプロジェクトはサモア国の国内法としては、環境アセスメント報告書（Environmental Impact Assessment: EIA）が必要であることが確認された。従って、調査団は EIA 報告書作成の支援を行う。

2-2-4-2 ベースとなる環境及び社会の状況

サモア国（正式名称サモア独立国）は、南太平洋の島国でオーストラリアの東方、南緯 13°35′ 西経 172°20′ に位置している。珊瑚礁を周辺に有する火山島で、年間を通じて気温が高く、熱帯性の豊かな自然を保持している。民族はポリネシア系である。サイクロンや地震による津波被害など自然災害が多い。気象および水文の状況については 2-2-2 自然条件調査に詳述する。



図 2-2-45 サモア国位置図

(1) 保護地域

プロジェクト対象となっているウポル島の保護区および生物多様性地域保護地域（Key Biodiversity Area: KBA）を表 2-2-22 に示す。Lake Lonotoo National Park は、サモア国内の唯一のラムサール条約登録地でもある。重要野鳥生息地（Important Bird Area : IBA）はサモア国に 6 カ所あり、そのうちの 5 カ所がウポル島に位置し、KBA 8 地域のうちの 5 地域が相当する。IBA カテゴリはいずれも A1（世界的に絶滅が危惧される種の生息地）および A2（生息地域限定種の生息地）である。それぞれの位置とプロジェクトサイトとの関係を図 2-2-46 に示す。

表 2-2-22 ウポル島の生物多様地

No.	名称	区分	IBA	面積 (ha)	地域名
1	O le Pupu Pue National Park	国立公園	A1. A2	4,228	Siumu and Falealili
2	Lake Lonotoo National Park	国立公園	-	8に含まれる	
3	Aleipata Marine Protected Area	保護区	A1. A2	4,842 (海域) 156 (地上)	Aleipata
4	Safata Marine Protected Area	保護区	-	5,870 (海域) 101 (地上)	Safata
5	Palolo Deep Marine Protected Area	保護区	-	33	Vaimauga west
6	Eastern Upolu Craters	KBA	A1. A2	4,759	Aleipata and Lepa
7	Uafato-Tiavea Coastal Forest	KBA	A1. A2	2,316	Vaa o Fonoti
8	Apia Catchments	KBA	A1. A2	8,336	Vaimauga West, Faleata, Siumu

出典: Priority Sites for Conservation in Samoa 調査団追記



出典: Priority Sites for Conservation in Samoa

図 2-2-46 サモア国ウポル島の自然保護区

図 2-2-46 に示されている Mt. Vaea Reserve は「宝島」の著者として知られるスティーブソン
の記念公園として、また、景観保護区として“*The Stevenson Memorial Reserve and Mount Vaea Scenic
Reserve Ordinance, 1958*”により保護地区に指定されている。市街地から近いことから市民の憩いの
場であり、厳密な意味での自然保護区ではなく、KBA にも分類されていない。

事業実施対象であるヴァインガノ橋の位置は海洋保護区である Palolo Deep Marine Reserve に近
く、1km 程度の距離にある。Palolo Deep Marine Reserve は 1974 年に National Park and Reserves Act
に基づき指定された、環礁の辺縁を囲む珊瑚礁で、サンゴ、藻類、魚類、ウニなど生物相が豊富
である。

Palolo Deep Marine Reserve で重要と考えられている生物は以下の通りである。

表 2-2-23 Palolo Deep MR に存在する重要な生物

	一般名	学名	IUCN カテゴリ
魚類	Giant Grouper (大ハタ)	<i>Epinephelus lanceolatus</i>	危急種
サンゴ	ミドリイシ属一般名不明	<i>Acropora aculeus</i>	危急種
サンゴ	ミドリイシ属一般名不明	<i>Acropora aspera</i>	危急種
サンゴ	ミドリイシ属一般名不明	<i>Acropora paniculata</i>	危急種
サンゴ	一般名不明	<i>Pavona dextrussata</i>	危急種
サンゴ	一般名不明	<i>Porites Nigrescens</i>	危急種

出典: Priority Sites for Conservation in Samoa

プロジェクトサイトとの位置関係を図 2-2-47 に示す。湾の外側に位置し、プロジェクトサイトからの影響が及ぶ可能性は低いと考えられる。図に黄色で示すラインが海洋保護区の境界である(出典: Lowell & Toloa, Palolo Deep National Marine Reserve (1994))。



図 2-2-47 ヴァイシガノ橋と Palolo Deep Marine Reserve

(2) 文化遺産等

UNESCOの世界遺産に登録されている遺跡はないが、Fagaloa Bay-Uafato/Tiavea conservation zoneと Manono, Apolima and Nuulopa Cultural Landscape の2カ所が登録申請中である。前者はプロジェクトサイトからおよそ30km離れており、後者は離島であることから、いずれにもプロジェクトによる影響は考えられない。

(3) 自然状況

サモア国は自然に恵まれた火山島国で、周囲には珊瑚礁が発達しており、海陸とも生物多様性に富んでいる。近年では、外来種の移入が問題となっている。表2-2-24に、サモア国で確認されている生物種の数についての一覧を示す。

表 2-2-24 サモア国の生物多様性重要種

種	特有種 endemic	固有種 native	外来種 Introduced	絶滅危惧種 Threatened	計*
顕花植物	156	約 500	約 500	約 136	約 1000
シダ類	-	-	-	-	220
陸鳥	15	33	3	14	55
海鳥	-	-	3	N/A	21
は虫類	1	4	-	4	14
アリ	12	-	11	N/A	59
カタツムリ	-	64	N/A	-	64
蝶	3	20	4	1	28
蛾	-	170	-	-	170
淡水動物（魚類）	-	89	-	-	89
淡水甲殻類	-	22	-	-	22
サンゴ	-	-	4	-	N/A
海洋脊椎動物	-	-	-	4	8
海洋無脊椎動物	-	-	-	14	95
魚類	N/A	890	2	-	991
クジラ	-	-	-	-	5
イルカ	-	-	-	-	6

出典: Convention on Biological Diversity, 2009

サモア国の近絶滅種および絶滅危惧種は以下の通りである。

表 2-2-25 サモア国の近絶滅種および絶滅危惧種

種	慣用名	学名	状況
動物	Sheath-tailed bat	<i>Emballonura semicaudata</i>	近絶滅種
	Samoan flying fox	<i>Pteropus s.samoensis</i>	絶滅危惧種
	White-necked flying fox	<i>Pteropus tonganus</i>	絶滅危惧種
鳥類	Samoan moorhen Puna'e	<i>Gallinula pacifica</i>	近絶滅種
	Toothbilled pigeon	<i>Didunculus trigrrostris</i>	絶滅危惧種
	Ma'o	<i>Gymnomyza samoensis</i>	絶滅危惧種
蝶	Samoan swallowtail butterfly	<i>Papilio godeffroyi</i>	近絶滅種
ウミガメ	Hawksbill turtle	<i>Eretmochelys mbricata</i>	絶滅危惧種
	Green turtle	<i>Chelonia mydas</i>	絶滅危惧種

出典: Convention on Biological Diversity

プロジェクト対象地周辺は市街地であり、自然の植生は存在せず、街路樹・人工植生による限られた樹木が存在している。その結果、動物の生息に適する場所は少なく、現地調査の結果では一般的な6種の陸上性鳥類および1種の海洋性鳥類が観測されるにとどまる多様性に乏しい現況であった。

表 2-2-26 プロジェクト対象地付近の動物類

	和名	英名	学名
鳥類	インドハッカ	Common myna	<i>Acridotheres tristis</i>
	ミツスイ	Cardinal myzomela	<i>Segasegamau"u</i>
	モリハッカ	Jungle Myna	<i>Acridotheres fuscus</i>
	ポリネシアナキサンショウクイ	Polynesian Triller	<i>Lalage maculosa</i>
	シリアカヒヨドリ	Red-vented Bulbul	<i>Pycnonotus cafer</i>
	エリグロアジサシ	Black-naped tern	<i>Sterna sumatrana</i>
	ナンヨウクイナ	Buff-banded rail	<i>Gallirallus philippensis</i>
蝶	チャイロムラサキ	Pacific eggfly	<i>Hypolimnas antilope lutescens</i>
	シロモンクロマダラ	Common crow	<i>Euploea lewinii bourkei</i>

海中の動植物調査は河口付近の湾内3点を選んで実施した。対象地の生態系を構成する魚類と無脊椎動物、海藻類が確認され、その結果を表 2-2-27 に示す。

表 2-2-27 プロジェクト対象地付近の海洋生物

名前	位置			
	A (河口北 300m 地点)	B (河口西 300m 地点)	C (河口南西 300m 地点)	
動物	Mullet	X	X	X
	Parrotfish (<i>fuga</i>)	X		
	Hydroid (<i>Pennaria disticha</i>)	X	X	X
	Oyster (<i>Crassostrea mordax</i>)	X	X	
	Oyster (<i>Sacostrea cucullata</i>)	X	X	
	Rock oyster	X		
	Sponges	X	X	X
	Ascidians		X	X
	Crabs		X	
	Clams		X	
	Barnacles		X	
	Anemones		X	
	Tube-worms		X	
植物	Green algae (<i>Caulerpa serrulata</i>)	X		
	Brown algae (<i>Sargassum cristaefolium</i>)	X		
	Green algae (<i>Chlorodesmis fastigiata</i>)			X
	Green algae (<i>Bryopsis pennata</i>)		X	X
	Green algae <i>Dictyosphaeria versluisii</i>			X

その結果によれば、滞留した湾内の流況および、河川からの洪水による濁質蓄積の影響で生物の多様性が低く、現存する動植物はいずれも濁りに強いもので、サンゴや貴重種、希少種は見られなかった。

(4) 大気質

大気質については、国内にサンプリング用機器および分析機器がなく、訓練を受けた技術者もいないことから、これまで測定が行われていない。従ってバックグラウンドとしての大気汚染の状況についての情報が存在していない。MNREによれば、同国の大気の現況については特に問題がないと考えているが、将来的にはモニタリングができるような体制を整備したいという希望を持っているとのことである。サモア国は南太平洋に存在する島嶼国であり、近隣国との距離が大きいため、越境による大気汚染の可能性は極めて低い。従って大気汚染源は国内に限定されると考えられる。工業化が進んでいないことから、大気汚染源として主たるものとされているのは、車両からの排気ガスである。2013年の登録車両台数は17,449台でそのうち93%が普通乗用車である。日本で同レベルの広さを持ち島嶼である沖縄県（サモア 2,831km²、沖縄 2,281km²）と比較すると、沖縄の登録車両台数1,113,630台に比べて2ケタ少ないレベルである。従って、自動車由来排出ガス量もサモアの方が低水準にあると考えられ、MNREからの聞き取りも踏まえ、大気質のベースラインは良好であると判断される。現在のサモア国側のキャパシティを鑑みると、大気質についての定量的評価は今後暫くの期間においても困難であると目されることから、ベースラインについても定性的評価に留める。

(5) 水質・底質の状況

ヴァイシガノ川河口部および湾内の水質調査を雨季と乾季の2回実施した。サンプリング地点を下図に示す。

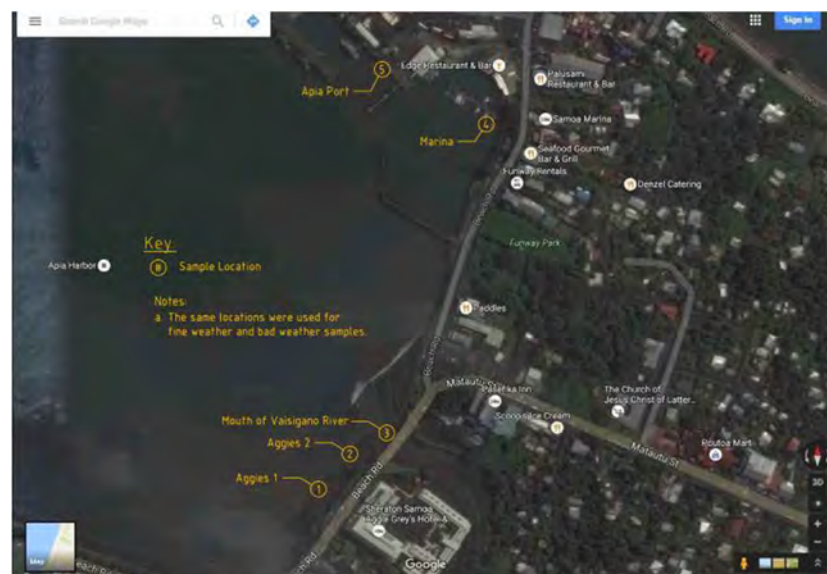


図 2-2-48 水質調査サンプリング地点

分析結果は表 2-2-28 の通りである。参考値として、日本の湖沼の環境基準を載せた。

表 2-2-28 ヴァイシガノ橋付近水質調査結果

	単位	1	2	3	4	5	参考
乾季(2016/8/1 採水)							
pH		8.11	8.14	7.83	8.09	8.14	7~8.3
鉛	mg/l	0.36	0.65	0.34	0.29	0.48	0.01
カドミウム	mg/l	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.003
大腸菌群数	cfu/100ml	30	10	29	34	27	-
大腸菌	cfu/100ml	20	<1	19	22	15	-
濁度	NTU	2.66	1.58	0.60	1.30	3.34	-
塩分	PSU	18.14	17.74	18.11	4.31	17.86	-
総浮遊物質	mg/l	6	8	6	7	8	-
雨季 (2016/11/10 採水)							
pH		8.12	8.08	7.06	8.12	8.17	7~8.3
鉛	mg/l	0.26	0.30	0.13	0.30	0.28	0.01
カドミウム	mg/l	0.006	0.006	0.008	0.008	0.007	0.003
大腸菌群数	cfu/100ml	66	54	63	78	52	-
大腸菌	cfu/100ml	52	34	51	60	42	-
濁度	NTU	2.97	1.86	1.54	1.70	3.57	-
塩分	PSU	16.12	14.60	0.05	17.02	17.12	-
総浮遊物質	mg/l	42	38	53	59	54	-

海水の塩分濃度は PSU（実用塩分濃度）でおよそ 35 程度と考えられるので、14~18 を示す水質は汽水であり、湾内であることから流入河川の影響を受けている結果と言える。参考として日本の環境基準値（人の健康の保護に関する環境基準および公共用水域の水質汚濁に関する環境基準（海域 C））を表に入れているが、カドミウムと鉛の濃度が高めである。また大腸菌も検出されているが、上流からの生活排水の影響と思われる。重金属は雨季の方が全体に低い値が出ている一方、降雨による濁水の影響によると考えられる総浮遊物質の増加が見られた。

また、橋梁基礎工事時に底質の巻き上げが発生するおそれがあることから、底質の調査を実施した。底質は橋梁の基礎工事が行われると予想される位置付近で採取した。結果は表 2-2-29 に示す通りで特に重金属の濃縮は見られなかった。

表 2-2-29 底質分析結果

	単位	1	2
鉛	mg/kg	2.31	0.37
カドミウム	mg/kg	0.90	0.07

(6) 騒音・振動

ヴァイシガノ橋付近で現況の騒音調査は、2016年11月16日にMNREによって実施された。調査はヴァイシガノ橋に接する2地点で午前8時40分から午後5時10分まで行われ、騒音計は道路境界から2～3mの地点に設置された。その結果、等価騒音レベルは64dBA～67dBAであった。また、車両の通行が無い状況での騒音レベルは52.3dBAであった。サモア国の騒音にかかる基準は、騒音発生源と受騒音施設の組み合わせで決められており、騒音発生源の区分は、住宅、商業施設、宗教施設、工業施設および工事の区分になっている。道路からの騒音については特に区分がないことから、日本の道路に面する地域についての基準と比較すると、幹線交通を担う道路に近接する空間の基準を満足するレベルであった。

なお、表 2-2-30 に日本の基準との比較を示す。

表 2-2-30 ヴァイシガノ橋付近騒音測定結果と日本の基準との比較

日本の環境基準（道路に面する地域）				測定結果
	地域の区分	昼間	夜間	
1	専ら住居の用に供される地域のうち2車線以上の車線を有する道路に面する地域	60dB 以下	55dB 以下	64dBA ～ 67dBA
2	主として住居の用に供される地域のうち2車線以上の車線を有する道路に面する地域及び相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域地域のうち車線を有する道路に面する地域	65dB 以下	60dB 以下	
3	幹線交通を担う道路に近接する空間	70dB 以下	65dB 以下	

MNRE の測定方法は日本の標準的手法と異なっており、測定結果の直接比較は出来ないが、測定結果は日本の地域区分の3を満足する結果となっている。道路端から2～3mという至近距離で測定していることから、日本の測定方法に比べて高く出ていると考えられ、受騒音施設については更に距離が離れることから、環境騒音レベルはこれより低くなる。

振動については、サモア国内で測定出来る機関も機材も存在せず、これまで測定が行われた実績がない。プロジェクト対象地区付近は商業地区で商業施設やオフィスが主であり、騒音・振動を発生させるような事業は行われていないことから、主たる騒音・振動源は道路交通によるものである。現況の振動も騒音同様、受容可能なレベルであると考えられる。

(7) 行政区と人口

サモア国は、ウポル（Upolu）島とサヴァイイ（Savaii）島の2つの島と離島から成る。行政的には11のpolitical districtから構成されており、更に小さいfaipura districtと呼ばれるsub divisionに別れている。faipura districtは全部で41あり、行政的な機能はないが、選挙区としての区分であり、また統計データなどはfaipura毎に整理される。本プロジェクトの対象地は、Tuamasaga districtのVaimauga Westというfaipura districtに位置している。サモア国の首都アピアは行政区ではない

が、Vaimauga West と Faleala East の中の 44 村落から成るエリアを呼び、本プロジェクト対象地はこのエリアに含まれる。

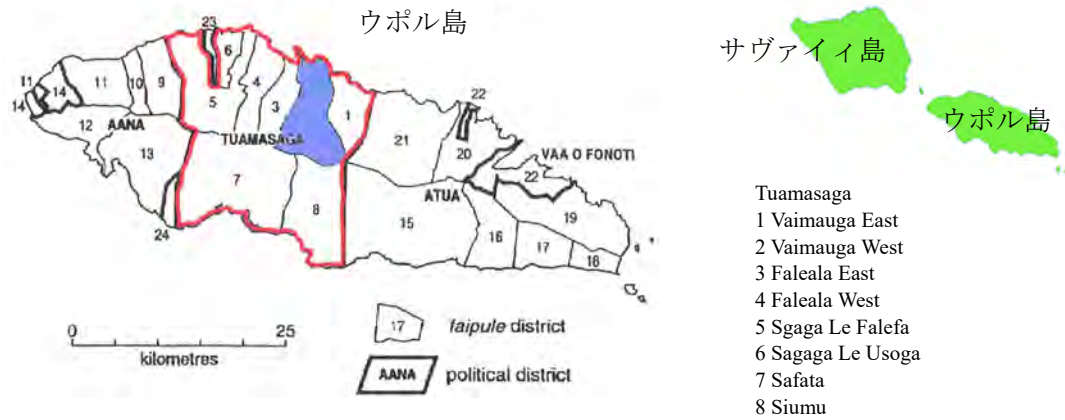


図 2-2-49 ウポル島の行政区分

サモアの人口動態を表 2-2-31 にまとめる。

表 2-2-31 サモア国の人口、面積および人口密度

地域	人口				面積 km ²	人口密度 2011年
	1981	1991	2001	2011		
サモア全体	156,349	161,298	176,710	187,820	2,785	67
アピア市街	33,170	34,126	38,836	36,735	60	612
ウポル島北西部	40,360	40,409	52,576	62,390	251	249
ウポル島その他地区	39,669	41,713	42,474	44,293	780	57
サヴァイイ島	43,150	45,050	42,824	44,402	1,694	26

サモア国全体の、2001年から2011年までの10年間の人口の伸び率は6.2%であるが、地域によってばらつきが大きい。サヴァイイ島では人口はあまり増加していないが、ウポル島北西部の人口増加が著しい。首都アピアは最も人口密度が高い区域であるが、2001年から2011年では減少傾向である。

一世帯の人数は7名から8名で、世帯構成人数は都市部、地方部での違いはない。

(8) 経済指標

サモア国経済は、開発援助、海外在住家族からの送金、観光、農漁業に主に依存している。サモア国のGDPは、5,200 USD/人（2015年推測値）で、その内訳は2015年推測値で、農業10.9%、工業28.3%、サービス業60.8%である（CIA fact bookによる）、一方、就業者数は約2/3が農漁業従事者で、輸出額の90%は農漁業産品である。工業は主に食品加工、建設資材、自動車部品製造

が行われている。プロジェクト対象地周辺は、商業地域であり、ホテル、小売店、オフィス等が集まっている。近隣の殆どの住民は給与所得者である。商業的な漁業を営む者は近隣には存在しない。ヴァイシガノ川の上流では河川水で洗濯をしているケースが見られるが、プロジェクト対象地域ではそのような活動は見られなかった。

(9) 土地利用

2014年のウポル島の土地利用は表 2-2-32 に示すとおりである。

表 2-2-32 ウポル島の土地利用

	面積(ha)	比率(%)	定義
Barren Land	100	0.09	植生のない裸地
Built up areas	5,754	5.12	家屋、公園、商業・工業建築物などの存在する市街地
Medium Forest	498	0.44	中程度に鬱蒼とした森林
Open Forest	30,743	27.34	樹木が不連続な森林
Plantation Forest	494	0.44	植樹された人工林
Secondary Forest	18,782	16.71	伐採された後に2次的に生成した森林
Grassland	8,794	7.82	草本や芝が優勢な土地
Infrastructure	233	0.21	道路や空港等インフラ設備
Lakes	225	0.20	湖沼
Mangroves	324	0.29	マングローブ林
Mixed Crops	12,240	10.89	根菜類や樹木作物の混合農地
Plantation	26,624	23.68	ヤシ等の樹木作物農地
Rivers	56	0.05	河川
Scrub	7,267	6.46	5~7mより低い多年生低木
Wetland	294	0.26	湿地

出典: Forest statistics, SBS

2次林まで入れると森林被覆率は約45%と高い。次に大きな面積を占めるのが農地で、約35%となっている。プロジェクト対象地は、市街化地域である。

(10) 教育・識字率

サモア国の識字率は高く、国内どの地域でも 90%を越えている。アピアでは 15 歳から 24 歳の識字率は 98%以上である。初等教育を受けている比率はプロジェクト対象地の Vaimauga 西地区で 79%である。

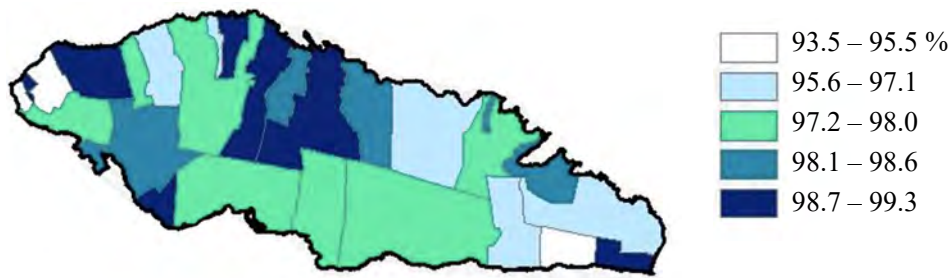


図 2-2-50 識字率（15 歳から 24 歳）

出典：Samoa Socio-economic Atlas 2011

(11) 保健衛生状況

サモア国の乳幼児死亡率は 20 人/出生 1,000 人(2014 年 DHS レポート)、産婦死亡率は 46 人/100,000 出産（2011 年国勢調査）と、世界的に見ると良好である。改善された飲料水を使用している比率は 99%、改善された衛生施設の使用率は 92%（いずれも 2012 年、UNSD MDG 指標データベース）と高い達成率を示している。

2-2-4-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

(1) 環境社会配慮制度および組織

サモア国における環境行政は、天然資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment: MNRE）が担当している。MNRE の組織体制は大臣の下、各 division がそれぞれの分野を担当する。



サモア国の環境に関連する法規を以下にまとめる。

表 2-2-33 サモア国環境関連法規

法令名	担当官庁	目的
National Park and Reserves Act 1974	MNRE	国立公園や保護地区の設立やその管理
Planning and Urban Management Act 1974	MNRE	専門機関 (PUMA) の設立、開発、管理、保全についての計画に関するフレームワーク
Lands Surveys and Environment Act 1989	MNRE	土地管理と、環境保全、野生生物と漁業資源の保全
Waste Management Act 2010	MNRE	固形廃棄物の収集、廃棄、管理
Water Resources Management Act 2008	MNRE	サモアの水源保全・管理
Forestry Management Act 2011	MNRE	効果的で持続的な森林保全
Marine Wildlife Protection Regulations 2009	MNRE	海洋動物の保護・管理
Protection of Wildlife Regulations 2004	MNRE	野生動物の保護・管理
PUMA Environmental Impacts Assessment Regulations 2007	MNRE	開発申請と EIA の承認システムの規定
Fisheries Act 1988	Ministry of Agriculture and Fishery	漁業の管理・開発・保全
Animals Ordinance 1960	MAF	家畜、野生生物の管理と保全、輸出入の管理
Marine Pollution Prevention Act 2008	Ministry of Works, Transport and Infrastructure	船舶の航行に伴う海洋汚染防止

サモア国が批准している多国間環境協定は以下の通りである。

- United Nations Framework Convention on Climate Change 1992
- Kyoto Protocol to the Framework Convention on Climate Change 2005
- Convention on Biological Diversity 1992
- Nagoya Protocol
- Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer 1985
- Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer 1987
- United Nations Convention to Combat Desertification 1994
- Convention on the Protection of World Heritage and Natural Heritage 1972
- Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade
- Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal
- Convention on Persistent Organic Pollutants
- Convention of Wetlands of International Importance
- Convention on Migratory Species of Wild Animals
- Conventional on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna
- United Nations Convention on the Law of the Sea
- Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention of Biological Diversity
- International Treaty on Plant and Genetic Resources for Food and Agriculture
- Minamata Convention (recently)
- Plant Protection Agreement for the South East Asia & Pacific Region
- Strategic Approach to International Chemicals Management

(2) 環境基準等

サモアでは、自国の環境基準は騒音についてのもののみ存在する。現在、騒音以外についても、自国の独自性を鑑みた環境基準値を作ろうとしているとのことである（MNRE CEO より聞き取り）。太平洋地域環境計画事務局（SPREP: Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme）の本部がサモアに置かれており、政府に対する環境に関するアドバイスなども行っていることから聞き取り調査を行ったが、SPREP からは適用すべき環境基準等についての指針は示していない。

サモアは人口 19 万人程度の小さな島国であり、環境モニタリング実施のための人的また予算的キャパシティが十分ではないことから、環境質についてのモニタリングは実施されていない状況である。水質以外の環境測定が実施出来る民間業者も国内には存在しない。定期的に測定を行っているのは、水道局での水質検査程度である。

騒音については、2011年にMNREのPUMAがnoise policyを作成しており、騒音限度が定められている。騒音源と騒音を受ける側の組み合わせで限度が決められており、表2-2-34にそれを示す。

表 2-2-34 サモア国騒音基準

騒音源	“受騒音施設” (LAeq, 10 minutes)											
	住宅			商業施設			宗教施設			工業施設		
	日中	夕刻	夜間	日中	夕刻	夜間	日中	夕刻	夜間	日中	夕刻	夜間
住宅	55	50	45	60	55	50	60	55	50	60	55	50
商業施設	60	55	50	60	55	50	60	55	50	65	60	55
宗教施設	65	55	50	70	60	50	70	60	50	70	65	60
工業施設	65	60	55	70	65	60	70	65	60	75	70	65
工事	75	70	-	75	70	-	75	70	-	75	70	-

*注: 日中は 7:00 から 18:00、夕刻は 18:00 から 22:00、夜間は 22:00 から 7:00 と定義されている。

本事業で問題となる騒音源は工事であり、この場合、受騒音施設の種類の拘わらず敷地境界における等価騒音レベル (LAeq) として日中 75dB、夕刻 70dB が規制値となる。日本の特定建設作業に関する騒音の規制基準値 75～85dB (特定建設作業の種類による) に比べると、作業種類による幅がない分厳しいものとなっている。PUMA は建設工事について、実施場所の位置と周辺環境に応じて作業時間や騒音限度の上乗せを行うことができる。騒音を測定出来る機材はサモア国内では PUMA のみが所持しており、騒音についての苦情があった際に、現場で測定するために使用している。

大気質については、国内にサンプリング用機器および分析機器がなく、訓練を受けた技術者もいないことから、これまで測定が行われていない。

環境振動レベル測定も同様である。飲料水の基準はあるが、国内では測定出来ない項目が多く、それらについては実際にはモニタリングされていない状況である。排水に対する規制もないが、事業者は環境影響の恐れがある場合、開発申請の認可を得る際に MNRE に環境管理計画を示す必要があり、排水管理等に適切な処置が求められる。また、水域で異常が見られた時に、苦情によって MNRE が出動している。

サモア国では、環境主務官庁である MNRE で測定出来ない項目については、業者によるモニタリング結果を検証する事が不可能であるため、そのような項目についての定量的報告は重視されていない。世銀のプロジェクトなどの例でも、実施時の環境影響の評価には、目視等、現実的に実施可能な手段によるモニタリングが行われている。

(3) 環境アセスメントの手続き

環境アセスメントの手続きについては、Planning and Urban Management (Environmental Impact Assessment) Regulations 2007 に規定されている。サモアでは全てのプロジェクトについて、環境省の一部局である都市計画管理局 (Planning and Urban Management Agency, PUMA) からの開発承認 (Development Consent) を受ける必要がある。事業者は開発承認申請書 (Development Consent Application: DCA) を提出するが、EIA レポートはその一部である。しかし、EIA 承認には時間がかかることから、開発承認申請書の提出前に EIA レポートを PUMA に提出することは可能である。

一般的な手続きの流れは以下に示すとおりである。

① 開発申請

事業者は天然資源環境省の Planning and Urban Management Agency (PUMA) に開発申請を提出する。

② PUMA による判定

PUMA は、申請された内容に基づき、Preliminary Environmental Assessment Report (PEAR) または Comprehensive Environmental Assessment Report (CEAR) のどちらの要件に相当するか判定を行い、報告書に書かれるべき内容を決定する。PEAR は初期環境調査 (IEE) に相当し、CEAR は環境アセスメント報告書 (EIA) に相当する。報告書の形式については、PUMA のフォームに従う。

③ 環境社会調査

上記を満足するための環境社会調査を実施し、報告書を取りまとめる。

④ 報告書提出・審査

PUMA は、関係する政府機関に EIA を回覧し、コメントを得る。

⑤ 第三者意見・公聴会

PUMA は必要に応じて、第三者機関へ EIA のレビューを依頼する。住民公聴会は必要に応じて実施される。公聴会実施の必要性は PUMA が決定し、EIA 提出後 2 週間以内に事業者に対して開催するよう通達する。

⑥ 承認

PUMA でのヒアリングによれば、通常、承認が得られるまでおよそ 2~3 カ月かかるとのことである。

サモア国では、Samoa Codes of Environmental Practice というガイドラインが作成されており、以下に示す 14 章からなっている。プロジェクト実施における環境マネジメントはこれに倣うことが求められる。本プロジェクトにおいても、このガイドラインを参照する。

1. COEP 1 Administrative Procedures
2. COEP 2 Road Planning, Design and Construction
3. COEP 3 Consultation
4. COEP 4 Land Acquisition and Compensation
5. COEP 5 Construction Camps
6. COEP 6 Road Construction Erosion Control Construction

7. COEP 7 Slope Stability
8. COEP 8 Quarry Development and Operations
9. COEP 9 Gravel Extraction
10. COEP 10 Coastal Protection
11. COEP 11 Drainage
12. COEP 12 Traffic Control During Construction
13. COEP 13 Earthworks (Draft)
14. COEP 14 Cellular Telecommunications Facilities

2-2-4-4 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

橋梁位置・高さ、取り付け道路線形、交差点形状、工事手法等について、技術的見地、環境社会配慮の見地およびコストから、代替案の比較検討を行った。

橋梁位置についての代替案比較根拠について、表 2-2-35 に示す。プロジェクトを実施しないというオプションでは、洪水被害のおそれが高い状況が継続し、橋梁の老朽化による危険性もあり、選択の余地はないと考えられた。実施案のうち第3案は、コストが最も高くかつ道路の線形が悪くなることから不適切と考えられた。第1案は現橋の位置での架け替え案であるが、仮橋が必要であるためのコスト高、現橋近隣施設への工事影響が大きいことが予想される。第2案は、現橋を供用しながら新橋の建設を行うことが可能であることから、コストを圧縮できるとともに、橋および取り付け道路が海側（施設等から遠ざかる方向）へシフトすることで、工事影響が低減されるとともに、供用時の車両からの騒音・振動、排気ガスの影響が低減する効果があり、最良であると考えられた。

表 2-2-35 代替案の検討結果

代替案	第1案	第2案	第3案	ゼロオプション
概要	架橋位置を現橋位置とする。	架橋位置を現橋より約20m下流側にシフトする。	架橋位置を現橋より約50m下流側にシフトする。	現橋をそのまま使用する。
新橋の線形	現橋は直線であり、現橋位置での架け替えであるため、平面線形は非常に良い。	現在の線形とほとんど同様であり、橋梁部は直線となるため平面線形は非常に良い。	S字形の線形となり、現在の線形に比べると平面線形は非常に悪くなると共に橋長が非常に長くなる。	—
仮橋および迂回路	現橋位置での架け替えであるため現橋及び現道は利用できないため、仮橋及び迂回路の建設が必要となる。	新橋が下流側に約20mシフトするため、現橋及び現道を利用できるため、仮橋及び迂回路は不要である。	新橋が下流側に大きくシフトするため、現橋及び現道を利用できるため、仮橋及び迂回路は不要である。	—
環境 社会 配慮	縦断が1.5m上がるためホテルへのアクセスが困難となる。 ホテルが橋に近接しているため、工事中的ホテルへの影響が大きい。 洪水被害の恐れが低減する。	縦断が1.5m上がることによるホテルへのアクセスの困難性については、側道を設けることにより対応が可能である。 ホテルから新橋への距離が離れるため、工事の影響が低減される。供用時の道路騒音が低減される可能性がある。 洪水被害の恐れが低減する。	縦断が1.5m上がることによるホテルへのアクセスの困難性については、側道を設けることにより対応が可能である。 ホテルから新橋への距離が離れるため、工事の影響が低減される。供用時の道路騒音が低減される可能性がある。 洪水被害の恐れが低減する。	洪水被害の恐れが継続する。

近隣住民への影響	<p>工事中の大気、騒音・振動の影響を受けるが、距離があるため影響は少ない。洪水被害の恐れが低減する。</p>	<p>工事中の大気、騒音・振動の影響を受けるが、距離が海側にシフトすることから、影響は1案よりさらに低減される。洪水被害の恐れが低減する。</p>	<p>工事中の大気、騒音・振動の影響を受けるが、距離が海側へのシフト幅が大きいため、影響は3案の中で最も小さい。洪水被害の恐れが低減する。</p>	洪水被害の恐れが継続する。
住民移転・用地	<p>現橋位置での架け替えのため、基本的に住民移転及び用地取得は生じない。</p>	<p>新しい平面線形上には住居はなく、範囲は現在の道路用地と政府用地内に収まることから、住民移転も用地取得も発生しない。</p>	<p>新しい平面線形上には住居はなく、範囲は現在の道路用地と政府用地内に収まることから、住民移転も用地取得も発生しない。</p>	不要
経済性	<p>橋梁建設費は第2案と同じであるが、仮橋及び迂回路の建設が必要となるため、経済性は第2案よりかなり劣る。</p>	<p>仮橋及び迂回路の建設が不要であり、橋梁建設費が第3案に比べ非常に安い。経済性は最も優位となる。</p>	<p>仮橋及び迂回路の建設は不要であるが、橋梁建設費が非常に高くなるため、経済性は最も劣る。</p>	<p>現橋は老朽化のため、大型車の通行が制限されており、そのための経済損失は無視出来ない。</p>
自然災害への耐久性	<p>100年確率の潮位、洪水位でも主桁が浸水することはない。洪水による二次災害の恐れもなくなる。</p>	<p>100年確率の潮位、洪水位でも主桁が浸水することはない。洪水による二次災害の恐れもなくなる。</p>	<p>100年確率の潮位、洪水位でも主桁が浸水することはない。洪水による二次災害の恐れもなくなる。</p>	<p>「エヴァン」と同様のサイクロンの襲来では、洪水による災害が発生する可能性が高い。</p>
健全性・安全性	<p>新橋を建設することで、健全性・安全性が復活する。</p>	<p>新橋を建設することで、健全性・安全性が復活する。</p>	<p>新橋を建設することで、健全性・安全性が復活する。</p>	<p>老朽化や2012年のサイクロン「エヴァン」による損傷が激しいことから落橋の恐れも指摘されている。</p>
評価と理由	<p>○</p> <ul style="list-style-type: none"> 仮橋が必要となり、事業費も高くなる。 工事中の騒音・振動の影響がかなり大きい。 	<p>◎</p> <ul style="list-style-type: none"> 事業費と環境問題に関する最小の負の影響の観点から判断すると、当案は最良である。 	<p>△</p> <ul style="list-style-type: none"> 事業費が最大であることと線形の困難性により、当案は適切でない。 	<p>×</p> <ul style="list-style-type: none"> 洪水と橋梁の損傷の危険性が続くため、当案は採用しがたい。

2-2-4-5 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

スコーピングの結果を表 2-2-36 に、それに基づく TOR 案を表 2-2-37 に示す。

表 2-2-36 スコーピング案

分類	影響項目		評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	C	工事中：建設機材、関係車両の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：交通量の増加によって、大気汚染が増加する可能性があるが、交通渋滞が緩和されることによる正の効果も期待される。
	2	水質汚濁	B-	D	工事中：工事現場からの排水等による水質汚濁の可能性はある。橋脚・橋台工事のような基礎工事の際に、底質を巻き上げることで水質汚濁を引き起こす可能性がある。 供用時：水質汚濁の原因となる要素はない。
	3	廃棄物	B-	D	工事中：現橋の解体に伴う廃棄物が発生する。作業員が発生させる生活廃棄物が増加する。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
	4	土壌汚染	D	D	工事中・供用時：土壌汚染を起こすような作業は想定されない。
	5	騒音・振動	B-	C	工事中：建設機材・車両の稼働、既設橋の撤去等による騒音・振動が想定される。 供用時：交通量の増加によって、騒音振動が増加する可能性がある。
	6	地盤沈下	D	D	工事中・供用時：地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	工事中・供用時：悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
	8	底質	B-	D	工事中：河川および海岸線での作業により、底質の巻き上げが発生する可能性がある。 供用時：底質に影響を与える要素はない。
自然環境	9	保護区	B-	D	工事中：近隣に海洋保護区が存在するが、湾の外側に存在することから、湾内の工事の影響は限定的である。 供用時：保護区に影響を与える要素はない。

	10	生態系	B-	D	<p>工事中：現存する橋の架け替えであることから、陸上の生態系への影響は大きくないと考えられるが、現在の海岸線の海側への移動による、現存海中生物への影響が懸念される。また、工事中に発生する濁水や底質の攪拌による濁度増加が影響を与える可能性がある。</p> <p>供用時：生態系に影響を与える要素はない。</p>
	11	水象	B-	B+	<p>工事中：橋は河川の最下流に位置することから、河川の流況への影響は少ないと考えられるが、工事手法について、特に洪水期の流れを阻害しない手法を検討する必要がある。</p> <p>供用時：洪水および温暖化による潮位上昇を検討して橋の高さを従来よりも高くし、また流況改善のために橋脚間隔が広がっている。これらの対策により洪水等被害の可能性が低減される。</p>
	12	地形、地質	D	D	<p>工事中：地形・地質に影響を及ぼす作業はない。</p> <p>供用時：堤防の強化および、河川流況の向上により、地形地質への影響は回避される。</p>
社会環境	13	住民移転	D	D	<p>工事中・供用時：現橋より、下流側（海側）へシフトする設計であり、プロジェクト実施地区には住民は存在せず、住民移転は発生しない。</p>
	14	貧困層	C	B+	<p>工事中：対象地の貧困層の存在について調査中である。</p> <p>供用時：橋梁のかさ上げにより、洪水の危険が低減することによる正のインパクトが貧困層におよぶ可能性がある。</p>
	15	少数民族・先住民族	C	C	<p>工事中・供用時：事業対象地及びその周辺の少数民族・先住民族の存在を調査中である。</p>
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	<p>工事中：工事による雇用発生が地域経済にプラスに働く。</p> <p>供用時：交通状況の改善による、地域経済への正の影響は大きいと考えられる。</p>
	17	土地利用や地域資源利用	B-	B+	<p>工事中：工事現場周辺での一時的用地借用が必要となる。</p> <p>供用時：橋の位置が海側にシフトすることに伴い、道路も同時に移動し、現在道路が存在する部分が空き地となることから、有効活用することが可能となる。</p>
	18	水利用	D	D	<p>工事中・供用時：対象地区は河川の流末であり、水利用は行われていないため、工事中も供用時もプロジェクトからの影響はない。</p>

19	既存の社会インフラや社会サービス	B-	B+	工事中：工事中の交通渋滞が想定される。また、水道管、燃料管、通信線が現橋に付帯されており、適切な移設が必要である。 供用時：交通状況が改善することによる正の効果大きいことが想定される。
20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	工事中・供用時：本事業は、社会関係資本や社会組織への影響は想定されない。
21	被害と便益の偏在	D	D	工事中・供用時：本事業は、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらす要素はない。
22	地域内の利害対立	D	D	工事中・供用時：本事業は、地域内の利害対立を引き起こすことはないと考えられる。
23	文化遺産	D	D	工事中・供用時：事業対象地及びその周辺には文化遺産は存在しない。
24	景観	B-	B-	工事中：現橋に面しているホテルからの景観が阻害される可能性がある。 供用時：橋梁の高さ・位置を変更することによる景観の変化がある。
25	ジェンダー	D	D	工事中・供用時：本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。
26	子どもの権利	D	D	工事中・供用時：本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
27	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	工事中：橋梁の延長は75mとそれほど規模が大きいものではないが、工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性について検討を行う。 供用時：感染症に影響を与える要素はない。
28	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：労働環境に影響を与える要素はない。
その他	29 事故	B-	B-	工事中：工事中の事故に対する配慮が必要である。 供用時：線形が変わることによる、通行の安全性の確保が必要である。
	30 越境の影響、及び気候変動	D	B+	工事中：本事業は、越境の影響や気候変動にかかる負の影響はほとんどないと考えられる。 供用時：交通渋滞が減ることによる排気ガスの低減が考えられ、環境にはプラスである。

評価： A：大きな影響が想定される。 B：ある程度の影響が想定される C：影響の程度が不明であり、今後の確認調査が必要である。 D：影響は軽微であり、今後の調査は不要である。

＋：正の影響、－：負の影響

表 2-2-37 TOR案

影響項目		調査項目	調査手法
1	代替案の検討	① 架橋位置・高さ・設計 ② 工法	① 関係者ヒアリング、前例等調査 ② 関係者ヒアリング、前例等調査
2	大気汚染	① 適用される基準の検討 ② 大気質現況の把握 ③ 工事中の影響 ④ 供用時の影響	① 文献調査、前例等ヒアリング ② 文献調査、ヒアリング ③ 工事用車両・工事用機械・発電機等からの排出量予測 ④ 通行車両からの排出量予測
3	水質汚濁	① 濁水 ② 底質	① 工法と濁水が発生する可能性のある作業確認、規模推定、水質調査 ② 工法と底質を攪拌する可能性のある作業確認、規模推定
4	廃棄物	① 建設廃棄物 ② 一般廃棄物	① 現橋の撤去に伴って発生する建設廃棄物の種類、量の試算および、処理方法についてのヒアリング ② 一般廃棄物の処理方法についてのヒアリング
5	騒音・振動	① 適用される基準の検討 ② 騒音・振動現況の把握 ③ 工事中の影響 ④ 供用時の影響	① 文献調査、前例等ヒアリング ② 文献調査、ヒアリング、測定 ③ 工事用車両・工事用機械・発電機等からのレベル予測 ④ 通行車両からのレベル予測
6	底質	① 底質調査	① 文献調査、工事現場付近での底質調査
7	保護区	① 保護区への工事の影響	① 海浜公園への影響予測
8	生態系	① 生態系調査	① 周辺の貴重種の確認、湾内生息海生生物の調査。文献および現地調査
9	水象	① 工事影響	① 河川流況および、橋梁かけ替え後の流況予測
17	土地利用や地域資源利用	① 土地利用現況調査	① ヒアリングおよび土地台帳調査
19	既存の社会インフラや社会サービス	① 交通量調査結果分析 ② ユーティリティ調査	① 交通量調査分析および渋滞予測 ② 現橋に付帯しているユーティリティの移設方法確認及び、所有者ヒアリング
24	景観	① 景観調査	① 現況の景観確認および事業後の景観予測
27	HIV/AIDS等の感染症	① 感染症の現況 ② プロジェクトからの影響	① 感染症の現況についての聞き取り調査 ② 工事規模および期間推定
28	労働環境(労働安全を含む)	① 労働災害の現状 ② 労働安全対策の実施状況	① 文献調査、聞き取り調査 ② 聞き取り調査
29	事故	① 交通事故発生状況 ② 対策実施状況	① 文献調査、聞き取り調査 ② 聞き取り調査

2-2-4-6 環境社会配慮調査結果

現地調査結果および再委託による環境社会配慮調査結果を下表にまとめる。

表 2-2-38 環境社会配慮調査結果

分野	影響項目	調査結果																
汚染対策	大気汚染	<p>サモアでは大気質モニタリング体制はなく、MNRE でも測定実績がなく、調査測定機材自体が国内には存在しない。これまで、大気質についてプロジェクトベースでも調査が行われた事例がなく、ベースとなる大気質についての定量的な情報はサモア国に存在しない。大気質のモニタリングはある程度の期間を必要とし、測定のための機材のみならず訓練を受けた技術者が必要であることから、現在のサモアにおいてプロジェクト単位で、大気質測定によるモニタリングを行うことは現実的ではない。従って、本プロジェクトでは、排出源からの推定を行い、緩和措置を検討した。</p> <p>工事期間中については、工事車両および重機による排ガス、また、土工・橋梁撤去時に発生する粉塵による大気への影響が想定される。大気汚染物質による影響を試算したところ以下の通りとなり、日本の環境基準に比較しても低いレベルである。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>単位</th> <th>予測値</th> <th>日本の環境基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一酸化炭素</td> <td>ppm</td> <td>0.15</td> <td>1時間値の1日平均値が10ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20ppm以下であること。</td> </tr> <tr> <td>二酸化窒素</td> <td>ppm</td> <td>0.015</td> <td>1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。</td> </tr> <tr> <td>粒子状物質</td> <td>mg/m³</td> <td>0.007</td> <td>1時間値の1日平均値が0.10mg/m³以下であり、かつ、1時間値が0.20mg/m³以下であること。</td> </tr> </tbody> </table> <p>サモア国は、工業化が進んでおらず、主たる大気汚染源は車両によるものと考えられるが、車両台数が日本などに比べて大変少なく、ベースラインの大気の状態が比較的良好で、MNRE も大気環境の現況については問題視していない。従って、工事からの影響は受容範囲に入ることが予想される。しかし、工事車両・重機等が良好な稼働状態にあるよう管理し、排出ガスが想定内に収まるよう管理する事が重要である。</p> <p>供用期間中については、通行車両からの排気ガスの影響が想定される。サモア国の車両交通量の伸び率は年間0.8%と試算されている。10年後の伸び率で8.3%であるが、上流でのレオネ橋の修復等により交通量が分散することによりヴァイシガノ橋付近の交通量は供用10年後の伸び率で6.0%と予想されている。一方、取り付け道路の交差点改良により、通行状況が改善されることが見込まれ、交差点での遅れ時間が現在の3分より改善される。そのため、車両の滞留が減少することによる排出ガス量の累積量の低減が期待出来る。また、橋梁位置が海側に20mシフトすることから、車両排気ガスによる影響を受ける施設との距離が開くことによる改善が見込まれ、供用中の大気汚染の影響は限定的である。</p>	項目	単位	予測値	日本の環境基準	一酸化炭素	ppm	0.15	1時間値の1日平均値が10ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20ppm以下であること。	二酸化窒素	ppm	0.015	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。	粒子状物質	mg/m ³	0.007	1時間値の1日平均値が0.10mg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が0.20mg/m ³ 以下であること。
	項目	単位	予測値	日本の環境基準														
一酸化炭素	ppm	0.15	1時間値の1日平均値が10ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20ppm以下であること。															
二酸化窒素	ppm	0.015	1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。															
粒子状物質	mg/m ³	0.007	1時間値の1日平均値が0.10mg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が0.20mg/m ³ 以下であること。															
水質汚染	<p>プロジェクトサイトは河川の末端部であり、河川水質への工事の影響は無視出来ると考えられるが、工事で発生する濁水が湾内の水質に影響を与える可能性が考えられる。</p> <p>また、橋梁基礎工事時に底質の巻き上げが発生するおそれがあることから、底質の調査を実施した。底質は橋梁の基礎工事が行われると予想される位置付近で採取した。結果は以下の通りである。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>単位</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鉛</td> <td>mg/kg</td> <td>2.31</td> <td>0.37</td> </tr> <tr> <td>カドミウム</td> <td>mg/kg</td> <td>0.90</td> <td>0.07</td> </tr> </tbody> </table>		単位	1	2	鉛	mg/kg	2.31	0.37	カドミウム	mg/kg	0.90	0.07					
	単位	1	2															
鉛	mg/kg	2.31	0.37															
カドミウム	mg/kg	0.90	0.07															

		<p>この濃度レベルであれば、重量%で1%の濁質が懸濁したとしても、現在の水質に含まれるレベルをはるかに下回ることから、底質の攪乱による水質汚染で問題となるのは濁度のみと考えられる。</p>												
	廃棄物	<p>廃棄物に関する法律は、Waste Management Act 2010 が存在する。環境主務官庁（現在は MNRE）の責任として、商業、工業および生活廃棄物収集サービスの提供のための手配をし、処分場管理、廃棄物処理の承認、廃棄物保管について適切な管理を行うこと等が述べられている。廃棄物の海洋投棄や海洋での焼却は基本的には認められない。現在サモアには焼却処理場は存在せず、ウポル島には埋め立て処分場として、Tafaigata 処分場一カ所が存在する。Tafaigata 処分場は、JICA の支援で福岡メソッドとして知られる準好気性の衛生的な処分手法を導入しており、太平洋島嶼諸国でのモデルケースとしても知られる。一般ゴミの他、リサイクルに回せる以外の全てのゴミはここに持ち込まれる。建設廃棄物は有償で受け入れる。</p> <p>本プロジェクトで発生する建設廃棄物の最大量を占めるものは、旧橋取り壊しにより発生する鋼材、コンクリートガラとなる。鋼材についてはリサイクルに回すことが可能である。MNRE でのヒアリングによれば、MNRE は公共建築物の取り壊しの際に、廃棄物を公開入札での売却を行っており、リサイクルおよび廃棄物減量の観点から、同様の処理が勧められた。建設廃棄物を最小化するために資源として活用可能なものについては、適切な方法でリサイクルすることを検討する。現在想定されている廃棄物量は以下の通りである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>材質</th> <th>量 (m3)</th> <th>排出源</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼材</td> <td>15</td> <td>既存橋</td> </tr> <tr> <td>コンクリート</td> <td>1.010</td> <td>既存橋、歩道舗装、縁石、階段、護岸</td> </tr> <tr> <td>アスファルト</td> <td>320</td> <td>道路舗装</td> </tr> </tbody> </table> <p>廃棄物については、全て自国内で処分が行われることから、越境の可能性はない。</p> <p>また、工事中、作業員による生活廃棄物が発生する。これは一般廃棄物と同じく有償で処分場で処理される。</p>	材質	量 (m3)	排出源	鋼材	15	既存橋	コンクリート	1.010	既存橋、歩道舗装、縁石、階段、護岸	アスファルト	320	道路舗装
材質	量 (m3)	排出源												
鋼材	15	既存橋												
コンクリート	1.010	既存橋、歩道舗装、縁石、階段、護岸												
アスファルト	320	道路舗装												
	騒音・振動	<p>工事中の騒音・振動の影響を最も大きく受けるのは、近隣のホテルである。</p> <p>新橋の位置が海側にシフトした分、建設工事の影響は低減されるが、既存の橋および取り付け道路の撤去は距離が短く影響が大きいことが予想される。近隣の住宅は十分な距離があることから工事騒音および振動の影響は小さい。</p> <p>ホテル建物から既存橋への距離はおよそ 20m、新しく建設される道路への直線距離は約 20m である。橋梁撤去の騒音レベルは 120dB と言われているが、20m 距離での単純な減衰で 64dB まで低下し、サモアの工事騒音の基準 75dB（日本は 75~85dB）を満足する。粉塵対策も兼ねて仮囲いもしくは遮音シートを設置することで、更に 15dB 程度の低下を期待出来る。橋梁の基礎工事では、くい打ちおよび引き抜きが大きな騒音源となることが予想されるが、橋位置を海側 20m にシフトした結果、ホテルおよび近隣居住者への影響は少なくなった。</p> <p>道路工事については、騒音としては大きくないが、ホテルの正面玄関前などでは、景観への悪影響への対策も兼ねて、仮囲いの設置を検討する。</p> <p>供用時の道路騒音・振動については、橋梁および取り付け道路が海側に 20m シフトすることにより、騒音・振動の影響を受ける対象が離れることから、距離減衰による低減により改善される見込みである。</p>												
	底質	<p>底質については、日本を含めて特に基準はないが、底質には重金属が濃縮される傾向があり、懸濁により水質に影響が及ぶ恐れがあった。</p> <p>分析結果は上記「水質汚染」に記載した通りで、特に高濃度とは言えず、工事による底質の巻き上げで影響があるのは主に濁度の増加である。</p>												
自然環境	保護区	プロジェクトエリア内に保護区は存在しない。												

	生態系	<p>事業対象地は市街地であり、自然の植生は存在せず、街路樹・人工植生による限られた樹木が存在している。その結果、動物の生息に適する場所は少なく、調査では一般的な6種の陸上性鳥類および1種の海洋性鳥類が観測された多様性に乏しい現況であった。従って、陸上の生態系への影響は限定される。</p> <p>海中の動植物は、滞留した湾内の流況および、河川からの洪水による濁質蓄積の影響で多様性が低い。生物調査の結果では、現存する動植物はいずれも濁りに強いもので、貴重種、希少種は見られなかった。</p>
	水象	<p>橋台の工事は雨季を避けて実施する工程が組まれており、工事により河川流況が阻害されるような状況避けるよう計画されている。</p> <p>新橋の設計においては、100年確率の潮位、洪水位に対しても1mの余裕高をもち、流木が橋桁に衝突が避けられることが考慮されており、洪水被害の発生の可能性が大幅に低減する。また同時に護岸の整備も行われることから、洪水被害の恐れは低減する。</p>
社会環境	土地利用	<p>現在の橋および取り付け道路位置から海側に移動する計画であることから、主たる工事用地は現在の橋梁および道路用地および海岸である。よって土地利用への影響は限定的である。</p>
	貧困	<p>サモアの貧困レベルには、食料貧困線と基礎生活貧困線の2種類が定義されている。プロジェクトエリアで実施された社会調査の結果、殆どの世帯は食料貧困線を上回るが、基礎生活貧困線以上の世帯数は多くはない。繁華街でも物乞いなどが目に付かないことから深刻な貧困レベルにある者の割合は大きくないと考えられる。</p>
	ユーティリティ	<p>水道・通信等の事業者との協議を開始しているが、移設方法および時期について協議を実施しており、了解を得ている。</p>
	景観	<p>現在検討中の計画では、橋高は1.5m高くなるが、現橋位置より海側に遠ざかることから景観として大きな変更にはならないと考えられる。また遊歩道は現状を復元する計画である。現在遊歩道にあるヤシなどの街路樹は、移植もしくは再植樹により現在の景観を再現させる。また、別途進められている、アピアウォーターフロント計画との協調も検討されている。</p> <p>工事中にホテルからの景観が阻害される可能性がある。騒音・振動を避ける目的で遮音シートもしくは仮囲いを設置する計画であるが、ホテルからの景観に配慮する必要がある。</p>
	感染症	<p>サモアでは、腸チフス、風疹等のウイルス感染症の流行が時折発生する他、感染症の発生は多くはないと言われている。UNAIDの報告に寄れば、サモアでのHIVは非常に少なく、1990年に初の症例が報告されてから2014年までの間の感染者数は24人であり、多くが性行為による感染例である。一方、HIVは少ないが、近年性行為感染症が増加傾向にあることから、感染予防の啓発は基本事項である。</p>
	労働環境	<p>労働環境の改善について、サモアはOccupational Safety & Health Act 2002（労働安全衛生法）とOccupational Safety and Health Regulations 2014（労働安全衛生規則）に基づき労働災害の低減に努めており、ILOによれば、サモアの労災被害者は2014年のデータがあり、38名の男性が致命的でない事故にあっている。2014年の労働力人口は37,800名と報告されており、およそ0.1%の発生率である。日本の2015年の休業4日以上死傷災害の発生率は労働力人口に比して0.2%である。統計の取り方に差があることが考えられることから直接の比較はできないが、サモア国内の工事現場で見かける労働者は通常ヘルメット等安全装備を身に付けており、労働環境は比較的良好であると想定される。</p>
	事故	<p>道路交通事故は、自動車の通行方式を変更した2009年から2010年にかけて年間死亡者数が50人を超えたのを除くと、年間10人から、20人の間で推移している。そのうち76%が歩行者である。WHOの推計によれば、人口10万人当たりの事故数は15.8件（日本は4.7）である。比較的運転マナーは良く、事故率もとびぬけて高いとは言えないが、工事中の誘導等の事故防止対策を充実させることが重要である。一方、橋梁位置変更に伴う線形の変更により、ホテル前の車両アプローチ方向の変更や、交差点の形状変更が起こることから、標識や適切な停止線の設置などの対策が必要であるが、これらは設計に盛り込まれる。</p>

2-2-4-7 ステークホルダー会議

ステークホルダー会議の内容について表 2-2-39 に概要をまとめる。議事録を巻末資料として添付する。ユーティリティの移設方法や、ホテル前アプローチ道路の安全設計などにステークホルダーからの意見が反映された。また住民公聴会では、環境社会調査結果についての質疑応答の結果、代替案2が支持され、プロジェクト実施に合意が得られた。住民の最大の関心事は洪水被害対策にどのように貢献するのか。という点であり、改善された橋梁の立て替えが、別プロジェクトである河川堤防改良工事との相乗効果もあって、今後洪水の危険性が低減することを歓迎していた。また、表に記載された例以外にも、工事の影響を直接受ける可能性がある土地の所有者や、住民との個別のコンサルテーションを実施している。各協議において、事業実施に対する大きな反対は見られなかった。

表 2-2-39 ステークホルダー会議実施内容

対象	実施日・場所	参加者	手法	協議内容
現橋に付帯しているユーティリティ事業者	2016/6/22 LTA	水道・電気・通信・燃料事業者 LTA 調査団 計14名	会議	プロジェクトの計画概要説明とユーティリティ移設の必要性について説明。移設の手順、課題について、質疑応答。
プロジェクトサイト側のホテル	2016/7/15 Sheraton hotel	ホテルマネジャー LTA 調査団 計5名	会議	プロジェクトの計画概要の説明。新しい道路線形へのホテルからの出入りの安全性および道路排水について懸念が示されたため、設計で対応されることを回答。
近隣住民	2016/10/3 Maluafou College Hall	近隣地区の住民および住民代表 16人	公聴会	プロジェクトの計画概要の説明。スコーピング結果説明。自由討議。新橋建設が洪水被害に対してどのようなメリットがあるのか、十分堅牢であるのかについて質問が集中。また、取り付け道路の移動後の空き地の活用方法に対する意見については、政府もしくはLTAの責任であることを説明。
近隣住民、事業者	2016/10/26 Maluafou College Hall	近隣地区の住民、事業者および住民代表 約30人	公聴会	プロジェクトの概要および環境社会調査結果、代替案の説明。自由討議。工事中のインパクトの緩和方法詳細についての質問等あり。代替案の比較では代替案2が支持された。

2-2-4-8 影響評価

現地調査および環境社会配慮調査結果、ステークホルダーからの意見聴取結果から、スコーピング結果と比較した影響評価を次表にまとめる。

表 2-2-40 影響評価

分野	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事中 ・ 工事前	供用時	工事中 ・ 工事前	供用時	
	大気汚染	B-	C	B-	D	工事中：建設機材、関係車両の移動および稼働等による排出ガス、現橋の撤去作業等での粉塵の発生により、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：交通量の大幅な増加は見込まれず、また取り付け道路交差点の改良により車両の滞留が減ることが想定されることから大気質の状況は現況より悪化することはないと考えられる。また、橋梁の位置が20m海側にシフトすることにより、通行車両からの排出ガスによる汚染物質の住民・施設への直接影響が低減する。従って、供用時の評価をDとした。
	水質汚濁	B-	D	B-	D	工事中：工事現場からの排水等による水質汚濁の可能性はある。橋脚・橋台の基礎工事の際に、底質を巻き上げることで水質汚濁を引き起こす可能性がある。 供用時：水質汚濁の原因となる要素はない。
	廃棄物	B-	D	B-	D	工事中：現橋および一部の道路舗装の撤去に伴う廃棄物が発生する。作業員が発生させる生活廃棄物が増加する。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
	騒音・振動	B-	C	B-	D	工事中：建設機材・車両の稼働、くい打ちおよび引き抜き、既設橋の撤去等作業による騒音・振動が想定される。 供用時：交通量の大幅な増加は見込まれない一方、橋梁及び取り付け道路は海側にシフトすることから、道路からの騒音・振動はむしろ低減することが想定される。従って供用時の評価をDとした。
	底質	B-	D	B-	D	工事中：河川および海岸線での作業により、底質の巻き上げによる濁度増加が発生する可能性がある。 供用時：底質に影響を与える要素はない。
	保護区	B-	D	D	D	工事中：近隣に海洋保護区が存在するが、湾の外側に存在することから、湾内の工事の影響は限定的であり、海流の現況から見ても、プロジェクトからの直接の影響は及ばないと想定されることから、工事時の評価をDとした。 供用時：保護区に影響を与える要素はない。
	生態系	B-	D	B-	D	工事中：現存する橋の架け替えであることから、陸上の生態系への的的な影響は大きくないと考えられるが、工事中に発生する濁水や底質の攪拌による濁度増加が影響を与える可能性がある。 供用時：生態系に影響を与える要素はない。

	水象	B-	B+	B-	B+	<p>工事中：橋は河川の最下流に位置することから、河川流況への影響は少ないと考えられるが、工事時期等について、特に洪水期の流れを阻害しない計画を検討する必要がある。</p> <p>供用時：洪水および温暖化による潮位上昇を検討して橋の高さを従来よりも高くし、また流況改善のために橋脚間隔が広がっている。これら対策により洪水等被害の可能性が低減される。</p>
	貧困層	C	B+	D	B+	<p>工事中：対象地には貧困層は存在しない。</p> <p>供用時：橋梁のかさ上げにより、洪水の危険が低減することによる正のインパクトが低所得層におよぶ可能性がある。</p>
	少数民族・先住民族	C	C	D	D	<p>工事中・供用時：事業対象地及びその周辺の少数民族・先住民族は存在しない。</p>
	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+	B+	<p>工事中：工事による雇用発生が地域経済にプラスに働く。</p> <p>供用時：交通状況の改善による、地域経済への正の影響は大きいと考えられる。</p>
	土地利用や地域資源利用	B-	B+	B-	B+	<p>工事中：工事現場周辺での資機材置き場、作業場、現場事務所等の用途で一時的用地借用が必要となる。借地面積は概算で13,300m²程度と予想され、工事中2年間ほどの借用が必要である。市場価格でLTAがリース契約を結ぶこととなる。</p> <p>供用時：橋の位置が海側にシフトすることに伴い、道路も同時に移動し、現在道路が存在する部分が空き地となることから、有効活用することが可能となる。プロジェクト対象地付近は、釣り人や洗濯などの水利用は行われておらず、これに対する影響は発生しない。</p>
	既存の社会インフラや社会サービス	B-	B+	B-	B+	<p>工事中：工事中の交通渋滞が想定される。また、水道管、燃料管、通信線が現橋に付帯されており、適切な移設が必要である。</p> <p>供用時：交通状況が改善することによる正の効果が大きいことが想定される。</p>
	景観	B-	B-	B-	D	<p>工事中：ホテル前の道路およびホテル脇の現橋撤去時にホテルからの景観が阻害される可能性がある。</p> <p>供用時：取り付け道路の遊歩道は現状をほぼ復元する形で再建され、景観が阻害される可能性は低いことから評価をDとした。</p>
	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	B-	D	<p>工事中：橋梁の延長は75mとそれほど規模が大きいものではないが、工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性はある。</p> <p>供用時：感染症に影響を与える要素はない。</p>
	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	B-	D	<p>工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。</p> <p>供用時：労働環境に影響を与える要素はない。</p>
	事故	B-	B-	B-	D	<p>工事中：工事中の事故に対する配慮が必要である。</p> <p>供用時：交差点の改良により交通状況が改善されることから、事故の発生率低減に繋がる可能性があり、供用時の評価をDとした。</p>

	越境の影響、及び気候変動	D	B+	D	B+	<p>工事中：太平洋の島国であることから工事中に発生する汚染物質が越境する可能性は極めて低い。廃棄物も国内で処理される。</p> <p>供用時：交通渋滞が減ることによる排気ガスの低減が考えられ、環境にはプラスと考えられる。</p>
--	--------------	---	----	---	----	---

評価：A：大きな影響が想定される。 B：ある程度の影響が想定される C：影響の程度が不明であり、今後の確認調査が必要である。 D：影響は軽微であり、今後の調査は不要である。

＋：正の影響、－：負の影響

2-2-4-9 緩和策および緩和策実施のための費用

記環境社会配慮調査結果および影響評価に基づき、緩和策を下表にまとめる。

表 2-2-41 影響および緩和策

影響項目	緩和策（工事中）	実施機関	監督機関	費用
大気汚染	<p>粉塵の抑制については、仮囲い、カバーを使用し、かつ粉塵が発生する作業中は散水を行うことにより、発生量を最小限に留める。</p> <p>工事車両および重機等からの排出ガスについては、車両および重機を登録制とし、十分な整備と管理を行うことにより低減を図る。</p>	施工業者	LTA MNRE	建設費用
水質汚濁	<p>橋台および橋脚の基礎工事のような濁水が発生する可能性がある作業については、仮締め切り内で行い、直接流出を避ける。必要に応じて水処理（沈殿・中和）を行う。目視による濁水の発生状況監視を行い管理する。</p> <p>異常が確認された場合は、速やかに作業を停止し、適切な処置をとるとともに、サンプリングを行い、水質分析を実施する。</p>	施工業者	LTA MNRE	建設費用
廃棄物	<p>建設廃棄物については、可能な限りリサイクルを行う。廃棄は、所定の料金を支払って、認定処分場へ排出する。</p> <p>作業員による生活廃棄物については、一般廃棄物の処理に準じ、有償で処分を依頼する。</p>	施工業者	LTA MNRE	建設費用
騒音・振動	<p>騒音・振動が発生する作業については影響が及ぶ恐れがある施設との間に仮囲いもしくは遮音シートを設置し、低減を図る。また、作業時間を日中のみに限定し、休日・祝日は作業を行わない。</p> <p>作業中のモニタリングを実施し、適正な水準であることを確認する。</p> <p>オペレーターに対し、騒音・振動の抑制を目的とした作業手順を指導する。</p> <p>なお、既設 A1 橋台撤去時は、ホテル側は宿泊客を道路より離れた奥の部屋に移すとのことである。</p>	施工業者	LTA MNRE	建設費用
底質	<p>底質の巻き上げが生じる恐れがあるが、水質汚濁対策に準じて緩和措置を取る。</p>	施工業者	LTA MNRE	建設費用
生態系	<p>水質汚濁対策により影響を緩和する。</p>	施工業者	LTA MNRE	建設費用

水象	雨季には河川内工事を行わない等の工事実施スケジュールを遵守する。サイクロン到来等の非常時には関係機関と協議し別途対策を講じる。	施工業者	LTA	建設費用
土地利用や地域資源利用	工事現場周辺での一時的用地借用は、LTA が責任を持って実施する。	LTA	MNRE	サモア政府予算
既存の社会インフラや社会サービス	工事に伴う交通渋滞の発生や迂回路の設定については、サインボードの設置、誘導員の配置および近隣住民への広報の実施により影響を最小化する。 水道・通信等ユーティリティーの移設については、移設計画案が作成されているが、実施に当たって十分協議を行い進める。	施工業者	LTA	建設費用
景観	工事現場に最も近いホテルからの景観悪化を最低限に留めるため、仮囲い、シートの設置については位置および期間について配慮を行う。また工事スケジュールをホテル側と共有する。	施工業者	LTA	建設費用
HIV/AIDS 等の感染症	工事関係者への啓発を定期的実施し、感染症の発生がないよう努める。	施工業者	LTA	建設費用
労働環境(労働安全を含む)	工事関係者への啓発を定期的実施し、労働事故発生を抑制する。必要に応じて安全ツールを準備する。	施工業者	LTA	建設費用
事故	工事車両の運行については、安全に配慮した通行計画を作成し、また運転者への安全教育を実施することにより事故の発生を未然に防ぐ。	施工業者	LTA	建設費用

2-2-4-10 用地取得・住民移転

(1) 用地取得と住民移転の必要性

本事業において、対象地にはいかなる居住者も建築物も存在せず、住民移転は発生しない。用地については、現橋位置から下流側（海側）にシフトするため、取り付け道路のための新規の用地が必要となるが、全て現在の道路用地および政府所有地内に納めるよう、道路計画で調整を行う。従って、民間からの用地取得は不要である。

政府用地を政府組織が公共事業で使用する場合、次のような手続きで承認を得る。土地を使用する組織（本プロジェクトの場合であれば LTA）から MNRE の大臣に、プロジェクトの概要、使用したい政府用地の位置、目的等を記載した要望書を提出する。MNRE 大臣は土地委員会（Land Board）の議長であり、土地の使用についての承認を行う。コピーは首相にも渡され、国家的に重要なプロジェクトであれば手続きを促進させる。公共事業の場合はこの手続きは 1～2 カ月程度で完了することが多い。

(2) 用地取得と住民移転にかかる法的枠組み

サモアにおける用地取得・住民移転にかかる法的枠組みとして、下記の法制度が関係する。

- The Constitution
- Property Law Act 1952
- Taking of Land Act 1964
- Land Titles Registration Act 2008 and regulations
- Survey Act 2010 and regulations
- Alienation of Customary Land Act 1965
- Land Transport Authority Act 2007
- Land Valuation Act 2010; and
- Samoa Code of Environmental Practice.

公共目的での土地収用（すなわち、所有権 freehold または慣習地 customary land の譲渡）は Taking of Land Act 1964 に従う。土地収用の必要性が明らかになった場合、freehold の所有者または、慣習地に関し *pule*(=authority) を有する *matai* に対し、通知が行われる（1 ヶ月間など）。異議については 28 日間受け付け、書面での異議が無い場合、Minister による土地収用の発令をもって手続が進められる。

土地の登記と売買は Land Titles Registration Act 2008 に従う。ただし、この法律は慣習地には適用されず、freehold land の私的な譲渡にのみ適用される。

1) 土地分類

サモアの土地分類は以下のとおりである。

a) 慣習地 Customary land

サモアの土地の大部分は customary ownership のもとに所有され、憲法のもとに保護されている。慣習地は土地について権利を有する *matai* または家長のもとに所有される。家長は家族内での土地の分配を決定する。慣習地の譲渡の方法は 2 種類ある（リース、または、Taking of Land Act 1964 の”public purpose”による）。

b) 所有地 Freehold land

所有地は Deeds registration system で管理されている。管理記録は公共であり、検索料金を払えばアクセス可能。所有地の市場価値は、バイヤーによる希望購買額、他の土地売買との比較、アクセス可能なサービスやアメニティによって決定する。

c) 政府用地 Government land

Lands Surveys and Environment Act 1989 の基で設立される The Land Board が政府用地を管理している。サモアの全体の土地 725,000 acres (2,934km²) のうち、政府用地は約 12%、85,630acres(346km²)を占める。政府用地の譲渡プロセスについては The Lands, Surveys and environment Act 1989 が規定する。土地のリースは Land Board の許可を得る必要があり、期間は 20 年を超えてはいけない。サモアでは自然水路から 3m 以内は政府用地となる。

2) 土地の評価

土地の評価と評価者のライセンシングは The Land Valuation Act 2010 によって規定される。

a) 所有地 Freehold land

サモア政府は年ベースでの所有地評価は行っていない。所有地の価値は"willing buyer and seller."に基づくオープンマーケットで決まる。

b) 慣習地 Customary land

慣習地は、リースはできるが、販売や抵当に入れることはできない。過去には、同じエリアの Freehold land を参考にして市場価値をつけた例がある。

まとめると以下の通りである。

表 2-2-42 サモア国の土地保有制度まとめ

	土地所有者	土地取得手続き
Customary land	<i>matai</i>	土地の販売は認められていないため、Alienation of Customary Land Act 1965 に従ってリース契約する。 一方、Taking of Land Act 1964 において、公共目的での収用と補償について規定がある。
Freehold land	権利所有者	権利は Deeds registration system で管理されており、Land Titles Registration Act 2008 に従って売買可能。 一方、Taking of Land Act 1964 において、公共目的での収用と補償について規定がある。
Government land	政府	The Lands, Surveys and Environment Act 1989 に基づきリースとして取得可能。

(3) 用地取得と住民移転の規模・範囲

本プロジェクトでは(1)に示した通り住民移転は発生しない。国道の ROW は Land Transport Authority Act 2007 で定められており、センターラインから両側それぞれ 11m までとされている。

ただし道路に近接している民有地が11m以内に存在する場合は、その敷地境界までがROWである。LTAは、道路と民有地の境界を確定する測量作業を実施しており、その結果に基づき、全て必要な用地を現在の道路用地および政府所有地内に納めるよう、道路計画で調整を行う。従って、民間からの用地取得は不要である。

2-2-4-11 その他

(1) モニタリング計画案

環境影響の評価に基づいて作成したモニタリング計画案を表 2-2-43 に示す。

表 2-2-43 モニタリング計画案（工事中）

影響項目	項目	モニタリング方法	地点	頻度	責任機関/負担者
大気汚染	粉塵	目視	工事現場周辺	毎日	施工業者
	排気ガス	車両登録状況	工事事務所	月1回	施工業者
騒音	騒音	機器測定	近隣施設境界	工事期間中は毎日	施工業者
	騒音・振動	稼働時間記録	工事現場	工事期間中は毎日	施工業者
水質汚濁	濁度・油分	目視	排水流入地点	基礎工事中は毎日 それ以外は週1回	施工業者
	水質	pH,EC, COD, 濁度、 油分	排水流入地点	異常発生時	施工業者
廃棄物 （生活）	廃棄物の管理	目視	生活廃棄物	週1回	施工業者
廃棄物 （建設）	廃棄物の適正排出	目視	仮置き場	廃棄処分時	施工業者
底質	底質の巻き上げ	目視	工事現場周辺	橋脚工事中毎日	施工業者
生態系	海洋生物への影響は水質汚濁に起因すると考えられることから、水質汚濁のモニタリングによってこれを実施する。				
水象	雨季の工事スケジュール	工事月報	工事事務所	雨季の間月1回	施工業者
土地利用や 地域資源利用	用地借用	契約書	工事事務所	リース契約時	LTA
既存の社会 インフラや 社会サービス	工事による交通 障害緩和措置	工事月報	工事事務所	月1回	施工業者
景観	景観保全作業	工事月報	工事事務所	月1回	施工業者
HIV/AIDS 等の感染症	安全衛生管理	工事月報	工事事務所	月1回	施工業者
労働環境	安全衛生管理	工事月報	工事事務所	月1回	施工業者
事故	安全衛生管理	工事月報	工事事務所	月1回	施工業者

(2) モニタリングフォーム案

上記に基づき、モニタリングフォーム案を以下に添付する。

表 2-2-44 モニタリングフォーム案

Monitoring items	Procedure	Result	Measures to be taken	Reference standard	Frequency	
Dust	Visual inspection			Acceptable or not	Daily	
Noise (A-weighted equivalent sound level in dB)	Sound level meter			Samoan standard	Daily	
Noise and vibration	Operation time check			Stated operation time in EMP	Daily	
Water quality (turbidity, oil)	Visual inspection			Acceptable or not	Daily	
Water quality	Laboratory test			Japanese discharge standard	At the time of abnormal observation of turbidity or oil	
						pH
						EC
						COD
						Turbidity
Oil						
Waste (Domestic)	Patrol			Acceptable or not	Weekly	
Waste (Construction)	Patrol			Acceptable or not	Monthly	
Sediment	Visual inspection			Acceptable or not	Daily during foundation work for the substructures	
Hydrology	Construction plan preventing flood			Acceptable or not	Once at rainy season	
Land Use	Lease condition			Acceptable or not	At the time of contract of lease	
Traffic management	Patrol			Stated procedure in EMP	Monthly	
Landscape	Patrol			Stated procedure in EMP	Monthly	
Accident	Patrol			Acceptable or not	Monthly	
Claim and comment	Report check			Acceptable or not	Monthly	

(3) 環境チェックリスト

環境チェックリストを表 2-2-45 に示す。

表 2-2-45 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント評価報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)Y (b)N (c)N (d)N	(a)EIA レポートが作成され、2017年1月25日にLTAからPUMAに提出された。 (b)現時点(2017年1月末日)では未承認。 (c)EIAの承認の前に、必要に応じPUMAから内容についてのコメントが発せられることがある。 (d)上記以外の許認可は不要。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)Y (b)Y	(a)ステークホルダーとの協議を行い、道路周辺の直接影響を受けると考えられる住民についてはコンサルテーションを実施した。周辺住民を対象とした公聴会も実施し、理解を得ている。 (b)プロジェクトサイトそばのホテルと協議を行った際、ホテルへのアプローチ道路の安全保持と道路排水について意見があったため、設計に対策を盛り込んだ。付帯設備の事業者の協議を行い、移設作業についての同意を得ている。
2 汚染対策	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は(検討の際、環境・社会に係る項目も含めて)検討されているか。	(a)Y	(a)線形、橋梁高さ、工事手法等検討が行われ、経済的にも環境社会的にも最も影響が少ない手法が選定され、住民からも支持を受けている。
	(1)大気質	(a) 通行車両等から排出される大気汚染物質による影響はあるか。当該国の環境基準等と整合するか。 (b) ルート付近において大気汚染状況が既に環境基準を上回っている場合、プロジェクトが更に大気汚染を悪化させるか。大気質に対する対策は取れるか。	(a)N (b)N	(a)工事時には、工事車両や重機等からの排出ガスや粉塵の発生が考えられるが、定期的散水や、適正なオペレーションの徹底により、最低限に抑えることが可能である。サモア国は大気の基準を持たないが、現況の大気の状態は良好であり、日本国の基準と比較しても整合すると考えられる。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
				<p>供用時の通行車両の延びは大きくないことが予想され、また、取り付け道路の改良による通行状況が改善する見込みであること、道路位置が海側に20mシフトすることにより、排気ガスの影響を被る住宅や施設からの距離が増すことにより、大気質は日本の基準と比較しても満足するレベルを維持すると考えられる。</p> <p>(b) サモア国には大気質の環境基準は存在せず、大気質を測定する機材が国内にない技術者もないことからこれまで測定が実施されていない。上述のとおり、大気質はプロジェクト実施によっても、適切な水準を維持すると考えられる。</p>
(2)水質		<p>(a) 盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって下流水域の水質が悪化するか。</p> <p>(b) プロジェクトによる周辺の井戸等の水源への影響はあるか。</p>	<p>(a)N (b)N</p>	<p>(a) 土壌流出がおこるような作業はない。河川内や海岸部での工事で濁水が発生する可能性があるが、仮締め切り等で直接流出を抑制し、水質への影響を最小化する</p> <p>(b)地下水水源への影響を起すような作業は行われない。</p>
(3)騒音・振動		<p>(a) 通行車両や鉄道による騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。</p> <p>(b) 通行車両や鉄道による低周波音は当該国の基準等と整合するか。</p>	<p>(a)N/A (b)N/A</p>	<p>(a)(b) サモア国には騒音についての独自基準はあるが、振動および低周波音に関する基準は存在しない。供用時には、線形が住民の居住地やホテル等施設から離れて海岸側に20mシフトすることから騒音・振動の状況は改善する見込みであり、日本の基準と比較しても適切なレベルを維持すると考えられる。</p>

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
3 自然環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a)プロジェクト対象地区内に保護区は存在しない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。	(a)N	(a)サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含まない。
		(b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。	(b)N	(b)貴重種の生息域は含まれない。
		(c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。	(c)N	(c)重大な懸念はない。
(3)水象	(d) 野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断等に対する対策はなされるか。	(d)N	(d)野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断等は発生しない。	
	(e) 橋梁・道路が出来たことよって、開発に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種（従来その地域に生息していなかった）、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れがあるか。これらに対する対策は用意されるか。	(e)N	(e)本プロジェクトは、橋梁の架け替えであり、既に既存の橋が存在していることから、プロジェクト実施による新たな影響は発生し得ない。	
(4)地形・地質	(a) 構造物の設置による水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a)N	(a)既存の橋梁に比べて、河川流況が改善されるよう設計が行われている。	
	(a) ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はあるか。あ る場合は工法等で適切な処置がなされるか。	(a)N	(a)地質の悪い場所は存在しない。	
	(b) 盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じるか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策がなされるか。	(b)N	(b)土砂崩壊や地滑りを起こすような作業は含まれない。	
(c) 盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じるか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。	(c)N	(c)土砂採取は、PUMA の許可を得た管理された土取り場から行われることから、土取り場からの土砂流出の恐れは低いと考えられる。捨て土の発生量は少ないと考えられ、その影響も限定的であることが予想される。		

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
4 社会環境	(1)用地取得・住民移転	<p>(a) プロジェクトの実施に伴い、非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。</p> <p>(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。</p> <p>(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。</p> <p>(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。</p> <p>(e) 補償方針は文書で策定されているか。</p> <p>(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p> <p>(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。</p>	<p>(a)N</p> <p>(b)NA</p> <p>(c)NA</p> <p>(d)NA</p> <p>(e)NA</p> <p>(f)NA</p> <p>(g)NA</p> <p>(h)NA</p> <p>(i)NA</p> <p>(j)NA</p>	<p>(a)住民移転は発生しない。</p> <p>よって(b)以下は適用外である。</p>
	(2)生活・生計	<p>(a) 新規開発により橋梁・アクセス道路が設置される場合、既存の交通手段やそれに従事する住民の生活への影響はあるか。また、土地利用・生計手段の大幅な変更、失業等は生じるか。これらの影響の緩和に配慮した計画か。</p> <p>(b) プロジェクトによりその他の住民の生活に対し悪影響を及ぼすか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p> <p>(c) 他の地域からの人口流入により病気の発生 (HIV 等の感染症を含む) の危険はあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。</p>	<p>(a)N</p> <p>(b)N</p> <p>(c)N</p> <p>(d)N</p> <p>(e)N</p> <p>(f)N</p>	<p>(a)本事業は老朽化した橋梁の架け替えであり、新規開発とは言えず、既存の交通手段や住民への影響は、改善はあるがマイナス要素はないと考えられる。</p> <p>(b)既存歩道へのアクセスは確保される設計が取られており、遊歩道は再建される予定であることから、市民の歩行への影響はない。橋付近での釣り人は見られず、洗濯等はプロジェクトエリアより上流で行われていることから、生活への影響はないと推定される。</p>

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
		<p>(d) プロジェクトによって周辺地域の道路交通に悪影響を及ぼすか（渋滞、交通事故の増加等）。</p> <p>(e) プロジェクトによって住民の移動に障害が生じるか。</p> <p>(f) 陸橋等による日照障害、電波障害は生じるか。</p>		<p>(c)人口の流入等のインパクトは工事期間中の工事関係者に限定される。作業員への啓発活動を実施する。</p> <p>(d)道路交通の向上に繋がると考えられる。</p> <p>(e)道路工事の際に、一時的に片側交通等で渋滞が発生する可能性があるが、サインボードや交通整理員の配置および広報により影響を最小化する。</p> <p>(f)既存の橋に比較し1.5m高くなるのみで、かつ現在の位置よりも海側にシフトすることから、障害の発生は考えられない。</p>
(3)文化遺産		<p>(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。</p>	(a)N	<p>(a)プロジェクト対象地区に考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等の存在は特定されない。</p>
(4)景観		<p>(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策はとられるか。</p>	(a)Y	<p>(a)橋梁の前後の道路に遊歩道が存在するが、これは現状をほぼ維持した形で再建される予定であり、景観への影響はないと考えられる。</p>
(5)少数民族、先住民族		<p>(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。</p> <p>(b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。</p>	(a)NA (b)NA	<p>(a)(b)対象地付近には少数民族、先住民族の居住者はいない。</p>
(6)労働環境		<p>(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。</p> <p>(b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。</p> <p>(c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生</p>	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	<p>(a)労働環境に関する法律の遵守については、委託業者との契約書に明文化され、管理が行われる。</p> <p>(b)EMPで管理を行う。</p> <p>(c)EMPで管理を行う。</p> <p>(d)EMPで管理を行う。</p>

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
		<p>(d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。</p>		
5 そ の 他	(1) 工事中の影響	<p>(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。</p> <p>(b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p> <p>(c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。</p>	(a) Y (b) Y (c) Y	<p>(a) 工事現場から排出する騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物の管理について緩和策を策定し、EMPにより管理する。</p> <p>(b) 対象地は湾内で特筆すべき生態系はみられず、影響は限定的であるが、濁水発生の抑制等の対策を実施する。</p> <p>(c) 工事現場への車両アークセスの増加や、取り付け道路のラウンドアバウト化工事時に片側通行となる期間があることが予想され、迂回や渋滞が起こることが予想されるが、サインボードの設置、誘導員の配置、地域住民への情報伝達を実施することにより影響を最小化する。これらはEMPに基づき管理される。</p>
	(2) モニタリング	<p>(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。</p> <p>(b) 当該計画の項目、方法、頻度等どのように定められているか。</p> <p>(c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。</p> <p>(d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。</p>	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	<p>(a) EMP、EMoPを策定し、事業者がそれを遵守し、LTAおよびMNREが監督する。</p> <p>(b) 環境インパクトは工事实施中に限定されることから、環境影響評価結果に基づき、それぞれの環境項目について工種との関係を考察した上で項目、方法、頻度を定める。</p> <p>(c) 工事期間中のモニタリングは施工業者によって実施され、LTAが監督する。モニタリングに必要な機材については予算化される。</p> <p>(d) EMPに規定される。</p>

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
6 留 意 点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、道路、鉄道、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（大規模な伐採を伴う場合等）。 (b) 必要な場合には送変電・配電に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（送変電・配電施設の建設を伴う場合等）。	(a)NA (b)NA	(a)特になし (b)不要
	環境チェックリスト 使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)NA	(a)特になし

第3章 プロジェクトの内容

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

3-1-1-1 開発戦略計画

サモア国政府の開発計画のうち、道路セクターに係るものには以下のものがある。

- 国家開発戦略 2012-2016 (Strategy for the Development of Samoa (SDS) 2012-2016)
- 国家インフラ整備計画(National Infrastructure Strategic Plan)

(1) サモア国家開発戦略 2012-2016

サモア国家開発戦略 2012-2016 (Strategy for the Development of Samoa (SDS) 2012-2016) における道路セクターに係る重点課題は以下のとおりである。

- 空港と港湾をリンクする道路網の整備
- 道路および排水にかかわる施工基準の整備
- 道路ネットワークの計画・設計における気象変動への強靱化

具体的なプロジェクトとしては、以下のものが挙げられている。

- Faleolo から Apia 間のサモア経済回廊の 4 車線化と気象変動への強靱化

(2) 国家インフラ整備計画

国家インフラ整備計画(National Infrastructure Strategic Plan)における道路セクターの重要課題は以下のとおりである。

- サモア経済回廊の維持管理とアップグレード
- 道路ネットワークの安全性の向上および、自然災害および悪天候に対する強靱化

このようにサモア経済回廊の整備が、サモア国の道路整備における最重要課題となっている。本プロジェクトの対象橋梁であるヴァイシガノ橋もこのサモア経済回廊上に位置している。

3-1-1-2 本プロジェクトの上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトの上位目標及びプロジェクト目標は、以下の通りである。

• 上位目標

国内の最重要幹線道路であるビーチ道路上のヴァイシガノ橋が架け替えられ、円滑な交通が実現することにより、サモア国における社会・経済発展の促進に寄与する。

• プロジェクト目標

サモアより架け替え要請のあった対象橋梁ヴァイシガノ橋は、アピア港へのアクセス道路上に位置し、アピア市

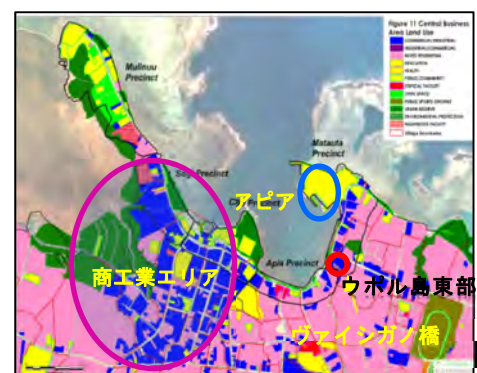


図 3-1-1 ウォーターフロント開発計画

内西部の商業地区とアピア市の東部、及びウポル島東部地域を結ぶ最重要路線上の橋梁で、交通量も 18,839 台/日に達しており、アピア市の自動車保有の伸びを考慮すると、この橋の重要性は将来的にも大きくなると考えられる。また、ヴァイシガノ橋を含む右図の海岸エリアについては、現在ウォーターフロント開発計画「The City of Apia's Waterfront Development Project」がスタートしており、この海岸地域(右図のアピア港から西の海岸地域全体)を魅力ある都市として整備することが計画されており、この点からもヴァイシガノ橋の架け替え整備は重要な案件と位置づけられる。

20世紀初頭に7径間の鋼橋として建設されたヴァイシガノ橋は、1953年に既存下部工を補強した上でコンクリート橋に再建された。1994年に鉄筋腐食やコンクリート剥離といった塩害による損傷の補修工事が実施されたものの、再度同様の損傷が発生し、2002年以降、大型車の通行が禁止されている。このため、アピア港からウポル島西部の工業地区に物資を運搬する大型車は、上流側に位置するレオネ橋への迂回を余儀なくされていた。

同国では、これまでもサイクロンにより度重なる被害を受けていたが、2012年の大型サイクロン「エヴァン」は同国の道路インフラに甚大な被害を及ぼした。ヴァイシガノ橋では上部工が冠水し、下部工基礎の保護工の損壊等が確認された。またヴァイシガノ橋の迂回路となっていたレオネ橋は、河川上流山間部から流されてきた倒木等で大きな被害を受け通行不能となった。そのため現在では、大型車は更に上流に位置するレラタ橋への迂回を余儀なくされ、ヴァイシガノ橋通行時に比べて1時間余りの迂回時間とそれに伴う走行経費の負担を強いられている。

本プロジェクトの目標は、ヴァイシガノ橋を架け替えることにより、大型車の通行可、耐荷重の増加、走行速度の向上等を図ると共に、十分な幅員を有する歩道を両側に設置することにより、車椅子等を含む歩行者の安全性の確保及び沿線住民の利便性の向上を図るものである。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために無償資金協力により、ヴァイシガノ橋を架け替えるものである。この計画の実施により、橋梁の性能と安全の向上を図り、もってアピア市内西部の商業地区とアピア市の東部、及びウポル島東部地域を結び、サモア国の社会・経済発展が期待できる。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

本プロジェクトは、ビーチ道路上に位置するヴァイシガノ橋が老朽化や塩害および2012年の大型サイクロン「エヴァン」による損傷が激しいことから落橋の恐れも指摘されており、その改修のための概略設計を実施するものである。

ヴァイシガノ橋を架け替えることにより、大型車の通行可、耐荷重の増加、走行速度の向上等を図ると共に、十分な幅員を有する歩道を両側に設置することにより、車椅子等を含む歩行者の安全性の確保及び沿線住民の利便性の向上を図るものであり、サモア国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、以下の方針に基づき計画する。

3-2-1-1 基本方針

概略設計を行う上での設計方針は、以下のとおりである。

(1) 協力対象範囲

本案件に関わる正式な無償資金協力要請は、サモア国から2015年8月に日本大使館へ提出された。当該要請書では、ビーチ道路がヴァイシガノ川と交差する箇所に架橋されているヴァイシガノ橋は老朽化や2012年の大型サイクロン「エヴァン」による洪水で冠水及び洗掘の被害を受け、落橋の恐れも指摘されており、その架け替えに関する工事であった。

今回の準備調査は、主に要請内容を再確認すると共に、橋梁及び取付け道路縦断計画、架橋位置及び取付け道路、幅員構成、施工計画/積算、環境社会配慮、自然条件等を確認することを目的として実施されたが、サモア国との協議の結果、最終的に確認された日本の無償資金協力に対する要請の主な内容は、下記のとおりである。

- PCコンクリート橋（2車線及び両側歩道）の建設
- 取付け道路の建設（交差点含む）
- 河川護岸工事（洗掘対策工事含む）
- 海岸護岸工事
- 既存橋の撤去

(2) 橋梁及び道路の縦断計画

橋梁及び道路の縦断高に関しては、3つの案（第1案：0.5m嵩上げ案、第2案：1.0m嵩上げ案、第3案：1.5m嵩上げ案）についてその概要及び得失を説明し、協議した結果、下記の理由により第3案（1.5m嵩上げ案）が最も望ましいと言うことでLTAは合意した。

- ① 100年確率の潮位、洪水位に対しても1mの余裕高があり、流木が橋桁に衝突することはないこと。
- ② 1.5mの嵩上げに伴う周辺地域（ホテル、教会等）への影響は、側道の設置により対処可能であること。

(3) 架橋位置及び取付け道路

ヴァイシガノ橋の架橋位置として3つの案(第1案(現橋位置案)、第2案(下流側20mシフト案)、第3案(下流側50mシフト案))に関して、その概要及び得失をLTAに説明し、協議した結果、下記の理由により第2案(下流側20mシフト案)が最も望ましいと言うことでLTAは合意した。

- ① 縦断が上がることによるホテルへのアクセスの困難性に関しては、側道を設けることにより対応が可能である。
- ② 仮橋及び迂回路の建設が不要であり、且つ橋梁建設費が第3案に比べて非常に安いこと、経済性は最も優位となる。

(4) 規模等

1) 基準径間長

一般的に基準径間長は次式により求められる。

$$\text{径間長 } L = 20 + 0.005Q \quad \text{ここに、} Q \text{ は計画高水流量 (m}^3\text{/sec)}$$

ヴァイシガノ橋位置におけるヴァイシガノ川の計画高水流量(Q)は680m³/sであり、求められる基準径間長は下記の通りとなる。

$$\text{径間長 } L = 20 + 0.005Q = 20 + 0.005 \times 680 = 23.4\text{m}$$

2) 取付け道路の協力範囲

橋梁及び道路の縦断計画より、現橋面高を1.5m嵩上げする必要があり、新橋からビーチ道路の既存路面高にすりつく区間で取付け道路が必要となる。この取付け道路工事は日本の無償資金協力により実施されるが、その協力範囲はアピア市街側約199m、ファガリ空港側約155.5m、アピア港側約70m 計424.5mである。

(5) 要請内容と協議・確認事項

両国および調査団で相互確認した条件の下に概略設計を進めるが、要請内容と準備調査時の協議・確認事項を下表に示す。

表 3-2-1 要請内容と協議・確認事項

項目	要請内容	協議・確認事項
車線数	2車線	2車線
架橋位置	現橋位置	現橋より下流側20mの位置
橋長	75m	75m
橋梁形式	7径間 RC 床版橋	3径間 PC 中空床版橋
幅員	車道 7.535+歩道 1.980m×2=11.495m	車道 8.0m+歩道 2.5m×2=13.0m
設計速度	-	50km/h
設計活荷重	HS20-S16-41	B活荷重
取付け道路	-	アピア市街側約199m、ファガリ空港側約155.5m、アピア港側約70m 計424.5m
河川護岸工	-	右岸側35m、左岸側30m
海岸護岸工	-	アピア市街側120m、ファガリ空港側130m

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

(1) 地形・地質

橋梁は、首都アピアを流れる流域面積 34km²、流路長 12km のヴァイシガノ川の河口に位置する。河口付近では川幅約 70m では蛇行し、海岸は河川から流出した砂や玉石で形成され、勾配約 1/40 となっている。河口の地形は洪水や波浪により砂州の変動はあるものの、位置は安定しており、既存の橋梁とほぼ同じ位置に架橋するのが適切と考えられる。

(2) 気象及び水文

1) 気温・湿度・風速

Apia 観測所における過去 10 年間の平均気温は、最高気温、最低気温ともに年間の差はあまりなく、最高気温と最低気温の差は 9℃程度である。過去 10 年間の最高気温は 34.8℃(2011 年 4 月)、最低気温は 18.6℃(2015 年 9 月)である。

また、湿度は過去 5 年間において最高湿度、最低湿度ともに年間の差はあまりなく、それぞれ 95%程度、70%程度で差は 25%程度である。雨期には架橋地点はかなり高温・多湿となるため、設計では部材の温度変化、施工ではコンクリートの打設及び養生に細心の注意が必要である。

風速は、年間 1.0m/s～4.5m/s の間にあり、特に風が強い地域ではないがサイクロンが来襲することから塩分の供給があると想定されるため、塩害対策を実施する。

2) 雨量・降雨パターン

ヴァイシガノ川流域内の観測所 2 箇所 (Afiamalu, Nafanua) における過去 5 年間の日雨量を月別に整理した。サモア国は一般に 11 月～3 月が雨季、4 月～10 月が乾季である。11 月～3 月は熱帯低気圧の影響を受ける時期でもある。年間降雨量は山地(Afiamalu)と平地(Nafanua)で約 1,500mm の差があり、地形により降雨量が大きく異なる特徴がある。月間降雨量の最大は 1 月に生じており、1,000mm/月を超えている。これらの出水は、施工計画・工程計画に大きく影響する要素であり、計画立案に当たっては十分、気象条件に配慮することとする。特に、橋脚・橋台の基礎工・下部工、河川護岸等の河川内工事を非出水期の間完了させることを目指すものとする。

3) 気候変動

将来の地球温暖化により、将来、海面上昇や降雨量の増加が想定され、ヴァイシガノ川の洪水対策においてもこれらの項目について考慮していることから、2100 年における海面上昇を 1.0m、洪水流量の増加を 10%と想定して計画することとする。

4) 計画波浪及び潮位

将来の海面上昇時のサイクロンによる波浪及び潮位に関する検討結果では、アピア港での 1/100 確率の計画有義波高は 4.0m、周期 12s、潮位 2.2m となっている。河口部での洪水位の検討、河川及び海岸護岸の検討にはこの結果を採用する。なお、河口及び海岸への波の到達には、海底が浅くなることによる砕波の影響を考慮する。

5) 計画高水流量

計画流量は堤防整備計画時に検討済みであり、降雨強度からではなく38年分(1976年～2013年)の水位観測所の水位から算出している。

水位観測所は東側の流域に設置されており、算出した流量には中央、西側の流量が考慮されていないことから、面積比で割り増すものとして1.7倍されている。さらに2100年における降雨量の増加を考慮し、1.1倍した値を採用している。

堤防整備計画時の氾濫解析より、橋梁計画時の計画規模(1/100年確率)ではレラタ橋上流における貯留効果、越流等によって約1/3が河道外に流出すると考えられるため、河道内の流量は以下に示す値となる。

水位から求めた1/100年確率流量 $542\text{m}^3/\text{s} \times 1.7 \times 1.1 \times 2/3 = 680\text{m}^3/\text{s}$

なお、2012年12月のサイクロン エヴァンの流量は約 $530\text{m}^3/\text{s}$ であり、概ね1/100年確率の洪水であったことがわかる。

6) 計画高水位

後述3-2-2-3橋梁縦断計画の検討より、ヴァイシガノ橋位置でのヴァイシガノ川の計画高水位はMSL+2.7mである。

(3) 耐震設計

1) 地震概要

太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートの境界付近は世界で最も地震活動が活発な地域の一つであり、サモアでは1995年4月7日にM8.0、2006年5月3日にM8.0、2009年3月19日にM7.7そして2009年9月29日にMw8.1の地震が起きている。特に、2009年9月29日の地震ではサモア、米領サモア、トンガ等で死者189人以上、数百人の負傷者を出している。このようにサモアでは過去に大きな地震が多発しており、調査対象橋梁の設計に関しては十分な耐震設計が必要となる。

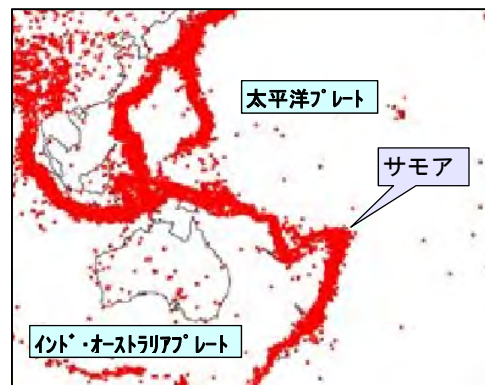


図 3-2-1 主なプレートと震源地分布図

2) 耐震設計方針

ヴァイシガノ橋が位置するビーチ道路は、首都アピア市やファガリ空港（国内線）及びサモア唯一の商港であるアピア港を結ぶ重要な道路と位置付けられており、地震によりヴァイシガノ橋が落橋した場合は、域内物流だけでなく、救助・医療・消火活動等にも多大の悪影響を及ぼす。このように、対象橋梁は非常に重要な役割を担っているため、耐震性能の確保が重要である。従って、対象橋梁の設計に際しては、橋梁全体として耐震性の向上を目指すことを基本方針とする。

3-2-1-3 交通量に係る方針

現況における対象橋梁周辺の交通状況を把握するため、ヴァイシガノ橋とレラタ橋の単路部で2箇所、ヴァイシガノ橋付近の交差点2箇所、レラタ橋付近の交差点1箇所にて交通量調査を実施し、ヴァイシガノ橋の将来交通量推計及び舗装設計に供するものとする。

(1) 自動車類交通量の概要

1) 調査内容

交通量調査は、下記の内容で実施した。

表 3-2-2 交通量調査の内容

項目	内容
調査手法	調査員による断面交通量の計測（車種別、方向別、時間別）
調査地点	単路部:ヴァイシガノ橋 (St.1)、レラタ橋 (St.2) 交差点:ヴァイシガノ橋付近2箇所 (St.3,4)、レラタ橋付近1箇所 (St.5)
調査日	ヴァイシガノ橋、レラタ橋:2016年7月13日(水)、15日(金) ヴァイシガノ橋東側交差点:2016年7月7日(木) ヴァイシガノ橋西側交差点、レラタ橋付近交差点:2016年7月14日(木)
調査時間	12時間(7:00~19:00)

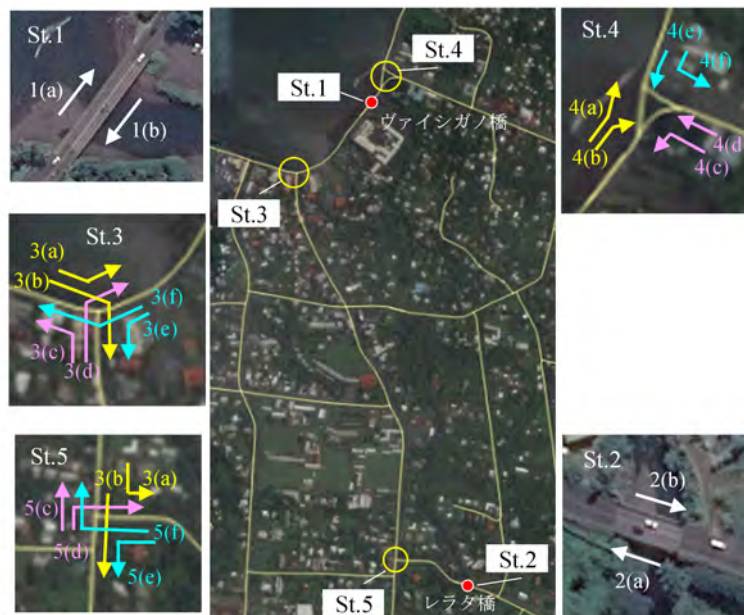


図 3-2-2 交通量調査地点

2) 現況交通量

現況交通量は、交通量調査の結果を基に昼夜率及び曜日変動係数から算定した。昼夜率及び曜日変動係数は、LTAが2013年に1週間連続24時間交通量調査をヴァイシガノ橋とレラタ橋で実施したデータから求めた。なお、調査実施時はヴァイシガノ橋とレラタ橋の間に位置するレオネ

橋が通行不能のため、ヴァイシガノ橋とレラタ橋の交通量にはレオネ橋からの転換交通量が含まれている。

表 3-2-3 現況交通量 (2016 年)

地点	調査日	乗用車	バス	小・中型 トラック	大型 トラック	合計 (12 時間)	ピーク時 交通量	ピーク 率	昼夜率	曜日変動 係数	日交通量
ヴァイシガノ橋	7月7日	14,879	469	523	2	15,873	1,582	10%	1.29	0.89	18,179
	7月13日	14,336	474	527	1	15,338	1,581	10%	1.29	0.87	17,171
	7月15日	15,341	534	574	0	16,449	1,665	10%	1.29	1.00	21,166
	平均	14,852	492	541	1	15,887	1,609	10%			18,839
	構成比	93.5%	3.1%	3.4%	0.0%	100.00%					
レラタ橋	7月13日	11,690	357	378	161	12,586	1,785	14%	1.25	0.89	13,971
	7月14日	10,483	350	322	117	11,272	1,564	14%	1.25	0.89	12,513
	7月15日	11,705	388	384	130	12,607	1,749	14%	1.25	0.80	12,579
	平均	11,293	365	361	136	12,155	1,699	14%			13,021
	構成比	92.9%	3.0%	3.0%	1.1%	100.00%					

ヴァイシガノ橋とレラタ橋の現況交通の特性は以下のとおりである。

ヴァイシガノ橋の現況交通の特性

- 日交通量 (2016 年) : 18,839 台
- ピーク率 : 10%
- 車種構成 : 乗用車 (93.5%)、バス (3.1%)、貨物車 (3.4%)

レラタ橋の現況交通の特性

- 日交通量 (2016 年) : 13,021 台
- ピーク率 : 14%
- 車種構成 : 乗用車 (92.9%)、バス (3.0%)、貨物車 (4.1%)

(2) レオネ橋への転換を考慮した計画交通量の算定

道路の幾何構造を決めるための基本条件となる計画交通量を算定するために将来交通量を推計した。

1) 基本方針

本調査における将来交通量推計の基本方針は以下のとおりである。

- 現在架替工事中のレオネ橋は、ヴァイシガノ橋の供用開始時 (2020 年) には工事完了しているものとした。
- 3 橋の交通配分比率は、ヴァイシガノ橋 (52%)、レオネ橋 (24%)、レラタ橋 (24%) とした。この配分比率は、サイクロン「エヴァン」発生以前、以後のヴァイシガノ川渡河 3 橋に関する交通データ (2003 年～2013 年の交通データ) の分析結果から設定した。
- 将来交通量は、交通量調査結果から算定した現況交通量 (2016 年) を基に、供用開始の 2020 年から 20 年後の 2040 年まで推計する。
- 2020 年以降のヴァイシガノ川渡河 3 橋のそれぞれの交通量の伸び率は、ヴァイシガノ橋 (0.58%)、レオネ橋 (1.36%)、レラタ橋 (0.80%) と設定した。これらの伸び率は、サイクロン「エヴァン」発生以前交通データを参考にした。

表 3-2-4 ヴァイシガノ川渡河 3 橋のデータ分析結果

時期	年	交通量 (台/日)		
		ヴァイシガノ橋	レオネ橋	レラタ橋
エヴァン 発生前	2003	12,610	5,382	5,555
	2004	12,683	5,455	5,601
	2005	12,757	5,529	5,648
	2006	12,831	5,605	5,695
	2007	12,905	5,681	5,743
	2008	12,980	5,758	5,790
	2009	13,055	5,836	5,838
	2010	13,131	5,916	5,885
	2011	13,207	5,996	5,933
	2012	13,281	6,078	5,981
		配分率	52%	24%
	伸び率	0.58%	1.36%	0.80%
エヴァン 発生後	2013	14,296	0	11,254
	配分率	56%	0%	44%

2) ヴァイシガノ川渡河 3 橋の将来交通量

現況交通量 (2016 年) から 3 橋同時に通行が可能となる 2020 年までの将来交通量は、3 橋合計の伸び率 (0.8%) から 3 橋合計の交通量を推計した。2020 年以降は 2020 年の 3 橋合計の交通量を上述の配分率で配分した橋梁毎の交通量を基に、各橋梁の伸び率から将来交通量を推計した。推計結果を下表に示す。

表 3-2-5 ヴァイシガノ川渡河 3 橋の将来日交通量

単位：台/日					
年	ヴァイシガノ	レオネ	レラタ	合計	
2016	18,839	通行不能	13,021	31,860	伸び率0.8%
2017				32,115	
2018				32,372	
2019				32,631	
2020	17,104	7,894	7,894	32,892	配分
2021	17,203	8,001	7,957	33,162	
2022	17,303	8,110	8,021	33,434	伸び率 橋梁毎
2023	17,403	8,221	8,085	33,709	
2024	17,504	8,332	8,150	33,986	
2025	17,606	8,446	8,215	34,266	
2026	17,708	8,560	8,281	34,549	
2027	17,810	8,677	8,347	34,834	
2028	17,914	8,795	8,414	35,122	
2029	18,018	8,915	8,481	35,413	
2030	18,122	9,036	8,549	35,707	
2031	18,227	9,159	8,617	36,003	
2032	18,333	9,283	8,686	36,302	
2033	18,439	9,409	8,756	36,604	
2034	18,546	9,537	8,826	36,909	
2035	18,654	9,667	8,896	37,217	
2036	18,762	9,799	8,967	37,528	
2037	18,871	9,932	9,039	37,842	
2038	18,980	10,067	9,111	38,159	
2039	19,090	10,204	9,184	38,479	
2040	19,201	10,343	9,258	38,801	

(3) 交通量に係る指標

「4-4-2(1)定量的効果」に示す交通量に係る指標の内、貨物車の移動時間及び輸送量については下記のとおり算出した。

1) アピア港からバイテレ工業地帯までの貨物車の移動時間

アピア港からバイテレ工業地帯までの貨物車の移動時間は、区間1から区間3に分けて区間毎に移動時間を設定した。なお、区間1と区間2の2016年の移動時間は実測値（現地調査時）を基に算出した。

表 3-2-6 貨物車の移動時間

年	区間1			区間2			区間3 ^{*1}			走行時間の合計
	距離	時速	走行時間	距離	時速	走行時間	距離	時速	走行時間	
2016年	0.80km	12km/h	4.0分	0.75km	26.4km/h	1.7分	5km	40km/h	7.5分 (走行時間) +	16.2分
2023年		40km/h	1.2分		40km/h	1.2分			3分 (信号待ち ^{*2})	12.9分

*1：区間3は、プロジェクト実施による影響はないため、実施前と実施後は同様。

*2：信号待ちは、1箇所30秒のロスとした。区間3には信号待ちが発生する交差点が6箇所ある。

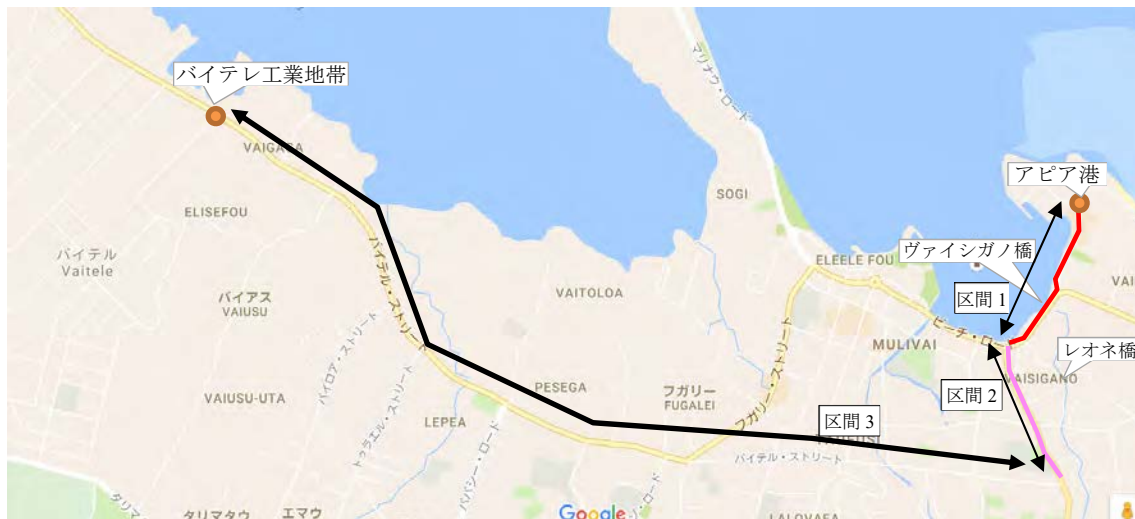


図 3-2-3 アピア港からバイテレ工業地帯までの区間

2) 輸送量（年間旅客数）

- 交通量調査結果を基にバスの混入率（3.1%、貨物車3.4%）から、乗用車、バス、貨物車の台数を算出
- 旅客数は、乗用車の乗車人数を2.5人、バスの乗車人数を8人
- 2016年の旅客数: (15,490台/日×2.5人+514台/日×8人)×365日≒15,630,000人/年
- 2023年の旅客数: (16,179台/日×2.5人+536台/日×8人)×365日≒16,330,000人/年

3) 輸送量（年間貨物量）

- 輸送量は1台につき3tとして、片道のみ計上
- 2016年の貨物量: 貨物車数 (16,567台/日×3.4%≒563台/日) ×3t×0.5×365日≒310,000t/年
- 2023年の貨物車: 貨物車数 (17,300台/日×3.4%≒580台/日) ×3t×0.5×365日≒320,000t/年

(4) 歩行者交通量の概要

- ・ 歩行者交通量（平日 12 時間）は、ヴァイシガノ橋で 755 人、レラタ橋で 231 人となっており、ヴァイシガノ橋の歩行者交通量はレラタ橋の 3 倍となっている。
- ・ 時間帯別の歩行者交通量を見てみると、両橋ともに朝 7 時から 8 時、夕方 16 時から 18 時の通勤時間帯がピークとなっている。
- ・ レラタ橋の歩行者交通量は 1 桁になる時間帯があるのに対して、ヴァイシガノ橋はピーク時間帯以外にもレラタ橋と比較すると交通量がある。また、本事業による橋梁整備及びウォーターフロント開発計画により、歩行者交通量は今後増加することが想定される。

3-2-1-4 幅員に係る方針

橋梁及び取付け道路の幅員は、オーストラリアの基準 (Austroads) に準拠することを基本とし、現地の状況を踏まえつつサモア側との協議結果も反映して下記のとおりとした。

- ・ 車線幅員は都市部の幹線道路の標準幅員 (3.3m~3.5m) を踏まえ、現況自動車交通量が 1 日あたり 1 万 8 千台程度 (往復) と多いことから 3.5m とした。
- ・ 路肩幅員は少なくとも既設の路肩幅員 (0.25m~0.5m) と同程度を確保することを基本とし舗装道路の最小値の 0.5m とした。
- ・ 歩道幅員は歩行者がすれ違える幅員 1.5m に車椅子や自転車 (占有幅 1.0m) の通行を考慮して 2.5m とした。既設の歩道幅員 (1.7m~2.0m) に比べて広い計画となるが、ヴァイシガノ橋梁上の現況歩行者量が往復 755 人 (平日 12 時間) と多いことから、日本の歩道幅員の考え方に照らすと妥当であると考えられる。

橋梁区間及び取付け道路区間の幅員構成を下図に示す。

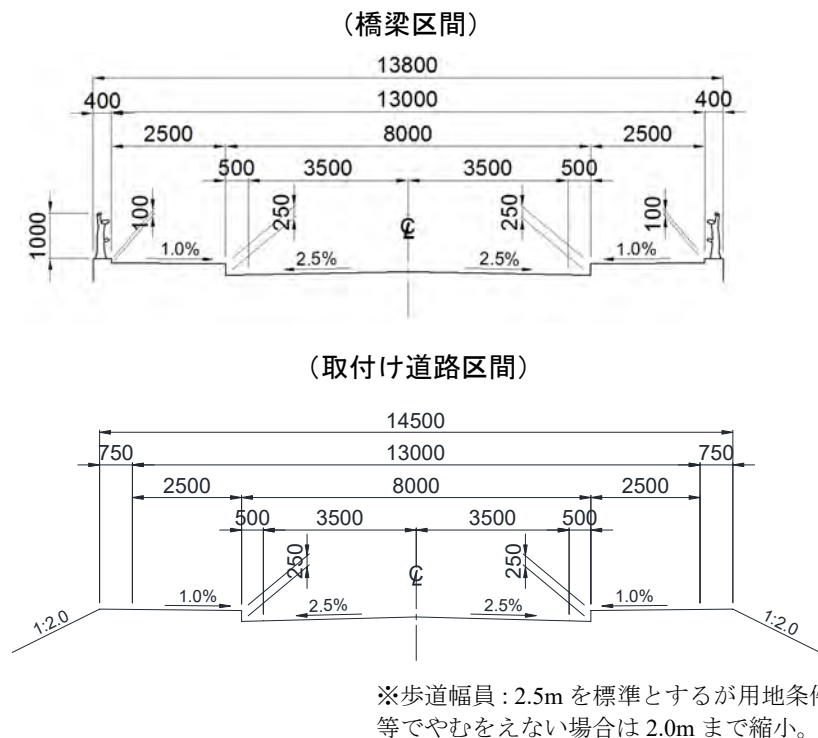


図 3-2-4 橋梁及び取付け道路部の幅員構成

3-2-1-5 設計活荷重に係る方針

ヴァイシガノ橋の設計に用いる活荷重は以下の理由により、日本の道路橋示方書で規定されているB活荷重を採用するものとする。

- ① ニュージーランドの基準における設計活荷重よりも日本の道路橋示方書におけるB活荷重の方が発生曲げモーメントが大きくなること。
- ② 本プロジェクトは日本の無償資金協力であり、且つサモアには道路橋設計基準が整備されていないため、日本の基準（道路橋示方書）を適用することでLTAは合意していること。

3-2-1-6 河川護岸設計に係る方針

橋台の安全を図るために、河川護岸の設計は下記の方針で実施する。

- ・ 洪水の滑らかな流れを確保するために、護岸の法線、構造形式はすでに計画されている上流堤防の護岸に合わせるものとする。
- ・ 橋梁断面では流速の変化による洗掘深が5m程度想定されるため、洗掘対策として根固め工を設置する。
- ・ 護岸の安定には、橋梁位置での流速を考慮する。

3-2-1-7 海岸護岸設計に係る方針

取り付け道路の海岸護岸の設計は下記の方針で実施する。

- ・ 周辺の海岸護岸との調和を図り、捨石形式とする。また、海浜へのアクセスについて配慮し、階段を設ける。
- ・ 護岸の高さは、橋台付近は越波防止を図り、捨石の重量は来襲波に対して安定なものとする。なお、擦り付けることになる既存の海岸道路護岸の高さは、海面上昇を考慮していないことより、将来は越波が生じる可能性がある。しかし、海岸護岸を高くすると、低平地からの洪水時の排水が困難になり、氾濫被害が増加する可能性がある。したがって、海面上昇や波浪・洪水の来襲状況をモニタリングすると共に、洪水管理計画を策定し、計画に従って、海岸道路護岸の嵩上げ等を図るのが妥当と考えられる。
- ・ 前面の洗掘対策として、捨石による根固め工を設ける。
- ・ 法勾配は取り付け道路の盛土の安定を考慮し、1:2とする。

3-2-1-8 社会経済条件に対する方針

協力対象橋梁の計画、設計及び施工に当たり、配慮すべき事項及び対策は下記の通りである。

- ① 建設時における粉塵の発生：散水等粉塵防止対策を実施する。
- ② 建設時の騒音、振動の発生：騒音、振動の出来るだけ小さい工法を採用する。
- ③ 汚染物質の流出（オイルの流出等）：汚染物質の流出防止措置を実施する。
- ④ 土壌流出と河川への汚染：土壌汚染、河川への汚濁防止措置を実施する。
- ⑤ 一般交通の障害：工事用車両への安全教育を実施する。
- ⑥ 土採場、砕石場対策：土採場の選定に当たり、環境負荷の少ない場所を選定する。また、砕石場は出来る限り既存の砕石場を活用し、新たな場所からの砕石採取を回避する。

⑦ 事故の発生：工事関係者への安全・衛生教育を徹底し、事故の発生を防止する。

3-2-1-9 建設事情に対する方針

(1) 労務状況

サモア国には、これまで日本の無償資金協力による橋梁工事の実績はない。また、他ドナーによる橋梁工事の実績も少なく、経験のある建設会社・技術者・労務者の数も実績も少ない。特にPC橋建設に関する施工技術や施工経験はほとんどない。したがって、これら高度な技術を必要とする工種や施工実績の少ない工種に対しては日本から技術者を派遣するものとし、それら以外は出来るだけ現地の技術力・労働力を活用することを基本方針とする。

また、舗装については、アスファルトプラントを有する会社が2社あり、舗設機械も保有していたことから舗装技術者の確保は可能である。

なお、労働者の雇用に際して雇用者は、サモア国の労働雇用法「Labour and Employment Act 1972」を遵守する。

(2) 資材調達状況

1) セメント

サモア国では、セメントは製造しておらずニュージーランド（Golden Bay Cement）およびフィジーで生産されたものが使用されている。ニュージーランドのセメントの品質は安定しており、試験結果などから問題がないことが確認されているため、本プロジェクトではこれらのセメントを使用するものとする。

なお、アピア市内にある「APIA CONCRETE PRODUCTS (APC)」というコンクリート会社が代理店となっており、サモア国内に流通していることが確認されている。

2) 鉄筋、鋼材、PC鋼材

鉄筋はサモア国内で生産されておらず、建設業者が中国やニュージーランドなどから自社で調達している。サプライヤーもあるが、大量調達が担保されていない。鋼材も、サモア国内では生産されておらず、また、流通もほとんどされていず、必要な際に東南アジアや中国、ニュージーランドなどから調達している。

橋梁工事に必要なPC鋼材など建設材料についてもサモア国内では生産されておらず、販売業者も確認できなかったため、日本及び第三国調達を考える。

3) 橋梁付属物

橋梁付属物は、近隣諸国から調達できるものもあるが、品質等に問題があるものが多く、日本からの調達が望ましい。

4) コンクリートプラント、骨材プラント

コンクリートプラント、骨材プラントはアピア市内に建設業者が自社のプラントを所有している。建設業者以外ではコンクリートメーカー1社(APC)が50MPaのコンクリートを供給している。このメーカーも建設業者と同様に自社の骨材採取場、骨材プラントを有しており、砂は川砂（ほ

ぼ海に面している)を使用している。従って、本プロジェクトではこれらのプラントで生産されるコンクリートおよび骨材を購入するものとする。

5) アスファルトプラント

アスファルトプラントは建設業者2社が所有している。舗装道路は走行上大きな問題は出ていないため、本プロジェクトではこれらのプラントで生産されるアスファルトを購入するものとする。

6) 骨材

骨材については、今回調査した建設業者5社中4社が自社の骨材採取場を有しており、舗装用砕石、コンクリート用骨材を生産している。また、コンクリート会社1社も同様に自社の骨材採取場を有していることから、骨材の調達が可能である。砂については砕石プラント砂、川砂、海砂を採取している。従って、本プロジェクトではこれらの採取場及び採石場で生産される骨材を購入するものとする。

7) 盛土材

盛土材も骨材採取場同様に建設業者が自社の土取場を有しており、調達可能であることを確認した。1社の土取場より現地材料を採取して土質試験を実施しており、品質に問題はない。

(3) 建設機械調達状況

サモアでは建設に使用する重機は建設業者が所有しており、専門のリース会社は確認できていない。大手の建設会社は頻繁に使用する重機(ダンプトラックやバックホウ等)については自社で保有しているが、使用頻度の少ない大型のクレーンやブルドーザ、コンクリートポンプ車等は保有していない。サモアではPC橋の実績はほとんどないため、上部工施工時に使用する大型クレーンなどの建設重機は確認できなかった。したがって、これらの重機に関しては日本から調達することとする。

サモアでこれまでに行われた杭基礎についてはH鋼杭の実績はあるが、場所打ち杭(ケーシング回転掘削工法等)は確認できなかった。また、アースドリル掘削機や全周回転掘削機等も確認できなかった。したがって、場所打ち杭機は日本から調達するものとする。

(4) 道路・橋梁等の設計・施工基準

サモア国には橋梁、道路、河川に関する設計基準が制定されていないこと、及び本プロジェクトは日本の無償資金協力プロジェクトであることから、設計に際しては日本の基準を適用することを基本とし、併せてニュージーランド、オーストラリア、AASHTO等の基準に準拠する。

① 橋梁設計

- 道路橋示方書(日本:2014年)
- Bridge manual(ニュージーランド:2014年)

② 道路設計・舗装設計

- 道路構造令（日本：2015年）
- AustRoads（オーストラリア：2015年）
- AASHTO（米国道路・運輸技術者協会）

③ 河川設計

- 河川管理施設等構造令（日本：2015年）
- 河川砂防技術基準 設計編Ⅰ,Ⅱ（日本：1997年）
- The Rock Manual（CIRIA：2007年）
- 擁壁工指針（日本：2012年）
- Bridge Scour（ニュージーランド：2000年）

3-2-1-10 現地業者の活用に係る方針

サモアでは橋梁工事の実績は少なく、特にPC橋の実績はほとんどない。但し、ヴァイシガノ橋の上流にあるレオネ橋の架け替え工事（ヴァイシガノ橋と同形式のPC中空床版橋）がChina Railway（中国業者）により実施されており、レオネ橋の工事実績は活用できるものと思われる。

構造物工事、道路工事、舗装工事等の実績はあり、技術力は比較的高いと思われる。

現地コンサルタントに関しては、アピアに数社あるが、技術者は少ない。今回ボーリングを実施するときも、スーパーバイザーはオーストラリアから派遣されていた。現在実施中の無償の水道工事ではコンサルタントの技術者雇用に苦労しているということを確認した。現地コンサルタントの業務としては測量、地質調査、交通量調査、環境調査等に限定されている模様である。

3-2-1-11 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

本プロジェクトの主管官庁は、公共事業運輸インフラ省（Ministry of Works, Transport & Infrastructure）傘下のLTA(Land Transport Authority) である。

LTAは2008年12月に設立され、道路アセットマネジメント、及び道路運営管理を担当している。サモア国の全ての道路区分（クラス1-3）の道路を管理している。LTAには、9部署があり、115名の職員を有している。

LTAのうち、新規プロジェクトの調達、監理を担当するのが、PPD(Procurement & Programming Division)とPMD(Project Management Division)である。PMDは、2015年2月にPPDから分離して、主に世銀の案件を担当している。PPDとPMDが本案件の担当窓口である。

PPDの要員は、Division Managerを含めて9名、PMDは、Division Managerを含めて5名の体制となっている。

PPDの役割は、新規プロジェクトの調達業務に加え、業者に委託している排水、道路、芝刈りに係る日常の維持管理業務の調達も担当している。同時に、道路網のアセットマネジメントもPPDの所管である。

世銀案件を担当するPMDは、現在は1) Enhanced Climate Resilience of West Coast Road Project and 2) Enhanced Road Access Project を実施中である。

3-2-1-12 施設のグレードの設定に係る方針

ビーチ道路は、首都アピア市とサモア唯一の商港であるアピア港や、ファガリ空港（国内線）を結ぶサモアの最重要路線であり、今後増々ビーチ道路の役割と国内物流の増大及び地域の発展が期待されている。

協力対象橋梁であるヴァイシガノ橋は、ビーチ道路がヴァイシガノ川を渡河する位置に架橋されている非常に重要な橋梁であることから、以下のグレードを採用する。

① 設計基準

- 道路橋示方書（日本：2014年）
- Bridge manual（ニュージーランド：2014年）
- 道路構造令（日本：2015年）
- AustRoads（オーストラリア：2015年）
- AASHTO（米国道路・運輸技術者協会）
- 河川管理施設等構造令（日本：2015年）

② 設計活荷重

日本の基準「道路橋示方書（2012年）」に規定されているB活荷重を採用する。

なお、B活荷重はサモア国の現状の交通に十分耐えうるものになっている。

③ 幅員

- 橋梁部：車道幅員 3.5m×2=7.0m、路肩 0.5m×2=1.0m、歩道 2.5m×2=5.0m 計 13.0m
- 取付け道路部：車道幅員 3.5m×2=7.0m、路肩 0.5m×2=1.0m、歩道 2.5m×2=5.0m 計 13.0m

④ 道路種別

- Urban arterial roads（オーストラリア基準）

⑤ 設計速度

- 50km/h（但し、運用上は40km/hの規制を行う）

3-2-1-13 工法、工期に係る方針

(1) 工法に係る方針

サモア国は一般に11月～3月が雨季、4月～10月が乾季である。11月～3月は熱帯低気圧の影響を受ける時期でもある。月間降雨量の最大は1月に生じており、1,000mm/月を超えている。したがって、11月～3月の雨季は、河川内での基礎工及び下部工工事を極力避ける必要があるが、止むを得ず河川内工事を実施せざるを得ない場合は、基礎工及び下部工の工事に当たっては、特に締め切り工、掘削工等に細心の注意が必要である。

(2) 工期に係る方針

上述したように、新橋建設地域の雨季は11月～3月であり、特に月間降雨量の最大は1月に生じており、1,000mm/月を超えている。したがって、このように降雨量が多い状況を考慮した効率の良い作業計画を立てる必要がある。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 基本計画の作業フロー

基本計画では、現況調査、橋梁縦断計画の検討、橋梁架橋位置の選定、橋梁規模の設定、橋梁形式の検討、環境社会配慮等、本事業を実施するために必要な検討を行い、橋梁形式を決定する。下図に基本計画の作業フローを示す。

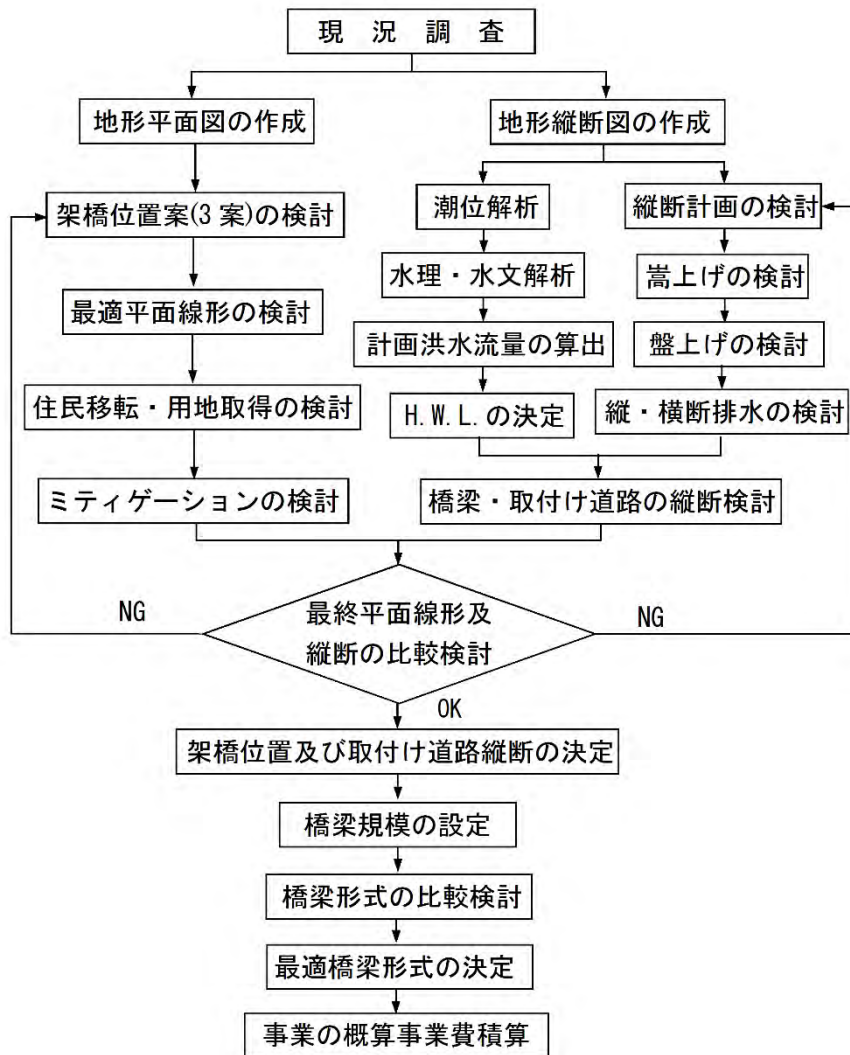




図 3-2-5 調査の作業フローチャート

3-2-2-2 既存橋の劣化・損傷状況

ヴァイシガノ橋（橋長 7@10.68=74.76m、幅員 11.495m、コンクリート橋）は 1953 年に建設されたものであり、老朽化や 2012 年のサイクロン「エヴァン」による損傷が激しいことから落橋の恐れも指摘されている。したがって、ヴァイシガノ橋の損傷度合いを把握するために健全度調査を実施し、架け替えの妥当性を検証すると共に、必要に応じ施設・施工計画に反映させる。また、当該橋梁の現況調査結果を橋梁撤去計画案（撤去工事の工程、工期、経費等）の検討をする際の資料とするものとする。

なお、ヴァイシガノ橋の現況調査結果を表 3-2-7 に示す。

表 3-2-7 現橋状況調査結果表

橋 梁 名		ヴァイシガノ橋					
諸 元	建設年	1953年	位置	東経 171°45'36.04", 北緯 13°49'52.50"			
	日平均交通量(2013年)	14,300 (台/日)	標高: 3.29m	距離程: アピアから約 1 km			
	車種分類	普通車 100% (大型車通行不可)					
	幅員	車道幅員 7.535m+歩道幅員 1.980m×2=11.495m					
	設計活荷重	H20-S16-41					
	上部工	橋梁形式	7径間コンクリート床版橋				
		橋長	7@10.680m=74.76m				
	下部工	橋台: RC 構造		橋脚: 壁式 RC 構造			
基礎工	橋台: 杭基礎 (推定)		橋脚: 杭基礎 (推定)				
調 査 結 果	交通上の機能性 (役割)	<ul style="list-style-type: none"> ヴァイシガノ橋が位置するビーチ道路は、首都アピア市やファガリ空港 (国内線) 及びサモア唯一の商港であるアピア港を結ぶ主要幹線道路であり、交通上の機能性 (役割) は非常に高い。 日平均交通量は 14,300 台(2013年)であり、交通上の機能性 (役割) は非常に高い。 					
	健全性 (損傷度)	<ul style="list-style-type: none"> 塩害による鉄筋の腐食が著しい (写真-1~写真6)。 コンクリートの剥落・うきが著しい (写真-1~写真8) 橋脚周囲の堆砂が著しい (写真-11、写真-12)。 					
	構造的 (安定性)	<ul style="list-style-type: none"> 腐食に伴い鉄筋の断面が欠損している (写真-1~3、写真5、6)。 コンクリートのうき・剥離が著しく (写真-1~写真8)、それによって鉄筋の腐食が著しい (写真-1~写真6)。 					
考 察	<ul style="list-style-type: none"> 塩害及び施工不良によりコンクリートが広範囲に剥離しており、その結果鉄筋の腐食が著しく (写真-1~写真6)、落橋の可能性が非常に高い。 本橋の耐荷力は限界に近く、落橋の危険性があるため、早急に架け替えることが望ましいと考えられる。 						
							
写真-1 腐食の著しい鉄筋		写真-2 腐食の著しい鉄筋		写真-3 かぶりの剥れた鉄筋		写真-4 剥れたコンクリート底板	
							
写真-5 コンクリートの剥落		写真-6 コンクリートの剥落		写真-7 コンクリートのうき		写真-8 コンクリートのうき	
							
写真-9 損傷した高欄		写真-10 鉄筋むき出しの高欄		写真-11 堆砂の著しい橋脚		写真-12 堆砂の著しい橋脚	

3-2-2-3 橋梁縦断計画の検討

(1) 気候変動の影響

橋梁の縦断高を設定するためには、気候変動に伴う将来の海面上昇やサイクロンにより生ずる高潮、高波浪を考慮する必要がある。将来の海面上昇、高潮、高波浪に関してはオーストラリア政府が検討しており、その後 MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute) 発行の文献により追加の検討がなれている。これらによるとヴァイシガノ橋が位置するアピア港における 2081 年-2100 年の海面上昇は 100 年確率において 2.2m となる。

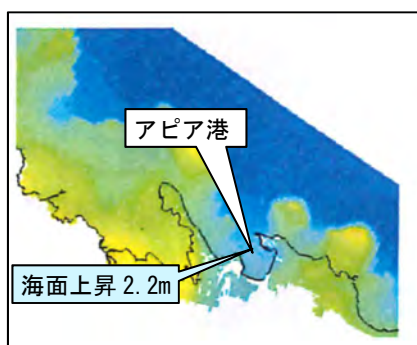


図 3-2-6 気候変動によるサモアの海面上昇

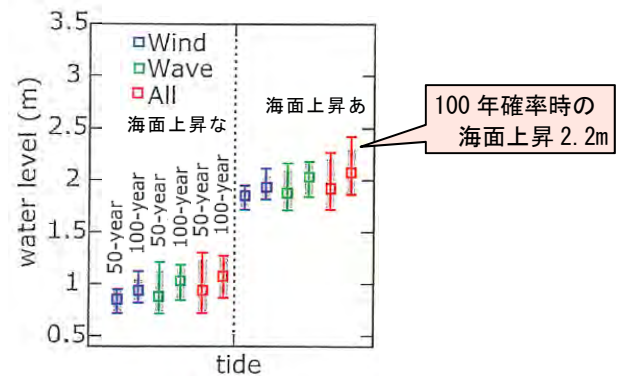


図 3-2-7 気候変動によるアピア港の海面上昇

(2) 洪水の影響

1) 洪水水位の考慮

ヴァイシガノ川はサイクロン等の降雨による洪水により水位が上昇するが、橋梁の縦断計画を策定する場合、この洪水による水位上昇の影響を考慮する必要がある。ヴァイシガノ橋はヴァイシガノ川の河口に架橋されており、アピア港の海面上昇の影響を大きく受ける。従って、上記 (1) の気候変動によりアピア港の海面上昇が 2.2m になった時に、100 年確率のサイクロン等が発生した場合のヴァイシガノ川の洪水水位を試算した結果、2.2m (20 年確率) ~2.7m (100 年確率) であった。

なお、2012 年の大型サイクロン「エヴァン」の際には橋梁位置で流木が集積し、上流の水位が上昇して橋梁が冠水したので、流木が集積しないだけの十分な橋梁縦断高を確保する必要がある。

現地踏査結果を踏まえた水位検討の結果、橋梁位置での計画高水位は MSL+2.7m となった。

流量は $Q=680\text{m}^3/\text{s}$ であるため、河川管理施設等構造令より余裕高は 1.0m 必要となり、橋梁の桁下高は MSL+3.7m となる。



写真 3-2-1 エヴァンにより集積した流木

2) ヴァイシガノ川護岸整備計画

レオネ橋からヴァイシガノ橋の区間は今年中に 1/20 年確率に対応した堤防が工事されるため、この堤防の下流端から新設するヴァイシガノ橋上流端までの間は構造を合わせる必要がある。

橋梁位置におけるヴァイシガノ川堤防の構造図を下図に示す。

堤防天端高は MSL+2.7m であり、桁下高 MSL+3.7m よりも低いいため問題はない。

堤防高 : MSL+2.7m(ヴァイシガノ橋直上流)

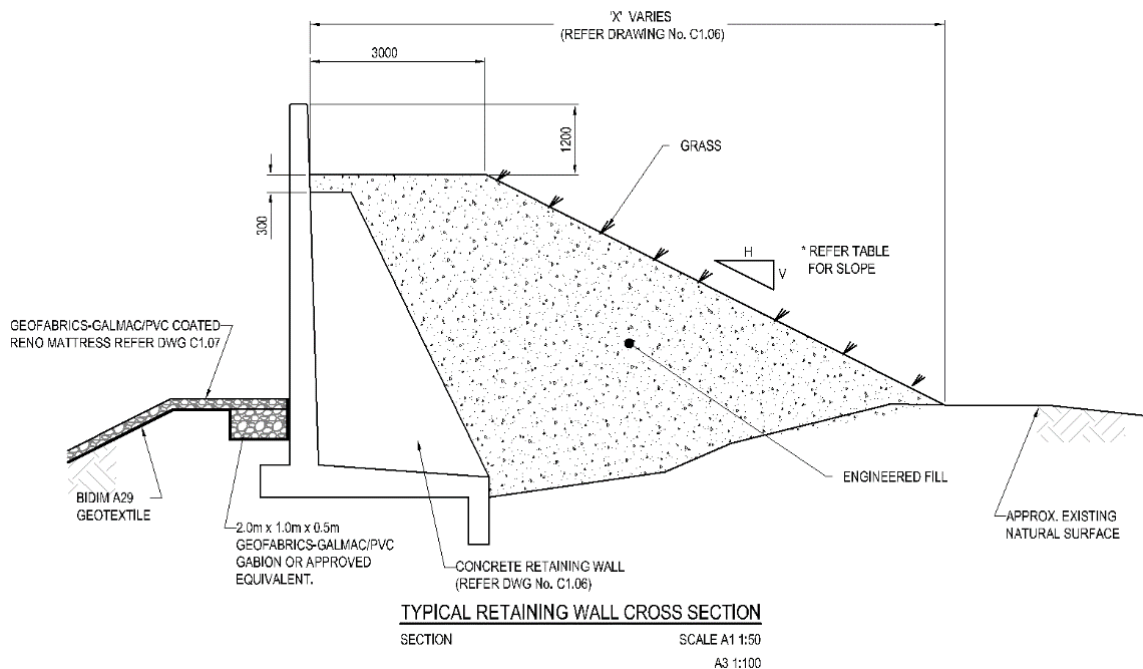


図 3-2-8 ヴァイシガノ川堤防の構造図

(3) 橋梁・道路の縦断計画

1) 嵩上げ高

前項(1)及び(2)より、橋梁の嵩上げ高は下表のとおりとなる。

表 3-2-8 橋梁の縦断高

	縦断考慮項目	高さ	備考
1	気候変動による海面上昇潮位	MSL+2.2m	
2	サイクロン等による高水位 (HWL)	MSL+2.7m	海面上昇潮位及び洪水位
3	HWL から主桁下端までの余裕高	1.0m	500m ³ /s 以上、2,000m ³ /s 未満 (計画高水流量 Q=680m ³ /s)
4	橋梁の構造高	1.2m	主桁高 1.0m、舗装厚 0.2m
5	合計高さ (2+3+4)	MSL+4.9m	
6	現路面高 (橋台位置)	MSL+3.4m	
7	橋梁嵩上げ高 (5-6)	1.5m	

2) 道路の縦断計画

橋梁を 1.5m 嵩上げする時の道路の縦断計画の基本的な考え方及びコントロールは下記の通りである。

- 交差点付近の道路の縦断勾配は交通の安全性に配慮して緩勾配 (2.5%以下) となるよう配慮する。
- 起点側及び終点側の現道の縦断線形との整合性を確保する。

3) 橋梁の縦断計画

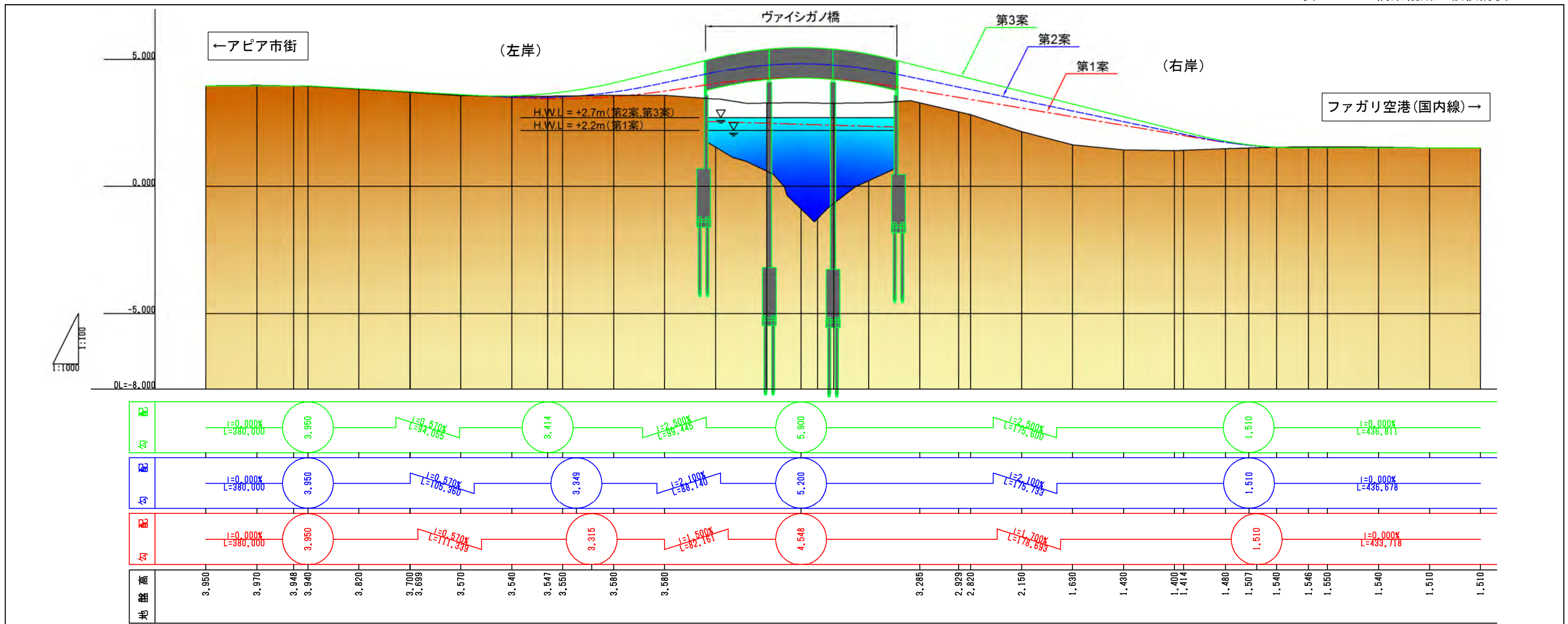
気候変動による海面上昇、サイクロン等による高水位等を考慮して橋梁の縦断計画を策定する。橋梁の縦断計画として、下記の 3 案について、洪水時の影響、道路縦断線形、盛土による影響、環境社会配慮、経済性等に関して比較検討を実施し、最適案を決定する (表 3-2-9 参照)。

- 第 1 案 (0.5m 嵩上げ案) : 100 年確率の気候変動による潮位と堤防整備計画の 20 年確率の洪水位を考慮した高さを基に、現地盤高を 0.5m 嵩上げする案。
- 第 2 案 (1.0m 嵩上げ案) : 100 年確率の気候変動による潮位と 100 年確率の洪水位を考慮した高さに堤防整備計画 (20 年確率) の桁下余裕高 (0.5m) を考慮した高さを基に、現地盤高を 1.0m 嵩上げする案。
- 第 3 案 (1.5m 嵩上げ案) : 第 2 案に対し計画高水流量 Q=680m³/s に対する桁下余裕高 (1.0m) を考慮した高さを基に、現地盤高を 1.5m 嵩上げする案。

上記3案の概要及び得失をLTAに説明し、協議した結果、下記の理由により第3案（1.5m嵩上げ案）が最も望ましいと言うことでLTAは合意した。

- ① 100年確率の潮位、洪水位でも流木が主桁に衝突することはない。
- ② 1.5mの嵩上げに伴う周辺地域（ホテル、教会等）への影響は、側道の設置により対処可能である。

なお、橋梁縦断比較検討表を表3-2-9に示す。



代替案	第1案 (0.5m 嵩上げ案)	第2案 (1.0m 嵩上げ案)	第3案 (1.5m 嵩上げ案)
代替案概要	<ul style="list-style-type: none"> 堤防整備計画 (20 年確率) の洪水位 (2.2m) および桁下余裕高 (0.5m) に構造高 (1.2m) を足した高さ (3.9m) を新橋の縦断高と設定する案である (現橋の高さ 3.4m より 0.5m 嵩上げ)。 	<ul style="list-style-type: none"> 100 年確率の気候変動を考慮した 100 年確率の洪水位 (2.7m) に堤防整備計画 (20 年確率) の桁下余裕高 (0.5m) と構造高 (1.2m) を足した高さ (4.4m) を新橋の縦断高と設定する案である (現橋の高さ 3.4m より 1.0m 嵩上げ)。 	<ul style="list-style-type: none"> 100 年確率の気候変動を考慮した 100 年確率の洪水位 (2.7m) に桁下余裕高 (1.0m) と構造高 (1.2m) を足した高さ (4.9m) を新橋の縦断高と設定する案である (現橋の高さ 3.4m より 1.5m 嵩上げ)。
代替案の評価	洪水時の影響	<ul style="list-style-type: none"> 100 年確率の洪水時 (2.7m) に主桁は浸水しないが、流木が主桁に衝突する危険性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 100 年確率の洪水時 (2.7m) でも主桁の浸水および流木による主桁への衝突の危険性がない。
	道路縦断線形	<ul style="list-style-type: none"> 左岸側は 1.5%、右岸側は 1.7% の縦断勾配であり、線形上の問題はない。また、3 案の中で最も緩い縦断線形である。 	<ul style="list-style-type: none"> 左岸側、右岸側共に 2.1% の縦断勾配であり、特に線形上の問題はない。
	盛土による影響	<ul style="list-style-type: none"> 現道より 0.5m の盛土であり、大きな問題はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 1.0m の盛土が生ずるためにホテル、教会、交差点等、周辺地域への影響が発生する。
	環境社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> 0.5m の嵩上げであり、環境社会配慮に関わる大きな問題は生じない。 	<ul style="list-style-type: none"> 1.0m の盛土が生ずるためにホテル、教会、交差点等への環境社会配慮に係る問題が生ずるが、側道の設置により対処可能である。
経済性	<ul style="list-style-type: none"> 3 案の中では一番縦断が低いため、最も経済的である。 	<ul style="list-style-type: none"> 3 案の中で縦断高は中位であるため、経済性も中位である。 	<ul style="list-style-type: none"> 3 案の中で縦断が最も高いため、経済性は劣る。
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 100 年確率の洪水時 (2.7m) に主桁が浸水する危険性がある また、流木が主桁に衝突する危険性がある。 0.5m の盛土であり、周辺地域への大きな影響はない。 3 案中で最も経済的である。 	<ul style="list-style-type: none"> 100 年確率の洪水時 (2.7m) に主桁は浸水しないが、流木による主桁への衝突の危険性がある。 1.0m の嵩上げに伴う周辺地域 (ホテル、教会等) への影響は、側道の設置により対処可能である。 3 案中で経済性は中位である。 	<ul style="list-style-type: none"> 100 年確率の洪水時 (2.7m) でも主桁の浸水および流木による主桁への衝突の危険性がない。 1.5m の嵩上げに伴う周辺地域 (ホテル、教会等) への影響は、側道の設置により対処可能である。 3 案の中では一番縦断が高いため、経済性は劣る。

3-2-2-4 架橋位置の検討

ヴァイシガノ橋は老朽化、耐荷力不足等により架替が提案されているが、3-2-2-2 既存橋の劣化・損傷状況より橋梁の縦断高を 1.5m 嵩上げする案（第 3 案）を基に架橋位置を検討する。ここでは、架橋位置として下記の 3 案について、新橋の線形及び構造形式、仮橋及び迂回路の必要性、環境社会配慮、経済性等に関して比較検討を実施し、最適案を決定する。

(1) 架橋位置案

1) 第 1 案：現橋位置案

現橋位置に架け替える案の根拠（理由）としては、下記の事項があげられる。

- ① 現橋位置での架け替えのため、住民移転、用地取得等の環境社会配慮上の問題が最も少ないこと。
- ② 現橋及び前後の取付け道路の平面線形は直線であり、現橋位置での架け替えにより、現在の良好な平面線形が維持できること。
- ③ 現橋位置での架け替えのため、新しく取付け道路を建設する必要が無く、現在の取付け道路を最大限に維持・利用できること。
- ④ 但し、ホテルの前に最高 1.5m の擁壁が出来るため、宿泊客のホテルへのアクセスが困難となるため、環境社会配慮上の問題が生ずる。

2) 第 2 案：下流側 20m シフト案

現橋の下流側 20m の位置に架け替える案の根拠（理由）としては、下記の事項があげられる。

- ① 現橋の上流右岸側は更地であるが、上流左岸側にはホテル、教会等があるため上流側へのシフトは困難であり、下流側にシフトせざるを得ないこと。
- ② 現橋の下流側 20m の位置にシフトすることにより、工事中は現橋及び現道をそのまま利用できるため、仮橋及び迂回路を建設する必要が無いこと。
- ③ 下流側 20m の位置にシフトし、ホテルと取付け道路の間に側道を設けることにより、宿泊客のホテルへのアクセスが可能になること。
- ④ 現橋の下流側は海岸であり、住居、建物等はないため、住民移転、建物の撤去等の環境社会配慮上の問題は生じないこと。但し、用地取得の問題は生ずる。

3) 第 3 案：下流側 50m シフト案

現橋の下流側 50m の位置に架け替える案の根拠（理由）としては、下記の事項があげられる。

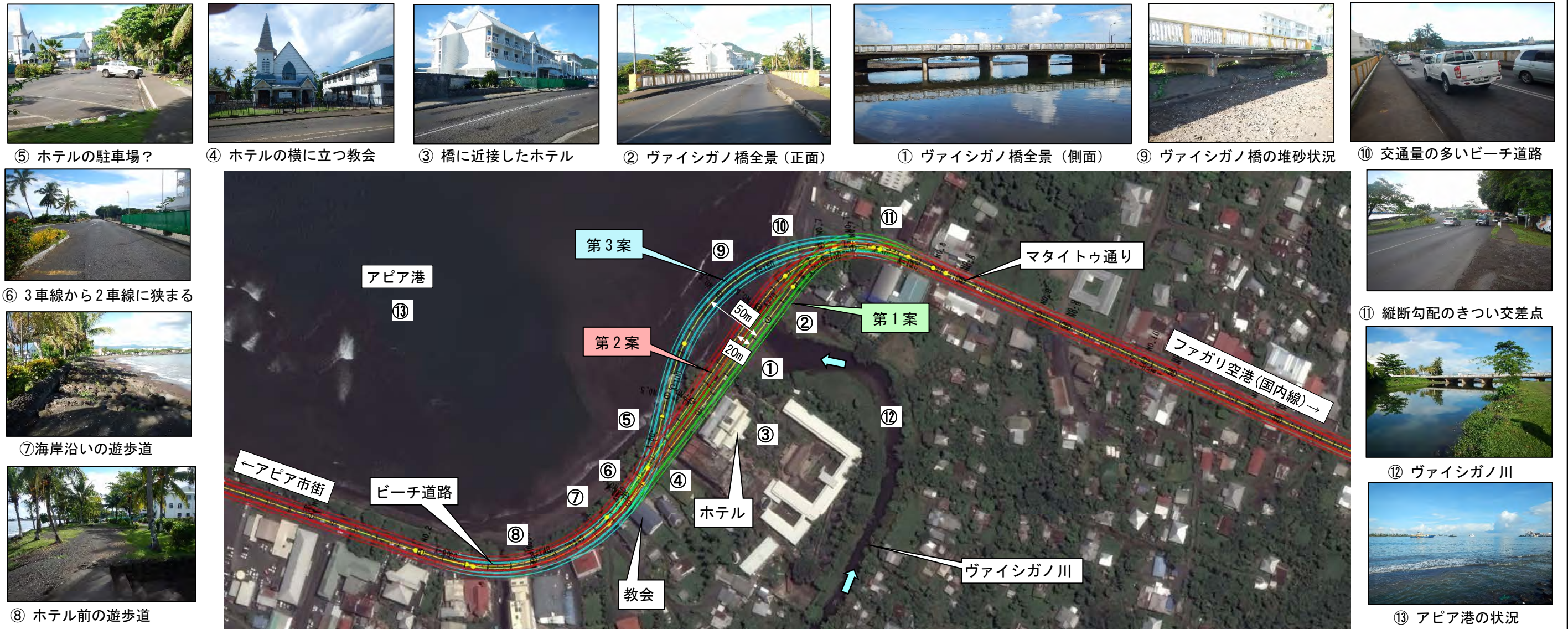
- ① 現橋の下流側 50m の位置にシフトすることにより、ホテルへの影響を回避できること。
- ② 現橋の下流側 50m の位置にシフトすることにより、工事中は現橋及び現道をそのまま利用できるため、仮橋及び迂回路を建設する必要が無いこと。
- ③ 現橋の下流側は海岸であり、住居、建物等はないため、住民移転、建物の撤去等の環境社会配慮上の問題は生じないこと。但し、用地取得の問題は生ずる。

(2) 架橋位置の比較検討結果

各比較案の概要及び得失をLTAに説明し、協議した結果、下記の理由により第2案(下流側20mシフト案)が最も望ましいとすることでLTAは合意した。

- ① 縦断が上がることによるホテルへのアクセスの困難性に関しては、側道を設けることにより対応が可能であること。
- ② 仮橋及び迂回路の建設が不要であり、且つ橋梁建設費が第3案に比べて非常に安いため、経済性は最も優位となること。

なお、架橋位置比較検討表を表3-2-10、橋梁及び道路縦断・平面計画図を図3-2-9に示す。



代替案	第1案 (現橋位置案)	第2案 (下流側 20m シフト案)	第3案 (下流側 50m シフト案)	
代替案概要	・ 架橋位置を現橋位置とする案である。	・ 架橋位置を現橋より約 20m 下流側にシフトする案である。	・ 架橋位置を現橋より約 50m 下流側にシフトする案である。	
代替案の 評価	新橋の線形及び構造形式	<ul style="list-style-type: none"> 現在の線形とほとんど同様であり、橋梁部は直線となるため平面線形は非常に良い。 線形が直線であり、架橋位置は海岸沿いであるためコンクリート橋が望ましい。 PC3 径間連結中空床版橋 (橋長 L=3@25.0m=75.0m) 	<ul style="list-style-type: none"> 現在の線形とほとんど同様であり、橋梁部は直線となるため平面線形は非常に良い。 線形が直線であり、架橋位置は海岸沿いであるためコンクリート橋が望ましい。 PC3 径間連結中空床版橋 (橋長 L=3@25.0m=75.0m) 	<ul style="list-style-type: none"> S 字形の線形となり、現在の線形に比べると平面線形は非常に悪くなると共に橋長が非常に長くなる (現橋 75m→新橋 150m)。 S 字曲線となるためコンクリート橋の採用は難しく、鋼橋を採用せざるを得ないが、塩分による腐食が懸念される。 5 径間連続鋼板桁橋 (橋長 L=5@30m=150.0m)
	仮橋及び迂回路の必要性	・ 現橋位置での架け替えであるため、現橋及び現道は利用できないため、仮橋及び迂回路の建設が必要となる。	・ 新橋が下流側に約 20m シフトするため、現橋及び現道をそのまま利用できるため、仮橋及び迂回路は不要である。	・ 新橋が下流側に大きくシフトするため、現橋及び現道をそのまま利用できるため、仮橋及び迂回路は不要である。
	環境社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> 縦断が 1.5m 上がるためホテルへのアクセスが困難となり、またホテルが橋に近接しているため、工事中のホテルへの影響が大きい。 現橋位置での架け替えのため、基本的に住民移転及び用地取得は生じない。 	<ul style="list-style-type: none"> 縦断が 1.5m 上がることによるホテルへのアクセスの困難性に関しては、側道を設けることにより対応が可能である。 新しい平面線形上には住居はないため、住民移転は生じないが、新しい取付道路建設のための用地取得が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 縦断が 1.5m 上がることによるホテルへのアクセスの困難性に関しては、現道を利用することにより対応が可能である。 新しい平面線形上には住居はないため、住民移転は生じないが、新しい取付道路建設のための用地取得が必要となる。
対象工事 (工費比率)	・ 橋梁新設、取付道路新設 (400m:縦断が上がることによる摺り付け)、仮橋及び迂回路建設、現橋撤去 (工費比率: 1.21)	・ 橋梁新設、取付道路新設 (425m)、現橋撤去 (工費比率: 1.00)	・ 橋梁新設、取付道路新設 (450m)、現橋撤去 (工費比率: 2.45)	
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 縦断が 1.5m 上がることによりホテルへのアクセスが困難となり、また工事中のホテルへの影響が大きい。 橋梁建設費は第 2 案と同じであるが、仮橋及び迂回路の建設が必要となるため、経済性は第 2 案よりかなり劣る。 住民移転、建物の撤去及び用地取得は生じない。 <p style="text-align: center;">△</p>	<ul style="list-style-type: none"> 縦断が上がることによるホテルへのアクセスの困難性に関しては、側道を設けることにより対応が可能である。 住民移転は生じないが、用地取得が必要となる。 仮橋及び迂回路の建設が不要であり、橋梁建設費が第 3 案に比べ非常に安いこと、経済性は最も優位となる。 <p style="text-align: center;">◎</p>	<ul style="list-style-type: none"> 縦断が上がることによるホテルへのアクセスの困難性に関しては、現道を利用することにより対応が可能である。 住民移転は生じないが、用地取得が必要となる。 仮橋及び迂回路の建設は不要であるが、橋梁建設費が非常に高くなるため、経済性は最も劣る。 <p style="text-align: center;">△</p>	

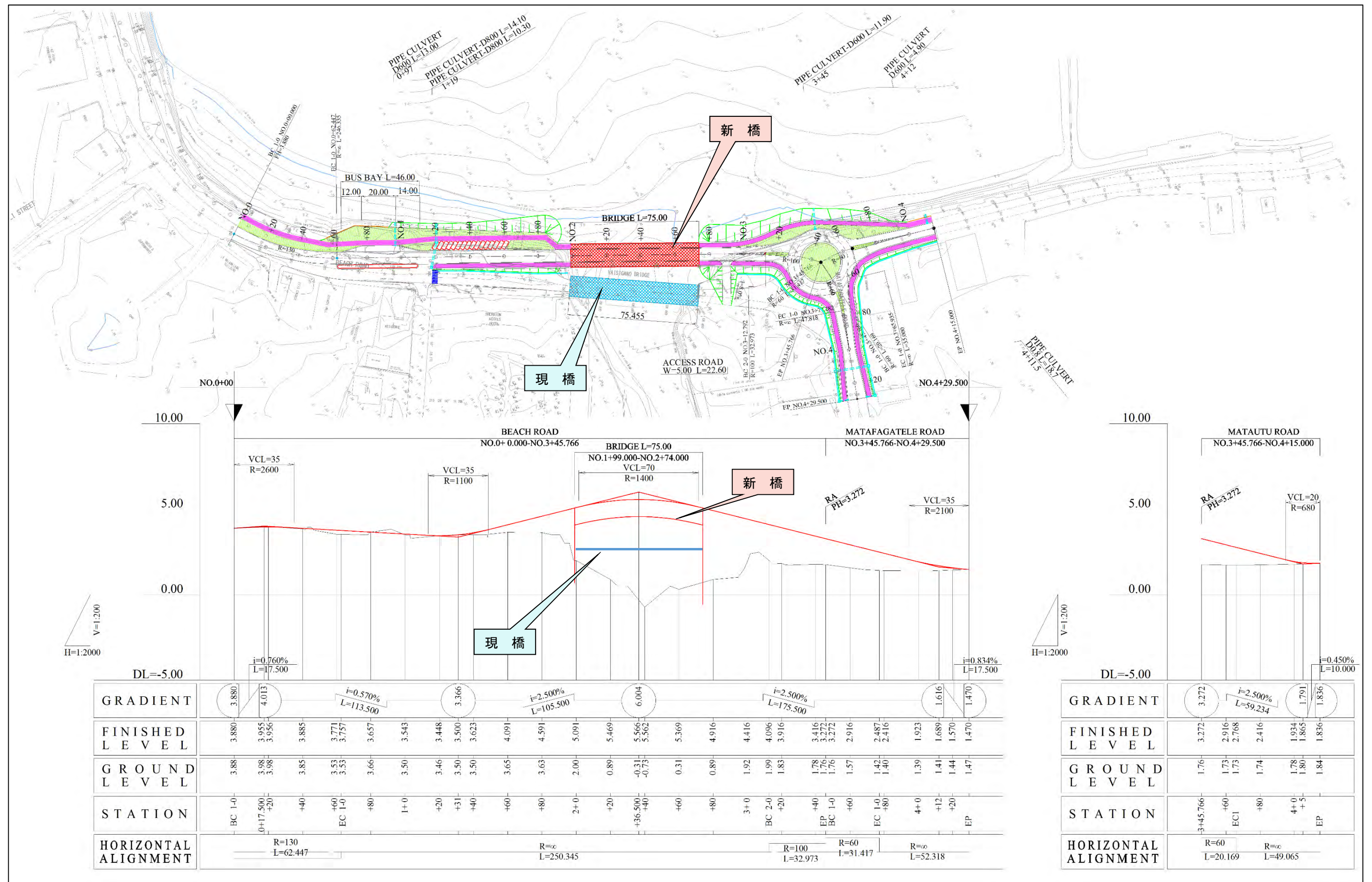


図 3-2-9 橋梁及び道路縦断・平面計画図

3-2-2-5 全体計画

3-2-2-5-1 適用設計基準条件

(1) 橋梁設計条件

1) 水理条件

a) 計画規模

サモア国においては河川整備時の洪水の計画規模を 1/20 年としているが、橋梁計画時の計画規模は既往洪水による被害の実態、橋梁の重要度、JICA 実績等を総合的に考慮して別途定める必要がある。

なお、本プロジェクトでは下記の理由により、計画規模は 1/100 年を採用する。

- ① 2012 年にサモア国に襲来した既往最大である大型サイクロン「エヴァン」の確率年は概ね 1/100 年であること。
- ② ニュージーランドの基準（橋梁マニュアル：2014 年）では、橋梁の分類及び重要度からヴァイシガノ橋の設計時の確率規模は 1/100 年になること。
- ③ JICA 無償資金協力案件では、重要な橋梁で且つ大規模災害に襲われた地域の計画規模は 1/100 年が採用されていること。

b) 計画高水流量

3-2-1-2(2)5)計画高水流量より、橋梁計画における 1/100 年確率の計画高水流量は $680\text{m}^3/\text{s}$ である。

c) 計画高水位

3-2-1-2(2)6)計画高水位より、ヴァイシガノ橋位置における計画高水位は $\text{MSL}+2.7\text{m}$ である。

d) 余裕高

ヴァイシガノ橋位置における計画高水流量 $680\text{m}^3/\text{s}$ に対応する桁下余裕高は 1.0m である。

e) 根入れ深さ

橋脚の根入れ深さは、①最深河床高からフーチング上面まで最小 2.0m の土被りを確保すること、②局所洗掘への対策として柱基部に根固め工を設置することを条件に決定した。一方、橋台の根入れ深さは、フーチング下面を最深河床高に定着させることを条件として決定した。

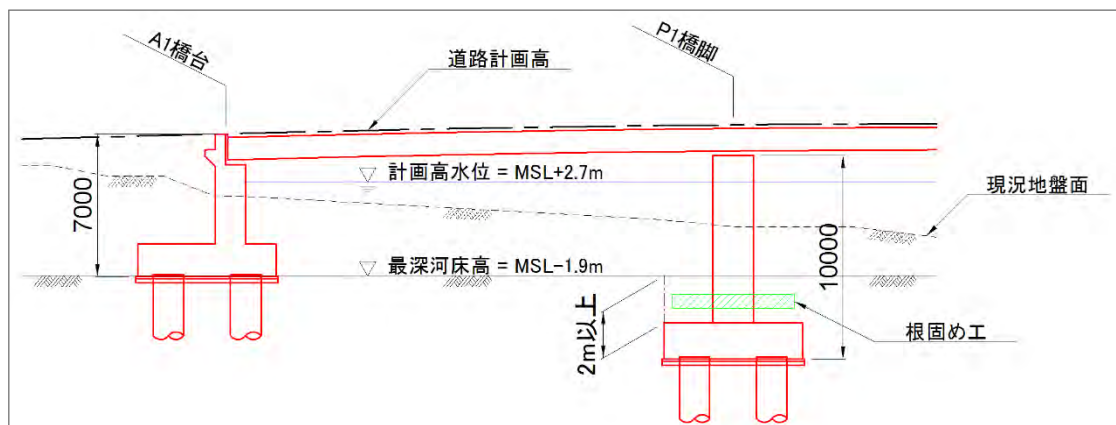


図 3-2-10 根入れ深さ

2) 設計活荷重

日本の基準「道路橋示方書（2012年）」に規定されているB活荷重を採用する。
なお、B活荷重はサモア国の現状の交通に十分耐えうるものになっている。

3) 地震荷重

地震時水平力の算出に用いる設計水平震度は、次のニュージーランド基準およびサモア基準により求める。

- Bridge manual – Third edition, NZ Transport Agency
- NZ 4203:1992 Code of practice for general structural design and design loadings for buildings
- National Building Code – 1992, Samoa

設計水平震度の算出式は次のとおり。

$$C = Ch(T1, 1) \times Sp \times R \times Z \times Ls$$

ここに、

C: Lateral force coefficients for the equivalent static method

Ch(T1, 1): Basic seismic hazard acceleration coefficient = 1.0

Sp: Structural performance factor = 0.67

R: Risk factor = 1.3

Z: Zone factor = 1.05

Ls: Limit state factor for the serviceability limit state = 1/6

よって、本橋の耐震設計に用いる設計水平震度は C=0.2 とする。

4) 材料強度

本プロジェクトにおいて使用する各種材料の強度は下記の通りとする。

① プレストレスコンクリート

主桁工(プレテンスラブ桁)に用いるコンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck}=50 \text{ N/mm}^2$ とする。
横組工(間詰、連結横桁)に用いるコンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$ とする。

② 鉄筋コンクリート

下部工(橋台、橋脚)および橋面工(地覆、歩道)に用いるコンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck}=24 \text{ N/mm}^2$ とする。

杭基礎工(場所打ち杭)に用いる水中コンクリート設計基準強度は $\sigma_{ck}=24 \text{ N/mm}^2$ (呼び強度 30 N/mm^2) とする。

③ 無筋コンクリート

調整コンクリート(橋面工)および均しコンクリート(下部工)に用いるコンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck}=18 \text{ N/mm}^2$ とする。

④ 鉄筋

上部工および下部工（全構造部材）に用いる鉄筋は SD345（JIS G 3112）相当とする。

⑤ PC 鋼材

主ケーブルに用いる PC 鋼材は 1S15.2 SWPR7BN（JIS G 3536）相当とする。

横締めケーブルに用いる PC 鋼材は 1S21.8 SWPR19N（JIS G 3536）相当とする。

5) 径間長の設定手順

径間長の設定手順を図 3-2-11 に示す。

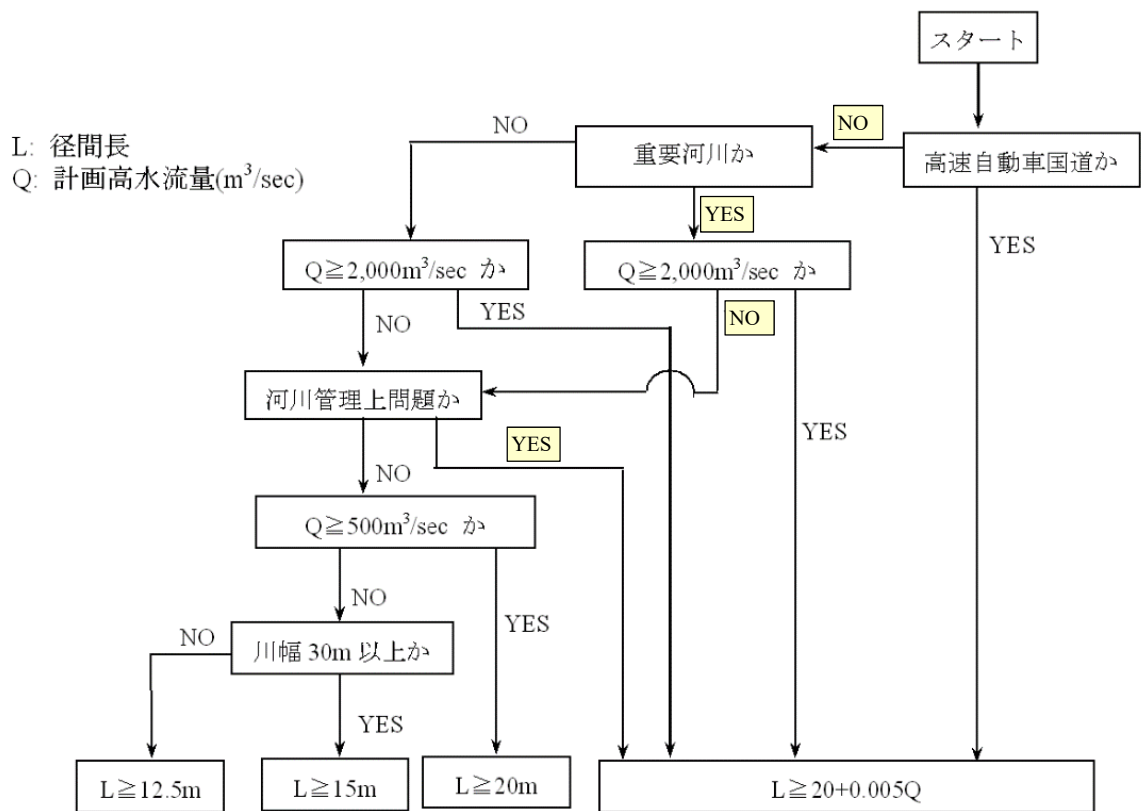


図 3-2-11 径間長の設定手順

径間長の設定手順に基づいて算定した結果、プロジェクト対象橋梁の径間長は、計画高水流量が $Q=680m^3/s$ の場合、 $L \geq 23.4m$ である。

(2) 道路設計条件

道路設計に関しては、オーストラリア基準に準拠することを基本とする。なお、必要に応じて日本や米国の基準を参考に補完した。

表 3-2-11 に道路幾何構造基準を示す。

表 3-2-11 道路幾何構造基準 * (適用設計速度は 50km/h)

道路分類				都市内幹線道路			備考
設計速度				40 km/h	50 km/h	60 km/h	
平面線形	最小曲線半径	望ましい値	m	36	56	98	都市道路
		絶対最小値	m	31	49	75	
	曲線長	最小値	m	45	70	100	
	緩和曲線	標準限界曲線半径		設計速度 60 km/h 以下省略可			
縦断線形	最急縦断勾配	平地	%	na	na	6 - 8	na: 規定無し
		丘陵地	%	na	na	7- 9	
		山地	%	na	na	9 - 10	
	最小縦断勾配	望ましい値	%	1.0			縁石や水路がある場合
		絶対最小値	%	0.3			
	縦断曲線長 (クレスト)	最小値	m	20 -30	30 - 40	40 - 50	
		縦断曲線を要する最小の勾配代数差	%	1.0	0.9	0.8	
	最小縦断曲線 (クレスト)	望ましい値	K 値	3.5	6.8	11.8	反応時間 2.0 秒
		絶対最小値		2.9	5.4	9.2	
	最小縦断曲線 (サグ)	望ましい値	K 値	4.0	7.0	10.0	道路照明あり
望ましい値		7.0		11.0	16.0	道路照明なし	
最小クリアランス (高さ)	幹線主要道路	m	5.4			0.1m の維持管理等余裕含む	
	その他道路	m	4.6				

3-2-2-5-2 幅員計画

前述 3-2-1-4 幅員に係る方針の通り、幅員計画は下記の通りとする。

橋梁部の横断面構成は、車道幅員 3.5m×2=7.0m、路肩幅員 0.5m×2=1.0m、歩道幅員 2.5m×2=5.0m、計 13.0m (有効幅員) とする。

取付道路部の標準横断面構成は車道幅員 3.5m×2=7.0m、路肩幅員 0.5m×2=1.0m、歩道幅員 2.5m×2=5.0m、保護路肩 0.75m×2=1.5m、計 14.5m (総幅員) とする。

3-2-2-5-3 橋長の検討

本橋の橋長は、既設橋の橋長が 75m であること、MNRE による河川護岸の整備計画が既設橋の橋台位置に合わせて計画されていることから 75m とした。橋台位置は、上流側の堤防ラインと既設橋台の見通し線上となるよう次の位置に決定した。

- 新 A1 橋台 : No.1 + 99.0m (起点 No.0 より 199.0m 位置)
- 新 A2 橋台 : No.2 + 74.0m (起点 No.0 より 274.0m 位置)

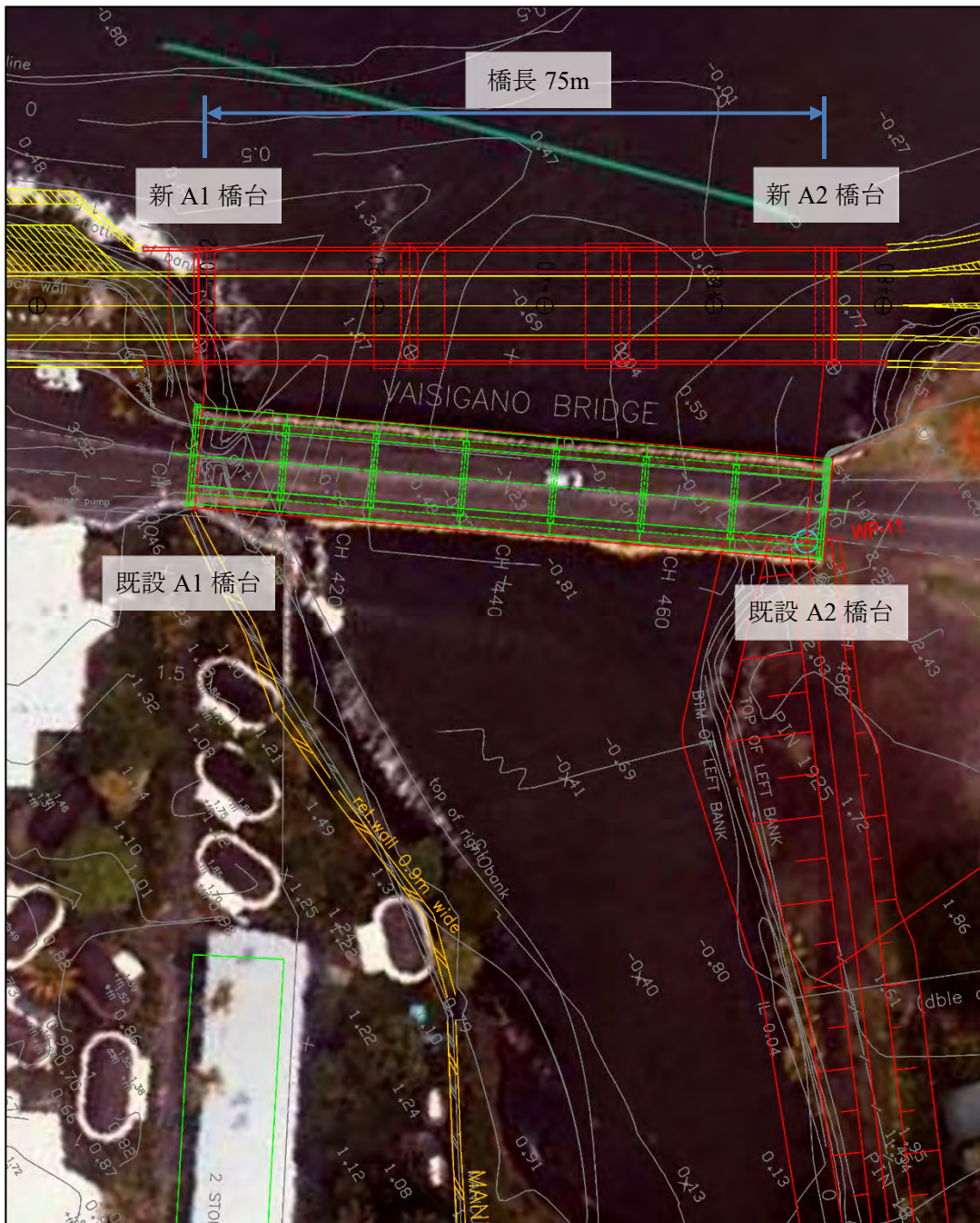


図 3-2-12 橋台位置の決定

3-2-2-5-4 橋梁形式の検討

(1) 流木対策

サイクロン「エヴァン」の際に、ヴァイシガノ橋の上流に流木が集積し、洪水の流下を阻害したため上流の水位が上昇し、上部工が冠水するとともに下部工基礎に損傷が生じたとされている。このため、流木の集積を防ぐことが必要である。

橋梁地点に到達する流木の規模(長さ)は河道幅や流路形状により決まり、橋梁地点での集積は径間や桁下空間によるとされていることから、この点を確認し、流木集積の防止を図る。

具体的には、一般的に流木の最大長は 20m とされており、ヴァイシガノ川上流（レオネ橋付近）の河道幅が約 30m であることからこの値は妥当であると考えられるため、流木が集積しないために径間長を 20m 以上とするものとする。

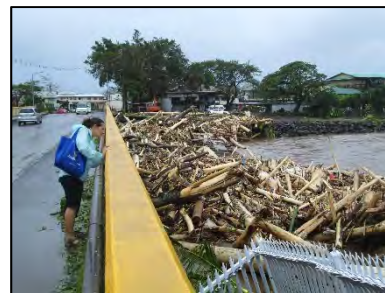


写真 3-2-2 エヴァンによる洪水で集積した流木

(2) 塩害対策の検討

1) 塩害環境

一般的に気象条件が気温 20℃以上、湿度 70%以上の場合に鋼材腐食が進行しやすい環境であるといわれている。図 3-2-13 は沖縄、東京、札幌の月平均気温と相対湿度の関係を示している。沖縄は、年 7 カ月鋼材腐食が進行しやすい厳しい環境にあるが、サモアはアピア観測所における過去 10 年間の気温・湿度を確認すると、年間を通して最低気温は 20℃以上、最低湿度は 70%以上が観測されており、年間を通して鋼材腐食が発生・進行しやすい環境であるといえる。

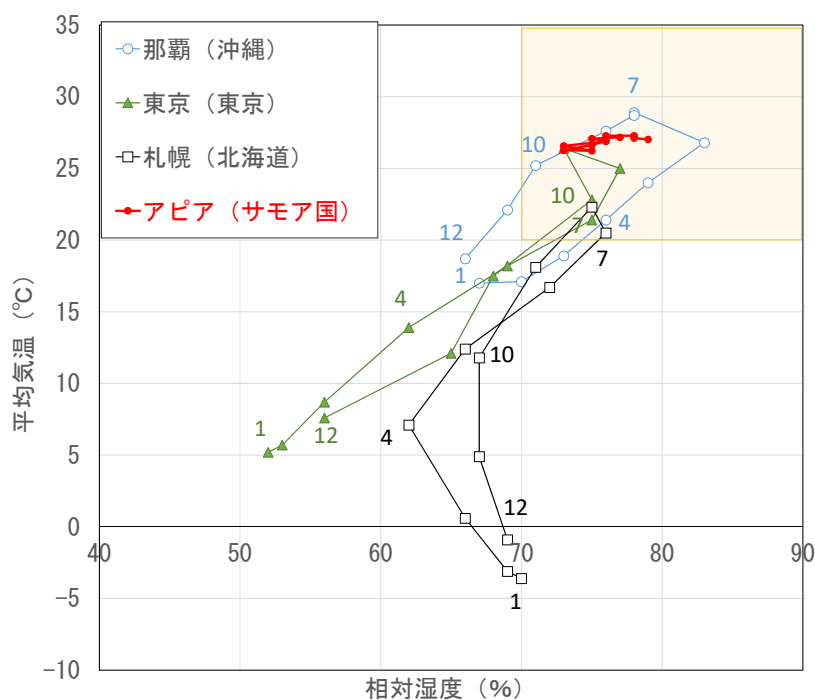
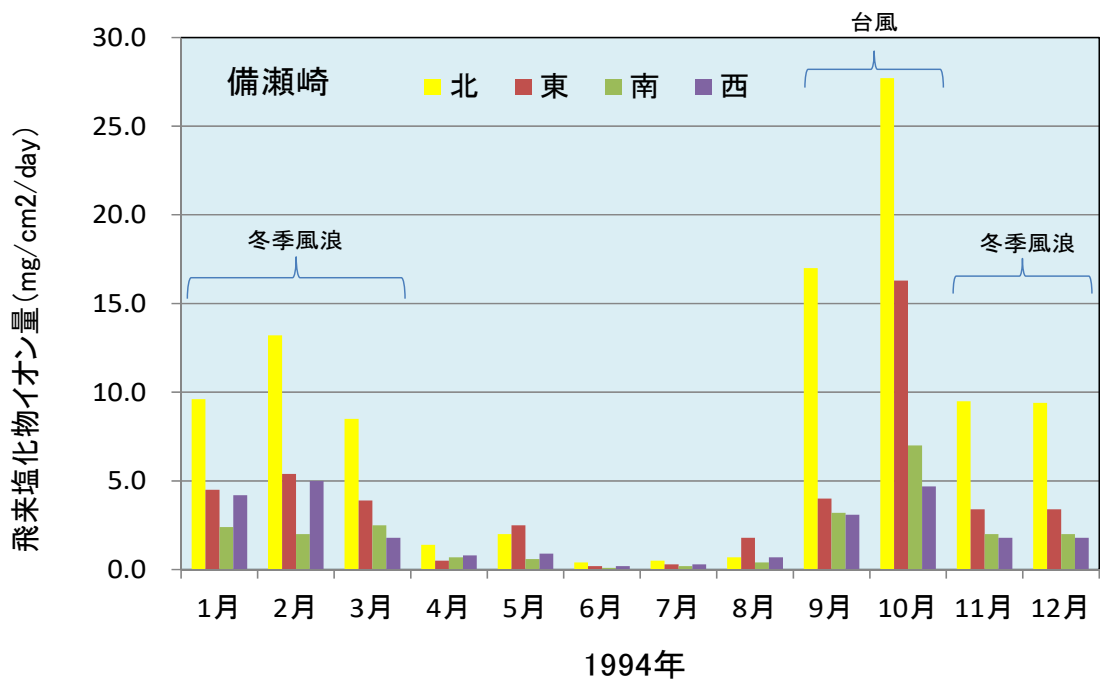


図 3-2-13 クライモグラフの各月の平均値

また、塩害環境は風向・風速や海岸線の構造（種類）にも大きく影響される。図 3-2-14 は、沖縄県における月ごとの飛来塩分観測データを示している。沖縄での飛来塩分の供給は、冬期の大陸から吹き込む季節風（北よりの強風）に伴う冬季風浪と夏季～秋季に襲来する台風によるものが大きいことがわかる。また、図 3-2-15 は沖縄における海岸構造と飛来塩分量の関係を示したものであるが、塩害環境が厳しいといわれている海岸線においても、海岸の構造によって飛来塩分量が大きく異なる。

サモアにおいては、年間を通して東よりの風が多く、ヴァイシガノ橋はウポル島北側の湾内に位置していることから塩害環境は比較的マイルドであることが予想されるが、沖合にはリーフェッジがあり、また、周辺には護岸が整備されていることから、海風によりヴァイシガノ橋に飛来する塩分量は多いと考えられる。また、沖縄と同様サイクロン襲来時に大量の塩分の供給があると考えられる。

薄板モルタルによる約 6 カ月（2015 年 7 月～2016 年 1 月）の飛来塩分量測定結果によると、橋梁中央高欄部において、約 7.2kg/m³ と大量の塩分が供給されていることがわかった。

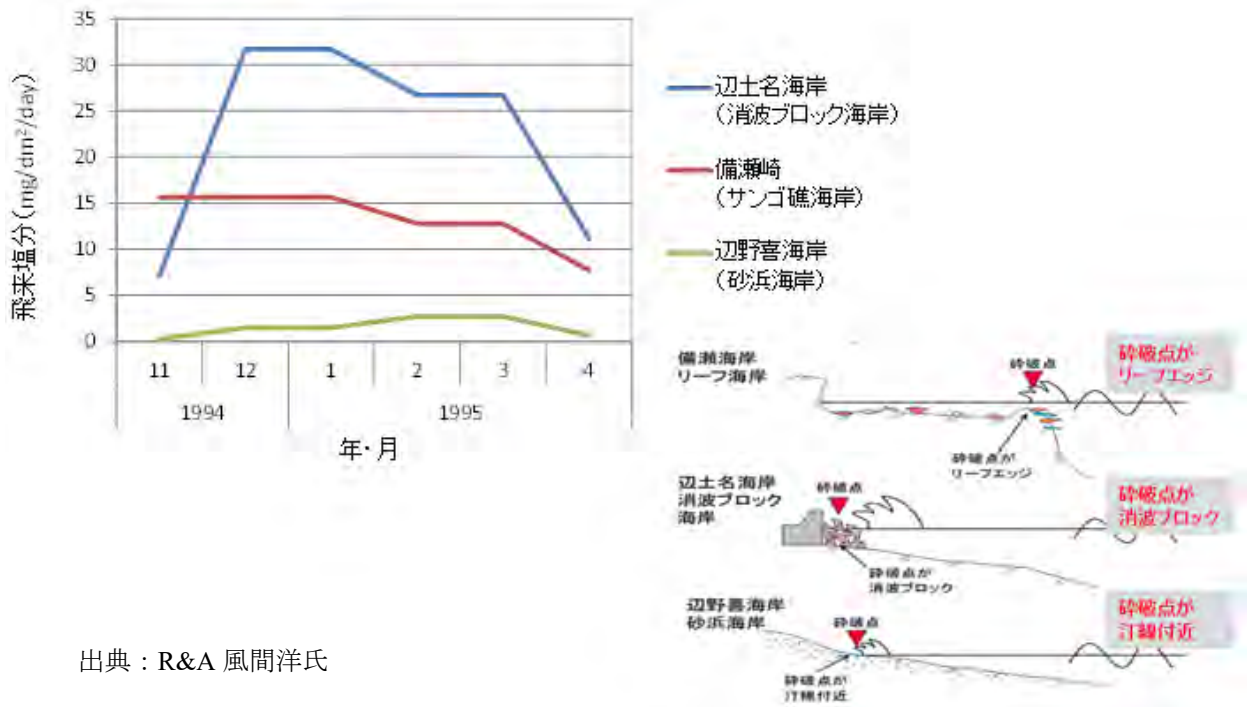


谷川ら、厳しい塩害環境下での鉄筋コンクリート構造物の耐久性に関する研究

(アクリルゴム系防水塗膜の効果)

: 日本建築学会構造系論文集、第 487 号、11-19、1996 年 9 月

図 3-2-14 沖縄県における月ごとの飛来塩分量



出典：R&A 風間洋氏

図 3-2-15 海岸構造と飛来塩分量の関係

このことから、日本で最も塩害環境が厳しい沖縄の海岸線において、塩害からの耐久性を高める対策として図 3-2-16 に示す、塗装 PC 鋼材、耐食シース、塗装鉄筋、高耐久性コンクリート（フライアッシュコンクリート等）等を使用した高耐久化が行われている。



出典：R&A 風間洋氏

図 3-2-16 耐久性レベルのイメージ

ヴァイシガノ橋の架け替えにおいては、既設橋及び周辺の海岸線付近の橋梁の状況、使用可能な材料の特性や建設費などに加えて、図 3-2-17 に示した既設橋梁における塩害環境（飛来塩分量）の調査を行っている。調査は図 3-2-17 に示すように橋梁海側の地覆の両端部および中央部に薄板

モルタル（4 cm×4 cm×0.5 cm）を貼り付け、約1か月ごとに設置・回収を行い、回収した薄板モルタルを粉砕し、粉体に含まれる塩化物イオン量を電位差滴定により分析を実施している。

表 3-2-12 に 2016 年 6 月 22 日～7 月 22 日の結果を示す。この結果より、日平均 0.2kg/m³/day 以上の塩化物イオンが海から供給される環境であることがわかった。この値は、沖縄県大宜味村の塩害の厳しい冬期の飛来塩分量に匹敵する量である。したがって、ヴァイガシノ橋を架け替える際には、沖縄県と同程度の塩害対策を講じる必要があると考えられる。しかし、本結果は1か月程度の結果であることから今後測定を継続し、得られた結果や周辺環境・使用可能材料などを検討した総合的な塩害対策が必要である。



図 3-2-17 飛来塩分調査の概況

表 3-2-12 飛来塩分調査結果 (調査日：2016年6月22日～7月22日)

設置箇所	塩化物イオン総量(kg/m ³)	日平均塩化物イオン量(kg/m ³ /day)
橋台部①	6.14	0.204
橋台部②	7.07	0.236
中央部	6.94	0.231









2) 既設橋の塩害状況

上部工においては、クリアランスが低く飛来塩分の付着しやすい部材に損傷が顕在していることから、コンクリートの損傷の主原因は、塩害であると考えられる。下部工においては、塩害による損傷が確認されず、鉄筋かぶりの確保もしくは鉄筋量が少ないためと想定される。上部工及び下部工に発生している橋軸方向のひび割れは、乾燥収縮及び水和熱によるひび割れと考えられ、施工初期に発生したものと考えられる。なお、アルカリ骨材反応によるひび割れや、疲労など構造的なひび割れは確認できなかった。

上部工では補修箇所が再劣化していることにより、コンクリート剥落箇所が顕在していることから、内在塩分量は非常に高いものと考えられる。

なお、表 3-2-13 に既設橋の塩害状況を示す。

表 3-2-13 既設橋の塩害状況

点検部材		損傷状況	損傷原因
橋 面 部	車道部	 コンクリート舗装である。問題となる損傷は確認されなかった。比較的健全と言える。	
	歩道部	 コンクリート舗装である。問題となる損傷は確認されなかった。比較的健全と言える。	
	高欄部	 外観より定期的に塗替工が実施されていると考えられ、部分的な損傷は見られるが全体的に健全と考えられる。	経年劣化
上 部 工	主桁	 クリアランスの低い A1-P1、P5-P6 径間の主桁下面に、コンクリートの浮き、剥落が広い範囲で確認された。主桁側面部は、下流側(海側)でコンクリートの剥落、浮きが確認されたが上流側は比較的健全であった。	塩害 乾燥収縮
		 P5-P4 径間では、軸方向にひび割れが確認された。乾燥収縮及び水和熱によるひび割れと考えられる。	水和熱
	床版	 主桁と同様に、下流側(海側)にコンクリートの浮き、剥落が点在している。	塩害
	張出部	 上流側は全体的に健全であった。	
下 部 工	柱部	 乾燥収縮及び水和熱によると考えられるひび割れが確認された以外に損傷は見られず、全体的に健全と言える。	乾燥収縮 水和熱

3) 塩害対策

a) 飛来塩分量の付着を軽減するための橋梁計画

ヴァイシガノ橋梁周辺の海岸沿いに建設されている他の橋梁を観察すると、ラーメン構造が多く、比較的飛来塩分が付着しにくい構造となっている。また、通常塩害などの弱部となる支点付近の構造も単純（支承、橋座面がない）であるため塩害の進行が緩やかで、塩分の付着しにくい構造が耐久性向上に有効であることが確認できた。橋梁形式については、塩分の付着しやすい構造（塩害の顕著な T 桁橋等）などは避け、塩分の付着面積を少なくする等に配慮した構造（床（中空床板橋等）が塩害対策には有効である。

また、現地調査の結果、海岸部に設置されている同年代施工の同じ橋梁形式であっても、クリアランスの高い橋梁が健全であることが確認できたことから、海面から桁下面までの高さをできるだけ確保するものとする。

b) 耐久性を確保するための材料の選定

水セメント比、骨材、スランプ等がコンクリートの耐久性に大きく影響するため、現地の材料特性を把握し、配合等に配慮したコンクリートを選定する。また、骨材などの内在塩化物及びアルカリ骨材反応の反応性についても留意して選定する必要がある。現地調査の結果、現地において遮塩性が期待できるフライアッシュセメント（ニュージーランド産）が入手可能であることが確認できたことから、同試料を用いた場合の強度及び遮塩性を確認の上で採用を検討する。

また、PC 鋼材、塗装鉄筋、ポリエチレンシースなど腐食しにくい材料の選定を行う。

詳細設計時においては、飛来塩分などの周辺環境の調査結果、使用する鉄筋、骨材、セメント等の特性などを考慮の上、適切な材料選定を行う必要がある。なお、フライアッシュセメントを用いた場合は、サモアにおける環境特性に配慮し、冷害規定を省いた沖縄県における配合実績等を活用して詳細検討を行うものとする。

フライアッシュセメント（ニュージーランド産）を用いた場合の問題点としては、フライアッシュ含有量が強度により調整を行うことから、フライアッシュ含有量が一定ではなく、ばらつくことが予想され、フライアッシュセメントを使用する際は、フライアッシュ含有量の確認が必要である。また、上部工にフライアッシュを使用する際は、強度発現の検討を十分行う必要がある。

また、ニュージーランドでは、マイクロシリカ（シリカヒューム）を混和材とした耐久性の高いコンクリートの実績があることから、フライアッシュセメントの使用と合わせて、マイクロシリカの利用も検討する必要がある。

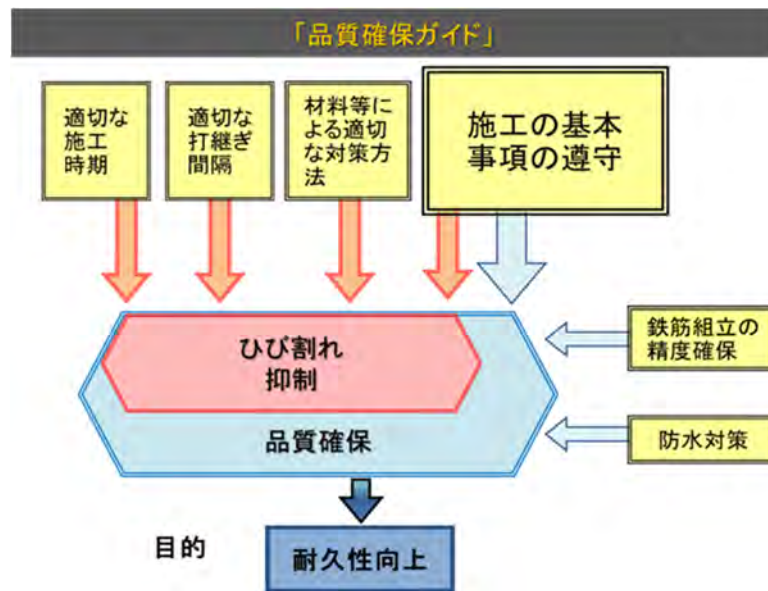
c) 耐久性を確保するための詳細設計

上記に示したように、サモアの塩害環境は、沖縄県と同等か高温多湿環境を考えると、それ以上であることが予想される。したがって、ヴァイシガノ橋梁の架け替えに使用する材料は、図 3-2-16 に示したスーパー塩害対策を講じる必要があると考える。

また、橋梁形式は、上述したようにクリアランスを高くし、塩分の付着しやすい構造（塩害の顕著な T 桁橋等）などは避け、塩分の付着面積を少なくする等に配慮した構造が塩害対策には有効である。

d) 耐久性を確保するための施工監理

コンクリート構造物の耐久性確保には、材料選定や構造形式などの配慮以外に、初期のコンクリートの品質確保が必要不可欠である。つまり、施工、養生を確実に行うことである。コンクリート構造物の品質確保として、図 3-2-18 に示す 6 つの取り組み（黄色枠内）が必要である。



出典：山口県土木建築部

図 3-2-18 コンクリート構造物の品質確保の概念図

①：適切な施工時期

気温の高い時期の打込みを出来る限り避けるよう「適切な施工時期」を選定する。

※サモアのような 1 年中高温の地域では不可能であるが、乾季の比較的気温の低い時期が適切な施工時期であると考えられる。

②：適切な打継ぎ間隔

打継ぎ間隔が短い方が最大ひび割れ幅は小さくなる傾向があるため、なるべく短い打継ぎ間隔となるように「適切な打継ぎ間隔」を設定する。ここで打継ぎ間隔とは、例えば橋台であれば、フーチングを打ち込んだ日から次のリフトとなるたて壁を打ち込む日までの日数をいう。

③：材料等による適切な対策方法

ひび割れ抑制のために、材料（補強鉄筋、ガラス繊維、水和熱抑制型膨張材など）、誘発目地の使用や、養生を工夫するといった「材料等による適切な対策方法」を検討し、実施する。

④：施工の基本事項の遵守

施工者が良質なコンクリート構造物を施工するために、コンサルタントがチェックシートを活用して施工状況把握を行い、施工者の支援を行う。

⑤：鉄筋組立の精度確保

かぶり不足を防止するため、分かりやすいかぶり詳細図など施工者に誤解を与えない図面を作成するとともに、施工者は設計で示された所定の位置に正確かつ堅固に鉄筋を組み立てる。

⑥：防水対策

コンクリート構造物の劣化には、水が影響をもたらすことがある。そこで、各種の基準書やマニュアル等を活用し、コンクリート構造物へ水を流入させない、または流入量を減らす構造とする、あるいは速やかに排水する構造とすることを検討する。

また、上記の品質確保に加え、フライアッシュコンクリートを使用する際は、強度発現が小さい場合があるため、型枠の脱型時期を遅らせるなど、施工工程を検討する必要がある。また、脱型後、養生シートなどを使用した適切な養生処理が必要である。

サモアのような厳しい塩害環境を有する地域では、上記に示したコンクリート構造物の品質確保を考慮した施工管理を行うことが望ましい。

e) 維持管理体制の構築

i) 維持管理に必要な経年的な調査の実施

維持管理を実施しやすい構造として、外観目視が可能な含浸材の使用の検討を行う。また、コンクリート構造物を適切に維持管理するためには、環境作用（飛来塩分、気温、湿度、風向風速など）の把握と同時に、コンクリートの応答（塩分浸透速度、内部鉄筋の腐食速度など）を把握する必要がある。したがって、新設橋梁と同じコンクリート配合の暴露試験体を設置し、浸透塩分量や内部鉄筋の腐食速度などを測定して今後の維持管理に対するデータの収集を行うことも考えられる。

ii) 人材育成

適切な維持管理体制の構築には、現地における人材の育成が重要になるため、OJT による人材育成も考えられる。

(3) 橋梁形式の検討

1) 橋梁形式比較案

現橋は7径間のRC橋であり、径間長は10.68mと非常に短い。エヴァンでは多数の流木が集積したが、これは高さが低いことと空間が狭いことに依るためである。従って、橋梁形式に関しては、洪水位及び流木の影響、施工性、経済性、維持管理性等を重視して複数の代替案を比較検討して、最適案を決定する。

また、ヴァISINGANO橋は海岸に面しているため、塩害による腐食を考慮すると鋼橋は好ましくなく、橋種はPC橋とする。さらに、橋梁の縦断高を出来るだけ抑えるために主桁高



写真 3-2-3 幅が狭く、高さが低いヴァISINGANO橋

が低くなる橋種を検討する必要がある。従って、このような条件を満足する形式について検討を行うことを基本方針とし、表 3-2-14 上部工形式と推奨適用径間より選定される下記の橋梁形式について、構造的（耐塩害性能）、施工性、周辺環境への影響、河川特性及び流木対策、経済性等に関して比較検討を実施する。

- 第1案：PC2 径間連結^ホ ステンション方式T桁橋（L=2@37.5m=75.0m）（表 3-2-14 に示す A）
- 第2案：PC3 径間連結^ブ レンション方式中空床版橋（L=3@25.0m=75.0m）（表 3-2-14 に示す B）
- 第3案：PC4 径間連結^ブ レンション方式中空床版橋（L=4@18.75m=75.0m）（表 3-2-14 に示す C）

表 3-2-14 上部工形式と推奨適用径間

上部工形式	推奨適用径間			曲線適否		桁高・径間比	
	50 m	100 m	150 m	主構造	橋面		
鋼橋	単純合成鉄桁				○	○	1/18
	単純鉄桁				○	○	1/17
	連続鉄桁				○	○	1/18
	単純箱桁				○	○	1/22
	連続箱桁				○	○	1/23
	単純トラス				×	○	1/9
	連続トラス				×	○	1/10
	逆ランガー桁				×	○	1/6,5
	逆ローゼ桁				×	○	1/6,5
	アーチ				×	○	1/6,5
P C 橋	プレテン桁				×	○	1/15
	中空床版				○	○	1/22
	単純T桁				×	○	1/17,5
	単純合成桁				×	○	1/15
	連結T桁、合成桁				×	○	1/15
	連続合成桁				×	○	1/16
	単純箱桁				○	○	1/20
	連続箱桁(片持工法)				○	○	1/18
	連続箱桁(押し出しまたは支持工法)				○	○	1/18
	π形ラーメン				×	○	1/32
R C 橋							
中空床版				○	○	1/20	
連続充腹式アーチ				○	○	1/2	

2) 比較検討結果

上記3案の比較検討結果を表 3-2-15 に示す。当該3案の概要及び得失を LTA に説明し、協議した結果、下記の理由により第2案（PC3 径間連結プレテンション方式中空床版橋）が最も望ましいということで LTA は合意した。

- ① 桁高を 1.0m と低くすることが可能であり、その結果、橋面高の嵩上げを 1.5m と抑えることが可能であること。
- ② 径間長が 25m であり、流木の集積回避に必要な幅（20m）を十分満足していること。
- ③ 塩分が付着し難い形状であり、耐塩害性能に優れていること。
- ④ 経済性において最も優れていること。

表 3-2-15 橋梁形式比較表

橋梁形式	特 性	
<p>第1案：PC2径間連結ポストテンション方式T桁橋</p>	<p>構造的性 (耐塩害性能)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ポストテンション方式による代表的なPC桁形式であり、無償資金協力での実績も多い。 ・河川上での工事が多く施工過程で塩分が混入しやすいこと、鉄筋やPC鋼材のかぶり厚が不均等になり易いこと、コンクリート強度が低く塩分の浸透速度が速いこと、塩分が付着し易い形状であること等、耐塩害性能は他案より劣る。
	<p>施工性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・架設桁やプレキャストブロック主桁の組立等を橋台背面で行う必要があり、ホテル前に比較的広い作業ヤードが必要で、周辺への影響に十分な配慮が必要。 ・概算工期【約22ヶ月】
	<p>周辺環境への影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・他案に比べて構造高が高く、路面の嵩上げによる沿道への影響が大きい。 ・ホテル利用者に対する海岸部の眺望を大きく阻害する。
	<p>河川特性 および 流木対策</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・橋脚数は最も少ないが、河川中央部に橋脚が設置されることより、橋脚が原因となる流木による河川閉塞に対する安全性において第2案との優劣は少ない。 ・桁間への流木の引っかかりによる河川閉塞の可能性がある。 ・上流側外桁への流木衝突による主桁損傷の可能性がある。 ・H.W.L時の河積阻害率は3案中最も小さく約2.8%である(目標6%以内)。
	<p>経済性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・他案に比べて最も経済性に劣る。⇒ 概算工事費の比率【1.11】
	<p>総合評価</p>	<p>△</p>
<p>第2案：PC3径間連結プレテンション方式中空床版橋</p>	<p>構造的性 (耐塩害性能)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・プレテンション方式による中空断面のPC桁形式で、簡易プレテンション設備を現地に建設し桁製作を行うものである。 ・河川上での工事が少なく施工過程で塩分が混入し難いこと、鉄筋やPC鋼材のかぶり厚を均等に保ち安いこと、コンクリート強度が高く塩分の浸透速度が遅いこと、塩分が付着し難い形状であること等、耐塩害性能は第1案より優れる。 ・製作、架設設備の設備投資が少なく、技術移転に適した構造形式である。
	<p>施工性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・桁架設は非常に迅速で、また、橋台背面を利用した工種も少ないことから、周辺への影響の少ないスムーズな工事が可能である。 ・概算工期【約20ヶ月】
	<p>周辺環境への影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・構造高は各案中中位で、路面の嵩上げによる沿道への影響は比較的少ない。 ・ホテル利用者に対する海岸部の眺望の阻害は、第1案ほど大きくない。
	<p>河川特性 および 流木対策</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・橋脚数は第1案より多いが、河川中央部に橋脚が無いことから、橋脚が原因となる流木による河川閉塞に対して第1案との優劣は少ない。 ・H.W.L時の河積阻害率は約5.6%であり許容範囲内である(目標6%以内)。
	<p>経済性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・最も経済性に優れる。⇒ 概算工事費の比率【1.00】
	<p>総合評価</p>	<p>◎</p>
<p>第3案：PC4径間連結プレテンション方式中空床版橋</p>	<p>構造的性 (耐塩害性能)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・プレテンション方式による中空断面のPC桁形式で、簡易プレテンション設備を現地に建設し桁製作を行うものである。 ・河川上での工事が少なく施工過程で塩分が混入し難いこと、鉄筋やPC鋼材のかぶり厚を均等に保ち安いこと、コンクリート強度が高く塩分の浸透速度が遅いこと、塩分が付着し難い形状であること等、耐塩害性能は第1案より優れる。 ・製作、架設設備の設備投資が少なく、技術移転に適した構造形式である。
	<p>施工性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・桁架設は非常に迅速で、また、橋台背面を利用した工種も少ないことから、周辺への影響の少ないスムーズな工事が可能である。 ・概算工期【約21ヶ月】
	<p>周辺環境への影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・構造高は各案中最も低く、路面の嵩上げによる沿道への影響は少ない。 ・ホテル利用者に対する海岸部の眺望の阻害は、最も少ない。
	<p>河川特性 および 流木対策</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・橋脚数は、最も多く、河川中央部に橋脚があり、橋脚が原因となる流木による河川閉塞の可能性が最も高い。また、径間長が基準を満たしていない。 ・H.W.L時の河積阻害率は約8.5%であり目標値を超過する(目標6%以内)。
	<p>経済性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・第2案に比べて若干不経済となる。⇒ 概算工事費の比率【1.05】
	<p>総合評価</p>	<p>△</p>

(4) 下部工及び基礎工形式の検討

1) 支持層の選定

ボーリング調査の結果によると、地表から約 40m 付近まで完新世（新生代第四紀第 2 期）の沖積土層が堆積し、その下に火山岩（玄武岩）による岩盤層が形成されている。沖積土層は、砂、シルトおよび砂れきの互層となっており、N 値は全体的に小さく、ばらつきも大きい。層毎の N 値は、地表から第一層目（砂）が N 値 4～17、第二層目（砂質シルト）が N 値 2～15、第三層目（砂れき）が N 値 7～50、第四層目（砂質シルト～シルト質砂）が N 値 5～21、岩盤上に薄く堆積する砂れき層が N 値 4～42 となっている。支持層となり得る N 値 30 以上の砂質土層、または N 値 20 以上の粘性土層は形成されていない。約 40m 付近に分布する玄武岩は、表層 0.3m～4.6m 部分は風化・土壌化が進んでいるが、その直下には硬い未風化岩が現れる。表層付近は RQD が約 0～20%、未風化部分は RQD が約 60～80%である。表層付近の風化岩は、全体的に層厚が薄く変化も大きい。したがって、橋梁の基礎は、未風化部分の玄武岩に支持させることとした。

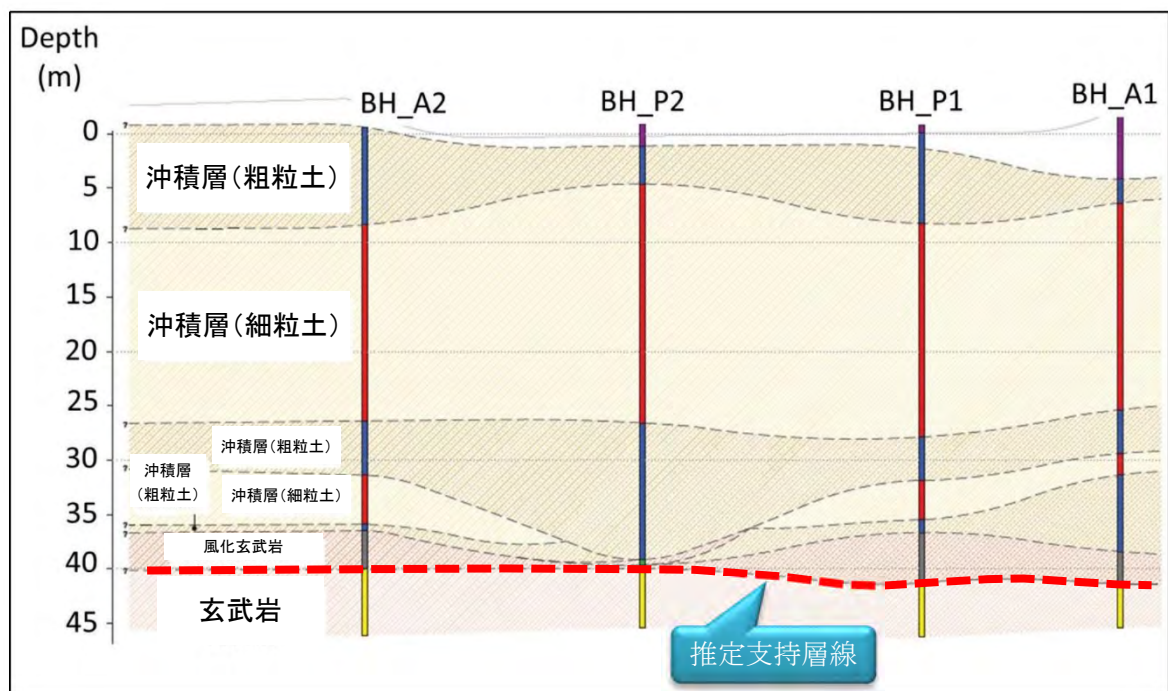

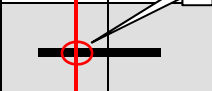


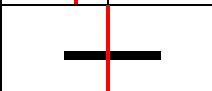
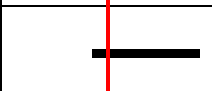
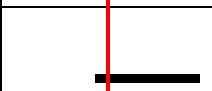
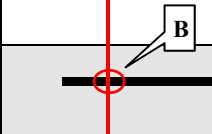


図 3-2-19 土質縦断面図

2) 下部工形式の選定

支持層が地表から約 40m の深さとなるため、橋台および橋脚の基礎形式は杭基礎となる。したがって、橋台および橋脚の高さ（天端からフーチング下面まで）は、図 3-2-10 に示すように道路計画高とフーチングの根入れ深さから決定される。A1 橋台および A2 橋台の高さを 7.0m、P1 橋脚および P2 橋脚の高さを 10.0m とした。橋台および橋脚の形式は、その高さに応じて表 3-2-16 に示す下部工形式選定表を参考に選定する。橋台形式は、A1 橋台、A2 橋台ともに逆 T 式橋台（表 3-2-16 の A）、橋脚形式は、P1 橋脚、P2 橋脚ともに小判型壁式橋脚（表 3-2-16 の B）を採用した。

表 3-2-16 下部工形式選定表

種類	形式	適用高さ (m)			適用条件	
		10	20	30		
橋台	1.重力式				支持地盤が浅く、直接基礎の場合に適する。	
	2.逆T式				適用例の多い形式であり、直接基礎及び杭基礎に適する。	
	3.控壁式					橋台が高い場合に適する。使用材料は少ないが工期が長い。
	4.箱式					高橋台用に開発された形式である。工期が若干長い。
橋脚	1.柱式				低い橋脚、交差条件の厳しい場合、河川中等に適する。	
	2.ラーメン式				比較的高い橋脚で広幅員の橋梁に適する。河川中では洪水時流下を阻害することがある。	
	3.パイルベント式				最も経済的な形式であるが、水平力の大きい橋梁には適さない。また、河川中では洪水時流下を阻害する。	
	4.小判形、矩形				高橋脚、外力の大きい橋梁に適する形式である。特に、小判形は河川中に適する。	

3) 基礎工形式の選定

橋台および橋脚の基礎形式は、支持層の深さ、施工性および経済性等を考慮し、表 3-2-17 に示す基礎工形式選定表を参考に選定する。橋台、橋脚ともに支持層が地表から約 40m の深さとなること、他の形式・工法に比べて施工性および経済性に優れること、類似案件での施工実績も豊富である点を考慮し、場所打ち杭基礎形式（全回転式オールケーシング工法）を採用した。なお、他の基礎形式については次の理由から適用の対象外とした。

- ① 直接基礎は、支持層が浅い場合（深さ 5m 程度が目安）に適しており、支持層が深い場合は適用できない。
- ② 打込み杭や中掘り杭等の既製杭基礎形式は、硬岩を支持層とする場合、杭先端の根入れが困難であるため施工性に劣る。
- ③ ケーソン基礎、鋼管矢板基礎および地中連続壁基礎は、荷重規模（構造的）や施工条件（施工性）によっては優位性を有するが、本橋の場合には明らかに不経済となる。

表 3-2-17 基礎工形式選定表

基礎形式		直接基礎	打込杭基礎			中掘り杭基礎			場所打ち杭基礎			ケーソン基礎		鋼管矢板基礎	地中連続壁基礎						
			R C 杭	P H C 杭	鋼管杭	PHC 杭	鋼管杭	最終打撃方法	噴出攪拌方式	最終打撃方法	噴出攪拌方式	オールケーシング	リバース			アースドリル	深礎	ニューマチック	オープン		
選定条件																					
地盤条件	支持層までの状態	中間層に軟弱地盤がある	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○			
		中間層に極堅い層がある	○	×	△	△	○	○	○	○	○	○	△	○	△	○	△	△	○		
		中間層に礫がある	礫径 5 cm 以下	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
			礫径 5 cm～10 cm	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	○	○	△	○	○	
			礫径 10 cm～50 cm	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	○	△	×	△	
	液状化する地盤がある	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	支持層の状態	支持層の深度	5 m 未満	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
			5～15 m	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	△	△	
			15～25 m	×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			25～40 m	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○	○
			40～60 m	×	×	△	○	△	△	△	○	○	○	△	○	×	×	△	○	○	○
		60 m 以上	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	△	△	△	
支持層の土質		粘性土 (20 ≤ N)	○	○	○	○	○	×	△	○	×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	
	砂・砂礫 (30 ≤ N)	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○		
	傾斜が大きい (30° 以上)	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	△	△	△		
	支持層面の凹凸が激しい	○	△	△	○	△	△	△	○	△	△	○	○	○	○	○	△	△	○		
地下水の状態	地下水位が地表面近い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	○		
	湧水量が極めて多い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×	○	○	○	△		
	地表より 2 m 以上の被圧地下水	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	○	×		
	地下水流速 3 m/分以上	×	○	○	○	○	×	×	○	×	×	×	×	×	×	○	△	○	×		
構造物の特性	荷重規模	鉛直荷重が小さい(支間 20 m 以下)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	△	×	×	
		鉛直荷重が普通(支間 20 m～50 m)	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		鉛直荷重が大きい(支間 50 m)	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	
		鉛直荷重に比べ水平荷重が小さい	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	
		鉛直荷重に比べ水平荷重が大きい	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	支持形式	支持杭	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
摩擦杭	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
施工条件	水上施工	水深 5 m 未満	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	×	○	△	×	△	△	○	×	
		水深 5 m 以上	×	△	△	○	△	△	△	△	△	△	×	△	×	×	△	△	○	×	
	作業空間が狭い	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	×	△		
	斜杭の施工	△	△	○	○	×	×	×	△	△	△	△	×	×	×	△	△	△	△		
	有毒ガスの影響	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○		
	周辺環境	振動騒音対策	○	×	×	×	△	○	○	△	○	○	△	○	○	○	○	△	○		
隣接構造物に対する影響		○	×	×	△	△	○	○	△	○	○	○	○	△	△	△	△	○			

3-2-2-5-5 河川護岸の検討

(1) ヴァイシガノ川護岸整備計画

UNDP(United Nations Development Programme)の資金提供により 2014 年から 2015 年にかけてヴァイシガノ川の氾濫解析、水位計算が実施されており、この結果を受けてレタタ橋からヴァイシガノ橋まで 1/20 年確率に対応した堤防の設計が終了している状況である。また、レオネ橋からヴァイシガノ橋の区間は今年中に工事が開始される。

氾濫解析および水位計算については、水文調査にて詳述するものとし、以下に今年工事が開始されるレオネ橋からヴァイシガノ橋の区間の堤防の平面縦断図を添付する。



図 3-2-20 ヴァイシガノ川護岸整備計画平面図 (1/3)



図 3-2-21 ヴァイシガノ川護岸整備計画平面図 (2/3)

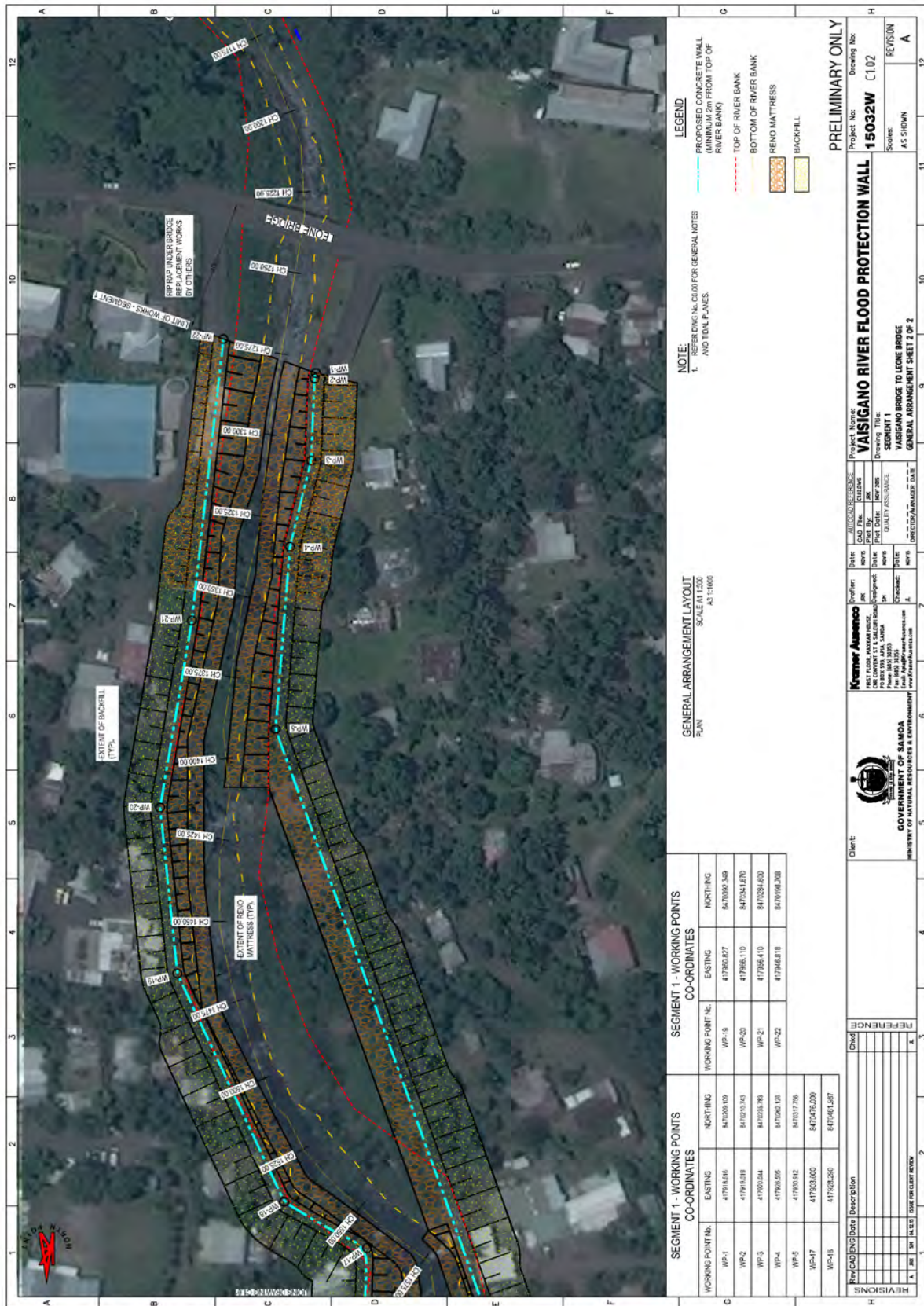


図 3-2-22 ヴァイシガノ川護岸整備計画平面図 (3/3)

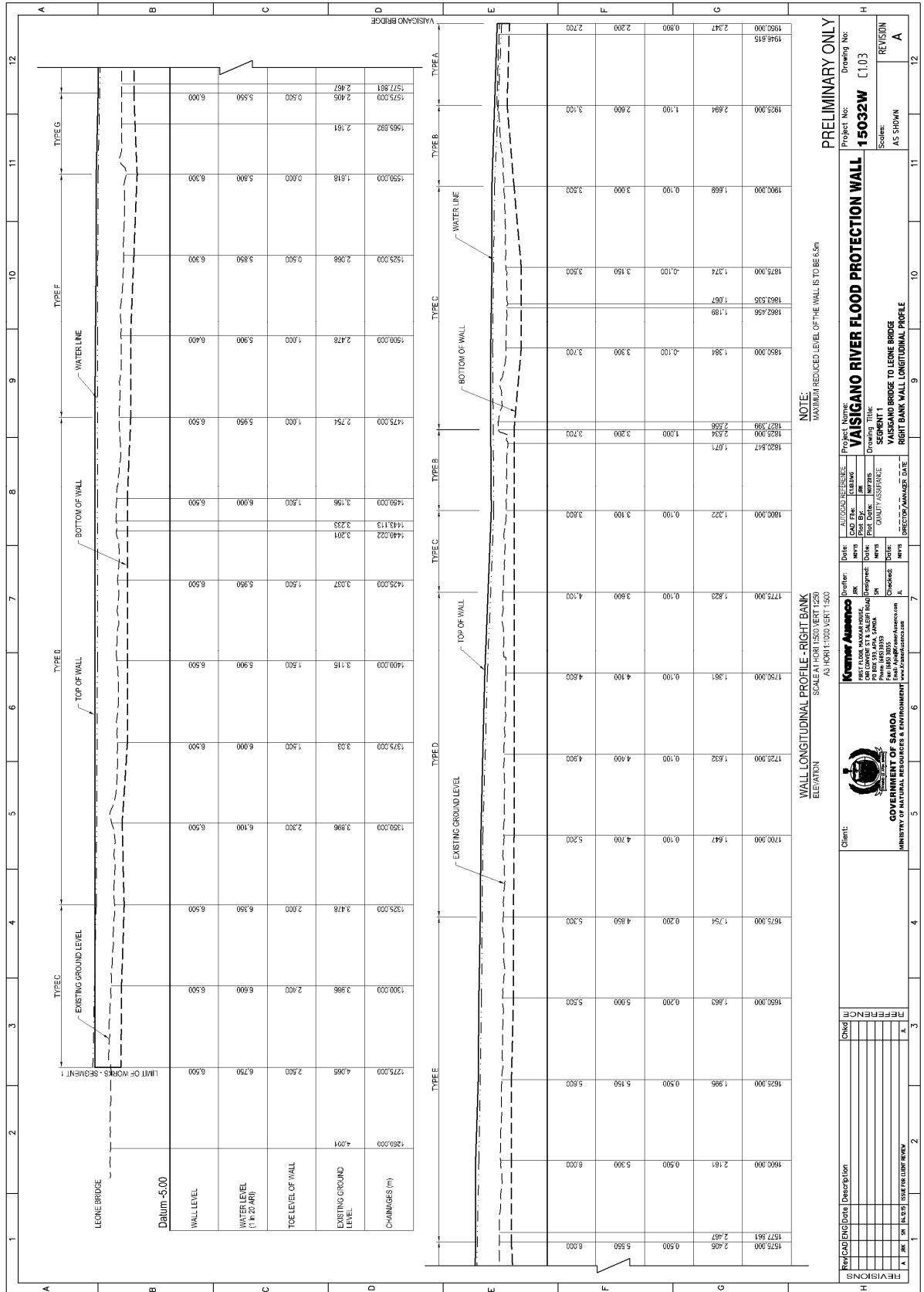


図 3-2-23 ヴァイシガノ川護岸整備計画縦断面図 (1/2)

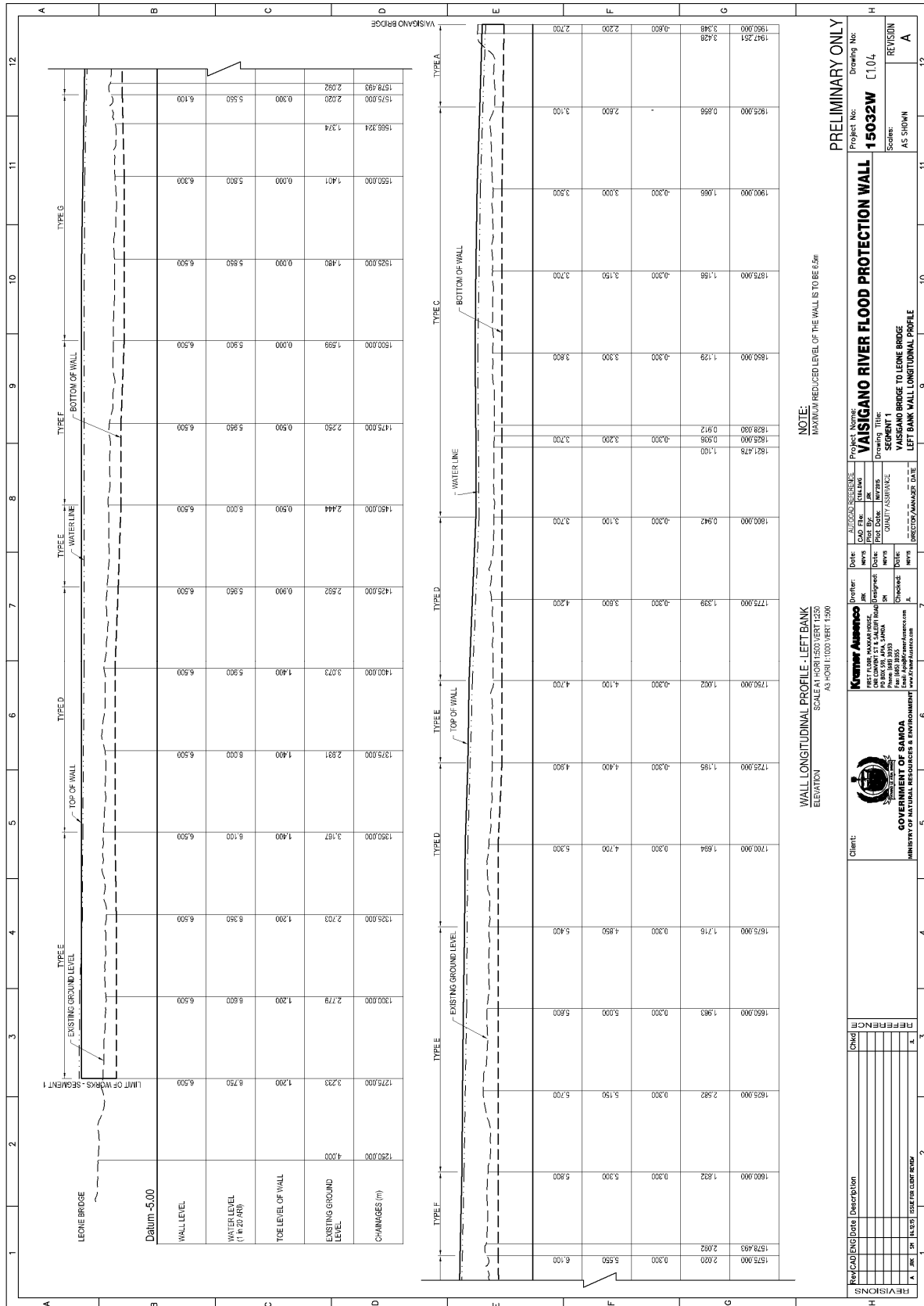


図 3-2-24 ヴァイシガノ川護岸整備計画縦断図 (2/2)

(2) 構造形式

護岸の構造形式は上流側の堤防整備計画との整合を図りコンクリート擁壁とし、前面には捨石による根固めを設置する。

右岸側は河積を阻害しないために上流側堤防と全く同じ断面形状とする必要があるため、同構造の逆T擁壁とする。

左岸側は死水域により河積に若干の余裕があること、堤防(石積みによる堀)がシェラトンホテルにより築造済みであり、既設橋の撤去時に干渉することから、既設橋の橋台を残しその前面に重力式擁壁を築造する。またこれに伴い、既設橋と新設橋の間も重力式擁壁とする。擁壁の一部が死水域より河道内に位置することになるが、これについては水位計算により問題ないことを確認している。



図 3-2-25 死水域位置



図 3-2-26 堤防と既設橋橋台の状況

根固めは、上流側はかごマットが採用されているが海水であること、河口であり波力を受けること等から、捨石を採用する。

(3) 主要構造諸元の決定

各構造物の図は、3-2-3 概略設計図を参照。

表 3-2-18 河川護岸主要構造物諸元

項目	値	備考
重力式擁壁 1(左岸側)		
天端幅	0.7m	
底面幅	3.1m	
高さ	4.0m	
前面法勾配	1:0.3	
背面法勾配	1:0.3	
重力式擁壁 2(左岸側)		
天端幅	0.7m	
底面幅	1.9m	
高さ	4.0m	
前面法勾配	1:0.3	
背面法勾配	-(直)	
逆 T 擁壁(右岸側)		
縦壁厚	0.4m	
縦壁高,全高	2.9m , 3.3m	
底版厚	0.4m	
底版幅	2.5m (つま先 0.6m,かかと 1.5m)	
根固め		
天端幅	2.0m	
天端高	MSL+1.9m	
法面勾配	1:2.0	
斜面部上層捨石径,重量	0.9m , 1.6t	
斜面部上層厚	1.8m	
斜面部下層捨石径,重量	0.4m , 0.15t	
斜面部下層厚	0.8m	
つま先長	7.5m	
つま先部天端高	MSL-1.1m	
つま先部上層捨石径,重量	0.4m , 0.15t	
つま先部上層厚	0.8m	
つま先部下層捨石径,重量	0.2m , 0.01t	
つま先部下層厚	0.4m	

(4) 橋脚部根固め構造諸元

橋脚部は橋脚による河床洗掘の他に低下背水による河床洗掘が生じると考えられる。

よって、低下背水による河床洗掘前と後の両方の水理量を用いて、根固めの諸元を決定する。

「Bridge Scour 2000」では必要な設置範囲や根固め層厚について最小値と最大幅の記載があるが、橋脚のフーチング天端は最深河床高から 2m の根入れが確保されていることを踏まえ最小値で問題ないものとする。

表 3-2-19 根固め主要構造諸元

項目	値	備考
玉石径	0.35m	
層厚	0.7m	
天端高	MSL-2.8m	最深河床高より土被り 0.9m
設置範囲	橋脚周囲 2.0m	

3-2-2-5-6 海岸護岸の検討

(1) 構造形式

護岸の構造形式は捨石式、コンクリート擁壁式、コンクリートブロック張式の比較により決定する。構造形式比較表を表 3-2-20 に示すが、当該表より、捨て石式を採用する。

表 3-2-20 海岸護岸構造形式比較表

構造形式	概要	評価	採用
捨石式	道路盛土法面を捨石で被覆した構造であり、張り護岸に分類される。法面勾配は 1:2.0 である。構造上 2 層必要であり、各層はそれぞれの捨石径の 2 倍の厚みを持つ。消波工を兼ねることができるため、波の打ち上げ高が低くなる。	<ul style="list-style-type: none"> ・経済性に最も優れる。 ・構造が単純で維持管理、復旧が容易である。 	○
コンクリート擁壁式	道路盛土法面を重量式擁壁で土留した構造であり、抗土圧構造物に分類される。海側がコンクリートの滑面であり波の打ち上げ高が高くなるため、消波工として擁壁前面に捨石が必要となる。	<ul style="list-style-type: none"> ・経済性に最も劣る。 ・擁壁築造時に仮締切を必要とする。 ・擁壁の維持管理、復旧がやや困難である。 	
コンクリートブロック張式	道路盛土法面を張りコンクリートで被覆した構造であり、張り護岸に分類される。ブロック間に適当な間隙のあるブロックを用いればある程度の消波効果を期待できるが、法面勾配を 1:3.0 としても波の打ち上げ高は他案よりも高くなる。	<ul style="list-style-type: none"> ・経済性に劣る。 ・他案に比べ波の打ち上げ高が高くなる。 ・将来的に同じブロックを入手することが困難である。 	

(2) 主要構造諸元の決定

各構造物の図は、3-2-3 概略設計図を参照。

表 3-2-21 海岸護岸主要構造物諸元

項目	値	備考
重力式擁壁 1		
天端幅	0.4m	
底面幅	1.24m	
高さ	2.1m	
前面法勾配	1:0.2	
背面法勾配	1:0.2	
重力式擁壁 2		
天端幅	0.4m	
底面幅	1.57m	
高さ	3.9m	
前面法勾配	1:0.2	
背面法勾配	1:0.1	
捨石護岸		
天端幅	3.5m	
天端高	MSL+5.09~MSL+2.56m	
法面勾配	1:2.0	
斜面部上層捨石径,重量	1.1m , 3.3t	
斜面部上層厚	2.2m	
斜面部下層捨石径,重量	0.5m , 0.3t	
斜面部下層厚	1.0m	
斜面部基礎材	-	
つま先長	7.5m	
つま先部天端高	円弧状擦り付け区間 MSL-	左記以外 MSL-0.2m
つま先部上層捨石径,重量	0.5m , 0.3t	
つま先部上層厚	1.0m	
つま先部下層捨石径,重量	0.2m , 0.02t	
つま先部下層厚	0.4m	

3-2-2-5-7 近接施工の検討

本橋は、現在供用中の既設橋と近接した位置での施工となる。既設橋を撤去してから施工を行う場合、迂回路用の仮橋や添架物件（既存ユーティリティ）の仮移設が必要となる。このため、必要最小限の離隔を確保することで、施工期間中も既設橋の利用が可能かどうか検討を行った。検討のポイントは、下記の3点である。

- ① 構造物掘削による既設橋への影響
- ② 仮締切工（仮設鋼矢板）の引抜きによる既設橋への影響
- ③ 重機の進入スペース確保

A1 橋台施工時および P1 橋脚施工時について検討した結果、架橋位置を既設橋から約 20m 下流側の位置とし、A1 橋台位置で約 5m の離隔を確保することで、既設橋を利用しながら施工することが可能と判断した。ただし、仮設鋼矢板の引抜きは、既設橋に悪影響を及ぼす恐れがあるため、本橋完成後に交通を振り替えてから作業を行う計画とする。

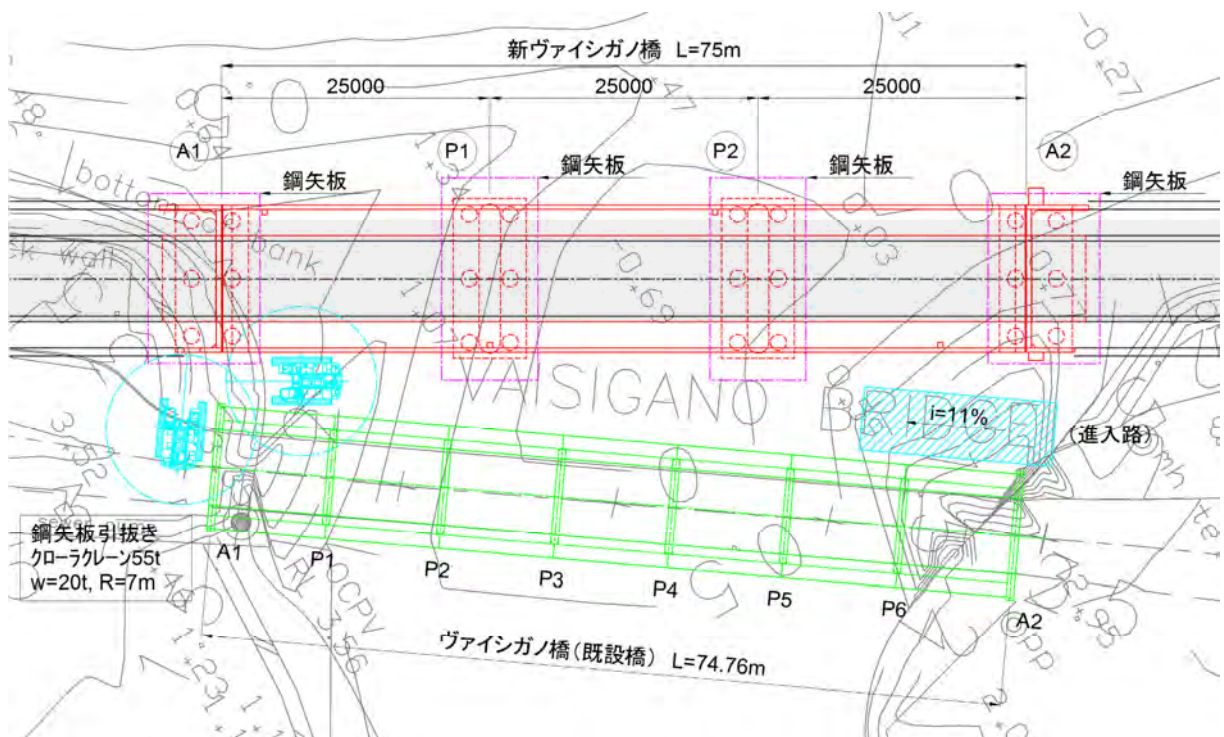


図 3-2-27 近接施工の検討：施工時平面図

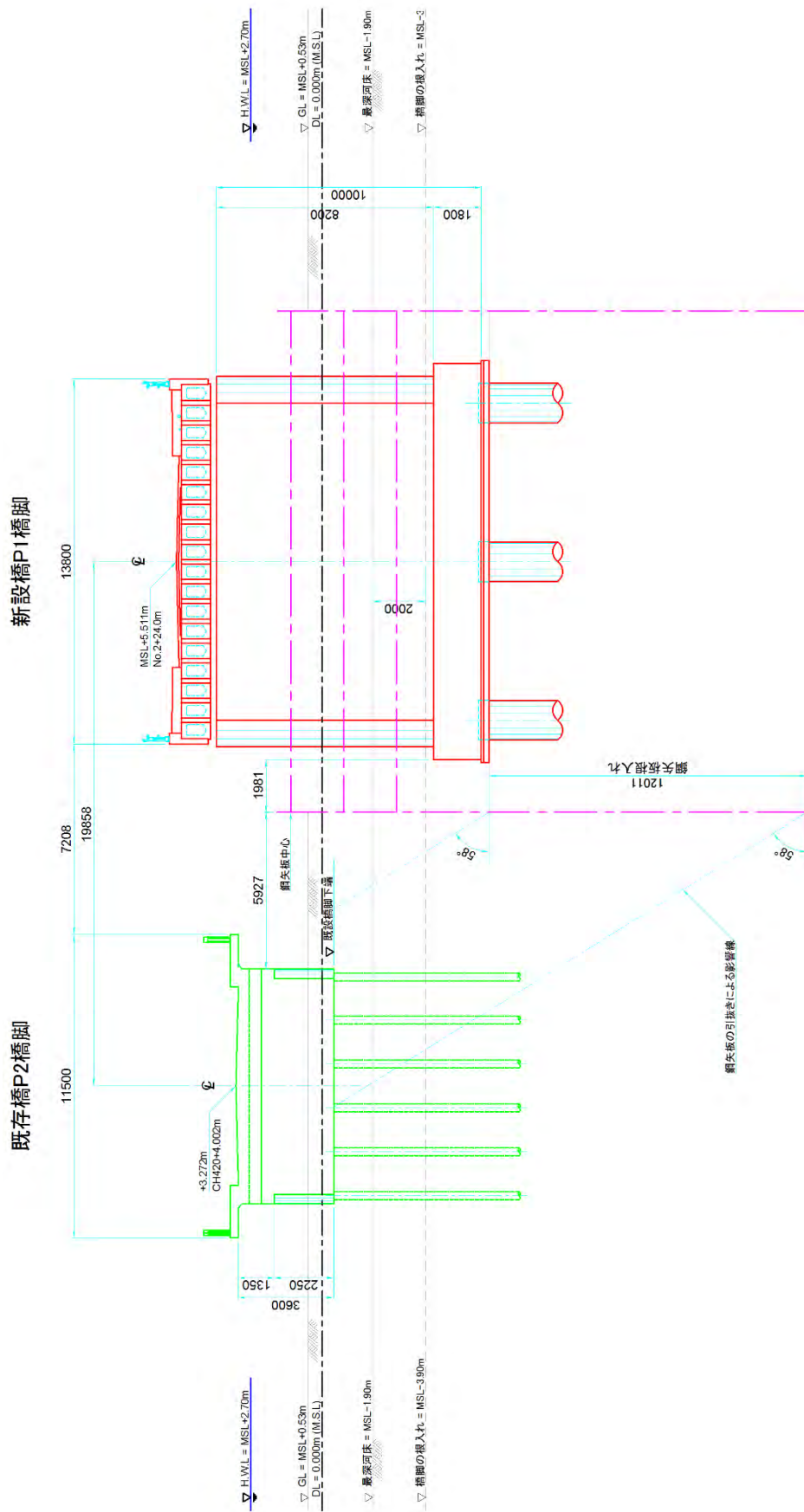
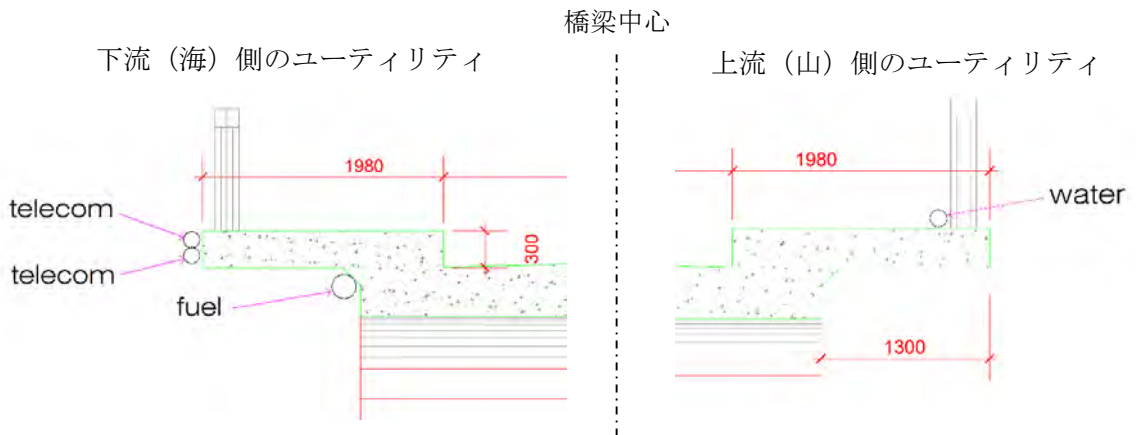


図 3-2-29 施工時断面図 (P1 橋脚)

3-2-2-5-8 相手国側負担事項の検討

(1) ユーティリティの種類と位置

ヴァイシガノ橋には燃料管、水道管、通信ケーブル、架空電線の4種類のユーティリティが添架されている。これらのユーティリティとその位置関係を以下に示す。



燃料管

燃料管



燃料管

燃料管



燃料管

燃料管



水道管

水道管



通信ケーブル

通信ケーブル



電線

架空電線

図 3-2-30 ヴァイシガノ橋における支障物件

(2) ユーティリティの移設検討

既存の燃料管 (PPS)、水道管(SWA)、通信ケーブル 2 社(Bluesky, CSL)、道路照明用の架空電線 (EPC) の移設検討を実施した。

1) 移設計画

a) 燃料管 (PPS)

第一次移設：A1 橋台施工時に支障となる埋設管を現道側へ仮移設する (移設延長 L=16m)。

第二次移設：現橋の添架管を新橋の下流側へ移設し (ブラケットによる添架)、現道の埋設管を新道路側へ移設する (移設延長 L=335.6m)。

b) 水道管 (SWA)

現橋の添架管を新橋の下流側へ移設する (ブラケットによる添架、移設延長 L=167.5m)。

c) 通信ケーブル (Bluesky, CSL)

第一次移設:A1 橋台施工時に支障となる埋設管を現道側へ仮移設する(移設延長 Blue-sky L=16m、CSL L=16m)。

第二次移設：現橋の添架管を新橋の上流側へ移設し (歩道部に埋設)、現道の埋設管を新道路側へ移設する(移設延長 Blue-sky L=276.5m、CSL L=347.5m)。

d) 道路照明用の架空電線 (EPC)

工事区域内にある電柱および架空電線を撤去する、または施工に支障のない位置へ仮移設する。

2) 移設計画図

a) 燃料管 (PPS)

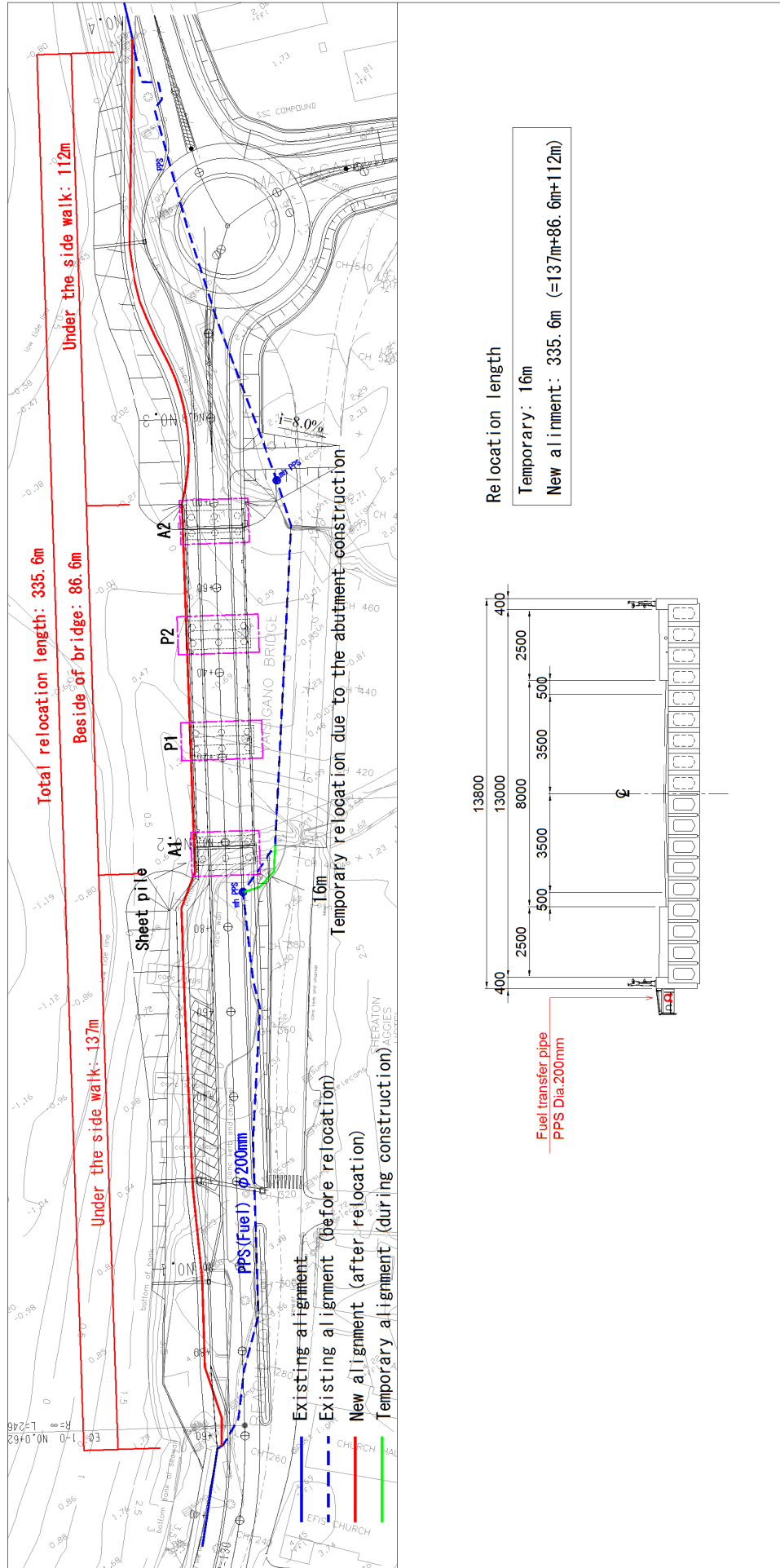


図 3-2-31 燃料管移設計画図

b) 水道管(SWA)

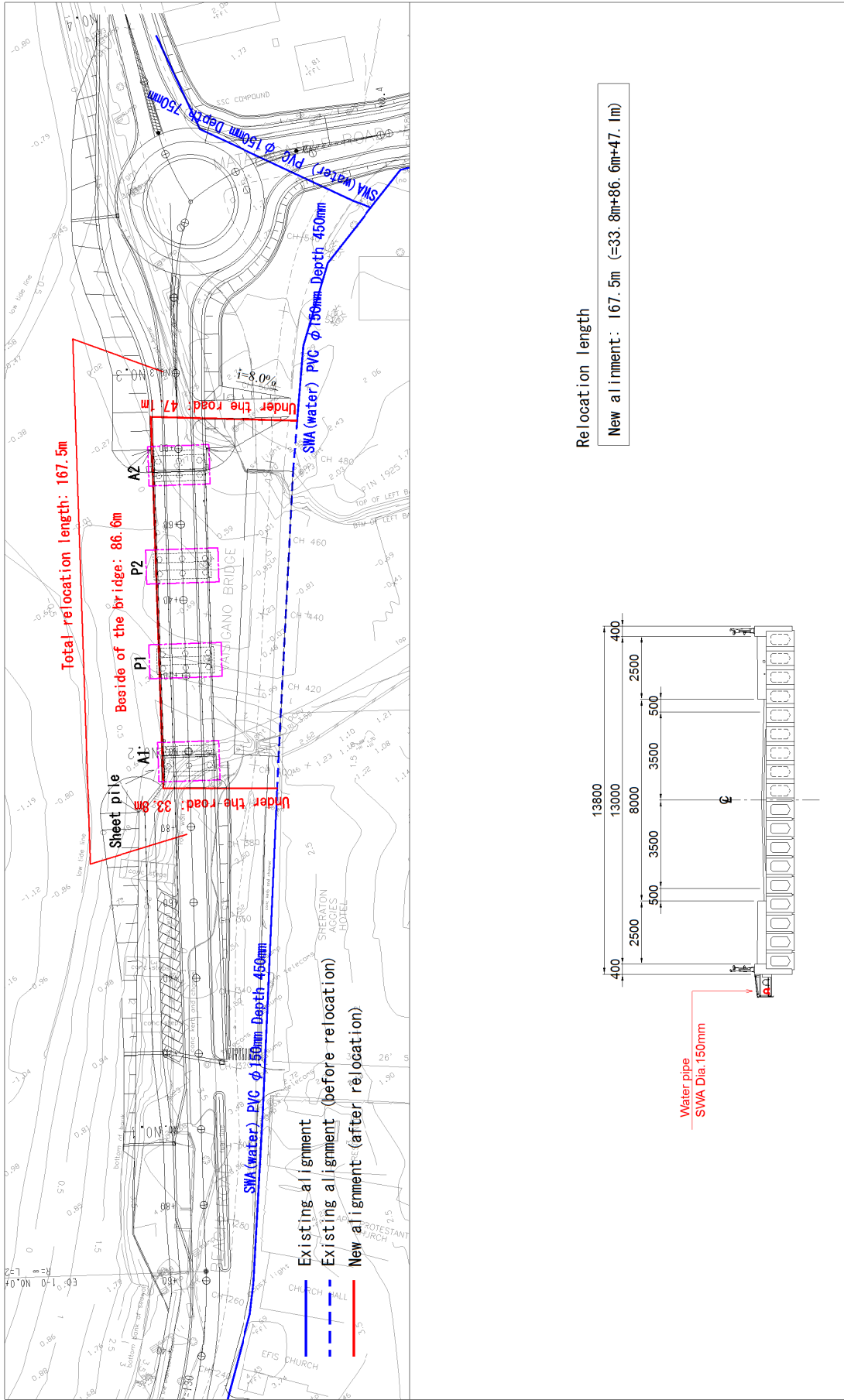


図 3-2-32 水道管移設計画図

c) 通信ケーブル① (Blue-sky)

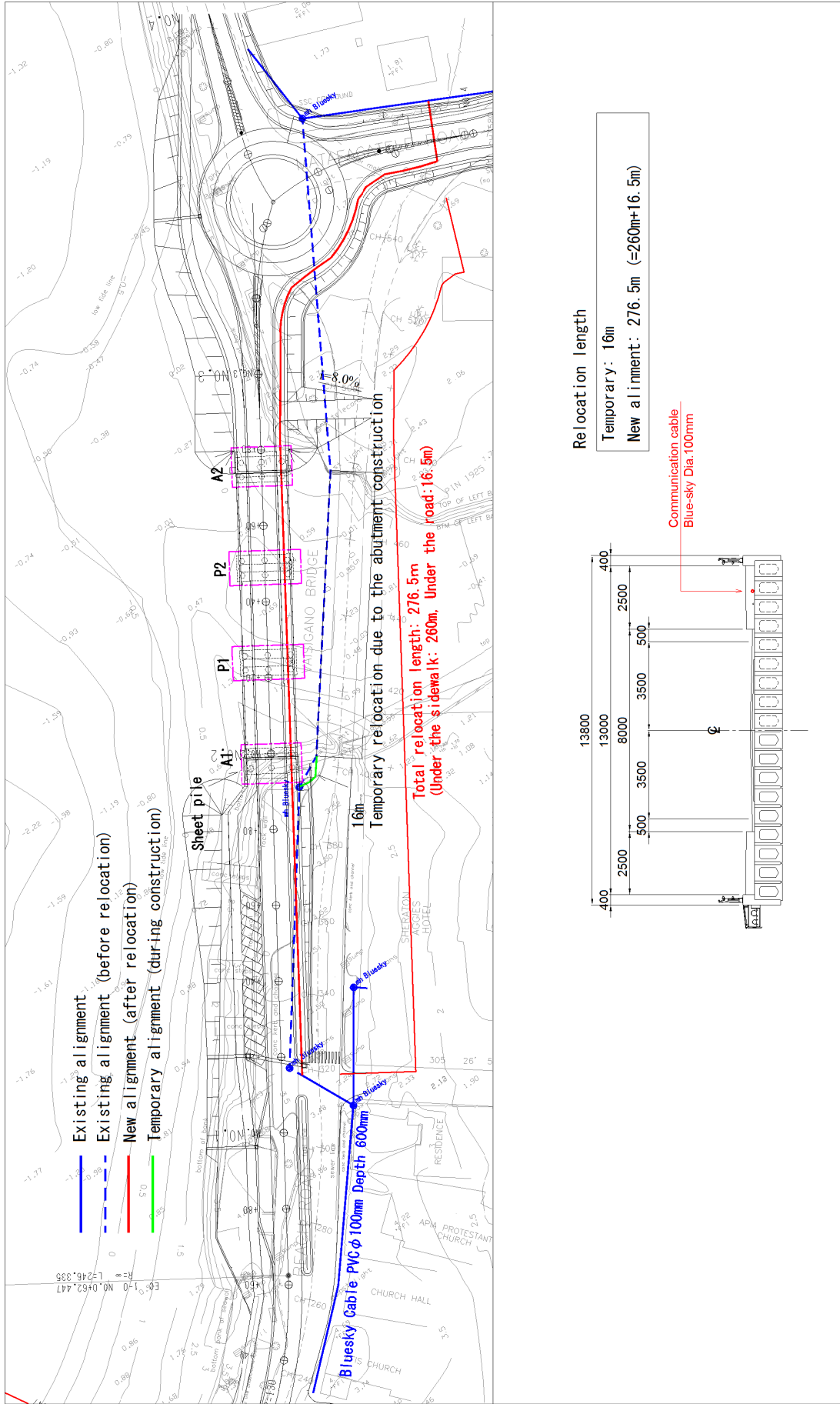


図 3-2-33 通信ケーブル①移設計画図

d) 通信ケーブル② (CSL)

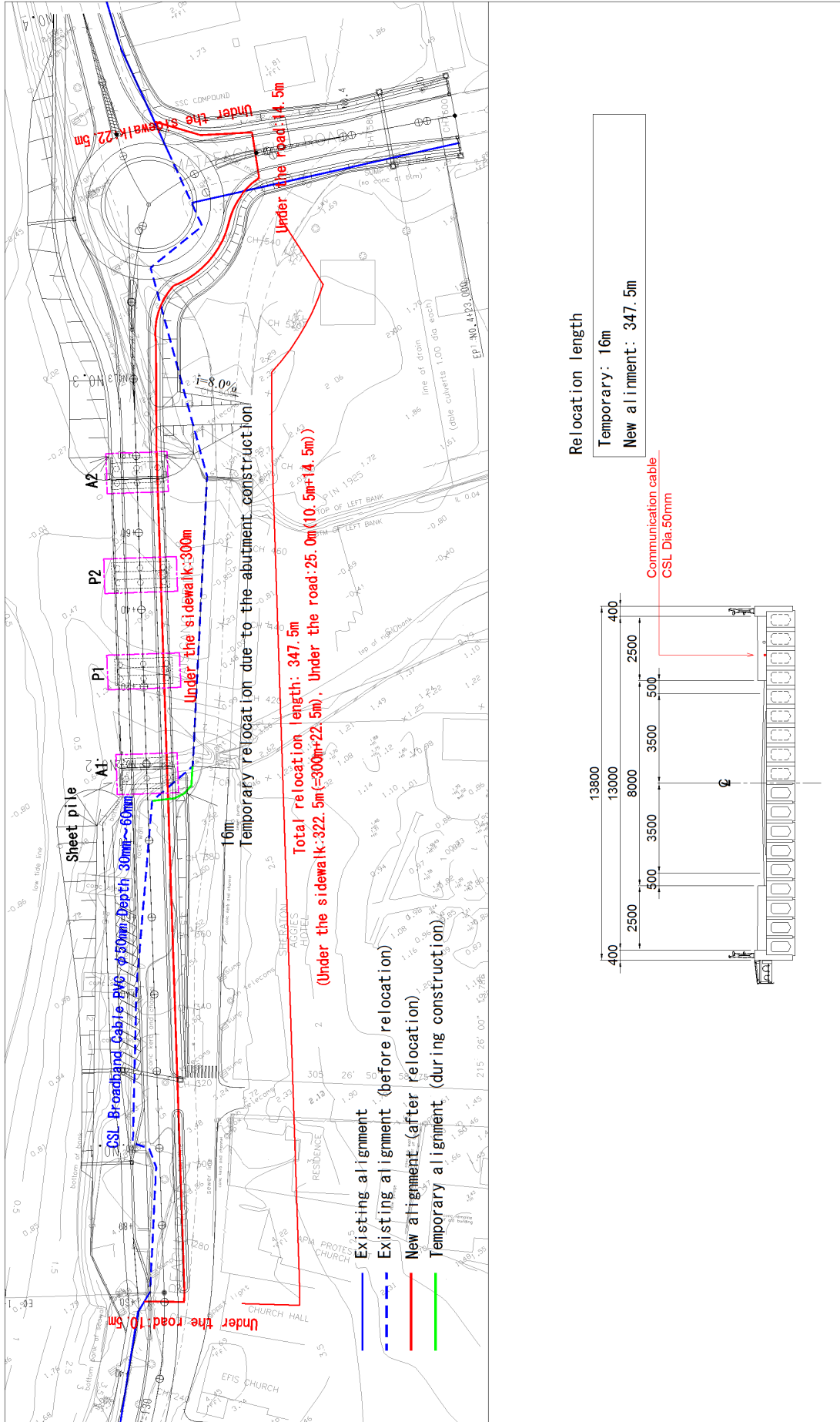


図 3-2-34 通信ケーブル②の移設計画図

e) 道路照明用の架空電線 (EPC)

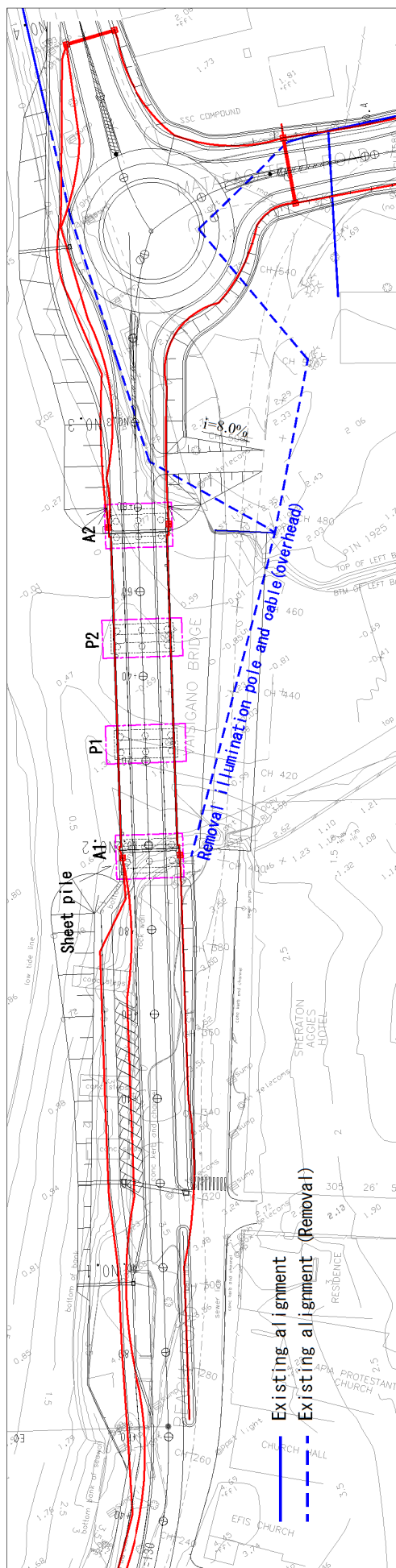


図 3-2-35 架空電線移設計画図

(3) 仮設ヤードの検討

仮設ヤード候補地を以下に示す。桁製作のための簡易工場を設ける必要があり、10,000m² (100m×100m) 程度の用地が必要となる。そのため、以下に示す箇所から2箇所、もしくはその他 LTA が推薦する場所から施工ヤードを選定するよう LTA と協議を実施している。




番号	写真	想定面積	現地状況
①		30m × 100m	民地であり芝生におおわれている
②		40m × 120m	民地であり木が生い茂っている
③		30m × 100m	民地であり芝生でおおわれている
④		50m × 90m	民地であり、駐車場として活用中

図 3-2-36 仮設ヤードの候補地

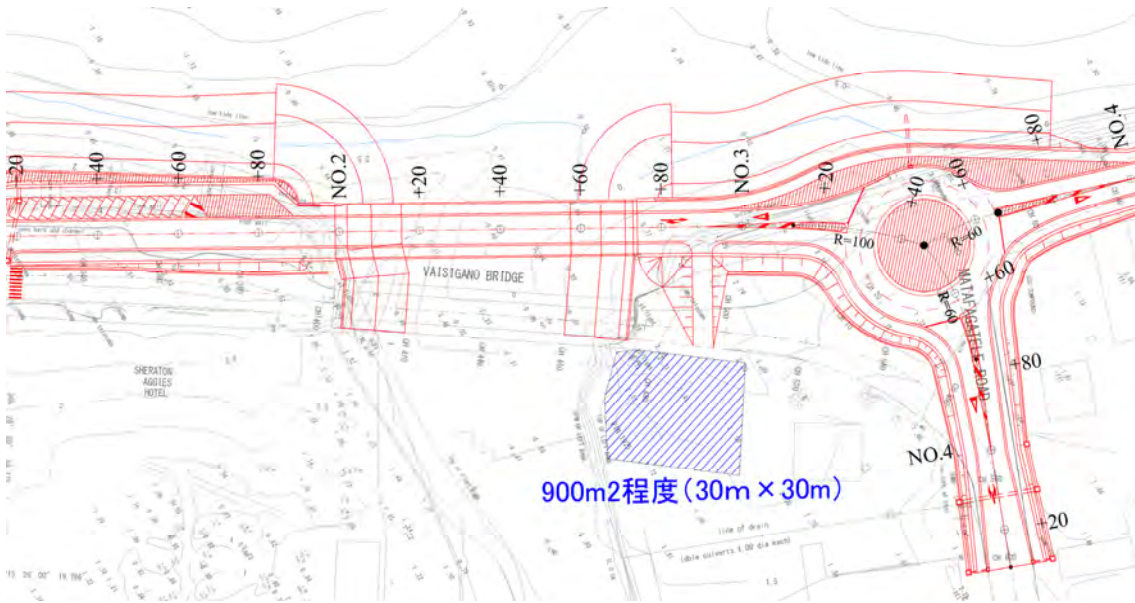


図 3-2-37 既設橋撤去時の施工ヤード

(4) 土取り場及び採石場

土取場および採石場の候補地を以下に示す。



図 3-2-38 土取場および採石場の候補地

(5) 相手国側負担事項一覧表

表 3-2-22 相手国側負担事項一覧表

負担事項	内 容	実施期限
1. 施工ヤードの提供および整地	(1) DF/R 説明実施迄 (2016年12月初旬迄) に施工ヤードとして適切な候補地を特定する。候補地は図 3-2-36 に示す中から、または LTA の提案により選定する。	P/Q 公示迄
	(2) 施工ヤードの必要面積は 10,000m ² 程度とし、1 箇所では確保できない場合は、2 箇所に分けて確保する。	
	(3) 既設橋撤去の際に必要な施工ヤードとして図 3-2-37 に示す用地を確保する。	既設橋撤去開始迄
2. 土取場および採石場の提供	(1) P/Q 公示迄に土取場および採石場として適切な候補地を選定する。候補地は図 3-2-38 に示す中から、または LTA の提案により選定する。 (2) 対象となる土地が現地の施工業者の所有地に限られる場合は、工事着手時に利用できるように LTA がサポートする。	P/Q 公示迄または工事着手時
3. 土捨て場の提供	(1) 工事発生土の総量は非常に少ないため、廃材と同様に処分する。	P/Q 公示迄
4. 廃材処分場の提供	(1) MNRE によると、廃材は入札によって売却され、再利用される場合がある。LTA は可能な限り廃材を減らすように努め、残った廃材については、指定された処分場で適切に廃棄する。	P/Q 公示迄
5. 用地取得	(1) 架橋位置のシフトに伴い、取付道路と海岸護岸の建設に必要な用地の取得を確実に実施する。	P/Q 公示迄
6. 燃料管の移設	(1) 第一次移設：A1 橋台施工時に支障となる埋設管を現道側へ仮移設する (図 3-2-31 参照)。	P/Q 公示迄
	(2) 第二次移設：現橋の添架管を新橋の下流側へ移設し (ブラケットによる添架)、現道の埋設管を新道路側へ移設する (図 3-2-31 参照)。	
		橋梁区間：橋面工施工時 (ブラケット設置後) 土工区間：土工施工時 (舗装開始前)
7. 水道管の移設	(1) 現橋の添架管を新橋の下流側へ移設する (ブラケットによる添架、図 3-2-32 参照)。	橋梁区間：橋面工施工時 (ブラケット設置後) 土工区間：土工施工時 (側溝設置前)
8. 通信ケーブルの移設 (Bluesky および CSL)	(1) 第一次移設：A1 橋台施工時に支障となる埋設管を現道側へ仮移設する (図 3-2-33～図 3-2-34 参照)。	P/Q 公示迄
	(2) 第二次移設：現橋の添架管を新橋の上流側へ移設し (歩道部へ埋設)、現道の埋設管を新道	
		橋梁区間：橋面工施工時 (歩道コン打設

負担事項	内 容	実施期限
	路側へ移設する（図 2-2 24～図 2-2 25 参照）。	前） 土工区間：土工施工時（舗装開始前）
9. 電柱および架空電線の移設	(1) 工事区域内にある電柱および架空電線を撤去する、または施工に支障のない位置へ仮移設する（図 3-2-35 参照）。	工事着手時
10. 環境	(1) DF/R 説明実施迄（2016 年 12 月初旬迄）に EIA レポートを PUMA へ提出し、承認を得るまで手続きをフォローする。	DF/R 説明実施迄 （2016 年 12 月初旬迄）
	(2) 設計計画および図面とともに開発許可申請（DCA: Development Consent Application）を PUMA へ提出し、承認を得るまで手続きをフォローする。	詳細設計実施期間中
	(3) PUMA から EIA および DCA の承認を得る。	P/Q 公示迄
	(4) 施工業者による環境管理計画の作成と実施を監理する。	計画：着工前 実施：工事期間中
	(5) 施工業者から環境モニタリングの報告を受け、環境管理計画が適切に実施されていることを監理する。	工事期間中
11. 免税手続き	(1) 関税：施工業者が作成した輸入資機材のマスタリストを関税局（Ministry for Revenue）へ提出し、免税の承認を得る。	工事着手時
	(2) 商品サービス税（VAGST: Value Added Goods and Services Tax）：関税局による免税措置（還付方式）が確実に実施されるようサポートする。	工事期間中（2 ヶ月に 1 回）
12. 建設許可等の取得	(1) 日本企業に求められる以下の取得手続きをサポートする。 ・ 企業登録 Certificate of Registration Ministry of Commerce, Industry and Labour ・ 外国企業登録 Foreign Investment Certificate Ministry of Commerce, Industry and Labour ・ 会社登録 Business Licence Certificate Ministry for Revenue	工事着手時
	(2) 着工前に必要な建設許可等を取得する。	P/Q 公示迄
	(3) 工事期間中に必要な建設許可等を取得する。	工事期間中
13. 維持管理作業	(1) JICA 調査団による維持管理計画に基づき、ヴァイシガノ橋および取付道路等の維持管理作業を実施する。 (2) プロジェクトで建設された施設の運用および維持管理に必要な予算と人員を確保する。	完工後（引き渡し後）

3-2-2-5-9 取付け道路の検討

(1) 検討方針

架替橋梁の計画高が現道よりも高くなるとサイト周辺に立地する商業施設や住居等の建築物との間に高低差が生じるため、沿道利用に支障が生じないようにサービス道路を設置して対策を講じる。また、本プロジェクトの実施により影響を受ける道路構造物（排水施設、安全施設など）や道路付属施設（駐車場、バスベイなど）については利用実態を踏まえて必要に応じ機能補償のための代替施設を検討する。

表 3-2-24 施設規模の検討方針

道路構造物・付帯施設	施設規模
サービス道路	<ul style="list-style-type: none"> ホテル前面のサービス道路の幅員は相互交通（一時停車可）を考慮して5.5mを確保する（オーストラリア基準参考）。
排水施設	<ul style="list-style-type: none"> 標準降雨確率年：側溝・街渠類（5年）、道路横断パイプカルバート（10年） 設計降雨強度：135mm/h（降雨継続時間が10分の場合） 対象路線は重要路線であることを鑑み、維持管理を考慮して道路横断パイプカルバートの最小径は0.8mとする。
交通安全施設	<ul style="list-style-type: none"> 夜間交通の安全性の向上を図るため、橋梁区間、取付け道路区間、交差点部に道路照明を設置する。施設規模は照具にLEDを用い、日本の道路照明設置基準に基づき設定する。なお、歩道と道路のセパレート区間は歩道照明を設置する。 サモア及びオーストラリアの基準に基づき路面表示及び道路標識を設置する。
駐車場	既設の駐車場の駐車マス数（14台）と同程度を確保することを基本とする。
バスベイ	既設のバスベイの停留車線及び加速・減速車線の形状を踏襲することを基本とする。

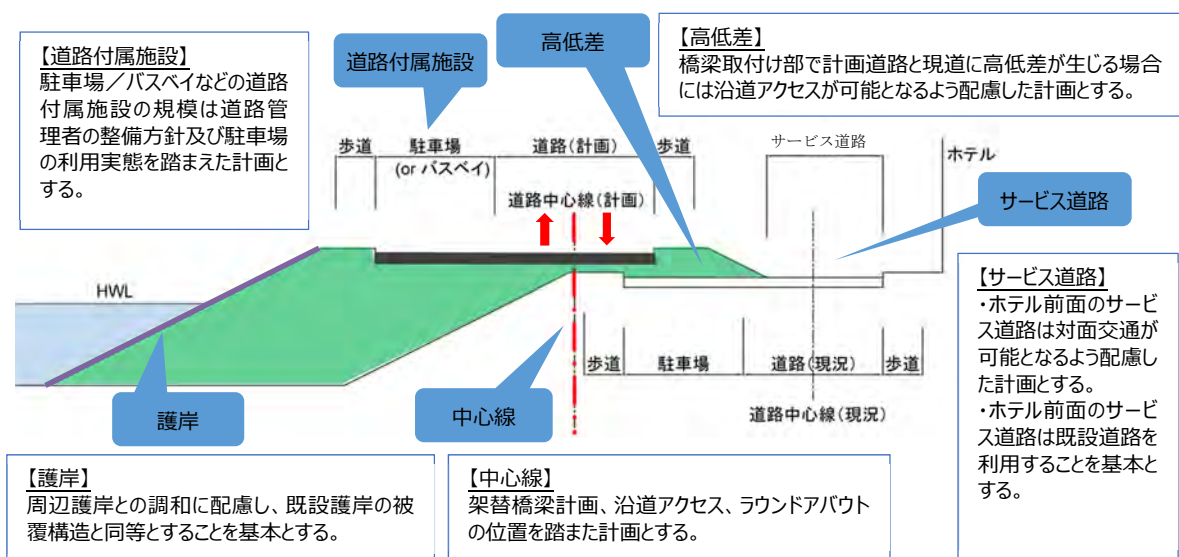


図 3-2-39 取付道路の概念図（橋梁西側）

(2) 舗装設計

1) 舗装設計の基本方針

舗装設計の基本事項を下表に整理する。

表 3-2-25 舗装設計の基本事項

項目	適用	備考
準拠基準	Austrroads	Pavement Structural Design 2012
舗装種別	たわみ性舗装	サモア国内の主要幹線道路の標準仕様
設計期間	20年	アスファルトコンクリート舗装
信頼性	90%	交通量の多い都市部の主要道路
路床の設計 CBR	15	3箇所から採取した CBR 試験値は、35 (現道 01)、130 (現道 02)、80 (土取場)。最大値 130 を棄却した CBR 値は 25 (標準偏差 31.8) となるが、設計目標 CBR 値としては 15 と設定した。 ※15 の値はサモア国の類似プロジェクト(世銀)を参照。
設計対象車両	重車両 (中型貨物車含む)	舗装設計ではラウンドアバウトを通過する大型及び中型貨物車両を設計対象車両とした。 ※ (理由) ヴァイシガノ橋は供用開始後も一部の大型貨物車両 (特にトレーラー類) の通行を規制する予定であるが、アピア港にアクセスするラウンドアバウトにはトレーラー類も通行するため。

出典：調査団

2) 舗装構成

Austrroads に従って検討した結果、下表の舗装構成を標準とする。

表 3-2-26 舗装構成

層構成	舗装厚	仕様
表層	5 cm	加熱アスファルトコンクリート
基層	5 cm	加熱アスファルトコンクリート
上層路盤	10 cm	粒度調整砕石
下層路盤	15 cm	クラッシュラン

出典：調査団

3) 重車両の累積軸数

設計期間における設計対象車線を通過する重車両の累積軸数 (N_{DT}) の推計値を下式より求める。

$$N_{DT} = 365 \times AADT \times DF \times \%HV/100 \times LDF \times CGF \times N_{HVAG}$$

$$N_{DT} = 2.51 \times 10^6 \times N_{HVAG}$$

$$N_{DT} = 11.8 \times 10^6$$

AADT	初年の年平均日交通量 (台/日)	17,100
DF	重方向割合	0.5
%HV	重車両混入率 (%)	3.7
LDF	設計対象車線の重車両分布割合	1.0
CGF	累積成長係数 $CGF = \frac{(1+0.01R)^P - 1}{0.01R}$ R:年間成長率 (0.8%)、P:設計期間 (20年)	21.6
N _{HVAG}	1 重車両あたりの平均軸数	4.7

Note : 舗装設計に係る重車両混入率はヴァイシガノ橋東側交差点の交通量調査結果に基づく

1 重車両あたりの平均軸数は、サンプリングした全ての重車両の車軸を 5 つのグループ軸に分類し、そのうちステアリング軸の可能性のある軸群タイプ（「単軸単輪 (SAST)」及び「タンデム軸単輪 (TAST)」) の合計数の全軸数に対する割合から求めた。本調査で実施した軸重調査結果 (30 台、148 軸) を参照すれば、SAST 及び TAST の合計数の全軸数に対する割合は 0.2138 となる。よって、1 重車両あたりの平均軸数は、 $1/0.2138=4.7$ と算出した。

4) 重車両の交通荷重分布

本調査で実施した軸重調査結果に基づき、軸群別軸重別に交通荷重分布を下表に整理する。
なお、軸群は下記の 5 タイプとする。

- SAST : Single axle with single tyres
- SADT : Single axle with dual tyres
- TAST : Tandem axle with single tyres
- TADT : Tandem axle with dual tyres
- TRDT : Triaxle with dual tyres

表 3-2-27 軸群別軸重別の交通荷重分布

軸群 軸重(KN)	SAST	SADT	TAST	TADT	TRDT
10					
20					
30					0.027586
40	0.013793			0.041379	0.013793
50	0.096552	0.006897		0.034483	0.006897
60	0.082759	0.013793		0.062069	0.000000
70	0.020690			0.075862	0.013793
80				0.082759	0.041379
90				0.089655	0.034483
100				0.068966	0.041379
110				0.041379	0.013793
120				0.027586	0.013793
130				0.020690	0.006897
140					
150					
160					
170					0.006897
車群の構成比	0.2138	0.0207	0.0000	0.5448	0.2207

出典:調査団

5) 等価標準軸あたりの標準軸の繰返し数

標準軸の繰返し数（標準軸の通過回数）を下式により求める。

$$SARm_{ij} = \left(\frac{L_{ij}}{SL_i}\right)^m$$

ここに

SAR_{mij} : 損傷指数 m における軸群タイプ i の j 番目の荷重 L_{ij} が 1 回通過するの
と同等の損傷を引き起こす標準軸の繰返し数（標準軸の通過回数）

SL_i : 軸群タイプ i の標準荷重

L_{ij} : 軸群タイプ i の j 番目の荷重

m : 損傷タイプに対応した損傷指数

表 3-2-28 軸群タイプ毎の標準荷重

軸群タイプ	タイヤ幅	荷重 (kN)
SADT	規定無し	80
TADT	規定無し	135
TRDT	規定無し	181
SAST	375mm 未満	53
	375mm 以上 450mm 未満	58
	450mm 以上	71
TAST	375mm 未満	90
	375mm 以上 450mm 未満	98
	450mm 以上	120

出典 : Austroads

軸重調査結果に基づく交通荷重分布（「表 3-2-27 軸群別軸重別の交通荷重分布」参照）に SAR_{mij} (Austroads 参照) を乗じて損傷タイプ毎の損傷指数を計算すると下表のとおり整理される。

表 3-2-29 等価標準軸の繰返し数による舗装損傷指数

損傷タイプ	損傷指数 (m)	損傷指標	損傷指標の計算値
全体的な舗装損傷（薄層舗装）	4	ESA/HVAG	0.43
アスファルト疲労	5	SAR5/HVAG	0.41
轍あるいは路面欠損（永久変形）	7	SAR7/HVAG	0.47
セメント安定処理材の疲労	12	SAR12/HVAG	1.03

Note: Equivalent Standard Axle (ESA), Standard Axle Repetitions (SAR), Heavy Vehicle Axle Group (HVAG)

出典 : 調査団

上表より、等価標準軸（ESA）あたりの標準軸の繰返し（SAR）の平均数は下記の通り。

- アスファルト疲労 : SAR5/ESA=0.41/0.43=0.95
- 永久変形 : SAR7/ESA=0.47/0.43=1.09

6) 設計標準軸の繰返し数

設計等価標準軸数 (DESA) 及び設計標準軸の繰返し数 (DSAR5、DSAR7) は下記の通り。

- DESA= $ESA/HVAG \times N_{DT} = 0.43 \times 11.6 \times 10^6 = 5.1 \times 10^6$
- DSAR5 (アスファルト疲労) = $SAR5/ESA \times DESA = 0.95 \times 5.0 \times 10^6 = 4.8 \times 10^6$
- DSAR7 (永久変形) = $SAR7/ESA \times DESA = 1.09 \times 5.0 \times 10^6 = 5.5 \times 10^6$

7) 舗装構成の比較検討ケース

舗装構成については、下表に示す4ケースの比較検討を行った。

表 3-2-30 舗装構成の比較検討ケース

項目	検討条件	単位	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
アスファルト コンクリート層	弾性係数 1080 Mpa ポアソン比 0.4	cm	10	10	5	5
上層路盤	弾性係数 350 Mpa ポアソン比 0.35	cm	15	10	15	10
下層路盤	弾性係数 250 Mpa ポアソン比 0.35	cm	15	15	15	15
路床	弾性係数 150 Mpa ポアソン比 0.45	-	-	-	-	-
最大引張ひずみ	アスファルトコン クリート層下面	με	251	260	204	210
最大鉛直圧縮ひずみ	路床上面	με	334	390	409	479
許容繰返し数	アスファルト疲労	N	10.5×10 ⁶	8.8×10 ⁶	29.7×10 ⁶	25.7×10 ⁶
	永久変形	N	13.0×10 ⁹	4.4×10 ⁹	3.1×10 ⁹	1.0×10 ⁹

Note:アスファルトコンクリート層の弾性係数は、サモアの12ヶ月の月別気温及び月別路面温度から各月の弾性係数を算定して設定した。平均値1080(標準偏差97)

- 各検討ケースにおける最大引張ひずみ(アスファルトコンクリート層下面)及び最大鉛直圧縮ひずみ(路床上面)は、GAMESを用いて多層弾性理論による舗装内の応力ひずみ計算により算出した。
- 各検討ケースにおける許容繰返し数(アスファルト疲労及び永久変形)を下式により算出した。

$$\text{アスファルト疲労} \quad N = RF \left[\frac{6918 (0.856 V_b + 1.08)}{E^{0.36} \mu\varepsilon} \right]^5$$

ここに

- N: 許容繰返し回数(アスファルト疲労)
- με: アスファルトコンクリート層下面の最大引張ひずみ(με)
- V_b: アスファルト量(体積率%) (11%)
- E: アスファルト弾性係数(MPa)
- RF: アスファルト疲労に対する信頼指数(信頼性90%のとき1.5)

$$\text{永久変形} \quad N = \left[\frac{9300}{\mu\varepsilon} \right]^7$$

ここに

N : 許容繰り返し回数 (永久変形)

$\mu\varepsilon$: 路床上面の最大鉛直圧縮ひずみ($\mu\varepsilon$)

8) 舗装構成の検討結果

全てのケースにおいて許容繰り返し数は、設計標準軸の繰り返し数 (アスファルト疲労及び永久変形) を上回る結果となり、力学的安定性を持つ舗装構成であることが確認された。

表 3-2-31 許容繰り返し数の判定

損傷タイプ	設計標準軸の繰り返し数	許容繰り返し数			
		ケース 1 アスファルトコンクリート 10cm 上層 15cm 下層 15cm	ケース 2 アスファルトコンクリート 10cm 上層 10cm 下層 15cm	ケース 3 アスファルトコンクリート 5cm 上層 15cm 下層 15cm	ケース 4 アスファルトコンクリート 5cm 上層 10cm 下層 15cm
アスファルト疲労	4.8×10^6	10.5×10^6	8.8×10^6	29.7×10^6	25.7×10^6
永久変形	5.5×10^6	13.0×10^9	4.4×10^9	3.1×10^9	1.0×10^9
判定		OK	OK	OK	OK
推奨		ケース 2			

下記を考慮して、本設計ではケース 2 を推奨する。

- アスファルトコンクリート層 10cm のケース 1 及びケース 2 を比較すると、上層路盤が 5cm 薄いケース 2 がケース 1 よりも経済的に有利となる。よって、ケース 2 が望ましい。
- アスファルトコンクリート層 5cm のケース 3 及びケース 4 の力学的安定性に問題は無いが、日本の舗装設計基準による舗装構造計算 (TA 法) を用いて舗装厚を検証すると、ケース 3 及びケース 4 の舗装厚は不足する結果となった。また、同舗装設計規準では、重車両の将来日交通量が 250 台以上 (今回の設計では 370 台/方向, 2040 年) の場合のアスファルトコンクリート層の最小厚は 10cm と規定されている。よって、アスファルトコンクリート層 5cm のケース 3 及びケース 4 の採用は望ましくないと判断した。

3-2-2-5-10 交差点の検討

(1) 交差点改良が必要な理由

ヴァイシガノ橋の架替に伴う交差点位置の海側へのシフト及び交差点付近の地盤を約 1.5m 嵩上げする必要が生じたため。

(2) 交差点改良の基本方針

- 交差点周辺の土地利用状況や沿道利用状況に配慮しつつ用地収用の最小化を図る。
- 将来の交差点交通（2040年）に対して安全かつ円滑な運用が可能となる最適交差点型式を採用する。
- 交通秩序及び夜間交通にも配慮した安全対策を講じる。
- 洪水の影響を受けやすいエリアであることを踏まえ、災害発生時にも交差点が自律的に機能するように配慮する。

(3) 最適交差点型式の検討フロー

表 3-2-32 最適交差点型式の検討フロー

検討フロー	検討結果概要
1. 現況交差点の交通量調査の実施	<ul style="list-style-type: none"> • 2016年7月7日（木）7時から19時までの12時間交通量調査を実施。
2. 現況交差点の交通特性の把握	<ul style="list-style-type: none"> • 12時間の交差点流入交通量の合計は16,992台。 • ピーク時間帯（17時台）の交差点流入交通量の合計は1,667台。 • ヴァイシガノ橋（ビーチ道路）方面とマタファガテレ道路方面の往復交通が主交通であり、ピーク時間帯における全交通量の約75%を占める。 • 車種別にみると小型車が約93%を占める。 • 港湾関連の大型貨物車両の占める割合は全体の約0.4%である。
3. 将来交差点の交通条件の設定（2040年）	<ul style="list-style-type: none"> • 交差点交通量の伸び率：年率0.8% • 曜日変動係数：0.89（木曜日）（LTA2013年データ） • 乗用車換算係数：2（大型トラック）（HCM参照）
4. 改良交差点型式の比較検討	<ul style="list-style-type: none"> • 「T型交差点」と「ラウンドアバウト」のそれぞれの交差点型式の解析を行い、比較検討を行った。 • T字交差点信号無しの場合、4e交通「アピア港⇒ヴァイシガノ橋」は主交通流の合間を縫って右折するため、右折に要する1台あたりの遅れ時間が3分程度となりサービス水準に問題のある交差点となる。 • T字交差点信号有りの場合、上記4e交通の問題は解消する。 • ラウンドアバウトは全ての流入路に対して交通処理上の問題は生じない。また信号を設置する必要もない。 • 検討結果：ラウンドアバウト型式を採用。
5. 最適交差点型式のサービス水準	<ul style="list-style-type: none"> • ランドアバウトの環道の車線数（1車線と2車線）の検討を行った結果、2車線案は全ての流入路で遅れ時間が短縮し、特にマタファガテレ道路からラウンドアバウトへの流入路での効果が高いことが確認された。 ※1車線の場合のサービス水準はC、2車線の場合はB • 検討結果：2車線環道のラウンドアバウトを採用

(4) 交差点の交通特性 (現況)



図 3-2-40 調査地点の概要

交差点の現況流入交通量の合計は 16,992 台/12 時間である。1 時間あたりの交通量が最も多くなる時間帯は 17 時台 (ピーク時間帯) の 1,667 台、次いで 8 時台の 1,606 台である。ピーク時間帯の方向別交通量をみると、ヴァイシガノ橋 (ビーチ道路) からマタファガテレ道路へ流れる 4(b) の 694 台、次いでマタファガテレ道路からヴァイシガノ橋 (ビーチ道路) へ流れる 4(c) の 564 台が多く、この 2 つの交通流の合計の 1,258 台は全交通量の約 75% を占める。

表 3-2-33 時間帯別方向別交通量の概要 (12 時間現況交通)

時間帯	方向	4(a)	4(b)	4(c)	4(d)	4(e)	4(f)	合計 (台)
	07:00	08:00	90	299	457	22	74	
08:00	09:00	181	483	712	59	132	39	1,606
09:00	10:00	229	481	564	43	177	44	1,538
10:00	11:00	193	391	447	46	189	50	1,316
11:00	12:00	183	419	428	46	161	44	1,281
12:00	13:00	192	522	469	78	233	40	1,534
13:00	14:00	247	477	440	47	208	56	1,475
14:00	15:00	208	491	486	58	208	55	1,506
15:00	16:00	190	471	455	50	195	57	1,418
16:00	17:00	157	545	475	45	155	50	1,427
17:00	18:00	135	694	564	29	190	55	1,667
18:00	19:00	133	487	445	39	121	41	1,266
12 時間		2,138	5,760	5,942	562	2,043	547	16,992

出典：調査団

方向別車種別交通量 (12 時間) をみると、小型車の占める割合が全体の約 93% と圧倒的に高い。一方、4(d) 及び 4(f) のアピア港関連の大型貨物車両の占める割合は約 0.4% である。

表 3-2-34 方向別車種別交通量の概要（12時間現況交通）

方向	Car	Mid. Bus	Long Bus	Mid. Truck	Heavy Truck			合計
					Long Truck	Mid. Comb.	Long. Comb.	
4(a)	2,014	43	0	81	0	0	0	2,138
4(b)	5,405	183	0	172	0	0	0	5,760
4(c)	5,521	236	0	184	1	0	0	5,942
4(d)	485	0	0	41	36	0	0	562
4(e)	1,943	7	0	92	1	0	0	2,043
4(f)	478	3	0	37	29	0	0	547
12時間	15,846	472	0	607	67	0	0	16,992

(5) 交差点のピーク時間方向別交通量（将来）

交差点のピーク時間帯の将来交通量は、全方向の合計で 1,797 台となった。各方向別の交通量を下表に整理する。なお、将来値を推計するにあたり下記の点を考慮した。

- ADT ベースは観測値に対して曜日変動係数（0.89）を乗じた
- 将来値はヴァイシガノ橋の完成から約 20 年後を設置した
- 将来交通量は交通量の伸び率（年率 0.8%）を基に推計した
- PCU 換算は大型車混入率（1.87%）、乗用車換算係数（2.0）と設定した

表 3-2-35 ピーク時間方向別交通量（将来）

方向別		現況(2016)		将来(2040)	
流入方向	流出方向	観測値	ADT ベー	ADT ベー	ADT ベー
		台/時	台/時	台/時	PCU/時
ヴァイシガノ橋	4(a) (アピア港)	135	120	146	148
	4(b) (マタファガテレ道路)	694	618	748	762
マタファガテレ道路	4(c) (ヴァイシガノ橋)	564	502	608	619
	4(d) (アピア港)	29	26	31	32
アピア港	4(e) (ヴァイシガノ橋)	190	169	205	209
	4(f) (マタファガテレ道路)	55	49	59	60
合計		1,667	1,484	1,797	1,831

NOTE: 現況観測値は 2016 年 7 月（木）のピーク時（17 時台）の交通量調査結果

(6) 改良交差点の比較検討

T 型交差点とラウンドアバウトの交差点型式について比較検討を行った。T 型交差点はアピア港からヴァイシガノ橋への交通処理を行うための信号制御が必要となり運営費用や維持管理の面で不利となる。また、当該交差点は洪水の影響を受けやすいエリアであるので、災害発生時にも交差点が自律的に機能するラウンドアバウトが有利である。このため、ラウンドアバウト型式を採用する。

表 3-2-36 改良交差点の比較検討

	Alt. A	Alt. B
概念図		
交差点型式	T型交差点	ラウンドアバウト
交差点概要	A-Bを主交通、Cを従交通に位置づけ、A-Bに優先権を与えた型式。	環道交通に優先権を与えた型式
課題	CからAに右折する車両は主交通流の合間を縫って右折しなければならないので、右折に要する1台あたりの遅れ時間が3分程度となりサービス水準に問題のある交差点となる。(図の緑ライン)	CとBの交差角の関係により、CからBに左折するトレーラーの内輪差が大きくなる。(図の緑ライン)
対応策	信号を設置すれば適正なサービス水準が確保される。	トレーラーの左折に必要な拡幅量を確保する。また、拡幅部分に小型車等の他車両が通行しないよう適切な対策を講じる。
評価	<ul style="list-style-type: none"> 信号設置は運営費用や維持管理が必要となるのでT型交差点型式は不利。 洪水の影響を受けやすいエリアであるので、災害発生時にも交差点が自律的に機能するラウンドアバウトが有利。 上記より、ラウンドアバウト型式が比較優位である。 	

(7) ラウンドアバウトのサービス水準

1) 交通容量

1車線流入2車線環道のラウンドアバウトの交通容量は、Highway Capacity Manual (HCM)を参照して以下の算式により算定される。

$$c_{e,pce} = 1,130e^{(-0.7 \times 10^{-3})v_{c,pce}}$$

ここに、

$c_{e,pce}$: 交通容量 (PCU/h)

$v_{c,pce}$: 錯綜交通 (合流地点における環道交通量) (PCU/h)

2) 平均遅れ時間

1車線流入2車線環道のラウンドアバウトの平均遅れ時間は、Highway Capacity Manual (HCM)を参照して以下の算式により算定される。

$$d = \frac{3,600}{c} + 900T \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{x \left(\frac{3,600}{c} \right)}{450T}} \right] + 5 \times \min[x, 1]$$

ここに、

- d : 平均遅れ時間 (s/veh)
- x : 対象レーンの交通容量比
- c : 対象レーンの交通容量 (veh/h)
- T : 0.25 h (15-min analysis)

3) サービス水準の判定基準

ラウンドアバウトのサービス水準は、Austroads を参照して以下の判定基準に基づく。

表 3-2-37 サービス水準の判定基準

サービス水準	平均遅れ時間 d (s/台)
A	$d \leq 10$
B	$10 < d \leq 20$
C	$20 < d \leq 35$
D	$35 < d \leq 50$
E	$50 < d \leq 70$
F	$70 < d$

4) サービス水準

本ラウンドアバウトの各流入部の交通容量比（交通量/交通容量）は 0.9 を下回り、サービス水準は C 以上という結果を得た。これにより、本ラウンドアバウトの交通容量及びサービス水準に特に問題が無いことが確認された。

表 3-2-38 ラウンドアバウトのサービスレベル

流入部		錯綜交通	交通容量	交差点流入交通量	交通容量比	平均遅れ時間	サービス水準
		(PCU/時)	(PCU/時)	(PCU/時)		(秒/台)	
A	4a+4b	32	1105	910	0.82	29.4	C
B	4c+4d	209	976	651	0.67	16.1	B
C	4e+4f	762	663	269	0.41	12.1	B

3-2-2-5-11 車線数の検討

可能交通容量と設計時間交通量の観点から、ヴァイシガノ橋に必要な車線数を検討する。検討結果は以下のとおりである。

- Austroads の交通容量の基本的な考え方は、Highway Capacity Manual 2010 (HCM2010)を参照しているため、基本交通容量は HCM2010 を参考に設定した。
- ヴァイシガノ橋の可能交通容量は、基本交通容量（3,200 pcu/時間/2 車線）に側方余裕補正を考慮して、3,040 pcu/時間/2 車線と算出した。
- 設計時間交通量は、2040 年のヴァイシガノ橋を通過するピーク時間の交通量に貨物車、バスの混入率を考慮して、2,045 pcu/時間/2 車線と算出した。
- 設計時間交通量÷可能交通容量 = 0.67 となり、交通量/容量比の低減率 0.9（プロジェクトサイトの市街化状況を考慮して 0.9）を下回っている。

表 3-2-39 ヴァイシガノ橋の交通容量 (2車線)

交通容量、 交通量	項目	値	単位	備考
交通容量	基本交通容量	3,200	pcu/時間/2車線	HCM 2010 を参考
	(側方余裕補正)	0.95		
	可能交通容量	3,040	pcu/時間/2車線	往復合計時間あたり PCU
交通量	計画日交通量 (2040年)	19,200	台/日	往復合計日あたりの台数
	(ピーク率)	10	%	交通量調査結果から
	(大型車補正係数)	1.07		混入率 6.5%、乗用車換算係数 2.0
	設計時間交通量	2,045	pcu/時間/2車線	往復合計時間あたり PCU
設計時間交通量/可能交通容量		0.67		

* (参考) 日本の基本交通容量

日本の基本交通容量の考え方で検討した場合も、設計時間交通量÷可能交通容量 = 0.86 > 0.9 となり、0.9 を下回る。

表 3-2-40 (参考: 日本) ヴァイシガノ橋の交通容量 (2車線)

交通容量、 交通量	項目	値	単位	備考
交通容量	基本交通容量	2,500	pcu/時間/2車線	道路の交通容量 (日本道路協会) を参考
	(側方余裕補正)	0.95		
	可能交通容量	2,375	pcu/時間/2車線	往復合計時間あたり PCU
交通量	計画日交通量 (2040年)	19,200	台/日	往復合計日あたりの台数
	(ピーク率)	10	%	交通量調査結果から
	(大型車補正係数)	1.07		混入率 6.5%、乗用車換算係数 2.0
	設計時間交通量	2,045	pcu/時間/2車線	往復合計時間あたり PCU
設計時間交通量/可能交通容量		0.86		

交通容量の観点からの車線数の検討に加えて下記の点を考慮して、ヴァイシガノ橋に必要な車線数は、2車線が妥当であると判断された。

- ① サモア政府によるアピア都市内幹線道路網の4車線化計画に係る方針がない。
- ② 接続道路のラウンドアバウトの設計容量はサービス水準を満たしており、交通渋滞の発生による交通円滑性への影響は小さい。
- ③ レオネ橋、レラタ橋といった代替ルートがあり、物流効率性への影響は小さい。

3-2-2-5-12 プロジェクトの範囲

MNRE 主導で計画している Waterfront Development Project との整合性及び影響範囲を確認するため、現時点で想定する本プロジェクトの範囲を検討した。

なお、ヴァイシガノ橋の全体平面図を図 3-2-41 に示す。

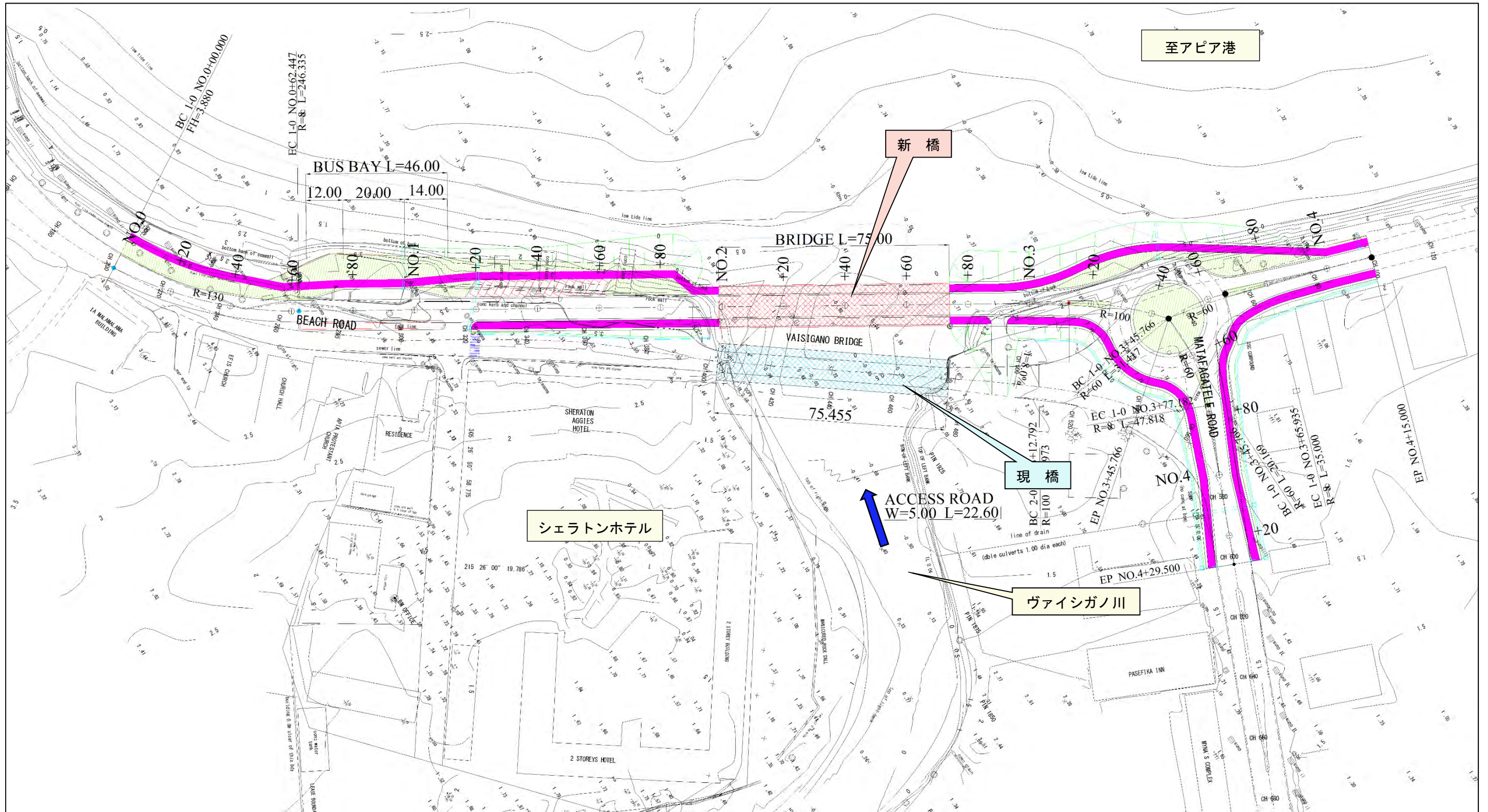


図 3-2-41 ヴァイシガノ橋全体平面図

3-2-2-5-13 施設概要

上記検討を踏まえ、決定された本計画の施設の概要は表 3-2-41 に要約される。

表 3-2-41 施設概要

項 目		形 式・諸 元
架 橋 位 置		現橋位置より下流側 20m の位置にシフト
幅 員	橋梁部	車道 3.5m×2=7.0m、路肩 0.5m×2=1.0m、歩道 2.5m×2=5.0m 計 13.0m (有効幅員) 地覆 0.4m×2=0.8m 計 13.8m (総幅員)
	取付け道路部	車道 3.5m×2=7.0m、路肩 0.5m×2=1.0m、歩道 2.5m×2=5.0m 計 13.0m (有効幅員) 保護路肩 0.75m×2=1.5m 計 14.5m (総幅員)
橋梁形式		PC3 径間連結プレテンション方式中空床版橋
支間割り、橋 長		3@25.0=75.0m
橋面舗装		加熱アスファルト舗装 (車道部 80mm)
A1 橋台 (アピア市街側)	形 式	逆 T 式橋台
	構造高	H=7m
	基礎工	場所打ち杭基礎 (φ1.5m、L=40.5m、n=6 本)
A2 橋台 (ファガリ空港側)	形 式	逆 T 式橋台
	構造高	H=7m
	基礎工	場所打ち杭基礎 (φ1.5m、L=40.0m、n=6 本)
P1 橋脚	形 式	小判型壁式橋脚
	構造高	H=10.0m
	基礎工	場所打ち杭基礎 (φ1.5m、L=37.0m、n=6 本)
P2 橋脚	形 式	小判型壁式橋脚
	構造高	H=10.0m
	基礎工	場所打ち杭基礎 (φ1.5m、L=36.0m、n=6 本)
取付け道路	延 長	アピア市街側：約 199m、ファガリ空港側：約 155.5m、 アピア港側：約 70m 計 424.5m
	舗 装	加熱アスファルト舗装 (表層 50mm+基層 50mm=100mm)
交差点 (ファガリ空港側)		ラウンドアバウト型式
護岸	河川護岸	型式(延長) 逆 T 式擁壁 (右岸側 35m)、重力式擁壁 (左岸側 30m)
	海岸護岸	型式(延長) 捨石工 (アピア市街側 120m、ファガリ空港側 130m)

3-2-3 概略設計図

以上の基本計画に基づいて作成した概略設計図面を次ページより掲載する。

- 図 3-2-42 橋梁全体一般図
- 図 3-2-43 A1 及び A2 橋台一般図
- 図 3-2-44 P1 及び P2 橋脚一般図
- 図 3-2-45 取付け道路平面・縦断図
- 図 3-2-46 取付け道路標準横断図
- 図 3-2-47 河川・海岸護岸平面図
- 図 3-2-48 河川護岸標準断面図
- 図 3-2-49 海岸護岸標準断面図 (1)
- 図 3-2-50 海岸護岸標準断面図 (2)

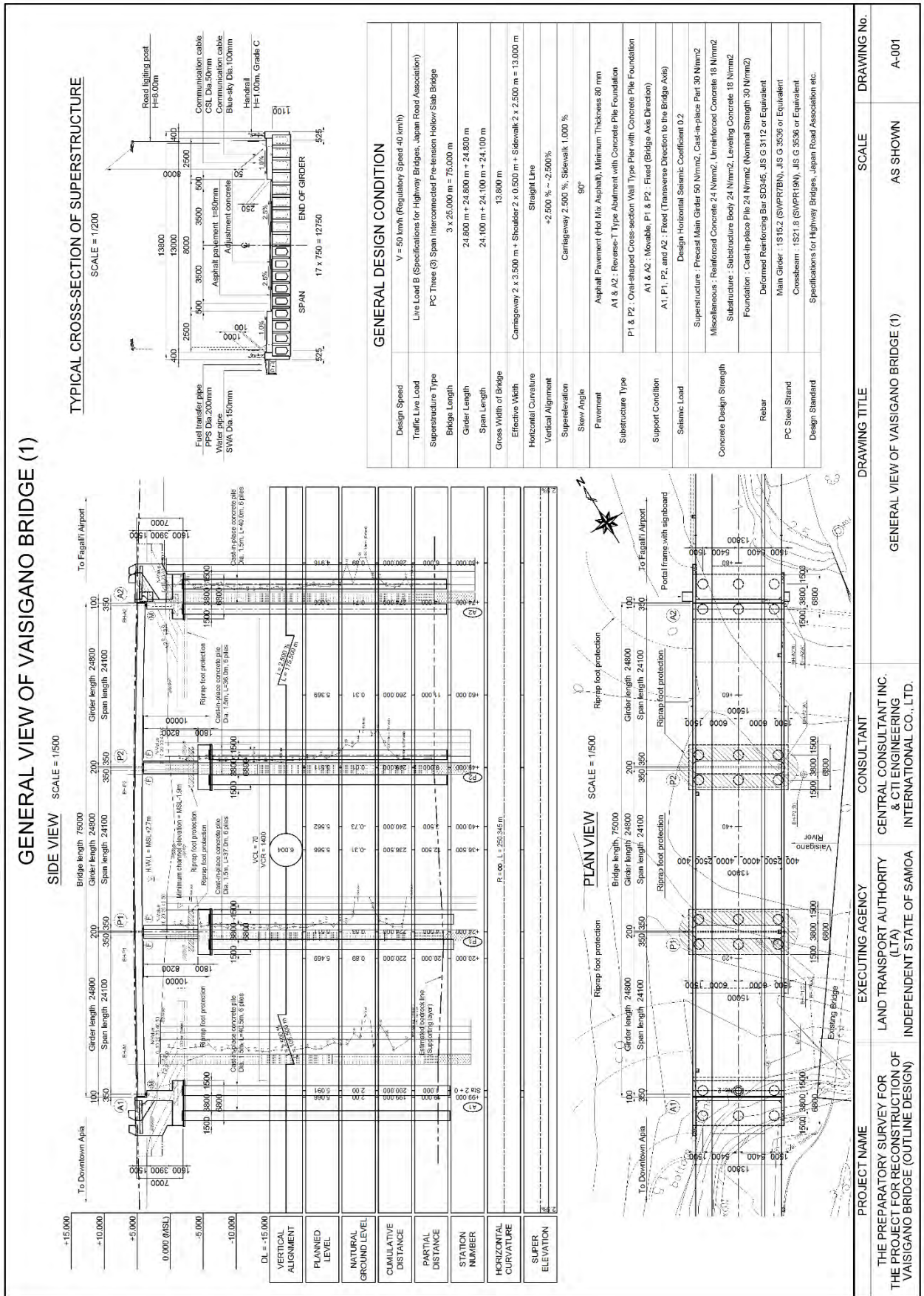


図 3-2-42 橋梁全体一般図

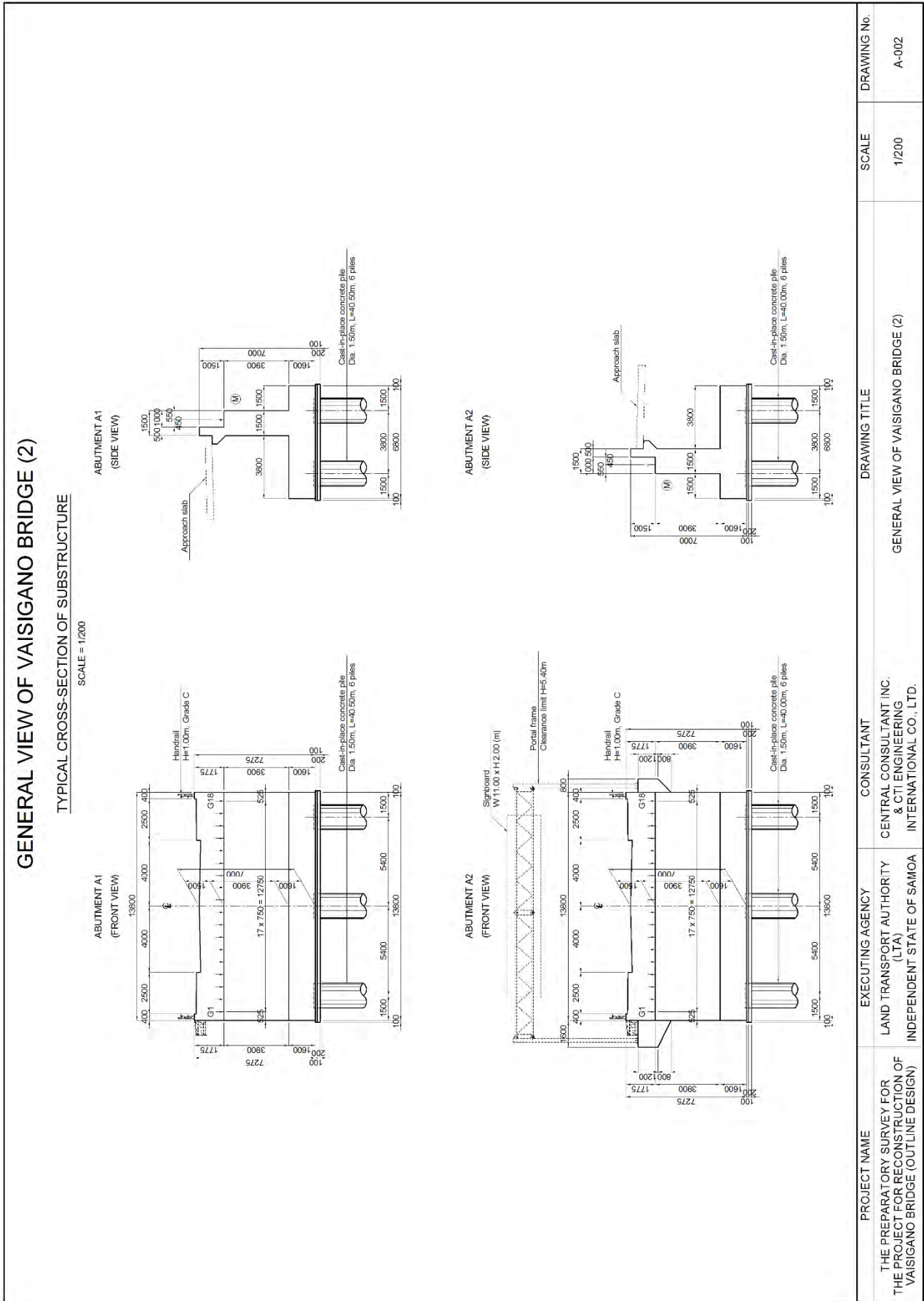
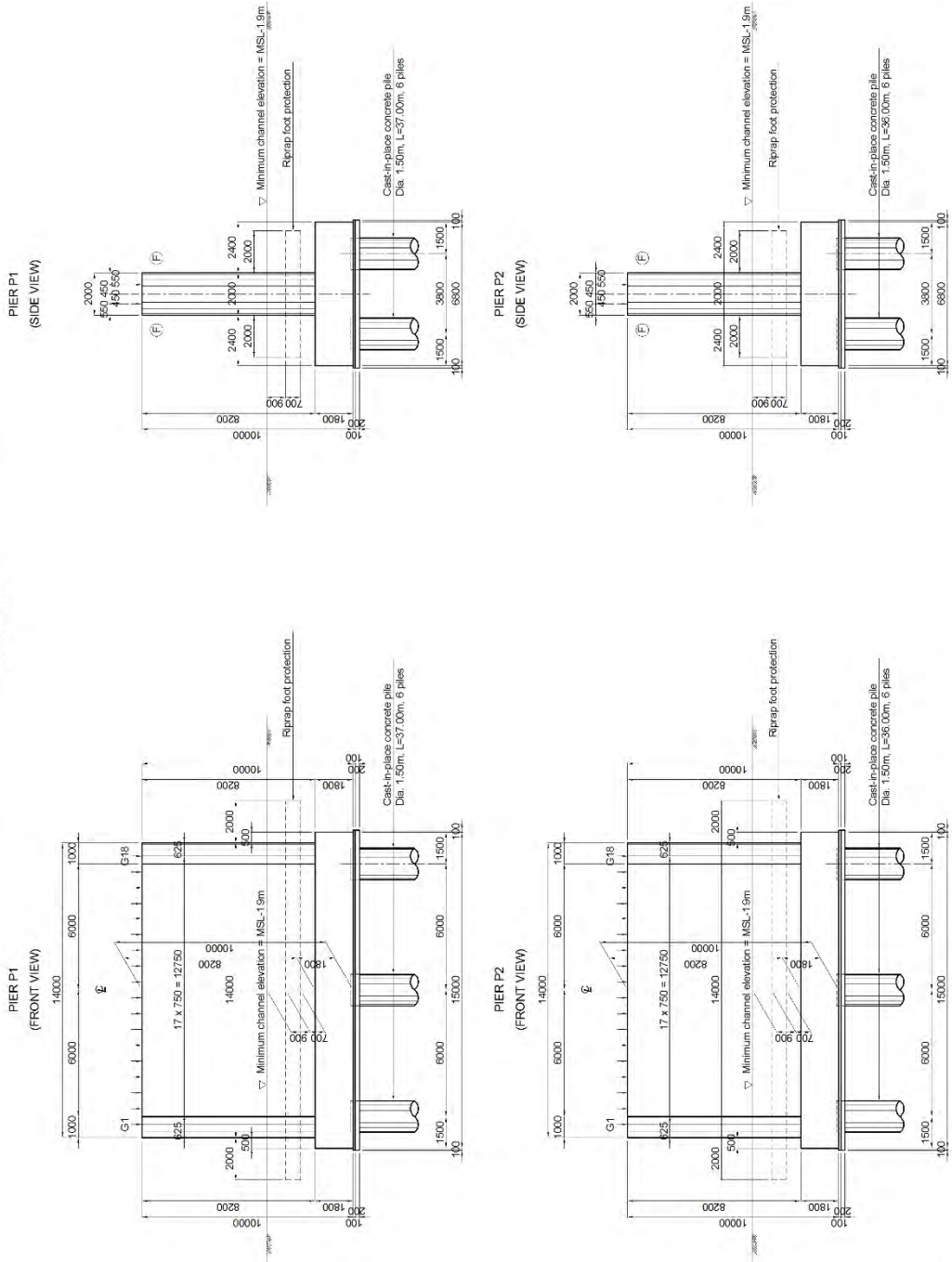


図 3-2-43 A1 及び A2 橋台一般図

GENERAL VIEW OF VAISIGANO BRIDGE (3)

TYPICAL CROSS-SECTION OF SUBSTRUCTURE

SCALE = 1/200



PROJECT NAME	EXECUTING AGENCY	CONSULTANT	DRAWING TITLE	SCALE	DRAWING No.
THE PREPARATORY SURVEY FOR THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF VAISIGANO BRIDGE (OUTLINE DESIGN)	LAND TRANSPORT AUTHORITY (LTA) INDEPENDENT STATE OF SAMOA	CENTRAL CONSULTANT INC. & CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.	GENERAL VIEW OF VAISIGANO BRIDGE (3)	1/200	A-003

図 3-2-44 P1 及び P2 橋脚一般図

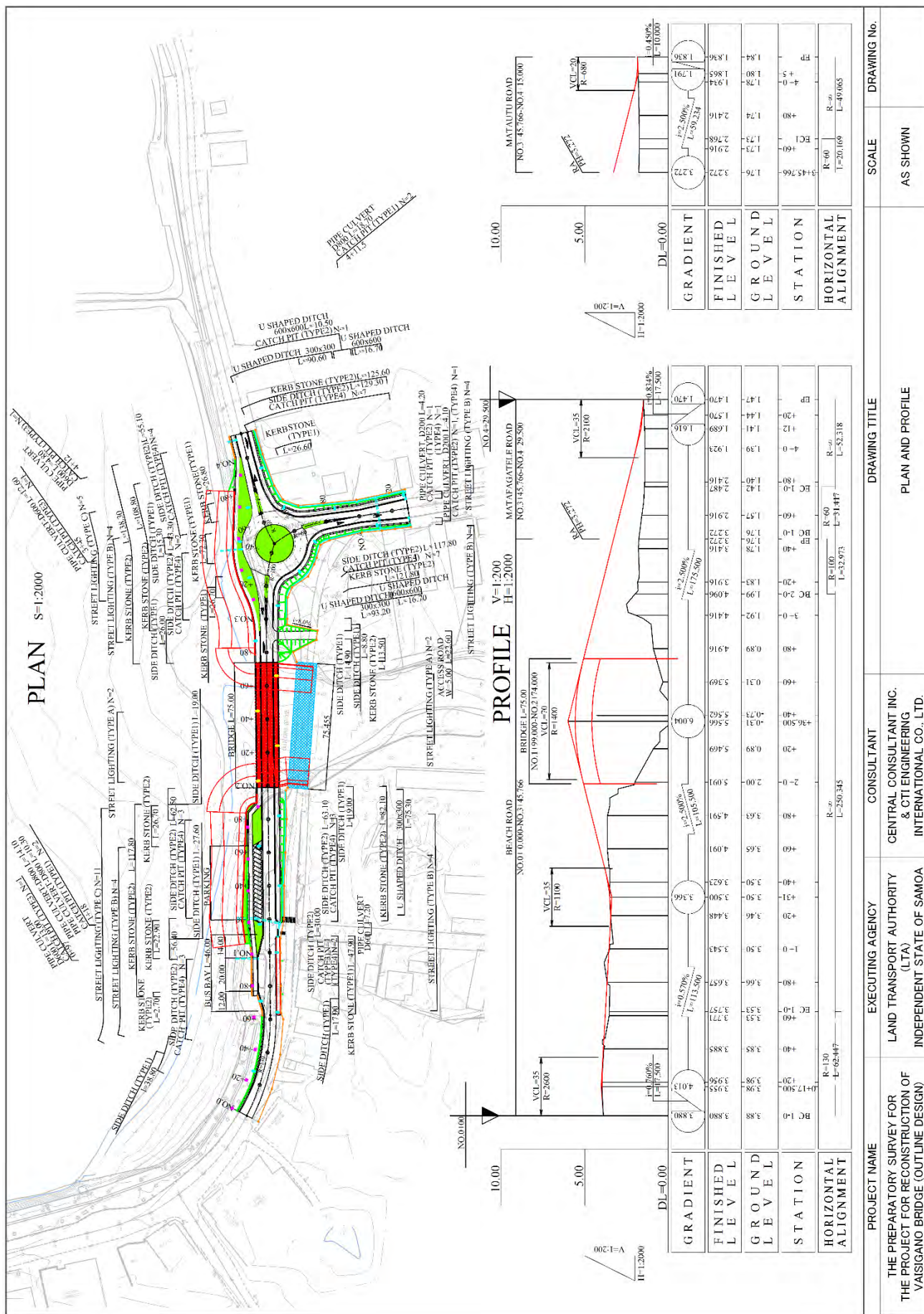


図 3-2-45 取付け道路平面・縦断面

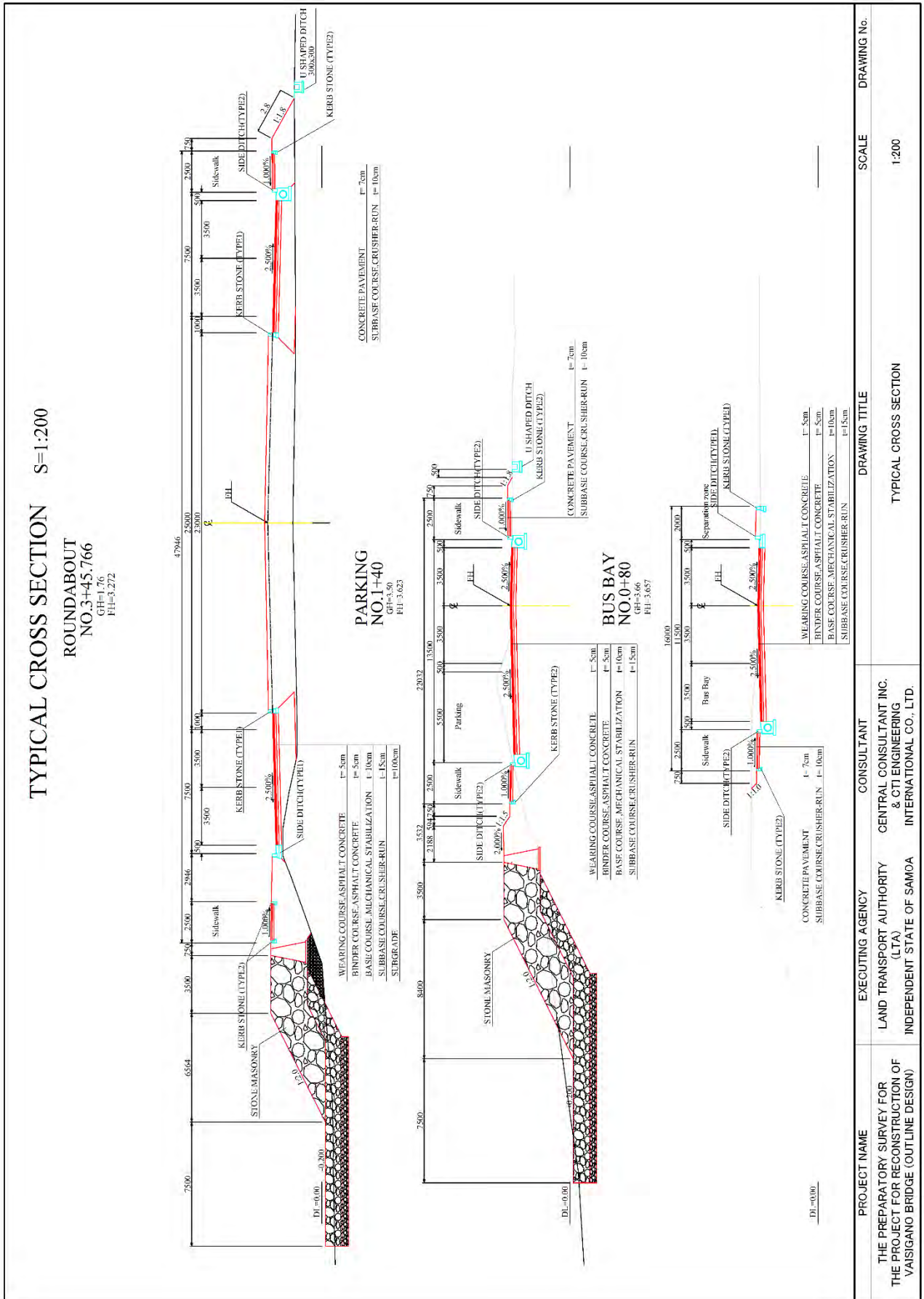
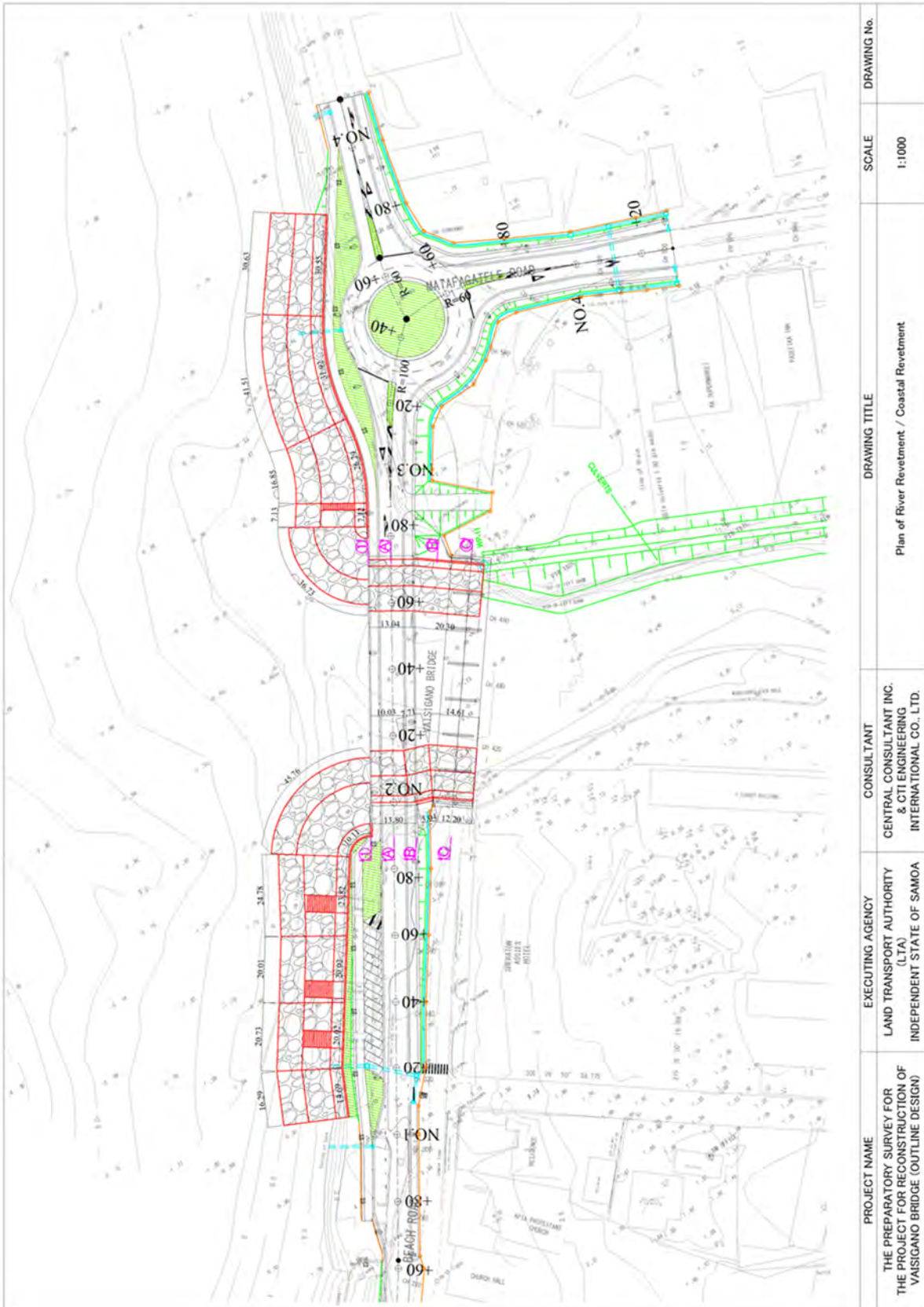


図 3-2-46 取付け道路標準横断面図



PROJECT NAME	EXECUTING AGENCY	CONSULTANT	DRAWING TITLE	SCALE	DRAWING No.
THE PREPARATORY SURVEY FOR THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF VAISIGANO BRIDGE (OUTLINE DESIGN)	LAND TRANSPORT AUTHORITY (LTA) INDEPENDENT STATE OF SAMOA	CENTRAL CONSULTANT INC. & CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.	Plan of River Retention / Coastal Retention	1:1000	

図 3-2-47 河川・海岸護岸平面図

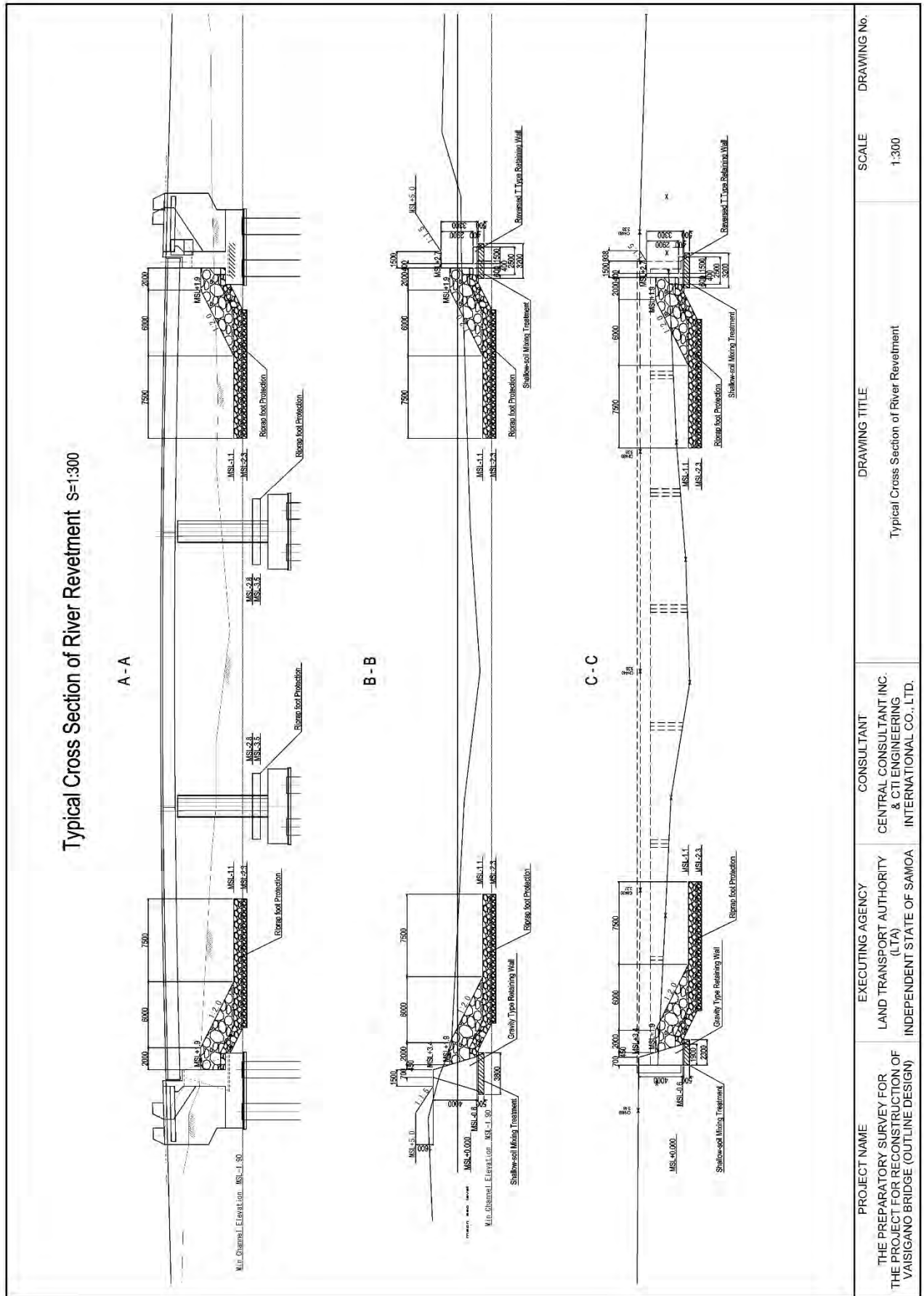


図 3-2-48 河川護岸標準断面図

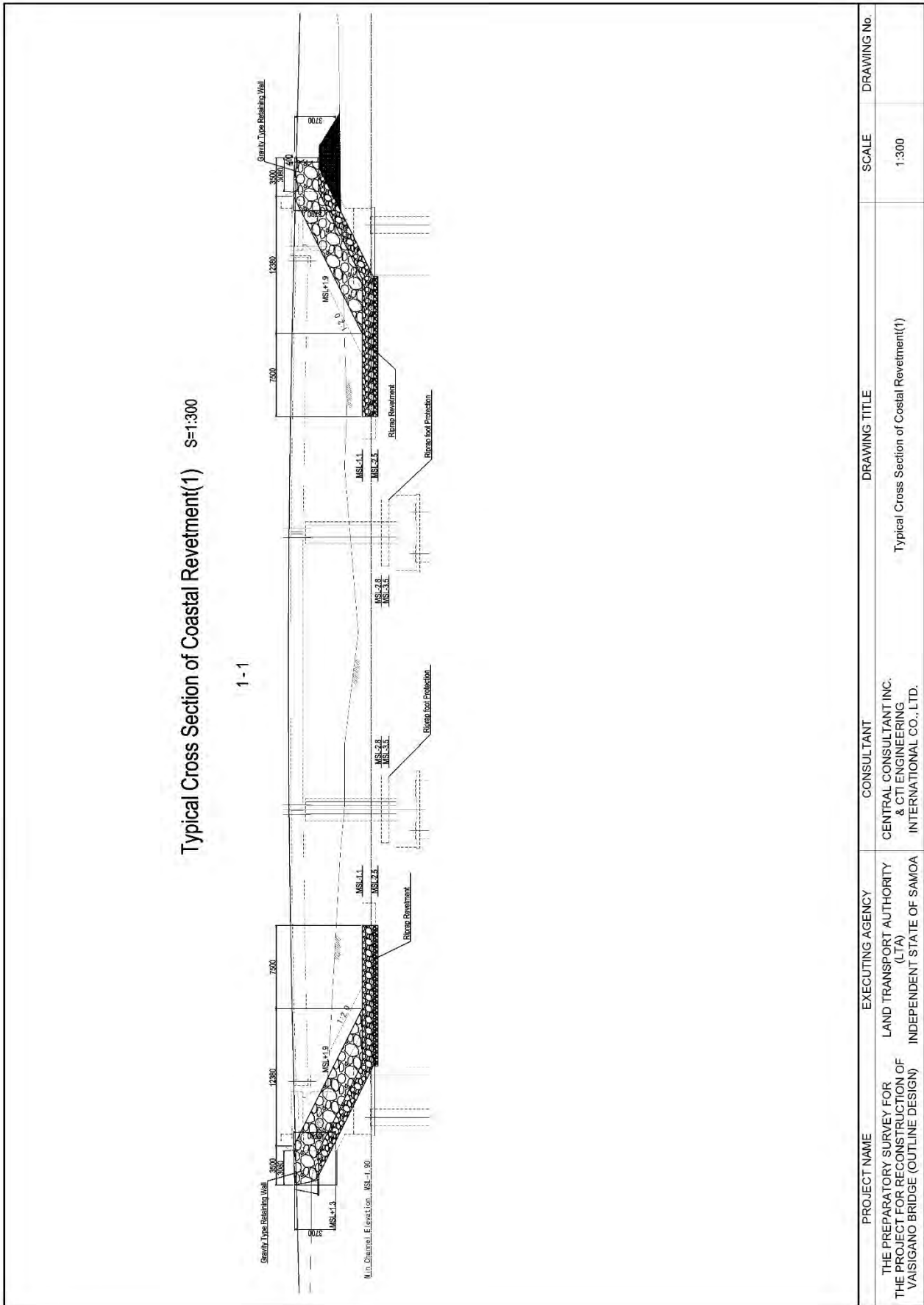


図 3-2-49 海岸護岸標準断面図 (1)

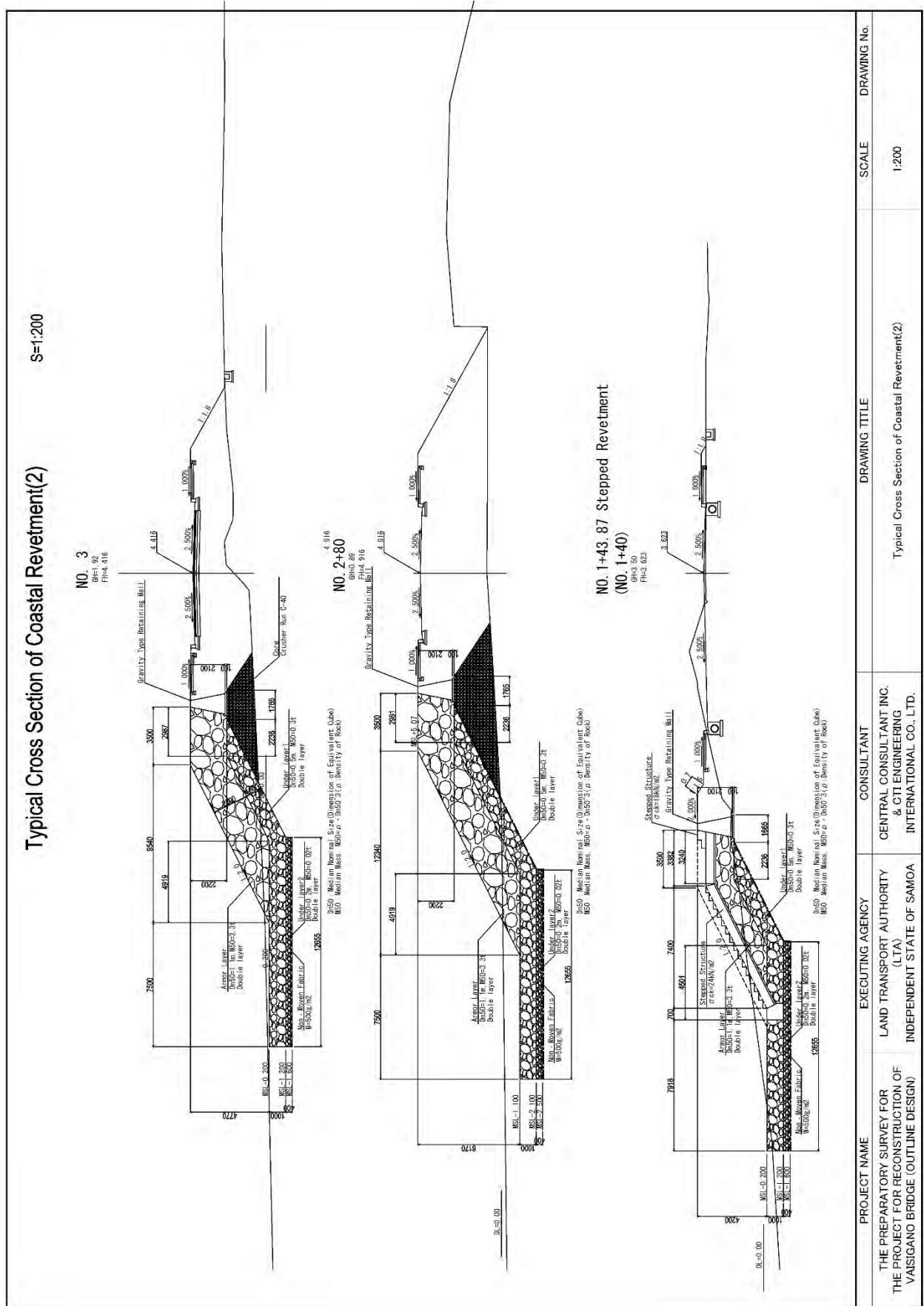


図 3-2-50 海岸護岸標準断面図 (2)

PROJECT NAME	EXECUTING AGENCY	CONSULTANT	DRAWING TITLE	SCALE	DRAWING No.
THE PREPARATORY SURVEY FOR THE PROJECT FOR RECONSTRUCTION OF VAISIGANO BRIDGE (OUTLINE DESIGN)	LAND TRANSPORT AUTHORITY (LTA) INDEPENDENT STATE OF SAMOA	CENTRAL CONSULTANT INC. & CITI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.	Typical Cross Section of Coastal Revetment(2)	1:200	

3-2-4 施工計画

3-2-4-1 施工方針

本計画は日本国の無償資金協力の枠組みで実施されることを想定し、施工方針として以下の事項を考慮する。

- ① 地域経済の活性化、雇用機会の創出、技術移転の促進に資するため、本計画の実施に際しては現地の技術者、労務者、資機材を最大限に活用する。
- ② 本計画実施に必要な用地確保（取付け道路、施工ヤード等）を PQ 公示までに、相手国負担として実施することをサモア国へ要請する。
- ③ 工事に関連する資機材の調達・輸入を含めて本事業に関連して、サモア国にて賦課される関税、国内税、付加価値税等に対して全てサモア国によって免税措置が取られることを要請する。
- ④ 本計画実施関係者の出入国にかかる便宜供与を図ることをサモア国に要請する。
- ⑤ 基礎工施工時には実際の地質状況を確認し、杭基礎の支持地盤面の確認等緻密な監理を実施し、施工の確実性を期す。
- ⑥ 降雨形態及び水位変動を勘案して適切且つ無理のない施工方法を採用し、現実的且つ確実な施工計画を立案する。
- ⑦ 工事完了後の保守補修の手法・時期および運用面での方策を提案し、その一環として今後の維持管理を担当するサモア国技術者の OJT も本計画に含める。

3-2-4-2 施工上の留意事項

(1) 工事期間中の安全確保

工事期間中の安全確保として、主に下記の配慮を行う。

- ・ 工事用関係車両の出入口はビーチ道路からとなるが、車両の交通量が多いため、出入口には警備員を配置し、交通事故の防止を図る。
- ・ 河川内での作業になるため、河川増水に対する十分な監視体制、連絡体制を構築し、増水による事故が生じないように安全を図る。

(2) 工事期間中の環境保全

工事期間中の環境保全として、主に下記の配慮を行う。

- ・ 工事用車両の走行に伴う粉塵については、散水やスピード規制等により粉塵の発生を抑制する。
- ・ 建設機械からの騒音・振動については、早朝及び夜間工事を回避する。
- ・ 下部工等の河川内工事における泥水の流出による河川水質汚濁については、予備タンク・ポンプ等の確保等の対策を講じる。
- ・ 盛土の法面には、張り芝等の対策を講じる。

(3) 労働基準法の遵守

建設業者はサモア国の現行建設関連法規に遵守し、雇用に伴う適切な労働条件や慣習を尊重し、労働者との紛争を防止すると共に安全を確保するものとする。

(4) 非出水期の最大限の活用

サモア国は高温多雨の国であり、11月～3月が雨季であり、多い月は1,000mm/月以上の降雨量となる。河川内の橋脚基礎工事において、止水工法はその実施時期によってその工費が大きく増減する。したがって、本計画の橋脚基礎工施工のための止水工法はコスト縮減を重視し、これら工事を非出水期（4月～10月）の間で実施する計画とする。したがって、これら条件が入札の際、応札者へ遺漏無く伝わるように入札書類に十分に記載すると共に、実施の際にも建設業者へ非出水期の最大限の活用を指導する。

(5) コンクリートの品質管理の重視

本プロジェクトの主要工事は、下部工としてA1橋台、P1橋脚、P2橋脚及びA2橋台と、上部工としてコンクリート桁及びPCケーブルの工事であり、主要工はコンクリート工であると言える。よって、骨材、砂、水、セメント等の材料管理、コンクリート混合プラントの仕様規定、コンクリートの運搬規定、コンクリートの打設管理、養生管理等コンクリートの品質管理を最重点項目として施工を行う必要がある。

3-2-4-3 施工区分

本無償資金協力事業を実施する場合、日本およびサモア国政府それぞれの負担事項の概要は以下の通りである。

表 3-2-42 日本及びサモア国政府それぞれの負担事項

日本側負担事項	サモア国側負担事項
<ul style="list-style-type: none"> • ヴァイシガノ橋（橋長 75m）の架け替えと取付け道路 424.5m 及び護岸等の建設。 • 現橋の撤去。 • 工事期間中における工事及び工事区域内を通過する一般交通の安全対策。 • 工事期間中における工事による環境汚染防止対策。 • 「資機材調達計画」に示された建設資機材の調達、輸入および輸送。輸入機材については調達国への再輸出。 • 「施工監理計画」で示された実施設計、入札・契約書の作成、入札補助および工事の施工監理。環境管理計画の監視を含む。 	<ul style="list-style-type: none"> • 本計画に必要な用地取得と影響を受ける施設の撤去。 • 本協力事業工事に必要な仮施設用地の無償提供。 • 本協力事業工事の実施によって影響を受ける燃料管、水道管、通信ケーブル、架空電線の撤去・移設工事。 • 現場事務所、宿舍等への電気、電話、水道等の引き込み • 工事関係者に ID と工事関係車両にステッカーの発給。 • 本協力事業工事に必要な廃材処分場の提供。 • 工事期間中の全般的な工事区域の監視。 • サモア国政府が課す関税、国内税、その他税制上の課徴金等の免除。 • 工事期間中のサモア国政府関係者による監督。 • 本協力事業に関係する日本人および第三人の入国、滞在等に対する便宜供与。 • 銀行手数料の負担（銀行口座(B/A)開設、支払授權書(AP)の手続き）。 • 工事期間中及び供用後の環境社会配慮関連モニタリング

3-2-4-4 施工監理計画

(1) 施工監理業務の基本方針

本プロジェクトは、日本国の無償資金協力の枠組みで実施されることを想定し、施工監理業務の基本方針として下記事項を掲げる。

- ・ 工事の品質は完成した施設の寿命・耐久性に大きく影響を及ぼすので、品質管理を最優先課題として掲げ、施工監理業務を遂行する。特にコンクリート工事、基礎工事、河川工事となる護岸工事には注視する。
- ・ 品質管理に続く管理項目として進捗管理、安全管理、支払い管理を重視する。
- ・ これら課題を達成するために、週1回の間隔で建設者とコンサルタントとで合同現場点検と定例会議を開催し、問題点の確認と対処方針を協議する。
- ・ これに加え、月1回顧客である LTA の代表と建設者、コンサルタントとで定例会議を開催し、問題点の確認と対処方針を協議する。
- ・ インスペクターとして現地技術者を雇用し、施工監理技術である品質管理、進捗管理、安全管理手法等に関して技術移転に努める。
- ・ 建設業者への指示、全ての会議の記録、顧客への報告等は文書で残し、文書でもって報告するものとする。

(2) コンサルタントの施工監理業務

コンサルタント契約に含まれる主な業務内容を以下に示す。

1) 入札図書作成段階

概略設計調査報告書の結果に従い、各施設の実施設計を行う。次に工事契約図書の作成を行い、下記成果品に対しサモア国政府の LTA の承認を得る。

- ・ 設計報告書
- ・ 設計図
- ・ 入札図書

2) 工事入札段階

LTA はコンサルタントの補佐の下、公開入札により日本国籍の工事業者を選定する。またこの公開入札およびその後の工事契約に参加するサモア国により人選された代理人は、工事契約に係わる全ての承認権を持つ者とする。コンサルタントは以下の役務に関し、LTA を補佐する。

- ・ 入札公示
- ・ 事前資格審査
- ・ 入札および入札評価

3) 施工監理段階

入札の結果選定された建設業者とサモア国の代表者である LTA との工事契約調印を経て、コンサルタントは工事業者に対し工事着工命令を発行し、施工監理業務に着手する。施工監理業務で

は工事進捗状況を LTA、在サモア国の日本大使館及び JICA へ直接報告するとともに、その他関係者には必要に応じて月報を郵送にて報告する。施工業者には作業進捗、品質、安全、支払いに関わる事務行為および技術的に工事に関する改善策、提案等の監理業務を行う。また、施工監理の完了から1年後に瑕疵検査を行う。これをもってコンサルタントサービスを完了する。

(3) 要員計画

詳細設計、工事入札、施工監理段階にそれぞれ必要とされる要員、役割は下記の通りである。

1) 詳細設計段階

- ・ 業務主任：詳細設計における技術面及び業務調整全般の監督及び顧客への主対応責任者
- ・ 橋梁技術者（上部工）：上部工設計に係る現地調査、構造計算、設計図作成、及び数量算出を行う。
- ・ 橋梁技術者（下部工）：下部工設計に係る現地調査、構造計算、安定計算、設計図作成、及び数量算出を行う。
- ・ 橋梁技術者（基礎工）：基礎工設計に係る構造計算、安定計算、設計図作成、及び数量算出を行う。
- ・ 橋梁技術者（塩害対策）：塩害対策に係る現地調査、対策工の検討を行う。
- ・ 道路技術者：道路設計として線形の確定計算、標準断面の確定、法面工の検討、道路排水設計、設計図作成、及び数量計算を行う。
- ・ 道路技術者（照明）：照明設計として現地調査、設計図作成、及び数量計算を行う。
- ・ 河川、海岸技術者：河川および海岸構造物設計に係る現地調査、構造計算、安定計算、設計図作成、及び数量算出を行う。
- ・ 環境社会配慮：環境社会配慮全般に係る現地調査、現地調整等を行う。
- ・ 設計照査：設計に対する照査を実施する。
- ・ 施工計画・積算：施工計画の作成及び詳細設計成果からの設計数量・工事単価を用いた積算作業を行う。

2) 工事入札段階

事前資格審査図書及び入札図書の最終化、事前資格審査の実施、及び工事入札評価において LTA の補助を行う。

- ・ 業務主任：入札作業全般を通して上記コンサルタントサービスを監督する。
- ・ 橋梁技術者：入札図書の承認及び入札評価の補助を行う。
- ・ 入札図書担当者：入札図書作成を行う。
- ・ 予備的経費適用案件に係る技術者：入札後の単価合意や単価モニタリング等に係る付加的業務を実施する。

3) 工事監理段階

- ・ 業務主任：工事監理におけるコンサルタントサービス全般を監督する。
- ・ 常駐技師：現地における工事監理の総括及びサモア国関係機関への工事進捗報告及び調整を行う。
- ・ 施工監理技術者（基礎工）：基礎工に係る施工監理を行う。
- ・ 施工監理技術者（桁製作、架設）：桁製作、架設に係る施工監理を行う。
- ・ 施工監理技術者（舗装）：舗装に係る施工監理を行う。

3-2-4-5 品質管理計画

本プロジェクトにおける品質管理計画を下表に示す。

表 3-2-43 品質管理項目一覧表(案)

項目		試験方法	試験頻度	
路盤(砕石)	配合材料	液性限界、塑性指数 (<フルイ No. 4)	配合毎	
		粒度分布 (配合)	"	
		骨材すり減り減量試験	"	
		骨材密度試験	"	
		最大乾燥密度(締固め試験)	"	
	敷設	密度試験 (締固め率)	1 回/日	
プライムコート ・タックコート	材料	瀝青材	品質証明書	
		散布量	500m ² 毎	
アスファルト	材料	瀝青材	品質保証書・成分分析表	
		骨材	粒度分布 (配合)	
		吸水率	材料毎	
		骨材すり減り減量試験	"	
	配合試験		安定度	配合毎
			フロー値	"
			空隙率	"
			骨材空隙率	"
			引張強度 (Indirect)	"
			残留安定度	"
			設計アスファルト量	"
舗設		混合時の温度	適宜	
		敷き均し時の温度	運搬毎	
		マーシャルテスト	1 回/日程度	
コンクリート	材料	セメント	品質証明書、化学・物理試験結果	
		水	成分試験結果	
		混和剤	品質証明書、成分分析表	
		細骨材	絶乾比重	材料毎
			粒度分布、粗粒率	"
			粘土塊と軟質微片率	"
	粗骨材	絶乾比重	材料毎	
		薄片含有率	"	
		粒度分布 (混合)	"	
		硫化ナトリウム診断 (損失質量)	"	
	配合試験時		圧縮強度試験	配合毎
	打設時		スランプ	1 回/バッチ
			温度	1 回/日
強度		圧縮強度試験 (7 日, 28 日)	1 回/日 or 50m ³ 以上	
鉄筋	材料	品質証明書、引張試験結果	ロット単位	
構造用鋼材	材料	ミルシート	ロット単位	
塗装	材料	品質証明書、成分表	ロット単位	
支承	材料	品質証明書、強度試験結果	ロット単位	
照明装置	材料	品質証明書、強度試験結果	ロット単位	

注) : 基本的に使用開始前 1 回を原則とするが、材料が変更となった場合はそのたび毎に試験するものとする。

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 建設資材調達

現地で生産できる材料は砂、骨材、路盤材、木材等で、その他は輸入品である。資材調達方針は次のとおりである。

- ・ 恒常的に輸入品が市場に提供されており、且つ十分な品質を備えている場合は、これを調達する。
- ・ 現地調達できない製品は、日本または第三国から調達する。調達先は価格、品質、通関に要する期間等を比較し、決定する。

主要建設資材の可能調達先を下表に示す。

表 3-2-44 主要建設資材の可能調達先

項目	調達先			日本調達とする理由
	現地	日本	第三国	
PC鋼材		○		対象国では流通していない。周辺第三国からの調達は可能であるが、スペックを満足することが明確でない。
高欄		○		対象国では流通していない。高欄は通行者の目につきやすい材料であるので、周辺第三国の製品では品質のばらつき、出来上がりの不具合が生じる可能性がある。
仮設鋼材		○		対象国には流通していない。周辺第三国からの調達は可能であるが、スペックを満足することが明確でない。
ゴム支承		○		対象国では流通していない。周辺第三国からの調達は可能であるが、材料（ゴム）の品質にばらつきがあり、本件の仕様を満足するか明確でない。
瀝青材	○			
骨材	○			
アスファルト瀝青材	○			
ポルトランドセメント	○			
伸縮装置		○		対象国では流通していない。周辺第三国からの調達は可能であるが、品質に大きなばらつきがあり、本件の仕様を満足するか明確でない。
鉄筋		○		対象国では生産されていない。建設業者が中国やニュージーランドなどから自社で調達していることを確認した。サプライヤーもあるが、大量調達が担保されていないことを確認したため日本調達とする。
型枠用木材	○			
主桁用鋼製型枠		○		精度を必要とすることから日本調達とする。
軽油	○			
ガソリン	○			
橋面防水材		○		対象国では流通していない。周辺第三国からの調達は可能であるが、仕様を満足するか明確でない。

(2) 建設機械

道路建設関係の建設機械は、サモア国内において調達可能である。但し、橋梁の製作・架設機械はサモア国内において調達不可能であり、日本や第三国調達となる。

施工箇所近傍に生コンクリートプラント及びアスファルトプラントがあり、今回の工事ではこれらプラントからの生産物を購入するものとする。

主要建設機械の調達可能先と日本調達とする理由を下表に示す。

表 3-2-45 主要建設機械の調達可能先

機種	調達先			日本調達とする理由
	現 地	日 本	第三国	
ダンプトラック (2t, 4t, 10t)	○			
ブルドーザ (15t, 20t, 32t)	○			
バックホウ (0.45m ³ (山積)、0.80m ³ (山積))	○			
トラクタショベル (ホイールローダー) 1.2m ³	○			
大型ブレーカー1300kg	○			
トレーラ (35t)	○			
ポールトレーラー (35t)		○		現地及に存在しない。また第三国の場合、機材の調達、納期の確約が難しく、故障した場合、メンテナンスに必要な部品調達が難しいことから、日本調達とする。
モーターグレーダ	○			
散水車	○			
タイヤローラ	○			
振動ローラ	○			
アスファルトフィニッシャー	○			
アジテータトラック	○			
コンクリートポンプ車		○		現地及に存在しない。また第三国の場合、機材の調達、納期の確約が難しく、故障した場合、メンテナンスに必要な部品調達が難しいことから、日本調達とする。
クーリングプラント		○		
トラッククレーン(最大 25t)	○			
トラッククレーン (160t)		○		
クローラクレーン (80t)		○		
クローラクレーン (60-65t)		○		
バイプロハンマ		○		
全旋回式杭打機 (Φ2000)		○		現地及に存在しない。また第三国の場合、機材の調達、納期の確約が難しく、故障した場合、メンテナンスに必要な部品調達が難しいことから、日本調達とする。

3-2-4-7 実施工程

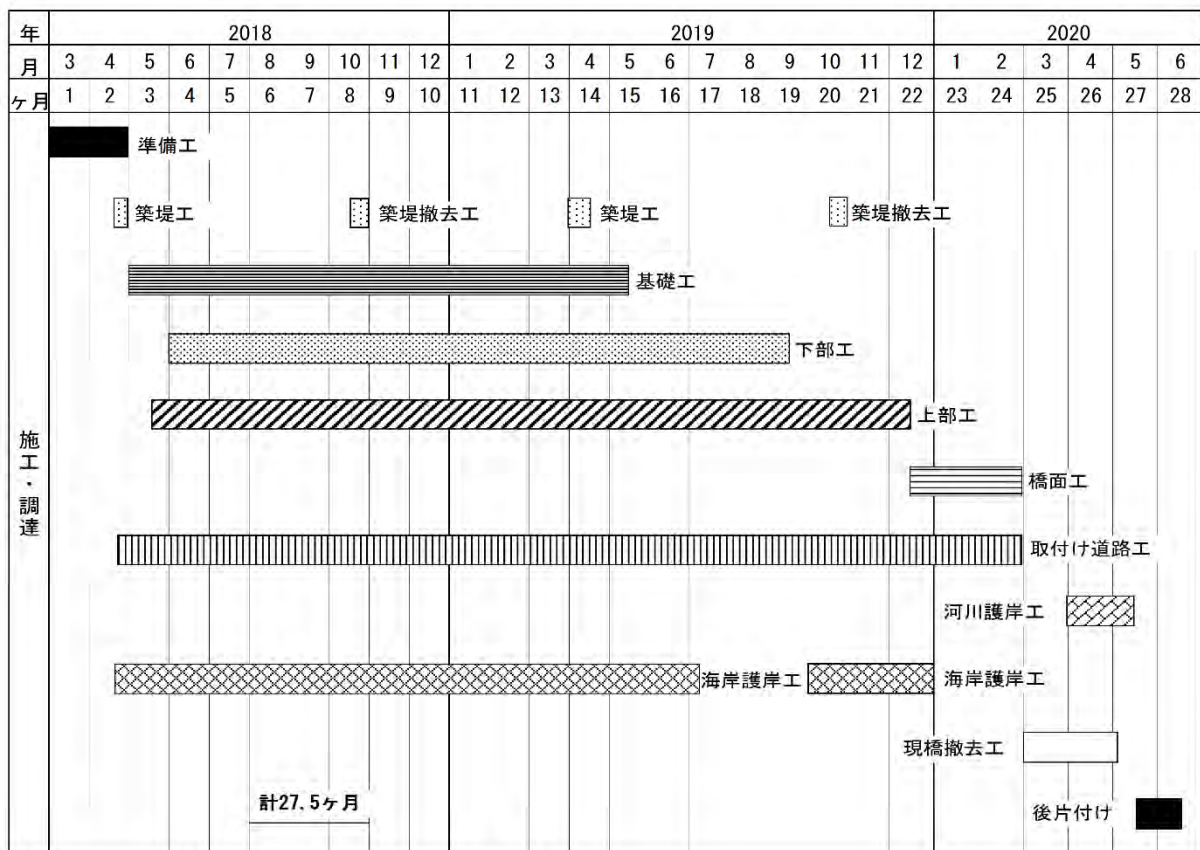
コンサルタントは、本事業の実施設計に係る交換公文（E/N）締結後、サモア国政府との間でコンサルタント業務の契約を締結し、本事業の実施設計業務を無償資金協力事業として着手する。業務着手後、コンサルタントは実施設計のための現地調査を2週間程度実施し、その後国内で詳細設計、入札書類の作成を実施する。

その後、入札補助業務、施工監理業務、及び本体工事に関わる交換公文（E/N）締結後、コンサルタントはサモア国政府が行う入札業務の補助作業として、入札書類の準備、業者の資格審査、入札、業者選定、及び工事契約等の入札に関わる業務を補助する。

入札を経て、工事請負業者はサモア国政府と工事契約を取り交わし、日本国政府による工事契約の認証を得た後、工事請負業者はコンサルタントより発給される工事着工命令書を受けて工事に着手する。

なお、上記実施スケジュールは下表に示す通りである。

表 3-2-46 業務実施工程表



3-3 相手国側分担事業の概要

本事業計画の実施に当たり、サモア国政府が負担すべき事項は以下の通りである。

3-3-1 我が国の無償資金協力事業における一般事項

- 事業計画の実施に必要なデータ、情報を提供する。
- 事業計画の実施に必要な用地を確保する（道路用地、作業用地、キャンプヤード、資機材保管用地）。
- 工事着工前の各工事サイトを整地する。
- 日本国内の銀行にサモア国政府名義の口座を開設し、支払授權書を発行する。
- サモア国への荷役積み下ろし地点での速やかな積み下ろし作業、免税措置および関税免除を確実に実施する。
- 認証された契約に対して生産物あるいはサービスの供給に関して、サモア国内で課せられる関税、国内税金、あるいはその他の税金を、本計画に関与する日本法人または日本人に対しては免除する。
- 承認された契約に基づいて、あるいはサービスの供給に関係し、プロジェクト関係者のサモア国への入国および作業の実施の為の両国での滞在を許可する。
- 必要に応じて、プロジェクトの実施に際しての許可、その他の権限を付与する。
- プロジェクトによって建設される施設を正しくかつ効果的に維持・管理・保全する。
- プロジェクトの作業範囲内で日本国の無償資金協力によって負担される費用以外のすべての費用を負担する。

3-3-2 本計画固有の事項

- 工事の影響を受ける施設の撤去
 - 天然資源環境省（MNRE）より EIA の承認取得
 - 既存道路用地外で本計画に必要な追加用地の確保
 - 工事の支障となる燃料管、水道管、通信ケーブル、電柱・架空電線の仮移設および移設
 - 仮設ヤードの提供と整地
 - 土捨て場及び廃材処分場の提供
 - 工事関係者への ID 及び工事車両へのステッカーの発給
 - 工事期間中の全般的な工事区域の監視
 - 工事期間中のサモア国政府関係者による監督
- } (PQ 公示までに完了する)

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトの実施・維持管理はサモア国が主管する。また、本プロジェクトにより新たに建設される橋梁、取付け道路、及び護岸の維持管理は公共事業運輸インフラ省（MWTI）傘下の陸運局（LTA）が担当する。

なお、工事完了後の保守補修の手法・時期及び運用面に関しては常駐監理者よりその方策を提案し、その一環として今後の維持管理を担当するサモア国技術者の OJT も本計画に含める。

本プロジェクト竣工後の維持管理作業は、毎年定期的に行うものと数年単位で行うものに大別される。本プロジェクトでは、以下に示す作業が必要である。

3-4-1 維持管理方法

(1) 毎年必要な点検・維持管理

毎年必要となる点検・維持管理は下記の通りである。

- ・ 橋面の排水管、排水溝に溜まった砂、ゴミの除去と清掃
- ・ 伸縮継手、支承周りのゴミの除去と清掃
- ・ 路面標示の再塗布等の交通安全工の維持管理
- ・ 洪水後の護岸工の点検・補修
- ・ 洪水後の転石・流木等の除去
- ・ 路肩・法面の除草
- ・ 舗装のパッチング

(2) 数年単位で行う維持管理

- ・ 概ね5年に1度実施する維持管理は下記の通りである。
- ・ 橋面と取付け道路の舗装のオーバーレイ
- ・ 護岸の点検と補修
- ・ 高欄の点検、再塗装と補修

3-4-2 維持管理体制

上記 3-4-1 の維持管理方法を確実にするために以下のことを実行する。

- ① LTA 内に維持管理担当チームを設置する。担当チームの構成は以下の通りとする。
 - ・ エンジニア：1名
 - ・ 点検係：2名
 - ・ 記録係：1名
- ② 定期点検結果を踏まえ、小規模補修の必要性が生じた場合、迅速に対応できる体制を整える。
- ③ 定期点検の記録をデータベース化し、必要な維持管理費用の的確な見積りに役立つ。
- ④ 本計画の図面類（竣工図、橋梁インベントリー等）を保管し、今後の補修に役立つシステムを作る。

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

本プロジェクトを日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる概算事業費は 17.83 億円となる。また、先に述べた日本とサモア国との負担区分に基づく双方の経費内訳は以下に示す通りである。

3-5-1-1 概算事業費

概算事業費：約 1,748 百万円

表 3-5-1 概算事業費

費用		概算事業費（百万円）	
施設等	上部工	612	1,544
	下部工	514	
	道路工	206	
	河川護岸工	45	
	海岸護岸工	150	
	既設橋撤去工	16	
実施設計・施工監理		204	

ただし、概算事業費は交換公文（E/N）上の供与限度額を示すものではない。

3-5-1-2 サモア国側負担経費

表 3-5-2 サモア国側負担経費 (単位:1 タラ=43.28 円)

負担事項	負担金額（万タラ）	円貨換算(万円)
(1) 土地借地費用	29.1	1,259
(2) 燃料管材料費	10.2	443
(3) 水道管材料費	9.9	428
(4) 通信ケーブル材料費	10.3	444
(5) 照明用架空電線撤去費	0.1	4
(6) 銀行手数料	20.6	892
合計	80.2	3,470

3-5-1-3 積算条件

- ・ 積算時期 : 2016年7月
- ・ 米ドル為替交換レート : USD1.00=109.04円(2016年6月30日から過去3ヶ月間平均)
- ・ サモア国タラ為替交換レート : SAT1.00=43.28円(2016年6月30日から過去3ヶ月間平均)
- ・ 工事施工期間 : 27.5ヶ月
- ・ その他：本計画は日本政府の無償資金協力ガイドラインにしたがって実施される。上記概算事業費は、E/N前に日本政府によって見直される。

3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトで整備される新設橋梁本体、取付け道路、及び護岸の維持管理は、陸運局(LTA)が担当する。ヴァイシガノ橋建設後の主な維持管理業務は、下表に示す日常点検、清掃及び補修であり、維持管理費(年平均換算)は48.1千タラと推定される。これらの維持管理費用は、LTAの道路維持管理予算820万タラ(2016年度)の0.6%であり、十分な維持管理の実施が可能と判断される。

表 3-5-3 主な維持管理項目と費用

分類	頻度	点検部位	作業内容	概算費用(千タラ)		備考
				1回当たり	1年当たり (年平均換算)	
排水溝等の 維持・管理	年4回	橋面排水、 側溝	堆砂除去	2.5	9.8	
伸縮継手・支承 の維持・管理	年1回	伸縮継手、 支承周り	ゴミの除去と 清掃	0.4	0.4	
交通安全工の 維持・管理	年1回	マーキング	再塗布	0.4	0.4	直工費の 10%を見込む
道路の維持管理	年2回	路肩・法面	除草	1.0	2.0	
護岸工・護床工 の点検・補修	洪水時(5年 に1回を想定)	護岸・護床	損傷箇所の 修理	54.5	10.9	直工費の2% を見込む
舗装の維持 補修	5年に1回	舗装表面	オーバーレイ、 舗装クラック、 ポットホール 等	54.0	10.8	直工費の 10% を見込む
直接工事費					34.3	
間接費(40%)					13.7	
年間の維持管理費(年平均換算額)					48.1	

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

プロジェクト実施のための前提条件は次のとおりである。

- ① ヴァイシガノ橋の建設時には、仮設ヤード等を含め 10,000m²の用地が必要となり、現在、LTA より 4 箇所の候補地が提示されている。今後、詳細設計時において候補地を特定し、当該地を利用している利用者がある場合は、立ち退き等を PQ 公示までに完了することが必要である。
- ② 橋梁建設に伴い環境影響評価（EIA）の許認可が必要となる。
- ③ PQ 公示までに土取り場及び採石場として適切な候補地を選定する。
- ④ 土取り場、採石場の採掘許可及び樹木伐採の許可が必要となる。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの効果を発現・持続するため相手国側が取り組むべき事項は、以下の通りである。

- ① 本プロジェクトを円滑に遂行するために、本報告書「3-5-1-2 サモア国側負担経費」に記述した予算を事前に確保する。
- ② 上記の内、施工ヤード等の借地の確保は工事開始迄に確実に完了することが必要である。
- ③ 本プロジェクトによって建設された橋梁・道路・護岸の永続的な機能を確保するために、本報告書「3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画」に記述された維持管理業務とそれに必要な要員および費用を確保する。

4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件を以下に列記する。

- ① 新橋及び取付け道路は設計速度 50km/h で設計されているが、市街地であり、事故防止のために速度規制（40 km/h）の標識を設置する等、安全対策の措置を励行すること。
- ② 新橋及び取付け道路は、トレーラー荷重（43 トン）も包括する設計荷重で設計されているが、耐用年数維持のために過積載の禁止及び取締り等の措置を励行すること。
- ③ 原則として大型車のアピア市内への乗り入れは禁止とする予定であるため、新橋は、緊急車両を除き大型車の通行を禁止する措置を励行すること。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

以下の点から、我が国の無償資金協力により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が、アピア市内西部の商業地区とアピア市の東部、及びウポル島東部地域を含む相当数の一般国民に及ぶこと（直接的にはアピア市街 36,700 人、ウポル島北西部 62,400 人、ウポル島その他地区 44,300 人の合計 143,400 人。間接的にはサモア国民 187,800 人）。
- ② プロジェクトの効果として、サモア国の最重要幹線道路であるビーチ道路、マタファガルテ道路及びマタウツ通りの幹線道路輸送ネットワークの強化、安定交通の確保、交通の円滑化、社会経済の活性化等があり、物流の円滑化及び住民の生活改善に緊急的に求められていること。
- ③ サモア国側が独自の資金と人材・技術で完成後の運営・維持管理が行うことが出来、過度に高度な技術を必要としないこと。
- ④ サモア開発戦略 2012-2016（Strategy for the development of Samoa (SDS) 2012-2016) においては、道路セクターの重要課題である「経済回廊（Samoa Economic Corridor）」として港湾、空港等重要拠点を結ぶ道路整備と、サイクロン等の災害に強い道路整備が挙げられており、「ヴァイシガノ橋架け替え計画」は優先プロジェクトの一つとして位置づけられていること。
- ⑤ 本プロジェクトは、国家インフラ戦略計画（National Infrastructure Strategic Plan）における道路セクターの重要課題である「道路ネットワークの安全性の向上および、自然災害および悪天候に対する強靱化」における具体的な戦略の一つとして位置付けられている最重要施設であること。
- ⑥ 本プロジェクトにおいては、環境面の負の影響が殆ど無いこと。
- ⑦ 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が実施可能であること。
- ⑧ 対象橋梁は PC3 径間連結プレテンション方式中空床版橋であるため、サモア国の技術による設計、施工は困難であり、日本の技術を用いる必要性・優位性があること。

4-4-2 有効性

(1) 定量的効果

本プロジェクトの実施により、見込まれる定量的効果は以下の通りである。

指標名	基準値 (2016年実績値)	目標値(2023年) 【事業完成3年後】
全車両の年平均日交通量(台/日)	18,839 注1) 16,567	17,300
貨物車の年平均日交通量(台/日)	563	580
アピア港からバイテレ工業地帯までの 貨物車の移動時間(分) 注2)	16.2	12.9
輸送量: 旅客数(人/年)	15,630,000	16,330,000
輸送量: 貨物量(t/年)	310,000	320,000

注1) 台風災害で通行止めになっている上流のレオネ橋からの迂回車両を除いた交通量。

注2) 日中の時間帯。

(2) 定性的効果

本プロジェクトの実施により、見込まれる定性的効果は以下の通りである。

- ① 所用時間短縮による交通利便性の向上、安全な交通の確保
- ② 災害に強い幹線道路の確保
- ③ 耐荷力の増

以上の内容により、本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。