

4.3 基本高水の設定

4.2.1 の計画降雨群をインプットとして、「洪水解析モデルの構築」で作成された洪水解析モデルを用いて、洪水解析シミュレーションを行い、基本高水の設定を行った。なお、2009年オンドイ波形では、1日雨量が1/110年確率となるが、目標計画規模である1/100年確率降雨と大きく違うことから、引き締めは行わず、実績波形を用いるものとした。

洪水解析モデルにおける、計算条件は以下のとおりである。

- ・ラグナ湖水位：13.90m(1989年以降出水イベント最大水位)
- ・マニラ湾潮位：朔望平均満潮位 11.40m(協力準備調査、世銀調査と同じ)
- ・ナピンダン水路：NHCS 全開または全閉の2ケース
- ・自然遊水効果：Sto.Nino 上流及び San Juan 川上流の遊水及び氾濫を見込む場合と、見込まない場合の2ケース
- ・各地点のピーク流量：地点毎のピーク流量を整理し基本高水流量とした

4.3.1 ラグナ湖水位設定

(1) 既往調査におけるラグナ湖の設定水位

不等流計算、氾濫解析における境界条件となるラグナ湖水位については、既往調査では以下のよう設定している。

表 4.12 既往調査におけるラグナ湖の設定水位

調査名	境界条件(ラグナ湖)
マスタープラン(1990年)	<ul style="list-style-type: none"> ・不等流計算：12.5m (平均年最大水位) ・内水氾濫解析：13.8m (既往最大水位14.03mを基に、マンガハン、ナピンダン を考慮した水位)
パッシング・マリキナ川河川改修事業(Ⅲ)準備調査(2011年)	12.2m (既往洪水イベント時の平均湖面水位)
Master Plan for Flood Management in Metro Manila and Surrounding Areas(2012年)	Ondoy 実績波形 (12.78~13.85m)

(2) 本調査におけるラグナ湖の設定水位

本検討でラグナ湖の水位を設定するにあたって、時間水位データが整理されている1994年以降のSto,Nino 観測所水位(パッシング・マリキナ川)と Angono 観測所水位(ラグナ湖)の関係を整理した。

この結果、Sto.Nino 観測所の水位が18mを超え、氾濫が発生するような洪水時には、ラグナ湖の水位も上昇している。

また、Sto,Nino 観測所水位と Angono 観測所水位のピーク水位の発生時期について見ると、ほぼ同時に生起しているケースや、Angono 観測所水位が1日以上遅れて発生するケース、Angono 観測所水位が先にピークを迎えるケースなど、様々である。

これは降雨の空間分布、時間分布により変化するものであり、降雨の空間分布、時間分布によってはSto,Nino 観測所水位のピークと Angono 観測所水位のピークが同時生起する可能性がある。

1994年以降の水位資料を整理した結果を踏まえると、既往調査で設定されているラグナ湖水位については以下の問題点があると考えられる。

➤ 協力準備調査

既往出水における平均湖面水位12.20mを用いているが、オンドイ台風時の初期の水位

(12.78m)よりも低い水位であり、設定値としては低い水位である。

➤ 世銀調査

オンドイ台風時の実績波形を用いて計算されており、ラグナ湖の境界条件としては考えられるケースであるが、既往の出水時にラグナ湖の水位ピークが、パッシング・マリキナ川の水位ピークよりも先に発生しているケースがあること、ラグナ湖の水位は一度上昇すると減少に転じるまでに時間を要すること、マンガハン放水路からラグナ湖への分水流量はラグナ湖の水位の影響を受けることを考慮して、計画上はラグナ湖の水位が高いことを想定すべきである。

よって、本検討では現在の河道システムとなった1989年以降(1988年マンガハン放水路完成)の最大水位である、13.90mをラグナ湖の水位として設定するものとした。

以下に、マンガハン放水路完成(1988年)以降のラグナ湖の年最大水位を示す。

表 4.13 1989年以降ラグナ湖年最大水位

year	WL_Max (m)	year	WL_Max (m)	
1989	12.24	2001	12.69	Mean annual highest water level (1989-2012) <u>12.57m</u>
1990	12.67	2002	12.55	
1991	12.60	2003	11.72	Mean annual highest water level (Major flood) <u>13.54m</u>
1992	12.39	2004	11.85	
1993	12.27	2005	12.15	
1994	12.27	2006	12.30	
1995	12.94	2007	12.49	
1996	12.52	2008	12.14	
1997	11.83	2009	13.85	
1998	12.70	2010	12.09	
1999	13.47	2011	12.61	
2000	13.53	2012	13.90	

:Year of major flood occurrence

出典：JICA 調査団

(3) パッシング・マリキナ川からの流入によるラグナ湖水位上昇量

ラグナ湖の水位上昇の主な要因について、台風オンドイにおける湖面水位上昇量のうち、マンガハン放水路、ナピンダン水路からの流入の影響について検証した。

台風オンドイにおけるマンガハン放水路及びナピンダン水路からの流入量は、再現計算の結果より整理し、以下のとおりとなる。

- ・マンガハン放水路流入量：115MCM
- ・ナピンダン水路流入量：54MCM

この、流入量を以下に示すラグナ湖の2009年測量に基づくH-V曲線より水位上昇量に換算すると、0.18mとなる。

これは、台風オンドイにおける湖面上昇量1.07mの17%にあたる。

このことから、ラグナ湖の水位上昇は主にラグナ湖集水域への降雨によるもので、パッシング・マリキナ川からの分流による影響は小さいものと考えられる。

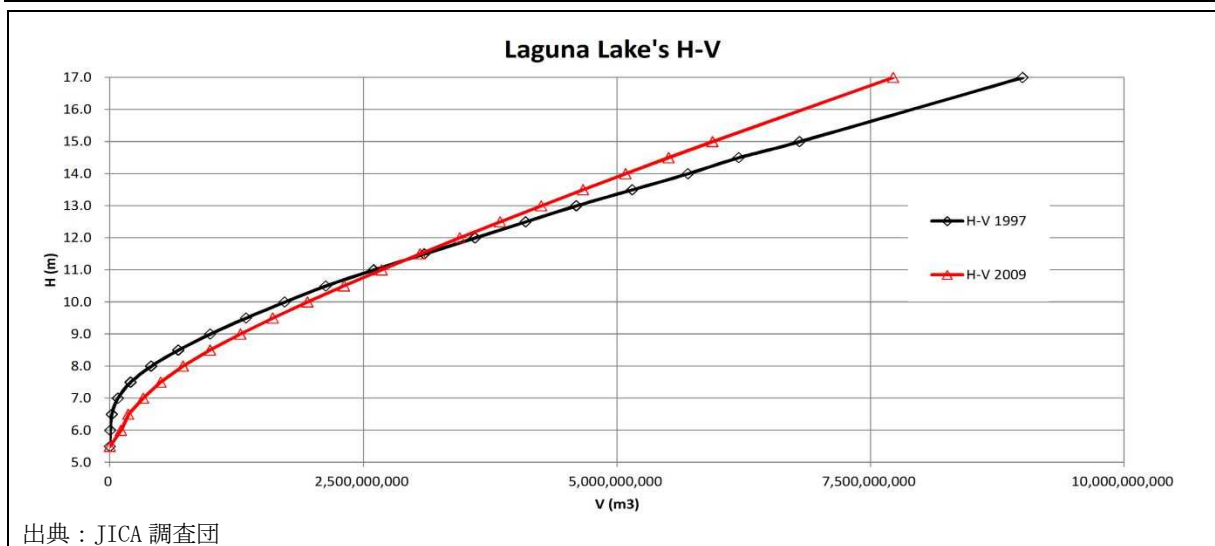


図 4.15 ラグナ湖 H-V

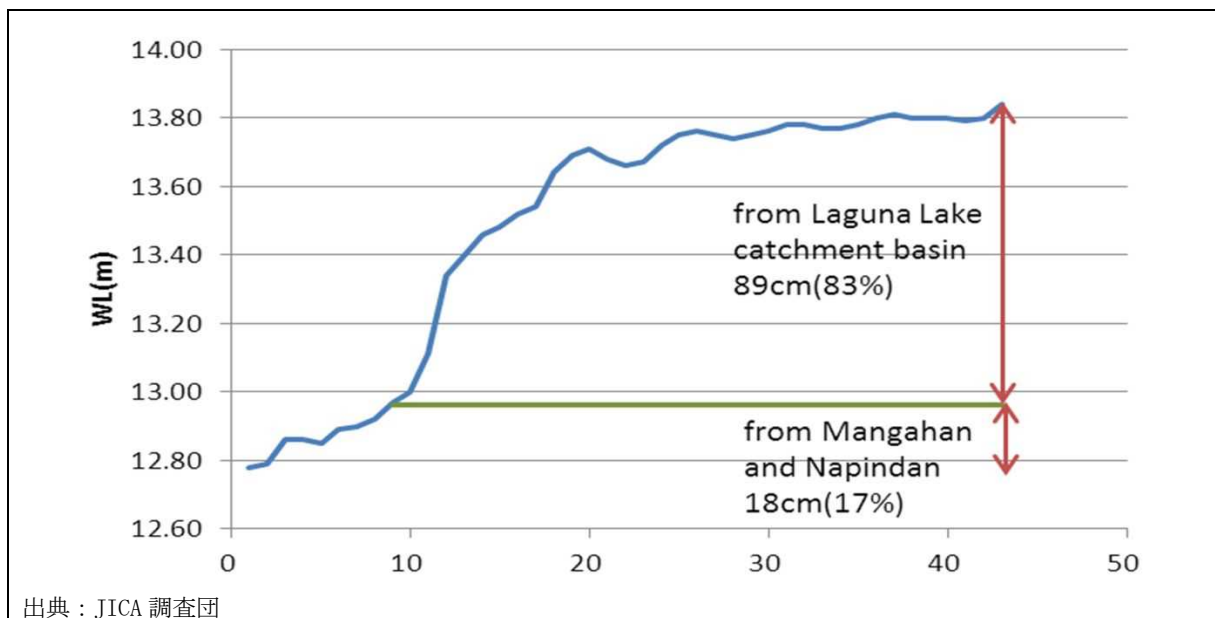


図 4.16 台風オンドイにおける水位上昇要因比率

4.3.2 基本高水流量

計画降雨波形群における基準点 Sto.Nino 地点ピーク流量は表 4.14 に、ハイドログラフは図 4.19～図 4.26 に示すとおりである。

この結果、基準点 Sto.Nino 地点のピーク流量が最大となる波形は、氾濫を見込まない場合及び自然遊水効果を見込んだ場合ともに、2009/9/26 型(オンドイ)となる。

よって、基本高水流量は 2009/9/26 型の波形を用いて決定する。決定した、基本高水流量配分図を図 4.17～図 4.18 以下に示す。

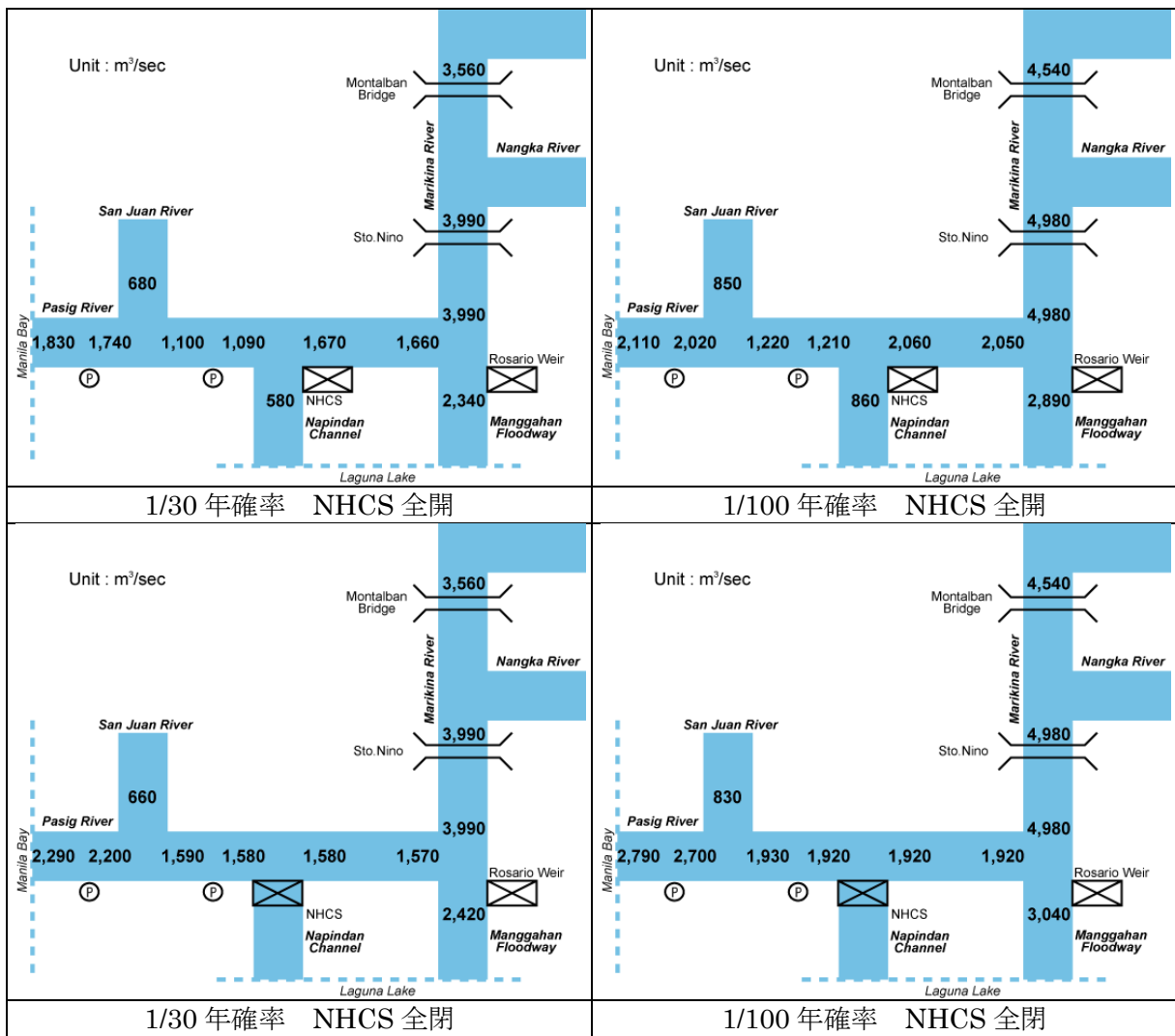
氾濫の有無により Sto.Nino 地点で評価すると、氾濫ありでは 1/30 年確率で約 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 減少、1/100 年確率で約 $1,400\text{m}^3/\text{s}$ 減少している。

Sto.Nino 地点上流の氾濫については、貯留型のいわゆる自然遊水池効果部分と拡散型の氾濫が含まれる。自然遊水池効果については後述する洪水防御施設の検討の中において検証する。

表 4.14 Sto.Nino 地点ピーク流量

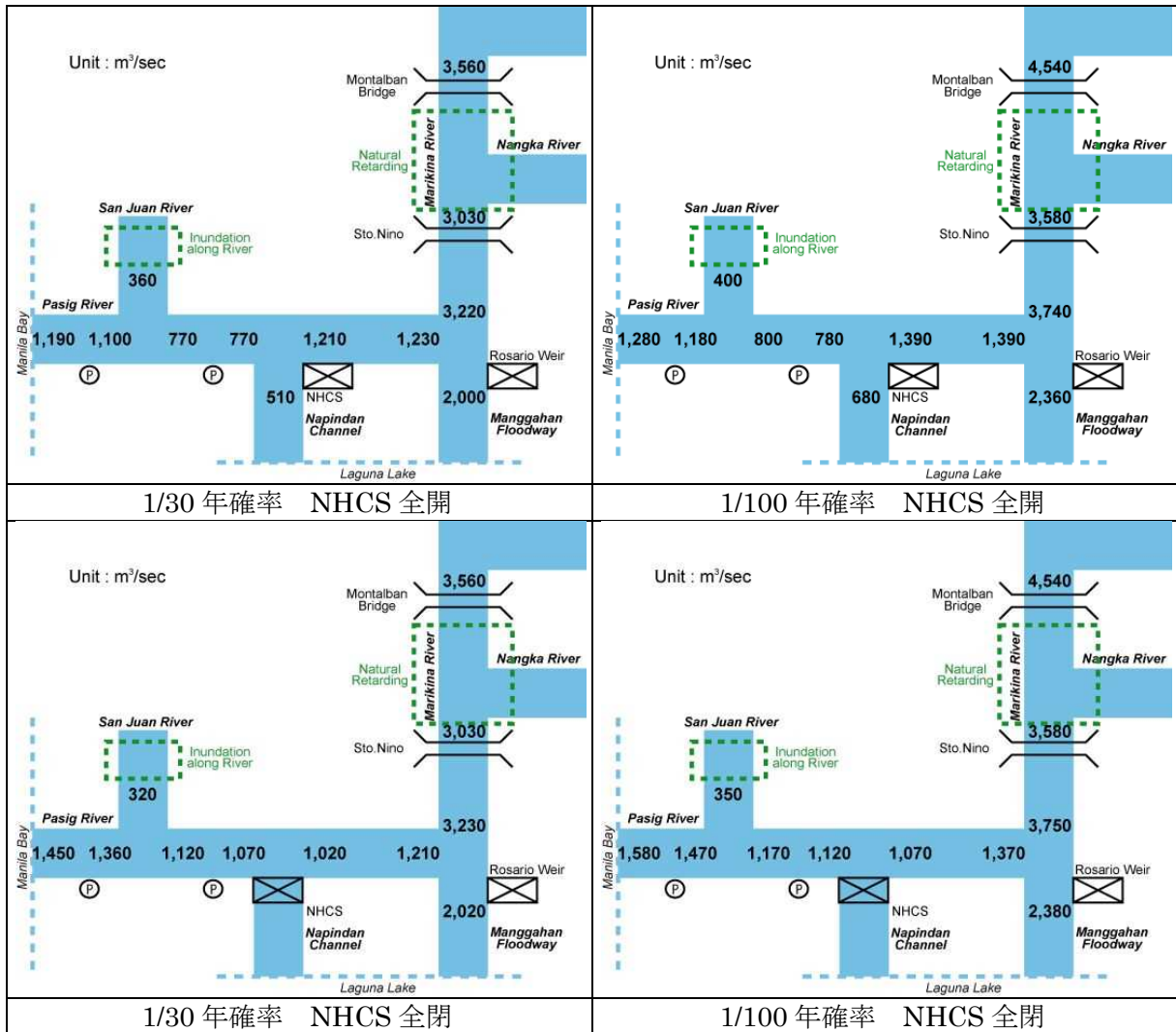
Type	Sto.Nino Qp	
	Without Retarding	With Retarding
2009/9/26	4,980	3,575
1998/10/22	2,173	2,150
2004/11/29	4,215	3,012
2003/5/27	2,269	2,149
2000/7/7	2,994	2,781
2011 /6/24	2,030	1,813
2000/11/2	4,178	3,300
RIDF	2,825	2,530

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.17 基本高水流量配分図(氾濫：無し)



出典：JICA 調査団

図 4.18 基本高水流量配分図(氾濫：有り)

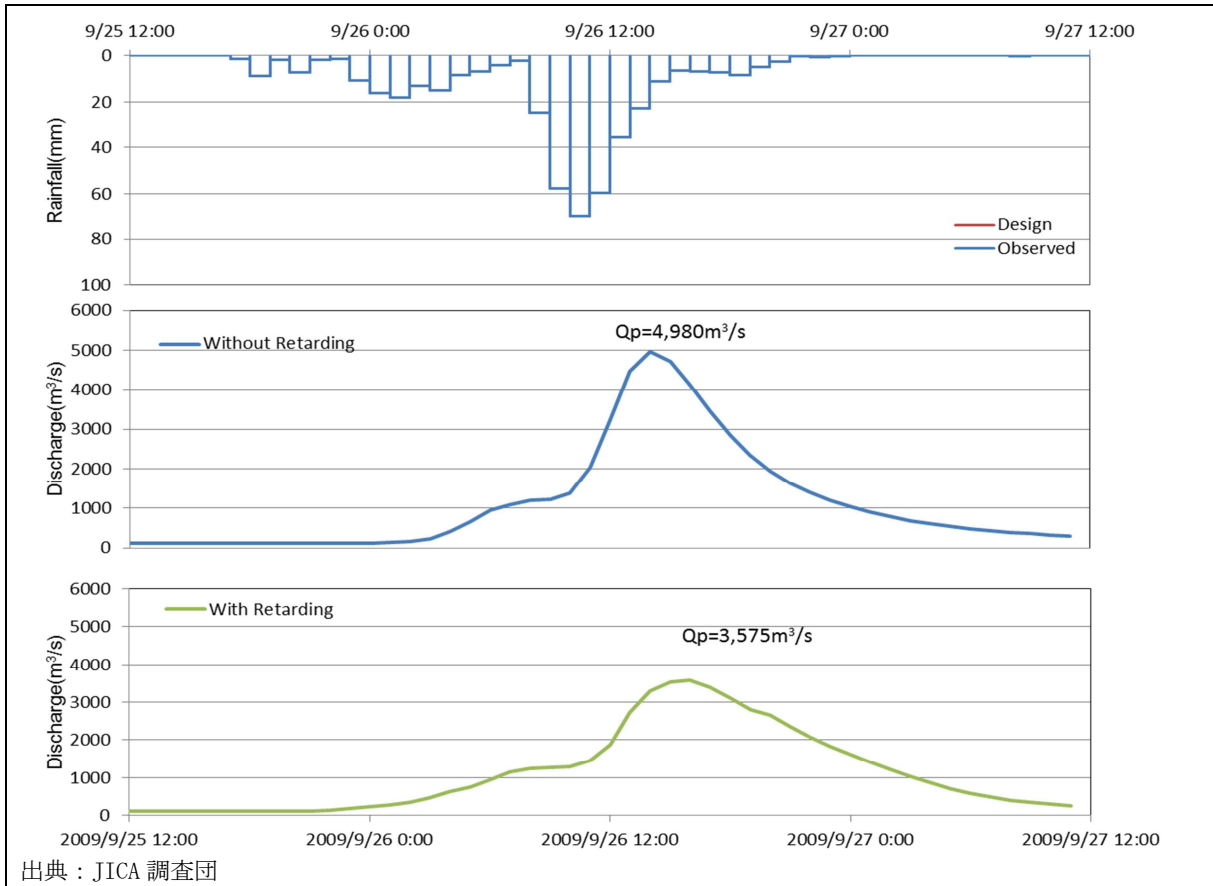


図 4.19 2009/9/26 型 ハイエト・ハイドログラフ

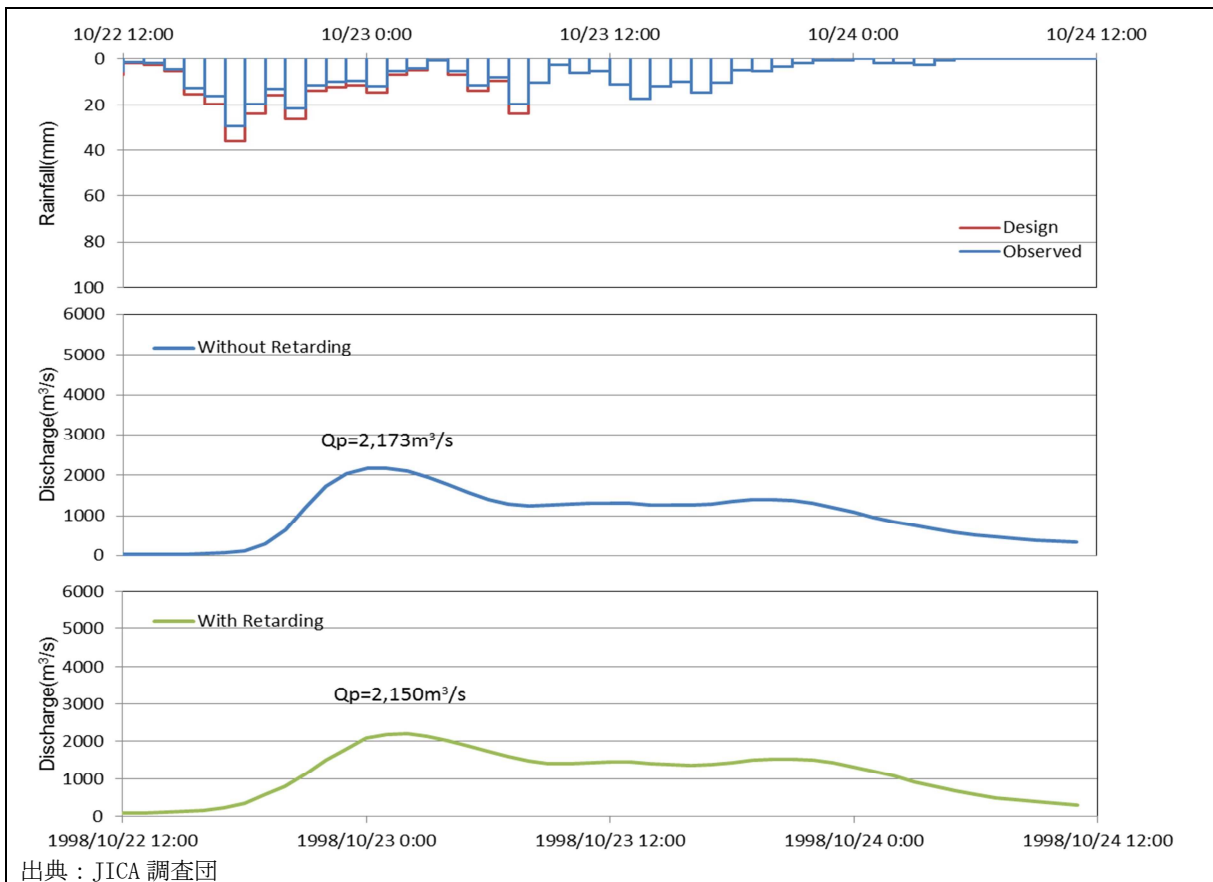


図 4.20 1998/10/22 型 ハイエト・ハイドログラフ

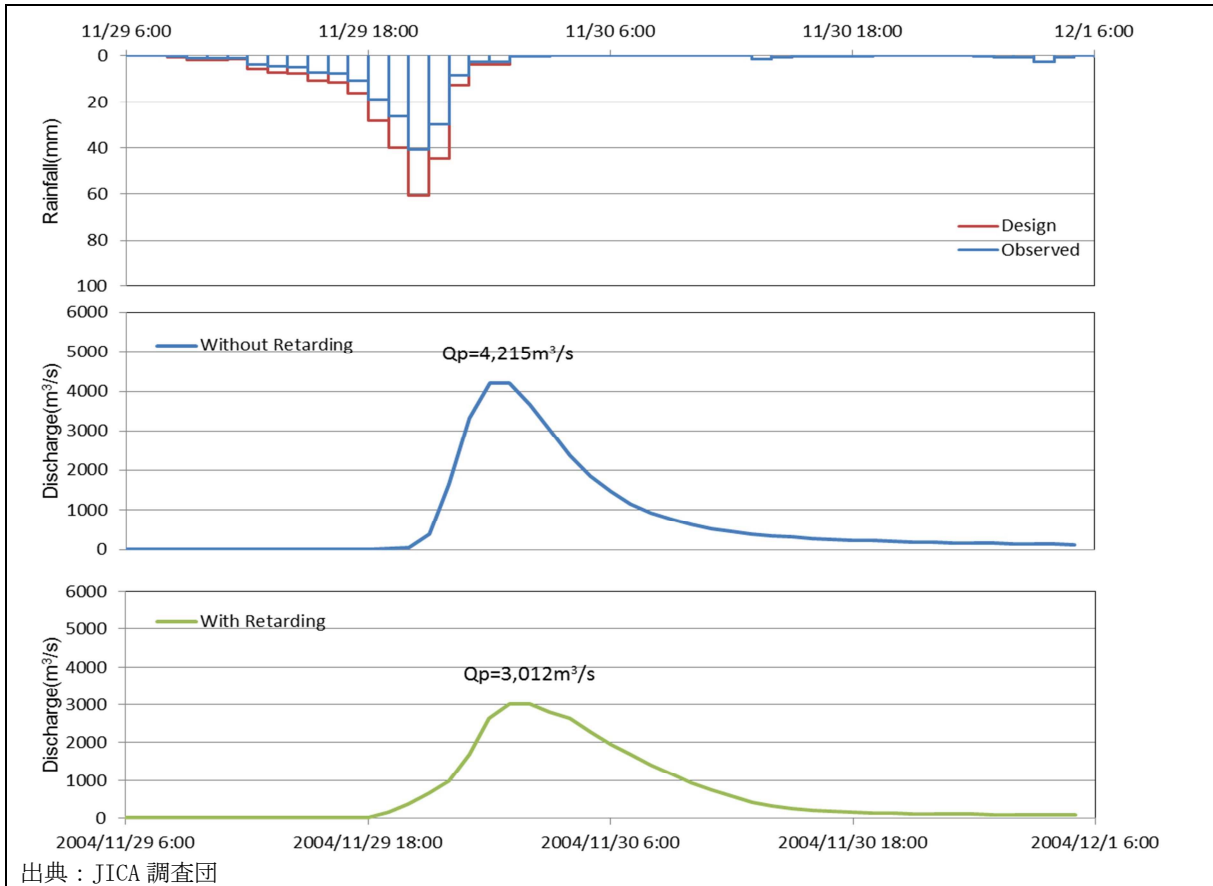


図 4.21 2004/11/29 型 ハイエト・ハイドログラフ

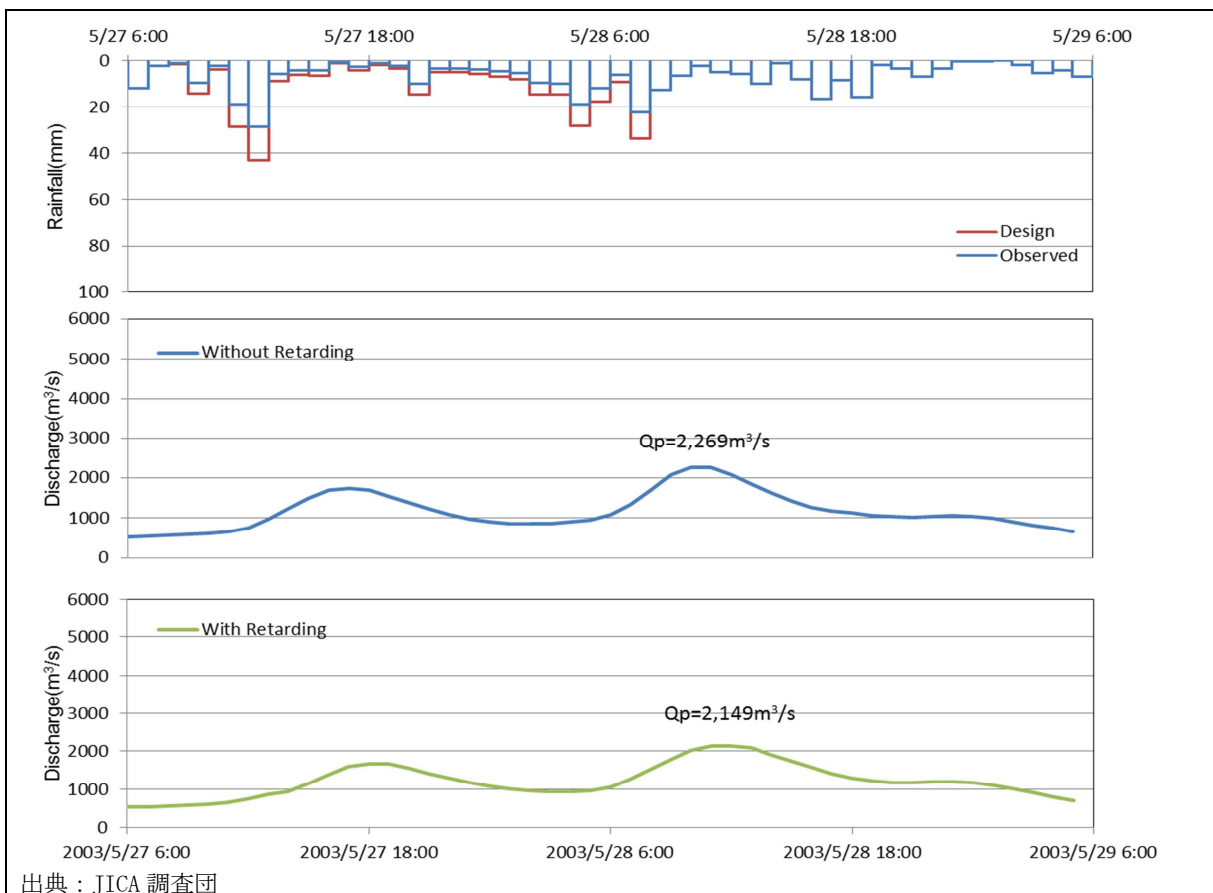


図 4.22 2003/5/27 型 ハイエト・ハイドログラフ

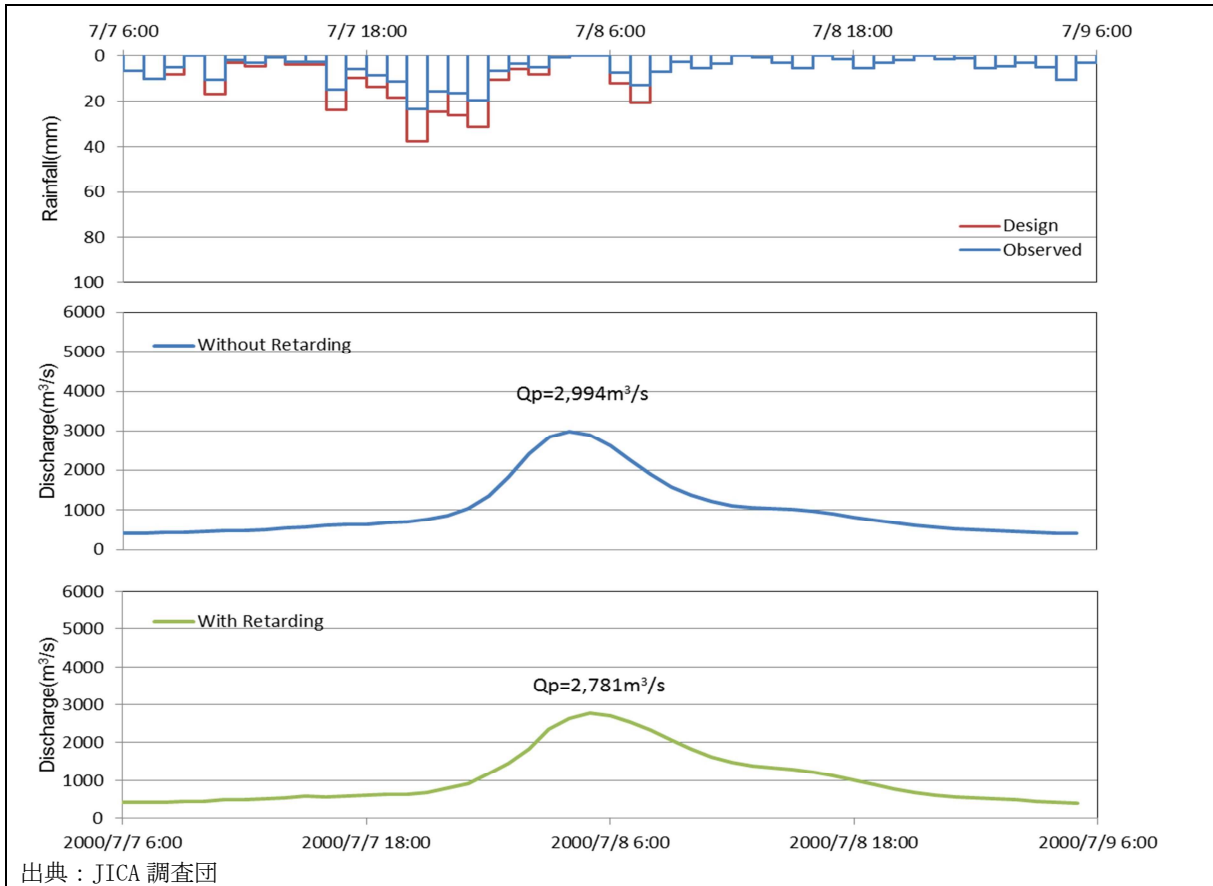


図 4.23 2000/7/7 型 ハイエト・ハイドログラフ

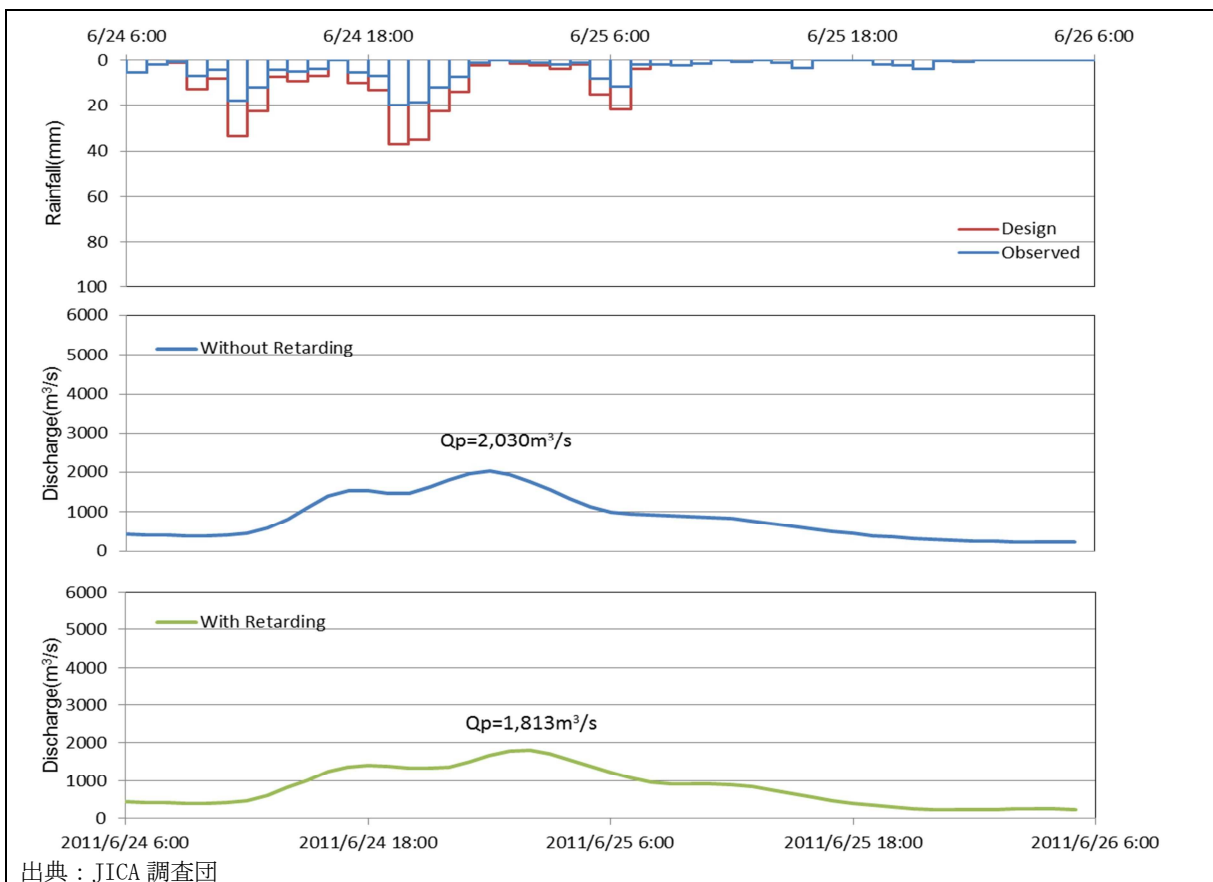


図 4.24 2011/6/24 型 ハイエト・ハイドログラフ

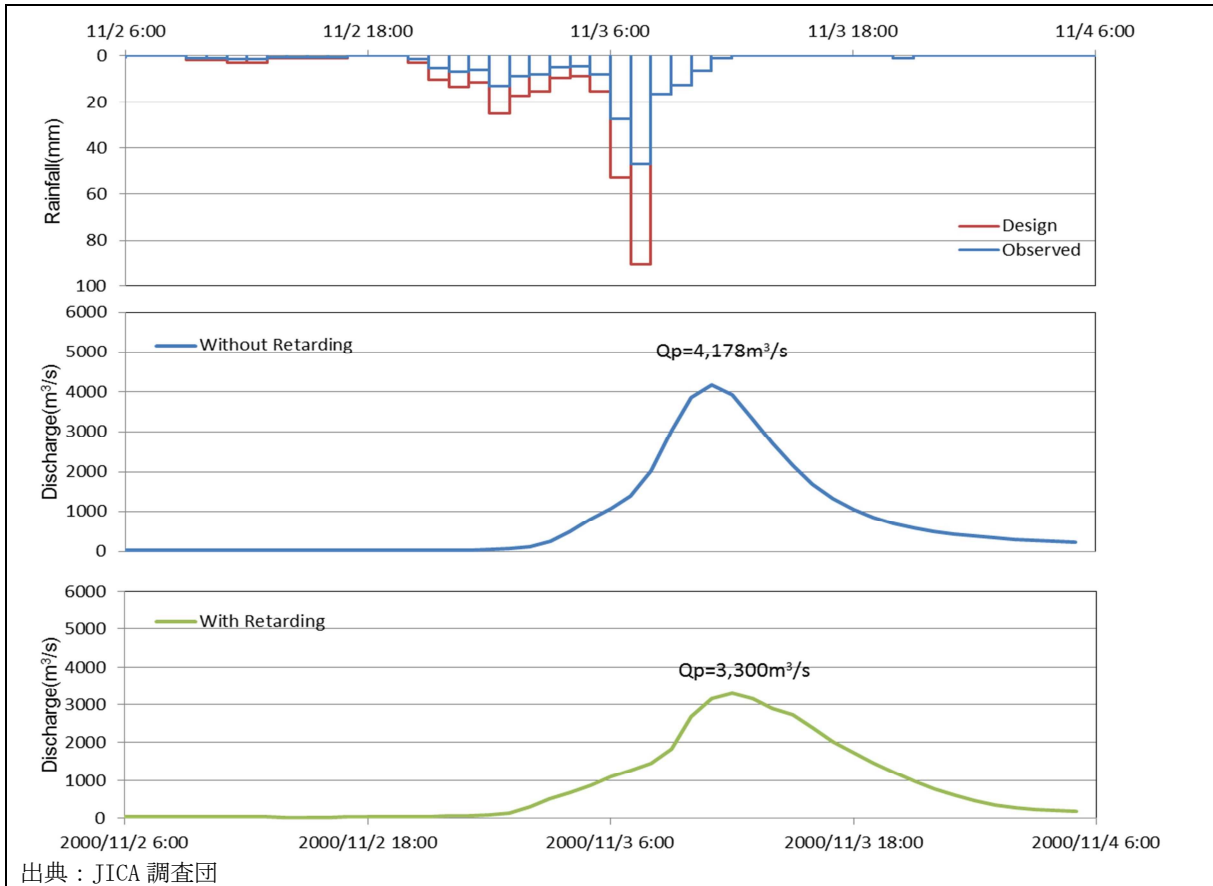


図 4.25 2000/11/2 型 ハイエト・ハイドログラフ

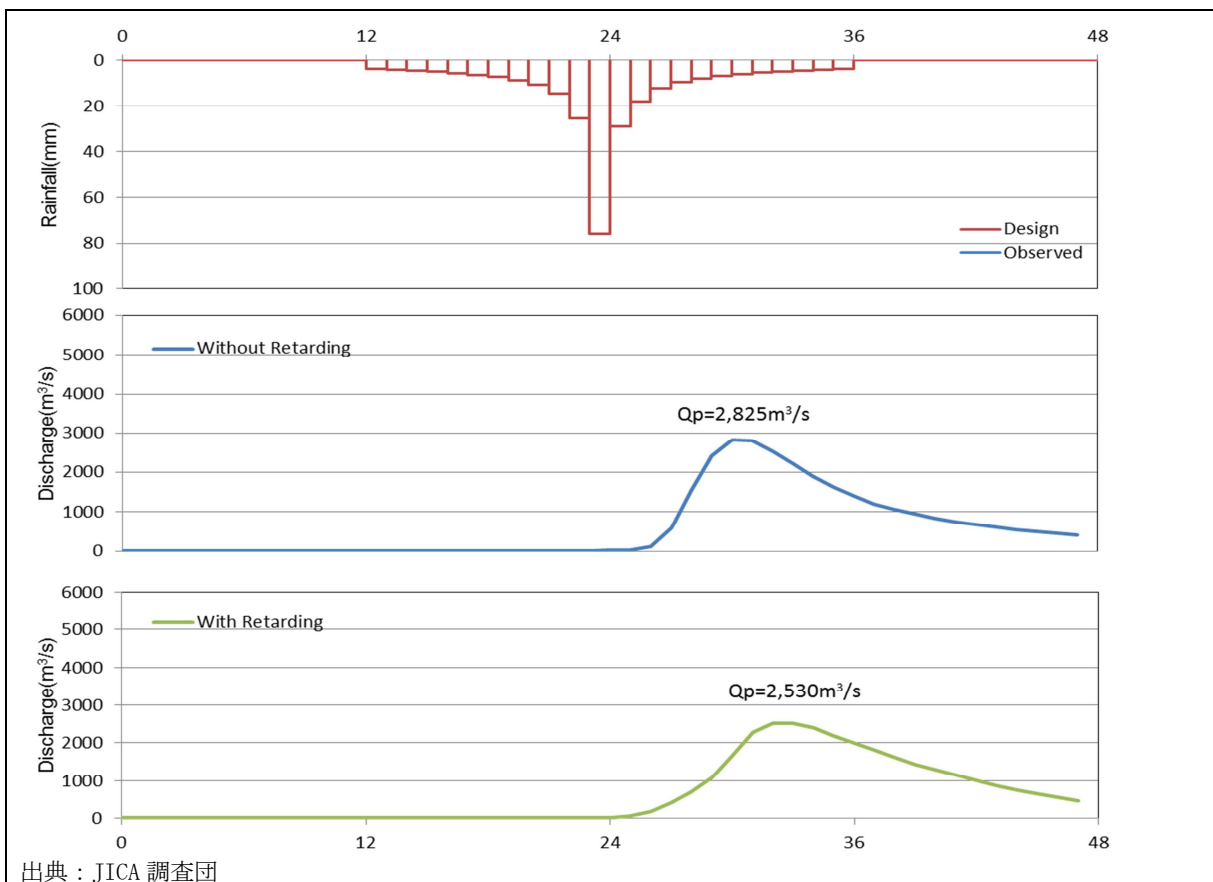


図 4.26 中央集中型 ハイエト・ハイドログラフ

4.4 計画高水流量の設定

洪水防御施設の計画について複数の代替案を比較検討しつつ、妥当と考えられる計画高水流量(計画流量配分)を設定し、それに対応した洪水防御施設を提案する。

パッシング川及びマリキナ川下流(Lower Marikina)については、過去に30年確率規模の洪水に対応として設定された計画流量に対応した改修が実施済みもしくは実施中であるため、これらの区間においてはこの点を踏まえた計画高水流量を設定するよう留意する。

同計画高水流量に対応する水位を算出し、4.1.4で整理した「パッシング・マリキナ川河川改修事業(Ⅲ)」に係る計画等で設定された計画高水位を超過しないよう確認を行う。

4.4.1 パッシング・マリキナ川河川改修事業 (PMRCIP) における前提条件の整理

(1) PMRCIP の計画高水流量

2002年の詳細設計においては、「パッシング・マリキナ川河川改修事業 (PMRCIP)」として河口からマリキナ橋までの29.7km区間を対象に、図4.27に示すような30年確率規模を対象に、MCGSの建設と河道の流下能力を増やすための改修が計画されている。

計画流量は、セントニーニョ地点2,900m³/sをマンガハン放水路へ2,400m³/s、パッシング・マリキナ川へ500m³/s分配する計画である。現在、この計画流量に対応した改修が実施済みもしくは実施中である。

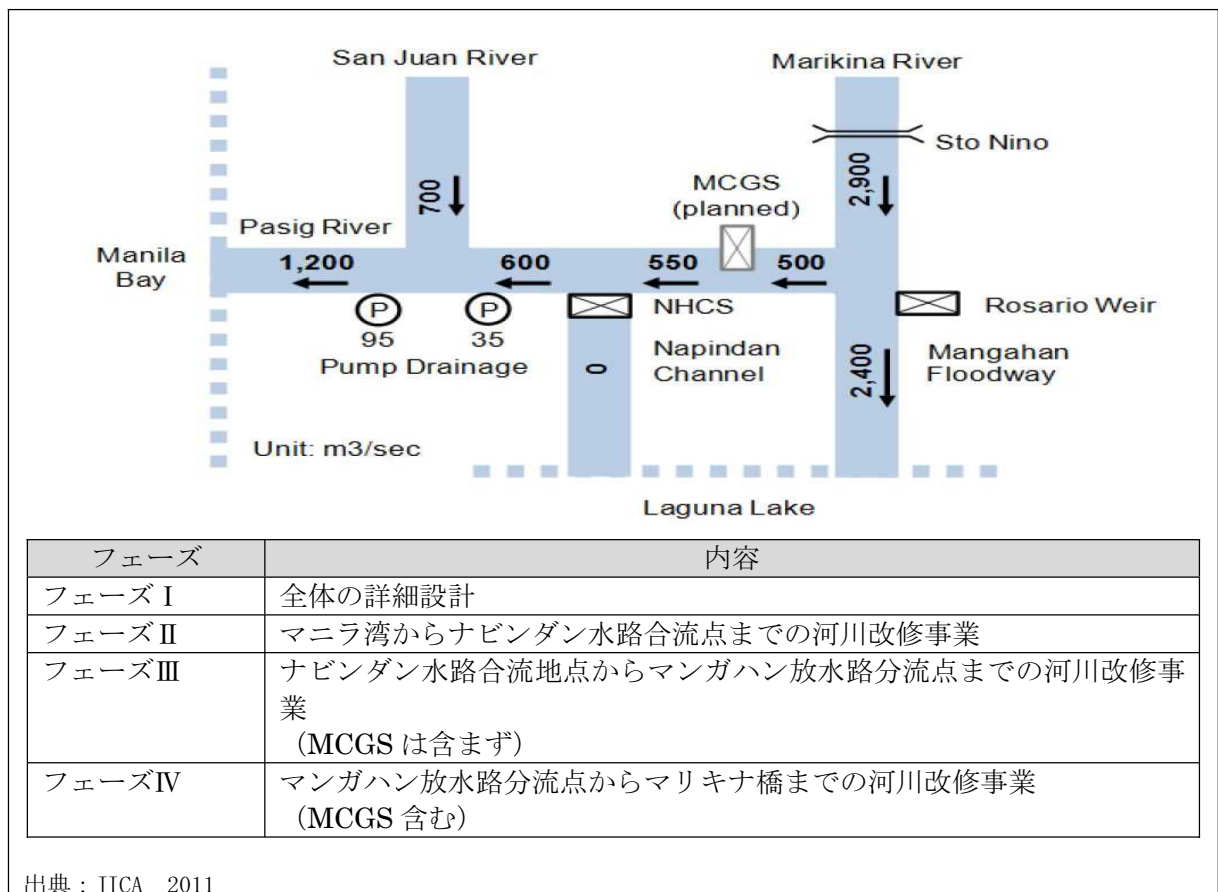


図 4.27 パッシング・マリキナ川河川改修事業 (PMRCIP) における 1/30 計画高水流量

(2) 洪水時における NHCS の開閉の是非について

パッシング・マリキナ川河川改修事業においては、洪水時には NHCS は全閉し、ラグナ湖からパッシングへの流れを遮断する計画となっている。世銀調査においては、洪水時に NHCS を全開してナピンダン水路を活用したパッシング川からラグナ湖へ逆流が洪水対策に見込まれている。

洪水時における NHCS の全開・全閉によるメリット・デメリットについて表 4.15 に整理を行った。NHCS は以下の理由から計画上、不確実な事象をさけるため洪水時は全閉するのが妥当である。

- ✓ 洪水時に NHCS を全開しナピンダン水路を活用してラグナ湖への流入を見込むことは、ラグナ湖の水位によっては逆流（ラグナ湖からパッシング川への流れ）が発生し、治水計画に組み込むには不確実性が高い。
- ✓ NHCS を洪水時に全開とする計画にすると、ナピンダン水路の改修が必要となり、ナピンダン水路の背後地は密集市街地であることから、この区間の改修事業は用地取得が難航することが想定され、現実的でない。

表 4.15 NHCS 開閉によるメリット・デメリット

	NHCS・全開	NHCS・全閉
メリット	・ゲート操作は不要である。	・洪水時にラグナ湖からのパッシング川への流入を確実に防ぐことができる。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ラグナ湖水位がパッシング川に比べて高い場合、ラグナ湖からパッシング川へ流入することになり、マニラ中心部のリスクを高めることになる。 ・ラグナ湖への流入は、ラグナ湖水位とパッシング川水位との関係から決まるため不確実性を伴う。(常にラグナ湖の水位が低いとは限らない。) ・マリキナ川下流 (Lower Marikina)、の HWL を上げることになり、被災ポテンシャルが増加、堤防嵩上げが必要。 ・また、ナピンダン水路の堤防嵩上げなどが必要となる。 	・ゲート操作が必要となる。
評価	×	○

出典：JICA 調査団

(3) MCGS の必要性について

パッシング・マリキナ川河川改修事業においては、MCGS によりマンガハン放水路へ確実に分流しラグナ湖を活用する計画となっている。一方、世銀調査の推奨案においては、MCGS は見込まず、ナピンダン水路を活用したラグナ湖への分流が洪水対策として見込まれている。ここでは、MCGS の有無によるメリット・デメリットについて整理を行い MCGS の必要性について確認を行った。

ロザリオ堰上流の計画流量を確実にラグナ湖へ分流させるには MCGS が必要である。また、超過洪水時には MCGS をコントロールすることによりマンガハン放水路へ分流量を増やし、マニラ首都圏の中心部の被災ポテンシャルを低減することが可能である。

MCGS が無い場合は、ロザリオ堰下流のパッシング・マリキナ川の洪水水位が上がるため再改修が必要となる。これにより HWL を上げることになり、パッシング・マリキナ川下流に位置するマニラ中心部の被災ポテンシャルが増加することを意味する。

表 4.16 MCGS の有・無によるメリット・デメリット

	MCGS・無し	MCGS・有り
メリット	<ul style="list-style-type: none"> Upper Marikina 区間の水位を下げる事ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 確実なマンガハン放水路へ分流が可能。 超過洪水時においてもゲート開度を調整することにより、下流のマニラ中心部へのリスクを抑えることが可能。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 超過洪水時にはマニラ中心市街地へのリスクが増大。 Pasig、Lower Marikina 区間の水位上昇を招き、被災ポテンシャルが増加する。 	<ul style="list-style-type: none"> ゲート操作を伴う。 Upper Marikina 区間の水位が上がる。(PhaseIVの河川改修にて対応する)
評価	×	○

出典：JICA 調査団

2002年詳細設計において設定された MCGS の構造諸元およびゲート操作ルールは表 4.17 に示すとおりである。

表 4.17 MCGS の諸元

項目	諸元
(a)設計流量	500m ³ /s (Lower Marikina River)
(b)計画高水位	上流側：EL. 17.40m 下流側：EL. 14.74m
(c)計画河川断面	河床幅：43.5m 河床高：EL.8.0m
(d)水門	寸法：幅 20m×高さ 11m×2 門 タイプ：ローラゲート
(e)ゲート操作ルール	MCGS ゲートは、計画分流量を確保するために、マニラ湾の潮位、ラグナ湖の水位、マリキナ川上流のサントニーニョの水位をにらみながら、ロザリオ堰の水門と一体で操作されなければならない。

出典：JICA 2011

MCGS の有無による、マンガハン放水路への分派量および下流への分流量および下流への影響の確認を行った。MCGS 有・無による河道流量配分図を図 4.28 に、水位縦断図を図 4.29 に示した。

MCGS が無い場合には以下の不都合が生じる。

- ・マンガハン放水路の所定の分派量 2,400m³/s が確保できない。
- ・パッシング・マリキナ川下流部の水位上昇を招き、HWL を最大約 1m 超過することになり、下流部の被災リスクが高まることになる。また、これに対処するための堤防嵩上げなどの再改修が必要となり、現在実施している事業の手戻りが発生する。

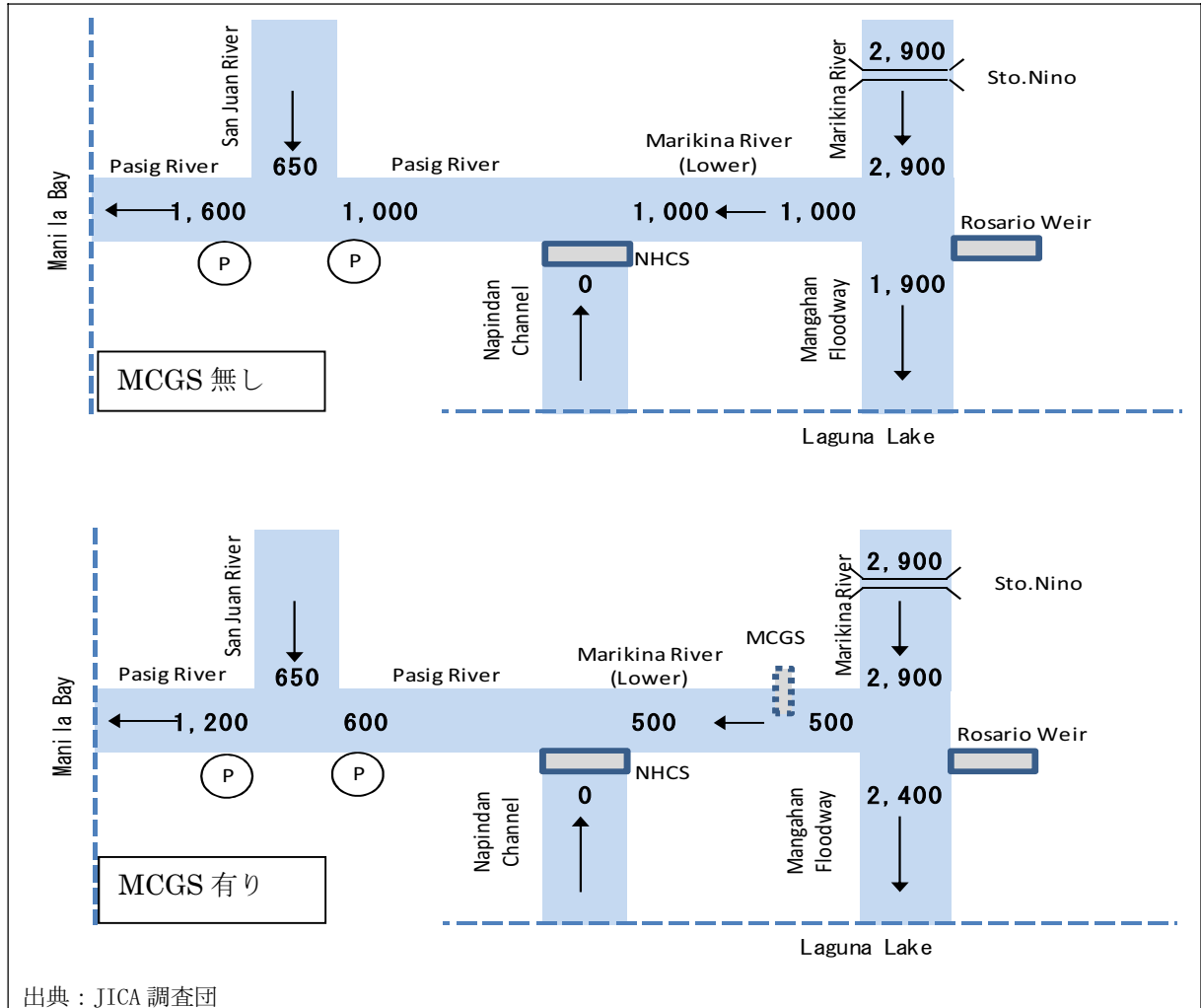
<計算条件>

- ・ここでは、Sto.Nino 地点 2,900m³/s とする「1/20・遊水地単独案（自然排水）」を用いて、MCGS の有り・無しによる分流量を算定した。
- ・ナピンダン水路は未考慮（NHCS は全閉）の条件とした。
- ・マンガハン放水路は、河道内家屋は移転された状態とした。

表 4.18 MCGS の有無による河道配分量

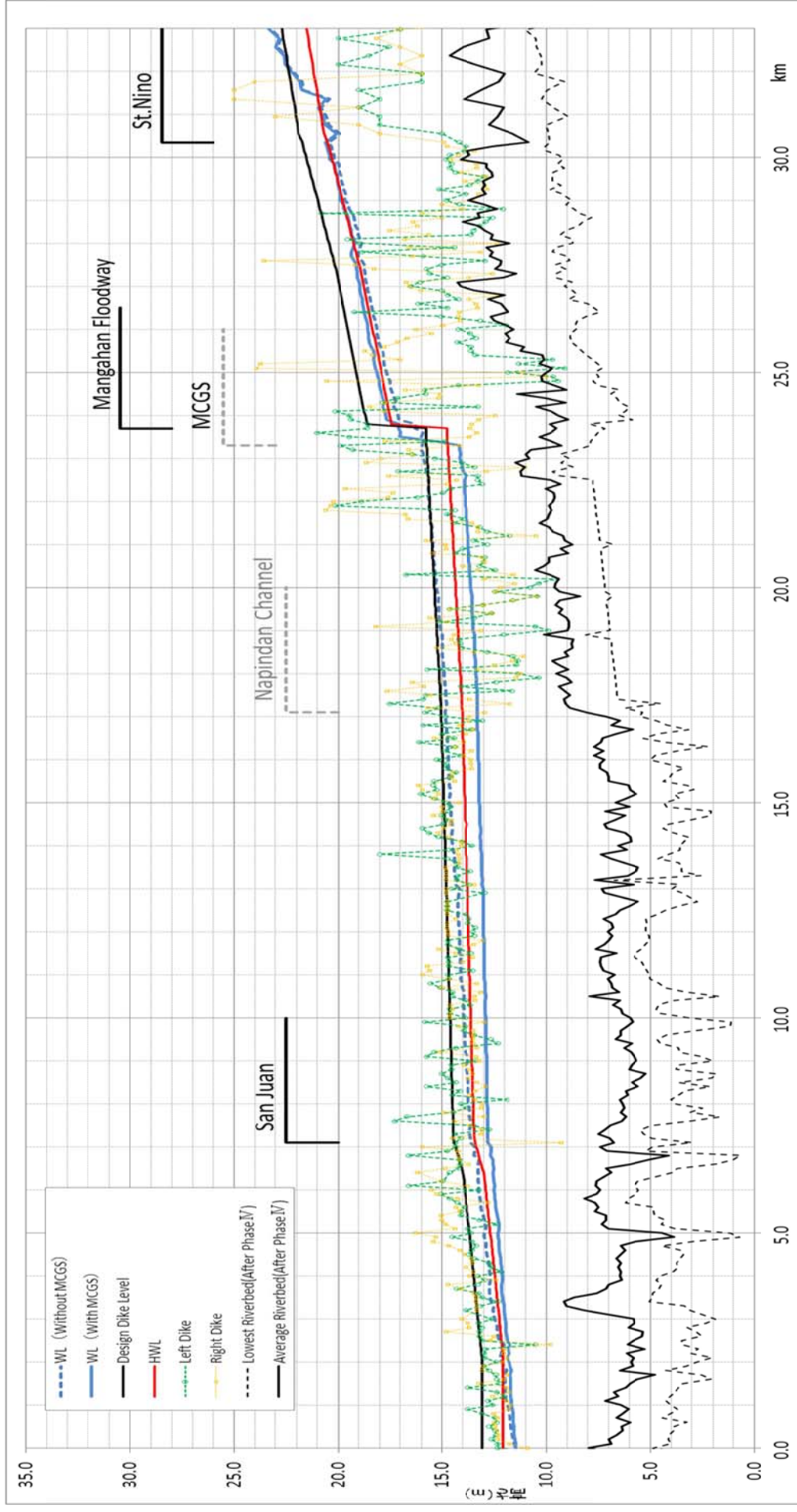
	Marikina 川 (分流前)	Marikina 川 (分流後)	Mangahan Floodway
MCGS 無し	2,900m ³ /s	1,000m ³ /s	1,900m ³ /s
MCGS 有り	2,900m ³ /s	500m ³ /s	2,400m ³ /s

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.28 MCGS 有・無による河道流量配分図 (1/20 (上流部氾濫考慮))



出典：JICA 調査団

図 4.29 MCGS 有・無による河道水位縦断面

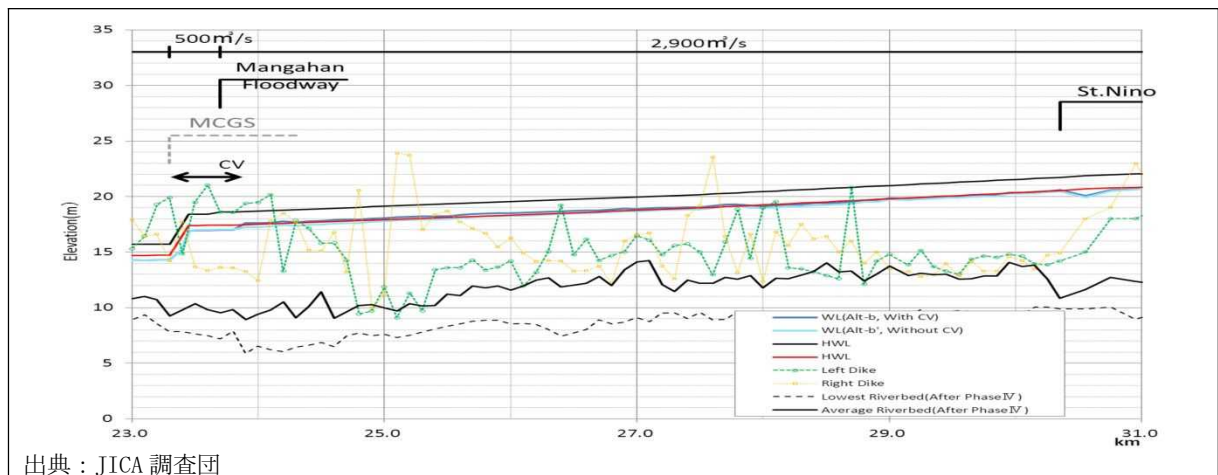
(4) 2002年 D/D 時点の計画流量の 2,900m³/s への対応確認

現在マリキナ川河道内では、シルクロベルデなど都市開発が進んでいる。図 4.31 にシルクロベルデの開発計画の有無によるフェーズIV区間での水位縦断面図を示す。これよりシルクロベルデの影響は約 20cm 程度である。したがって、若干の設計の手直しは必要となるが、フェーズIVコンポネント内での対応が可能であると判断される。



出典：JICA 調査団

図 4.30 シルクロベルデ開発計画 (CV) と現地状況



出典：JICA 調査団

図 4.31 シルクロベルデ開発計画 (CV) による影響

(5) PMRCIP の計画流量 2,900m³/s の確率評価

近年の洪水を踏まえた計画降雨および最新の手法による見直しにより、1/30 の流量は約 3,100m³/s と PMRCIP の計画流量 2,900m³/s より大きくなる結果となった。

以下に本調査による Sto.Nino 地点の上流部の氾濫を考慮した場合の確率規模別流量を示す。

PMRCIP の計画流量 2,900m³/s を、本調査にて見直した現況状況（上流部氾濫考慮）の確率規模別流量で評価すると約 1/20 となる。

表 4.19 Sto.Nino 地点の確率規模別流量 (m³/s)

Return Period	Sto.Nino (With Inundation)
2	1,620
5	2,290
10	2,670
20	2,860
30	3,030
50	3,220
100	3,580

出典：JICA 調査団

4.4.2 1/30 における代替案の検討

(1) 検討方針

以下の条件を踏まえ、1/30 での代替案の検討を行う。

・パッシング・マリキナ川河川改修事業において設定されている HWL については、既存の社会資本/建物（橋梁・排水施設、河川沿いのビル・住居）はこれに基づいて整備されておいるため、変更することは難しい。従って、現在詳細設計まで実施済である PhaseIII 区間（ナピンダン水路～MCGS）の HWL は変更不可とする。その上流の PhaseIV 区間においては、これからの対応となるため、若干の変更は可能であるものとする。

・パッシング川からラグナ湖への流入は、パッシング川の水位とラグナ湖の水位の関係によって決まり、洪水時に常にパッシング川からラグナ湖へ流入は期待できない。このため計画立案においては、不確実なパッシング川からラグナ湖への流入は考慮しない（NHCS は洪水時全閉する。）ものとする。

・MCGS は必ず建設されるものとする。

・現況において 1/30 で上流部の氾濫を考慮した場合の流量を対象として検討を実施する。このときの 1/30 の流量は以下のとおりとなる。

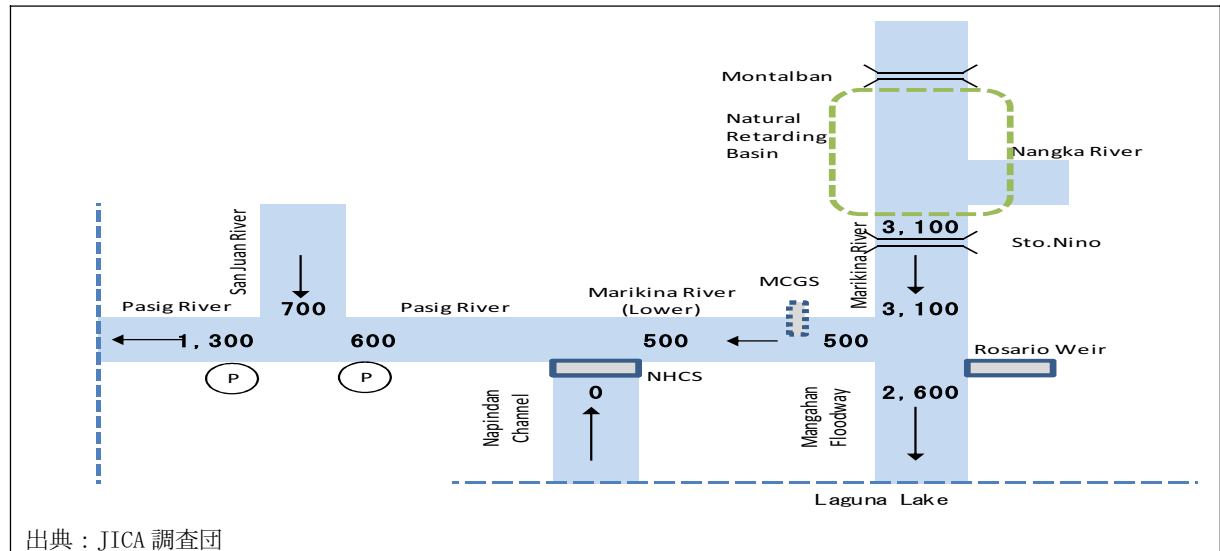


図 4.32 1/30 の流量配分（上流部の遊水機能有り、MCGS 有り）

(2) 検討する代替案

MCGS により下流の流量配分は固定されるため、MCGS より上流の洪水処理方式を検討する。MCGS より上流の洪水処理方式としては以下の 2 つの方法が考えられる。

- ・ a. マンガハン放水路を活用しラグナ湖で洪水を処理する案
- ・ b. Sto.Nino 上流の遊水池で洪水調節を行う案

上記 a、b の洪水処理式に対応した代替案としては以下が考えられる。

代替案-a：フェーズIV(堤防嵩上げ)+マンガハン放水路能力強化案

代替案-b：フェーズIV(現在のコンポーネント)+遊水池案

※フェーズIVの現在の事業コンポーネント：マリキナ川河道改修 (MCGS～マリキナ橋)、MCGS 建設

(3) 代替案-a：フェーズIV(堤防嵩上げ)+マンガハン放水路能力強化案

1) 方針

a) ロザリオ地点～セントニーニョ区間

ロザリオ～セントニーニョ区間の河道分担量は $3,100\text{m}^3/\text{s}$ とし、河道改修により対応する。

b) ロザリオ地点下流

ロザリオ地点の通過流量 $3,100\text{m}^3/\text{s}$ をマンガハン放水路に $2,600\text{m}^3/\text{s}$ 分派し、その下流で $500\text{m}^3/\text{s}$ とする。

2) 改修方法の検討

a) Upper Marikina

河道分担量を $3,100\text{m}^3/\text{s}$ とした河道形状は、2002年 で検討した河道断面では約 50cm 程度水位状況することから、パラペットなどにより堤防を嵩上げするによる対応が必要となる。

b) Mangahan Floodway

マンガハン放水路への分担量は、設計流量 $2,400\text{m}^3/\text{s}$ から $2,600\text{m}^3/\text{s}$ と $200\text{m}^3/\text{s}$ 増加することになるため、マンガハン放水路能力を強化する必要がある。

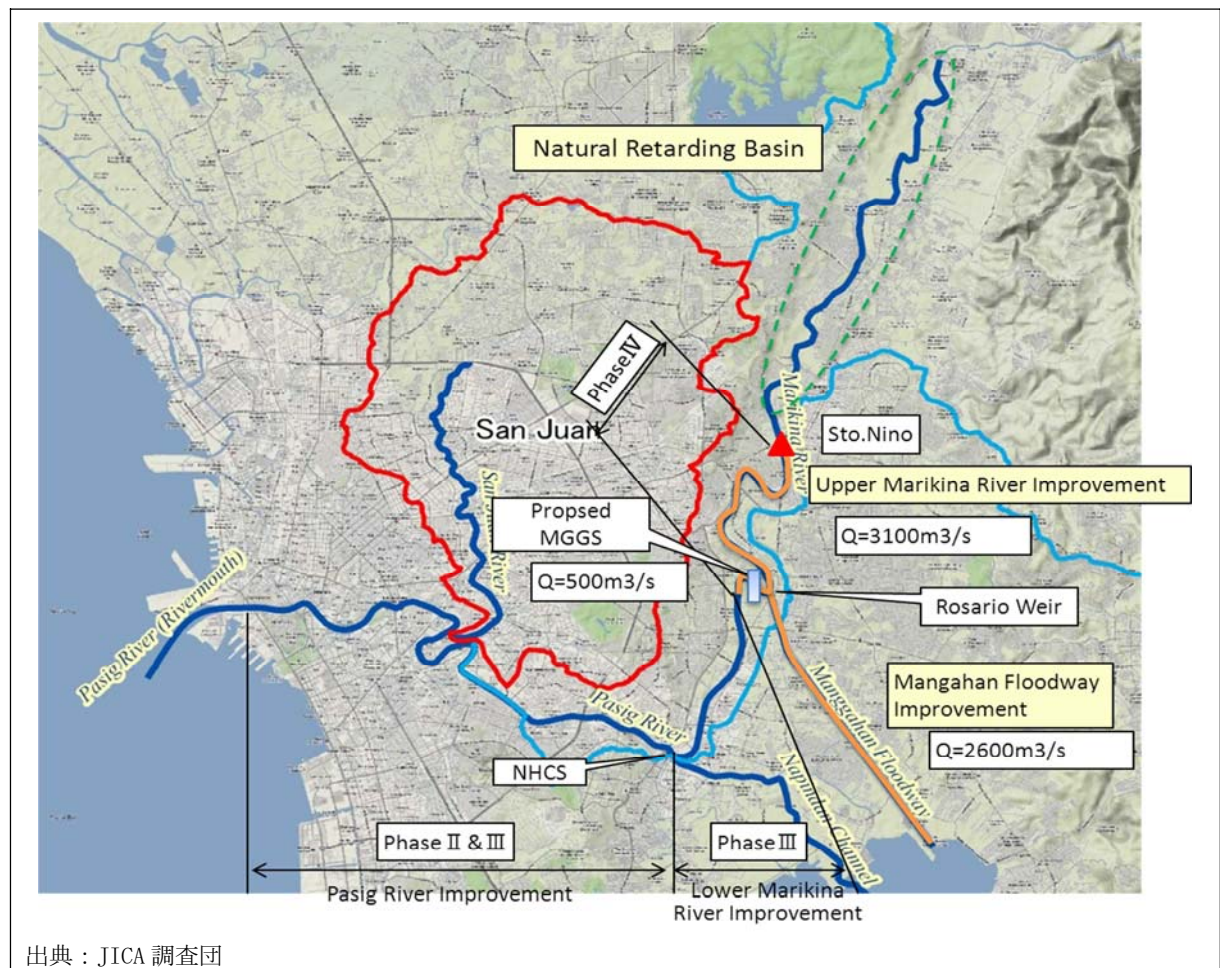


図 4.33 フェーズIV(堤防嵩上げ)+マンガハン放水路能力強化案概要図 (30-year)

(4) 代替案-b：フェーズⅣ(現在のコンポーネント)+遊水地機能拡大案

1) 方針

a)ロザリオ地点上流

ロザリオ～セントニーニョ間の河道分担量を 2002 年の詳細設計時の計画流量 $2,900\text{m}^3/\text{s}$ とし、不足分の $200\text{m}^3/\text{s}$ について Sto.Nino 上流の遊水地（自然遊水地に遊水地機能を拡大）により調節を行う。

b)ロザリオ地点下流

ロザリオ地点通過流量 $2,900\text{m}^3/\text{s}$ をマンガハン放水路に $2,400\text{m}^3/\text{s}$ 分派し、その下流で $500\text{m}^3/\text{s}$ とする。

2) 改修方法の検討

a)Upper Marikina

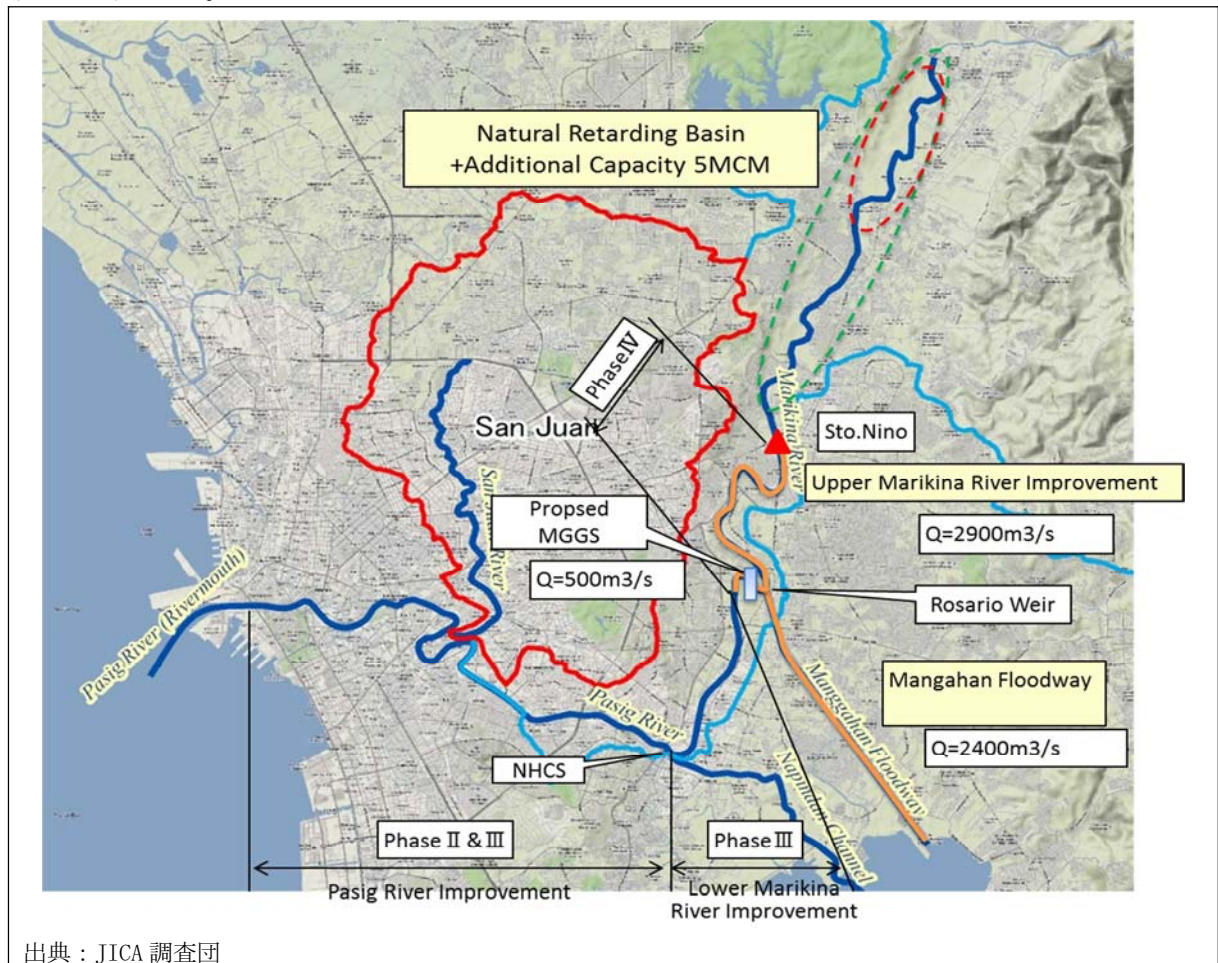
河道分担量を $2,900\text{m}^3/\text{s}$ とした河道形状は、2002 年の詳細設計における断面により対応する。

b)Mangahan Floodway

マンガハン放水路への分担量は $2,400\text{m}^3/\text{s}$ （1988 年完成時のマンガハン放水路の設計流量）となる。現況においては不法住居および土砂堆積から所定の能力がないため、不法住居の立ち退きおよび浚渫を行う必要がある。

c)遊水地

遊水地候補地のうち約 5MCM を掘削し、自然遊水地とあわせて全体で約 35MCM の容量を確保する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 4.34 フェーズⅣ(現在のコンポーネント)+遊水地機能拡大案概要図 (30-year)

3) 遊水地規模の検討

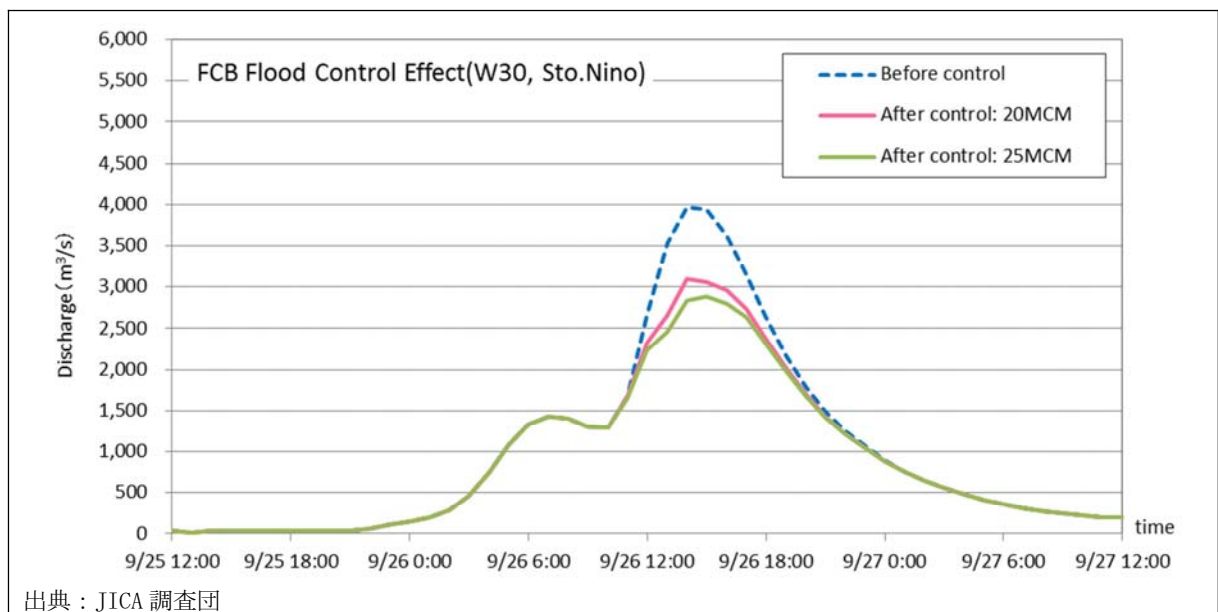
a) 遊水地築造時

後述する 4.4.3(3)の遊水地候補地点において遊水地築造において対応する場合、1/30 洪水時において Sto.Nino 地点の調節後流量を 3,100m³/s および 2,900m³/s とするのに必要な遊水地容量はそれぞれ約 20MCM、25MCM となる。(表 4.20、図 4.35 参照)

表 4.20 Sto.Nino 地点の調節前後ピーク流量

Return Period	Number of FCB(Locations)	Area (ha)	Volume (1,000m ³)	Average Excavation Depth(m)	Natural drainage	Before Control (m ³ /s)	After Control (m ³ /s)	Effect (m ³ /s)
30	8	371	20,007	4.0	Yes	3,970	3,100	870
30	8	371	25,296	7.5	No	3,970	2,890	1,080

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.35 Sto.Nino 地点ハイドログラフ (30-year)

b) 自然遊水機能拡大時

自然遊水地の機能を拡大して対応する場合、1/30 洪水時の自然遊水効果を見込んだ Sto.Nino 地点流量 3,100m³/s を遊水地機能拡大 (遊水地内の掘削) により 200m³/s カットし、調節後流量を 2,900m³/s とするのに必要な容量は、前述した遊水地築造にて対応する場合の洪水調節効果から概算すると約 5MCM となる。機能拡大後の遊水地規模は自然遊水地 (約 30MCM) とあわせて約 35MCM となる。

自然遊水地の面積および容量はそれぞれ約 1,000ha、約 30MCM であり、1/30 洪水時における浸水エリアとして設定した。(図 4.36 参照)

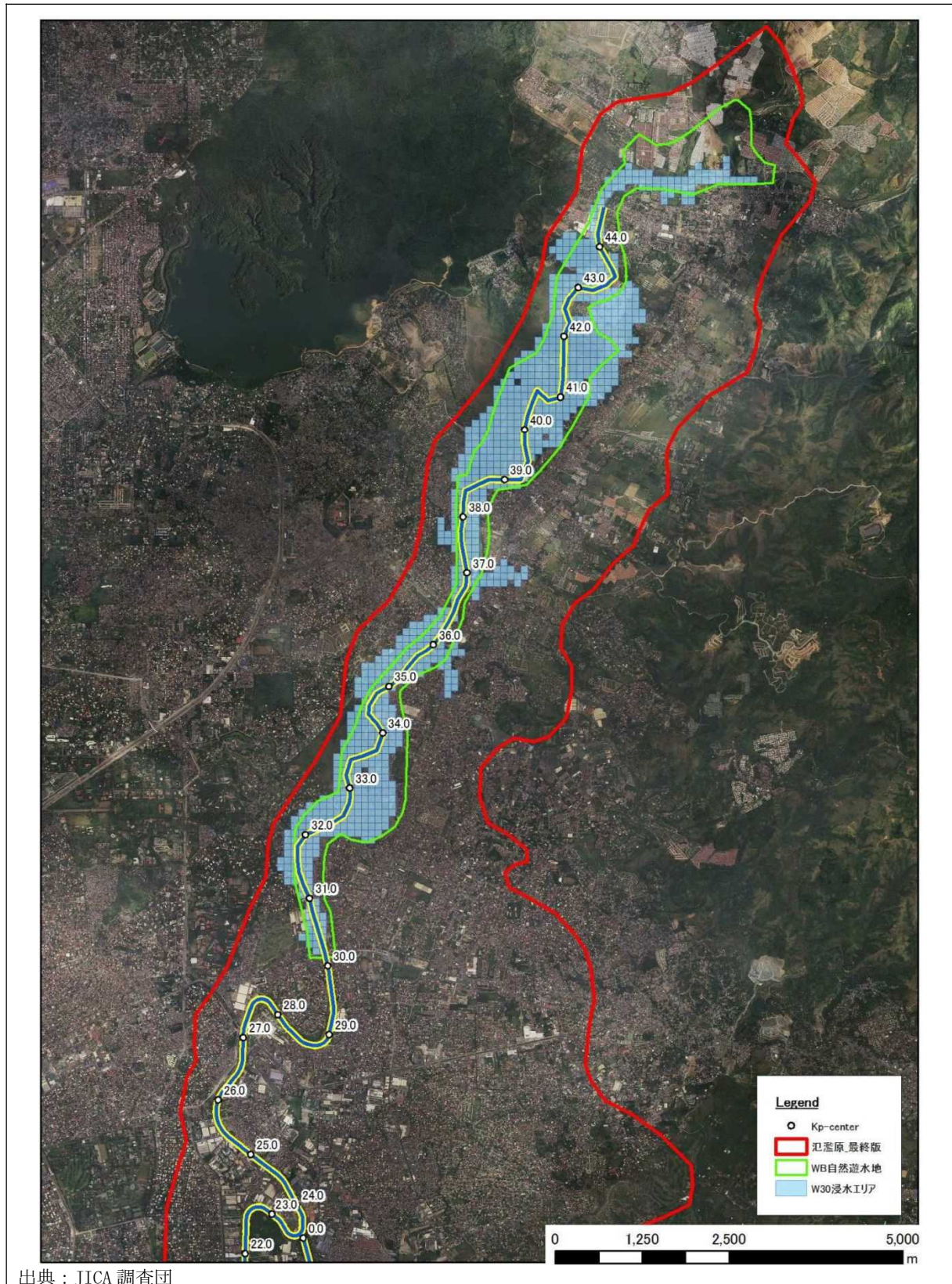


図 4.36 自然遊水地の位置図 (1/30 洪水時浸水範囲)

(5) 代替案の比較検討

各代替案の流量配分は図 4.37 に示すとおりである。各案における水位縦断面図を図 4.38～図 4.39 に示した。

各代替案について比較検討した結果は表 4.21 に示すとおりであり、早期事業の実現が可能なフェーズIV事業区間内での対応が可能な Alternative-a を推奨する。

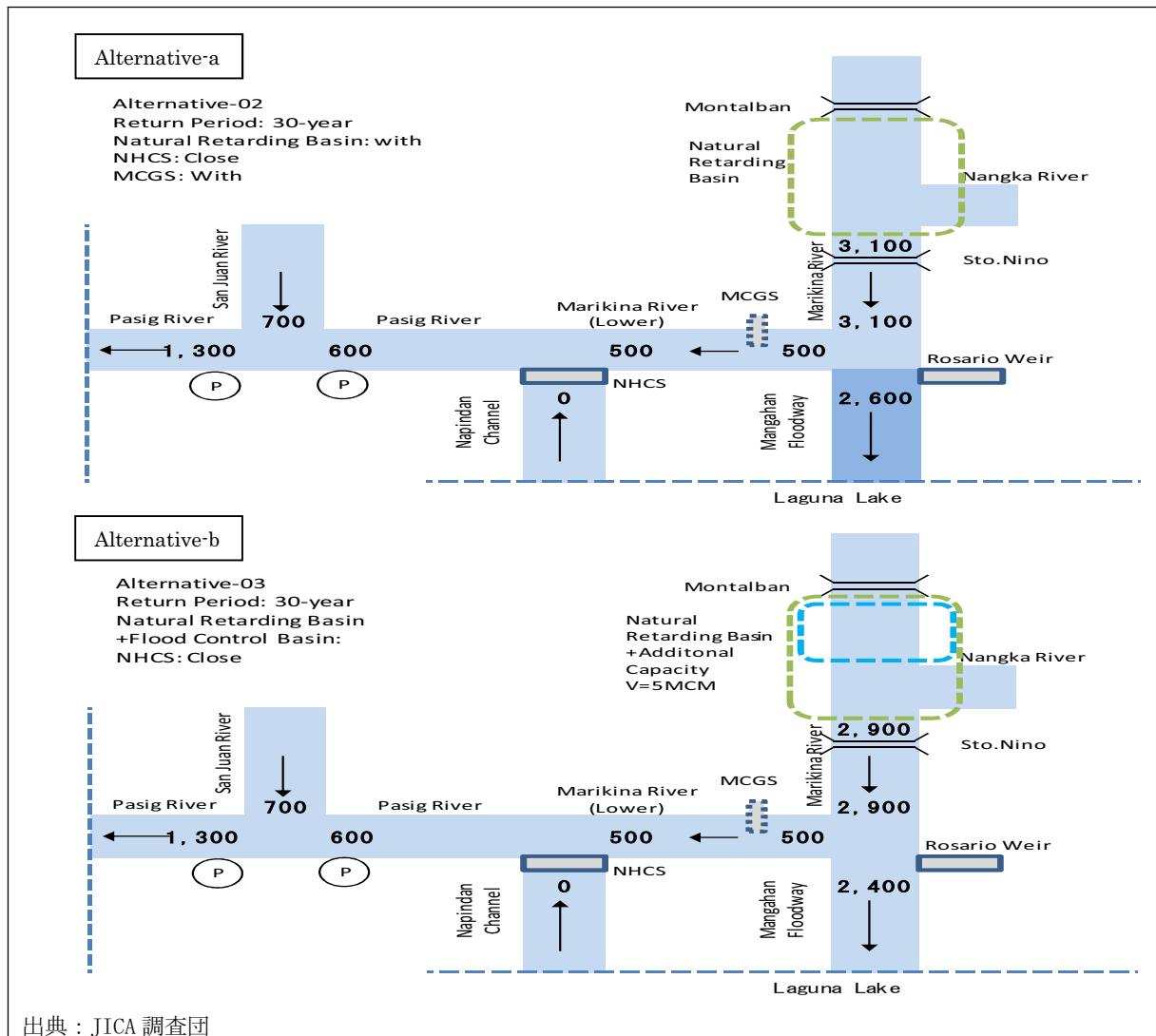
表 4.21 代替案 (1/30)

Alternative	Pasig	NHCS	Lower Marikina	MCGS	Mangahan Floodway	Upper Marikina	Upper-Upper Marikina
a	Existing Condition	Close	River Improvement (PhaseⅢ)	With	Excavation & Widening Q=2,600m ³ /s	River Improvement (DD 2002) With CV*	Existing Condition +Natural Retarding Basin
b	Existing Condition	Close	River Improvement (PhaseⅢ)	With	Excavation(removal of sedimentation) Q=2,400m ³ /s	River Improvement (DD 2002) With CV*	Existing Condition +Natural Retarding Basin+Additional Capacity 5MCM

CV:Circulo Verde Development Plan

Upper Marikina River Improvement(DD 2002) ; Q2,900m³/s

出典：JICA 調査団



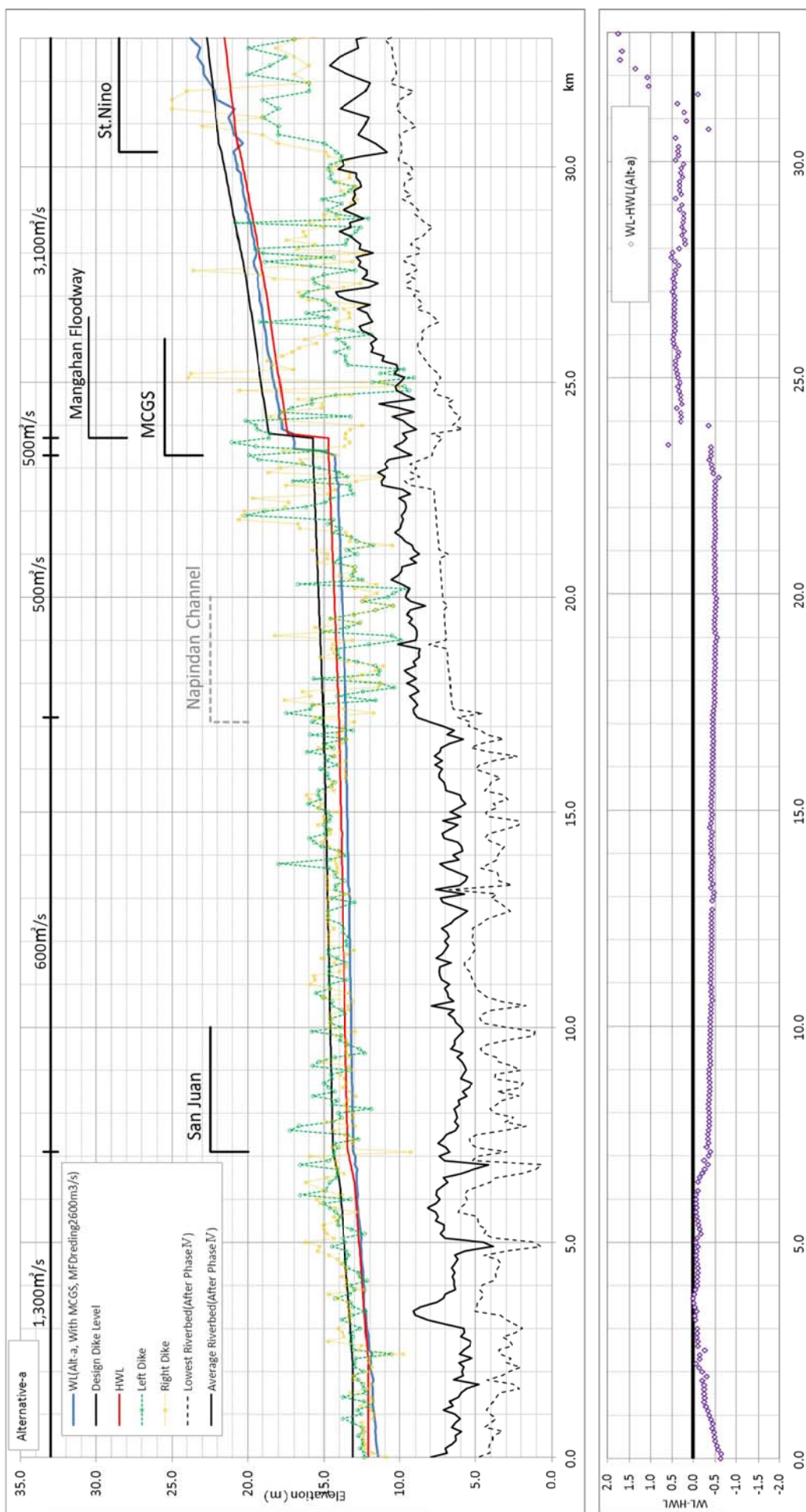
出典：JICA 調査団

図 4.37 1/30 の代替案の流量配分

表 4.22 代替案の比較 (1/30)

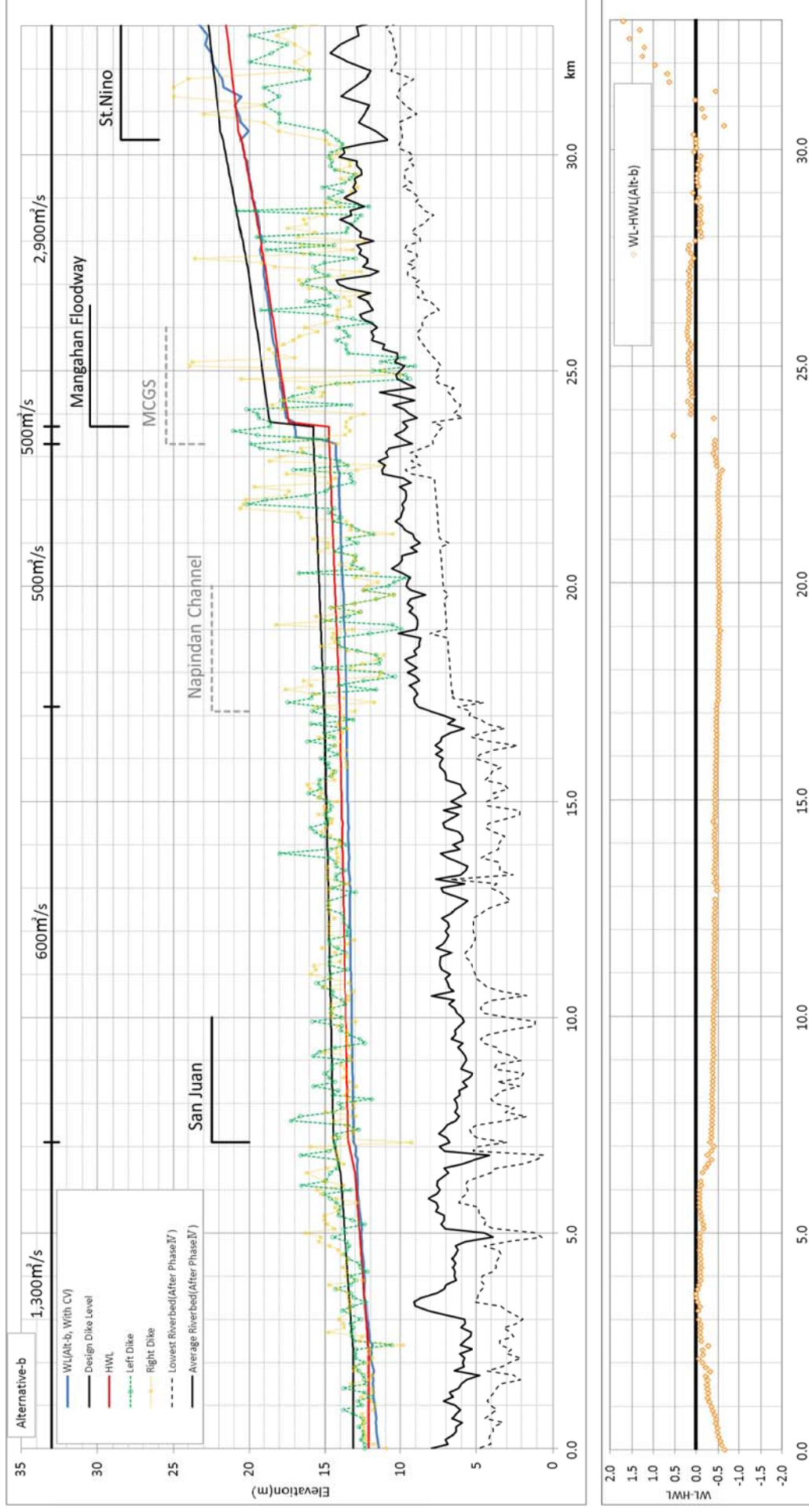
	Alternative-a: マリキナ川の河道改修+MCGS +マンガハン放水路の能力強化	Alternative-b: マリキナ川の河道改修+MCGS +遊水地
施設	マリキナ川の河道改修 (Phase II & III&IV) MCGS	マリキナ川の河道改修 (Phase II & III&IV) MCGS
分流量	Rosario 堰地点流量 3,100m ³ /s を MCGS により本川へ 500m ³ /s、マンガハン放水路へ 2,600m ³ /s 分流する。MCGS により確実に下流への負担を軽減することが可能である。	上流の遊水地により Sto.Nino 地点 2,900m ³ /s まで低減させる。 Rosario 堰地点流量 2,900m ³ /s を MCGS により本川へ 500m ³ /s、マンガハン放水路へ 2,400m ³ /s 分流する。MCGS により確実に下流への負担を軽減することが可能である。
水位	Pasig において HWL 以下となる。 Lower Marikina において HWL 以下となる。 Upper Marikina において、HWL を約 0.1～0.5m 超過する。	Pasig において HWL 以下となる。 Lower Marikina において HWL 以下となる。 Upper Marikina において、HWL を約 0.1～0.2m 超過する。(シルクロベルデによる影響)
超過洪水への対応	超過洪水時は、MCGS のゲート操作により、マニラ中心市街地への流量をコントロールすることが可能である。	超過洪水時は、MCGS のゲート操作により、マニラ中心市街地への流量をコントロールすることが可能である。
追加事業の必要性	Phase II & III 区間の事業コンポーネントの変更はない。 Phase IV 区間の堤防高の追加が必要であるが、事業コンポーネントを強化することにより対応が可能である。また、マンガハン放水路の能力強化(分担量増加のための河積確保)が必要となる。	Phase II & III 区間の事業コンポーネントの変更はない。 Phase IV 区間の事業コンポーネントの変更はない。 Phase IV 以降に、Sto.Nino 上流部の新たな遊水地建設が必要となる。
評価	Phase II & III 区間において HWL の変更は必要なく社会的影響は少ない。 Phase IV の事業区間内においての対応が可能である。 超過洪水時においてもマニラ中心市街地への流量をコントロールすることが可能である。 ◎	Phase II & III 区間において HWL の変更は必要なく社会的影響は少ない。 遊水地建設は Phase IV 以降の対応となること、遊水池建設のための用地取得が必要であることから事業の即効性。 超過洪水時においてもマニラ中心市街地への流量をコントロールすることが可能である。 ○

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.38 Alternative-a における水位縦断面図



出典：JICA 調査団

図 4.39 Alternative-b における水位縦断面図

(6) マンガハン放水路の改修規模の検討

1) 現状

マンガハン放水路は 1988 年に設計流量 2,400m³/s で完成されたが、現在は、不法占拠と思われる堤外家屋と河道内の堆積土砂の影響から、完成時より河積が小さくなり、設計流量 2,400m³/s 流下時において完成当初に比べ約 1.2m 程度水位上昇し、ロザリオ堰下流約 3.0~1.5km 区間で現況堤防高を上回り、設計流量を安全に流下することができない状況にある。

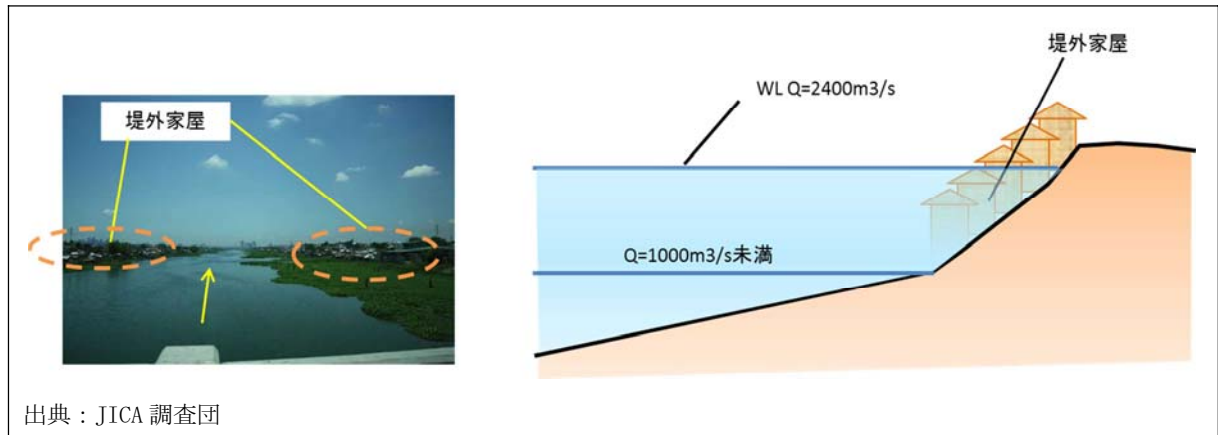


図 4.40 マンガハン放水路の現在の状況

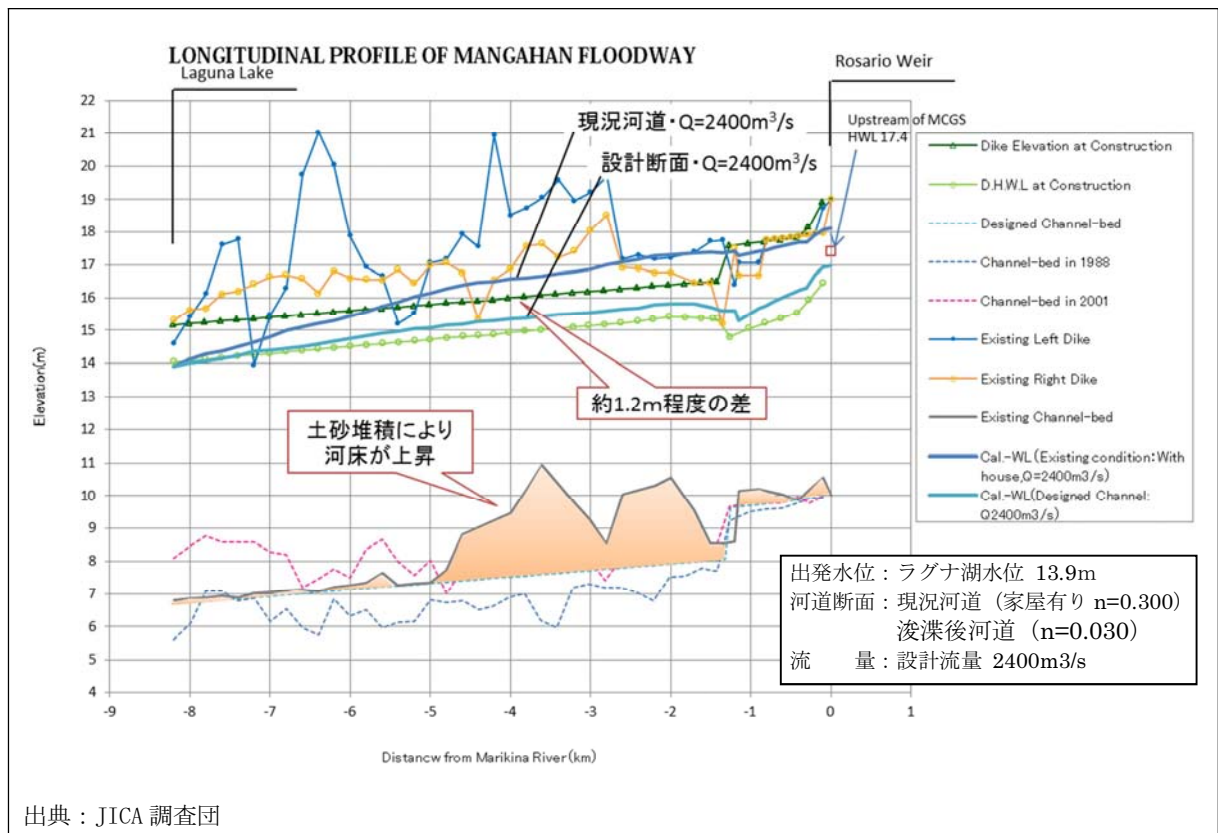


図 4.41 マンガハン放水路の水位縦断図（現況、浚渫後河道(既往計画断面)：Q=2,400m³/s）

2) 2,400m³/s 対応河道 (既往計画断面)

設計流量 2,400m³/s を安全に流下させるため、マンガハン放水路内の堤外家屋を移転し、堆積土砂を浚渫し、完成時の河積を確保して対応する。

評価にあたっては、浚渫後 (既往計画断面) の断面を基に不等流計算を行い、ロザリオ堰地点の HWL を超過しないか確認を行っている。浚渫後の断面および水位縦断図をそれぞれ図 4.42、図 4.43 に示す。

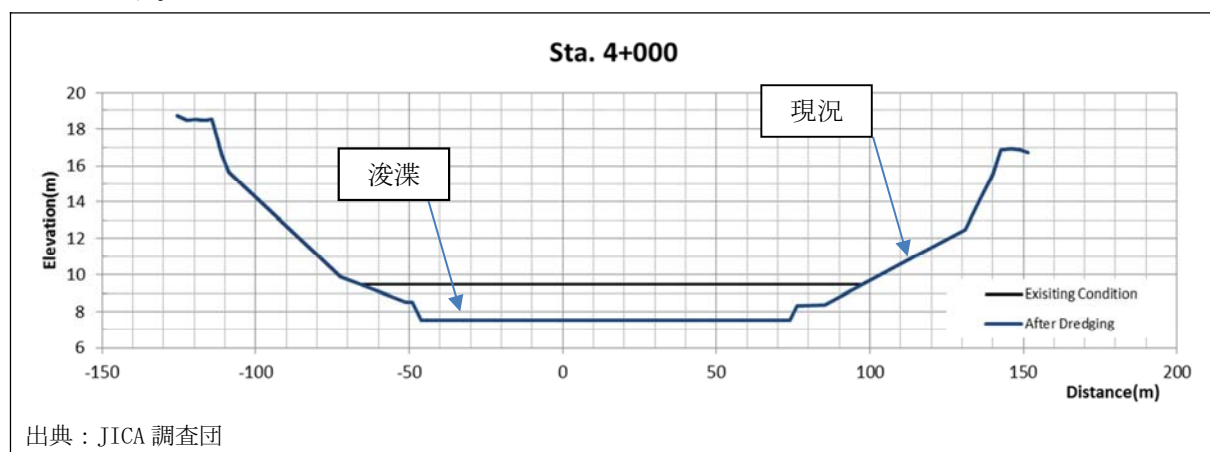


図 4.42 マンガハン放水路の浚渫後河道断面

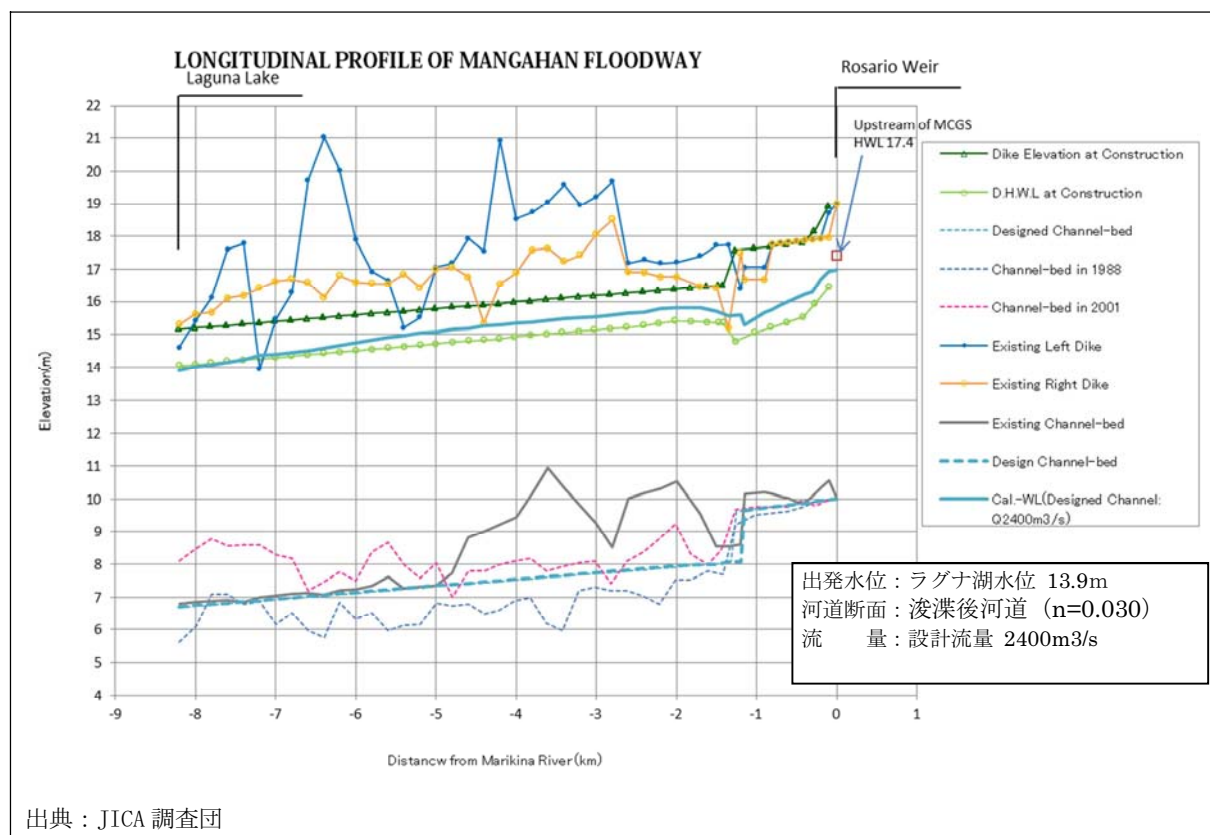


図 4.43 マンガハン放水路の水位縦断図 (浚渫後河道 (既往計画断面)) : Q=2,400m³/s

3) 2,600m³/s 対応河道 (河道拡幅断面)

対象流量 2,600m³/s は、設計流量 2,400m³/s から 200m³/s 増加するため、ロザリオ堰地点において水位が約 30cm 上昇する。このため、浚渫後の断面からさらに河道拡幅して対応する。

河道拡幅断面は 2,600m³/s 流下時において既往の設計流量 2,400m³/s 流下時の水位と同等となるように設定している。

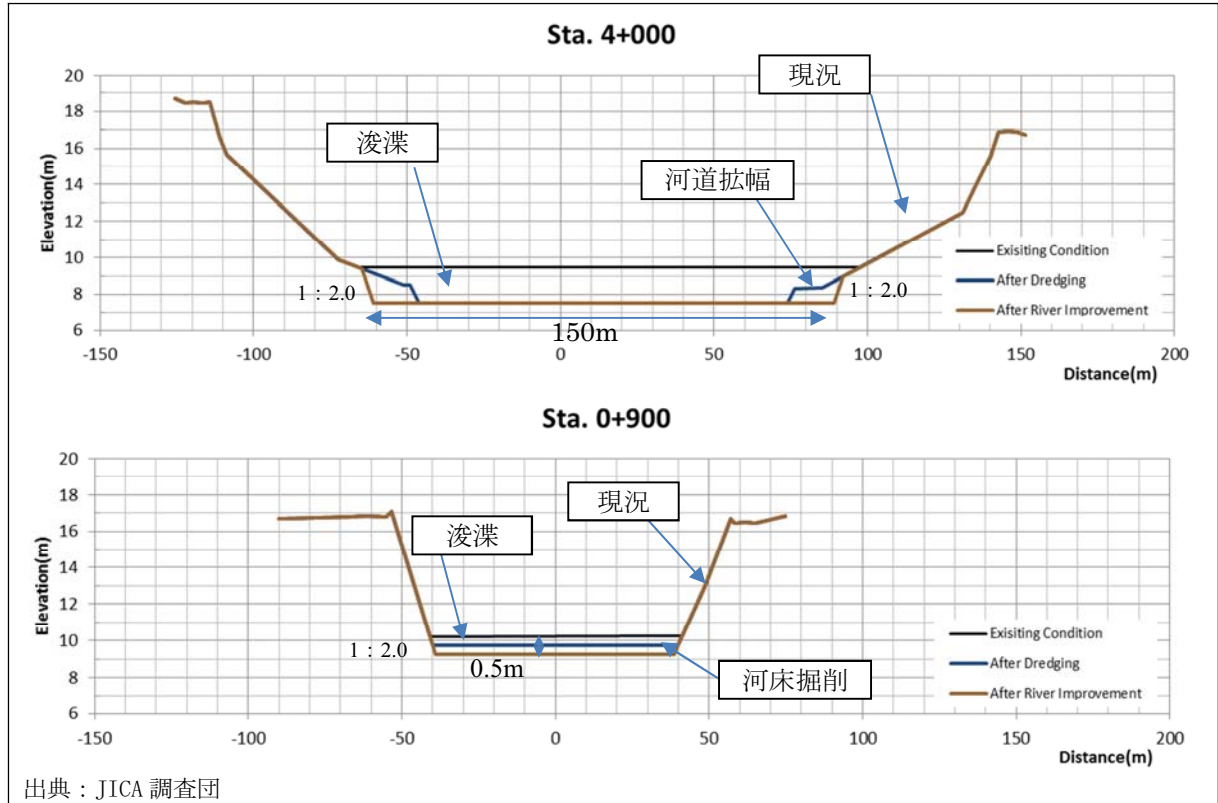


図 4.44 マンガハン放水路の河道拡幅断面

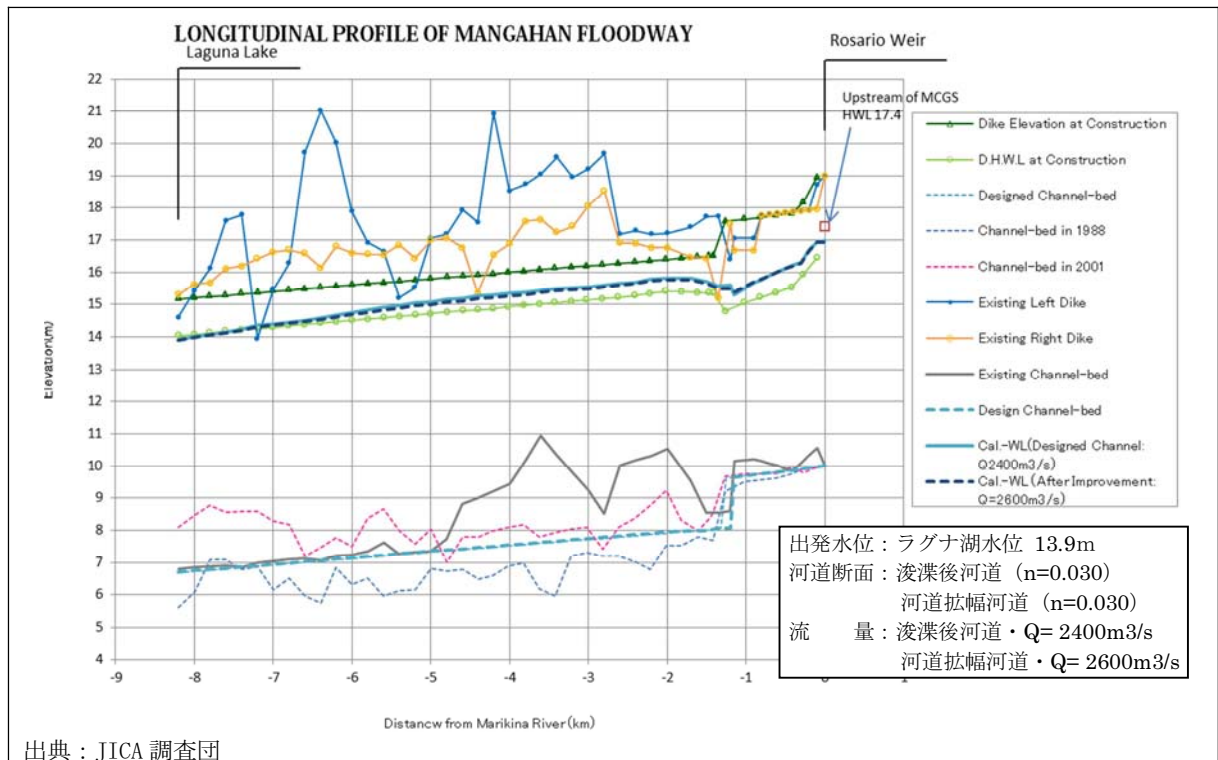


図 4.45 マンガハン放水路の水位縦断面図 (浚渫後河道 Q=2,400m³/s、河道拡幅河道 Q=2,600m³/s)

(7) MCGS 下流区間

MCGS 下流区間の対応方針について検討を行った。

1) 1/30 流量配分

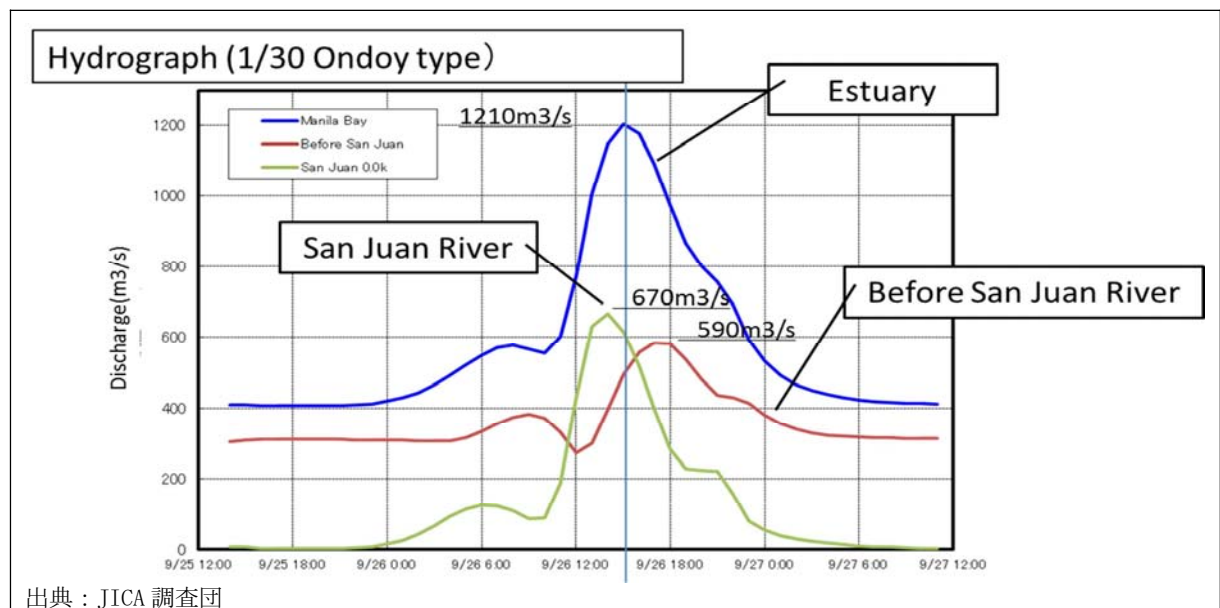
サンファン川改修が 780m³/s 規模で DPWH により実施される予定ある。

上記を踏まえて 1/30 のパシグ川の流量配分を算出すると 1,300m³/s (計算値は 1,210m³/s) となり、2002 年の詳細設計において設定された流量配分 1,200m³/s より 100m³/s 増加する。

	D/D 2002	This Study: 1/30 (as of 2013)
Flood Discharge Allocation		
Design Hyetograph	Middle-peak Fictional Hyetograph	7 Actual Hyetograph (including Ondoy) + Middle-peak Fictional Hyetograph

出典：JICA 調査団

図 4.46 1/30 の流量配分 (左：2002D/D、右：本調査)



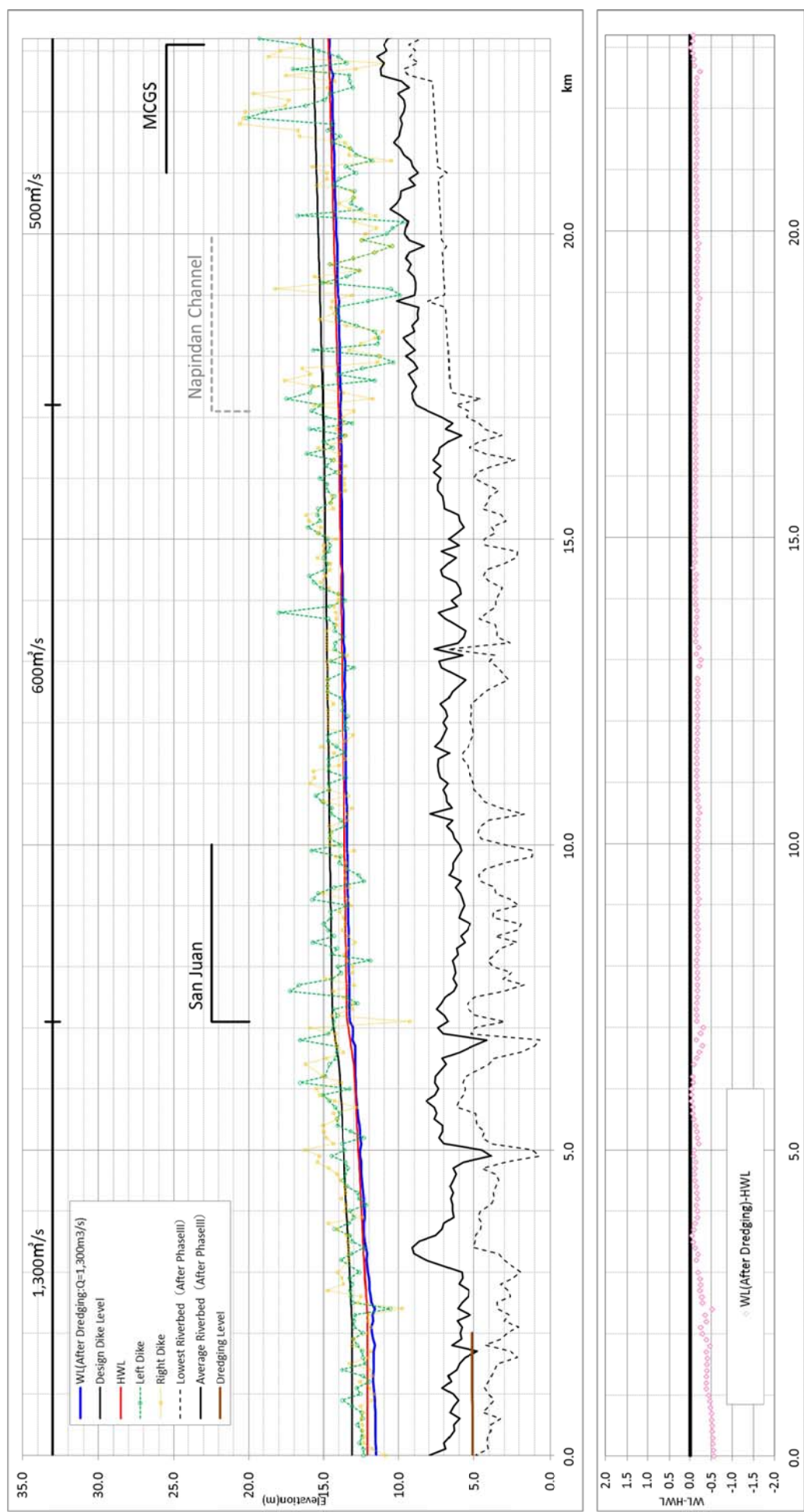
出典：JICA 調査団

図 4.47 1/30 における合流点におけるハイドログラフ

2) 1/30 対応

1/30 流量はパシグ川において、詳細設計時より 100m³/s 増となることから、後述する 1/100 対応の浸漬範囲のうち 0.0k~2.0k の約 2.0km 区間を 1990 年のマスタープランで設定された計画河床まで浸漬することで、HWL 以下で 1/30 流量が流下可能となる。

1,300m³/s 流下時の水位縦断面図は図 4.48 に示すとおりである。



出典：JICA 調査団

図 4.48 パシグ・ロワーマリキナにおける水位縦断面図 (Q=1,300m³/s)

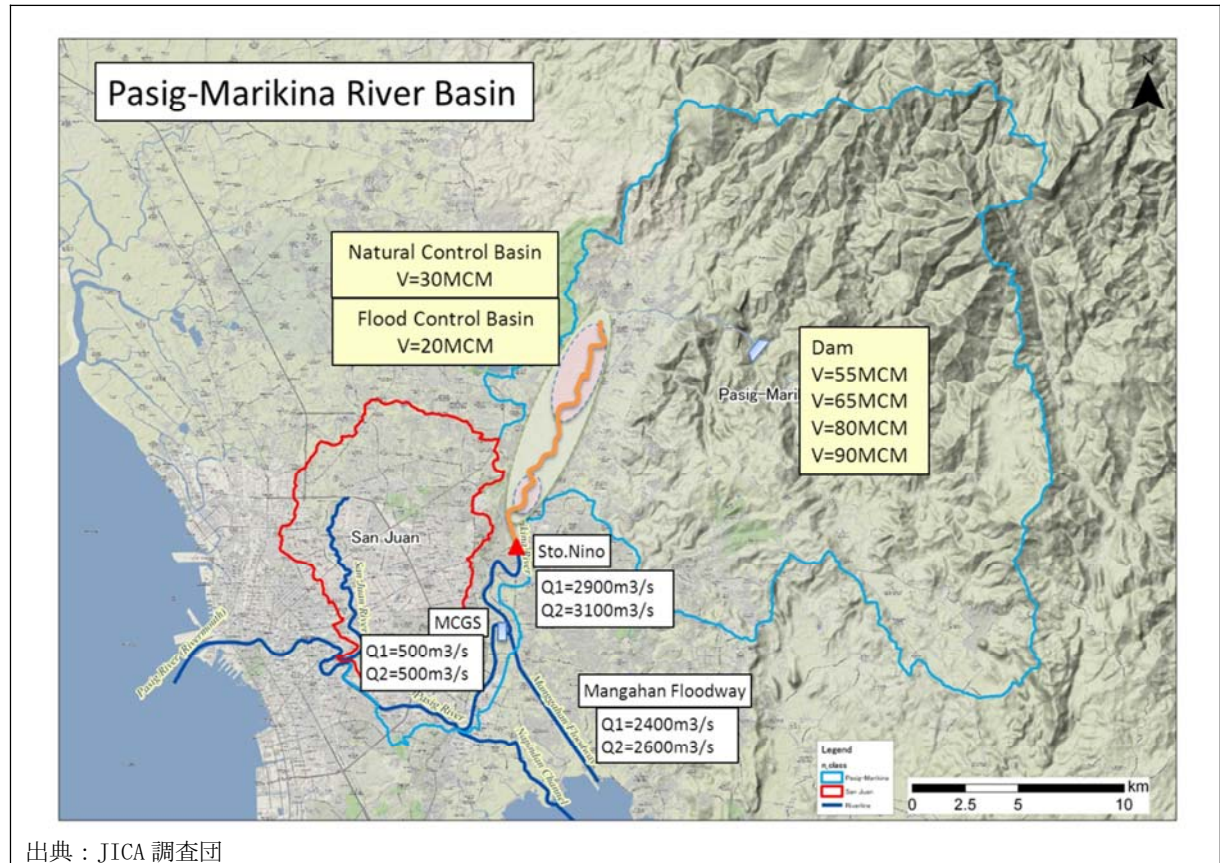
4.4.3 1/100 における洪水防御施設の検討

(1) 検討方針

フェーズIVまでの整備の方向性を踏まえて、Sto.Nino 上流において想定さうる 1/100 の洪水防御施設の治水効果を検討する。

既往検討結果を参考に Sto.Nino 上流の洪水防御施設としては以下が想定される。

- ・ダム（単独）
- ・遊水地（単独）
- ・ダム＋遊水地



出典：JICA 調査団

図 4.49 Sto.Nino 上流で想定される洪水防御施設（1/100）

(2) ダムの洪水調節検討

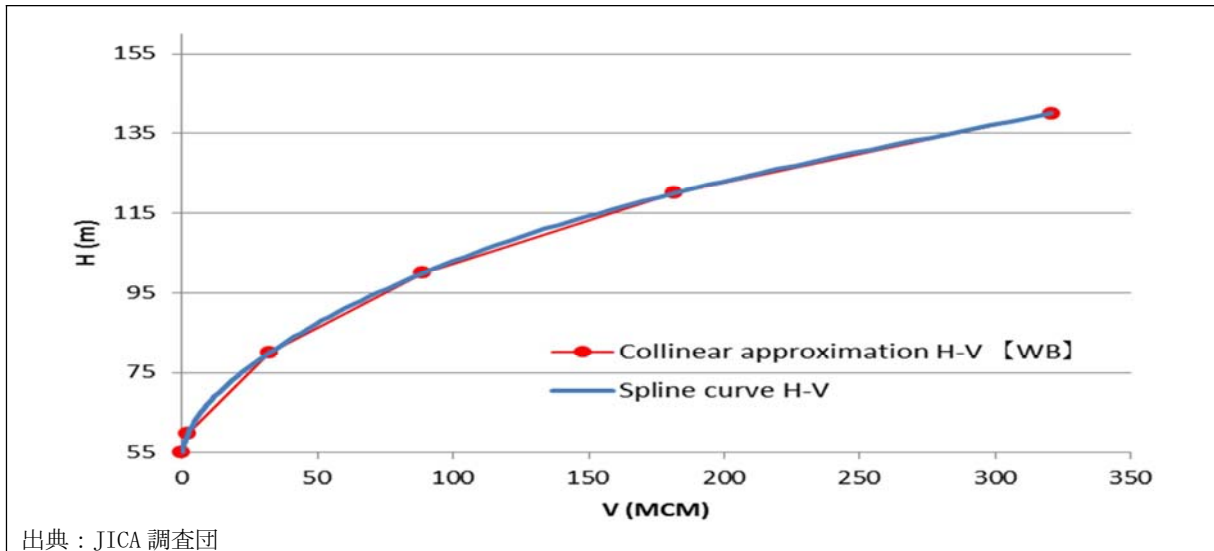
ダム案は下流の整備流量並びに遊水池の規模を考慮して 4 ケースの比較を行う。

H-V 曲線についてはマスタープランに明記されていないことから、世銀調査で設定されている標高毎の容量を基に、スプライン補間を行い、1m ピッチで容量を設定した。以下に、設定した H-V 曲線を示す。

表 4.23 標高と貯水容量(出典：世銀調査)

Elevation(m)	Volume(MCM)
55	0
60	2.325
80	32.325
100	89.025
120	181.53
140	320.63

出典：WB 2012



出典：JICA 調査団

図 4.50 H-V 曲線

1) ダム調節計算の方針

以下の方針でダム諸元及び調節計算を行った。

- 常時満水位はマスタープランと同値とした。世銀調査では総容量の 10%を堆砂量と見込んで、ダム高に応じて、常時満水位を変化させているが、堆砂量はダム高に影響を受けるものではないことから、一定値とした。
- 洪水調節容量は、計算上の洪水調節容量を 1.2 倍して設定した。
- 下流の整備流量並びに遊水池の規模を考慮して、ピーク放流を設定した。

以下に、ケース毎に設定したダム諸元を示す。

表 4.24 ダム案検討ケース

Case	H (m)	E L top (m)	LWL (m)	SWL (m)	V total (1,000m ³)	V effective (1,000m ³)	V dead (1,000m ³)	Orifice
55MCM	68	98	67	93	63,551	54,398	9,153	5.7×5.7×3unit
65MCM	71	101	67	96	73,684	64,531	9,153	4.3×4.3×3unit
80MCM	75	105	67	100	86,342	77,189	9,153	3.1×3.1×3unit
90MCM	77	107	67	102	96,316	87,163	9,153	3.1×3.1×3unit

出典：JICA 調査団

2) ダム調節計算結果

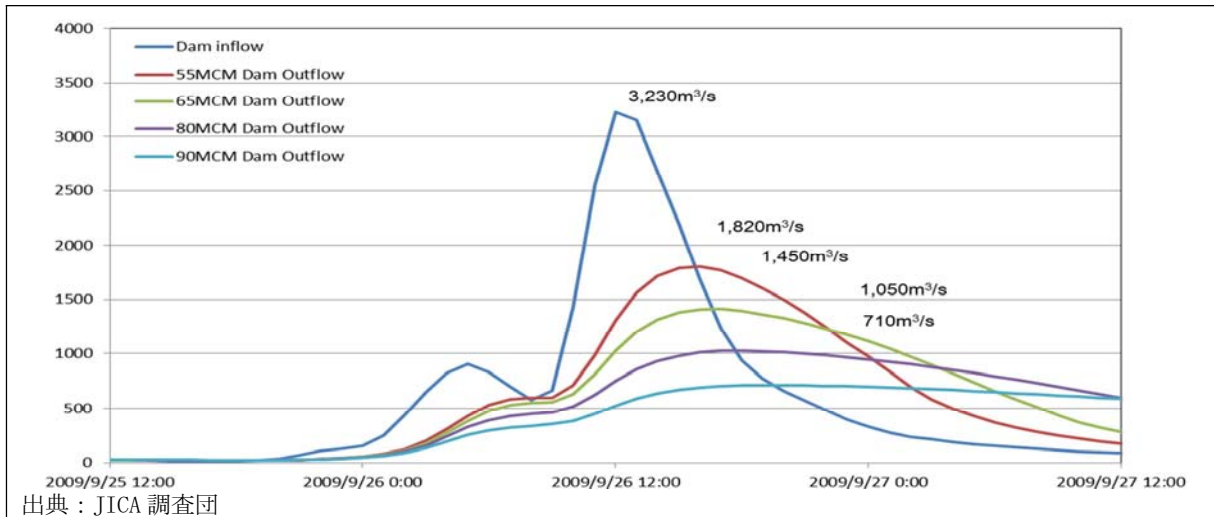
ケース毎の洪水調節計算結果を以下に示す。

なお、Montalban 地点、Sto,Nino 地点の流量は氾濫を考慮していない流量である。

表 4.25 主要地点ピーク流量

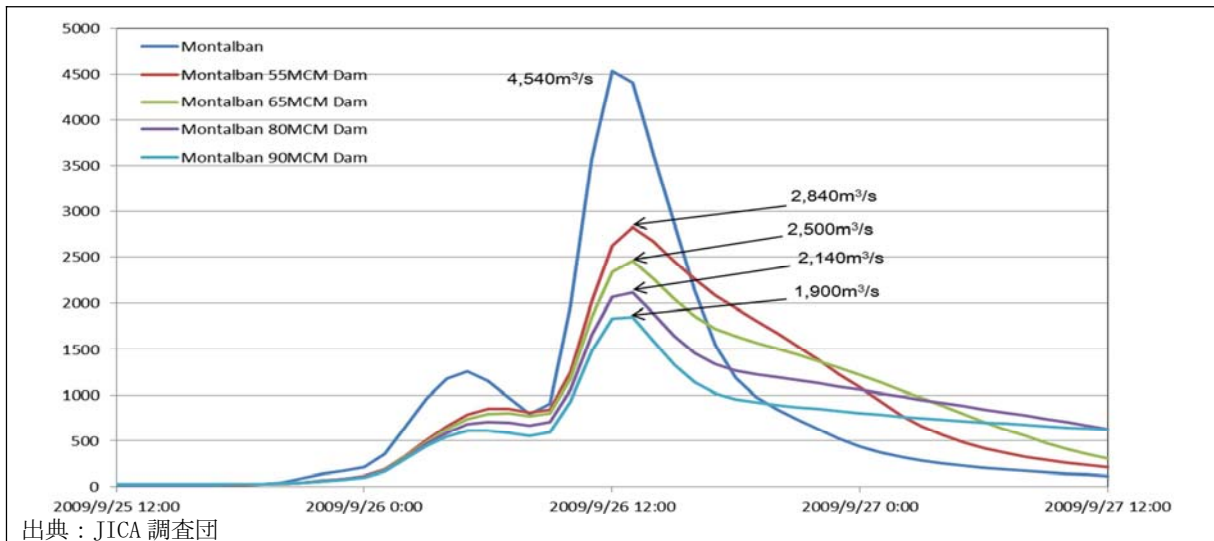
Case	Dam		Montalban (m ³ /s)	Sto.Nino (m ³ /s)
	Peak Inflow (m ³ /s)	Peak Outflow (m ³ /s)		
55MCM	3,230	1,820	2,840	3,790
65MCM		1,450	2,500	3,470
80MCM		1,050	2,140	3,100
90MCM		710	1,900	2,900

出典：JICA 調査団



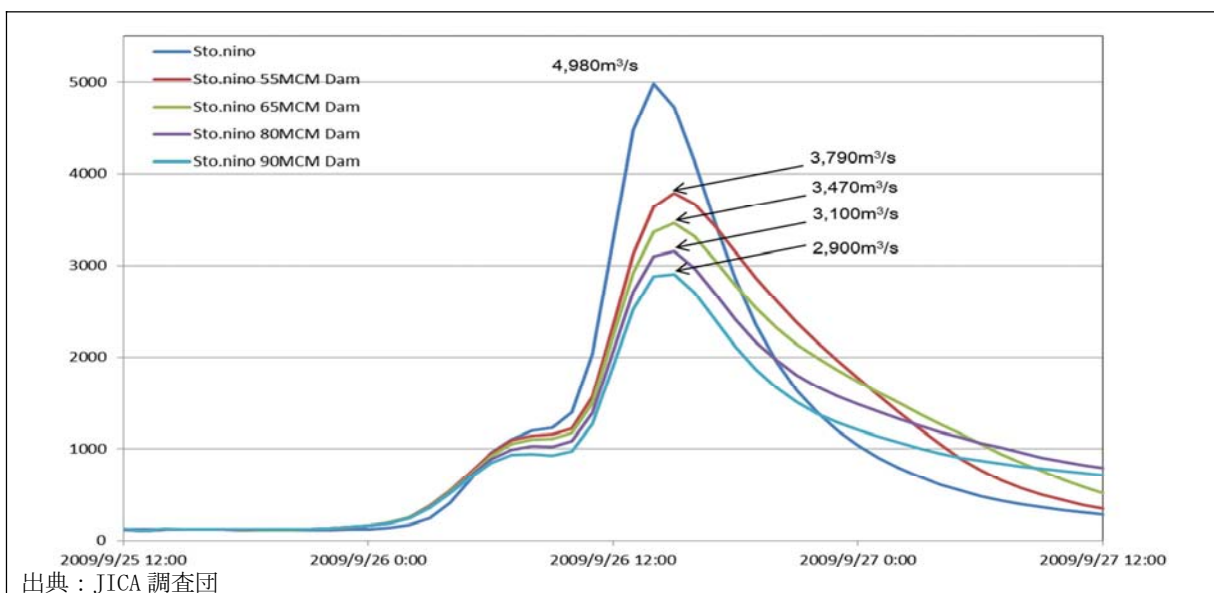
出典：JICA 調査団

図 4.51 ダム地点ハイドログラフ



出典：JICA 調査団

図 4.52 Montalban 地点ハイドログラフ



出典：JICA 調査団

図 4.53 Sto.Nino 地点ハイドログラフ

(3) 遊水地の検討

1) 遊水地の検討方針

以下の方針で遊水地諸元を設定し、調節計算を行った。

- 遊水地候補地は、2009年洪水（実績）時の浸水エリアおよび現況土地利用（2011年航空写真）を参考に、市街化地区以外の箇所を選定した。遊水地の底高は、平均河床高を基に自然排水可能な高さに設定した。（遊水地水深約4m程度）遊水地 HWL は、遊水地の排水先河川 HWL に設定した。なお、河道の HWL は 2002 年詳細における DFL 値とした。
- 設定した容量で収まるように、越流堤の幅を変化させ、遊水地容量を最大限活用できる越流堤の幅を決定した。

以下に、設定した遊水地の諸元を示す。図 4.55 に遊水地候補地点を示す。

表 4.26 遊水地諸元

遊水地 NO.	面積 (ha)	HWL (EL.m)	底高 (EL.m)	水深 (m)	※容量 (1,000m ³)
1	85	26.254	22.254	4.0	4,870
2	114	26.142	22.142	4.0	6,195
3	82	24.877	20.877	4.0	4,267
4	8	24.749	20.749	4.0	397
5	36	23.880	19.880	4.0	1,901
6	21	21.761	17.761	4.0	1,137
7	16	21.229	17.229	4.0	835
8	8	21.637	17.637	4.0	405
合計	371				20,007

出典：JICA 調査団

※容量は 1.2 割増した値

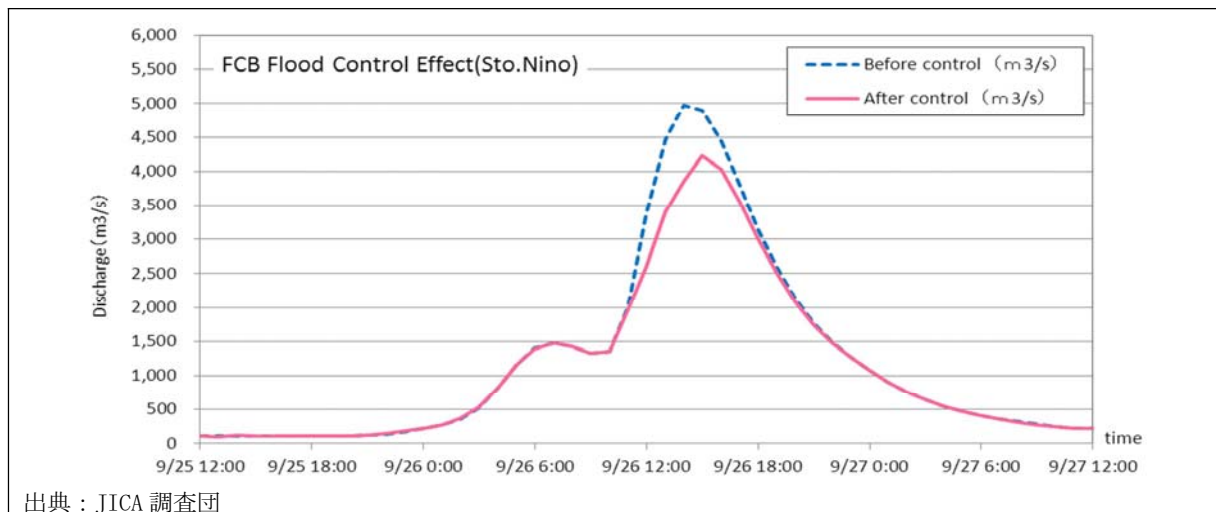
2) 調節計算結果

表 4.26 で選定した遊水地を最大限活用した場合の 100 年確率洪水時の遊水地の洪水調節計算を以下に示す。遊水地単独では Sto.Nino 地点流量 4,240m³/s までしか低減できない。

表 4.27 Sto.Nino 地点の調節前後ピーク流量

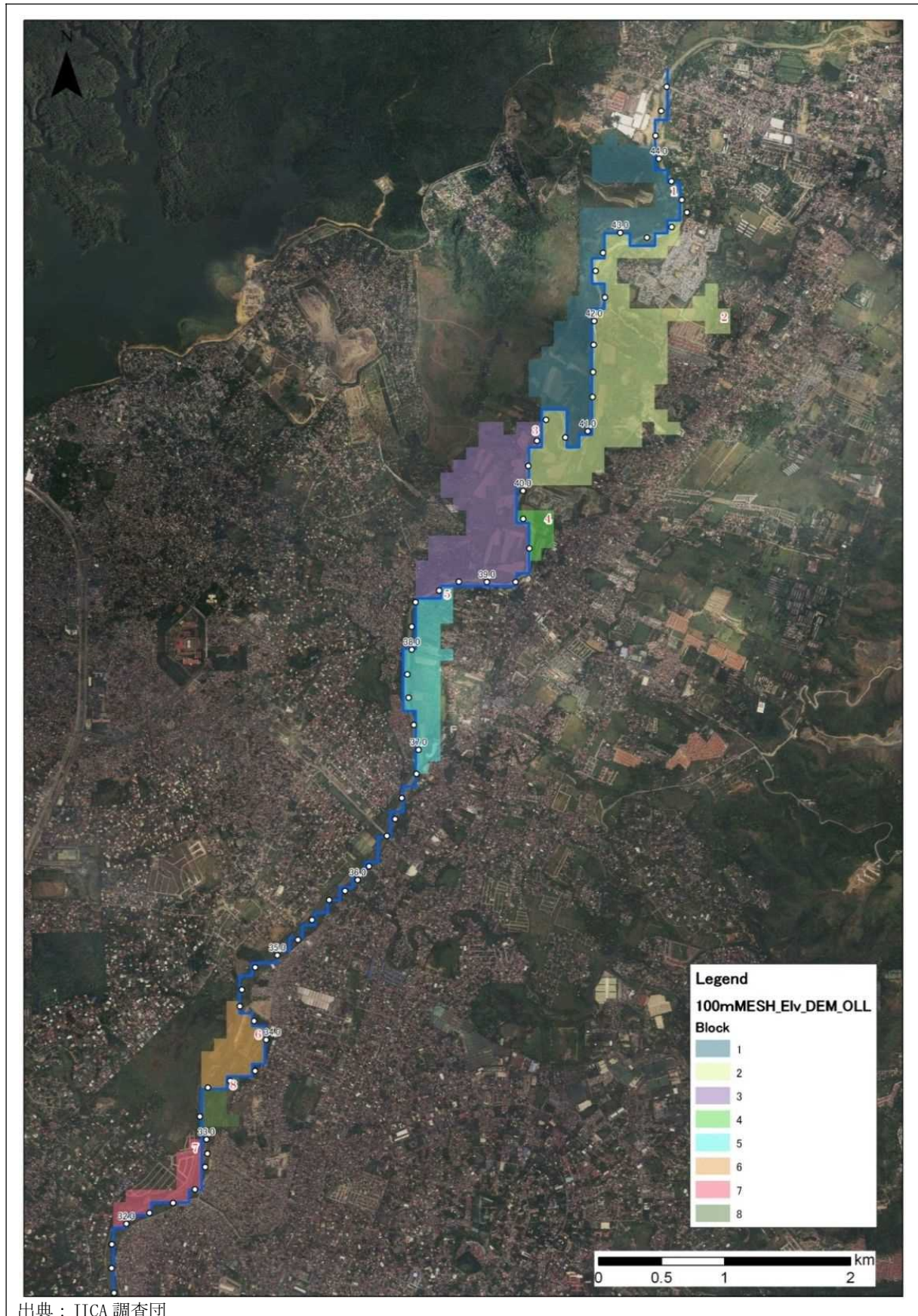
Return Period	Dam Size	Number of FCB(Locations)	Area (ha)	Volume (1,000m ³)	Average Excavation Depth (m)	Natural drainage	Before Control (m ³ /s)	After Control (m ³ /s)	Effect (m ³ /s)
100	Without Dam (FCB Only)	8	371	20,004	4	Yes	4,973	4,232	741

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.54 Sto.Nino 地点ハイドログラフ (100-year)



出典：JICA 調査団

図 4.55 遊水地候補地点

(4) ダム+遊水地案の検討

1) 検討方針

ダムと遊水地（最大）を組み合わせることで Sto.Nino 地点における調節効果を算定した。検討ケースは以下に示すとおりである。

表 4.28 ダム+遊水地案の検討ケース

ケース	ケース名
Case1	ダム（55MCM）+ 遊水地（最大、自然排水）
Case2	ダム（65MCM）+ 遊水地（最大、自然排水）

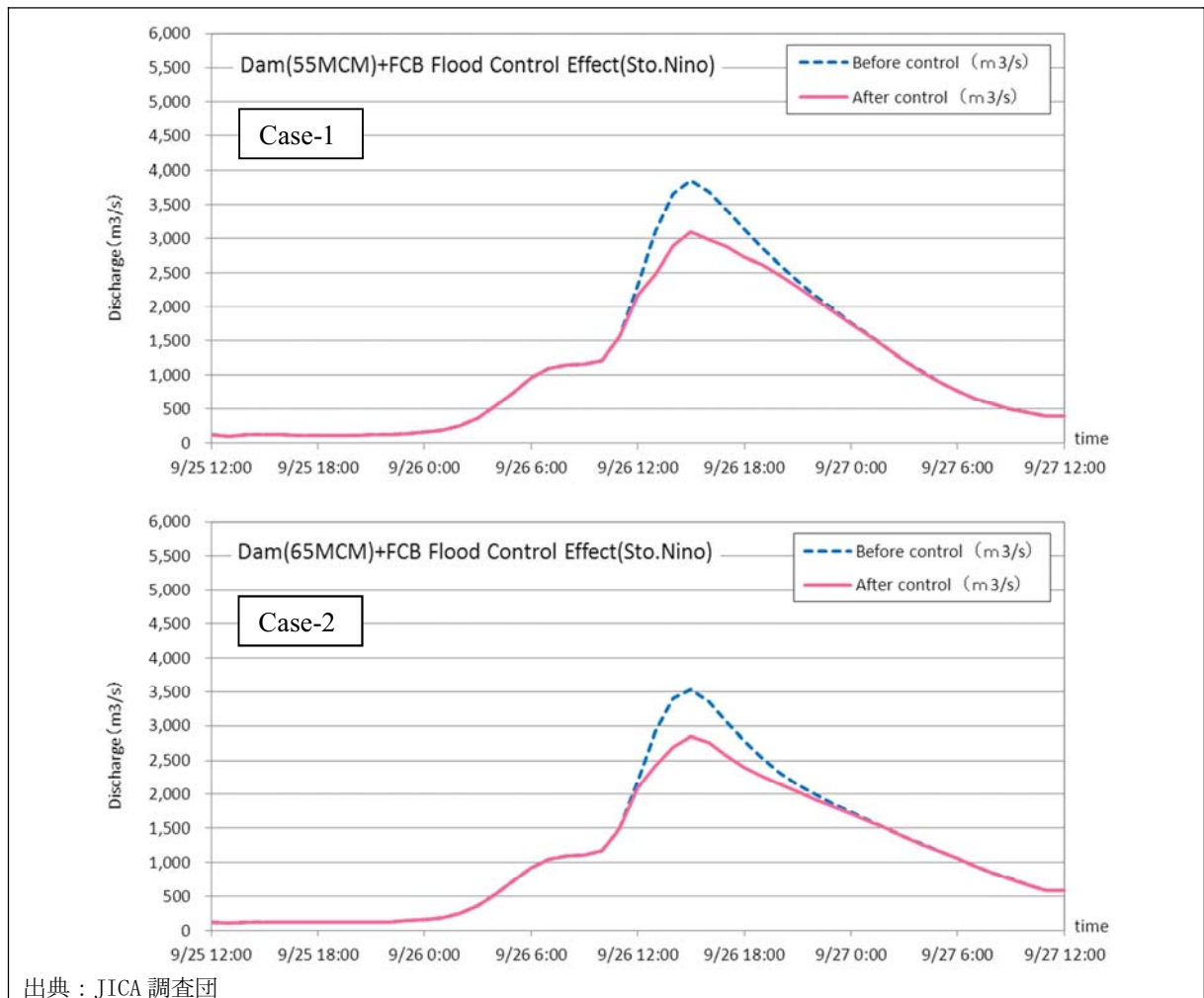
2) 調節計算結果

各ケースの洪水調節計算結果を以下に示す。なお、Sto,Nino 地点の流量は氾濫を考慮していない流量である。

表 4.29 Sto.Nino 地点の調節前後ピーク流量

Case	Dam Size	Number of FCB(Locations)	Area (ha)	Volume (1,000m ³)	Average Excavation Depth (m)	Natural drainage	Before Control (m ³ /s)	After Control (m ³ /s)	Effect (m ³ /s)
Case1	55MCM	8	371	20,004	4	Yes	3,790	3,090	700
Case2	65MCM	8	371	20,004	4	Yes	3,470	2,850	620

出典：JICA 調査団



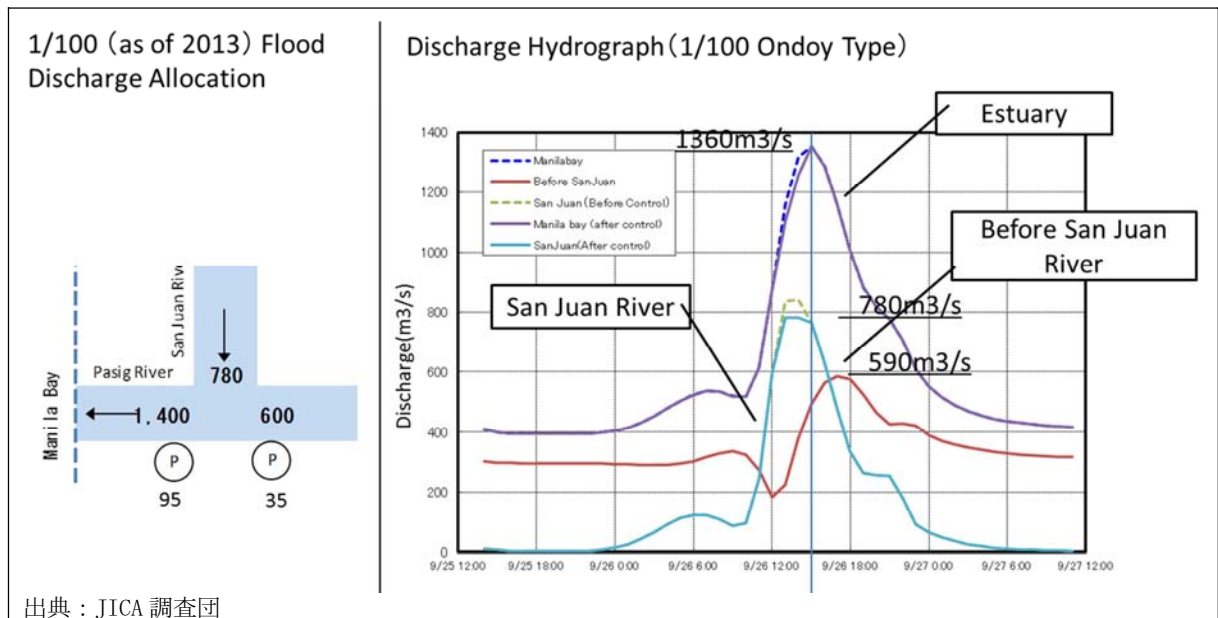
出典：JICA 調査団

図 4.56 Sto.Nino 地点ハイドログラフ (Case1~Case2)

(5) MCGS 下流区間

1) 1/100 流量配分

1/100 におけるパッシング川の流量配分は図 4.57 のとおりであり、河口において $1,400\text{m}^3/\text{s}$ となる。なお、流量配分は、サンファン川からパッシング川への流出量を DPWH によるサンファン川的设计流量 $780\text{m}^3/\text{s}$ を考慮して、设计流量 $780\text{m}^3/\text{s}$ 以上はパッシング川へ流出しないものとして設定した。1/100 流量はパッシング川において、詳細设计時より $200\text{m}^3/\text{s}$ 増となる。



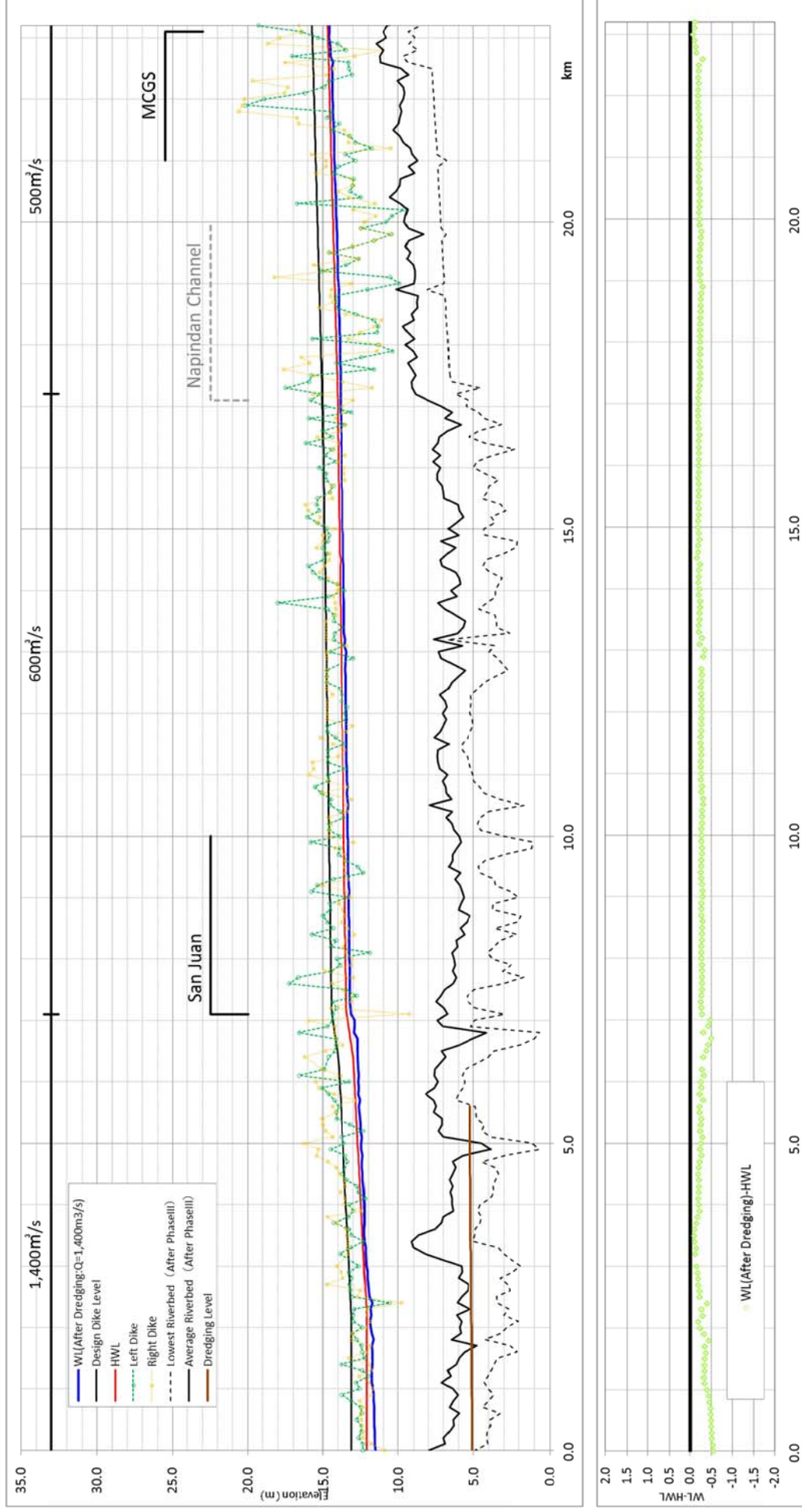
出典：JICA 調査団

図 4.57 1/100 における流量配分図と合流点のハイドログラフ

2) 1/100 対応

1/100 流量はパッシング川において、詳細设计時より $200\text{m}^3/\text{s}$ 増となることから、パッシング川 0.0k～5.6k の約 5.6km 区間を 1990 年のマスタープランで設定された計画河床まで浚渫して対応する。これにより HWL 以下で 1/100 流量が流下可能となる。

$1,400\text{m}^3/\text{s}$ 流下時の水位縦断図は図 4.58 に示すとおりである。



出典：JICA 調査団

図 4.58 パシグ・ロワーマリキナにおける水位縦断面図 ($Q=1,400\text{m}^3/\text{s}$)

4.4.4 1/100 における代替案の検討

フェーズIVまでの当面の整備の方向性を踏まえて、1/100 での治水代替案の検討を行う。

(1) 当面の整備の方向性

当面の整備の対応としては、フェーズIV事業実施期間での対応を考えた場合、以下の3つの場合が想定される。

- ・O案:フェーズIVコンポーネントで1/30(2002年時点評価)に対応する案(Sto.Nino 地点 2,900m³/s)
- ・A案:フェーズIVコンポーネントを強化して1/30に対応する案(Sto.Nino 地点 3,100m³/s)
- ・B案:フェーズIVコンポーネントにSto.Nino 上流の遊水機能を拡大して1/30に対応する案(Sto.Nino 地点 2,900m³/s)

フェーズIV事業コンポーネントを強化することにより30年確率規模で対応可能な「フェーズIVコンポ強化案」あるいは「遊水地機能拡大案」を推奨する。

表 4.30 当面の整備に向けた代替案

	O: Phase IV Only	A: Phase IV + Manggahan FW	B: Phase IV + Retarding Basin
Sto.Nino	2900m ³ /s 1/30 (as of 2002)	3100m ³ /s 1/30(as of 2013)	2900m ³ /s 1/30(as of 2013)
Discharge Allocation			
Phase IV Section	Original Components	Heightening of Dyke 0.5m + Improvement of Manggahan FW	Original Components
Upstream of Phase IV Section	Current Natural Ret. Basin	Current Natural Ret. Basin	Natural + Enhancement V=5MCM

出典: JICA 調査団

(2) 1/100 までの整備シナリオ

マスタープランで検討されていた 100 年確率規模への対応するための段階的整備シナリオを、当面の整備の方向性を踏まえて整理を行った。(図 4.60 パッシング・マリキナ川 段階的整備シナリオ図 4.60 参照)

フェーズIV終了後に「ダム」あるいは「ダム+遊水地」を整備することによって 1/100 までの対応が可能である。

なお、遊水地の整備は、以下の 3 パターンでの対応が考えられ、これをふまえた整備のシナリオの整理を行っている。(図 4.61、図 4.62 参照)

- ・「自然遊水地案」は、現状の遊水機能を維持した案である。一部既成市街地が含まれる。
- ・「遊水地築造案」は、自然遊水地(約 1,000ha)内の既成市街地を除いた約 400ha を遊水地として整備する案である。
- ・「遊水地機能拡大案」は、遊水地築造までの整備途中段階で、遊水地築造する範囲(約 400ha)の一部あるいは全域を掘削して、遊水地機能を拡大する案である。

全体の自然遊水地の面積は約 1,000ha で容量は 30MCM である。このうち、既成市街地部は全体の約 60%で容量は 18MCM、遊水地候補予定地の面積は約 400ha で容量は 12MCM である。

遊水地候補地の面積は約 400ha で容量は最大 20MCM であり、このうち 8MCM が掘削する部分である。

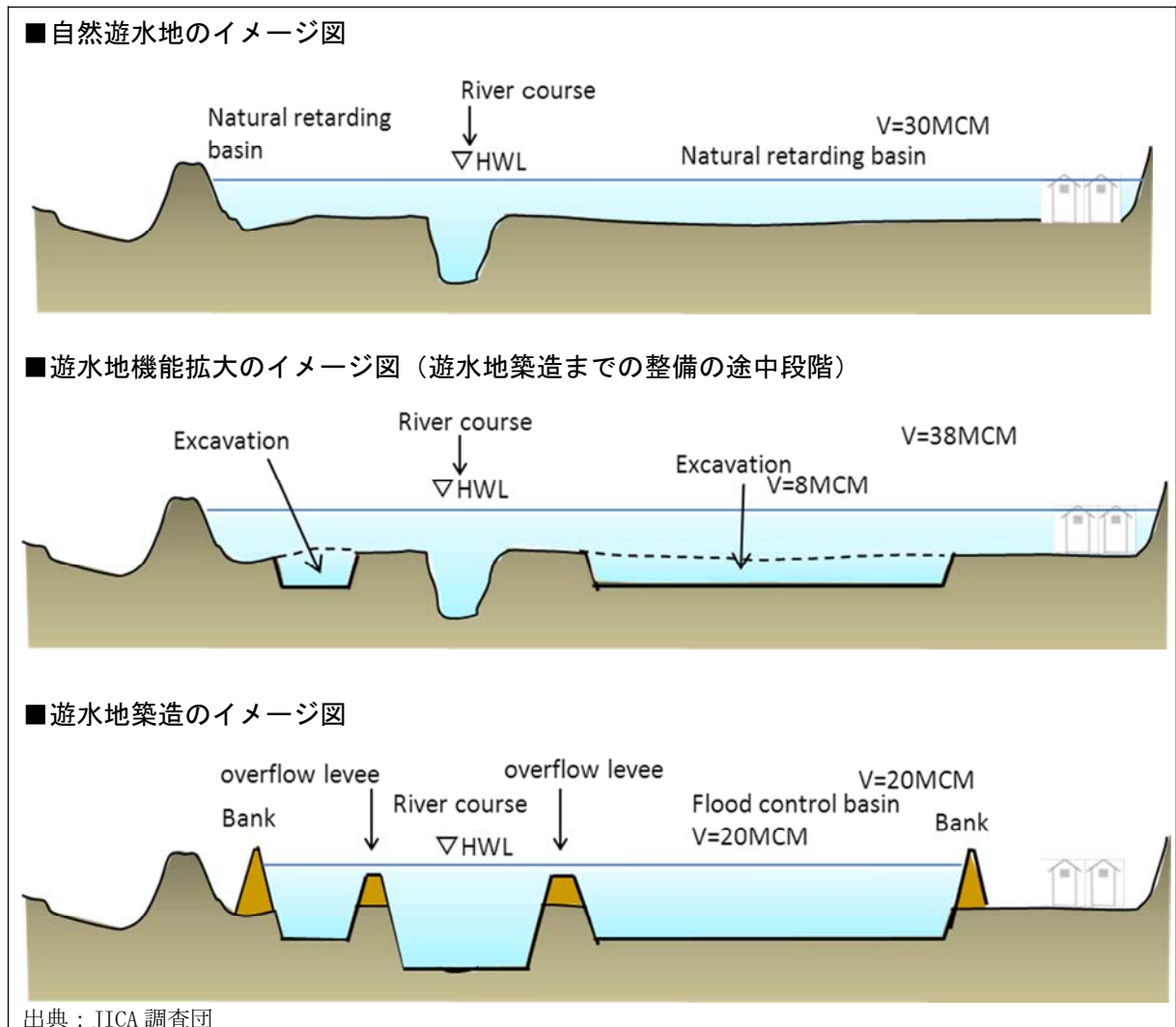
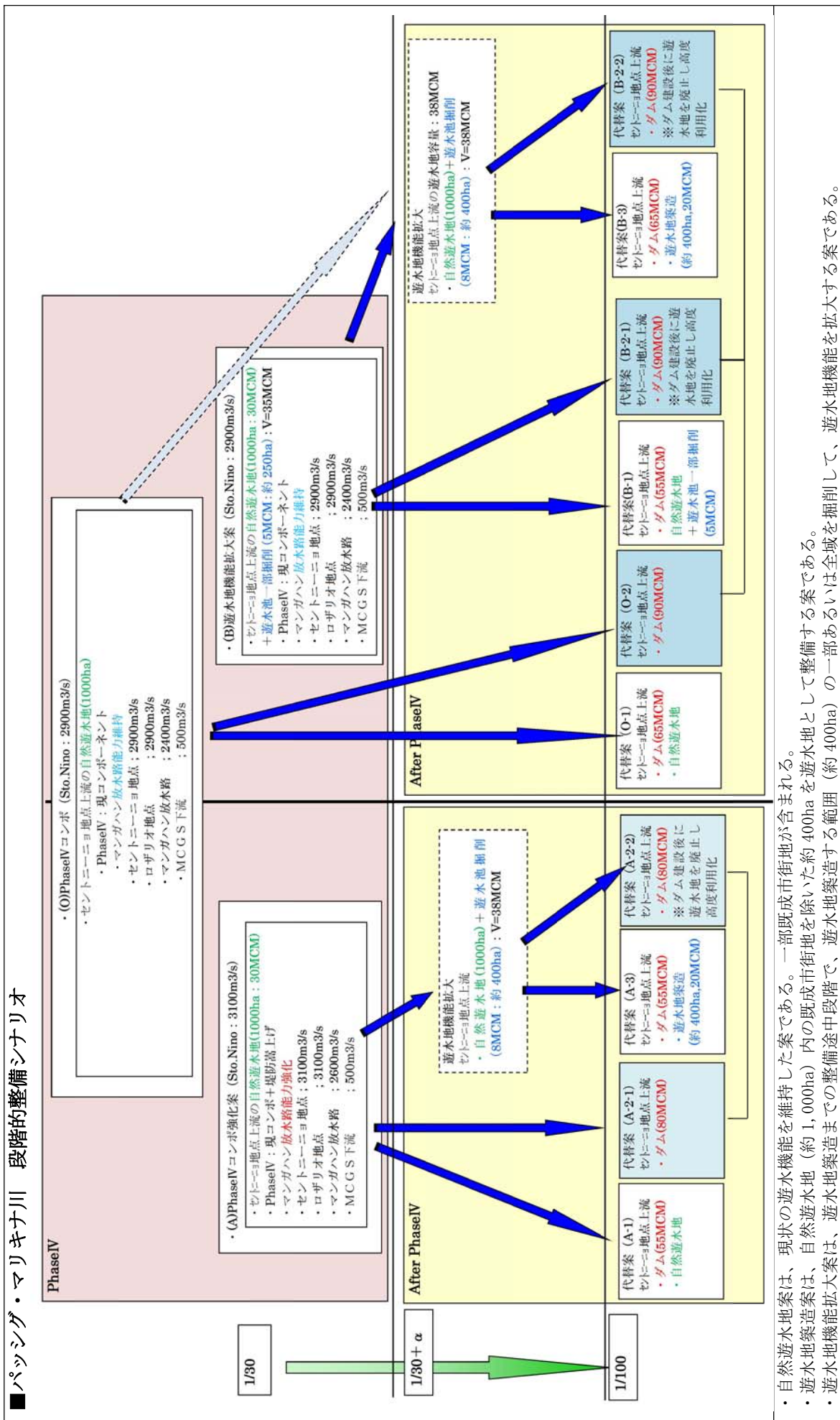


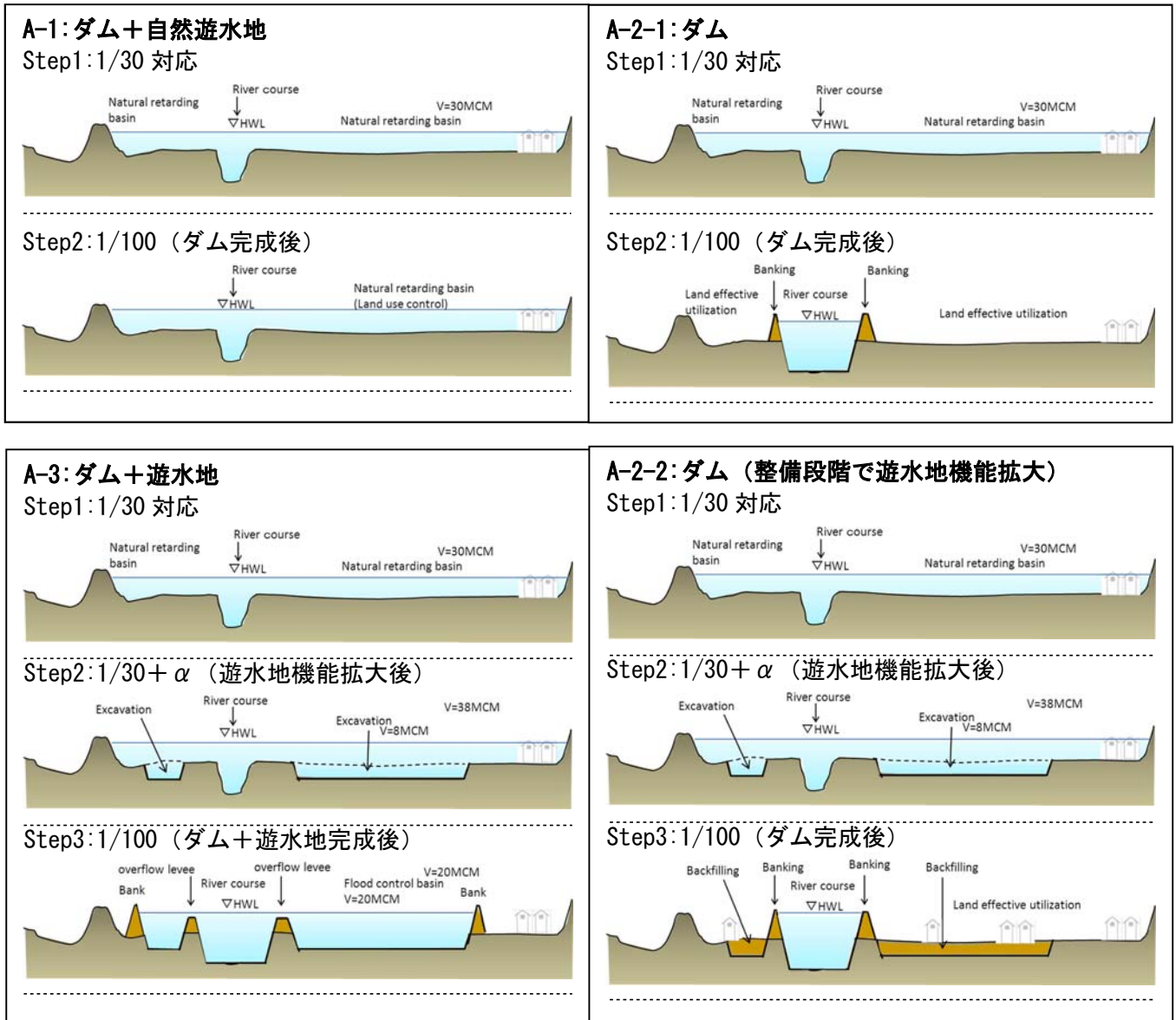
図 4.59 遊水地の整備イメージ

■ パッシング・マリキナ川 段階的整備シナリオ



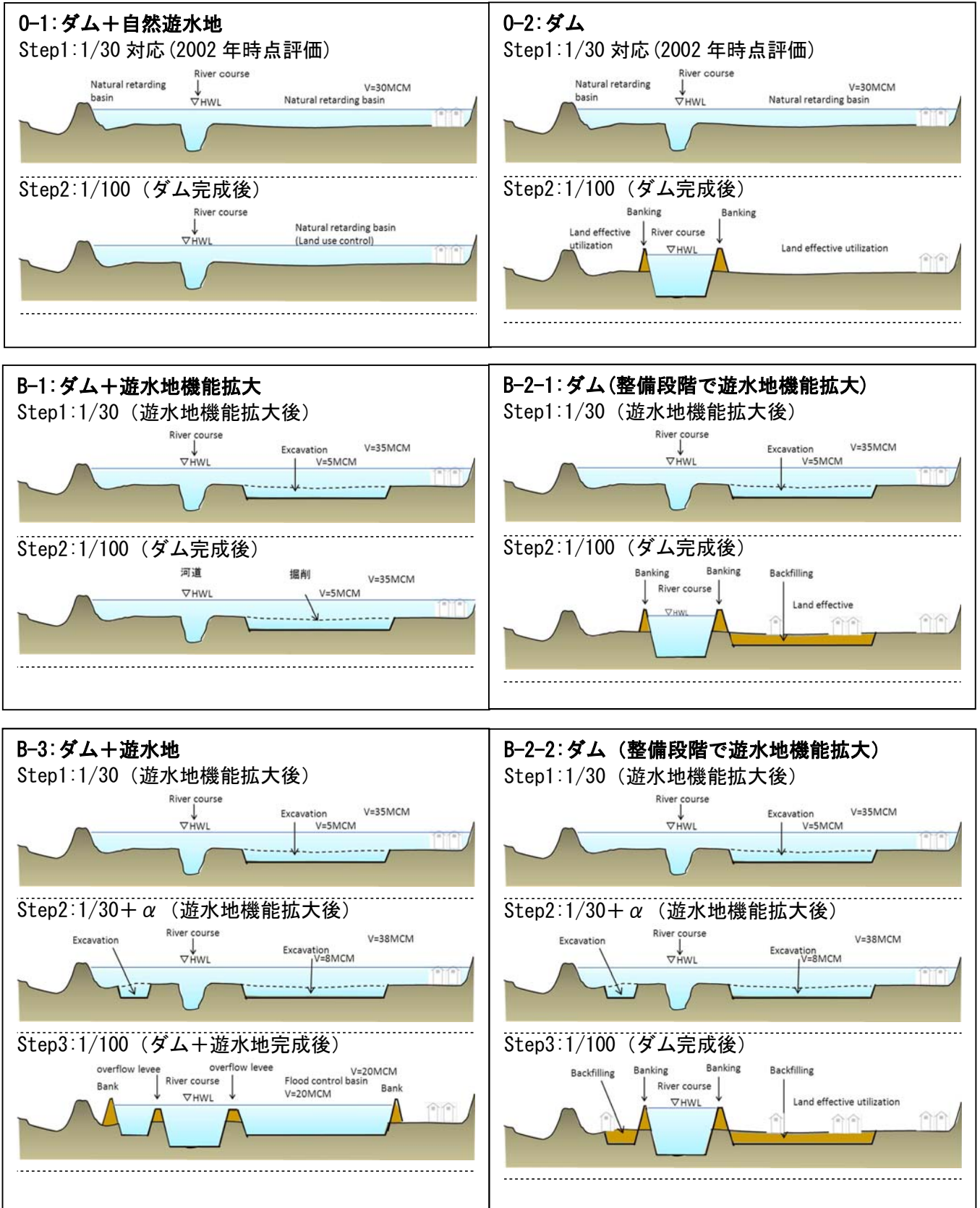
・自然遊水池案は、現状の遊水池機能を維持した案である。一部既成市街地が含まれる。
 ・遊水池築造案は、自然遊水池 (約 1,000ha) 内の既成市街地を除いた約 400ha を遊水池として整備する案である。
 ・遊水池機能拡大案は、遊水池築造までの整備途中段階で、遊水池築造する範囲 (約 400ha) の一部あるいは全域を掘削して、遊水池機能を拡大する案である。

図 4.60 パッシング・マリキナ川 段階的整備シナリオ



出典：JICA 調査団

図 4.61 各代替案における整備手順イメージ図 (A-1~A-3)



出典：JICA 調査団

図 4.62 各代替案における整備手順イメージ図 (0-1~2、B-1~B-3)

(3) 1/100 の代替案比較検討 (Sto.Nino : 3, 100m³/s)

30年確率規模を「フェーズIVコンポ強化案」で Sto.Nino 地点 3,100m³/s で対応した場合、100年確率規模の代替案は以下の4案が想定される。代替案の比較表は表 4.31 に示すとおりである。

- ・ (A-1) ダム+自然遊水地案
- ・ (A-2-1) ダム単独案
- ・ (A-3) ダム+遊水地築造案
- ・ (A-2-2) ダム単独案 (段階整備として遊水地機能を拡大(1/30+ α)し、ダム建設後に遊水地箇所を有効活用)

(4) 1/100 の代替案比較検討 (Sto.Nino : 2, 900m³/s)

当面の整備として「フェーズIVコンポ案」および「遊水地機能拡大案」にて Sto.Nino 地点 2,900m³/s で対応した場合、100年確率規模の代替案は以下の6案が想定される。代替案の比較表は表 4.32 に示すとおりである。

- ・ (O-1) ダム+自然遊水地案
- ・ (O-2) ダム+単独案
- ・ (B-1) ダム+自然遊水地+遊水地一部掘削案
- ・ (B-2-1) ダム単独案 (ダム建設後に遊水地箇所を有効活用)
- ・ (B-3) ダム+遊水地築造案
- ・ (B-2-2) ダム単独案 (段階整備として遊水地機能を拡大(1/30+ α)し、ダム建設後に遊水地箇所を有効活用)

(O-1~2)、(B-2-1~2)、(B-3) のダム規模は前述した代替案 (A-1)、(A-2-1~2)、(A-3) より約 10MCM 小さくすることが可能である。

(5) 本調査結果と世銀案との対応

本調査における代替案 A-2-1 および代替案 B-3 と世銀推奨案と、事業の実現性、超過洪水時の対応、経済性、社会的影響について整理し表 4.33 に示した。

表 4.31 1/100 の代替案の比較表 (Sto. Nino : 3, 100m³/s)

100年確率対応案	Alternative-A-1	Alternative-A-2-1	Alternative-A-3	Alternative-A-2-2
流量配分図				
Upper Upper Marikina River	河運改修 + 自然遊水池 ダム:55MCM、遊水池:30MCM	河運改修 + ダム ダム:80MCM	河運改修 + ダム+遊水池 ダム:55MCM、遊水池:20MCM	河運改修 + ダム (整備段階で遊水機能拡大) ダム:80MCM
Upper Marikina River	現在の Phase4 諸元 + 嵩上げで 3,100m ³ /s に対応	現在の Phase4 諸元 + 嵩上げで 3,100m ³ /s に対応	現在の Phase4 諸元 + 嵩上げで 3,100m ³ /s に対応	現在の Phase4 諸元 + 嵩上げで 3,100m ³ /s に対応
Mangahan	掘削により 2,600m ³ /s に対応	掘削により 2,600m ³ /s に対応	掘削により 2,600m ³ /s に対応	掘削により 2,600m ³ /s に対応
Lower Marikina River	現在の Phase3 諸元で対応	現在の Phase3 諸元で対応	現在の Phase3 諸元で対応	現在の Phase3 諸元で対応
Pasig River	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応
Project Cost(million peso)	61,813.7 (1,000)	65,610.6 (1,061)	66,276.1 (1,072)	69,492.5 (1,124)
メリット	自然遊水池によりダム規模を抑える事ができる。	現自然遊水池区域の土地開発 (高度利用) が可能である。	段階的に整備して治水安全度を上げていくことが可能である。 遊水池によりダム規模を抑える事ができる。 遊水池建設後は、自然遊水池(既成市街化区域)を有効活用可能である。	遊水池機能拡大後の工エリアの土地開発 (高度利用) が可能である。
デメリット	自然遊水池を遊水地区として土地利用規制する必要がある、土地の高度利用ができない。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。	遊水池の用地取得が必要となる。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。 遊水池機能拡大後にダムを建設するため、遊水池分の投資が余分となる。

表 4.32 1/100 の代替案の比較表 (Sto. Nino : 2,900m³/s)

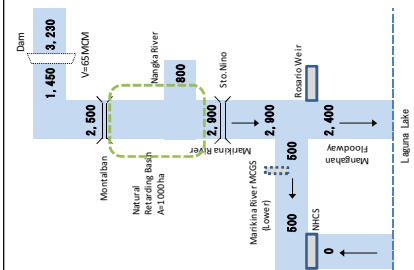
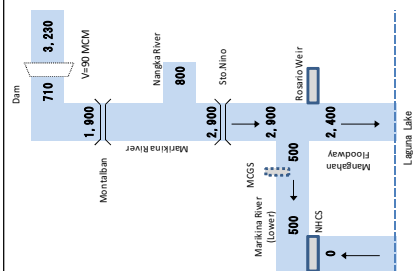
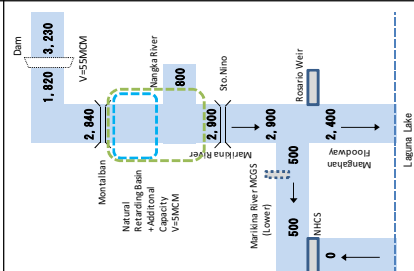
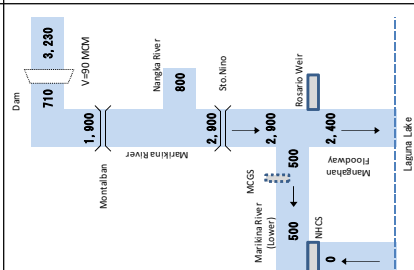
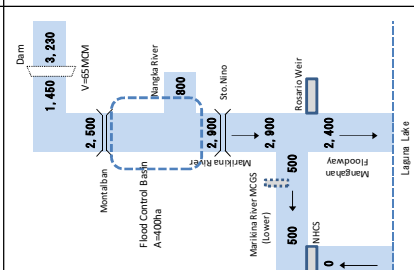
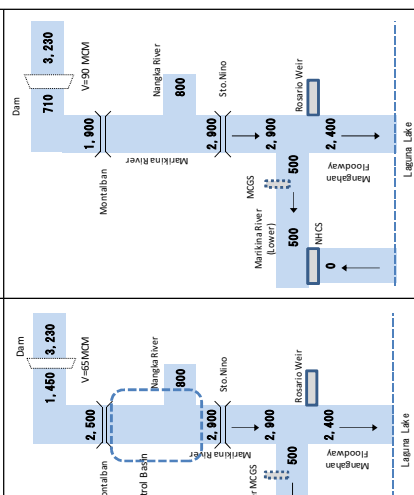
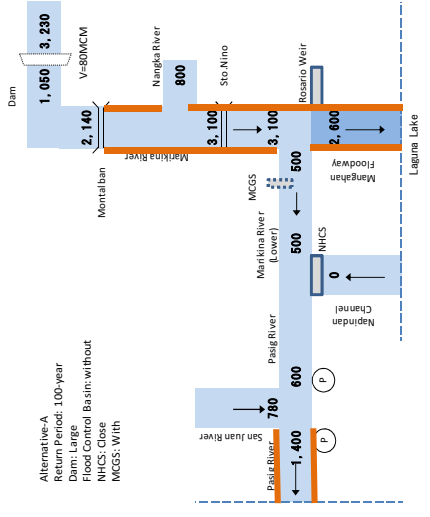
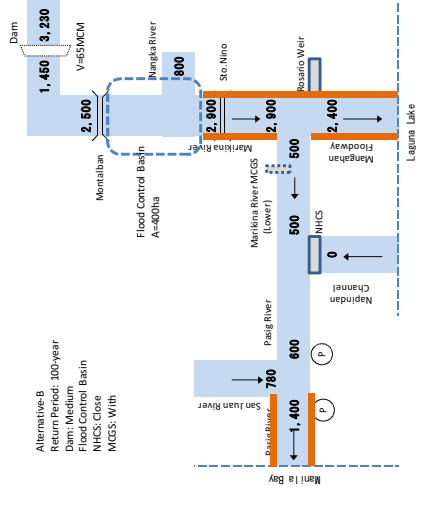
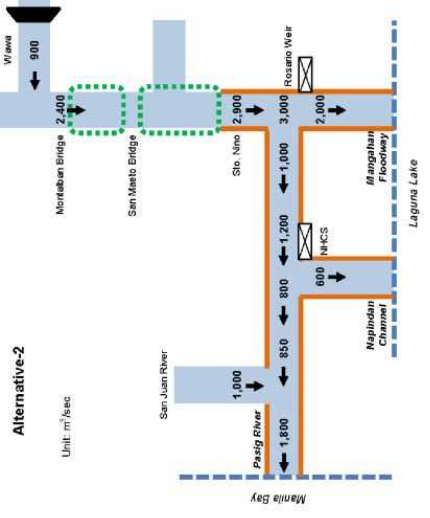
100年確率対応案	Alternative-O-1	Alternative-O-2	Alternative-B-1	Alternative-B-2-1	Alternative-B-3	Alternative-B-2-2
流量配分図						
Upper Upper Marikina River	ダム+自然遊水地 ダム：65MCM、自然遊水地：30MCM	河道改修+ダム ダム：90MCM	ダム+遊水地機能拡大 ダム：55MCM、自然遊水地：30MCM + 遊水地：5MCM	河道改修+ダム（整備段階で遊水地機能拡大） ダム：90MCM	河道改修+ダム+遊水地 ダム：65MCM、遊水地：20MCM	河道改修+ダム（整備段階で遊水地機能拡大） ダム：90MCM
Upper Marikina River	現在の Phase4 諸元 現計画の 2,400m ³ /s	現在の Phase4 諸元 現計画の 2,400m ³ /s	現在の Phase4 諸元 現計画の 2,400m ³ /s	現在の Phase4 諸元 現計画の 2,400m ³ /s	現在の Phase4 諸元 現計画の 2,400m ³ /s	現在の Phase4 諸元 現計画の 2,400m ³ /s
Mangahan	現在の Phase3 諸元 現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase3 諸元 現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase3 諸元 現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase3 諸元 現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase3 諸元 現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase3 諸元 現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応
Lower Marikina River	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応	現在の Phase2 諸元 + 浚渫で 1,400m ³ /s に対応
Pasig River	61,625.3 (1,000)	65,257.5 (1,059)	63,518.5 (1,031)	67,683.3 (1,098)	66,087.7 (1,072)	69,139.4 (1,122)
Project Cost(million peso)	自然遊水地によりダム規模を抑える事ができる。	現自然遊水地区域の土地開発（高度利用）が可能である。	段階的に整備して治水安全度を上げていくことが可能である。遊水地機能拡大によりダム規模を抑える事ができる。	段階的に整備して治水安全度を上げていくことが可能である。遊水地によりダム規模を抑える事ができる。	段階的に整備して治水安全度を上げていくことが可能である。遊水地によりダム規模を抑える事ができる。	遊水地機能拡大後のエリアの土地開発（高度利用）が可能である。
メリット	自然遊水地を遊水地区として土地開発が必要があり、土地の高度利用ができない。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。	自然遊水地を遊水地区として土地開発が必要があり、土地の高度利用ができない。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。
デメリット	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。	ダム規模は地質条件が「良い」という場合のみ。

表 4.33 世銀推奨案と本調査結果との比較

流量配分図	本調査 A-2-1: 河道改修 + ダム案	本調査 B-3: 河道改修 + ダム + 遊水地案	世銀推奨(案)
	 <p>Alternative-A Return Period: 100-year Dam: Large Flood Control Basin: without NHCS: Close MCGS: With</p>	 <p>Alternative B Return Period: 100-year Dam: Medium Flood Control Basin NHCS: Close MCGS: With</p>	 <p>Alternative-2 Unit: m³/sec</p>
施設規模	<p>ダム : V=55MCM 遊水地 : Without 河道改修 : Pasig : 1,400m³/s Napindan Canal: Without Lower Marikina: 500m³/s Mangahan Floodway: 2,600m³/s Upper Marikina : 3,100m³/s Upper-Upper Marikina: 3,100m³/s</p>	<p>ダム : V=65MCM 遊水地 : 371ha(8sites) 河道改修 : Pasig : 1,400m³/s Napindan Canal: without Lower Marikina: 500m³/s Mangahan Floodway: 2,400m³/s Upper Marikina: 2,900m³/s Upper-Upper Marikina: 2,900m³/s</p>	<p>ダム : H=72m 自然遊水地 : 980ha 河道改修 : Pasig : 1,800m³/s Napindan Canal: 800m³/s Lower Marikina : 1,200m³/s Mangahan Floodway: 2,000m³/s Upper Marikina : 3,000m³/s Upper-Upper Marikina: 2,900m³/s</p>
事業の実現性	<p>PhaseIV区間の一部高上げが必要となる。</p>	<p>PhaseIIIおよび PhaseIV区間の追加事業は必要ない。</p>	<p>ナピンダン水路への逆流に不確実性を伴う。 Pasig 区間の浚渫、PhaseIIIおよびIV区間の追加事業、ナピンダン水路の高上げが必要となる。</p>
超過洪水時の対応	<p>超過洪水時は MCGS をコントロールすることにより、マニラ中心部へのリスクをマンガハン放水路沿いへ分散することが可能である。</p>	<p>超過洪水時は MCGS をコントロールすることにより、マニラ中心部へのリスクをマンガハン放水路沿いへ分散することが可能である。</p>	<p>超過洪水時にはマニラ中心部へのリスクが大きくなる。被災ポテンシャルが増加。</p>
経済性 (事業費)	<p>63,075M Pesos (100%)</p>	<p>65,808M Pesos (104%)</p>	<p>82,763M Pesos (131%)</p>
社会的影響	<p>PhaseIV区間の一部高上げが必要となり、D/D での詳細検討が必要。</p>	<p>遊水地の用地取得が必要となる。</p>	<p>ナピンダンの改修に用地取得が必要となる。 自然遊水地地区の用地取得が必要となる。</p>

4.4.5 各代替案における事業費の算定

事業費は対象事業毎に既往調査の WB レポート (WB2012)、F/S レポート (JICA2011) を基に算出した。それぞれの算出根拠を以下に示す。

表 4.34 事業費の算出根拠

Section	規模	出典	参照頁
Pasig River	1300m ³ /s 対応	WB より 2011 年価格	P5-105
	1400m ³ /s 対応	WB より 2011 年価格	P5-105
Pasig River Phase2	Phase2	F/S より 2010 年価格	P6-5
Lower Marikina River	Phase3	F/S より 2010 年価格	P6-5
MCGS	MCGS	F/S より 2010 年価格	P6-5
Mangahan Floodway	2400m ³ /s 対応	WB より 2011 年価格	P5-105
	2600m ³ /s 対応	WB より 2011 年価格	P5-105
Upper Marikina River	Phase4	F/S より 2010 年価格	P6-5
	3100m ³ /s 対応	F/S より 2010 年価格	P6-5
Upper Upper Marikina River	自然遊水池	WB より 2011 年価格	P5-105
	遊水池 20MCM		
	遊水池 8MCM		
	遊水池 5MCM		
	河道改修 2,900m ³ /s	WB より 2011 年価格	P5-105
	河道改修 3,100m ³ /s	WB より 2011 年価格	P5-105
Dam	90MCM	WB より 2011 年価格	P5-105
	80MCM	WB より 2011 年価格	P5-105
	65MCM	WB より 2011 年価格	P5-105
	55MCM	WB より 2011 年価格	P5-105

なお、直接工事費、用地取得・補償費以外の費用は以下のとおりとした。

・ WB レポート (WB2012)

Engineering Service Cost、Administration Cost、Physical contingency Cost については、WB レポートに基づいて以下のとおりとした。

Engineering Service Cost : 直接工事費の 16%

Administration Cost : 直接工事費と補償費の合計の 3.5%

Physical contingency cost : 直接工事費の 5%

予備費については算出されていないため、以下のとおりとした。

Price contingency cost : 近年のマニラ首都圏の物価上昇率を勘案し、10%とした。

・ F/S レポート (JICA2011)

F/S レポートにて算出されている費用を計上した。ただし、フェーズ単位で算出されていないため、直接工事費の比率で分配している。予備費については算出されていないため、以下のとおりとした。

Price contingency cost : 近年のマニラ首都圏の物価上昇率を勘案し、10%とした。

表 4.35 F/S レポート PaseIII、PaseIV事業費の本調査への適用

フェーズ III の財務費用

単位: Million Pesos

年	土木工事			コンサルタントサービス			補償		管理費	
	Phase II	Phase III	Physical Conting	Non structural Measures	Construction Supervision	Physical Contingency	Base Cost	Physical Conting	Base Cost	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
2013	0	0	0	97.7	80.6	8.9	17.4	0.9	6.5	Fs
2014	630.6	451.4	54.1	65.2	53.7	6			37.8	Fs
2015	945.3	675.4	81	65.2	53.7	6			54.6	Fs
2016	945.3	675.4	81	65.2	53.7	6			54.6	Fs
2017	313.6	220.6	26.7	32.6	26.9	3			18.7	Fs
Total	2834.8	2022.8	242.8	325.9	268.6	29.9	17.4	0.9	172.2	
	0.58358	0.41642								直接工事費比率
Phas II	2834.8		141.7	190.2	156.7	17.4	10.2	0.5	100.5	直接工事費比率
Phas III		2022.8	101.1	135.7	111.9	12.5	7.2	0.4	71.7	直接工事費比率

	Direct construction cost	Compensation cost	Engineering service cost	Administration cost	Physical contingency cost
	a, b	g	d+e	i	c+e+f
Phas II	2834.8	10.2	346.9	100.5	159.6
Phas III	2022.8	7.2	247.6	71.7	114

フェーズ IV の財務費用

単位: Million Pesos

年	土木工事			コンサルタントサービス			補償		管理費	
	MCGS	Phase IV	Physical Conting	Non structural Measures	Construction Supervision	Physical Contingency	Base Cost	Physical Conting	Base Cost	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
2017					40.8	2	4	0.2	1.5	Fs
2018	496.2	481.6	48.9	97.7	131.2	11.5	14.1	0.7	28.6	Fs
2019	744.8	720.2	73.3	65.2	87.5	7.6			50.8	Fs
2020	744.8	720.2	73.3	65.2	87.5	7.6			50.8	Fs
2021	744.8	720.2	73.3	65.2	87.5	7.6			50.8	Fs
2022	243	235.2	23.9	32.6	43.7	3.8			17.5	Fs
Total	2973.6	2877.4	292.7	325.9	478.2	40.1	18.1	0.9	200	
	0.508221	0.491779								直接工事費比率
MCGS	2973.6		148.8	165.6	243.0	20.4	3.0	0.1	101.6	直接工事費比率
Phase IV		2877.4	143.9	160.3	235.2	19.7	15.1	0.8	98.4	直接工事費比率

	Direct construction cost	Compensation cost	Engineering service cost	Administration cost	Physical contingency cost
	a, b	g	d+e	i	c+e+f
MCGS	2973.6	3	408.6	101.6	169.3
Phase IV	2877.4	15.1	395.5	98.4	164.4

(1) Pasig River

WB レポート記載の 1,700m³/s まで流下能力を増加させるための浚渫の直接工事費を基本として、以下のように算出した。なお、補償費は見込まれていない。

a) 直接工事費

直接工事費 : 4,825mil.peso (1700m³/s)
 浚渫による流下能力の増分 : 1,700-1,200=500m³/s
 増分 1m³/s あたりの事業費 : 9.65 mil.peso

1,300m³/s までの流下能力増加 :
 (1,300-1,200)×9.65=965 mil.peso
 1,400m³/s までの流下能力増加 :

$$(1,400-1,200) \times 9.65 = 1,930 \text{ mil.peso}$$

b) 補償費

浚渫による対応のため補償費は見込こまれていない。

(2) Pasig River Phase2

F/S レポートに記載の事業費に Price contingency cost を追加した。

(3) Lower Marikina Phase3

F/S レポートに記載の事業費に Price contingency cost を追加した。

(4) MGCS

F/S レポートに記載の事業費に Price contingency cost を追加した。

(5) Upper Marikina

1) Phase4

F/S レポートに記載の事業費に Price contingency cost を追加した。

2) 3,100m³/s

Phase4 (2,900m³/s) の改修事業費を基本として、流量比で算出した。なお、補償費も同様に算出した。

(6) Mangahan Floodway

1) 2,400m³/s 対応

WB レポート記載の 2,400m³/s の改修事業費を基本とする。直接工事費および補償費は以下のとおりである。

- ・ 直接工事費 : 3,252mil.peso(2,400m³/s)
- ・ 補償費 : 89mil.peso(2,400m³/s)

2) 2,600m³/s 対応

WB レポート記載の 2,400m³/s の改修事業費を基本として、流量比で以下のように算出した。なお、補償費も同様に算出した。

a) 直接工事費

- ・ 2,400m³/s 対応 : 3,252mil.peso
- ・ 2,600m³/s 対応 :
 $(2,600/2,400) \times 3,252 = 3,523.0 \text{ mil.peso}$

b) 補償費

- ・ 2,400m³/s : 89mil.peso
- ・ 2,600m³/s 対応 :
 $(2,600/2,400) \times 89 = 96.4 \text{ mil.peso}$

(7) Upper Upper Marikina River

1) 自然遊水地

WB レポートを基本とした補償費のみを計上した。WB レポートにおける補償費は 32 mil.peso/ha と高額であり、家屋補償等を含むものであることから、家屋のない原野 400ha については DPWH からの聞き取りより設定した 5 mil.peso/ha とし算出した。

2) 遊水地

掘削のみとなる 8MCM と 5MCM については掘削が事業費の大半を占めることから、1m³あたりの掘削、運搬、法面形成等を考慮した直接工事費を 300peso として算出した。
20MCM については 8MCM に築堤し容量を増強するものとして、盛土が事業費の大半を占めることから、1m³あたり 200peso をして事業費を算出した。

表 4.36 遊水地の直接工事費・補償費

Case	費目	工種	単位	数量	単価(peso)	金額 (mil.peso)	備考	価格
自然遊水地	直接工事費	掘削	m3	-	300	-	運搬+法面形成込み	2011
		盛土	m3	-	200	-		2011
		小計					-	
	補償費	市街地	ha	600	32,000,000	19,200	用地費+家屋補償費	2011
		原野	ha	400	5,000,000	2,000	用地費のみ	2012
		小計				21,200		
20 MCM	直接工事費	掘削	m3	-	300	-	運搬+法面形成込み	2011
		盛土	m3	1,960,000	200	392		2011
		小計				392		
	補償費	市街地	ha	-	32,000,000	-	用地+家屋補償費	2011
		原野	ha	400	5,000,000	2,000	用地費のみ	2012
		小計				2,000		
8 MCM	直接工事費	掘削	m3	8,000,000	300	2,400	運搬+法面形成込み	2011
		盛土	m3	-	200	-		2011
		小計				2,400		
	補償費	市街地	ha	-	32,000,000	-	用地+家屋補償費	2011
		原野	ha	400	5,000,000	2,000	用地費のみ	2012
		小計				2,000		
5MCM	直接工事費	掘削	m3	5,000,000	300	1,500	運搬+法面形成込み	2011
		盛土	m3	-	200	-		2011
		小計				1,500		
	補償費	市街地	ha	-	32,000,000	-	用地+家屋補償費	2011
		原野	ha	250	5,000,000	1,250	用地費のみ	2012
		小計				1,250		

3) 河道改修

WB レポートの自然遊水地における直接工事費は、築堤となっている。この金額を基本とした。
3,100m³/s は、2,900m³/s から流量比で算出した。

補償費については、Upper Marikina の費用を基本として、延長比で算出した。

c) 直接工事費

- ・ 2,900m³/s 対応：1,341mil.peso (WB レポート)
- ・ 3,100m³/s 対応：
 $(3,100/2,900) \times 1,341 = 1,433.5 \text{ mil.peso}$

d) 補償費

Phase4 区間 (延長 6.8km)

- ・ 2,900m³/s : 15.1 mil.peso
- ・ 3,100m³/s : 16.1 mil.peso

当該区間 (延長 14.2km)

- ・ 2,900m³/s : $(14.2/6.8) \times 15.1 = 31.5 \text{ mil.peso}$
- ・ 3,100m³/s 対応 : $(14.2/6.8) \times 16.1 = 33.6 \text{ mil.peso}$

(8) Dam

WBレポートに記載されているダム直接工事費を基に、ダム高1mあたりの直接工事費を求め、別途作成したH-V曲線より各ダムのダム高を求め、直接工事費を算出した。

表 4.37 ダムの直接工事費

Case	ダム高(m)	直接工事費(mil.peso)
55 MCM	68	8,160
65 MCM	71	8,520
80 MCM	75	9,000
90 MCM	78	9,360

(9) 各区間の対象事業毎の事業費と現在価値化

WBレポートは2011年価格、F/Sは2010年価格と算出した事業費の基準年が異なっているため、CPIより設定した物価上昇率を用いて2012年価格とした。

表 4.40 に変換前の各区間の対象事業毎の事業費を、表 4.41 に2012年価格に変換後の対象事業毎の事業費を示した。物価上昇率は以下のとおりである。

2010年→2012年：1.070

2011年→2012年：1.029

表 4.38 マニラ首都圏におけるCPI

Year	2010	2011	2012
CPI	116.3	120.9	124.4

(10) 各代替案の事業費

各代替案の事業費は、各区間の対象事業費の組み合わせにより算出した。

算出した各代替案の事業費は表 4.39 に示すとおりである。各代替案の事業費の内訳については巻末に示す。

表 4.39 各代替案の事業費(2012年価格)

確率年	代替案	内 訳	事業費 (million peso)
1/30	O	PhaseIV Component+NRB:30MCM	20,131.9
	A	PhaseIV Component+NRB:30MCM + Manggahan Floodway Improvement	22,170.8
	B	PhaseIV Component +RB:35MCM	25,034.1
1/100	A-1	Dam:55MCM+NRB:30MCM	59,866.0
	A-2-1	Dam:80MCM	63,074.9
	A-3	Dam:55MCM+RB:20MCM	66,110.7
	A-2-2	Dam:80MCM*	66,742.1
	O-1	Dam:65MCM+NRB:30MCM	59,694.5
	O-2	Dam:90MCM	62,772.4
	B-1	Dam:55MCM+RB:35MCM	61,479.3
	B-2-1	Dam:90MCM*	65,064.5
	B-3	Dam:65MCM+RB:20MCM	65,808.3
	B-2-2	Dam:90MCM*	66,439.6

Note) NRB: Natural Retarding Basin, RB: Retarding Basin, *After Dam, RB demolished

表 4.40 変換前の事業費

unit : million peso

Section	Contents	Direct construction cost	Compensation cost	Engineering service cost	Administration cost	Physical contingency cost	Price contingency cost	Total		Remarks
								a	b	
Pasig River	1,300m³/s	965.0	0.0	154.4	33.8	48.3	120.2	1,321.7	2011年価格	
	1,400m³/s	1,930.0	0.0	308.8	67.6	96.5	240.3	2,643.2	2011年価格	
Pasig River Phase2	Phase2※	2,834.8	10.2	346.9	100.5	159.6	345.2	3,797.2	2010年価格	
Lower Marikina River	Phase3※	2,022.8	7.2	247.6	71.7	114.0	246.3	2,709.6	2010年価格	
MCGS	MCGS	2,973.6	3.0	408.6	101.6	169.3	365.6	4,021.7	2011年価格	
Mangahan Floodway	2,400m³/s	3,252.0	89.0	520.3	116.9	162.6	414.1	4,554.9	2011年価格	
	2,600m³/s	3,523.0	96.4	563.7	126.7	176.2	448.6	4,934.6	2011年価格	
Upper Marikina River	Phase4※	2,877.4	15.1	395.5	98.4	164.4	355.1	3,905.9	2010年価格	
	3,100m³/s※	3,075.8	16.1	422.8	105.2	175.7	379.6	4,175.2	2010年価格	
Upper Upper Marikina River	自然遊水池	0.0	21,200.0	0.0	742.0	0.0	2,194.2	24,136.2	2011年価格	
	遊水池 20MCM	2,792.0	2,000.0	446.7	167.7	139.6	554.6	6,100.6	2011年価格	
	遊水池 8MCM	2,400.0	2,000.0	384.0	154.0	120.0	505.8	5,563.8	2011年価格	
	遊水池 5MCM	1,500.0	1,250.0	240.0	96.3	75.0	316.1	3,477.4	2011年価格	
	河道改修 2,900m³/s	1,341.0	31.5	214.6	48.0	67.1	170.2	1,872.4	2011年価格	
	河道改修 3,100m³/s	1,433.5	33.6	229.4	51.3	71.7	182.0	2,001.5	2011年価格	
Dam	90MCM	9,360.0	0.0	1,497.6	327.6	468.0	1,165.3	12,818.5	2011年価格	
	80MCM	9,000.0	0.0	1,440.0	315.0	450.0	1,120.5	12,325.5	2011年価格	
	65MCM	8,520.0	0.0	1,363.2	298.2	426.0	1,060.7	11,668.1	2011年価格	
	55MCM	8,160.0	0.0	1,305.6	285.6	408.0	1,015.9	11,175.1	2011年価格	

※a,b,c,d,e の費用については F/S レポートより、Upper Marikina River 3,100m³/s については Phase4 (2,900m³/s) から流配費にて算出

表 4.41 現在価値化(2012年価格)の事業費

unit : million peso

Section	Contents	Direct construction cost	Compensation cost	Engineering service cost	Administration cost	Physical contingency cost	Price contingency cost	Total	Remarks
Pasig River	1,300m ³ /s	993.0	0.0	158.9	34.8	49.7	123.7	1,360.1	
	1,400m ³ /s	1,986.0	0.0	317.8	69.6	99.3	247.3	2,720.0	
Pasig River Phase2	Phase2	3,033.2	10.9	371.2	107.5	170.8	369.4	4,063.0	
Lower Marikina River	Phase3	2,164.4	7.7	264.9	76.7	122.0	263.5	2,899.2	
MCGS	MCGS	3,181.8	3.2	437.2	108.7	181.2	391.2	4,303.3	
Mangahan Floodway	2,400m ³ /s	3,346.3	91.6	535.4	120.3	167.3	426.1	4,687.0	
	2,600m ³ /s	3,625.2	99.2	580.0	130.4	181.3	461.6	5,077.7	
Upper Marikina River	Phase4	3,078.8	16.2	423.2	105.3	175.9	380.0	4,179.4	
	3,100m ³ /s	3,291.1	17.2	452.4	112.6	188.0	406.2	4,467.5	
Upper Upper Marikina River	自然遊水池	0.0	21,814.8	0.0	763.5	0.0	2,257.8	24,836.1	
	遊水池 20MCM	2,873.0	2,000.0	459.7	172.6	143.6	570.7	6,219.6	
	遊水池 8MCM	2,469.6	2,000.0	395.1	158.5	123.5	520.5	5,667.2	
	遊水池 5MCM	1,543.5	1,250.0	247.0	99.1	77.2	325.3	3,542.1	
	河道改修 2,900m ³ /s	1,379.9	32.4	220.8	49.4	69.0	175.1	1,926.6	
Dam	河道改修 3,100m ³ /s	1,475.1	34.6	236.1	52.8	73.8	187.3	2,059.7	
	90MCM	9,631.4	0.0	1,541.0	337.1	481.6	1,199.1	13,190.2	
	80MCM	9,261.0	0.0	1,481.8	324.1	463.1	1,153.0	12,683.0	
	65MCM	8,767.1	0.0	1,402.7	306.8	438.4	1,091.5	12,006.5	
	55MCM	8,396.6	0.0	1,343.5	293.9	419.8	1,045.4	11,499.2	

(11) 世銀推奨案における事業費

世銀推奨案（代替案-02）における事業は、WB レポートに掲載されている直接工事費、補償費をベースに、Engineering Service Cost、Administration Cost、Physical contingency Cost、Price contingency cost を加えて算出した。

なお、本調査の各代替案の事業費算出において計上していない San Juan 川の事業費は除外している。また、世銀調査で未計上である Phase II、Phase III 事業について F/S をベースに加算した。上記を基に整理した世銀調査の推奨案の事業費内訳は表 4.42 のとおりである。

表 4.42(1) 世銀調査の代替案-02 の事業費 (2011 年価格)

2011 価格 unit: million peso

Section	Contents	Direct construction cost	Compensation cost	Engineering service cost	Administration cost	Physical contingency cost	Price contingency cost	Total
Pasig River	Dredging	4,825.0	-	772.0	168.9	241.3	600.7	6,607.9
	Phase 2※	2,948.2	10.6	360.8	104.5	166.0	359.0	3,949.1
Napindan Chanel	Heightening of Parapet	98.0	-	15.7	3.4	4.9	12.2	134.2
Lower Marikina River	Dredging and Heightening	186.0	-	29.8	6.5	9.3	23.2	254.8
	Phase 3※	2,103.7	7.5	257.5	74.6	118.6	256.2	2,818.1
MCGS	-	-	-	-	-	-	-	-
Mangahan Floodway	Dredging	3,252.0	89.0	520.3	116.9	162.6	414.1	4,554.9
Upper Marikina River	Dyke and Excavation	5,601.0	4,309.0	896.2	346.9	280.1	1,143.3	12,576.5
Upper Upper Marikina River	Dyke and Excavation	1,341.0	31,521.0	214.6	1,150.2	67.1	3,429.4	37,723.3
Dam	H=72m	8,626.0	-	1,380.2	301.9	431.3	1,073.9	11,813.3
Total		28,980.9	35,937.1	4,447.1	2,273.8	1,481.2	7,312.0	80,432.1

※JICA FS ベース：表-4.38（2010年価格）に物価上昇分を考慮して2011年価格に補正（物価上昇分（2011/2010）=1.039）

表 4.42(2) 世銀調査の代替案-02 の事業費 (2012 年価格)

2012 価格 unit: million peso

Section	Contents	Direct construction cost	Compensation cost	Engineering service cost	Administration cost	Physical contingency cost	Price contingency cost	Total
Pasig River	Dredging	4,964.9	-	794.4	173.8	248.2	618.1	6,799.4
	Phase 2※	3,033.2	10.9	371.2	107.5	170.8	369.4	4,063.0
Napindan Chanel	Heightening of Parapet	100.8	-	16.1	3.5	5.0	12.5	137.9
Lower Marikina River	Dredging and Heightening	191.4	-	30.6	6.7	9.6	23.8	262.1
	Phase 3※	2,164.4	7.7	264.9	76.7	122.0	263.5	2,899.2
MCGS	-	-	-	-	-	-	-	-
Mangahan Floodway	Dredging	3,346.3	91.6	535.4	120.3	167.3	426.1	4,687.0
Upper Marikina River	Dyke and Excavation	5,763.4	4,434.0	922.1	356.9	288.2	1,176.5	12,941.1
Upper Upper Marikina River	Dyke and Excavation	1,379.9	32,435.1	220.8	1,183.5	69.0	3,528.8	38,817.1
Dam	H=72m	8,876.2	-	1,420.2	310.7	443.8	1,105.1	12,156.0
Total		29,820.5	36,979.3	4,575.7	2,339.6	1,523.9	7,523.8	82,762.8

※JICA FS ベース：表-4.41（2012年価格）

(12) 本調査結果と世銀推奨(案)における事業費

前述表 4.43 に掲載の本調査と世銀推奨案における事業費を区間別に整理を行った。

表 4.43 本調査代替案 A-2-1 および B-3 と世銀調査代替案-02 の事業費

Section	Contents	本調査 A-2-1: 河道改修+ダム 案	本調査 B-3: 河道改修+ダム +遊水地案	世銀推奨(案)
Pasig River Dredging	1,400m ³ /s 対応	2,720.0	2,720.0	-
	1,800m ³ /s 対応	-	-	6,799.4
Pasig River Phase2	Phase2	4,063.0	4,063.0	4,063.0
Napindan Chanel	Heightening of Parapet	-	-	137.9
Lower Marikina River	Phase3	2,899.2	2,899.2	2,899.2
	Dredging and Hightening	-	-	262.1
MCGS	MCGS	4,303.3	4,303.3	-
Mangahan Floodway	2,400m ³ /s 対応	-	4,687.0	4,687.0
	2,600m ³ /s 対応	5,077.7	-	-
Upper Marikina River	Phase4	-	4,179.4	-
	3,100m ³ /s 対応	4,467.5	-	-
	Dyke and Excavation	-	-	12,941.1
Upper Upper Marikina River	自然遊水池(河道 3100)	24,801.5	-	
	自然遊水池(河道 2900+遊水池 20MCM)	-	22,803.7	
	遊水池 20MCM	-	6,219.6	-
	河道改修 2,900m ³ /s	-	1,926.6	-
	河道改修 3,100m ³ /s	2,059.7	-	-
	Dyke and Excavation	-	-	38,817.1
Dam	ダム 80MCM H=75m	12,683.0	-	-
	ダム 65MCM H=71m	-	12,006.5	-
	ダム H=72m	-	-	12,156.0
Total		63,074.9	65,808.3	82,762.8

4.5 洪水対策の妥当性の検討

本プロジェクトは、マニラ首都圏における洪水被害を削減するための公共投資の一部であることから、洪水対策の妥当性検討を経済評価により実施する。

4.5.1 経済費用

対象ケースは下記に示す 13 ケースとし、Pasig River Dredging、Pasig River Phase2、Lower Marikina River、MCGS、Manggahan Floodway、Upper Marikina River、Dam の費用に表 4.45 に示す変換係数を乗じて経済費用に変換する。

表 4.44 対象ケース

確率年	代替案	内 訳
1/30	O	Phase IV Component + NRB:30MCM
	A	Phase IV Component + NRB:30MCM + Manggahan Floodway Improvement
	B	Phase IV Component + NRB:30MCM + RB:35MCM
1/100	A-1	Dam:55MCM + NRB:30MCM
	A-2-1	Dam:80MCM
	A-3	Dam:55MCM + RB:20MCM
	A-2-2	Dam:80MCM*
	O-1	Dam:65MCM + NRB:30MCM
	O-2	Dam:90MCM
	B-1	Dam:55MCM + RB:35MCM
	B-2-1	Dam:90MCM*
	B-3	Dam:65MCM + RB:20MCM
	B-2-2	Dam:90MCM*

注) NRB : Natural Retarding Basin、RB : Retarding Basin、*After Dam, RB demolished

各ケースの経済費用を表 4.46 に示す。その内訳については巻末に示した。

ここに、建設費用は、消費者物価指数を基に 2012 年価格を求めた。

また、維持管理費は、既往検討（「パッシング・マリキナ川河川改修事業（Ⅲ）準備調査」、以下「準備調査」と称す）と同様に建設費用の 0.3%とし、政府管理費の変換係数 0.97 を用いて経済費用に変換する。

なお、変換係数「準備調査」の値を採用する。

表 4.45 変換係数

	費用	変換係数
1	Direct Construction Cost	0.79
2	Compensation	0.57
3	Engineering Service	1.19
4	Government Administration	0.97
5	Physical Contingency	0.93

表 4.46 対象ケースの経済費用

(million pesos)

Alternatives	Direct construction cost	Compensation cost	Engineering service cost	Administration cost	Physical contingency cost	Total
O	11,695.6	73.9	2,418.0	502.9	760.0	15,450.3
A	12,868.1	78.8	2,694.9	553.6	830.5	17,025.8
B	13,699.4	807.1	2,901.0	632.8	878.0	18,918.3
A - 1	20,285.9	12,513.2	4,482.7	1,613.0	1,267.0	40,161.8
A - 2 - 1	22,134.1	12,513.2	4,928.3	1,693.5	1,375.9	42,645.0
A - 3	23,720.9	12,513.2	5,310.7	1,831.7	1,469.2	44,845.7
A - 2 - 2	24,085.0	12,513.2	5,398.4	1,847.3	1,490.8	45,334.7
O - 1	20,190.5	12,508.3	4,465.4	1,608.6	1,260.1	40,032.9
O - 2	21,963.4	12,508.3	4,892.7	1,686.0	1,364.4	42,414.8
B - 1	21,117.2	12,508.3	4,688.8	1,692.3	1,314.6	41,321.1
B - 2 - 1	23,182.8	12,508.3	5,186.6	1,782.1	1,436.2	44,096.0
B - 3	23,550.3	12,508.3	5,275.2	1,824.0	1,457.8	44,615.5
B - 2 - 2	23,914.4	12,508.3	5,362.9	1,839.7	1,479.3	45,104.5

4.5.2 経済便益

治水事業の経済便益は、事業を実施した場合（With Project）と実施しない場合（Without Project）の洪水被害額をもとに、事業の実施により防止し得る洪水被害軽減額である。

具体的な便益の算定方法は、

- ①想定氾濫区域内の資産を整理する。
- ②事業を実施しない場合の洪水氾濫解析を洪水の生起確率別に実施し、洪水被害額を算出する。
- ③事業を実施した場合（洪水被害額はなし）と②の事業を実施しない場合の洪水被害額を基に洪水被害軽減額を算定する。

洪水被害の内訳を表 4.47 に示す。

表 4.47 洪水被害内訳

被害区分	内 訳
直接被害	家屋
	家庭用品
	事業所償却資産
	事業所在庫資産
	農作物
	公共土木施設等
間接被害	家庭における応急対策費用
	営業停止損失
	事業所における応急対策費用

(1) 想定氾濫区域内資産

表 4.48 想定氾濫区域内資産

項目	数量	資産額(Pesos)
家屋戸数(戸)	2,703,072	511,421,308,169
家屋面積(m ²)	132,450,550	-
世帯数(世帯)	2,703,072	-
世帯人数(人)	11,623,212	-
家庭用品	-	257,873,112,047
事業所数(製造業)(所)	12,480	-
償却資産	-	74,218,756,576
在庫資産	-	62,659,009,122
事業所数(小売業)(所)	311,581	-
償却資産	-	90,371,391,749
在庫資産	-	765,461,898,115
耕作地(m ²)	6,911,629	-
農作物	-	27,646,515

注) 既往検討 (Detailed Engineering Design of Pasig-Marikina River Channel Improvement Project、以下「詳細検討」と称す) を基に消費者物価指数を乗じて、以下の単価とした。

- ・家屋：189,200 Pesos/戸
- ・家庭用品：95,400 Pesos/世帯
- ・事業所(製造業) 償却資産：5,947,100 Pesos
- ・ " 在庫資産：7,241,400 Pesos
- ・事業所(小売業) 償却資産：201,100 Pesos
- ・ " 在庫資産：2,456,700 Pesos
- ・農作物：40,000 Pesos/ha

(2) 洪水被害

1) 直接被害

①家屋被害

想定氾濫域内の家屋被害は、下式により算定する。

$$\text{家屋被害} = \text{想定氾濫域内メッシュ別家屋資産額} \times \text{浸水深別被害率}$$

浸水深別被害率は、治水経済調査マニュアル(案)(平成17年4月 国土交通省河川局)の下記値を用いた。

表 4.49 浸水深別被害率

浸水深	0.5m 未満	0.5m～0.99m	1.0m～1.99m	2.0m～2.99m	3.0m 以上
被害率	0.092	0.119	0.266	0.580	0.834

Source: 治水経済調査マニュアル(案)(平成17年4月 国土交通省河川局)の家屋被害の浸水深別被害率
地盤勾配 A グループ (1/1,000 未満)

②家庭用品被害

想定氾濫域内の家庭用品被害は、下式により算定する。

$$\text{家庭用品被害} = \text{想定氾濫域内メッシュ内家庭用品額} \times \text{浸水深別被害率}$$

浸水深別被害率は、治水経済調査マニュアル(案)(平成17年4月 国土交通省河川局)の下記値を用いた。

表 4.50 浸水深別被害率

浸水深	0.5m 未満	0.5m～0.99m	1.0m～1.99m	2.0m～2.99m	3.0m 以上
被害率	0.145	0.326	0.508	0.928	0.991

Source: 治水経済調査マニュアル（案）（平成 17 年 4 月 国土交通省河川局）の家庭用品被害の浸水深別被害率

③事業所資産被害

想定氾濫域内の事業所資産被害は、下式により算定する。

$$\text{事業所償却・在庫資産被害} = \text{想定氾濫域内メッシュ内事業所償却・在庫資産額} \times \text{浸水深別被害率}$$

なお、浸水深別被害率は、治水経済調査マニュアル（案）（平成 17 年 4 月 国土交通省河川局）の下記値を用いた。

表 4.51 浸水深別被害率

浸水深	0.5m 未満	0.5m～0.99m	1.0m～1.99m	2.0m～2.99m	3.0m 以上
被害率 (償却)	0.232	0.453	0.789	0.966	0.995
被害率 (在庫)	0.128	0.267	0.586	0.897	0.982

Source: 治水経済調査マニュアル（案）（平成 17 年 4 月 国土交通省河川局）の事業所資産被害の浸水深別被害率

④農作物被害

想定氾濫域内の農作物被害は、下式により算定する。

$$\text{農作物被害} = \text{想定氾濫域内メッシュ内農作物} \times \text{浸水深別被害率}$$

なお、浸水深別被害率は、治水経済調査マニュアル（案）（平成 17 年 4 月 国土交通省河川局）の下記値を用いた。

表 4.52 浸水深別被害率

浸水深	0.5m 未満	0.5m～0.99m	1.0m～1.99m	2.0m～2.99m	3.0m 以上
7 日以上	0.67	0.74	0.91	0.91	0.91

Source: 治水経済調査マニュアル（案）（平成 17 年 4 月 国土交通省河川局）の農作物被害の浸水深別被害率（畑平均）

⑤公共土木施設等被害

公共土木施設等被害は、「準備調査」と同様に総資産額の 35%とする。

2) 間接被害

間接被害は、「準備調査」と同様に直接被害額計の 10%とする。

(3) 被害額

表 4.53 に被害額を示す。30 年確率で 112,312 百万 Pesos、100 年確率で 182,916 百万 Pesos である。

表 4.53 確率年別被害額

項目	被害額(Pesos)						
	2年確率	5年確率	10年確率	20年確率	30年確率	50年確率	100年確率
家屋戸数(戸)	2,231,905,354	6,553,171,480	8,701,915,032	10,718,881,437	12,338,687,289	15,008,257,030	19,793,054,564
家庭用品	2,231,905,354	6,553,171,480	8,701,915,032	10,718,881,437	12,338,687,289	15,008,257,030	19,793,054,564
事業所数(製造業)							
償却資産	836,532,676	2,573,997,642	3,371,030,413	4,063,096,629	4,619,283,775	5,690,163,598	7,578,291,351
在庫資産	1,018,591,871	3,134,190,871	4,104,686,256	4,947,370,639	5,624,603,845	6,928,545,119	9,227,596,473
事業所数(小売業)							
償却資産	557,744,554	1,716,171,057	2,247,579,691	2,709,003,583	3,079,832,315	3,507,274,298	5,052,702,482
在庫資産	6,813,580,532	20,965,278,148	27,457,130,920	33,094,028,355	37,624,187,210	46,346,531,390	61,725,381,341
農作物	2,008,619	3,832,554	4,709,093	5,181,819	5,397,013	5,570,595	5,810,989
小計	13,692,268,958	41,499,813,231	54,588,966,438	66,256,443,899	75,630,678,734	92,494,599,059	123,175,891,764
インフラ	4,792,294,135	14,524,934,631	19,106,138,253	23,189,755,365	26,470,737,557	32,373,109,671	43,111,562,117
間接	1,848,456,309	5,602,474,786	7,369,510,469	8,944,619,926	10,210,141,629	12,486,770,873	16,628,745,388
計	20,333,019,403	61,627,222,649	81,064,615,160	98,390,819,190	112,311,557,920	137,354,479,602	182,916,199,270

(4) 年平均被害軽減期待額

以上より、確率年別被害額に流量規模に応じた洪水の生起確率を乗じた流量規模別年平均被害額を累計し、年平均被害軽減期待額を算定すると、下表に示すとおり 30 年確率規模及び 100 年確率規模それぞれ、約 25,671 千 Pesos 及び約 28,937 千 Pesos となる。

表 4.54 年平均被害軽減期待額 (30 年確率規模)

(単位：千 Pesos)

流量規模 (m³/s)	年平均超過確率	被害額			区間平均被害額	区間確率	年平均被害額	年平均被害額の累計＝年平均被害軽減期待額
		① 事業を実施しない場合	② 事業を実施した場合	③ 被害軽減額 (①-②)				
1,620	1/2	20,333,019	0	20,333,019	40,980,121	0.300	12,294,036	12,294,036
2,290	1/5	61,627,223	0	61,627,223	71,345,919	0.100	7,134,592	19,428,628
2,670	1/10	81,064,615	0	81,064,615				
2,860	1/20	98,390,819	0	98,390,819	89,727,717	0.050	4,486,386	23,915,014
3,030	1/30	112,311,558	0	112,311,558	105,351,189	0.017	1,755,853	25,670,867

表 4.55 年平均被害軽減期待額 (100 年確率規模)

(単位：千 Pesos)

流量規模 (m³/s)	年平均超過確率	被害額			区間平均被害額	区間確率	年平均被害額	年平均被害額の累計＝年平均被害軽減期待額
		① 事業を実施しない場合	② 事業を実施した場合	③ 被害軽減額 (①-②)				
1,620	1/2	20,333,019	0	20,333,019	40,980,121	0.300	12,294,036	12,294,036
2,290	1/5	61,627,223	0	61,627,223	71,345,919	0.100	7,134,592	19,428,628
2,670	1/10	81,064,615	0	81,064,615				
2,860	1/20	98,390,819	0	98,390,819	89,727,717	0.050	4,486,386	23,915,014
3,030	1/30	112,311,558	0	112,311,558	105,351,189	0.017	1,755,853	25,670,867
3,220	1/50	137,354,480	0	137,354,480	124,833,019	0.013	1,664,440	27,335,307
3,850	1/100	182,916,199	0	182,916,199	160,135,339	0.010	1,601,353	28,936,661

なお、確率年別の浸水図を図 4.1 に示す。

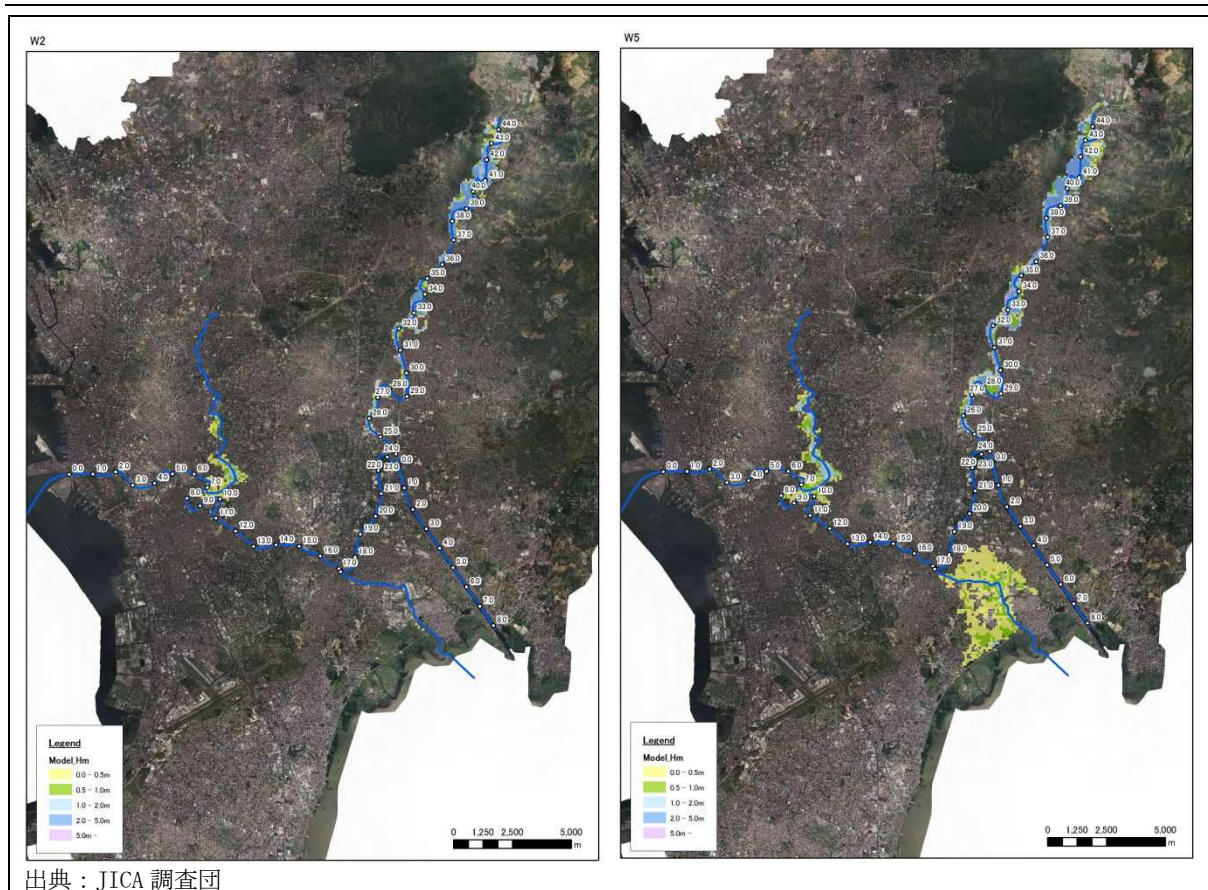


図 4.63(1) 確率別浸水図 (1/2、1/5)

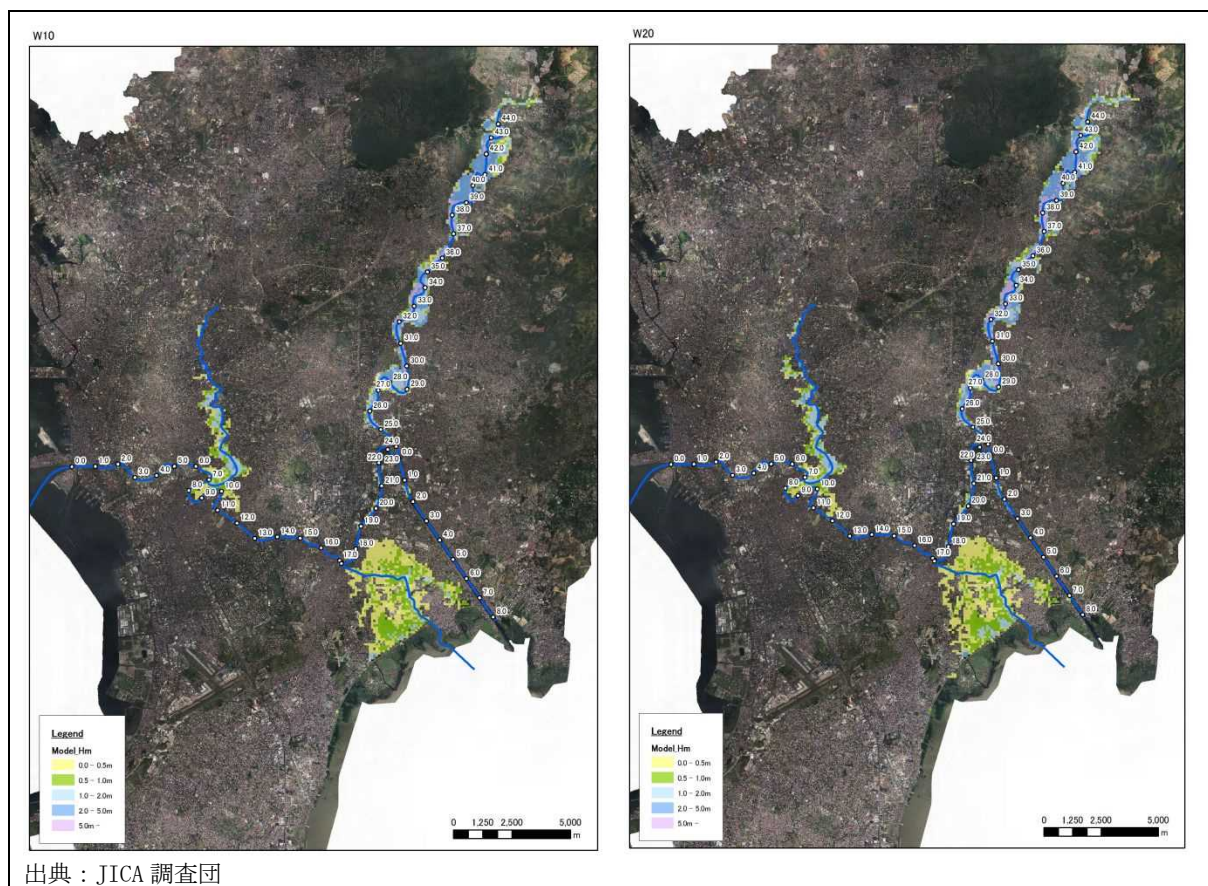


図 4.63(2) 確率別浸水図 (1/10、1/20)

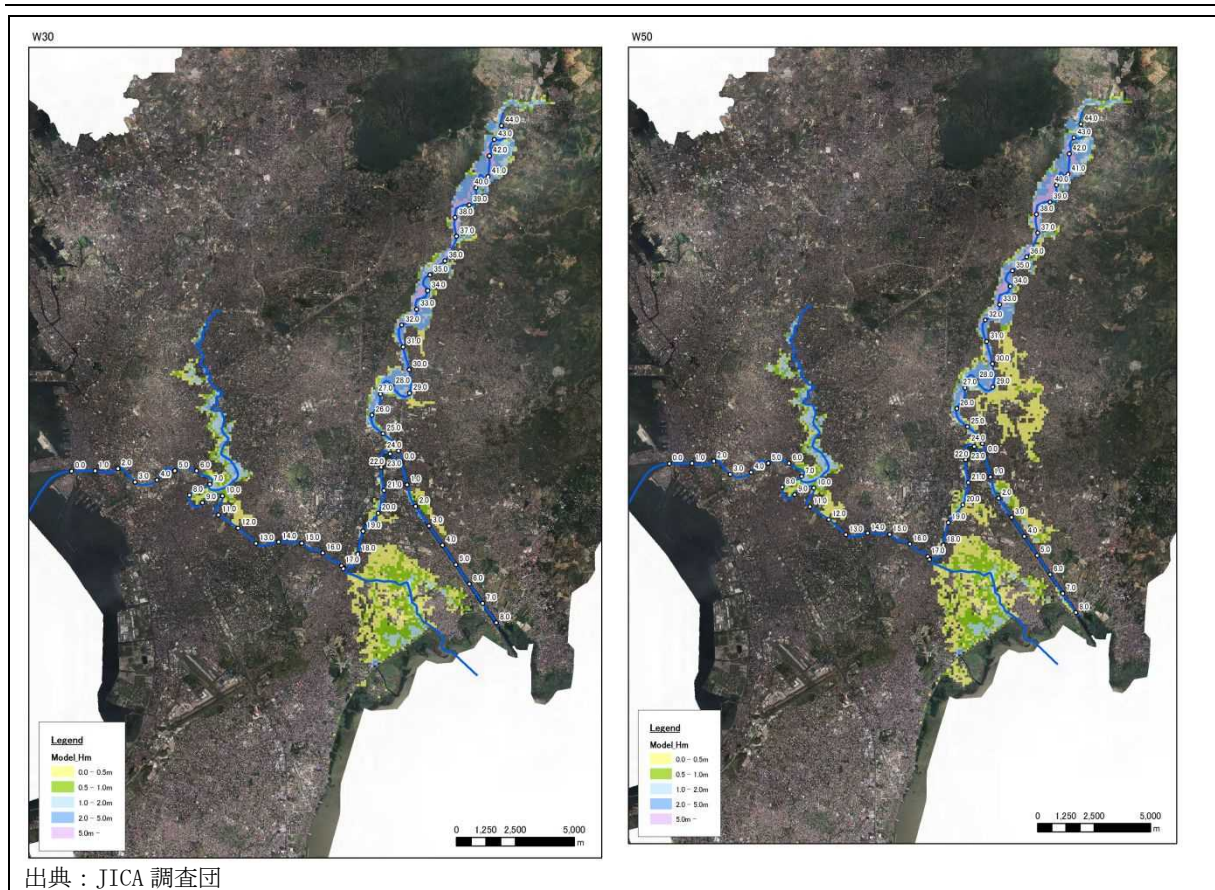


図 4.63(3) 確率別浸水図 (1/30、1/50)

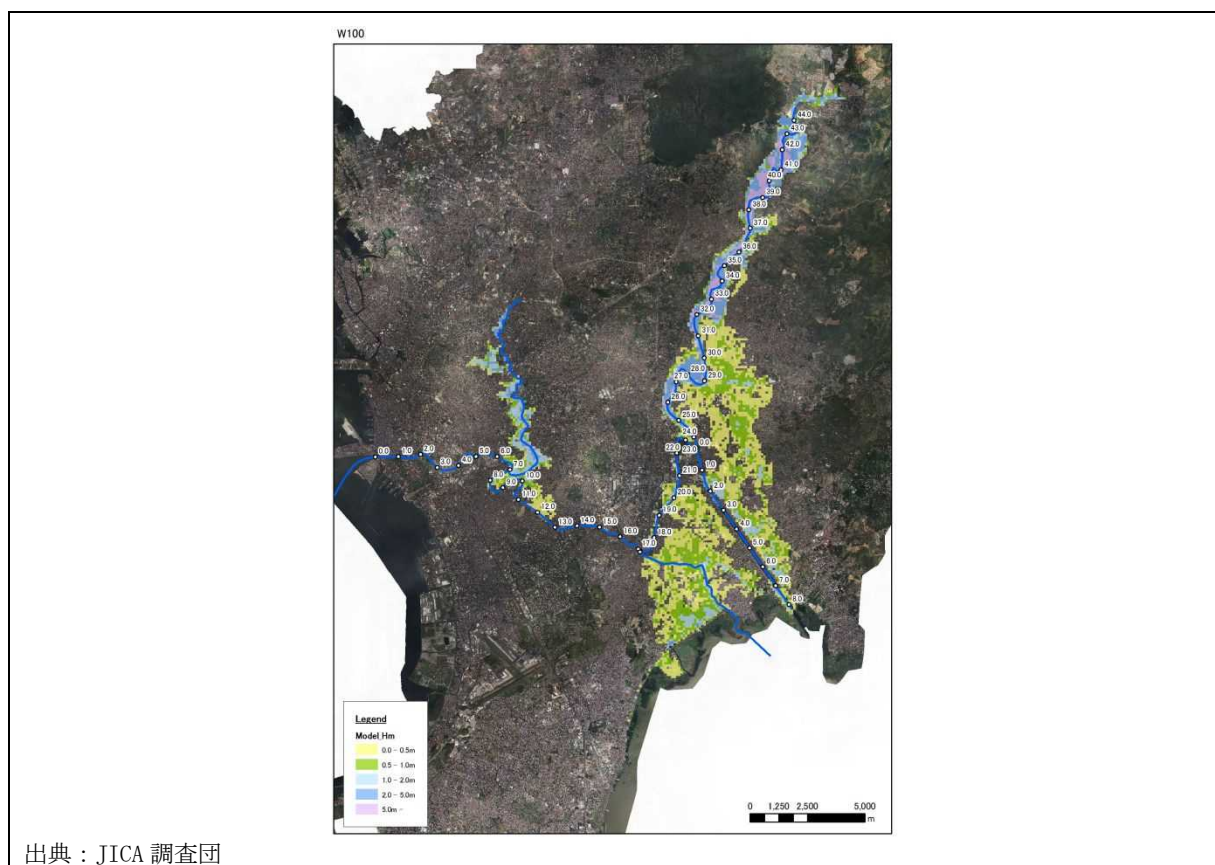


図 4.6 (4) 確率別浸水図 (1/100)

4.5.3 経済評価

(1) 評価条件

1) 評価期間

事業の実施期間は、2014年から4年間（ただし、Upper Upper Marikina Riverは2017年から6年間、またダムは2017年から10年間）とし、事業の評価期間は事業完成後の50年間とする。

2) 社会的割引率

世界銀行やアジア開発銀行のような世界的金融機関では開発途上国において、10%から12%の社会的割引率を用いている例が多いが、本検討では、「準備調査」と同様に15%とする。

(2) 評価結果

以上の費用及び便益を用いて表 4.56 に示す 13 ケース（確率規模 1/30 以下 3 ケース及び 1/100 の 10 ケース）を対象に経済評価を実施した結果を整理すると以下のとおりであり、13 ケース全てにおいて費用対効果が高く、事業の経済効果が確認された。

- ・内部収益率（EIRR）

確率規模 1/30 以下のケースでは 25%以上であるが、確率規模 1/100 のケースでは 17%台とばらつきが見られるが、全てのケースで 15%を上回っていることより費用対効果が高い。

- ・純現在価値（NPV）

確率規模 1/30 以下のケースでは 40,000 百万 Pesos%以上であるが、確率規模 1/100 のケースでは 8,000 百万 Pesos から 11,000 百万 Pesos と、EIRR と同様に確率規模別で差が見られるが、全てのケースで便益が費用を大きく上回ることより、費用対効果が高い。

- ・費用便益比（B/C）

EIRR、NPV 同様、確率規模 1/30 以下のケースでは 3 以上であるが、確率規模 1/100 のケースでは 1.3 から 1.5 と、大きな差が見られるが全てのケースで 1 を超えることより費用対効果が高い。

なお、13 ケースのうち、EIRR、B/C で最も高い数値を示すのはケース①の O 案であるが、NPV の最大ケースは②の A 案と確率規模 1/30 以下のケースが評価は高い。また、確率規模 1/100 のケースは 10 ケースともに大差は見られない。

各ケースのキャッシュフロー表は巻末に示す。

表 4.56 検討ケースと経済評価結果

確率年	ケース	代替案	内部収益率 (EIRR)	純現在価値 (NPV)	費用便益比 (B/C 比)
1/30	①	O 案 *	63.50%	91,769 百万 Pesos	8.1
	②	A 案	62.60%	98,136 百万 Pesos	7.9
	③	B 案	28.00%	40,868 百万 Pesos	3.7
1/100	④	A-1 案	17.60%	10,973 百万 Pesos	1.4
	⑤	A-2-1 案	17.30%	9,854 百万 Pesos	1.4
	⑥	A-3 案	17.00%	8,689 百万 Pesos	1.3
	⑦	A-2-2 案	17.00%	8,542 百万 Pesos	1.3
	⑧	O-1 案	17.70%	11,259 百万 Pesos	1.5
	⑨	O-2 案	17.40%	10,189 百万 Pesos	1.4
	⑩	B-1 案	17.50%	10,591 百万 Pesos	1.4
	⑪	B-2-1 案	17.20%	9,369 百万 Pesos	1.4
	⑫	B-3 案	17.10%	9,024 百万 Pesos	1.3
	⑬	B-2-2 案	17.10%	8,877 百万 Pesos	1.3

*：計画流量 2,900m³/s は既述のように、現況状況（上流部氾濫考慮）の確率規模別流量で評価すると約 1/20 となることより、便益は 1/20 確率規模を用いている。

4.6 協力準備調査・世銀調査・本調査との検討内容の比較

これまでの検討結果を踏まえて、協力準備調査・世銀調査・本調査との検討内容の比較を以降に整理した。

表 4.57 協力準備調査・世銀調査・本調査との検討内容の比較

協力準備調査・世銀調査・本調査との検討内容の比較【降雨解析・流出解析・氾濫解析】		世銀調査		本調査
項目		協力準備調査		
計画 降雨波形	項目の概要	ピーク流量、貯留施設の規模(容量)に係わる重要な項目である。 中央集中型 ・Port Area 観測所の継続時間別確率降雨強度に基づく降雨波形	タイプ1：台風オンドイ型 ・実績時間雨量に基づく降雨波形 タイプ2：中央集中型 ・Port Area 観測所の継続時間別確率降雨強度に基づく降雨波形	実績降雨波形：7 波形＋中央集中型 ・実績時間雨量に基づく計画波形
	考察・評価	協力準備調査では、既往のマスタープランを踏襲した手法で行われている。世銀調査では台風オンドイ型と中央集中型の 2 つのタイプのみを比較し、台風オンドイ型を採用している。 本調査では、台風オンドイ型と中央集中型だけでなく、既往の洪水時の波形を 6 波形追加し比較を行った結果、台風オンドイ型を採用している。その結果、台風オンドイ型の波形がピーク流量、貯留施設の規模ともに最大となることが確認された。		
流域平均 雨量の算定	項目の概要	流域平均雨量は確率規模毎の雨量の大きさを算定し、ピーク流量、貯留施設の規模(容量)に係わる重要な項目である。 Port Area 観測所の雨量×降雨調整係数 ・全流域で一様として算定	タイプ1：台風オンドイ型 ・テイセーセン法及び IDW 法による補正 ・34 分昔流域についてそれぞれ算定 タイプ2：中央集中型 ・IDW 法 ・3 支流域についてそれぞれ算定	実績雨量を基にテイセーセン法、IDW 法による補正
	考察・評価	協力準備調査はマスタープランを踏襲しているが、これは 1990 年当時は降雨の時間資料が乏しく、計画に用いることが困難であったためである。世銀調査では近年のデータを基に空間分布、時間分布を表現できる手法が採用されている。 本調査においても時間データが整理されている 1994 年以降の資料を基に、空間分布、時間分布を表現できる手法を採用している。		
計画降雨 継続時間	項目の概要	洪水のピーク流量、貯留施設の規模(容量)に大きく影響する項目である。流域の特性(流域面積、流域の勾配、土地利用など)に影響を受けるものである。 実績の降雨継続時間をカババーするような時間を用い、2 日を採用。	実績の降雨継続時間をカババーするような時間を用い、2 日を採用。	雨量と水位の関係を整理し、2 日雨量よりも 1 日雨量のほうが、水位との相関が良いことから、1 日を採用。
	考察・評価	協力準備調査及び世銀調査では実績の降雨継続時間を重視して 2 日雨量を採用しているが、ピーク水位との相関は明らかに 1 日雨量が良く、実績の降雨継続時間をカババーできないことによる影響は小さいことから、1 日雨量を採用することが妥当と判断される。 よって、本調査では計画降雨継続時間を見直し、1 日雨量を採用するものとした。		

協力準備調査・世銀調査・本調査との検討内容の比較【降雨解析・流出解析・氾濫解析】		世銀調査	本調査																														
項目	協力準備調査	世銀調査																															
流域平均 確率雨量	確率規模毎の雨量であり、流出量の算定に影響する項目である。 全流域(2日) ・30年確率 392.3mm ・100年確率 445.8mm	全流域(1日) ・30年確率 232.4mm ・100年確率 285.5mm																															
考察・評価	協力準備調査及び世銀調査では2日雨量で算出している。本調査では計画降雨継続時間を見直したことにより1日雨量で算出している。本調査における確率雨量の算出手法は、様々な確率分布より適合性が高く、誤差の少ない分布を用いており、精度が高いものと判断される。	タイプ1：台風オンドイ型 ・実績2日雨量×引き伸ばし率 ・34分割流域についてそれぞれ算定 ・3支流域の流域平均雨量(本調査による試算)																															
St. Nino の洪水流量	流出モデルの精度を決定する、定数のキャリブレーションを行うことは困難であるため、通常水位から流量へ換算する式(H-Q式)を用いる。 また、流量は直接観測を連続的に行うことは困難であるため、通常水位から流量へ換算する式(H-Q式)を用いる。 1958～77、1986、1994～2009の毎年最高水位をH-Q式で洪水流量に換算 H-Q式： ・ $Q = 32.03 \times (H - 10.80)^2$ $H < 17.0$ ・ $Q = 17.49 \times (H - 8.61)^2$ $H > 17.0$ H-Q式は1958～77、1986の実測流量と実測水位から作成されている。 台風オンドイ(2009年)による最大流量 ・ $3,211m^3/sec$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">確率2日雨量</th> </tr> <tr> <th>確率年</th> <th>SB-01</th> <th>SB-02</th> <th>SB-31</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>368</td> <td>369</td> <td>390</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>439</td> <td>444</td> <td>468</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">確率2日雨量</th> </tr> <tr> <th>確率年</th> <th>SB-01</th> <th>SB-02</th> <th>SB-31</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>367</td> <td>366</td> <td>382</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>438</td> <td>441</td> <td>458</td> </tr> </tbody> </table> タイプ2：中央集中型 ・3支流域についてそれぞれ算定	確率2日雨量			確率年	SB-01	SB-02	SB-31	30	368	369	390	100	439	444	468	確率2日雨量			確率年	SB-01	SB-02	SB-31	30	367	366	382	100	438	441	458	1958～77、1986、1994～2009の毎年最高水位をH-Q式で洪水流量に換算 H-Q式： ・ $Q = 31.44 \times (H - 10.96)^2$ $H > 13.0$ H-Q式は1958～77、1986の実測流量と実測水位と、1994～2009の推定流量(等流計算)と実測水位作成されている。 台風オンドイ(2009年)による最大流量 ・ $3,950m^3/sec$
確率2日雨量																																	
確率年	SB-01	SB-02	SB-31																														
30	368	369	390																														
100	439	444	468																														
確率2日雨量																																	
確率年	SB-01	SB-02	SB-31																														
30	367	366	382																														
100	438	441	458																														
考察・評価	協力準備調査では、実測流量と実測水位から作成されたH-Q式であるが、洪水時の観測データが少なく、水位の高い範囲での精度に問題がある。世銀調査では実測流量と実測水位及び、推定流量と実測水位から作成されたH-Q式であるが、推定流量を算出する際の精度に問題がある。本調査では実測流量と実測水位及び、推定流量と実測水位から作成されたH-Q式であり、推定流量を算出する際の手法を改良し、水位の高い範囲での精度を向上している。 特に水位の高い(洪水時)の精度を向上させた、本調査のH-Q式を用いる事が妥当である。	1958～77、1986、1994～2009の毎年最高水位をH-Q式で洪水流量に換算 H-Q式： ・ $Q = 32.03 \times (H - 10.80)^2$ $H < 14.0$ ・ $Q = 25.65 \times (H - 10.46)^2$ $H > 14.0$ H-Q式は1958～77、1986の実測流量と実測水位と、1994～2009の推定流量(不等流計算)と実測水位作成されている。 台風オンドイ(2009年)による最大流量 ・ $3,480m^3/sec$																															

協力準備調査・世銀調査・本調査との検討内容の比較【降雨解析・流出解析・氾濫解析】			
項目	世銀調査 本調査		
洪水 流出解析	<p>協力準備調査 協力準備調査</p> <p>項目の概要 降雨を流量に変換するための解析であり、解析モデルの精度は洪水のピーク流量、貯留施設の規模(容量)に大きく影響する項目である。</p> <p>各調査における洪水解析手法 <ul style="list-style-type: none"> 降雨一流出モデル 貯留関数法：山地流域 準線形貯留型：開発が著しい流域 </p> <p>モデルパラメータの同定・検証 <ul style="list-style-type: none"> 2004年の2洪水を再現する。 観測流量と計算値(ハイドログラフ)を一致させることでモデルパラメータを同定する。 従前モデルから貯留関数法のパラメータ(遅滞時間)を修正。 </p> <p>考察・評価 協力準備調査は集中型モデルであるため降雨の地域分布が表現しにくいモデルである。世銀調査は集中型モデルであるため降雨の地域分布が表現しにくいモデルである。そのため、流域分割を詳細に行っているが地域分布を再現するには限界がある。本調査は分布型モデルであり降雨の地域分布が表現でき、長期流出解析も可能であるため、洪水前の土壌の状態、河道の状態を適切に再現出来るモデルである。世銀調査では降雨の地域分布が表現しにくいモデルであり、キャリブレーションも特徴の異なる3洪水を対象にピーク流量、ピーク水位のみならず、波形にも着目して行っており、再現精度も高い。モデルの特性、キャリブレーション手法などから、本調査における分布型モデルによる流出解析は、既往の調査に比べ精度の高いものと判断される。</p>		
ラグナ湖の 水位	<p>項目の概要 既往洪水時の平均湖面水位：12.2m</p> <p>各調査におけるラグナ湖水位の設定 <table border="1"> <tr> <td>台風オンドイの実績：12.78～13.85m</td> <td>マンガハン放水路完成後の既往最大水位：13.90m</td> </tr> </table> </p> <p>考察・評価 協力準備調査では既往洪水時の平均湖面水位を設定しているが、台風オンドイの実績における水位に対して低くなっている。世銀調査では台風オンドイの実績を設定しているが、河川のピーク流量と湖面水位はピークには達していない。本調査では、ラグナ湖の水位と河川の水位を比較し、既往洪水において河川のピーク水位よりもラグナ湖のピーク水位が先に生じている事例があること、一度上昇したラグナ湖の水位は短期間では元に戻らないことを考慮して、既往最大水位を設定している。ラグナ湖の水位は、マンガハン放水路の分水量に影響を与えるため、ラグナ湖の水位がピークを迎えた後でも計画の流量を分水する必要がある。マンガハン放水路の分水量はバッシング・マリキナ川の治水計画に大きな影響を与えることを考慮すれば、本調査で設定したラグナ湖の水位で計画される治水計画がより安全であると判断される。</p>	台風オンドイの実績：12.78～13.85m	マンガハン放水路完成後の既往最大水位：13.90m
台風オンドイの実績：12.78～13.85m	マンガハン放水路完成後の既往最大水位：13.90m		

協力準備調査・世銀調査・本調査との検討内容の比較【降雨解析・流出解析・氾濫解析】		本調査
項目	協力準備調査	世銀調査
氾濫解析	<p>事業の効果を検討するにあたって、それぞれの施設の設置の効果を検証するために重要な解析である。</p> <p>氾濫解析モデル ・河道：一次元不定流計算 ・氾濫域：二次元不定流計算 ・台風オンドイによる（2009年）洪水を再現計算する。 ・計算結果はインタビュー調査結果とよく一致している。</p>	<p>流域、河道及び氾濫原を統合した解析モデル ・台風オンドイ（2009年）による洪水を再現計算する。 ・計算結果は洪水被害調査による浸水マップとよく一致している。</p>
基本 高水流量	<p>協力準備調査、世銀調査、本調査ともに解析手法に差はないが、世銀調査、本調査では地形の再現にLiDarデータを用いており、精度が高い。</p> <p>Sto. Ninoにおける確率洪水流量 ・30年確率 2,740 m³/sec ・100年確率 3,210 m³/sec ・河道からの溢水・氾濫はないものとして計算されている。</p>	<p>Sto. Ninoにおける確率洪水流量 ・30年確率 3,990 m³/sec ・100年確率 4,980 m³/sec ・河道からの溢水・氾濫はないものとして計算。</p>
考察・評価	<p>協力準備調査、世銀調査、本調査ともに解析手法に差はないが、世銀調査、本調査では地形の再現にLiDarデータを用いており、精度が高い。</p> <p>Sto. Ninoにおける確率洪水流量 (溢水・氾濫無しは未検討) ・30年確率 3,600 m³/sec ・100年確率 4,100 m³/sec ・河道からの溢水・氾濫があるものとして計算されている。 ・マリキナ川の Nangka River 合流点へロサリオ堰区間において、左岸の破堤による大規模な溢水・氾濫の発生を想定している。</p>	<p>Sto. Ninoにおける確率洪水流量 ・30年確率 3,030 m³/sec ・100年確率 3,580 m³/sec ・河道からの溢水・氾濫があるものとして計算。</p>
考察・評価	<p>協力準備調査、世銀調査、本調査ともに解析手法に差はないが、世銀調査、本調査では地形の再現にLiDarデータを用いており、精度が高い。</p> <p>Sto. Ninoにおける確率洪水流量 (溢水・氾濫ありは未検討) ・30年確率 3,600 m³/sec ・100年確率 4,100 m³/sec ・河道からの溢水・氾濫があるものとして計算されている。 ・マリキナ川の Nangka River 合流点へロサリオ堰区間において、左岸の破堤による大規模な溢水・氾濫の発生を想定している。</p>	<p>Sto. Ninoにおける確率洪水流量 ・30年確率 3,030 m³/sec ・100年確率 3,580 m³/sec ・河道からの溢水・氾濫があるものとして計算。</p>

協力準備調査・世銀調査・本調査との検討内容の比較【降雨解析・流出解析・氾濫解析・世銀調査		本調査																																																							
項目	協力準備調査																																																								
計画高水 流量配分	<p>フェーズIIIでは従前の計画流量配分を踏襲する。 30年確率洪水の対策： ・河川改修 ・MCGS（フェーズIIIでは実施しない） 30年確率計画流量（MCGSあり）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Section</th> <th>Q(m³/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wawa</td><td>1,590</td></tr> <tr><td>Rodoriges Bridge</td><td>2,110</td></tr> <tr><td>Before Nangka River</td><td>2,420</td></tr> <tr><td>St. Nino</td><td>2,900</td></tr> <tr><td>Mangahan Floodway</td><td>2,400</td></tr> <tr><td>Lower Marikina River</td><td>500</td></tr> <tr><td>Napindan Channel</td><td>0</td></tr> <tr><td>Pasig River</td><td>605</td></tr> <tr><td>SanJuan River</td><td>700</td></tr> <tr><td>Pasig River - Manila Bay</td><td>1,200</td></tr> </tbody> </table>	Section	Q(m ³ /s)	Wawa	1,590	Rodoriges Bridge	2,110	Before Nangka River	2,420	St. Nino	2,900	Mangahan Floodway	2,400	Lower Marikina River	500	Napindan Channel	0	Pasig River	605	SanJuan River	700	Pasig River - Manila Bay	1,200	<p>以下の案を推奨する。 30年確率洪水対策： A案：・河川改修 ・MCGS ・マンガハン放水路改修 30年確率計画流量（MCGSあり） 単位：Q(m³/s)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Section</th> <th>A案</th> <th>B案</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wawa</td><td>2,720</td><td>2,720</td></tr> <tr><td>Montalban Bridge (Retarding Basin)</td><td>3,560</td><td>3,560</td></tr> <tr><td>St. Nino</td><td>3,100</td><td>2,900</td></tr> <tr><td>Mangahan Floodway</td><td>2,600</td><td>2,400</td></tr> <tr><td>Lower Marikina River</td><td>500</td><td>500</td></tr> <tr><td>Napindan Channel</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Pasig River</td><td>600</td><td>600</td></tr> <tr><td>SanJuan River</td><td>700</td><td>700</td></tr> <tr><td>Pasig River - Manila Bay</td><td>1,300</td><td>1,300</td></tr> </tbody> </table>	Section	A案	B案	Wawa	2,720	2,720	Montalban Bridge (Retarding Basin)	3,560	3,560	St. Nino	3,100	2,900	Mangahan Floodway	2,600	2,400	Lower Marikina River	500	500	Napindan Channel	0	0	Pasig River	600	600	SanJuan River	700	700	Pasig River - Manila Bay	1,300	1,300			
	Section	Q(m ³ /s)																																																							
Wawa	1,590																																																								
Rodoriges Bridge	2,110																																																								
Before Nangka River	2,420																																																								
St. Nino	2,900																																																								
Mangahan Floodway	2,400																																																								
Lower Marikina River	500																																																								
Napindan Channel	0																																																								
Pasig River	605																																																								
SanJuan River	700																																																								
Pasig River - Manila Bay	1,200																																																								
Section	A案	B案																																																							
Wawa	2,720	2,720																																																							
Montalban Bridge (Retarding Basin)	3,560	3,560																																																							
St. Nino	3,100	2,900																																																							
Mangahan Floodway	2,600	2,400																																																							
Lower Marikina River	500	500																																																							
Napindan Channel	0	0																																																							
Pasig River	600	600																																																							
SanJuan River	700	700																																																							
Pasig River - Manila Bay	1,300	1,300																																																							
100年確率	<p>(無し)</p>	<p>代替案のA-2-1、B-3について示す。 100年確率洪水の対策： A-2-1案：・河川改修 ・MCGS ・マンガハン放水路改修 ・マリキナダム B-3案：・河川改修 ・MCGS ・マリキナダム ・遊水池</p>																																																							
	<p>(無し)</p>	<p>以下を含む Alternative 2 を推奨する。 100年確率洪水の対策： ・河川改修 ・マリキナダム ・遊水池 ・非構造物対策</p>																																																							
	<p>100年確率計画流量（MCGS無し）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Section</th> <th>Q(m³/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wawa</td><td>3,600</td></tr> <tr><td>Marikina Dam</td><td>900</td></tr> <tr><td>Montalban Bridge (Retarding Basin)</td><td>2,400</td></tr> <tr><td>St. Nino</td><td>2,900</td></tr> <tr><td>Mangahan Floodway</td><td>2,000</td></tr> <tr><td>Lower Marikina River</td><td>1,000</td></tr> <tr><td>Napindan Channel</td><td>600</td></tr> <tr><td>Pasig River</td><td>850</td></tr> <tr><td>SanJuan River</td><td>1,000</td></tr> <tr><td>Pasig River - Manila Bay</td><td>1,800</td></tr> </tbody> </table>	Section	Q(m ³ /s)	Wawa	3,600	Marikina Dam	900	Montalban Bridge (Retarding Basin)	2,400	St. Nino	2,900	Mangahan Floodway	2,000	Lower Marikina River	1,000	Napindan Channel	600	Pasig River	850	SanJuan River	1,000	Pasig River - Manila Bay	1,800	<p>100年確率計画流量（MCGS有り） 単位：Q(m³/s)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Section</th> <th>A-2-1案</th> <th>B-3案</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wawa</td><td>3,230</td><td>3,230</td></tr> <tr><td>Marikina Dam</td><td>1,260</td><td>1,260</td></tr> <tr><td>Montalban Bridge (Retarding Basin)</td><td>2,140</td><td>2,500</td></tr> <tr><td>St. Nino</td><td>3,100</td><td>2,900</td></tr> <tr><td>Mangahan Floodway</td><td>2,400</td><td>2,400</td></tr> <tr><td>Lower Marikina River</td><td>500</td><td>500</td></tr> <tr><td>Napindan Channel</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Pasig River</td><td>600</td><td>600</td></tr> <tr><td>SanJuan River</td><td>780</td><td>780</td></tr> <tr><td>Pasig River - Manila Bay</td><td>1,400</td><td>1,400</td></tr> </tbody> </table>	Section	A-2-1案	B-3案	Wawa	3,230	3,230	Marikina Dam	1,260	1,260	Montalban Bridge (Retarding Basin)	2,140	2,500	St. Nino	3,100	2,900	Mangahan Floodway	2,400	2,400	Lower Marikina River	500	500	Napindan Channel	0	0	Pasig River	600	600	SanJuan River	780	780	Pasig River - Manila Bay	1,400	1,400
Section	Q(m ³ /s)																																																								
Wawa	3,600																																																								
Marikina Dam	900																																																								
Montalban Bridge (Retarding Basin)	2,400																																																								
St. Nino	2,900																																																								
Mangahan Floodway	2,000																																																								
Lower Marikina River	1,000																																																								
Napindan Channel	600																																																								
Pasig River	850																																																								
SanJuan River	1,000																																																								
Pasig River - Manila Bay	1,800																																																								
Section	A-2-1案	B-3案																																																							
Wawa	3,230	3,230																																																							
Marikina Dam	1,260	1,260																																																							
Montalban Bridge (Retarding Basin)	2,140	2,500																																																							
St. Nino	3,100	2,900																																																							
Mangahan Floodway	2,400	2,400																																																							
Lower Marikina River	500	500																																																							
Napindan Channel	0	0																																																							
Pasig River	600	600																																																							
SanJuan River	780	780																																																							
Pasig River - Manila Bay	1,400	1,400																																																							