

インドネシア国  
公共事業省水資源総局

インドネシア国  
ジャカルタ首都圏総合治水能力強化  
プロジェクト

技術協力成果品

総合的な治水計画（案）  
ANNEX-3 流出抑制対策

平成 25 年 10 月  
(2013 年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

委託先  
八千代エンジニアリング株式会社

環境
JR
13-193



インドネシア国  
公共事業省水資源総局

インドネシア国  
ジャカルタ首都圏総合治水能力強化  
プロジェクト

技術協力成果品

総合的な治水計画（案）  
ANNEX-3 流出抑制対策

平成 25 年 10 月  
(2013 年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

委託先  
八千代エンジニアリング株式会社

本報告書では、以下に示す 2013 年 9 月時点の交換レートを使用した。

外貨交換レート

USD 1.00 = IDR 10,929.766 (2013 年 9 月)

USD 1.00 = JPY 98.04 (2013 年 9 月)

インドネシア国ジャカルタ首都圏総合治水能力強化プロジェクト  
技術協力成果品  
総合的な治水計画（案）  
Annex-3 流出抑制対策

目 次

第 1 章	流域における流出抑制対策	1-1
1.1	流域における流出抑制対策の概要	1-1
1.2	流出抑制施設の概要	1-1
1.3	総合的な治水計画における効果評価対象	1-3
1.4	チリウン川流域における浸透施設の整備目標	1-4
1.4.1	浸透施設の政整備目標の算定	1-4
1.4.2	雨水貯留浸透施設の洪水調節効果	1-12
1.5	単位面積当たりの貯留施設および浸透施設の設置目安	1-15
1.6	雨水貯留浸透施設の設置可能地域	1-16
第 2 章	流出抑制対策における基礎調査	2-1
2.1	流出抑制施設の整備状況	2-1
2.1.1	チリウン川流域における整備状況	2-1
2.1.2	ジャカルタ特別州における整備状況	2-3
2.1.3	ボゴール県(Bogor Regency)における浸透井設置事業	2-7
2.2	支川流域調査	2-10
2.2.1	流域分割	2-10
2.2.2	各支川流域の概要	2-11
2.3	支川流域の土地利用状況	2-17
2.4	各支川流域の Situ の状況	2-29
第 3 章	パイロットプロジェクトの選定	3-1
3.1	パイロットプロジェクトの提案	3-1
3.1.1	流出抑制施設の分類	3-1
3.1.2	パイロットプロジェクトの提案	3-1
3.2	パイロットプロジェクトの選定	3-4
第 4 章	パイロットプロジェクト（雨水貯留浸透施設）の検討	4-1
4.1	パイロットプロジェクトの目的	4-1
4.2	パイロット施設の選定と規模	4-1
4.2.1	流出抑制施設の分類	4-1
4.2.2	パイロット施設の選定	4-2

4.2.3	パイロット施設 の規模	4-4
4.3	パイロット施設設置個所	4-6
4.4	施設の計画および設計	4-7
4.4.1	水文・施設計画	4-7
4.5	現地浸透試験	4-8
4.5.1	試験計画	4-8
4.5.2	試験結果	4-11
4.6	施設計画	4-15
4.7	施工計画	4-18
4.8	単位設計浸透量の算定	4-19
4.8.1	単位設計浸透量の算定方法	4-19
4.8.2	パイロット施設の単位設計浸透量の算定	4-20
4.9	洪水流出抑制効果の検証	4-23
4.9.1	施設効果の概要	4-23
4.10	モニタリング	4-29
4.10.1	モニタリング計画策定	4-29
4.10.2	洪水効果効果検証手法	4-35
4.10.3	洪水効果効果検証	4-37
4.11	維持管理	4-47
4.11.1	目的	4-47
4.11.2	維持管理項目	4-47
第5章	シツの改良	5-1
5.1	シツの再生・改良案	5-1
5.1.1	基本的な考え方	5-1
5.1.2	流出抑制能力の向上のためのシツの改良	5-2
5.1.3	維持管理	5-8
5.2	現況シツおよび関連する水路の特徴	5-13
5.2.1	現地調査	5-13
5.2.2	調査したシツに多く見られた特徴	5-14
5.2.3	シツの水源	5-15
5.2.4	ゲートおよび余水吐きの配置	5-15
5.2.5	水路網	5-26
5.3	シツの改良検討例（シツ・チロドン）	5-26
5.3.1	スグタム支川流域の概要	5-26
5.3.2	シツ・チロドンの概要	5-28
5.3.3	シツ・チロドンの現況の治水効果	5-30
5.3.4	詳細設計	5-43

第 6 章	支川流域における総合的な治水計画 .....	6-1
6.1	基本的な考え方 .....	6-1
6.2	パイロット支川流域におけるケーススタディ .....	6-2
6.2.2	流出計算 .....	6-5
6.2.3	現況流下能力 .....	6-11
6.2.4	河道計画 .....	6-17
6.2.5	Situ Sidomukti について.....	6-21
6.2.6	Situ Cilodong 改造案及びその効果.....	6-21
6.2.7	貯留浸透施設の効果 .....	6-23
6.3	ケーススタディによって明らかになった課題 .....	6-24
第 7 章	流出抑制施設、施策運用マニュアル（案）の作成 .....	7-1

表 番 号

表 1.3-1	浸透施設および貯留施設の特徴	1-3
表 1.4-1	浸透施設の整備施設容量の設定条件	1-6
表 1.4-2	設置目標原単位の設定結果（学校：南ジャカルタでのケーススタディ）	1-6
表 1.4-3	設置目標原単位の設定結果（公園：南ジャカルタでのケーススタディ）	1-7
表 1.4-4	DKI ジャカルタにおける浸透井戸設置実績	1-8
表 1.4-5	公共施設 自治体別の施設計画対象面積の算定結果一覧	1-9
表 1.4-6	民間施設 自治体別の施設計画対象面積の算定結果一覧	1-10
表 1.4-7	公共施設を対象とした浸透施設の整備施設容量の算定結果一覧	1-10
表 1.4-8	民間施設を対象とした浸透施設の整備施設容量の算定結果一覧	1-11
表 1.4-9	浸透施設の整備施設容量の算定結果一覧	1-11
表 1.4-10	チリウン川流域における雨水貯留浸透施設の効果	1-14
表 1.5-1	貯留施設および浸透施設の設置目安の事例	1-15
表 2.1-1	浸透井設置に関連する機関(DKI ジャカルタ)	2-5
表 2.1-2	浸透井設置の実績(DKI ジャカルタ, 2001-2010)	2-6
表 2.1-3	工業エネルギー局による浸透井設置の実績(DKI ジャカルタ, 2010-2012)	2-6
表 2.1-4	浸透井の実施数 (Bogor 県, 2012-2013 年)	2-8
表 2.2-1	支川諸元	2-11
表 2.4-1	各支川の Situ 一覧	2-29
表 3.2-1	パイロットプロジェクトの候補地	3-4
表 3.2-2	公園貯留候補地の比較	3-6
表 4.2-1	プラスチック製雨水貯留浸透施設の特徴	4-3
表 4.5-1	現地浸透試験法の比較	4-8
表 4.5-2	ボアホールを利用した現地浸透試験の手順	4-9
表 4.5-3	試験孔寸法(cm)	4-10
表 4.5-4	飽和透水係数算定結果	4-11
表 4.5-5	飽和透水係数算定結果（変水位法）	4-13
表 4.5-6	試験結果	4-13
表 4.5-7	粒径による飽和透水係数の概略値	4-14
表 4.5-8	飽和透水係数の概略値	4-14
表 4.8-1	算出条件	4-20
表 4.8-2	浸透施設の比浸透量算定結果	4-21
表 4.8-3	浸透施設の比浸透量算定式(1)	4-21
表 4.8-4	浸透施設の比浸透量算定結果	4-22
表 4.8-5	浸透施設の比浸透量算定式(2)	4-22
表 4.9-1	検討結果	4-26
表 4.10-1	観測日時	4-37
表 4.10-2	ピーク流量低減効果	4-42

表 4.10-3	貯留効果検証結果 .....	4-42
表 4.10-4	浸透効果検証結果 .....	4-43
表 4.11-1	点検の内容 .....	4-47
表 4.11-2	清掃内容 .....	4-48
表 5.1-1	河床勾配と流速の関係 .....	5-4
表 5.1-2	保全地域の管理に関する大統領令要約 .....	5-9
表 5.1-3	河川の境界線等に関する公共事業大臣令要約 (1/2) .....	5-10
表 5.1-4	河川の境界線等に関する公共事業大臣令要約 (2/2) .....	5-11
表 5.1-5	JABODETABEKPUNJUR 地域における空間計画に関する大統領令要約 (1/2) ...	5-11
表 5.1-6	JABODETABEKPUNJUR 地域における空間計画に関する大統領令要約 (2/2) ...	5-12
表 5.2-1	パイロットプロジェクトの候補地 .....	5-13
表 5.2-2	調査したシツに多く見られた特徴 .....	5-14
表 5.2-3	シツ・クバンテナンの状況 (1/2) .....	5-16
表 5.2-4	シツ・チカレットの状況 (1/2) .....	5-18
表 5.2-5	シツ・チロドンの状況 (1/2) .....	5-20
表 5.2-6	シツ・チタヤムの状況 (1/2) .....	5-22
表 5.2-7	シツ・プラデンの状況 (1/2) .....	5-24
表 5.3-1	シツ・チロドンの基礎情報 .....	5-29
表 5.3-2	単元流域の基礎情報 .....	5-32
表 5.3-3	流出係数 .....	5-32
表 5.3-4	Segment 1 の土地利用と平均流出係数 .....	5-32
表 5.3-5	Segment 1-3 の土地利用と平均流出係数 .....	5-33
表 5.3-6	Segment 1-2 の土地利用と平均流出係数 .....	5-33
表 5.3-7	Segment 1-1 の土地利用と平均流出係数 .....	5-33
表 5.3-8	Segment 2 の土地利用と平均流出係数 .....	5-34
表 5.3-9	河床勾配と流速の関係 .....	5-36
表 5.3-10	ハイトグラフ計算結果の例 .....	5-38
表 5.3-11	流出計算結果の例 .....	5-38
表 5.3-12	現況でのピーク流出量に対する越流水深 .....	5-42
表 6.2-1	流域の諸元 .....	6-2
表 6.2-2	土地利用状況及び流出率 .....	6-2
表 6.2-3	河床勾配と流速の関係 .....	6-7
表 6.2-4	ハイトグラフ計算結果の例 .....	6-9
表 6.2-5	流出計算結果の例 .....	6-9
表 6.2-6	流出計算結果 .....	6-10
表 6.2-7	Situ Cilodong 放流設備改良効果検証結果 .....	6-22
表 6.2-8	貯留浸透施設による効果量 .....	6-23

## 図 番 号

図 1.2-1	流出抑制施設 .....	1-2
図 1.2-2	オフサイト貯留施設の例 .....	1-2
図 1.2-3	オンサイト貯留浸透施設の例 .....	1-2
図 1.2-4	雨水浸透施設の例 .....	1-3
図 1.4-1	浸透施設の整備施設容量の設定フロー .....	1-5
図 1.4-2	設置目標原単位の設定結果（官公庁建物：ボゴール県でのケーススタディ） .	1-7
図 1.4-3	公園における浸透施設配置のケーススタディ .....	1-8
図 1.4-4	民間施設における設置目標原単位の設定結果 .....	1-9
図 1.4-5	流域に多数配置された浸透井戸の流出抑制効果の評価概念図 .....	1-12
図 1.4-6	単純化した雨水浸透施設の 24 時間浸透量の算定 .....	1-13
図 1.4-7	流出計算による浸透井戸の流出抑制効果の概念図 .....	1-13
図 1.4-8	マンガライゲート地点での流出抑制効果－調節量と 浸透分相当時間雨量の関係 .....	1-13
図 1.4-9	単純化した雨水浸透施設の浸透量とマンガライゲート地点での流出抑制効果	1-14
図 1.6-1	チリウン川流域における浸透試験結果 .....	1-16
図 2.1-1	シツの改良前と改良後の比較(Situ Kelapa Dua) .....	2-1
図 2.1-2	浸透井戸とその設置諸元 .....	2-2
図 2.1-3	調整池とその概要 .....	2-2
図 2.1-4	調整池とその概要バイオポリとその構造、削孔器具 .....	2-3
図 2.1-5	学校での浸透施設設置(DPE, SMPN11, Jakarta Selatan) .....	2-7
図 2.1-6	学校での浸透施設設置(DPE, SMK Negri 30, Jakarta Selatan) .....	2-7
図 2.1-7	浸透井設置例 (Desa Sukagalih, Bogor) .....	2-8
図 2.1-8	浸透井設置例(Kulurahan Karadenan, Bogor) .....	2-8
図 2.1-9	浸透井構造図 (Bogor) .....	2-9
図 2.2-1	流域分割図 .....	2-10
図 2.2-2	L2 流域の支川の状況 .....	2-11
図 2.2-3	L3 流域の支川の状況 .....	2-12
図 2.2-4	L4 流域の支川の状況 .....	2-12
図 2.2-5	L5 流域の支川の状況 .....	2-13
図 2.2-6	L6 流域の支川の状況 .....	2-13
図 2.2-7	R2 流域の支川の状況 .....	2-14
図 2.2-8	R3 流域の支川の状況 .....	2-14
図 2.2-9	R4 流域の支川の状況 .....	2-15
図 2.2-10	R5 流域の支川の状況 .....	2-15
図 2.2-11	R6 流域の支川の状況 .....	2-16
図 2.3-1	L1 流域の土地利用状況 .....	2-17
図 2.3-2	L2 流域の土地利用状況 .....	2-18

図 2.3-3	L3 流域の土地利用状況	2-19
図 2.3-4	L4 流域の土地利用状況	2-20
図 2.3-5	L5 流域の土地利用状況	2-21
図 2.3-6	L6 流域の土地利用状況	2-22
図 2.3-7	R1 流域の土地利用状況	2-23
図 2.3-8	R2 流域の土地利用状況	2-24
図 2.3-9	R3 流域の土地利用状況	2-25
図 2.3-10	R4 流域の土地利用状況	2-26
図 2.3-11	R5 流域の土地利用状況	2-27
図 2.3-12	R6 流域の土地利用状況	2-28
図 2.4-1	L3 流域の Situ の位置及びその諸元	2-29
図 2.4-2	L5 流域の Situ の位置及びその諸元	2-30
図 2.4-3	L6 流域の Situ の位置及びその諸元	2-30
図 2.4-4	R1 流域の Situ の位置及びその諸元	2-31
図 2.4-5	R2 流域の Situ の位置及びその諸元	2-31
図 2.4-6	R3 流域の Situ の位置及びその諸元	2-32
図 2.4-7	R4 流域の Situ の位置及びその諸元	2-32
図 2.4-8	R5 流域の Situ の位置及びその諸元	2-33
図 3.1-1	流出抑制施設の分類	3-1
図 3.1-2	シツの調整池化の効果 (イメージ図)	3-2
図 3.1-3	シツの調整池化 (イメージ図)	3-2
図 3.1-4	公園 (グラント) 貯留 (イメージ図)	3-3
図 3.1-5	雨水貯留浸透施設 (イメージ図)	3-3
図 3.2-1	現地調査を行ったシツ位置図	3-5
図 3.2-2	公園貯留候補地点位置図	3-6
図 3.2-3	現地写真 (Taman Banteng)	3-8
図 3.2-4	BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所位置図	3-9
図 3.2-5	雨水貯留浸透施設候補地点	3-10
図 3.2-6	現地写真 (BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所)	3-11
図 3.2-7	現地写真 (PU 敷地内)	3-12
図 4.2-1	流出抑制施設の分類	4-2
図 4.2-2	プラスチック製雨水貯留浸透施設	4-3
図 4.2-3	雨水貯留浸透施設 施設図	4-4
図 4.2-4	雨水貯留浸透施設 (イメージ図)	4-5
図 4.2-5	流出抑制の水文・水理の概念	4-5
図 4.3-1	BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所位置図	4-6
図 4.3-2	BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所と RSIF の配置図	4-6
図 4.4-1	調査・計画フロー	4-7
図 4.5-1	試験位置図	4-9

図 4.5-2	試験孔写真	4-10
図 4.5-3	試験状況	4-10
図 4.5-4	ボアホール法の比浸透量	4-11
図 4.5-5	注水量の変化（定水位法）	4-12
図 4.5-6	粒度試験結果	4-14
図 4.6-1	雨水貯留浸透施設位置概要	4-15
図 4.6-2	測量実施状況	4-15
図 4.6-3	平面図	4-16
図 4.6-4	平面図（詳細）	4-17
図 4.6-5	横断図	4-17
図 4.7-1	施工スケジュール	4-18
図 4.9-1	効果検証方法のイメージ図	4-23
図 4.9-2	流域図	4-24
図 4.9-3	降雨強度式	4-25
図 4.9-4	洪水調節計算結果(1) (W=1/2、バイパス流量 Q=0.0346m <sup>3</sup> /s、 D250、I=1/500)	4-26
図 4.9-5	洪水調節計算結果(2) (W=1/5、1/10 バイパス流量 Q=0.0346m <sup>3</sup> /s、 D250、I=1/500)	4-27
図 4.9-6	洪水調節計算結果(3) (W=1/25、1/50、バイパス流量 Q=0.0346m <sup>3</sup> /s、 D250、I=1/500)	4-28
図 4.10-1	モニタリング施設位置図	4-29
図 4.10-2	観測概要（イメージ）	4-30
図 4.10-3	水位観測(Q1)（水路地点）	4-31
図 4.10-4	観測地点状況（水路地点）	4-31
図 4.10-5	水位観測(Q2, Q3)（三角堰地点）	4-31
図 4.10-6	三角堰設置状況（右：流入量(Q2) 左：流出量(Q1) 観測地点）	4-31
図 4.10-7	流量換算手法説明図（概略図：水路）	4-32
図 4.10-8	流量換算手法説明図（概略図：三角堰）	4-33
図 4.10-9	観測機器	4-33
図 4.10-10	貯水位観測	4-34
図 4.10-11	観測井の状況	4-35
図 4.10-12	洪水ピーク低減効果（イメージ）	4-36
図 4.10-13	効果検証イメージ図	4-37
図 4.10-14	雨水貯留施設貯水位変化例（2013/05/01）	4-38
図 4.10-15	浸透効果観測結果例（2013/05/01）	4-38
図 4.10-16	日雨量(mm/day)	4-40
図 4.10-17	ピーク流量低減効果の検証例（2013/05/01）	4-41
図 4.10-18	浸透効果の検証例（2013/05/30~31）	4-44
図 4.10-19	チリウン川流域における浸透試験結果	4-45

図 5.1-1	ため池の調整池化の効果（イメージ図）	5-2
図 5.1-2	ため池の調整池化（イメージ図）	5-2
図 5.1-3	降雨分布（24時間中央集中）	5-6
図 5.1-4	切り欠き設置による放流量の減少効果	5-6
図 5.1-5	シツの調整池化 spillway 改良図	5-7
図 5.1-6	シツ周辺の保全／境界地域の範囲	5-8
図 5.2-1	現地調査を行ったシツ位置図	5-14
図 5.2-2	シツの水源	5-15
図 5.2-3	ゲートおよび余水吐きの配置	5-15
図 5.2-4	水路網の模式図	5-26
図 5.3-1	スグタム支川流域のシツおよび水路の分布	5-27
図 5.3-2	スグタム支川流域の行政界	5-27
図 5.3-3	スグタム支川流域の土地利用の変化	5-28
図 5.3-4	シツ・チロドンと関連施設	5-29
図 5.3-5	流域分割図	5-31
図 5.3-6	流出計算モデル	5-34
図 5.3-7	ダマガ観測所における降雨強度式	5-37
図 5.3-8	シツ・チカレットにおける流出調節および洪水調節計算結果（ $w = 1/10$ ）	5-40
図 5.3-9	シツ・チカレットにおける流出調節および洪水調節計算結果（ $w = 1/200$ ）	5-41
図 5.3-10	現況でのシツ・チロドンの洪水調節効果	5-43
図 5.3-11	改良後のシツ・チロドンの余水吐き	5-44
図 6.2-1	対象流域図	6-3
図 6.2-2	流出計算モデル	6-5
図 6.2-3	Damaga Bogor 観測所における降雨強度式	6-8
図 6.2-4	Ciliwung 川合流点～Situ Sidomukti 放流地点 現況縦断面図	6-12
図 6.2-5	Ciliwung 川合流点～Situ Sidomukti 放流地点 流下能力図	6-12
図 6.2-6	Situ Sidomukti 流入地点～上流端 現況縦断面図	6-13
図 6.2-7	Situ Sidomukti 流入地点～上流端 現況流下能力図	6-13
図 6.2-8	Situ Sidomukti 流入地点～Situ Cilodong 現況縦断面図	6-14
図 6.2-9	Situ Sidomukti 流入地点～Situ Cilodong 現況流下能力図	6-14
図 6.2-10	Situ Cilodong 流入地点～Situ Cikaret 現況縦断面図	6-15
図 6.2-11	Situ Cilodong 流入地点～Situ Cikaret 現況流下能力図	6-15
図 6.2-12	Situ Cilodong から流出する用水路 現況縦断面図	6-16
図 6.2-13	Situ Cilodong から流出する用水路 現況流下能力図	6-16
図 6.2-14	計画断面概念図	6-17
図 6.2-15	Ciliwung 川合流点～Situ Sidomukti 放流地点 計画縦断面図	6-18
図 6.2-16	Ciliwung 川合流点～Situ Sidomukti 放流地点 計画横断面図	6-18
図 6.2-17	Situ Sidomukti 流入地点～上流端 計画縦断面図	6-19
図 6.2-18	Situ Sidomukti 流入地点～上流端 計画横断面図	6-19

図 6.2-19	Situ Sidomukti 流入地点～Situ Cilodong 計画縦断図.....	6-20
図 6.2-20	Situ Sidomukti 流入地点～Situ Cilodong 計画横断図.....	6-20
図 6.2-21	現況放流設備及び改造案.....	6-21
図 6.2-22	現況放流設備及び改造案による放流量の違い.....	6-22
図 6.2-23	浸透量の考え方.....	6-23

## 第 1 章 流域における流出抑制対策

### 1.1 流域における流出抑制対策の概要

『総合的な治水計画(案)』で提案する流域における流出抑制対策は、以下のように要約できる。

- a) チリウン川流域においては、開発された土地からの流出を最小限に抑えるため、国土空間計画に関する政令 No.26/2008 に規定される“zero delta Q”ポリシーに基づき、実施可能なあらゆる流出抑制対策を積極的に実施する。
- b) 流出抑制対策には、雨水あるいは表流水を一時的に貯留し、徐々に下流へと流す『貯留施設』、雨水を積極的に地中に浸透させる『雨水浸透施設』、およびそれらを組み合わせた『雨水貯留浸透施設』がある。
- c) 小規模な貯留施設の場合、50年確率規模の計画降雨時には流出ピークの到達以前に満杯になり、十分なピークカット効果を発揮できない可能性がある。そこで、チリウン川流域の総合的な治水計画(案)では、流出抑制対策のうち、満杯になった後も一定の雨水浸透効果が期待できる雨水浸透施設および雨水貯留浸透施設を対象として、そのチリウン川流域における整備目標(整備施設容量)を設定し、またマンガライゲート地点におけるその洪水調節効果を試算した。
- d) 既存の法令(ジャカルタ特別州知事令 No.20/2013)およびケーススタディに基づき現実的な単位面積当たり設置量を設定し、2008年から2030年までの間に整備すべき施設容量を試算した。その結果、合計約290万 $\text{m}^3$ (表1.4-9)に相当する容積の雨水浸透施設および雨水貯留浸透施設をチリウン川流域に配置した場合、マンガライゲート地点で約70 $\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節効果が期待できることが明らかになった。

### 1.2 流出抑制施設の概要

流出抑制施設の種類は多岐にわたるが、それらは貯留施設と浸透施設の2つに大別できる。

前者は、雨水や表流水を一時的に貯留し徐々に放流することにより、流出を調節するものであり、後者は、雨水の地中への浸透を促進させるものである。

貯留施設は、オフサイト施設とオンサイト施設に区分される。オフサイト施設は、河川、水路等によって雨水を集水し、貯留する施設であり、一方オンサイト施設は、雨が降った場所で雨水を貯留する施設である。

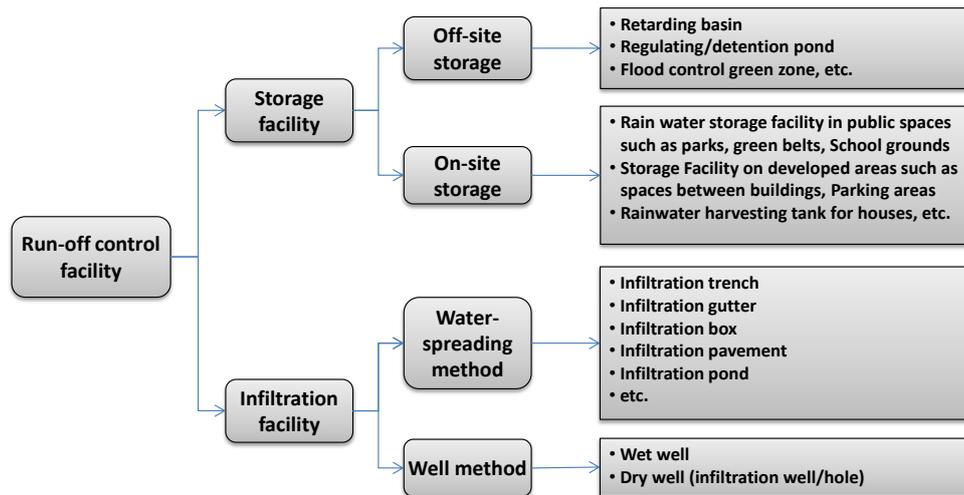


図 1.2-1 流出抑制施設

下記に、主な流出抑制施設の概要図を示す。



平常時はテニスコートして利用



ジャカルタの貯留施設

図 1.2-2 オフサイト貯留施設の例



(校庭の地下に設置)

図 1.2-3 オンサイト貯留浸透施設の例



Installation in Japan

浸透升・浸透トレンチ（日本の事例）



雨水浸透井戸

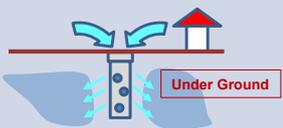
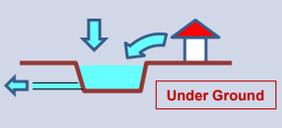
（インドネシア国ボゴールの事例）

図 1.2-4 雨水浸透施設の例

### 1.3 総合的な治水計画における効果評価対象

浸透施設および貯留施設の機能は、以下のように整理できる。

表 1.3-1 浸透施設および貯留施設の特徴

項目	浸透施設	貯留施設
施設概要		
1. 主な機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨水の地下浸透量を増加することで、流出量を低減する。</li> <li>地下水の涵養に寄与する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨水を一時的に貯留することで、流出量を低減する。</li> </ul>
2. 計画概要	施設の設置場所は、浸透が困難な場所および地滑りを生じやすい急傾斜な地形を避ける必要がある。	洪水時の大雨を貯留する施設は、施設規模が大きなものに限定されることや放流先の下流水路の流下能力を確保する必要がある。
3. 効果の継続性	施設内が満水になっても、流出抑制効果として浸透量を継続的に見込むことができる。	施設内が満水するまで、流出抑制効果を見込むことができる。
4. 施設の種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infiltration Well (<i>Sumur Resapan</i>)</li> <li>Infiltration Pond (<i>Kolam Resapan, Situ</i>)</li> <li>Infiltration Hole (<i>Biopori</i>)</li> <li>Rainwater Storage Infiltration Facility proposed by JICA, etc.</li> </ul>	<p>[オフサイト施設]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulating Pond (<i>Improved Situ</i>)</li> <li>Retarding Basin, etc.</li> </ul> <p>[オンサイト施設]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rainwater Harvesting Tank</li> <li>Storage area at schoolyards and parks (in Japan), etc.</li> </ul>
流出抑制機能の評価方針	施設内が満水になっても、流出抑制効果として浸透量を見込むことができる。従って、浸透施設による流出抑制効果は、チリウん川の総合治水計画において見込むことが可能と考える。	洪水時の大雨では、ピークを迎える前に、施設内が満水してしまう。従って、1/1～1/10年確率規模の中小規模の雨に対しては、貯留施設による流出抑制効果を見込むことが可能と考える。

チリウン川流域においては、開発された土地からの流出を最小限に抑えるため、国土空間計画に関する政令 No.26/2008 に規定される“zero delta Q”ポリシーに基づき、実施可能なあらゆる流出抑制対策を積極的に実施する。

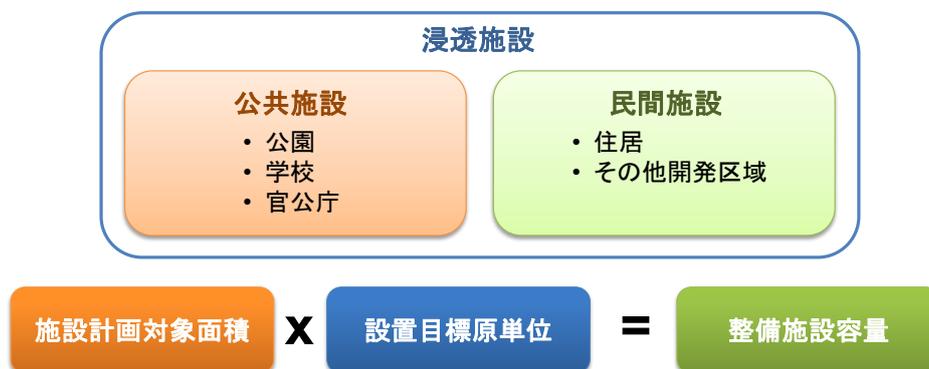
小規模な貯留施設の場合、50年確率規模の計画降雨時には流出ピークの到達以前に満杯になり、十分なピークカット効果を発揮できない可能性がある。そこで、チリウン川流域の総合的な治水計画（案）では、流出抑制対策のうち、満杯になった後も一定の雨水浸透効果が期待できる雨水浸透施設および雨水貯留浸透施設（以下、『浸透施設』と呼ぶ）を対象として、そのチリウン川流域における整備目標（整備施設容量）を設定し、またマンガライゲート地点におけるその洪水調節効果を試算した。

## 1.4 チリウン川流域における浸透施設の整備目標

### 1.4.1 浸透施設の整備目標の算定

#### (1) 算定方法

チリウン川流域における整備目標は、2030年時点の土地利用が既存の空間計画に設定されたものとおおむね同じであるという前提で、2030年までに整備すべき浸透施設の総容量（整備施設容量）として、下記の方法で算定した。



- ① 浸透施設の整備施設容量は、公共施設と民間施設それぞれに分けて算定した。
- ② 公共施設では、一定面積のオープンスペースを有する公園、学校、官公庁を浸透施設の設置対象とした。
- ③ 住居や民間事業者による将来の開発区域は、民間施設として評価した。
- ④ 単位面積当たりの整備施設容量を「設置目標原単位」と呼び、官公庁、公園、学校および民間それぞれについてこれを設定した。
- ⑤ 計画目標年次である 2030 年までの土地利用を考慮した施設整備可能な面積を「施設計画対象面積」と呼び、浸透施設の「整備施設容量」は、「設置目標原単位」×「施設計画対象面積」で算定した。

公共施設および民間施設の整備施設容量は、下記の考えにより算定した。

### ①公共施設

- 学校、官公庁、公園は、利用可能なオープンスペースがそれぞれ異なるため、それぞれの「設置目標原単位」は現地踏査に基づいて設定した(表 1.4-2、図 1.4-2、表 1.4-3)。
- 計画目標年次である 2030 年までの「施設計画対象面積」は、各施設の現在の公共施設面積のうち浸透施設の整備が可能な面積を算定し、チリウン川流域の自治体毎の人口増加率を将来の公共施設面積の増加率と考え乗じた値とした (表 1.4-5)。
- 「整備施設容量」は、「設置目標原単位」×「施設計画対象面積」として、自治体ごとに算定した (表 1.4-7)。

### ②民間施設

- 住居や民間事業者による将来の開発区域を対象とした。
- DKI ジャカルタの浸透施設の設置実績および屋根面積に対する浸透井戸による雨水の流出抑制量について規定した、ジャカルタ特別州知事令 No.20/2013 に基づき、「設置目標原単位」を設定した (表 1.4-4、図 1.4-4)。
- 計画目標年次である 2030 年までの「施設計画対象面積」は、2008 年から 2030 年までの市街化区域 (都市および住居区域) の計画開発面積とした (表 1.4-6)。
- 「整備施設容量」は、「設置目標原単位」×「施設計画対象面積」として、自治体ごとに算定した (表 1.4-8)。

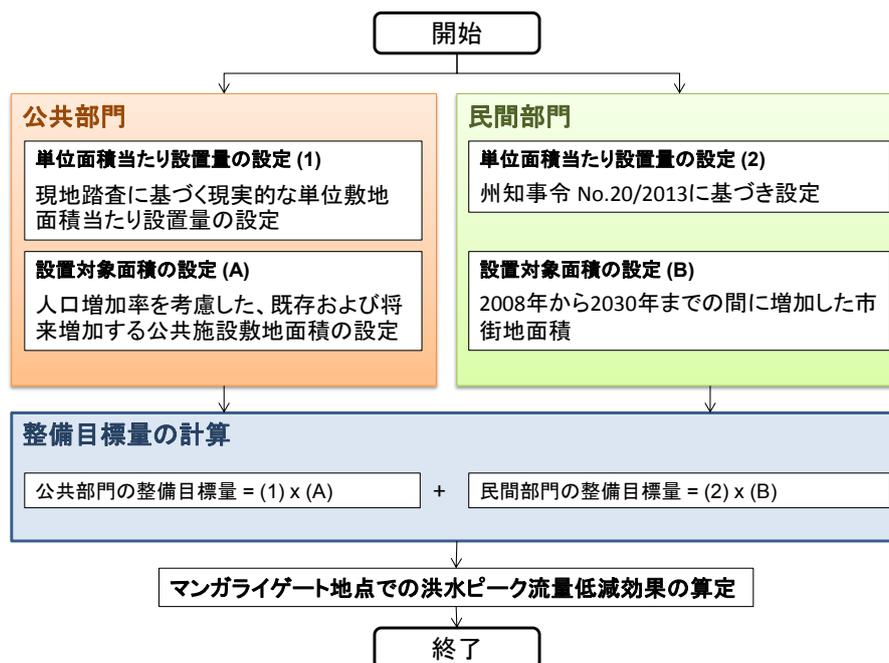


図 1.4-1 浸透施設の整備施設容量の設定フロー

(2) 設定条件

算定に用いた設置目標原単位および施設計画対象面積は以下のように設定した。

表 1.4-1 浸透施設の整備施設容量の設定条件

公共施設	設置目標原単位	現地にて浸透施設が設置可能な面積を実測し設定した。 学校：140 m <sup>3</sup> /ha、官公庁建物：100 m <sup>3</sup> /ha、公園：150 m <sup>3</sup> /ha
	施設計画対象面積	現況面積×(1+各自治体の人口伸び率)
民間施設	設置目標原単位	Scenario 1：DKI ジャカルタの浸透施設の設置実績に基づき設定した。 160 m <sup>3</sup> /ha
		Scenario 2：Scenario 1 と Scenario 3 の中間値 220 m <sup>3</sup> /ha
		Scenario 3：ジャカルタ特別州知事令 No.20/2013 に基づき設定した。 280 m <sup>3</sup> /ha
		施設計画対象面積

1) 設置目標原単位の設定

①公共施設

○学校

表 1.4-2 設置目標原単位の設定結果（学校：南ジャカルタでのケーススタディ）

学校名	面積 (m <sup>2</sup> ) (a)	浸透井戸 (箇所)	浸透井戸の 整備施設容量 (m <sup>3</sup> ) (b)	設置目標原単位 (m <sup>3</sup> /ha) (1)=(b)/(a) x 1,000
SMK NGGERI 30	5,200	7	42	81
SMPN 11	4,800	4	24	50
SMPN 2 SSN	4,000	5	30	75
SMPN 28	4,000	7	42	105
SDN Bambu Apus	5,450	10	60	110
SDN Kp. Tengah	8,480	42	252	297
SDN Percontohan Lubang Buaya	3,830	11	66	172
平均				140

資料：JCFM プロジェクト

○官公庁建物



設置目標原単位:  $V(\text{m}^3)/\text{Area}(\text{m}^2) = 8.64/900$   
 $= 96 \text{ m}^3/\text{ha} \approx 100 \text{ m}^3/\text{ha}$

図 1.4-2 設置目標原単位の設定結果（官公庁建物：ボゴール県でのケーススタディ）

○公園

表 1.4-3 設置目標原単位の設定結果（公園：南ジャカルタでのケーススタディ）

公園名	面積 (m <sup>2</sup> ) (a)	浸透井戸 (箇所)	浸透井戸の 整備施設容量 (m <sup>3</sup> ) (b)	設置目標原単位 (m <sup>3</sup> /ha) (1) = (b)/(a) x 1,000
Taman Eks SPBU Jl. Mataram	1,929	4	24	124
Taman Eks SPBU Jl. Mataram	1,285	4	24	187
Taman Rumah Dinas Jabatan Wagub	797	2	12	151
平均				150

資料: JCFM プロジェクト



図 1.4-3 公園における浸透施設配置のケーススタディ

②民間施設

○Scenario1

- ・DKI ジャカルタにおける浸透井戸の設置実績に基づき設定した。

$$\begin{aligned} \text{設置目標原単位} &: \text{浸透井戸設置容量}(\text{m}^3) / \text{面積}(\text{m}^2) = 405,222 / 25,803,746 \\ &= 157 \text{ m}^3/\text{ha} \approx 160 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

表 1.4-4 DKI ジャカルタにおける浸透井戸設置実績

行政機関	浸透井戸設置容量 (m <sup>3</sup> )	対象面積 (m <sup>2</sup> )
Jakarta Pusat	328,118	3,997,031
Jakarta Timur	75,885	14,743,825
Jakarta Selatan	1,219	7,062,890
合計	405,222	25,803,746

○Scenario3

- ・ ジャカルタ特別州知事令 No.20/2013 に規定されている、屋根面積に対する必要流出抑制量に基づき算定した。
- ・ 同規定では、125 m<sup>2</sup>の屋根面積（100 ～149 m<sup>2</sup>）に対して6 m<sup>3</sup>の流出抑制量を要求している。このとき、建ぺい率を60%とした場合、敷地面積当たりの流出抑制量は288 m<sup>3</sup>/haとなる。

屋根面積に対する必要流出抑制量

No.	屋根面積 (m <sup>2</sup> )	流出抑制量 (m <sup>3</sup> )
1	= 50	2
2	51 - 99	4
3	100 - 149	6
4	150 - 199	8
5	200 - 299	12
6	300 - 399	16
7	400 - 499	20
8	500 - 599	24
9	600 - 699	28
10	700 - 799	32
11	800 - 899	36
12	900 - 999	40

設置目標原単位 :  $V(m^3)/Area(m^2) = 6/(125/0.6)$   
= 288 m<sup>3</sup>/ha  $\approx$  280m<sup>3</sup>/ha

図 1.4-4 民間施設における設置目標原単位の設定結果

2) 施設計画対象面積の設定

① 公共施設

表 1.4-5 公共施設 自治体別の施設計画対象面積の算定結果一覧

行政機関	現在 施設計画対象面積(km <sup>2</sup> )				人口 伸び率	将来 施設計画対象面積(km <sup>2</sup> )			
	官公庁	公園	学校	合計		官公庁	公園	学校	合計
Jakarta Pusat	0.037	2.037	0.088	2.162	1.303	0.048	2.654	0.115	2.818
Jakarta Timur	0.022	1.363	0.472	1.858	1.303	0.029	1.777	0.615	2.421
Jakarta Selatan	0.061	2.661	1.961	4.683	1.303	0.079	3.467	2.556	6.102
Kota Depok	0.052	0.186	0.924	1.162	1.128	0.059	0.210	1.043	1.311
Kab. Bogor	0.081	0.561	0.232	0.874	1.121	0.090	0.629	0.261	0.980
Kota Bogor	0.046	0.088	0.209	0.343	1.096	0.051	0.096	0.229	0.375
合計	0.299	6.896	3.887	11.082	1.232	0.357	8.832	4.817	14.006

○民間施設

表 1.4-6 民間施設 自治体別の施設計画対象面積の算定結果一覧

行政機関	市街化面積 (km <sup>2</sup> )		
	2008年(現在)	2030年(将来)	面積増加量
Jakarta Pusat	21.630	21.630	0.000
Jakarta Timur	17.990	20.114	2.124
Jakarta Barat	8.800	8.800	0.000
Jakarta Selatan	71.610	73.374	1.764
Jakarta Utara	9.560	9.560	0.000
Kota Depok	40.930	58.823	17.893
Kab. Bogor	18.300	80.944	62.644
Kota Bogor	33.660	44.756	11.096
合計	222.480	318.001	95.521

Note : Development Area : Urban and Settlement

(3) 浸透施設の整備目標値の算定結果

浸透施設の整備目標値の算定結果を以下に示す。

なお、総合的な治水計画の中に示されている、将来の土地利用の変化や治水対策の進捗などは今後どのような状況になるか不確実であるため、現時点での民間施設を対象とした整備目標は最大値のシナリオ3を採用することとする。

各行政機関の整備目標値は表 1.4-9 に示すとおりである。

表 1.4-7 公共施設を対象とした浸透施設の整備施設容量の算定結果一覧

項目		Jakarta Pusat	Jakarta Timur	Jakarta Selatan	Kota Depok	Kab. Bogor	Kota Bogor	合計
施設計画対象面積 (m <sup>2</sup> )	官公庁	48,472	29,187	79,222	58,769	90,465	50,690	356,805
	公園	2,654,195	1,776,582	3,466,680	209,884	628,699	96,135	8,832,174
	学校	114,958	614,843	2,555,651	1,042,517	260,585	228,562	4,817,116
設置目標原単位 (m <sup>3</sup> /ha)	官公庁	100m <sup>3</sup> /ha						
	公園	150m <sup>3</sup> /ha						
	官公庁	140m <sup>3</sup> /ha						
整備施設容量 (m <sup>3</sup> )	官公庁	480	290	790	580	900	500	3,540
	公園	39,810	26,640	52,000	3,140	9,430	1,440	132,460
	官公庁	1,600	8,600	35,770	14,590	3,640	3,200	67,400
	合計	41,890	35,530	88,560	18,310	13,970	5,140	203,400

表 1.4-8 民間施設を対象とした浸透施設の整備施設容量の算定結果一覧

項目		Jakarta Pusat	Jakarta Timur	Jakarta Selatan	Kota Depok	Kab. Bogor	Kota Bogor	流域全体
施設計画対象面積 (km <sup>2</sup> )	Settlement	0.000	1.184	1.646	6.734	51.708	7.781	66.223
	Urban	0.000	0.940	0.118	11.159	10.936	3.315	2.585
	Total	0.000	2.124	1.764	17.893	62.644	11.096	95.521
設置目標原単位 (m <sup>3</sup> /ha)	Scenario1	160m <sup>3</sup> /ha						
	Scenario2	220m <sup>3</sup> /ha						
	Scenario3	280m <sup>3</sup> /ha						
整備施設容量 (m <sup>3</sup> )	Scenario1	0	35,900	29,800	302,400	1,058,700	187,500	1,614,300
	Scenario2	0	46,700	38,800	393,600	1,378,200	244,100	2,101,400
	Scenario3	0	59,500	49,400	501,000	1,754,000	310,700	2,674,600

表 1.4-9 浸透施設の整備施設容量の算定結果一覧

項目		北ジャカルタ	東ジャカルタ	南ジャカルタ	デポック市	ボゴール県	ボゴール市	流域全体
整備目標量 (m <sup>3</sup> )	公共部門	41,890	35,530	88,560	18,310	13,970	5,140	203,400
	民間部門	0	59,500	49,400	501,000	1,754,000	310,700	2,674,600
	合計	41,890	95,030	137,960	519,310	1,767,970	315,840	2,878,000

### 1.4.2 雨水貯留浸透施設の洪水調節効果

#### 【要約】

- 容量の合計が 2,878,000 m<sup>3</sup> 相当の浸透井戸を含む雨水貯留浸透施設を、チリウン川流域に多数建設した場合、それらのマンガライゲート地点における流出抑制効果は約 70 m<sup>3</sup>/s に相当する。

#### 【解説】

容量の合計が 2,878,000 m<sup>3</sup> 相当の浸透井戸を含む雨水貯留浸透施設（前項で提案した整備施設容量相当）を、チリウン川流域に多数建設した場合のマンガライゲート地点における流出抑制効果は、以下の考え方によって算定した。

#### (1) 流出計算

- a) チリウン川流域に建設される雨水貯留浸透施設の大部分は、浸透井戸であると仮定した。そして、その集合体を、流域全体の地表面から雨水を均等に浸透させる一つの大きな雨水浸透施設として単純化した。

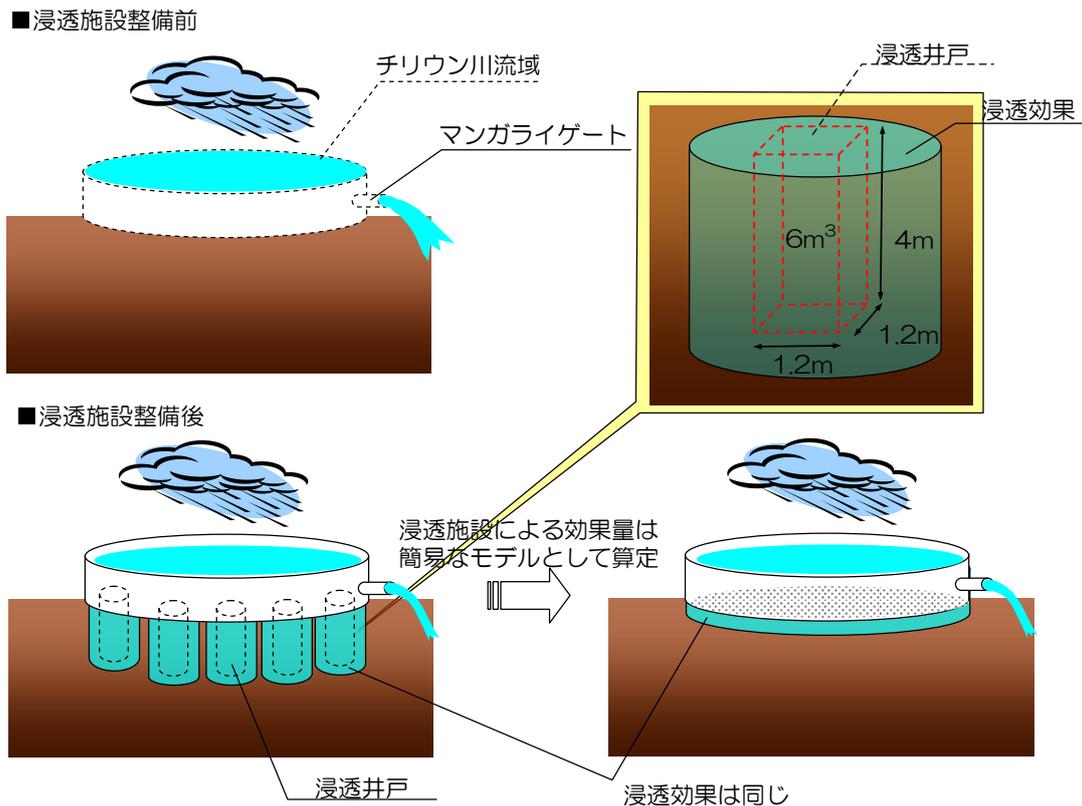


図 1.4-5 流域に多数配置された浸透井戸の流出抑制効果の評価概念図

- b) この単純化した雨水浸透施設の 24 時間浸透量 ( $V_{p24}$ ) は、降雨のうち地表からの浸透分に相当する時間雨量 ( $R_p$ ) と流域面積 ( $A$ ) から、次のように算定した。

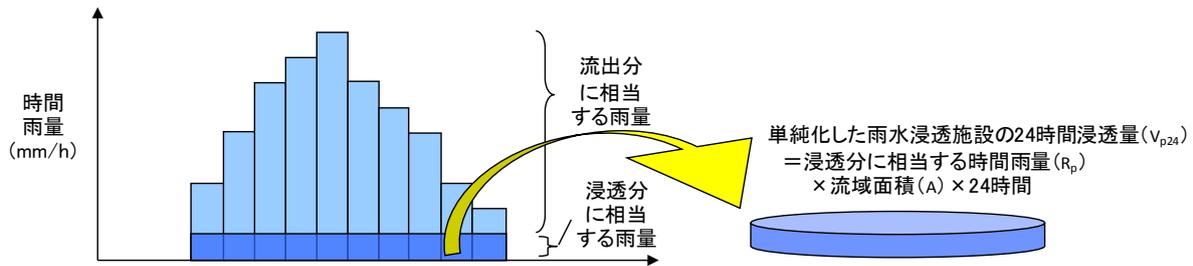


図 1.4-6 単純化した雨水浸透施設の 24 時間浸透量の算定

- c) ここで、浸透分に相当する時間雨量を複数のケース設定し、各ケースについて流出計算を行い、浸透分に相当する時間雨量 ( $R_p$ )、単純化した雨水浸透施設の 24 時間浸透量 ( $V_{p24}$ )、マンガライゲート地点における流出抑制効果 ( $Q_r$ )、マンガライゲート地点における調節量 ( $V_r$ ) の関係を算定した。ここで、マンガライゲート地点における調節量 ( $V_r$ ) は、ピーク流量発生時刻を含む 24 時間の流量となる。

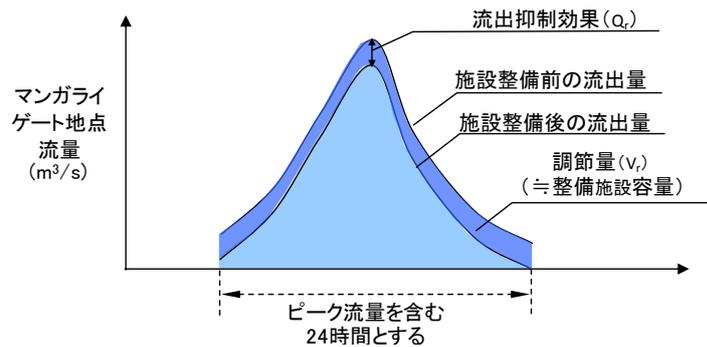


図 1.4-7 流出計算による浸透井戸の流出抑制効果の概念図

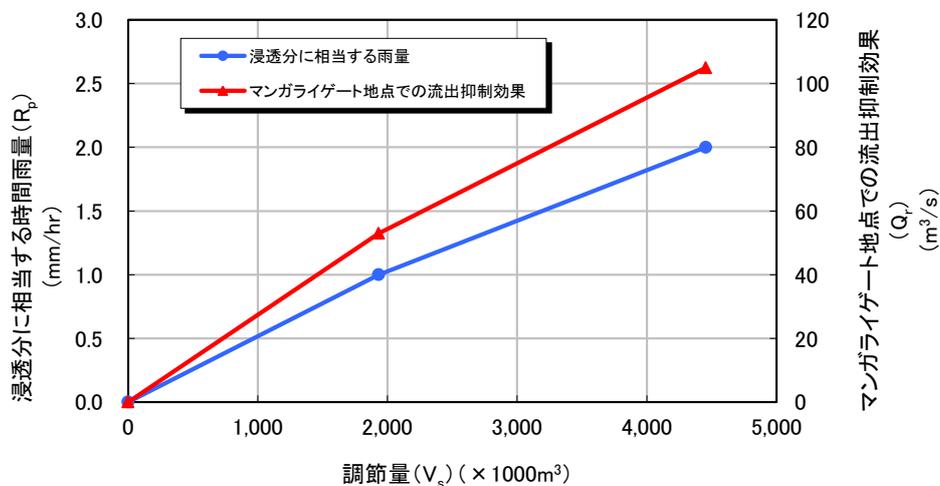


図 1.4-8 マンガライゲート地点での流出抑制効果—調節量と浸透分相当時間雨量の関係

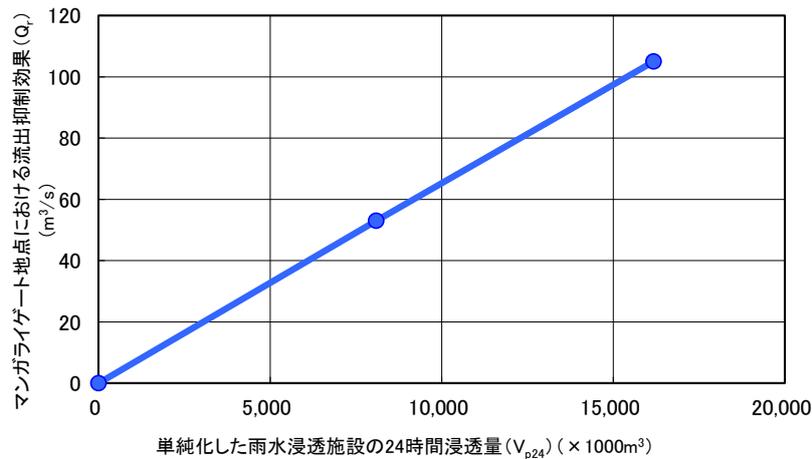


図 1.4-9 単純化した雨水浸透施設の浸透量とマンガライゲート地点での流出抑制効果

(2) 流出抑制効果の算定

- a) 先に設定したチリウン川流域に建設すべき雨水貯留浸透施設の整備目標（整備施設容量 2,878,000 m<sup>3</sup>）が雨水を満杯に貯留した場合、その総量はマンガライゲート地点における調節量 ( $V_r$ ) と同等になると考え、図 1.4-8 もしくは計算によって、マンガライゲート地点における洪水調節量 2,878,000 m<sup>3</sup> に対応する流出抑制効果 ( $Q_r$ ) を求めた。このとき、 $Q_r=72 m^3/s$  となった（表 1.4-10）

(3) 雨水貯留浸透施設による浸透量のチェック

- a) 雨水貯留浸透施設の全てが浸透井戸であると仮定し、その平均的な寸法や浸透能力に基づき、浸透井戸の内壁から周辺の地盤へ浸透する水量の合計（施設浸透量  $V_p$ ）を、以下の式から算定した。

$$(\text{施設浸透量 } V_p) = (\text{整備施設容量 } 2,878,000 m^3) / (\text{浸透井戸 1 施設の容量 } 6 m^3) \\ \times (\text{浸透井戸 1 施設の周辺地盤への浸透量 } 1.48 m^3/h^*) \times 24hr$$

※浸透井戸 1 施設の浸透量は、JICA JCFM プロジェクトによって実施された浸透量調査に基づく。

- b) 算定された施設浸透量 ( $V_p$ ) が、図 1.4-9 から求められるマンガライゲート地点における流出抑制効果 ( $Q_r$ ) に対応する単純化した雨水浸透施設の 24 時間浸透量 ( $V_{p24}$ ) よりも多いことを確認した（表 1.4-10）

表 1.4-10 チリウン川流域における雨水貯留浸透施設の効果

	整備施設容量 ( $\times 1,000m^3$ )	浸透分に相当する雨量( $R_p$ ) (mm/h)	マンガライゲート地点 流出抑制効果( $Q_r$ ) ( $m^3/s$ )	浸透分雨量( $R_p$ )に対応する必要浸透量 ( $V_{p24}$ ) ( $\times 1000m^3$ )	施設浸透量( $V_p$ ) ( $\times 1,000m^3$ )	施設浸透量( $V_{p24}$ ) > 必要浸透量( $V_r$ )
雨水貯留浸透施設	2,878	1.4	72	11,326	17,038	O.K.

## 1.5 単位面積当たりの貯留施設および浸透施設の設置目安

ある集水域に流出抑制施設の設置を計画する場合の、施設容量の総量は、500 m<sup>3</sup>/ha を目安とする。

日本における、開発された集水域に対する貯留施設および浸透施設の設置目標は以下のとおりである。これらの値は、開発された土地に実質的に設置可能な施設容量という観点から設定されている。

表 1.5-1 貯留施設および浸透施設の設置目安の事例

Catchment Area (ha)	0.05	0.10	0.30	0.50	1.00	>1.0
River Name						
Draft Guideline by <i>Cipta Karya</i> <sup>1)</sup>	1,200 m <sup>3</sup> /ha					
Nakagawa&Ayase River	No Regulation	500 m <sup>3</sup> /ha			950 m <sup>3</sup> /ha	
Shingashi River	No Regulation	500 m <sup>3</sup> /ha			950 m <sup>3</sup> /ha	
Sakai River (Kanagawa)	No Regulation	Depend on Regulation for each Municipal/City				
Turumi River	No Regulation	600 m <sup>3</sup> /ha				
Shinkawa River	600 m <sup>3</sup> /ha					
Sakai River (Aichi)	600 m <sup>3</sup> /ha					
Yamato River	No Regulation			300 m <sup>3</sup> /ha	585 m <sup>3</sup> /ha	
Ina River	No Regulation				600 m <sup>3</sup> /ha	
Neya River	No Regulation	300 m <sup>3</sup> /ha	400 m <sup>3</sup> /ha		600 m <sup>3</sup> /ha	

出典:

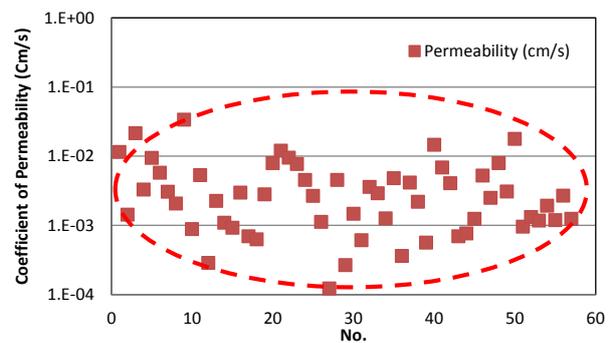
- 1) Pedoman Teknis Pengelolaan Genangan Air Hujan pada Lingkungan Bangunan Gedung (Draft), Directorate General of Human Settlements, 2010
- 2) Ministry of Land Infrastructure, Transportation and Tourism, Japan

## 1.6 雨水貯留浸透施設の設置可能地域

浸透井戸を含む雨水貯留浸透施設の設置の可否は、既存の技術基準（SNI 03-2453-2002 住宅地の雨水浸透井戸の計画方法に関するインドネシア国家基準、等）に従って計画地点の地下水位や地盤の浸透能力を個別に調査して決定する。なお、JCFM プロジェクトがチリウン川流域において地盤の浸透能調査を行った結果、流域の大部分の地域が雨水貯留浸透施設の設置に適していることが確認された。



Coefficient of permeability ranges from  $10^{-2}$  to  $10^{-4}$  cm/s. According to the result, most parts of the Ciliung River Basin are suitable for the infiltration facility.



出典：JCFM プロジェクト

図 1.6-1 チリウン川流域における浸透試験結果

## 第 2 章 流出抑制対策における基礎調査

### 2.1 流出抑制施設の整備状況

#### 2.1.1 チリウン川流域における整備状況

チリウン川流域においては、主にオフサイト施設として、シツ(の改良)、オンサイト施設として、浸透井戸、浸透池、ビオポリが整備されている。以下に整備実施状況を示す。

##### (1) シツ

チリウン川流域には、灌漑、養魚用水等の補給を目的としたシツ (Situ, ため池) が多数あるが、都市化の進展に伴い、水田区域が減少しており、本来の利水目的で利活用されていないシツが存在する。本来目的である利水補給の他に、住民の憩いの場としてのレクリエーション空間の提供(釣り、ボート遊び)や地下水の涵養、自然環境の保全としても重要な位置を占めており、多目的な利活用が想定される。

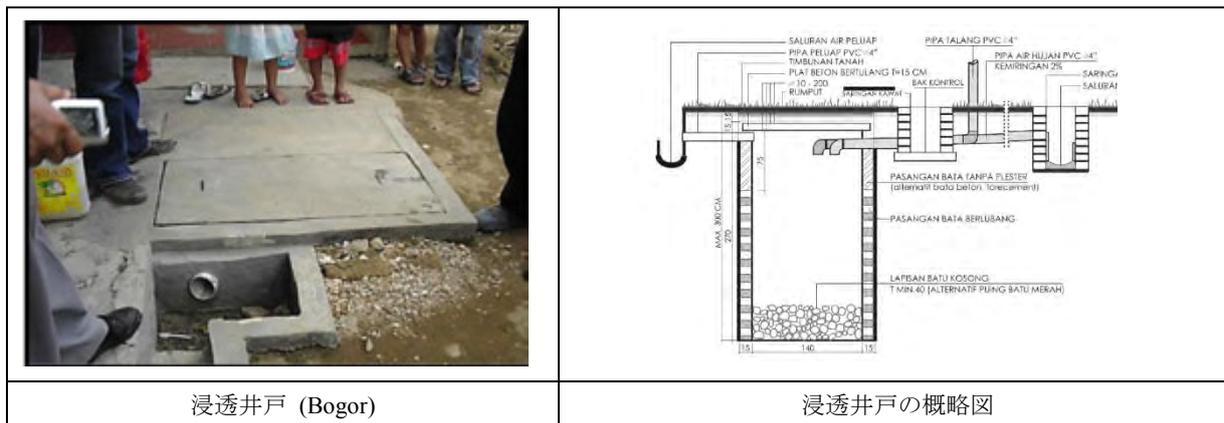


出典: Ciliwung-Cisadane River Basin Organization

図 2.1-1 シツの改良前と改良後の比較(Situ Kelapa Dua)

##### (2) 浸透井戸

浸透井戸は、地下の浅いところに透水性の井戸を作り、雨水を浸透させることにより、雨水流出量を抑制するものである。流出抑制すると共に地下水の涵養にも効果がある。ジャカルタやその近傍では、最も採用例が多い施設である。



Source: 1) Technical Guidelines for Rainwater Management on Building Environment (2011, Draft, Cipta Karya)  
2) Total Solution, BBWS Cil-Cis, MPW, Indonesia

図 2.1-2 浸透井戸とその設置諸元

(3) 調整池

開発地では、流水の貯留や浸透機能が減少することから流出量が増加する。調整池は、開発に伴って増加する流域からの流出量を一時的に貯留することにより、下流河川への流出増を抑制する施設である。

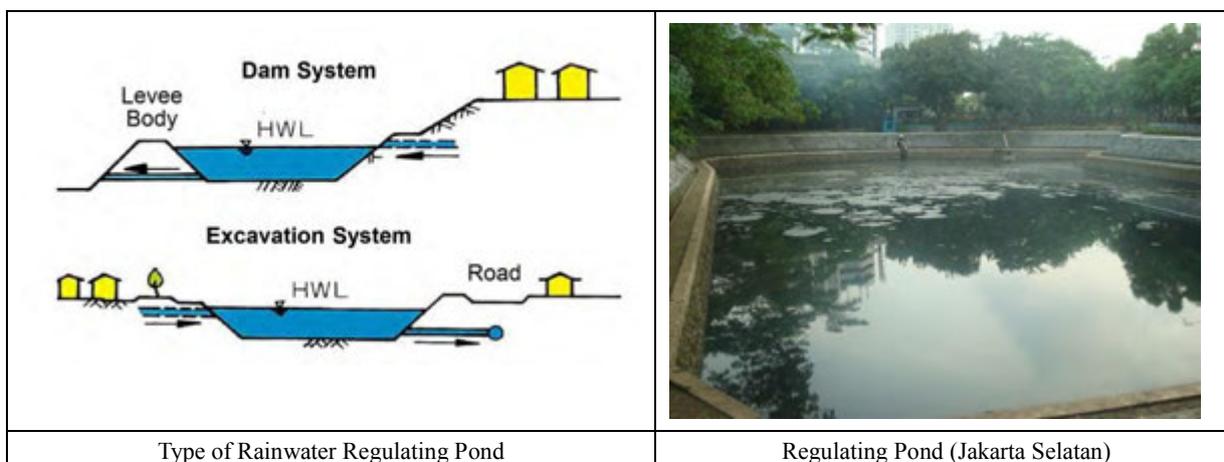


図 2.1-3 調整池とその概要

(4) ビオポリ (Biopori)

ビオポリは、個別住宅や公園の流出抑制施設として推奨されている、直径 10cm、深さ 100cm の浸透施設である。ビオポリの特徴は、構造が単純であること、設置のための器具が用意されていること、ホール内に生ごみ等が埋められること、貯留した水による地下水の涵養を促進する等である。

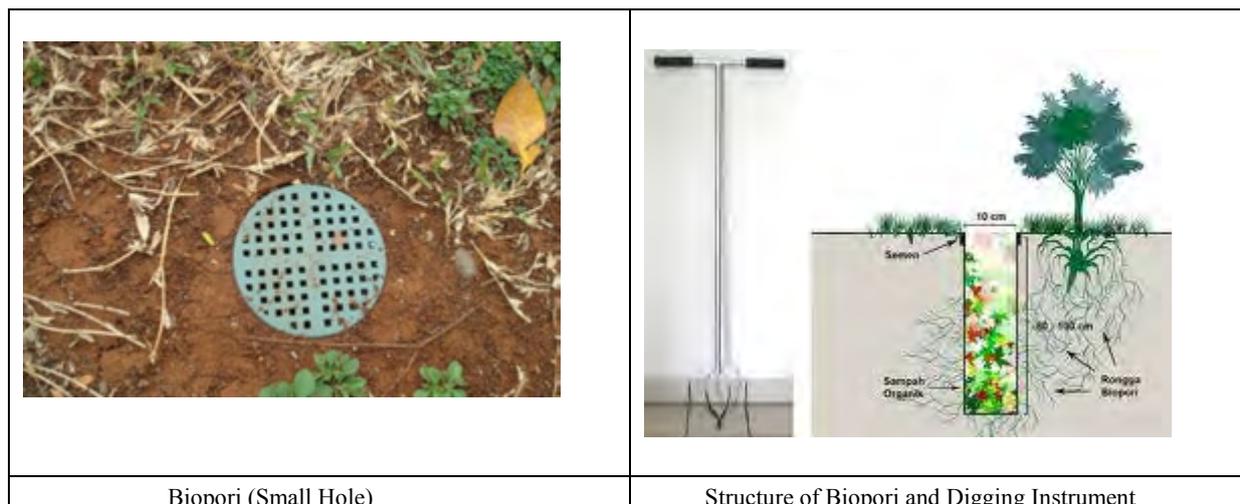


図 2.1-4 調整池とその概要ビオポリとその構造、削孔器具

## 2.1.2 ジャカルタ特別州における整備状況

ジャカルタ特別市では、2005年に策定された浸透井の設置促進に関する条例(Regulation of Governor General Provisions on Development of Infiltration Well, DKI Jakarta No.68, 2005, Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta Nomor 68 Tahun 2005 Tentang Perubahan Keputusan Gubernur Provinsi DKI Jakarta Nomor 115 Tahun 2001 Tentang Pembuatan Sumur Resapan)に基づき浸透井の設置を行っている。以下に条例の概要および施設整備状況を示す。

### (1) 浸透井の定義と設置目的

第1条において、浸透井は、建物や舗装された庭のような囲まれた区域からの雨水を集めることのできる人工的な浸透システムと定義される。設置の目的は滞留、貯留による地下水への補給、洪水の軽減をとしている。(第2条)

### (2) 浸透井の設置義務のある者

第4条では、浸透井の設置義務に触れており、以下の者に浸透井の設置義務があるとしている。また、5,000m<sup>2</sup>以上の開発者については、1%相当面積の浸透池(Infiltration Pond)設置を義務付けている。(第4条2項)

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 建築主</li> <li>b. 深井戸掘削申請者</li> <li>c. ビルオーナー</li> <li>d. 40m 以深の地下水利用者</li> <li>e. 地下水の工業用水利用者</li> <li>f. 5,000m<sup>2</sup> 以上開発のデベロッパーについては、1%相当面積の浸透池の設置</li> </ul> |
|--|

上記のうち、施設設置が不適な場合は、地方政府がその設置する場所を指定する。(同3項)

さらに、建築許可(インドネシア語で IMB)の申請者は、すべて浸透井の設置義務を有する。(第 5 条)設置できない人々に対しては、必要な地方政府が共同で設置することができる。(第 6 条)

### (3) 浸透井の設置に関する事項

第 7 条では、浸透井の設置に関して以下のような記載となっている。

- a. 浸透井の設置は、関連する建物すべてに適用される。
- b. 浸透井に接続される排水路は廃棄物から離して設置する。
- c. 浸透井の設置は、安定した土質条件の個所、急な崖付近は除外される。
- d. ゴミの投棄場所、土壌汚染の進んでいる場所は、除外される。

技術的に浸透井が設置できない個人、事業者、建築申請者については、地方政府にその代償を支払う。また、地下水位が高くて建設できない場合についても、代行措置として、他の土地に浸透井を設置したり、水資源の保全のための木を植えたり、同様の機能を有する浸透井を設置することでも良い。

### (4) 設置、促進に関連する行政機関とその役割

浸透井設置に関して関連する行政機関とその役割を整理すると以下の通りとなる。(第 10 条)

表 2.1-1 浸透井設置に関連する機関(DKI ジャカルタ)

Name of Relative Office (English)	Name of Relative Office (Indonesian)	Tasks or Duties
City Planning Office of Province DKI Jakarta & City Planning Office of Municipality	DTK, Dinas Tata Kota Provinsi DKI Jakarta, Suku Dinas Tata Kota Kotamadya	Task to publish: 1) Plan of City Planning(RTK, Rencana Tata Kota) 2) Building Layout Plan (RTL, Rencan Tata Letak Bangunan) 3) Site Plan 4) Block Plan
Department of Planning and Building Control & Planning and Building Control Agency of Municipality	DP2B(Dinas Penataan dan Pengawasan Bangunan), Suku Dinas Penataan dan Pengawasan Bangunan Kotamadya	Task to issue: 1) Building Permit (IMB, Izin Mendirikan Bangunan) with obligation of making for Infiltration Well (IW) 2) Monitor the creation of IW
Department of Mines	Dinas Pertambangan	Implement: 1) Technical guidance for groundwater surface elevation maps 2) Monitoring of groundwater level fluctuation
Department of Public Works & Sub-Department of Public Works	DPU,(Dinas Pekerjaan Umum) Suku Dinas Perkerjaan Umum	Assess: 1) Environmental geological conditions of the area 2) Location of construction of IW
Administrative Office for Building and Local Government Building and its Municipality	KTBBG (Kantor Tata Bangunan dan Gedung Pemda), KTBBG Kotamadya	Assess: 3) Environmental geological conditions of the area Location of construction of IW
Environmental Management Agency and its Municipality	BPLHD (Badan Pengelilaan Lingkungan Hidup Daerah), BPLHD Kotamadya	Contribute to control and coordinate with the Municipality under the supervision of construction of IW.
Urban Administration Bureau	Biro ASP (Biro Adminisrasi Sarana Perkottann)	Collects: 1) Data in the construction of IW 2) Provide guidance and direction 3) Solve problems related to the construction

出典: Regulation of Governor General Provisions on Development of Infiltration Well, DKI Jakarta No.68, 2005

IW: Infiltration Well

都市計画、建築許可に関連する部局のほかに、鉱物局(DP2B)は、地下水に関する技術的な指導、助言を実施、公共事業局は、設置個所に関する土壌条件や建設の適否の評価、環境管理局は、浸透井設置の監理、さらに、都市行政局は、浸透井に関するデータ収集、ガイダンス、紛争時の調整等を行うこととなっている。

浸透井設置に関する罰則規定としては、第13条で、法律の規定に基づき罰則を受けるとしている。

(5) 設置実績

DKI ジャカルタにおける浸透施設の設置実績は、環境管理局によって整理されている。整備された浸透井は、約 127 千本であり、総容量は、41 万 m<sup>3</sup>である。浸透池は、ジャカルタ市の北に集中している（表 2.1-2 参照）。

表 2.1-2 浸透井設置の実績(DKI ジャカルタ,2001-2010)

No.	Region	No. of Kecamatan	Infiltration Wells (SR)			Infiltration Ponds (KR)		
			Number	Volume(m3)	Volume per Site (m3/site)	Number	Volume(m3)	Volume per Spot
1	Jakarta Pusat	8	93,945	328,118	3.49	0	0	0
2	Jakarta Timur	10	32,993	75885	2.30	9	16,848	1,872
3	Jakarta Barat	8	418	3912	9.36	0	0	0
4	Jakarta Utara	6	168	166	0.99	15	19,478	1,299
5	Jakarta Selatan	10	378	1219	3.22	0	0	0
	Total/Mean	42	127,902	409,300	3.20	24	36,326	1,514

Source: Environment Management Office, DKI Jakarta (Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah, BPLHD)

水資源保全の目的で工業エネルギー局(Department of Industry and Energy, Dinas Preindustri dan Energi)で整備した実績は表 2.1-3 に示すとおりである。なお、設置箇所は、ほとんどが学校である。

表 2.1-3 工業エネルギー局による浸透井設置の実績(DKI ジャカルタ,2010-2012)

Year	SDN		SMPN		SMAN		SMKN		Others		Total		Well Number per Site
	Sites	Wells	Sites	Wells	Sites	Wells	Sites	Wells	Sites	Wells	Sites	Wells	
2010	70	419	12	76	0	0	3	40	12	115	97	650	6.70
2011	32	137	1	3	0	0	0	0	1	10	34	150	4.41
2012	27	101	7	24	3	13	0	0	3	57	40	195	4.88
Total	129	657	20	103	3	13	3	40	16	182	171	995	5.82

Note) Others include mosques and public facilities like road infiltration facilities SDN: Public Primary School, SMAN : Public High School, SMPN: Junior High School, SMKN: Vacational High School  
Source) Department of Industry and Energy, Dinas Preindustri dan Energi (DPE, May, 2013)

学校における浸透施設（浸透井、バイオポリ）の設置状況は、以下のとおりである。



図 2.1-5 学校での浸透施設設置(DPE, SMPN11, Jakarta Selatan)



図 2.1-6 学校での浸透施設設置(DPE, SMK Negri 30, Jakarta Selatan)

### 2.1.3 ボゴール県(Bogor Regency)における浸透井設置事業

Bogor 県(Building and Resident Planning Office, Dinas Tata Bangunan dan Pemukiman Kabupaten Bogor)では、DKI ジャカルタからの資金に地方政府予算(APBD)を加え、2012 年から浸透井の設置を行っている(プログラム名は、Development Program on Strategic and Fast Growing Area (Program Penganbangan Wilayah Strategis dan Cepat Tumbuh))。

プログラム実施の目的は、地方政府の庁舎並びに住民敷地内で、地元の資材と労働力を使いながら、浸透井の設置活動を行うことである。さらに、これらの設置により洪水被害を軽減し、乾季における水資源供給を増大させることも目的としている。

設置対象は、村庁舎、郡庁舎、学校、地域のリーダーの建物敷地内となっている。

下表に示すようにプログラム全体で 300 か所の設置が予定されている。

表 2.1-4 浸透井の実施数 (Bogor 県、2012-2013 年)

No.	Kecamatan	Completed /Under Construction			Planning			Total		
		Sites	Unit Cost (Rp. Million)	Total Cost (Rp. Million)	Sites	Unit Cost (Rp. Million)	Total Cost (Rp. Million)	Sites	Unit Cost (Rp. Million)	Total Cost (Rp. Million)
1	Ciawi	45	1.80	81.00	29	1.80	52.20	74	1.80	133.20
2	Megamendung	54	1.80	97.20	12	1.80	21.60	66	1.80	118.80
3	Cisaruna	22	1.80	39.60	42	1.80	75.60	64	1.80	115.20
4	Cibinong	36	1.80	64.80	8	1.80	14.40	44	1.80	79.20
5	Babakanmadang	18	1.80	32.40	0	1.80	0.00	18	1.80	32.40
6	Sukaraja	34	1.80	61.20	0	1.80	0.00	34	1.80	61.20
	Total	209	1.80	376.20	91	1.80	163.80	300	1.80	540.00

Source: Building Management & Settlement Agency, Bogor (Dinas Tata Bangunan dan Pemukiman Kabupaten Bogor)



図 2.1-7 浸透井設置例 (Desa Sukagalih, Bogor)



図 2.1-8 浸透井設置例(Kulurahan Karadenan, Bogor)

浸透井の構造は、以下の図に示すとおりである。

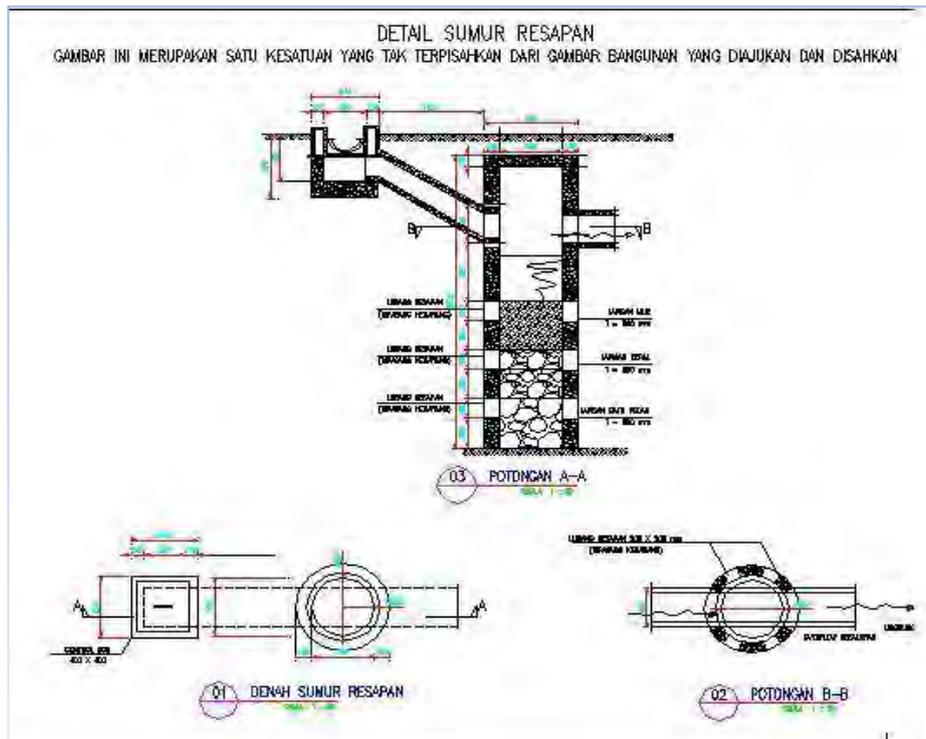


図 2.1-9 浸透井構造図 (Bogor)

## 2.2 支川流域調査

チリウン川の一次支川について、流域分割を行い支川及びその流域状況について調査、整理を行った。

### 2.2.1 流域分割

図 2.2-1 に示すとおり、12 の一次支川について流域分割を行った。

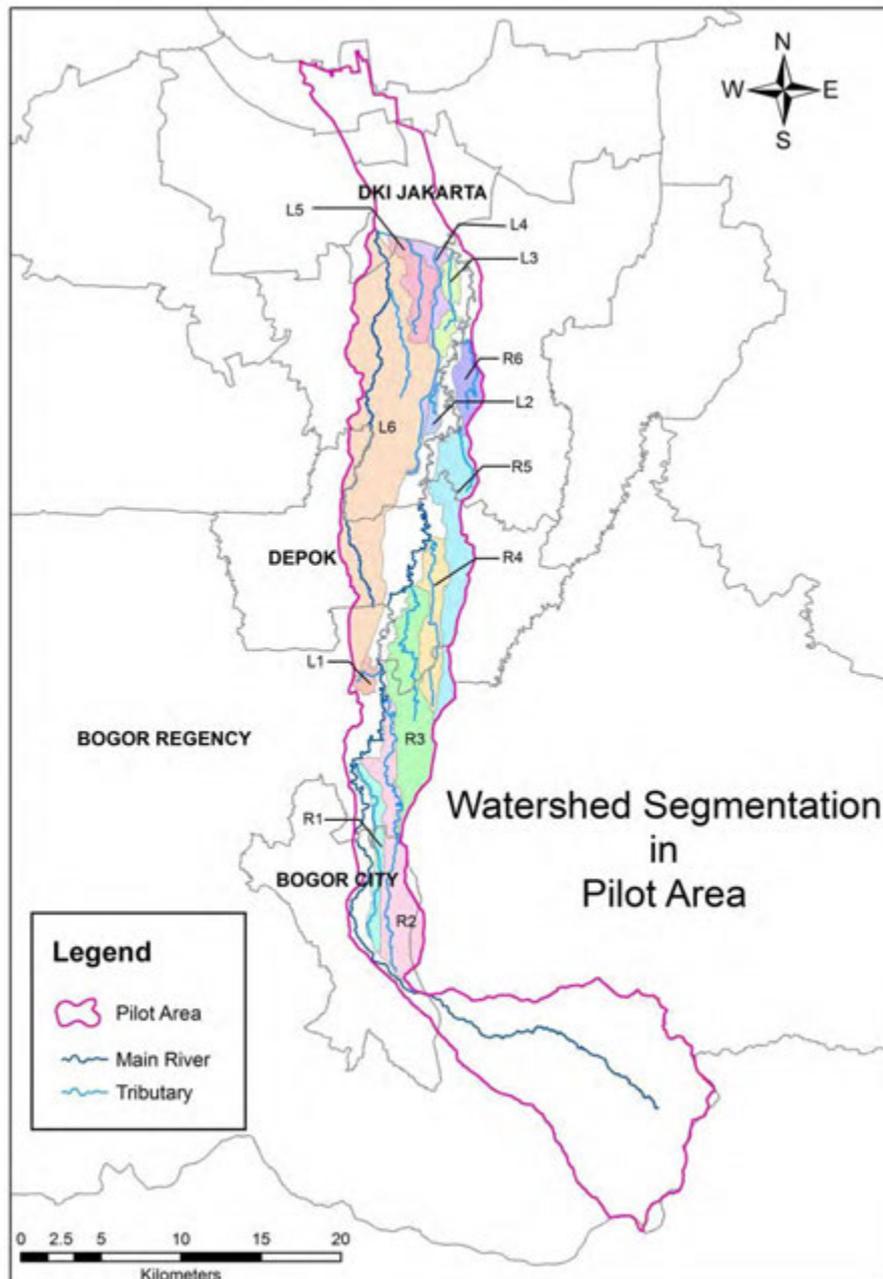


図 2.2-1 流域分割図

## 2.2.2 各支川流域の概要

各支川の諸元を表 2.2-1 に示す。

支川の諸元については、1/25,000 のデジタルマップを基に算出したものである。

表 2.2-1 支川諸元

Tributary	Catchment Area (km <sup>2</sup> )	Specification of Channel				Regency/Cities
		Length (km)	High Point (m)	Low Point (m)	Slope 1/n	
L1 (no name)	2.438	2.54	112.5	62.5	51	Bogor Regency
L2 (no name)	2.074	3.01	250	125	24	DKI Jakarta
L3 (Persoja)	5.634	5.79	25	12.5	463	DKI Jakarta
L4 (Kali Baru)	6.969	16.02	53	6.3	343	DKI Jakarta
L5 (Cideng)	10.019	7.34	25	6.3	393	DKI Jakarta
L6 (Krukut)	84.96	31.93	62.5	6.3	568	DKI Jakarta/Depok City/Bogor Regency
R1 (Cipangi)	8.049	12.73	310.1	125	69	Bogor Regency/Bogor City
R2 (Ciluar)	26.534	25.28	323.6	100	113	Bogor Regency/Bogor City
R3 (Cikumpa)	26.679	12.78	125	62.5	204	Depok City/Bogor Regency
R4 (Sugutamu)	13.231	13.74	118.5	50	201	Depok City/Bogor Regency
R5 (Gongseng)	24.224	5.51	52.1	25	203	DKI Jakarta/Depok City/Bogor Regency
R6 (Condet)	6.894	7.36	37.5	12.5	294	DKI Jakarta

以下に各支川の河道及び周辺状況の現地写真を示す。

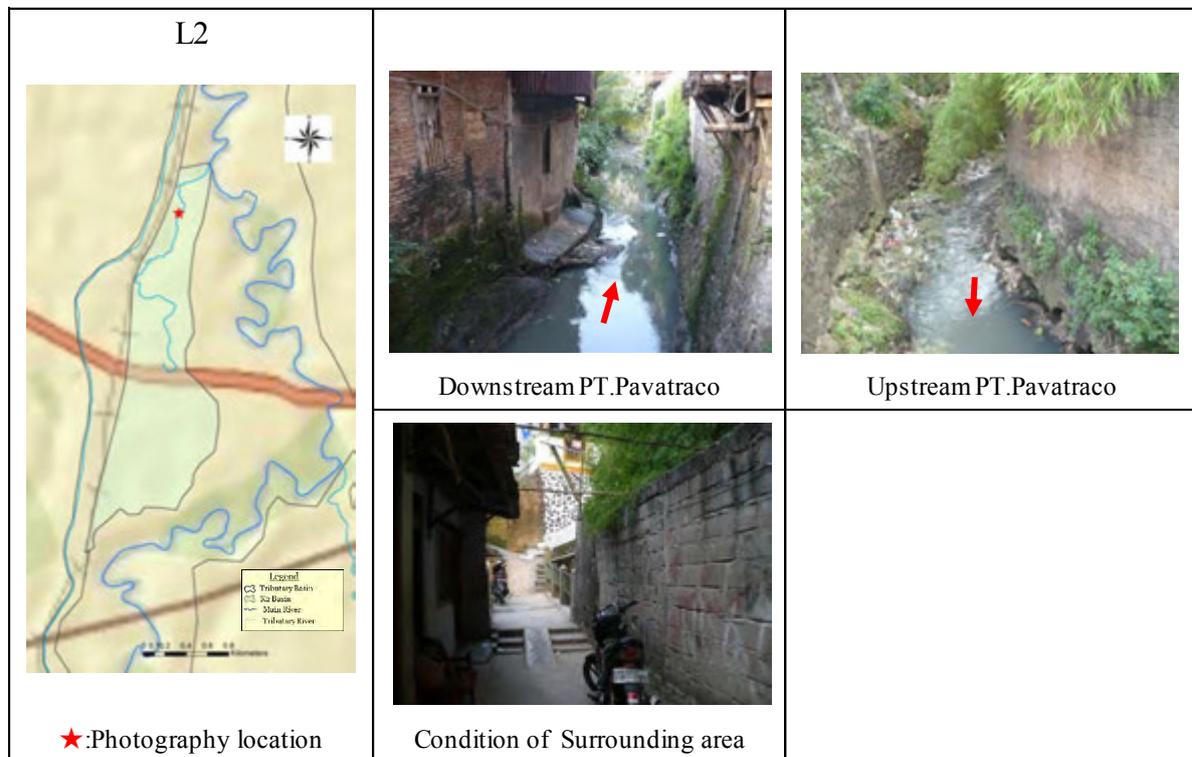


図 2.2-2 L2 流域の支川の状況

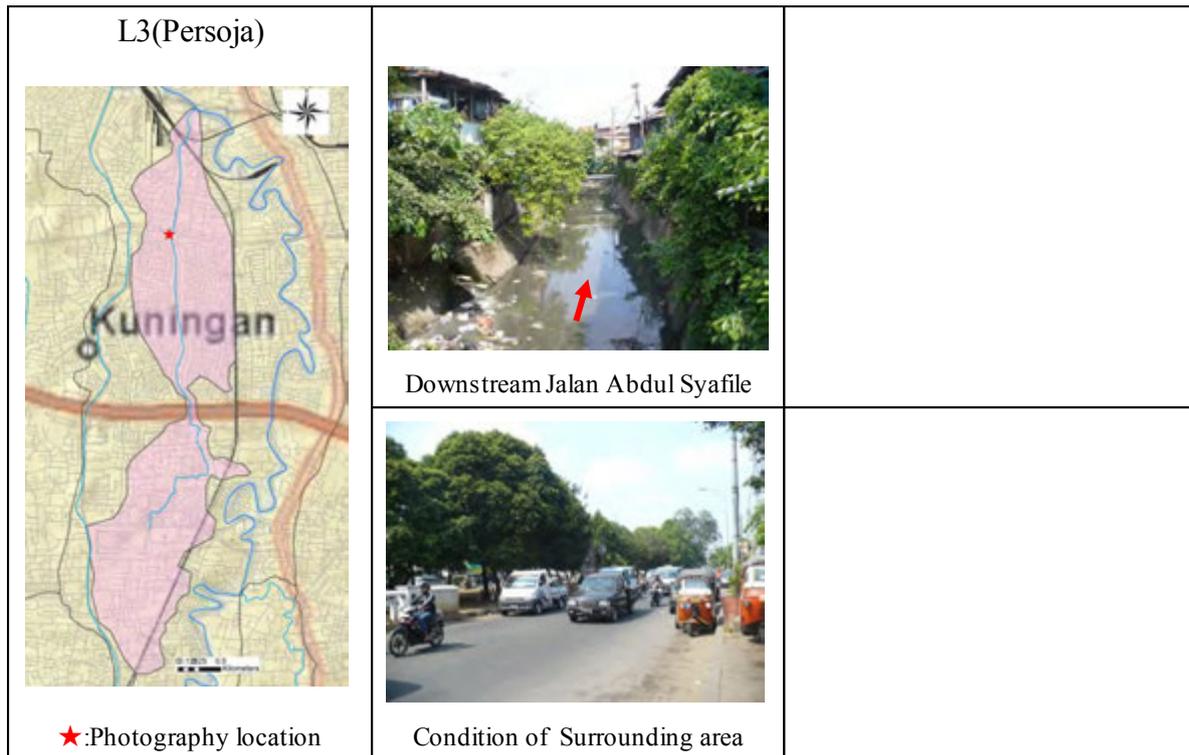


図 2.2-3 L3 流域の支川の状況

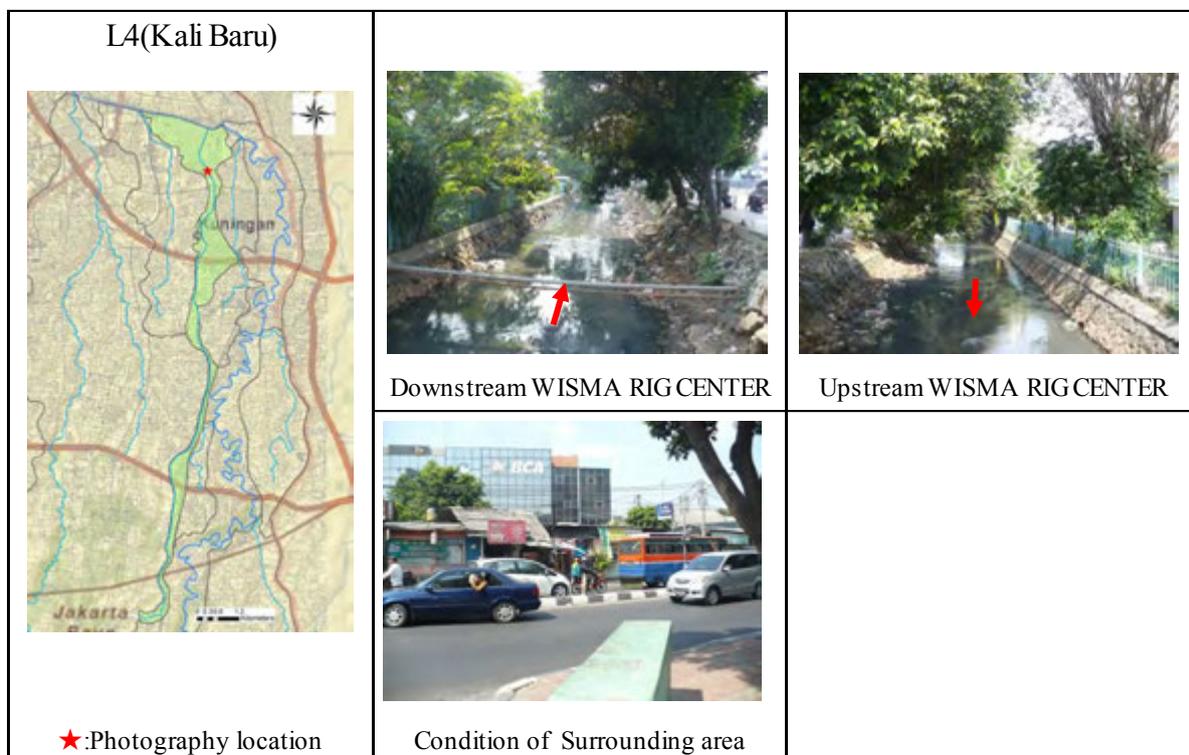


図 2.2-4 L4 流域の支川の状況

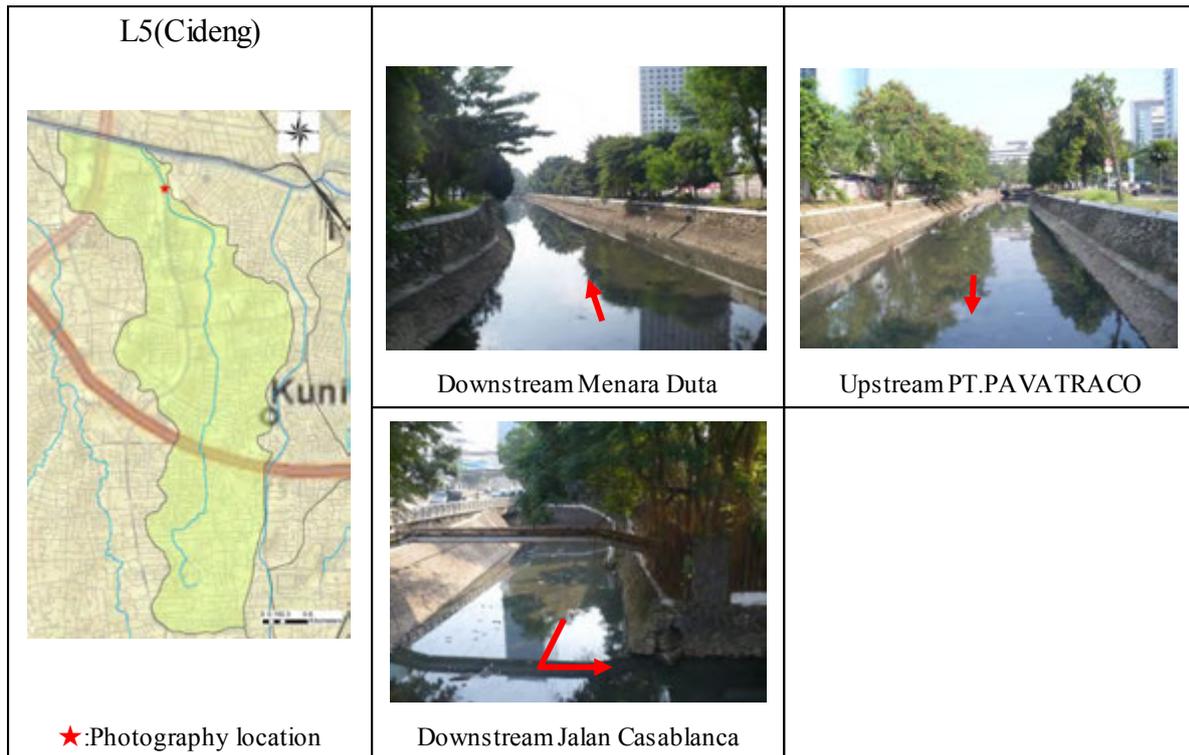


図 2.2-5 L5 流域の支川の状況

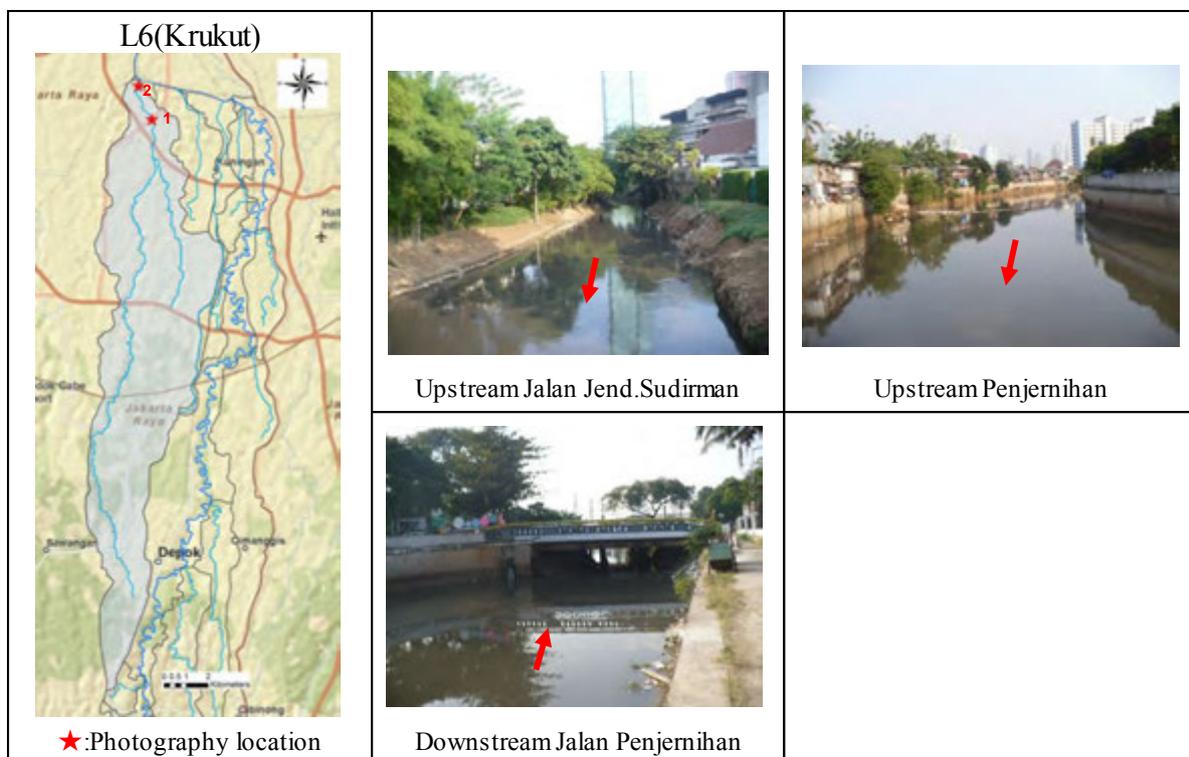


図 2.2-6 L6 流域の支川の状況

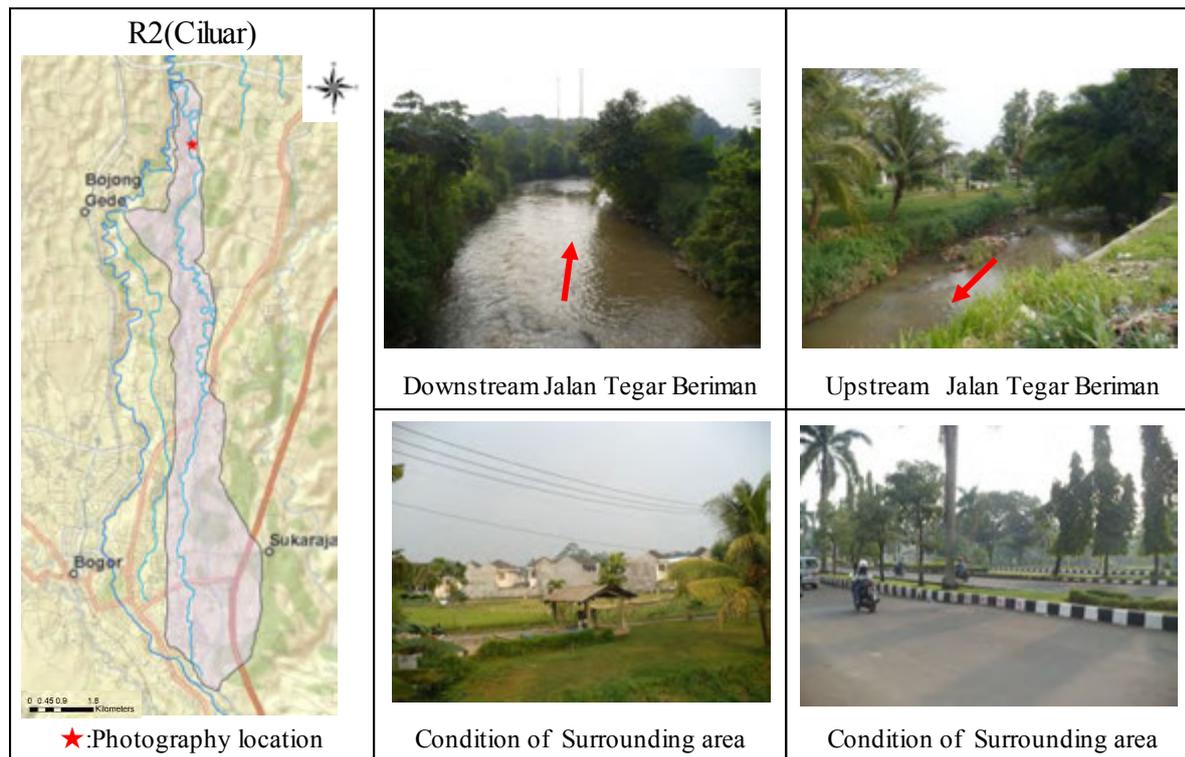


図 2.2-7 R2 流域の支川の状況

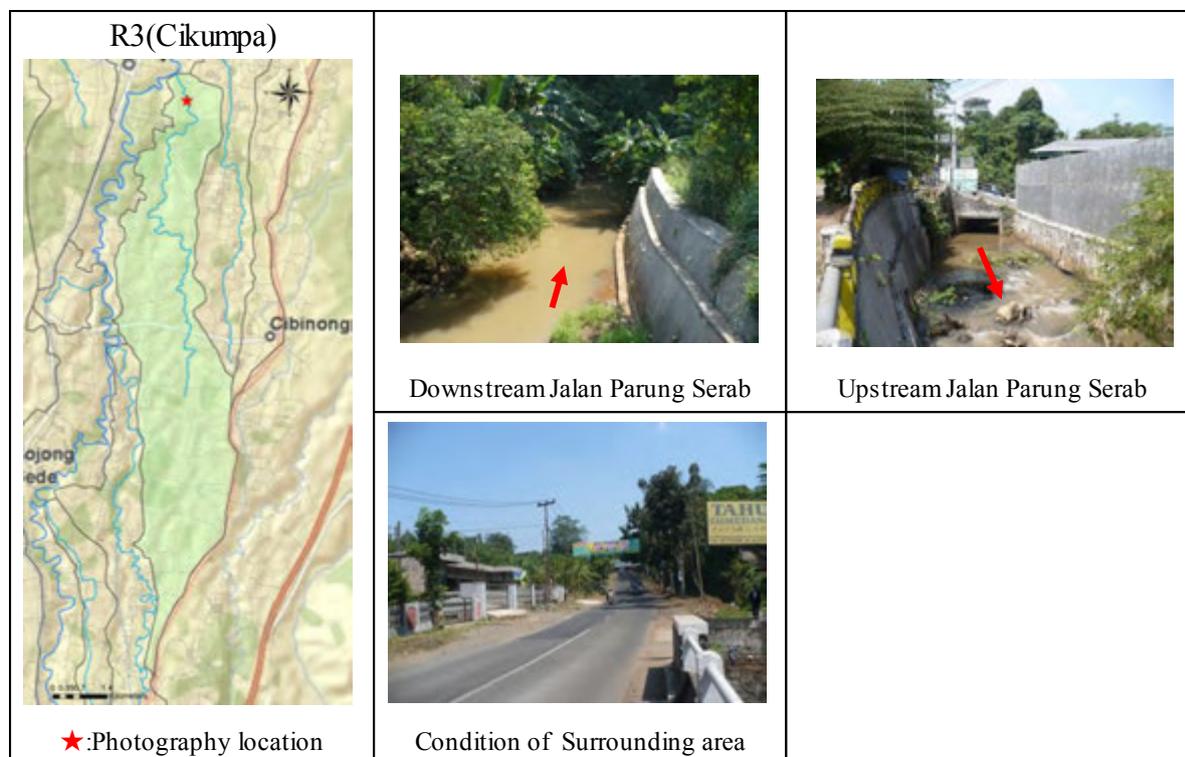


図 2.2-8 R3 流域の支川の状況

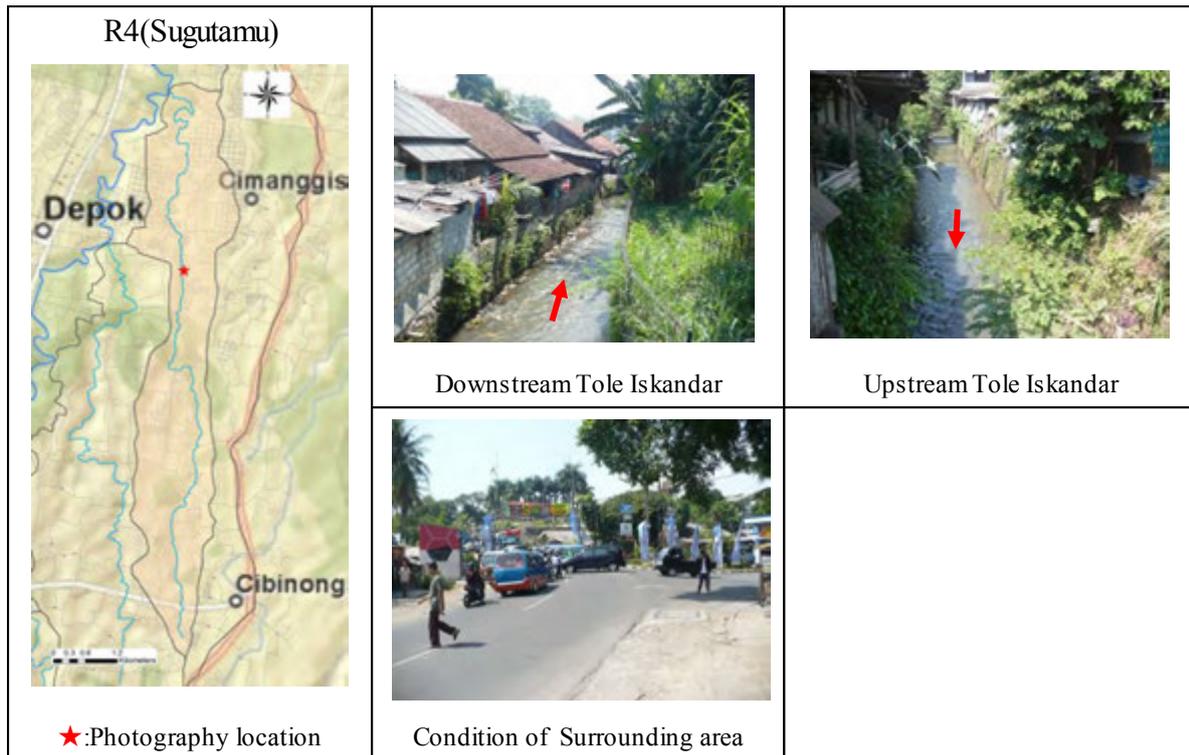


図 2.2-9 R4 流域の支川の状況

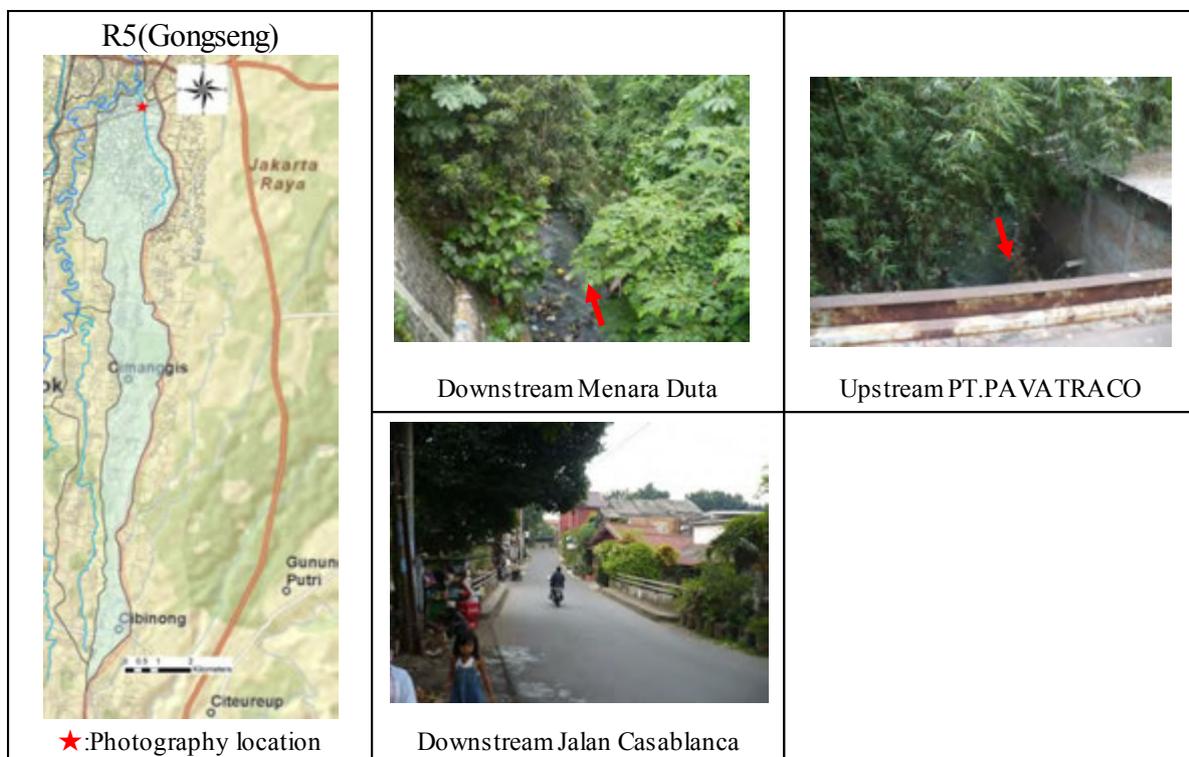


図 2.2-10 R5 流域の支川の状況

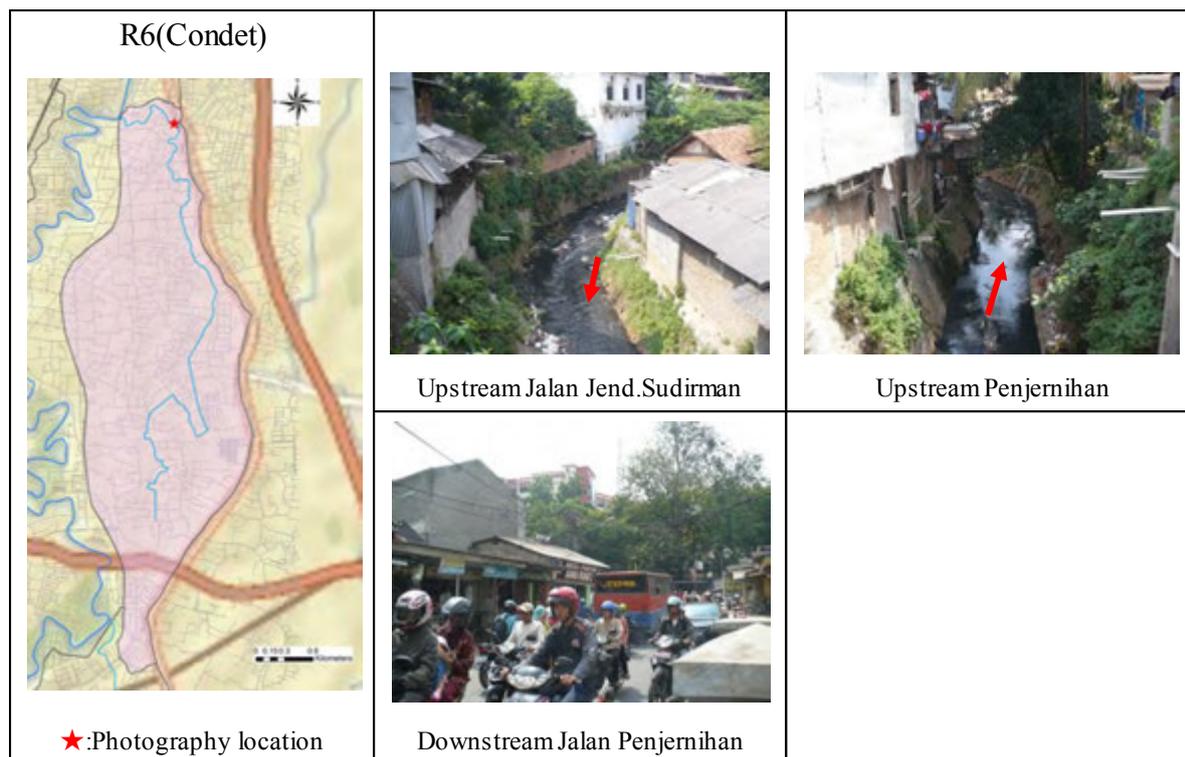


図 2.2-11 R6 流域の支川の状況

### 2.3 支川流域の土地利用状況

各支川流域における現況土地利用(2008年)と将来土地利用(2030年)の整理を行った。

将来土地利用については、ジャカルタ特別州、デポック市、ボゴール州、ボゴール市の空間計画を基に、流出解析に用いる土地利用区分に整理し直したものである。

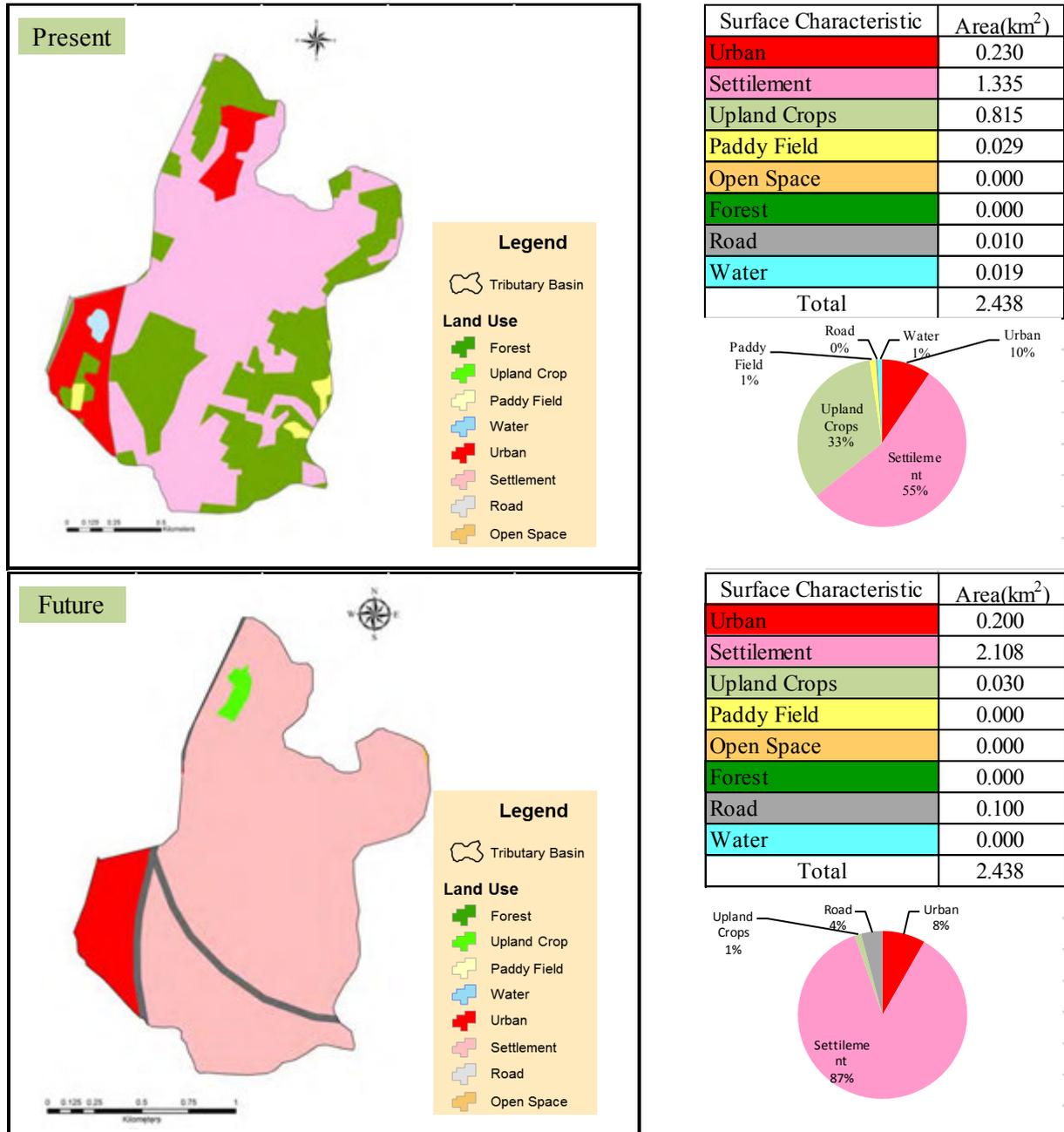


図 2.3-1 L1 流域の土地利用状況

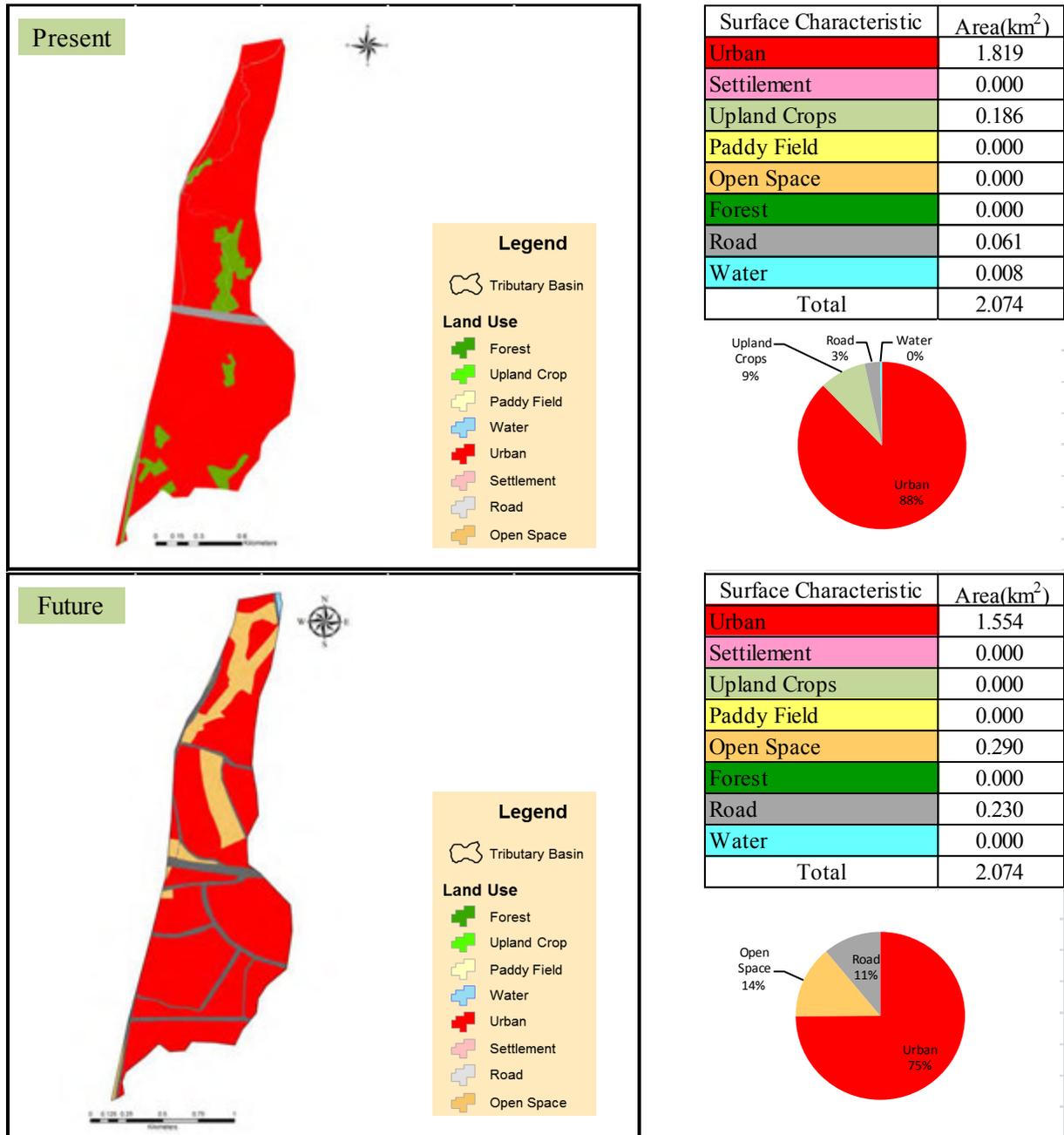


図 2.3-2 L2 流域の土地利用状況

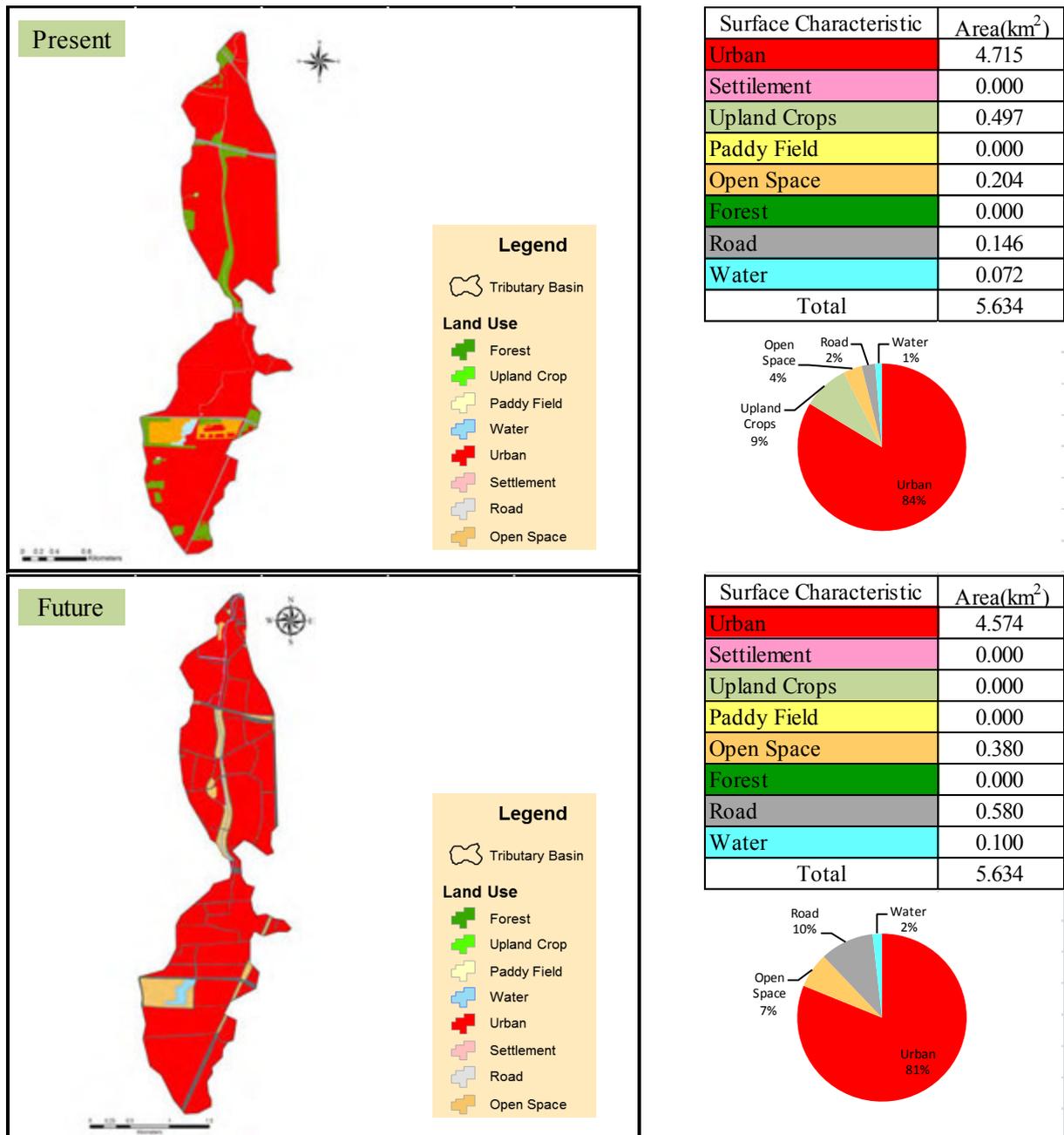
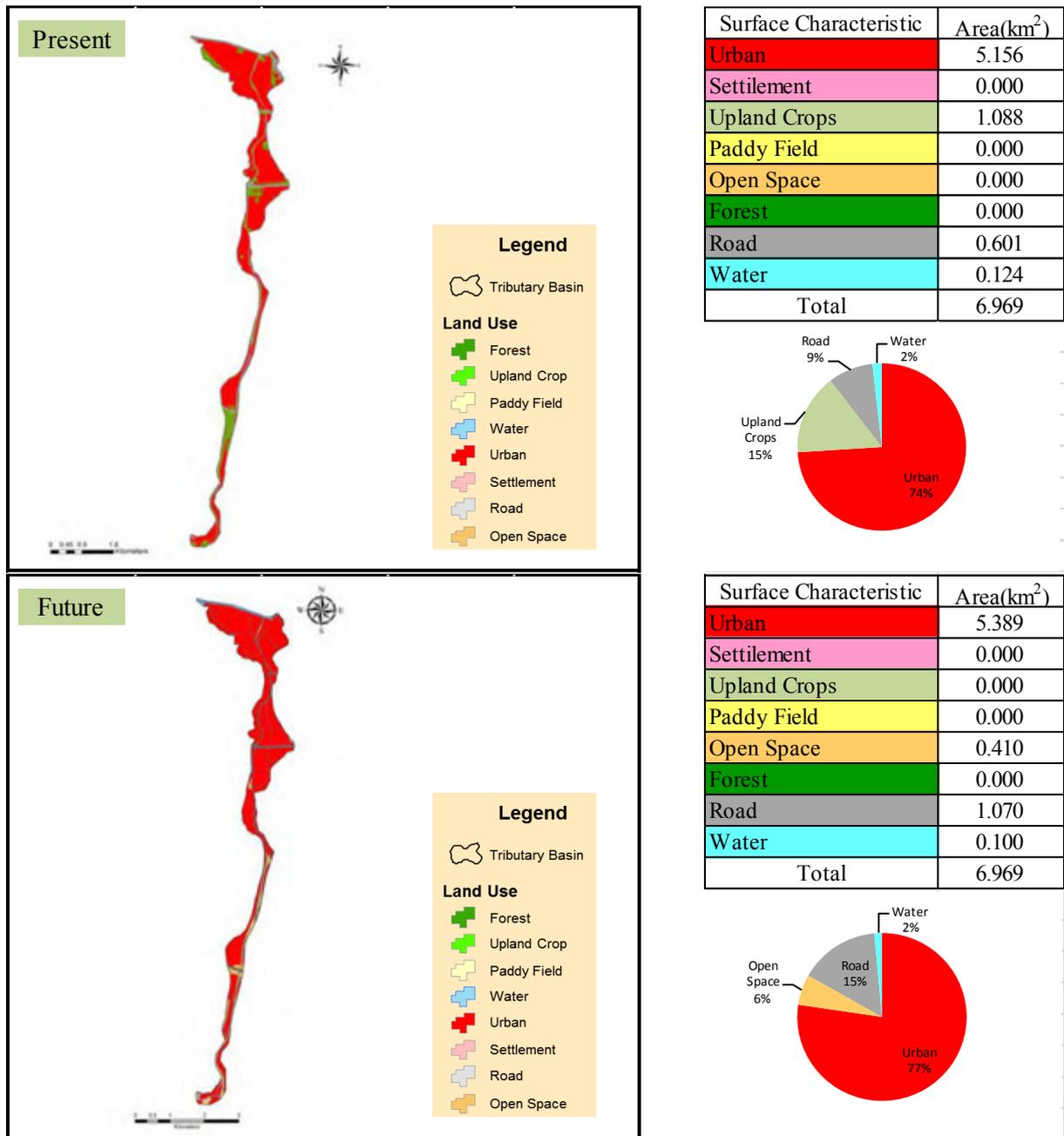


図 2.3-3 L3 流域の土地利用状況



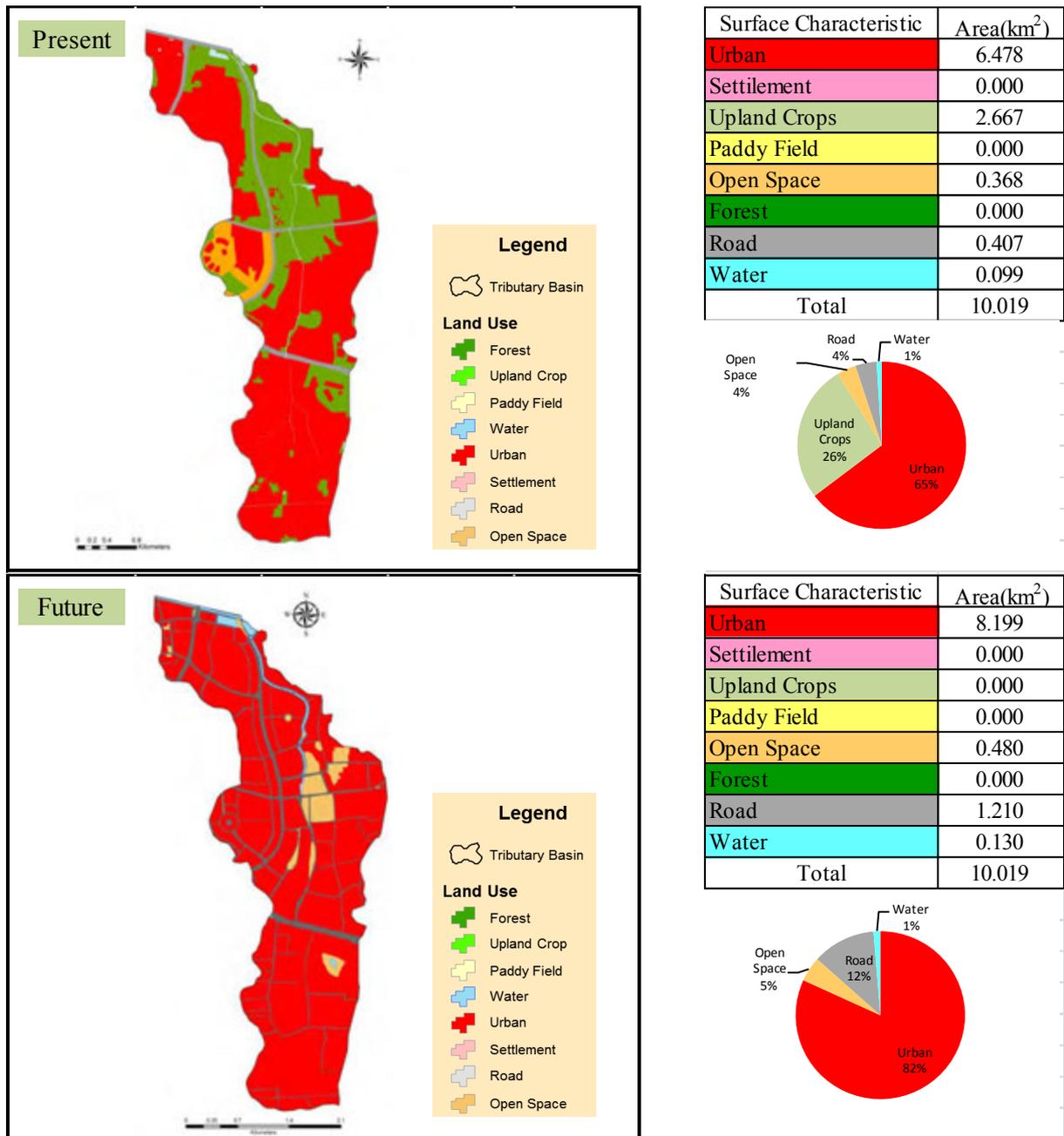


図 2.3-5 L5 流域の土地利用状況

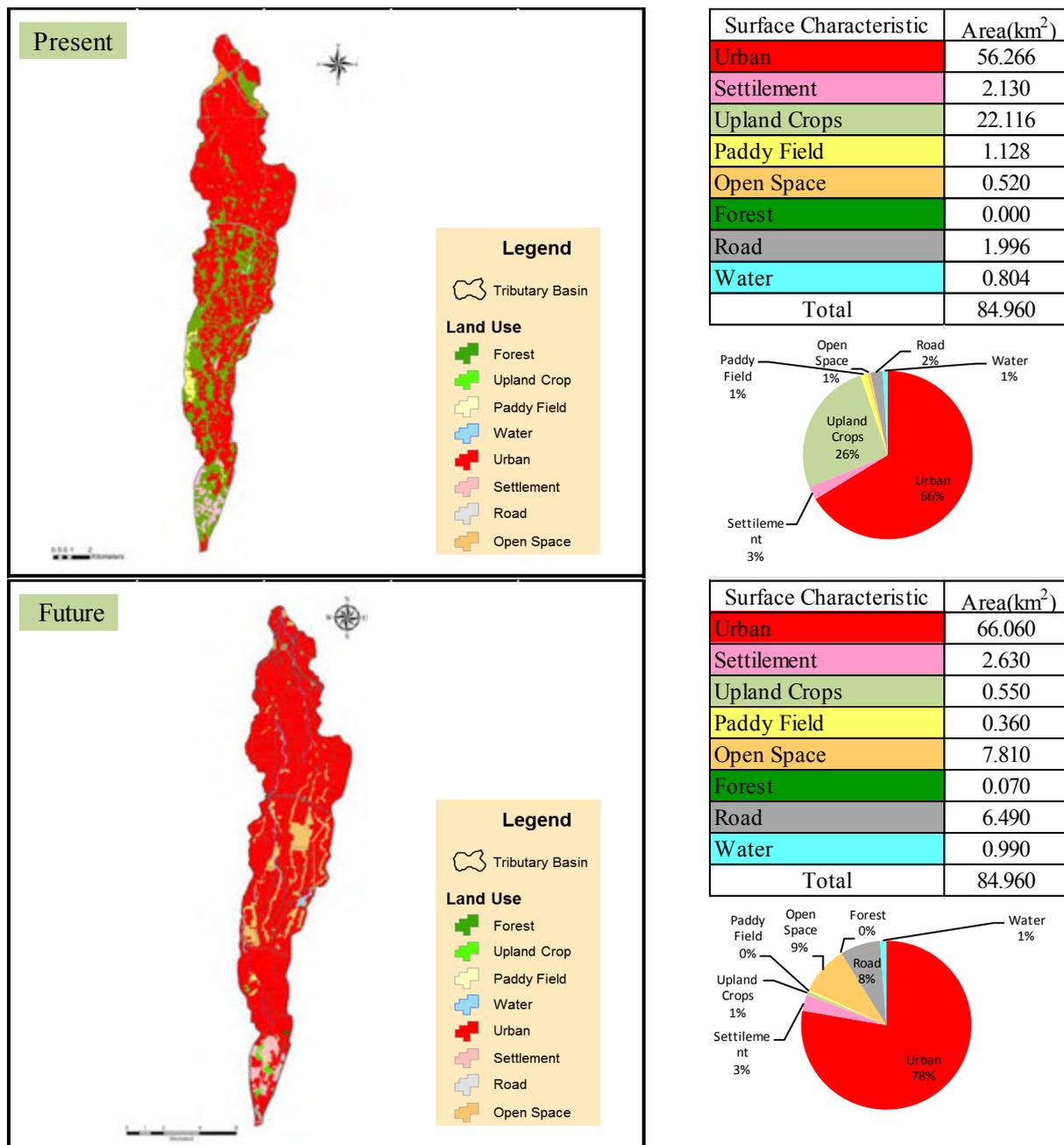
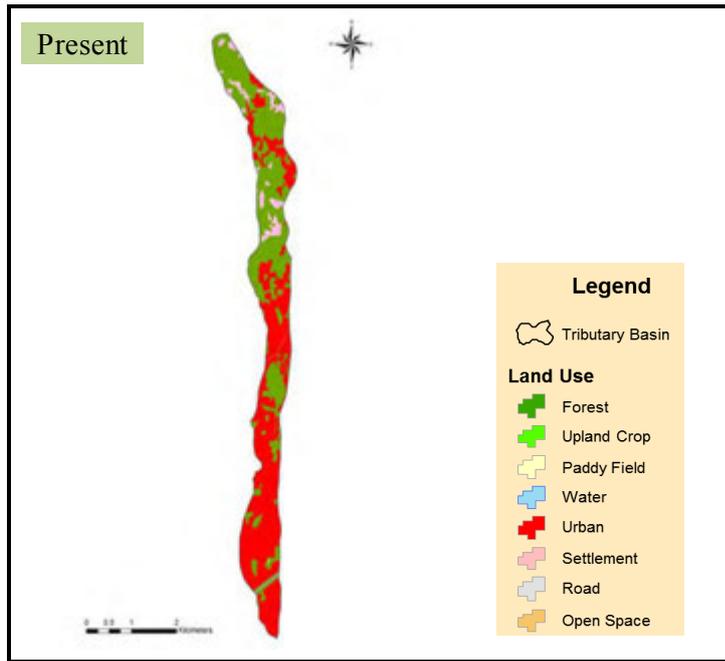
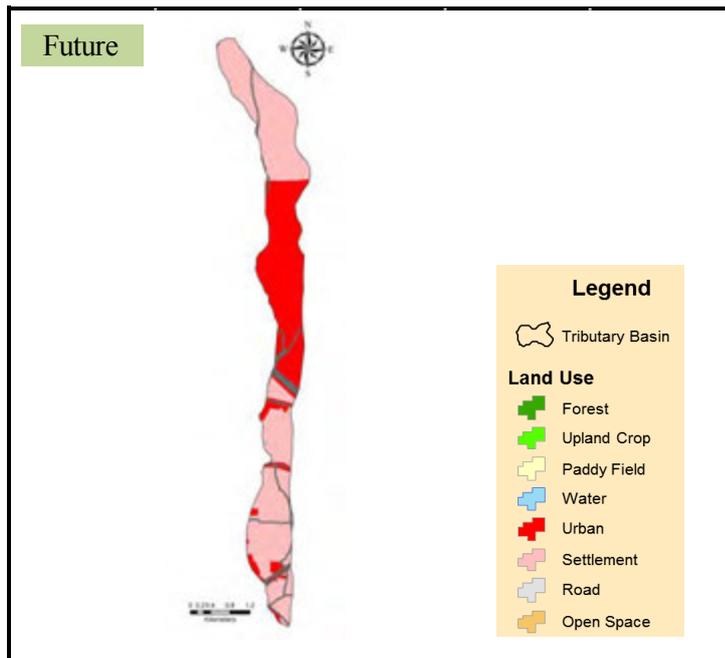
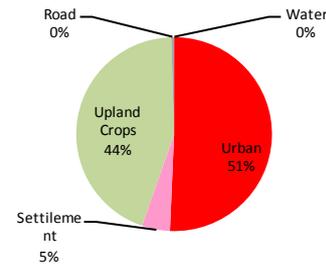


図 2.3-6 L6 流域の土地利用状況



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	4.079
Settlement	0.373
Upland Crops	3.559
Paddy Field	0.000
Open Space	0.000
Forest	0.000
Road	0.037
Water	0.001
<b>Total</b>	<b>8.049</b>



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	2.899
Settlement	4.610
Upland Crops	0.000
Paddy Field	0.000
Open Space	0.000
Forest	0.000
Road	0.540
Water	0.000
<b>Total</b>	<b>8.049</b>

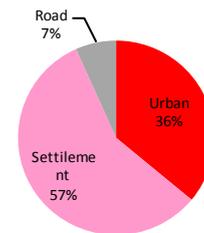
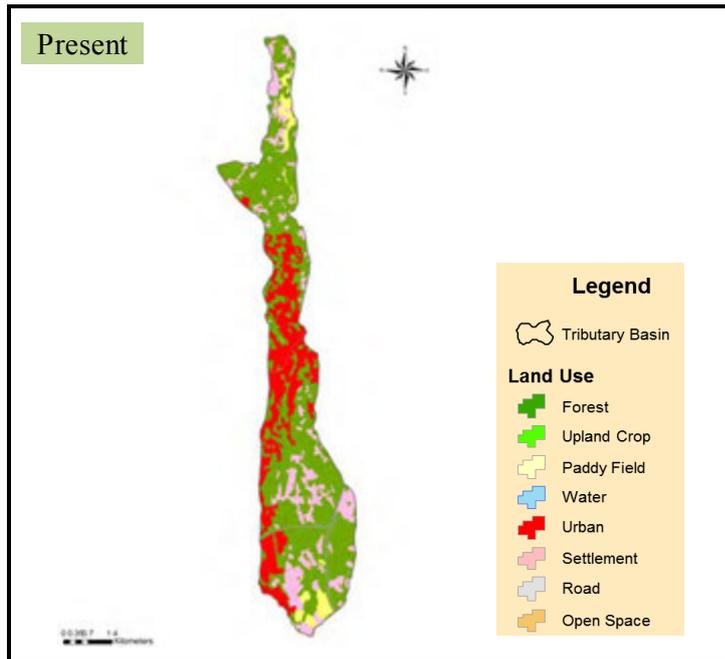
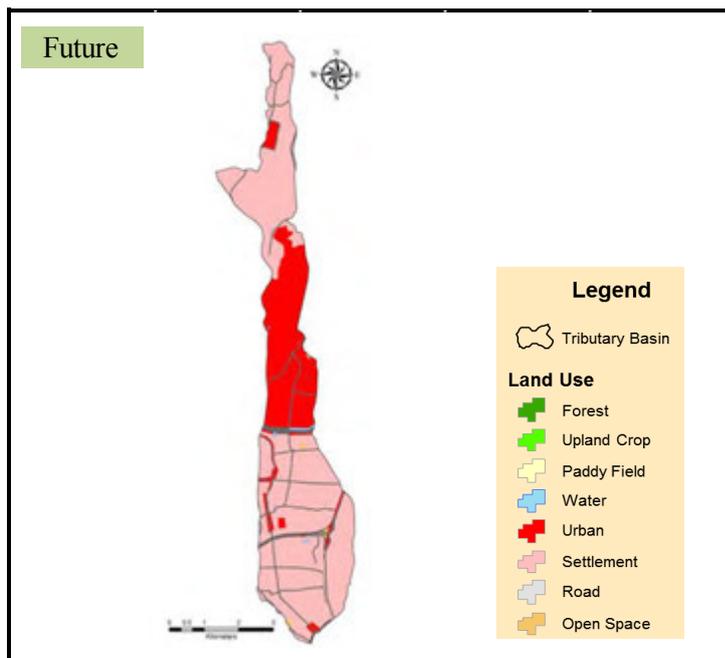
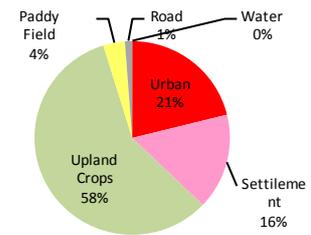


図 2.3-7 R1 流域の土地利用状況



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	5.607
Settlement	4.254
Upland Crops	15.405
Paddy Field	0.952
Open Space	0.000
Forest	0.000
Road	0.308
Water	0.009
<b>Total</b>	<b>26.534</b>



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	6.710
Settlement	17.524
Upland Crops	0.000
Paddy Field	0.000
Open Space	0.140
Forest	0.000
Road	2.090
Water	0.070
<b>Total</b>	<b>26.534</b>

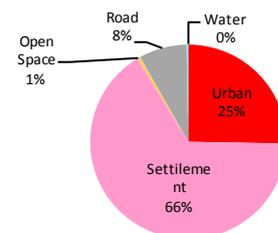
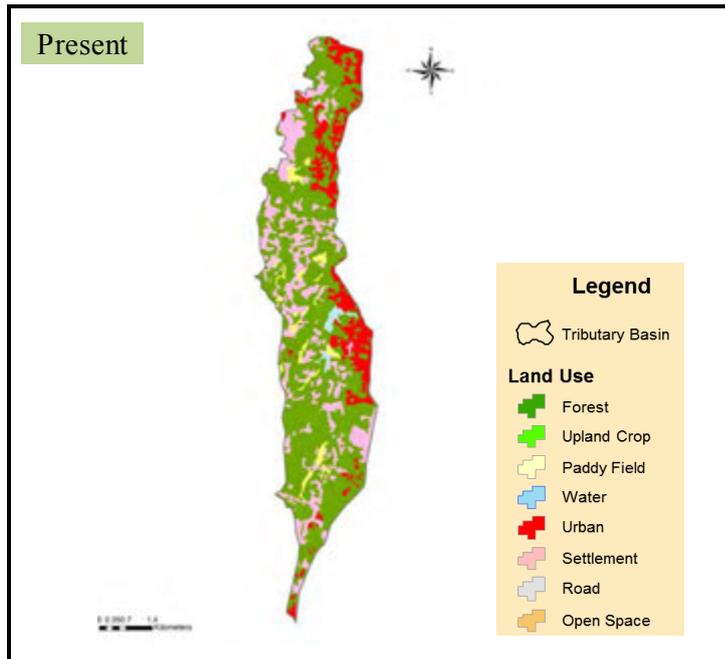
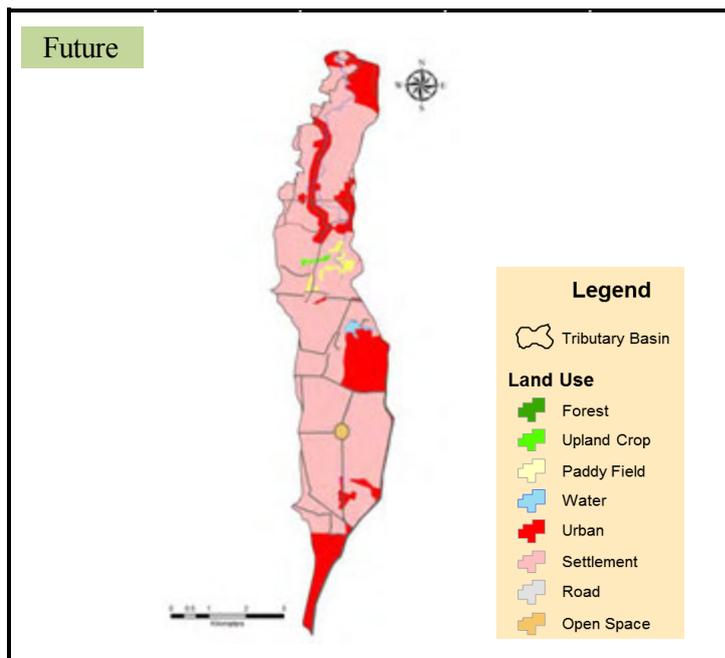
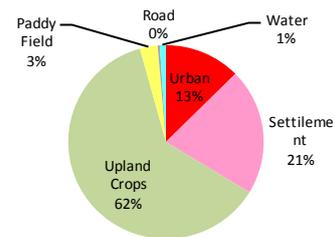


図 2.3-8 R2 流域の土地利用状況



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	3.357
Settlement	5.634
Upland Crops	16.540
Paddy Field	0.786
Open Space	0.000
Forest	0.000
Road	0.098
Water	0.265
<b>Total</b>	<b>26.679</b>



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	5.380
Settlement	19.039
Upland Crops	0.080
Paddy Field	0.320
Open Space	0.100
Forest	0.000
Road	1.590
Water	0.170
<b>Total</b>	<b>26.679</b>

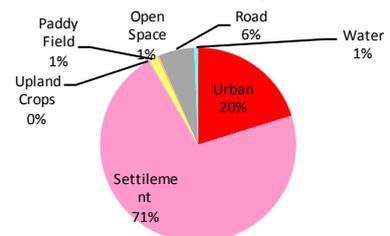
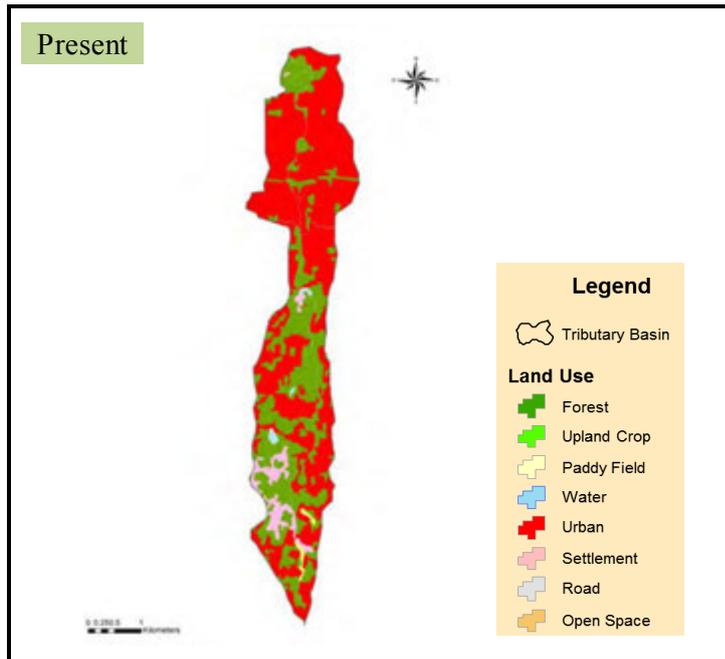
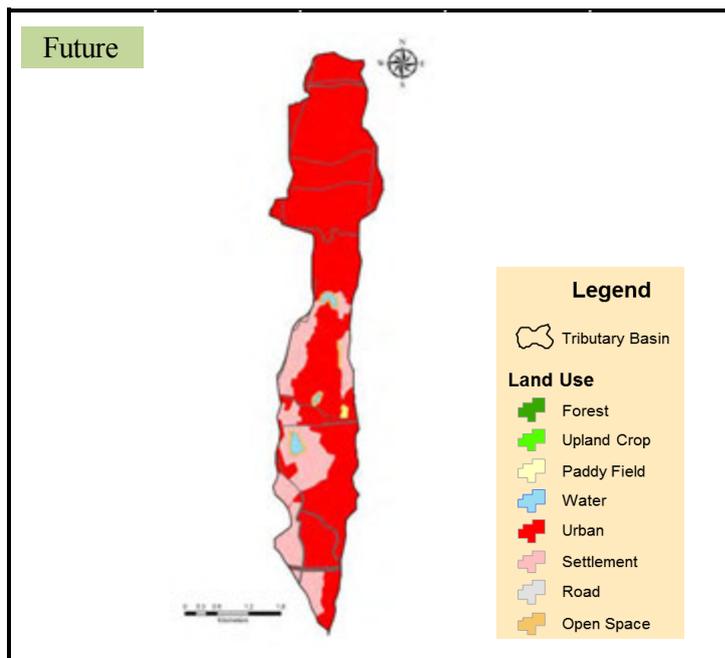
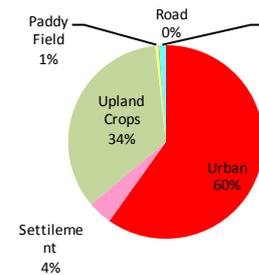


図 2.3-9 R3 流域の土地利用状況



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	7.915
Settlement	0.535
Upland Crops	4.549
Paddy Field	0.067
Open Space	0.000
Forest	0.000
Road	0.022
Water	0.142
<b>Total</b>	<b>13.231</b>



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	9.761
Settlement	2.490
Upland Crops	0.000
Paddy Field	0.030
Open Space	0.200
Forest	0.000
Road	0.640
Water	0.110
<b>Total</b>	<b>13.231</b>

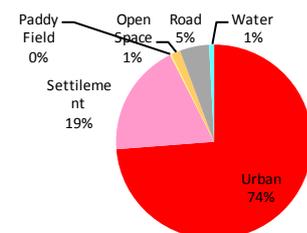
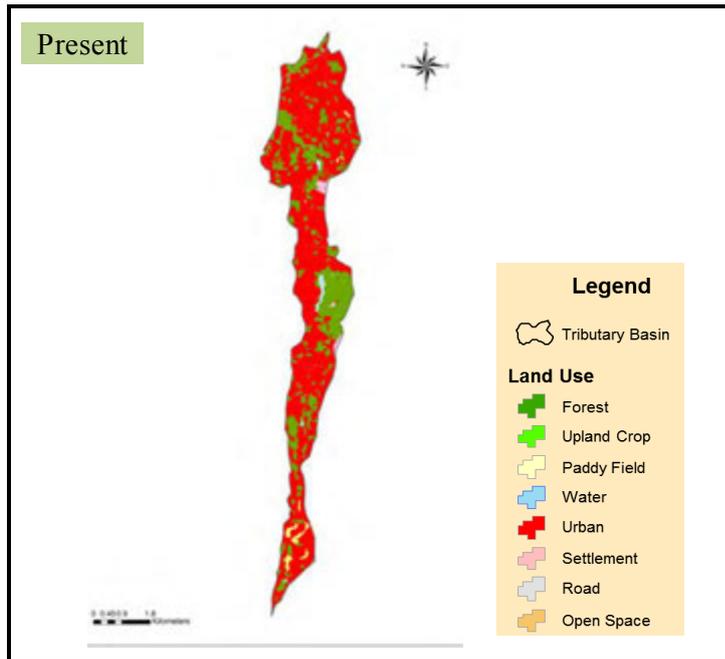
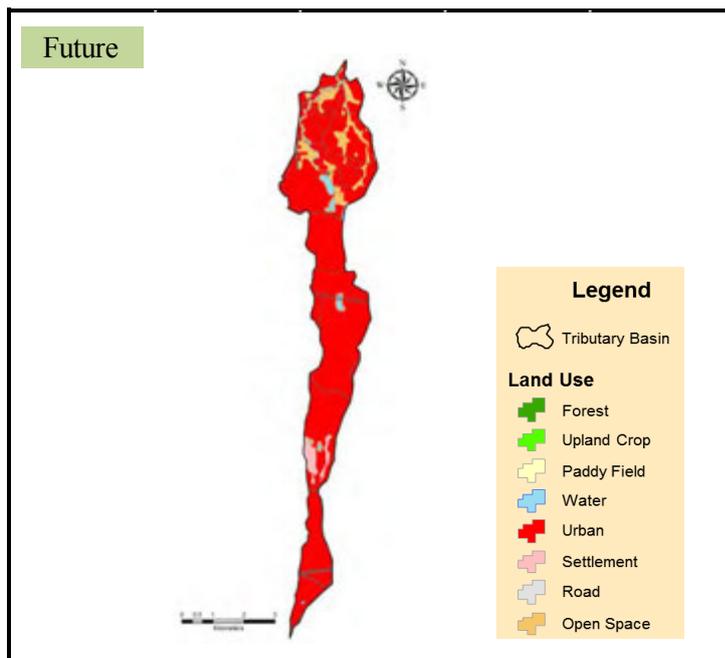
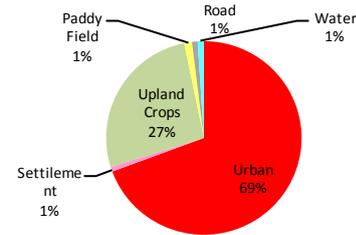


図 2.3-10 R4 流域の土地利用状況



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	16.802
Settlement	0.196
Upland Crops	6.441
Paddy Field	0.310
Open Space	0.000
Forest	0.000
Road	0.230
Water	0.246
<b>Total</b>	<b>24.225</b>



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	19.945
Settlement	0.550
Upland Crops	0.000
Paddy Field	0.000
Open Space	2.260
Forest	0.000
Road	1.100
Water	0.370
<b>Total</b>	<b>24.225</b>

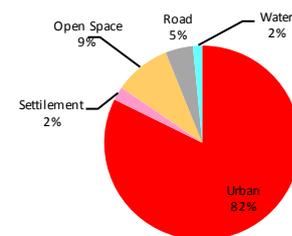
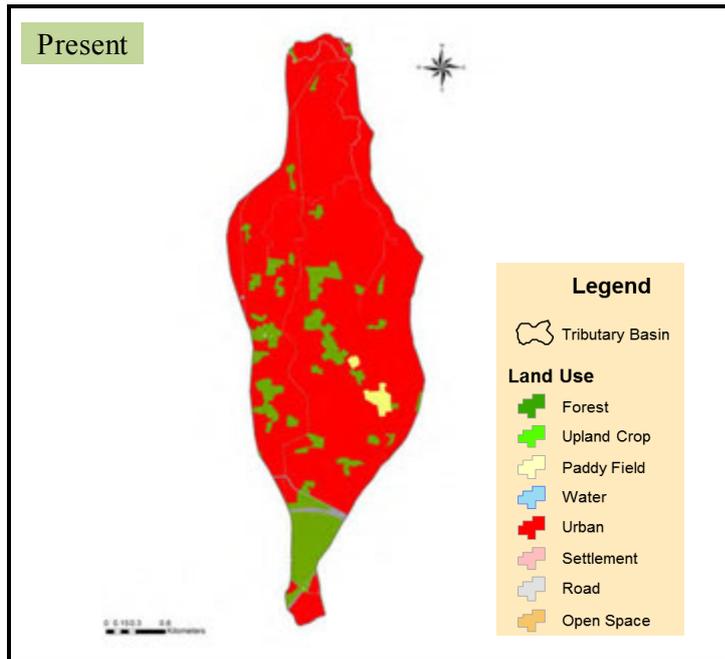
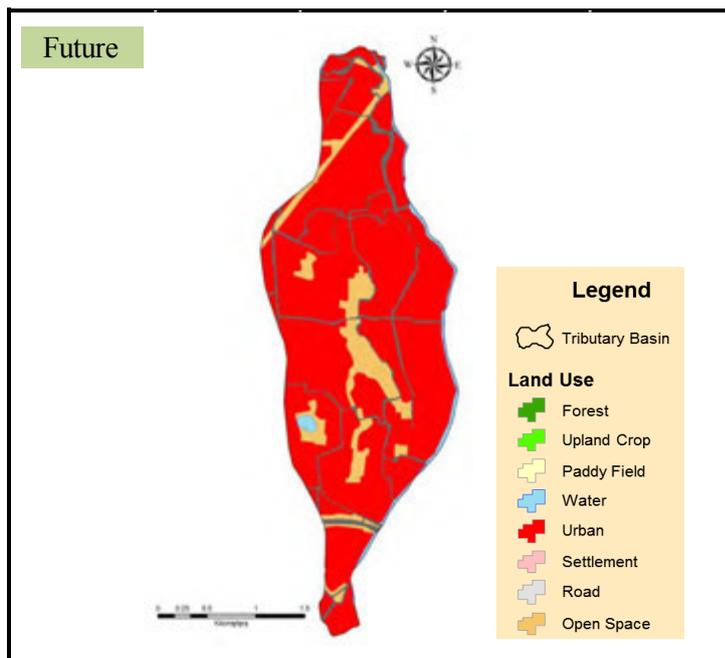
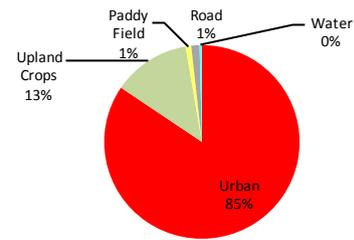


図 2.3-11 R5 流域の土地利用状況



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	5.823
Settlement	0.000
Upland Crops	0.886
Paddy Field	0.064
Open Space	0.000
Forest	0.000
Road	0.094
Water	0.027
<b>Total</b>	<b>6.894</b>



Surface Characteristic	Area(km <sup>2</sup> )
Urban	5.554
Settlement	0.000
Upland Crops	0.000
Paddy Field	0.000
Open Space	0.720
Forest	0.000
Road	0.490
Water	0.130
<b>Total</b>	<b>6.894</b>

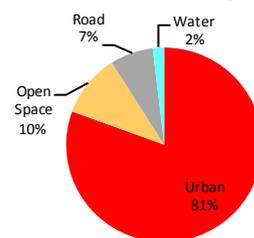


図 2.3-12 R6 流域の土地利用状況

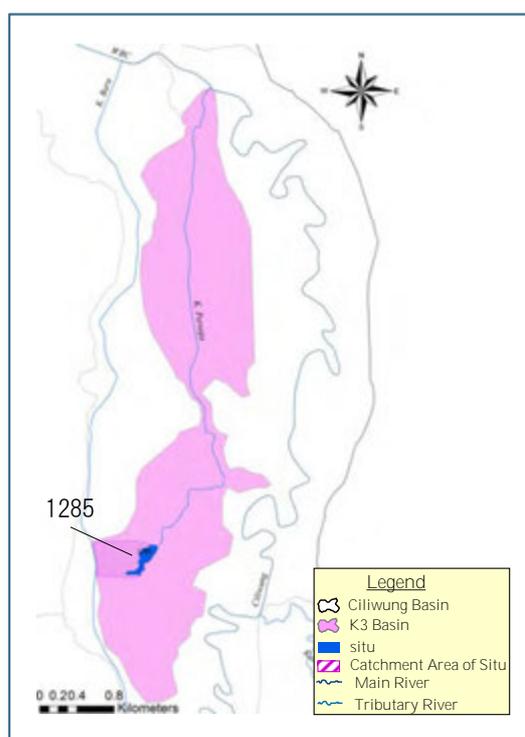
## 2.4 各支川流域の Situ の状況

各支川流域における Situ の状況について、BBWS CIL-CIS が 2010 年に作成した Situ 台帳を基に各支川流域の Situ の整理を行った。

以下に、各支川流域の Situ の一覧並びに、支川流域毎の Situ の位置、諸元を整理した結果を示す。

表 2.4-1 各支川の Situ 一覧

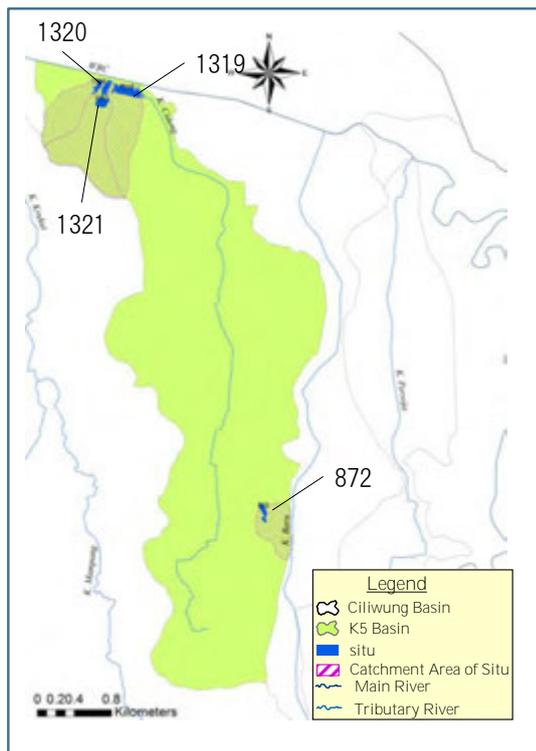
Tributary Basin	Number of Situ	Total Surface Area (ha)	Total Catchment Area (ha)
L1	0	0.00	0.00
L2	0	0.00	0.00
L3	1	4.00	22.09
L4	0	0.00	0.00
L5	4	6.51	115.98
L6	10	24.75	1,108.70
R1	1	0.77	25.32
R2	5	14.32	74.18
R3	5	24.56	1,156.12
R4	4	4.38	709.92
R5	8	24.80	1,477.45
R6	0	0.00	0.00
Total	38	104.09	4,689.77



Number of SITU : 1  
Total Surface Area : 4.00 (ha)  
Total Catchment Area : 22.09(ha)

ID	Name of Situ	Surface Area (Ha)	Catchment Area(Ha)
1285	TMP Kalibata	4.00	22.09

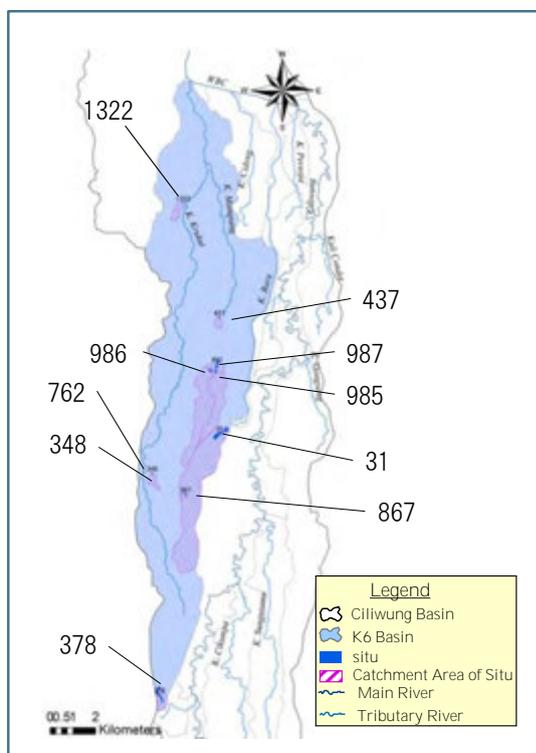
図 2.4-1 L3 流域の Situ の位置及びその諸元



Number of SITU : 4  
Total Surface Area : 6.51 (ha)  
Total Catchment Area : 115.98(ha)

ID	Name of Situ	Surface Area (Ha)	Catchment Area(Ha)
1319	W. Setiabudi 1	2.68	32.19
1321	W. Setiabudi 3	2.23	44.81
872	Pancoran 3	0.88	17.02
1320	W. Setiabudi 2	0.72	21.96

図 2.4-2 L5 流域の Situ の位置及びその諸元

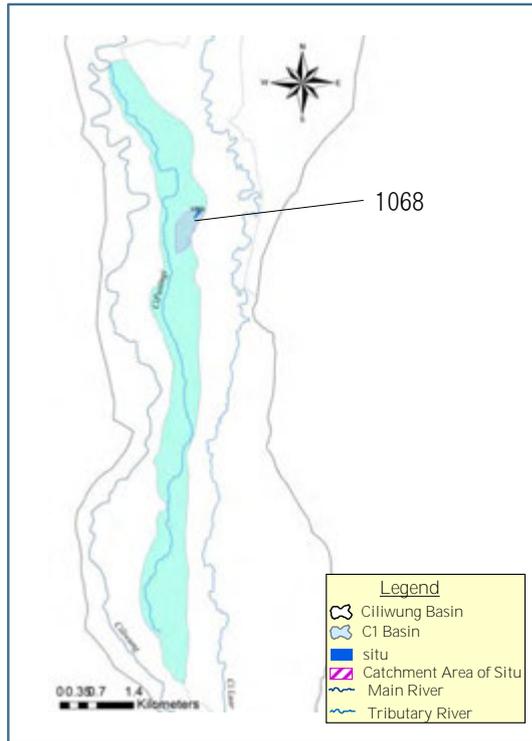


Number of SITU : 10  
Total Surface Area : 24.75 (ha)  
Total Catchment Area : 1108.70(ha)

ID	Name of Situ	Surface Area (Ha)	Catchment Area(Ha)
31	Babakan 6	9.74	604.21
378	Citayam 1	6.73	38.97
987	Ragunan 3	3.74	29.75
986	Ragunan 2	1.96	228.50
985	Ragunan 1	0.97	148.22
867	Paladen 1	0.91	5.40
437	Dep Pertanian	0.54	14.51
348	CIPEDAK	0.54	20.41
1322	Walikota Jaksel	0.28	23.26
762	Matoa Golf	0.25	0.86

\* ID 31 Catchment area include ID 867 Catchment Area

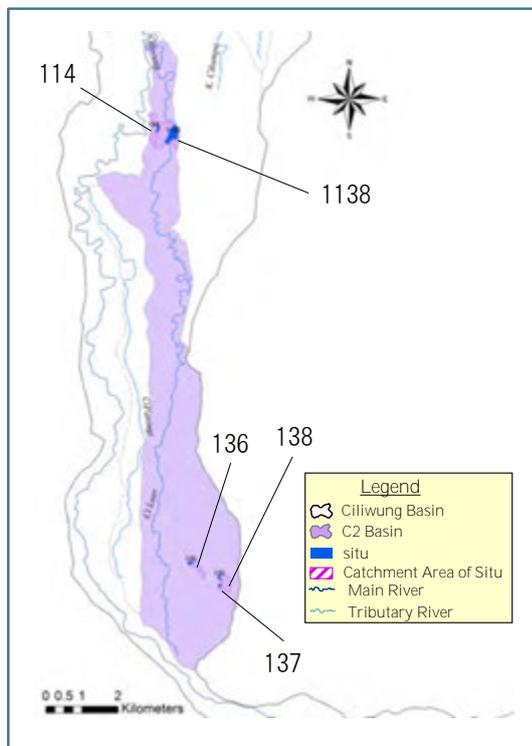
図 2.4-3 L6 流域の Situ の位置及びその諸元



Number of SITU : 1  
Total Surface Area : 0.77 (ha)  
Total Catchment Area : 25.32(ha)

ID	Name of Situ	Surface Area (Ha)	Catchment Area(Ha)
1068	Salam	0.77	25.32

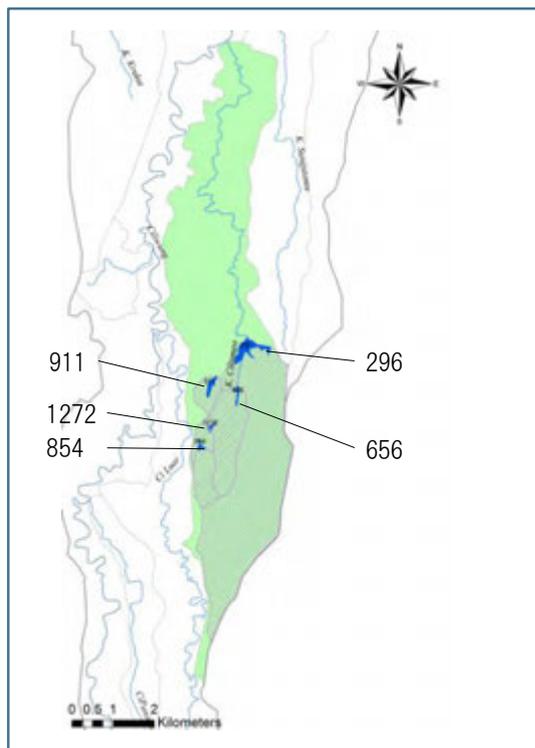
図 2.4-4 R1 流域の Situ の位置及びその諸元



Number of SITU : 5  
Total Surface Area : 14.32 (ha)  
Total Catchment Area : 74.18(ha)

ID	Name of Situ	Surface Area (Ha)	Catchment Area(Ha)
1138	SUKAHATI	10.45	35.67
144	BOJONG BARU	1.24	14.91
136	Bogor Raya	1.04	9.61
138	Bogor Raya Golf 2	0.99	11.75
137	Bogor Raya Golf 1	0.60	2.23

図 2.4-5 R2 流域の Situ の位置及びその諸元

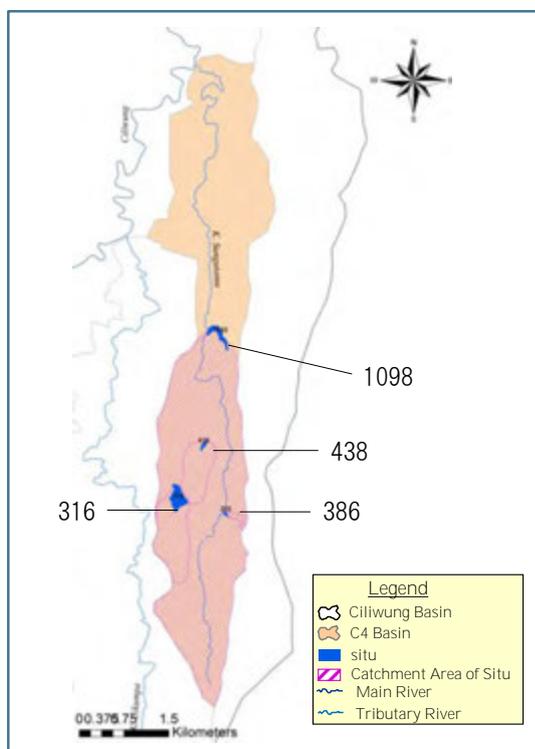


Number of SITU : 5  
Total Surface Area : 24.56 (ha)  
Total Catchment Area : 1156.12(ha)

ID	Name of Situ	Surface Area (Ha)	Catchment Area(Ha)
296	Cikareat	18.91	1113.68
911	Pemda	5.65	42.44
656	Kebantenan	3.06	268.66
854	PAKANSARI	2.32	68.02
1272	TENGAH	1.40	30.11

\* ID 296 Catchment area include ID 656, 854, 1272 Catchment area

図 2.4-6 R3 流域の Situ の位置及びその諸元

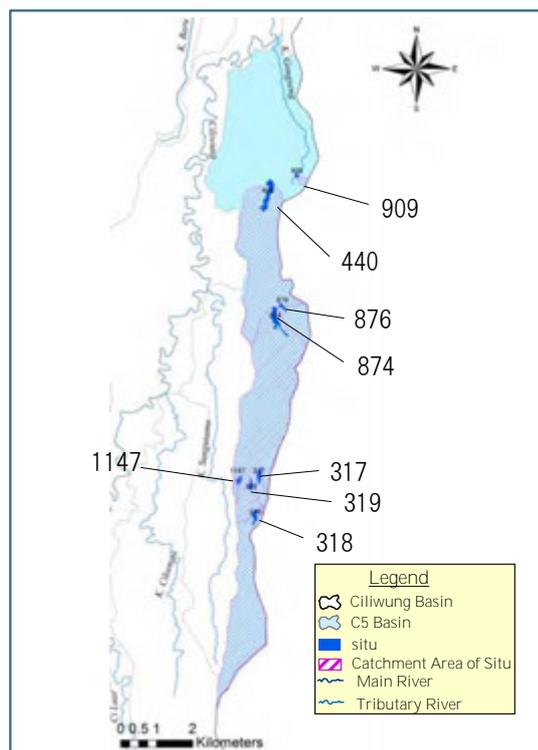


Number of SITU : 4  
Total Surface Area : 4.38 (ha)  
Total Catchment Area : 709.92(ha)

ID	Name of Situ	Surface Area (Ha)	Catchment Area(Ha)
316	Cilodong 1	8.11	71.49
1098	Sidomukti/Baru 2	4.38	709.92
438	Div Infantri Cilodong	0.98	43.47
386	Cjantung/Kibing	0.41	4.02

\* ID 1098 Catchment area include ID 438, 316, 386 Catchment area

図 2.4-7 R4 流域の Situ の位置及びその諸元



Number of SITU : 8  
Total Surface Area : 24.80 (ha)  
Total Catchment Area : 1477.45(ha)

ID	Name of Situ	Surface Area (Ha)	Catchment Area(Ha)
440	Dongkelan/Aman	12.41	417.89
909	Pekayon 1	0.82	5.87
874	Pangarengan 1	9.57	989.76
318	Cilodong 3	3.98	328.09
317	Cilodong 2	3.69	22.76
319	Cilodong 4	2.33	52.13
876	Pangarengan 3	2.00	63.93
1147	SUKAMAJU 4	1.86	8.84

\* ID 874 Catchment area include ID 1147, 319, 317, 318 Catchment area

図 2.4-8 R5 流域の Situ の位置及びその諸元



## 第 3 章 パイロットプロジェクトの選定

### 3.1 パイロットプロジェクトの提案

チリウン川流域は都市化にともない、これまで流域が有していた保水・遊水機能が低下し流出量の増大が顕著になってきた。そこで、その対策として総合的な流出抑制対策を例示しその効果をモニタリング・評価する手法に関する技術移転を行うことを目的に、小規模な流出抑制施設の建設を提案する。

#### 3.1.1 流出抑制施設の種類

流出抑制施設を貯留または浸透方式に別に分類すると図 3.1-1 に示すとおりである。

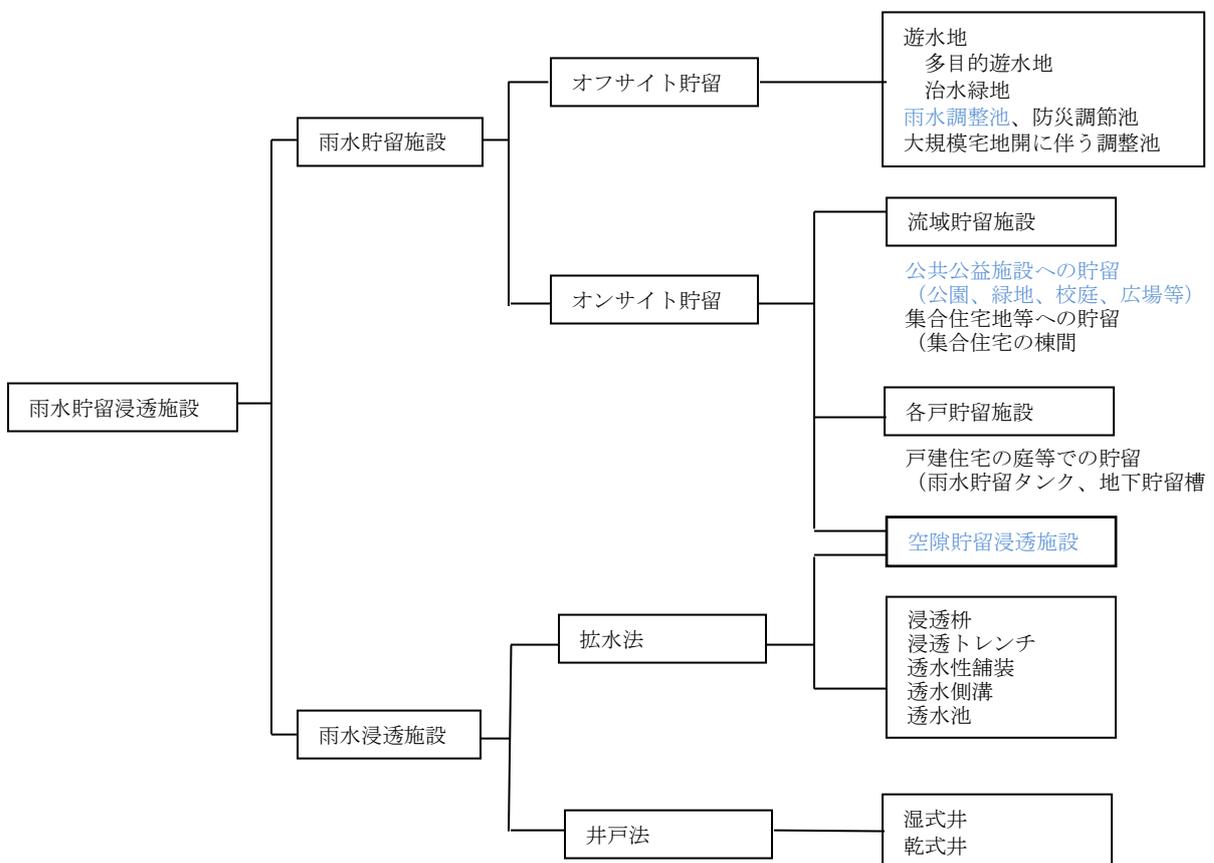


図 3.1-1 流出抑制施設の種類

#### 3.1.2 パイロットプロジェクトの提案

流域整備計画に流域対策の流出抑制効果を見込むためには、下記の条件を確保する必要がある。

- 洪水時に安定的かつ確実に治水効果が発揮される。
- 流出抑制機能が将来にわたって確実に確保される。

- 対象施設は公的組織（国、州、県、市）が管理、監視する。
- 操作の確実性：ゲート操作などが不要な構造とする。  
（自然調節方式による無操作を前提）
- 管理責任：整備主体、施設管理者、その他関係者等で、治水活用に伴う管理、運用面の責任の所在を明確にする。

上記の条件の基、チリウン川流域に適する3種類の施設をパイロットプロジェクトとして提案する。

### (1) シツの改良（シツの調整池化）

シツの調整池化は、既設のシツの利水容量の一部を洪水調節容量に転用して流出抑制を行う。洪水調節容量を活用することにより洪水ピーク流量を低減することが可能である。

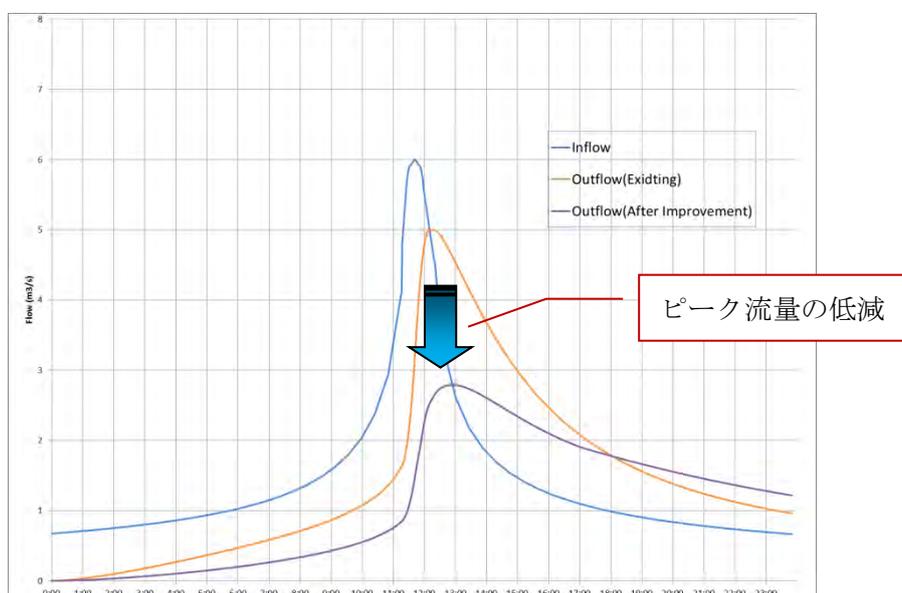


図 3.1-2 シツの調整池化の効果（イメージ図）

施設のイメージ図を図 3.1-3 に示す。

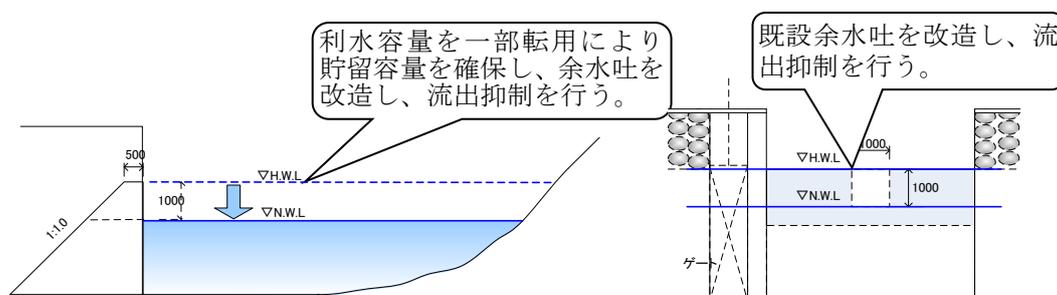


図 3.1-3 シツの調整池化（イメージ図）

## (2) 公園（グラウンド）貯留

公的組織が所有する公園やグラウンドの周囲に小堤を築造、または、地表部分を掘削して貯留容量を確保し、その容量に洪水を一時貯留することにより流出抑制を行う。

施設のイメージ図を図 3.1-4 に示す。

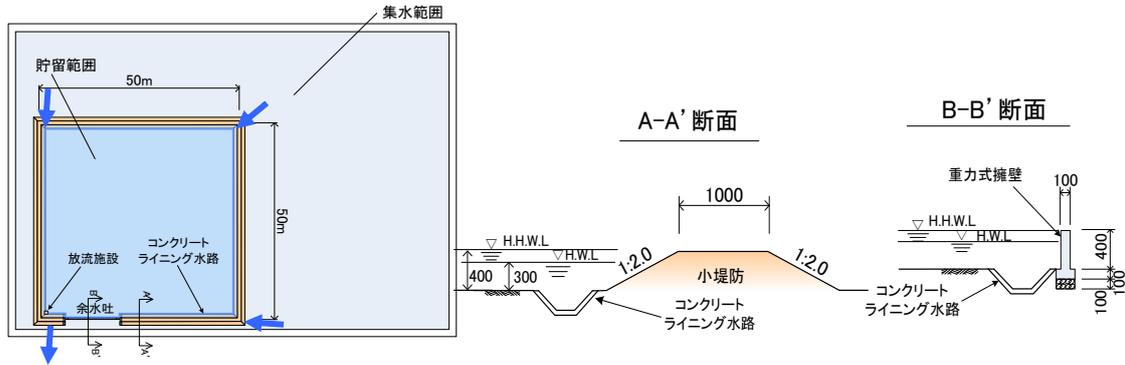


図 3.1-4 公園（グラウンド）貯留（イメージ図）

## (3) 雨水貯留浸透施設

建物敷地内の地下の貯留槽（雨水貯留浸透施設）に雨水を導水し流出抑制を行う。

施設のイメージ図を図 3.1-5 に示す。

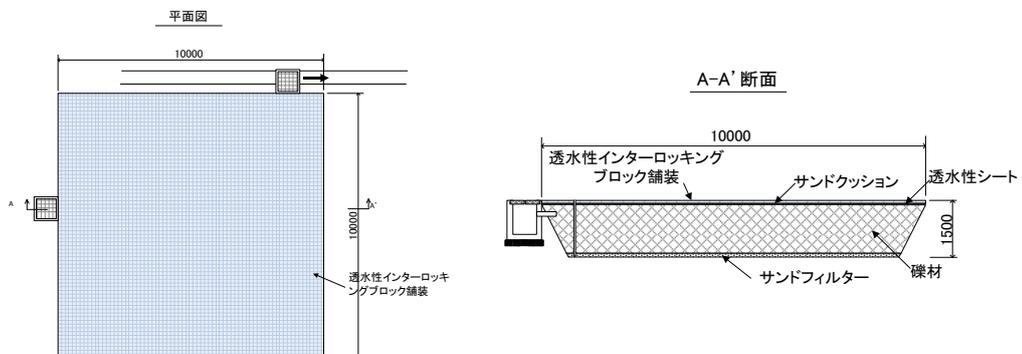


図 3.1-5 雨水貯留浸透施設（イメージ図）

### 3.2 パイロットプロジェクトの選定

前節で提案した施設について、現地調査を行いパイロットプロジェクトとして適当な施設の選定を行った。現地調査、「イ」国側との調整の結果やプロジェクト予算を考慮して、工期内に施設設置ができ、予算内で施工が可能な雨水貯留浸透施設をパイロットプロジェクトに選定した。なお、雨水貯留浸透施設の設置は「イ」国からの要望が強い施設であった。雨水貯留浸透施設設置に関する、調査、設計、モニタリング等について整理し4章に記載する。

また、シツの改良については、現時点ではシツを改良した場合のシツ下流域の安全性の確保が困難な点や関係機関との調整に時間を要することからパイロットプロジェクトとしての採用を見送った。しかし、シツの改良の検討手法について整理し5章に記載する。

公園貯留については、既存の公園を利用した施設建設は、現時点では調整等が困難であったためパイロットプロジェクトとしての採用は見送った。

選定の経緯等は以下に示す。

#### (1) シツの改良（シツの調整池化）

##### 1) 現地調査

対象地域に分布するシツやそれに関連する水路の一般的な特徴を把握するため、チリウン川の中流域に位置する5つのシツとその周辺について現地調査を実施した。調査対象のシツは、チリウン・チサダネ流域管理事務所からの提案やシツ台帳に基づいて選定した。これらの概要および位置を表 3.2-1、図 3.2-1 に示す。

**表 3.2-1 パイロットプロジェクトの候補地**

Code	Situ	Basin	Sub-basin	Surface Area as of 2008 (ha)	Catchment (ha)	Village	District	Regency	Revitalization
656	Kebantenan	Ciliwung	R3	4.5	269	Pakansari	Cibinong	Kab. Bogor	1998
296	Cikaret	Ciliwung	R3	29.5	1,114	Harapan Jaya	Cibinong	Kab. Bogor	2002
316	Cilodong	Ciliwung	R4	9.5	71	Kalibaru	Sukma Jaya	Kota Depok	1998
378	Citayam	Krukut	L6	7.2	39	Bojong Pondok Terong	Pancoran Mas	Kota Depok	2003
868	Pladen	Ciliwung	-	1.5	39	Beji Timur	Beji	Kota Depok	2007

注) 表中”Revitalization”の項に記されている年号は、堆砂等の除去や周辺環境整備を主とするシツ再生事業の実施年を意味する。

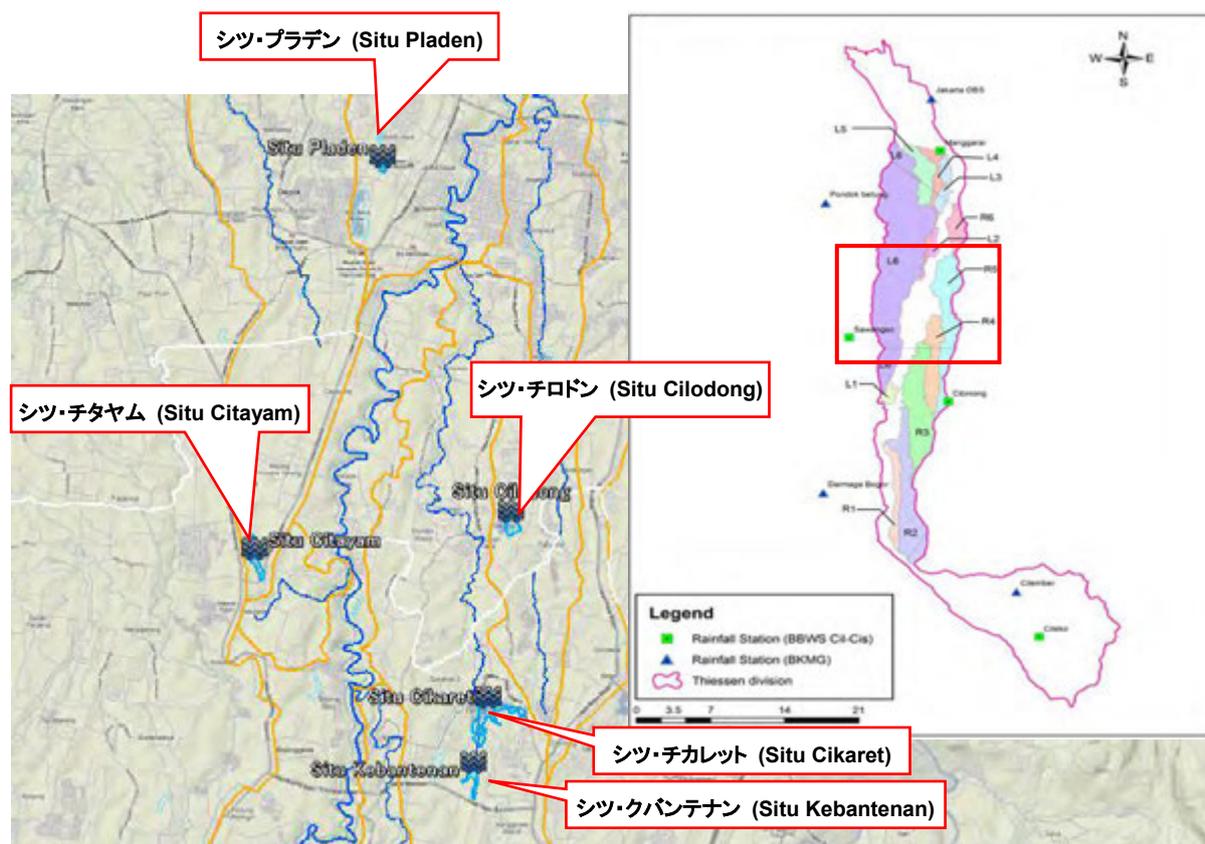


図 3.2-1 現地調査を行ったシツ位置図

## 2) 現地調査結果および評価

現地調査の結果、シツの改良に関しては以下示す課題があり、本プロジェクト期間内でこれらの課題を解決することは困難と判断しパイロットプロジェクトの選定から除外した。

○主な課題点

- 水のほとんどが河道とは異なる灌漑水路へ流下しており、下流水路（河道）の流下能力が小さく、下流水路（河道）の改修が必要である。
- シツからの水は養魚用や灌漑に利用されており関係者間の調整が必要である。
- 湖岸には、家屋等が立ち並んでおり、シツの改良時には用地買収の必要がある。

また、インドネシア政府も、シツの現況を説明した結果、余水吐きの改良を含めたシツの改良は現時点では下流流域の安全の確保や関係者間の調整に時間がかかることから困難であるとの判断であり、シツの改良の考え方や改良検討の方法の例示および支川流域を含んだ支川流域の総合治水計画に関する検討を求められた。これら検討結果については、第5章、6章に示している。

(2) 公園貯留

1) 現地調査

“Park and Cemetery Agency”からのヒアリングや航空写真を基に敷地面積が 2,500m<sup>2</sup>以上の公園あるいは空き地を選定し現地調査を行った。

現地調査の結果を表 3.2-2、図 3.2-2 に示す。

表 3.2-2 公園貯留候補地の比較

No.	地点名	流域名	所在地	集水面積 [Ha]	備考
1	PSP1	Krukut	Jl. Lapangan Tembak, Cilandak KKO	3.70	軍施設により調査不可
2	PSP2	Ciliwung	Jl. Tebet Barat	2.00	公共公園(洪水時遊水地化)
3	PSP3	Ciliwung	Ciparigi, Bogor	1.60	軍施設により調査不可
4	PSP4	Ciliwung	Kalimulya, Depok	3.30	民有地
5	PSP5	Ciliwung	Jl. Margonda, Depok	3.00	民有地、お墓
6	PSP11	Cideng	Jl. Patra Kuningan	1.60	民有地
7	Taman Banteng	Cideng	Jl. Lapangan Banteng Selatan	2.00	公共公園

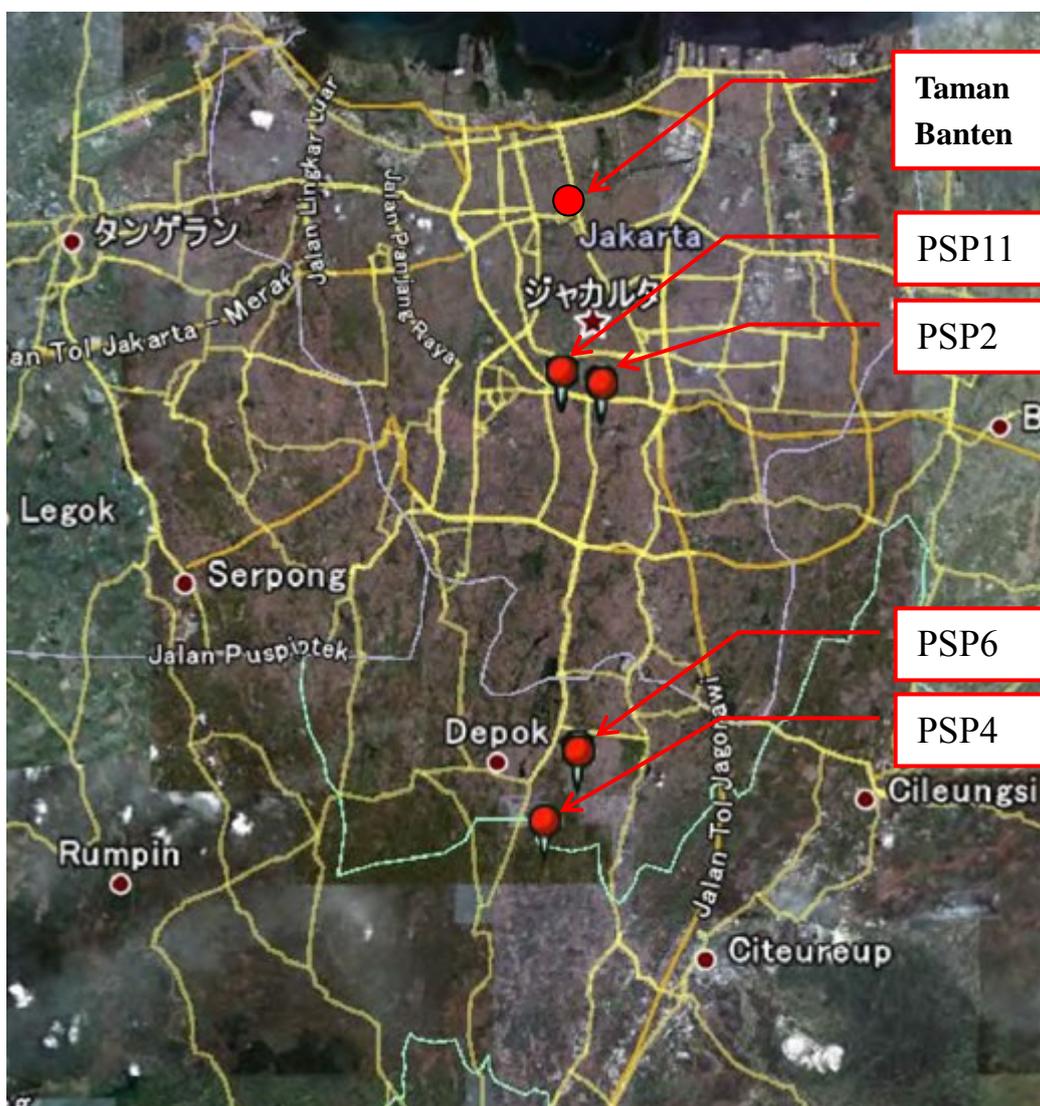


図 3.2-2 公園貯留候補地点位置図

## 2) 現地調査結果および評価

現地調査の結果、下流放流先が明確で無いことや一時貯留による堆砂の問題やゴミの堆積問題等課題が多いこと。また、今回の調査地の中で、公共の敷地であり、過去の浸水域外で施設設置が可能と考えられた「Taman Banteng」であっても、インドネシア国担当部局と協議した結果、既存の施設を改良することに難色を示された。このような結果、時間的な制約もあり、公園貯留はパイロットプロジェクトの実施からは除外した。

なお、今後は、公園貯留を推進するためには、新規の公園建設時や公園の改修時にこの施設を提案していく必要がある。

Taman Banteng

	公園状況 (入口)
	公園状況 (施設候補地)
	公園状況 (下流排水路)

図 3.2-3 現地写真 (Taman Banteng)

### (3) 雨水貯留浸透施設

#### 1) 現地調査を選定経緯

雨水貯留浸透施設設置の候補地として施工管理や維持管理が容易な、PU 敷地内および BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所敷地内を候補地として、現地調査および関係機関との調整を行った。

検討、調整の結果、測量や施工のための手続き期間が短く、プロジェクト期間内に施工が可能であり、また、「イ国」側から要望があった BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所敷地内に施設を設置こととした。候補地の位置図を図 3.2-4 に示す。

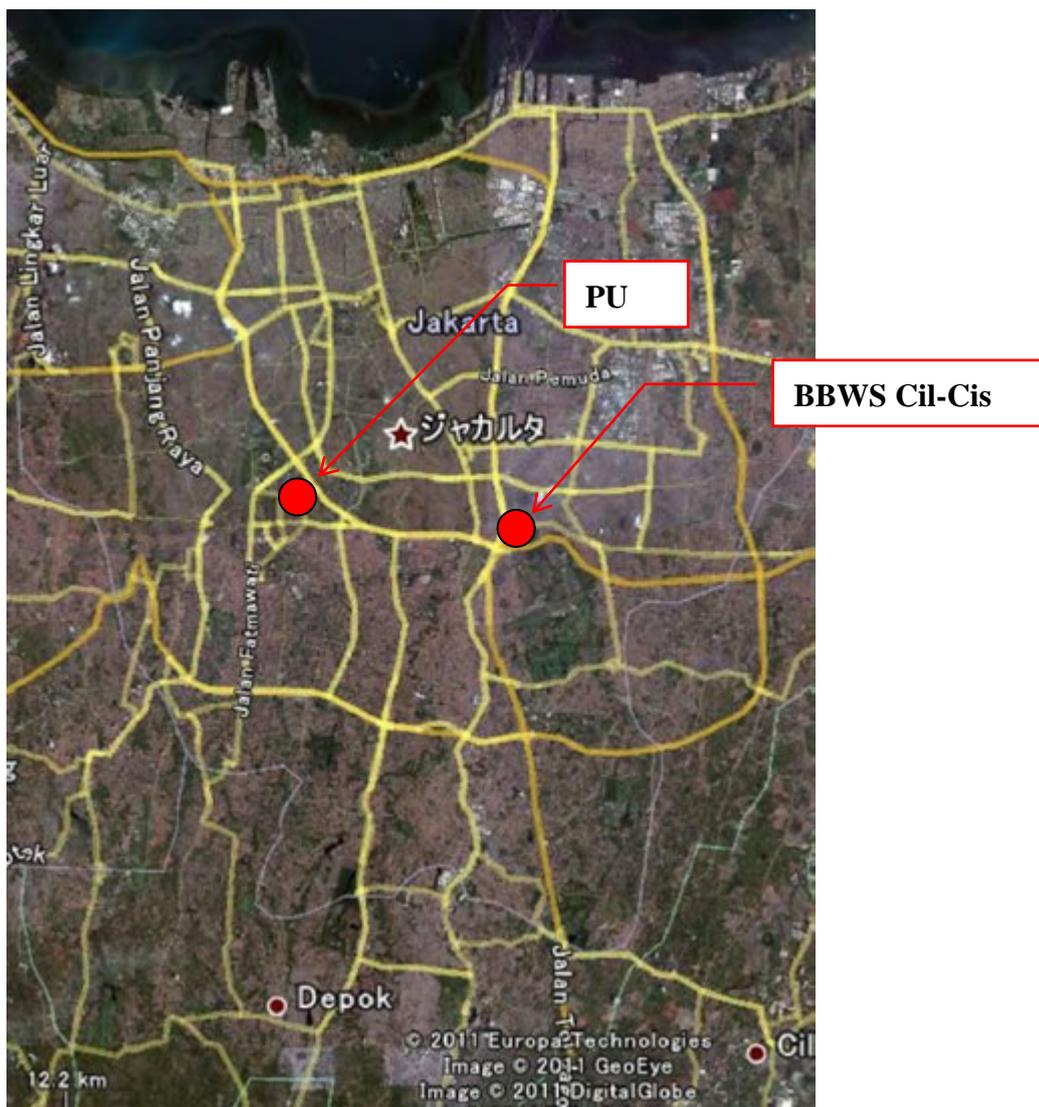


図 3.2-4 BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所位置図

#### 2) 施設設置個所の選定

BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所敷地内の現地調査を行った結果 2 か所の候補地を選定した。比較の結果、雨量の集水範囲が広く、既設の排水路に近い A 地点を候補地に選定した。



図 3.2-5 雨水貯留浸透施設候補地点

	<p>候補地点1 (上流側より)</p>
	<p>候補地1 (下流側より)</p>
	<p>候補地点2 (モスク前駐車場)</p>

図 3.2-6 現地写真 (BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所)

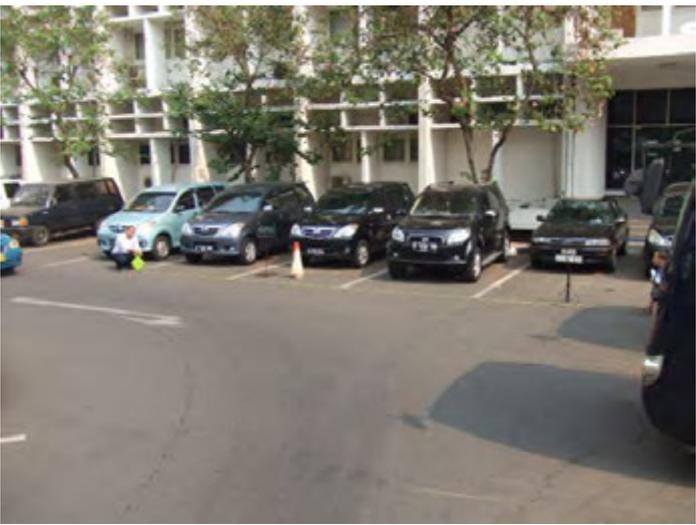
	敷地下流（南側）候補地
	中央駐車場候補地(1)
	中央駐車場候補地(2)

図 3.2-7 現地写真 (PU 敷地内)

## 第4章 パイロットプロジェクト（雨水貯留浸透施設）の検討

### 4.1 パイロットプロジェクトの目的

チリウン川流域は都市化にともない、これまで流域が有していた保水・遊水機能が低下し流出量の増大による洪水被害が頻発しており、開発に伴う流出抑制策の実施が重要課題となっている。

本パイロットプロジェクトは、流出抑制策として日本で実施されている雨水貯留浸透施設を試験的に設置し、効果のモニタリングを実施することにより、流出抑制施設の計画と設計、評価手法について技術移転を行うことを目的としたものである。

本来、雨水は地中に浸透し、長い時間をかけて大気中に蒸発したり、河川に流出する。しかし、都市化によって地表がコンクリートやアスファルトなどで覆われてしまったことから、雨水を地中に染み込ませる仕組みが損なわれ、これが集中豪雨の際に都市部で洪水を引き起こすきっかけとなっている。

こうした事態を改善するために近年注目されているのが空隙貯留浸透施設のひとつの「雨水貯留浸透施設（RSIF）」である。この施設は雨水を地下に浸透させることと、地表や地下に貯留させることで、地表に水があふれるのを防ぐ効果を発揮する施設である。

この施設は雨水を地表や地下などに貯めることで、必要な時に水資源として活用できるメリットもあり、防災面としての機能に加えて、資源の有効活用といった観点からも注目されている。

### 4.2 パイロット施設の選定と規模

#### 4.2.1 流出抑制施設の分類

流出抑制施設は、貯留施設と浸透施設に分けられるが、このうち貯留施設はその貯留する集水域の違いからオンサイト貯留とオフサイト貯留に分かれる。浸透施設は、基本的にオンサイト施設であり、地中に雨水を拡散する拡水法と井戸法に分類される。

雨水貯留施設は地表や地下に雨水を貯留し、時間差をつけて下水道や河川に放流させ雨水流出のピーク量を減ずることを目的としており、表面貯留タイプとして、駐車場やグランドなどの空地を利用して一時的に雨水を貯め降雨終了後放流するもの、地下貯留タイプとして、建築物や駐車場の地下にコンクリートやプラスチックを用いて貯留槽を作るものなどがある。

雨水浸透施設は雨水を地下に逃がす方式で、雨水を浸透させるには、地表の面で浸透させる方法と、点あるいは線で浸透させる方法がある。前者の方法には、浸透性舗装や浸透池、空隙貯留浸透などがある。後者としては、浸透ます、浸透トレンチ、道路浸透ます、浸透側溝などがある。これらの施設は水害の予防に役立つとともに、施設によってはヒートアイランド現象といわれる夏場などの地表の温度上昇の解消につながる。

流出抑制施設を貯留または浸透方式に別に分類すると、図 4.2-1 に示すとおりである。

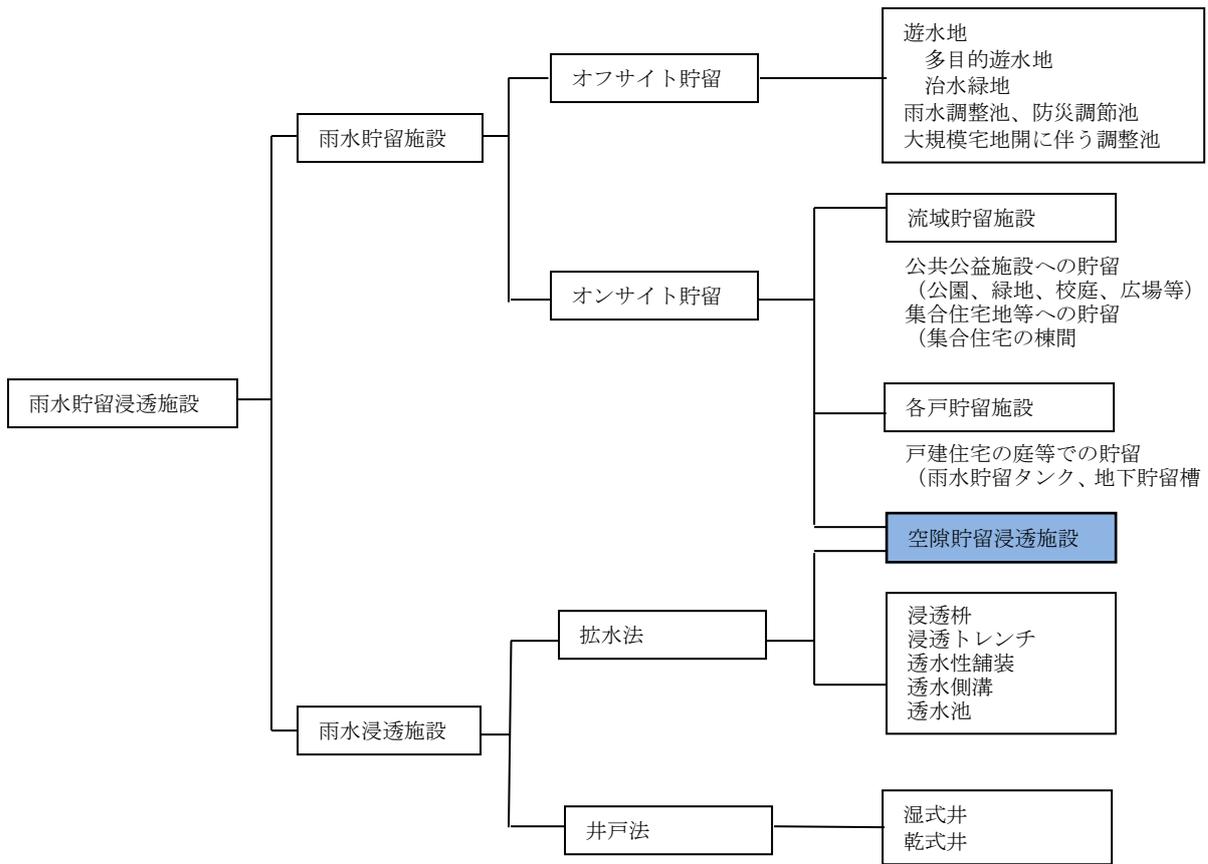


図 4.2-1 流出抑制施設の種類

#### 4.2.2 パイロット施設の選定

本プロジェクトのパイロット施設としては、流出抑制効果が比較的高く、また、地下水涵養にも寄与する雨水の貯留機能と浸透機能を併せ持つ空隙貯留浸透施設（雨水貯留浸透施設）とした。雨水貯留浸透施設は、地下の碎石貯留槽などへ雨水を導き、側面及び底面の地中へ浸透させる施設をいう。碎石内などに貯留槽を設けて雨水の有効利用を行う場合もある。

近年、碎石の代わりに高い空隙率(90%以上)を有するプラスチック製貯留材を用いる施設が増えてきている。

プラスチック製地下貯留浸透施設は、近年日本で急速に普及しており、技術開発も進んでいることから、本プロジェクトの流出抑制パイロット施設として、日本の最新技術を紹介する目的で、効果も比較的高いプラスチック製雨水貯留浸透施設とした。

日本における雨水貯留浸透施設（プラスチック製）の累計施工実績は約 160 万 m<sup>2</sup>（平成 19 年度時点）に達しており、年々増加傾向にある。用途別の施工割合をみると、商業施設が全体の約 3 分の 1 を占めて最も多く、次いで住宅、学校、公園、道路となっている。その他の施設も約 3 分の 1 を占めていて、幅広い施設での普及が進んでいる。

今回建設する雨水貯留浸透施設は、内部材料に再生プラスチック素材を利用しているのが最大の特徴である。それにより、空隙率を 90%以上確保でき、施設を小さくして大きな効果を得るこ

とが期待されている。つまり、これまでの同様な施設では、砕石やガラスブロックを活用してきたが、空隙率が30%程度であり、これまでの施設より規模を1/3にすることも同様な効果を得ることができる。また、施設上部を、公園や駐車場に利用できることも特徴である。

プラスチック材料の特徴を以下に示す。

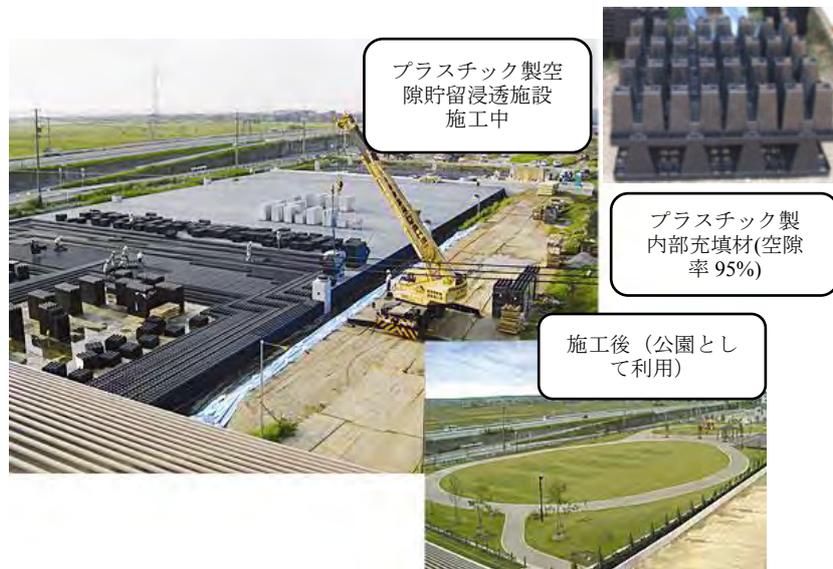


図 4.2-2 プラスチック製雨水貯留浸透施設

表 4.2-1 プラスチック製雨水貯留浸透施設の特徴

項目	内容
a)空隙率が大	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高い空隙率(90%以上)が確保できる</li> <li>・掘削量が少なくできる</li> <li>・残土発生量が少ない</li> </ul>
b)工期短縮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工は人力で積み上げられる</li> <li>・コンクリート養生期間が不要で工期を短縮できる。</li> <li>・大型重機が不要</li> </ul>
c)高耐荷重設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛直方向は25トントラック(T-25)対応</li> </ul>
d)簡単施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・接合部材が不要</li> <li>・施工スピードが速い</li> </ul>
e)水を汚さない	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐薬品性、耐水性に優れ、水を汚さない</li> </ul>
d)コンパクト収納	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンパクトに収納でき、現場での仮置スペースを削減できる。</li> </ul>

### 4.2.3 パイロット施設 の規模

パイロット施設の規模と形状は以下のとおりである。

- 本パイロット施設は、貯留浸透施設の設計及び施工手法を技術移転し、効果をモニタリングすることを目的としたものであるため、試験的な施設として規模を 10m×10m×1.0m（施設高さ）程度の施設を建設することとした。
- 施設上部は、T=25t の車や重機が通過可能なように土被りを 60cm 以上とする。
- パイロット施設周辺においては、洪水を施設へ導く流入水路及び施設から下流水路へ導水する排水路を設置する。
- 施設底面の深さが地表面より約 1.5m であり、一方で排水施設の深さは約 50cm 程度であり、自然排水ができないことから、流入した洪水は底面からの浸透だけで排出する浸透及び貯めきりの施設である。
- 洪水の初期から施設へ洪水を導水すると、ピーク流量が来る前に施設が満杯となり、貯留効果によるピーク流量低減ができない。そのため、施設は洪水ピーク時に貯留効果を発揮するように、開発前の洪水を超えない量の洪水は施設をバイパスして下流へ流下させ、それ以上の洪水を施設にとりいれるような形式を採用した。
- 本来の必要容量は、50mm/hr 対応とすると 250m<sup>3</sup> の施設が必要であるが、今回の施設は 100m<sup>3</sup> 程度であり、20mm/hr 対応の施設となる。

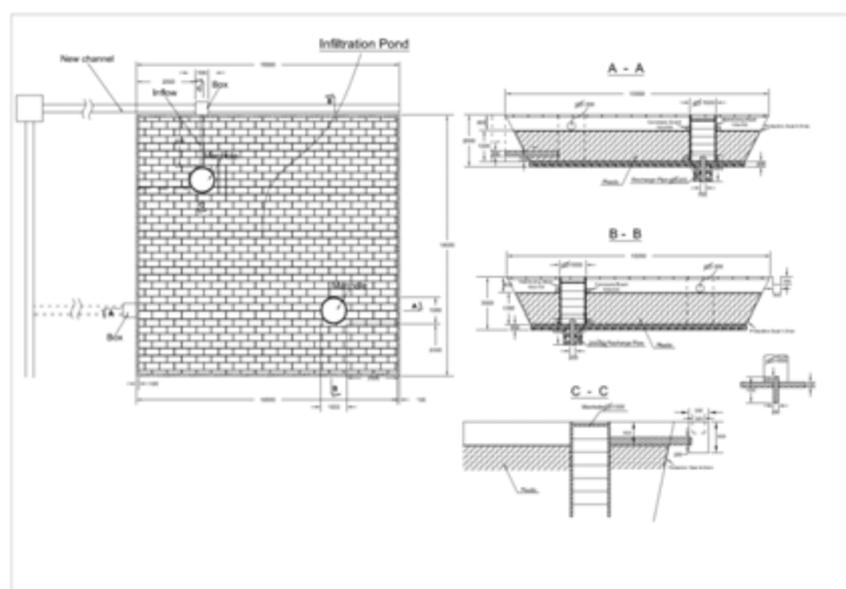


図 4.2-3 雨水貯留浸透施設 施設図

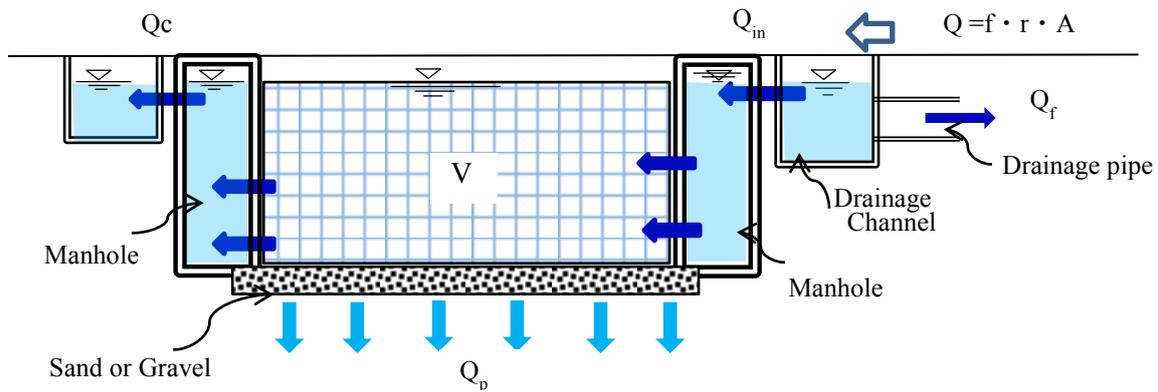


図 4.2-4 雨水貯留浸透施設 (イメージ図)

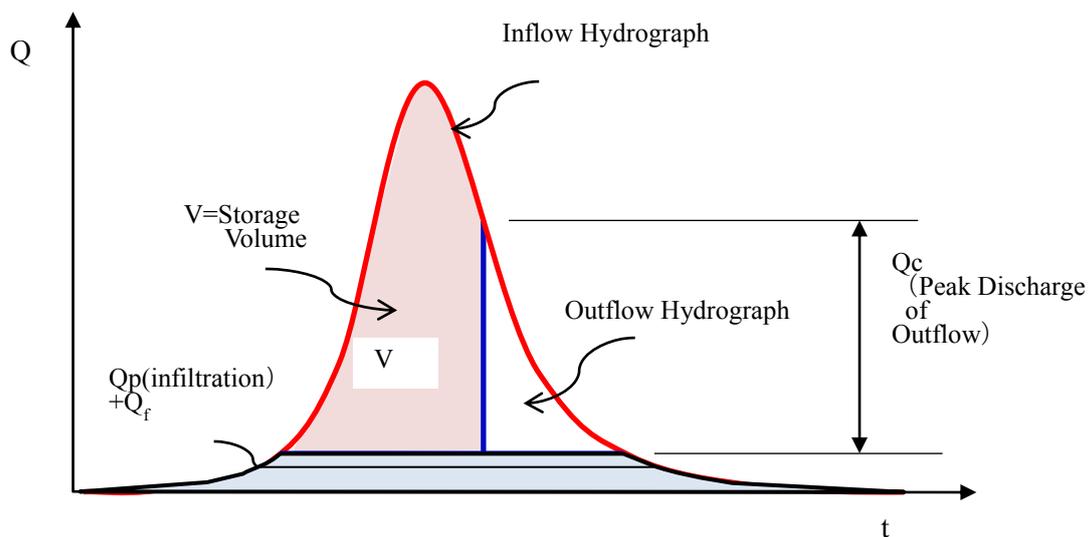


図 4.2-5 流出抑制の水文・水理の概念

雨水貯留浸透施設は流域に分散して設置されるため、施設そのものの水文設計と同時に、治水計画上の河川に対する流出抑制効果の評価を行う必要がある。

雨水貯留浸透施設のモデルとして、集水域からの流入・貯留・浸透・流出の概念を示すと図 4.2-5 のようになる。雨水貯留浸透施設設置区域では、それぞれの施設の雨水流出抑制機能により流出抑制が行われる。

### 4.3 パイロット施設設置個所

パイロット施設はチリウン・チサダネ工事事務所 BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所敷地内に施設を設置する。BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所の位置図を図 4.3-1 に示す。



図 4.3-1 BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所位置図

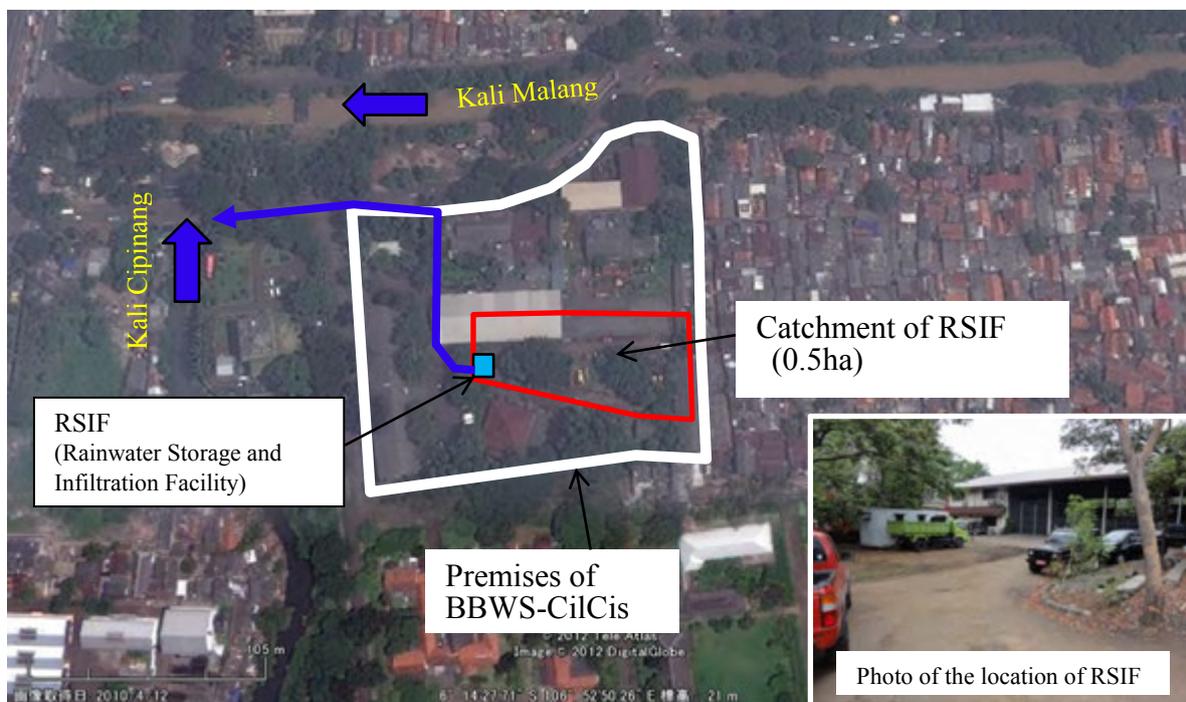


図 4.3-2 BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所と RSIF の配置図

#### 4.4 施設の計画および設計

##### 4.4.1 水文・施設計画

雨水貯留浸透施設の調査計画のフローを図 4.4-1 に示す。また、調査内容を以下に示す。

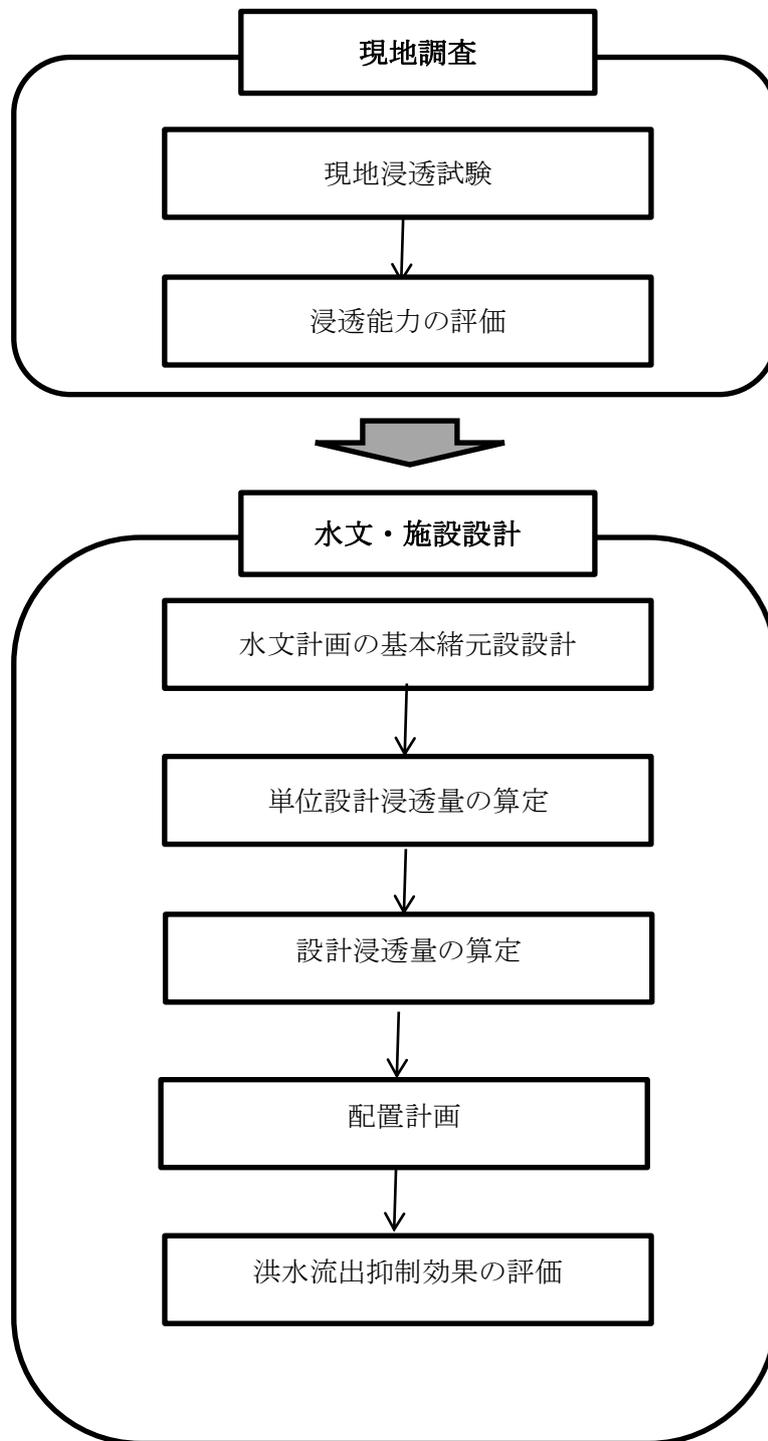


図 4.4-1 調査・計画フロー

## 4.5 現地浸透試験

### 4.5.1 試験計画

#### (1) 試験方法の選択

試験施設には、設置が容易で注入水量を節約でき、かつその試験結果から予測できる浸透能力の精度や信頼性も十分高いことが望まれる。現在最も広く利用されている簡易型試験方法には、円筒型全面浸透法（ボアホール法）と円筒型底面浸透法があるが、本プロジェクトでは施設底面で実施することや、土質が単一の粘性土層であることから、底面の土層形状を乱さない円筒型全面浸透法採用することとした。

**表 4.5-1 現地浸透試験法の比較**

試験法	円筒型全面浸透法（ボアホール法）	円筒型底面浸透法
試験施設の概要	① 直径 20cm 程度のオーガー孔を利用 ② 浸透面は水面下の全面（側面と底面）	① 適当な大きさのピット掘削後、直径 30cm の円筒を建込み埋め戻す。 ② 浸透面は円筒の底面のみ
施設設置の得失	① 掘削土量が少ない。 ② 設置が容易 ③ 底面の浸透特性を乱さない。 ④ 浸透面の点検手入れが困難 ⑤ 砂礫、玉石交じりの堆積層では施設設置が不可能	③ 掘削土量が若干多い。 ④ 掘削・埋戻しがあり、施設周辺の土層を乱す。 ⑤ 浸透面の手入れが容易 ⑥ 土質による設置上の制約がない。
試験法上の得失	① 注入水量がわずかで済む。 ② 側面からの浸透もあり、地盤の鉛直方向、水平方向の平均的な浸透性の把握ができる。 ③ 2 水頭の試験を行うことで、原理的には透水性の異方性（水平、鉛直方向での違い）が解析できる。	① 注入量がわずかで済む。 ② 底面からのみの浸透のため、底面設置位置での鉛直方向のみの浸透性の評価となる。 ③ 注水量が周囲埋戻し部に回り込むことがある。（浸透能力を過大評価することになる。）
採用	○	

#### (2) 現地浸透試験手順

試験条件および方法は以下の通りである。

##### A) 試験条件

- ① 試験方法：ボアホール法  
定水位法および変水位法
- ② 試験箇所：3 か所、試験位置は下記の通りである。

##### B) 試験方法ボアホール法の試験方法を以下に記載する

表 4.5-2 ボアホールを利用した現地浸透試験の手順

試験手順	内容
① ボアホール掘削	ハンドオーガーを用いて設定したボアホール深まで掘削する。 ボアホールの直径は 20~30cm 程度、深度は 1m 程度を標準とする。
② 土質の確認および試料採取	掘削時に土質の確認を行うとともに、必要に応じて土質資料を採取して室内試験を実施する。
③ 浸透面の手入れ	孔内の状態を観察し、必要に応じて熊手やブラシで浸透面の目荒らしを行うとともに、掘屑は丹念に除去する。
④ 充填材などの挿入	ボアホール掘削後、掘削面をいためないように十分配慮して、砂利あるいは碎石を充填する。
⑤ 定水位法	イ) 設計湛水深に相当する水位まで注水し初期水位とする。 ロ) 上記湛水深を維持する。 ハ) 経過時間ごとに注水量を測定する。測定時間間隔は 10 分を目安とするが変化が著しい場合は測定時間間隔を細かくする。 ニ) 注水量が一定になるまでロ)~ハ)を継続する。 なお、試験時間も目安は 2 時間程度とする。
⑥ 変水位法	イ) 定水位法終了時点を初期条件とし注水を止める。 ロ) 孔内水位の時間変化を一定時間測定する。孔内水位を測定する間隔は 1 分を標準とする。 ハ) 試験開始から 1 時間程度経過して試験が終了しない場合は、そのまま継続する。

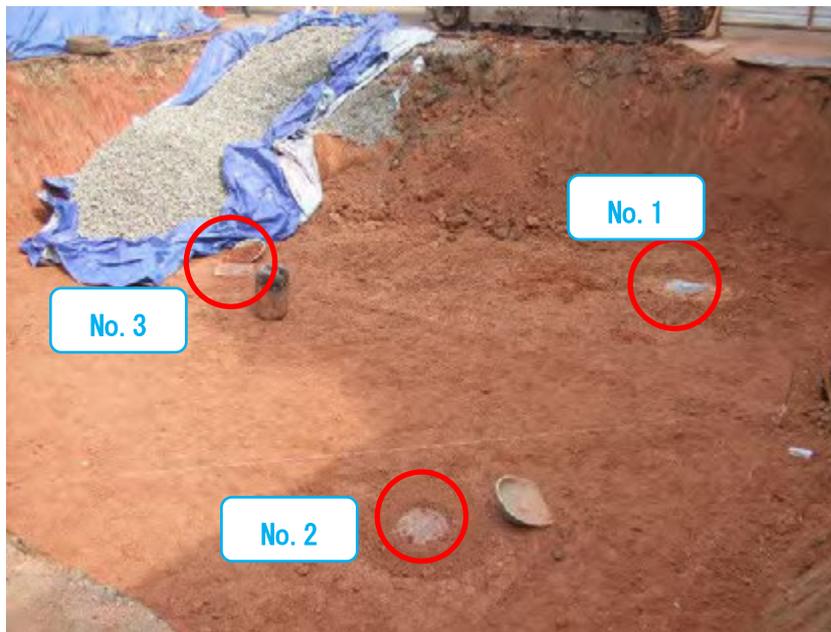


図 4.5-1 試験位置図

③ 試験孔の寸法：  
試験孔の寸法を表 4.5-3 に示す。

表 4.5-3 試験孔寸法(cm)

番号	A 直径	B 深さ (孔底)	C 深さ (碎石底)	D 定水位水深 (碎石より)
1	35	97	89	70
2	35	95	84	70
3	35	95	83	70

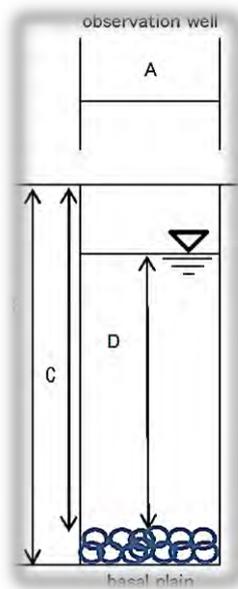


図 4.5-2 試験孔写真

④ 試験時間：定水位法；約 2.0 時間／箇所  
変水位法：0.5~1.0 時間／箇所  
試験状況を図 4.5-3 に示す。



図 4.5-3 試験状況

## 4.5.2 試験結果

### (1) 定水位法による透水試験結果

#### 1) 透水係数算定方法

現地浸透試験結果から、試験施設の形状と湛水深に対応した終期浸透量をもとに、次式より飽和透水係数を算定する。

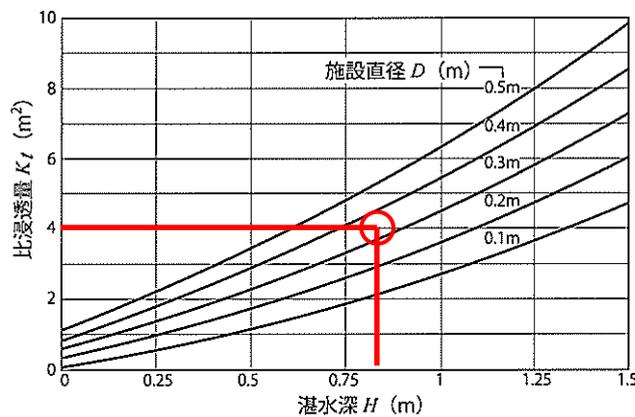
$$K_0 = Q_f / K_f$$

ここに、 $K_0$ ：飽和透水係数(m/hr)

$Q_f$ ：浸透試験での終期浸透量( $m^3/hr$ )

$K_f$ ：試験施設の比浸透量( $m^2$ ) (試験形状より決まる定数 図 4.5-4 参照)

施設直径 0.35m 湛水深 (0.78~0.82m) より、 $K_f=4.0$  を採用



出展：雨水浸透施設技術指針（案） 調査・計画編/(社) 雨水貯留浸透技術協会 編

図 4.5-4 ボアホール法の比浸透量

#### 2) 透水係数算出結果

試験結果を整理して表 4.5-4 に示す。

試験の結果この地盤の飽和透水係数は、 $K_0=1.2 \times 10^{-3}$  (cm/sec)程度と推定される。

表 4.5-4 飽和透水係数算定結果

	No1	No2	No3	平均
Qf(L/min)	2.35	2.55	4.00	
Qf( $m^3/hr$ )	0.141	0.153	0.240	
Kf( $m^2$ )	4	4	4	
$K_0$ (m/hr)	0.03525	0.03825	0.06000	0.0445
$K_0$ (cm/sec)	$0.98 \times 10^{-3}$	$1.06 \times 10^{-3}$	$1.67 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-3}$

試験のデータシートを巻末資料-5 に示す。

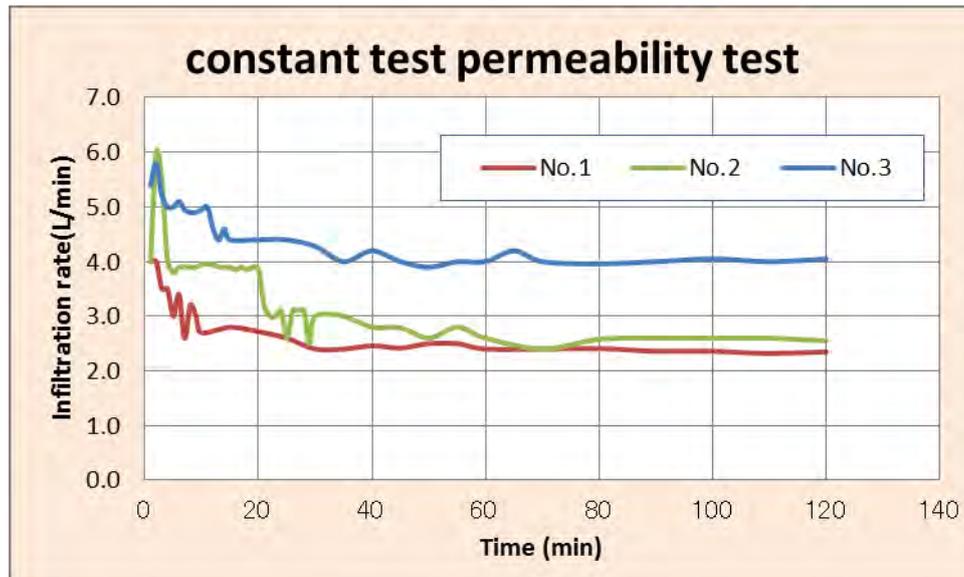


図 4.5-5 注水量の変化（定水位法）

(2) 変水位法による透水験結果

1) 透水係数算定方法

現地浸透試験結果から、次式より飽和透水係数を算定する。

$$K_0 = \gamma \cdot a$$

ここに、 $K_0$ ：飽和透水係数(m/s)

$a$ ：浸透能力係数

$\gamma$ ：ボアホール直径、湛水深などに係る定数 安全側をみて  $\gamma = 0.078$  を用いる

$$a = \Delta H / H(\text{ave})$$

$$\Delta H = (H_1 - H_2) / \Delta t$$

$$H(\text{ave}) = (H_1 + H_2) / 2$$

$H_1$ ：初期水位

$H_2$ ：最終水位

$\Delta t$ ：試験時間

2) 透水係数算出結果

試験結果を整理して表 4.5-5 に示す。

試験の結果この地盤の飽和透水係数は、 $K_0 = 5.2 \times 10^{-3}$  (cm/sec)程度となる。

表 4.5-5 飽和透水係数算定結果 (変水位法)

	No1	No2	No3	平均
H1 (m)	0.70	0.70	0.70	
H2(m)	0.065	0.232	0.044	
$\Delta t$ (min)	60	30	30	
a	0.000461	0.000558	0.000991	
$\gamma$	0.078	0.078	0.078	
$K_0$ (m/sec)	$3.60 \times 10^{-5}$	$4.35 \times 10^{-5}$	$7.73 \times 10^{-5}$	$5.2 \times 10^{-5}$
$K_0$ (cm/sec)	$3.60 \times 10^{-3}$	$4.35 \times 10^{-3}$	$7.73 \times 10^{-3}$	$5.2 \times 10^{-3}$

### (3) 浸透能力の評価 (試験結果)

試験結果を整理して以下に示す。

定水位法より、建設地点の透水係数は概ね  $k_0=1.2 \times 10^{-3}$  cm/s 程度である。また変水位法での透水係数は定水位法よりも若干大きな値を示している。この結果より、建設地点の地盤は  $1.0 \times 10^{-3}$  cm/s 程度以上の透水性を有するものと推測される。

表 4.5-6 試験結果

(単位 cm/s)

試験法	No.1	No.2	No.3	平均
定水位法	$0.98 \times 10^{-3}$	$1.06 \times 10^{-3}$	$1.67 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-3}$
変水位法	$3.60 \times 10^{-3}$	$4.35 \times 10^{-3}$	$7.73 \times 10^{-3}$	$5.2 \times 10^{-3}$

### (4) 室内試験

今回、浸透試験を行った地点で採取した試料を使って室内試験 (粒度試験と比重試験) を行った。

粒度分布は図 4.5-6 に示す。試験結果より試験地点の土質は「砂および礫混じりシルト質粘土」である。通常、シルト質の土壌の透水性は、 $1.0 \times 10^{-4}$  cm/s 程度以下と推定されるが、今回の試験結果では透水性が、 $1.0 \times 10^{-3}$  cm/s と砂、砂礫と同等程度の透水性となった、これは、試験地点の土質は団粒構造(crumb structure)を呈して通気性、通水性が富んでいるためではないかと推定される。

なお、比重は  $G_s=2.686$  であった。(巻末資料-1 参照)

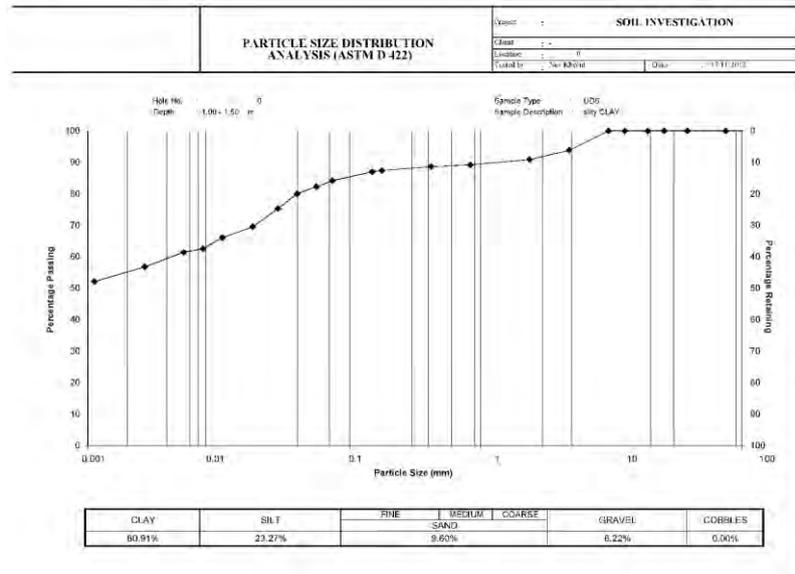


図 4.5-6 粒度試験結果

\*団粒構造：粘土や砂などの粒子、有機物由来の腐植などが集まって固まったものを団粒と呼び、この団粒によって構成される土壌は適度な空隙が存在し、排水性及び保水性に優れ、やわらかい土となるさま。

表 4.5-7 粒径による飽和透水係数の概略値

	粘土	シルト	微細砂	細砂	中砂	粗砂	小砂利
粒径 (mm)	0 ~ 0.01	0.01 ~ 0.05	0.05 ~ 0.10	0.10 ~ 0.25	0.25 ~ 0.50	0.50 ~ 1.0	1.0 ~ 5.0
$k_0$ (m/s)	$3.0 \times 10^{-8}$	$4.5 \times 10^{-6}$	$3.5 \times 10^{-5}$	$1.5 \times 10^{-4}$	$8.5 \times 10^{-4}$	$3.5 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-2}$

出典：浸透型流出抑制施設の現地浸透能力調査マニュアル試案 (旧) 建設省土木研究所

表 4.5-8 飽和透水係数の概略値

$k_0$ (m/s)	1.0	$10^{-2}$	$10^{-4}$	$10^{-6}$	$10^{-8}$	$10^{-10}$
土壌の種類	きれいな砂利		きれいな砂、きれいな砂利まじりの砂	細砂、シルト、砂とシルトの混合砂		難透水性土粘土

出典：浸透型流出抑制施設の現地浸透能力調査マニュアル試案 (旧) 建設省土木研究所

#### 4.6 施設計画

当初計画では、雨水貯留浸透施設は 10m（幅）×10m（長さ）×1,14m（深さ 6 層）規模を計画していたが、測量の結果、施設予定地の北側に電波塔基礎があり、基礎近傍での掘削は困難であることおよび南側の重機進入路を確保するためには、建設予定地では上記規模の施設建設が困難であったので、平面規模を縮小し、深度を深くして容量を確保する構造に施設を変更した。

変更後の施設規模は、9m（幅）×9m（長さ）×1.33m（深さ 7 層）である。

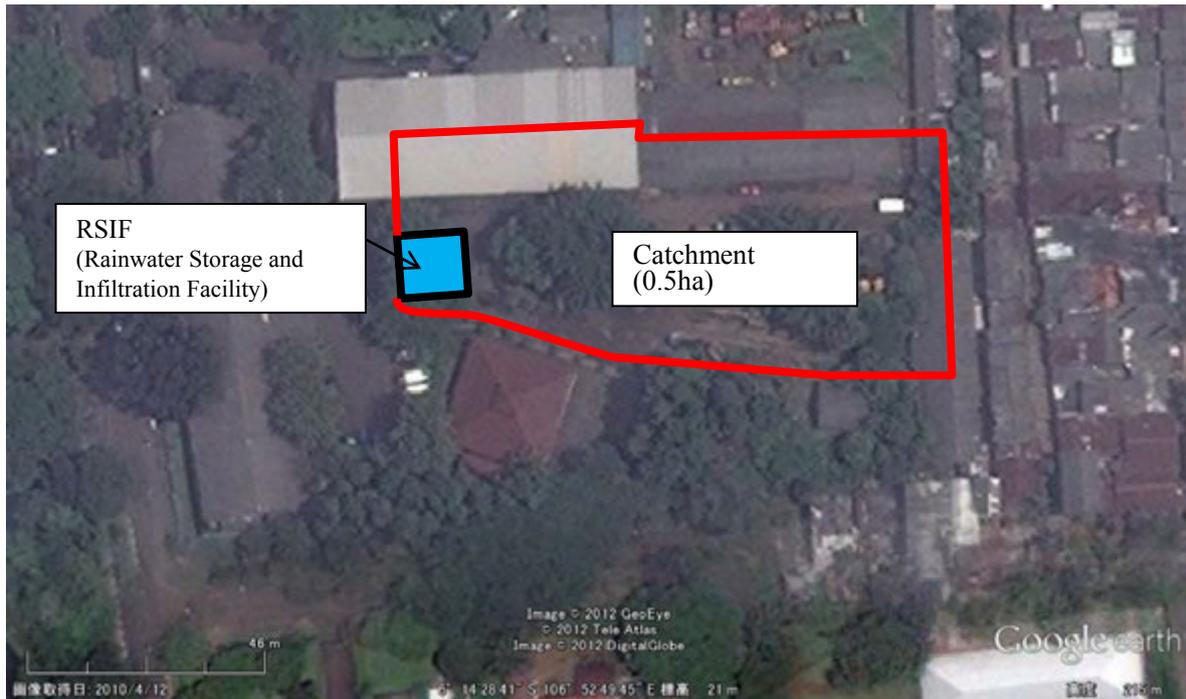


図 4.6-1 雨水貯留浸透施設位置概要



図 4.6-2 測量実施状況

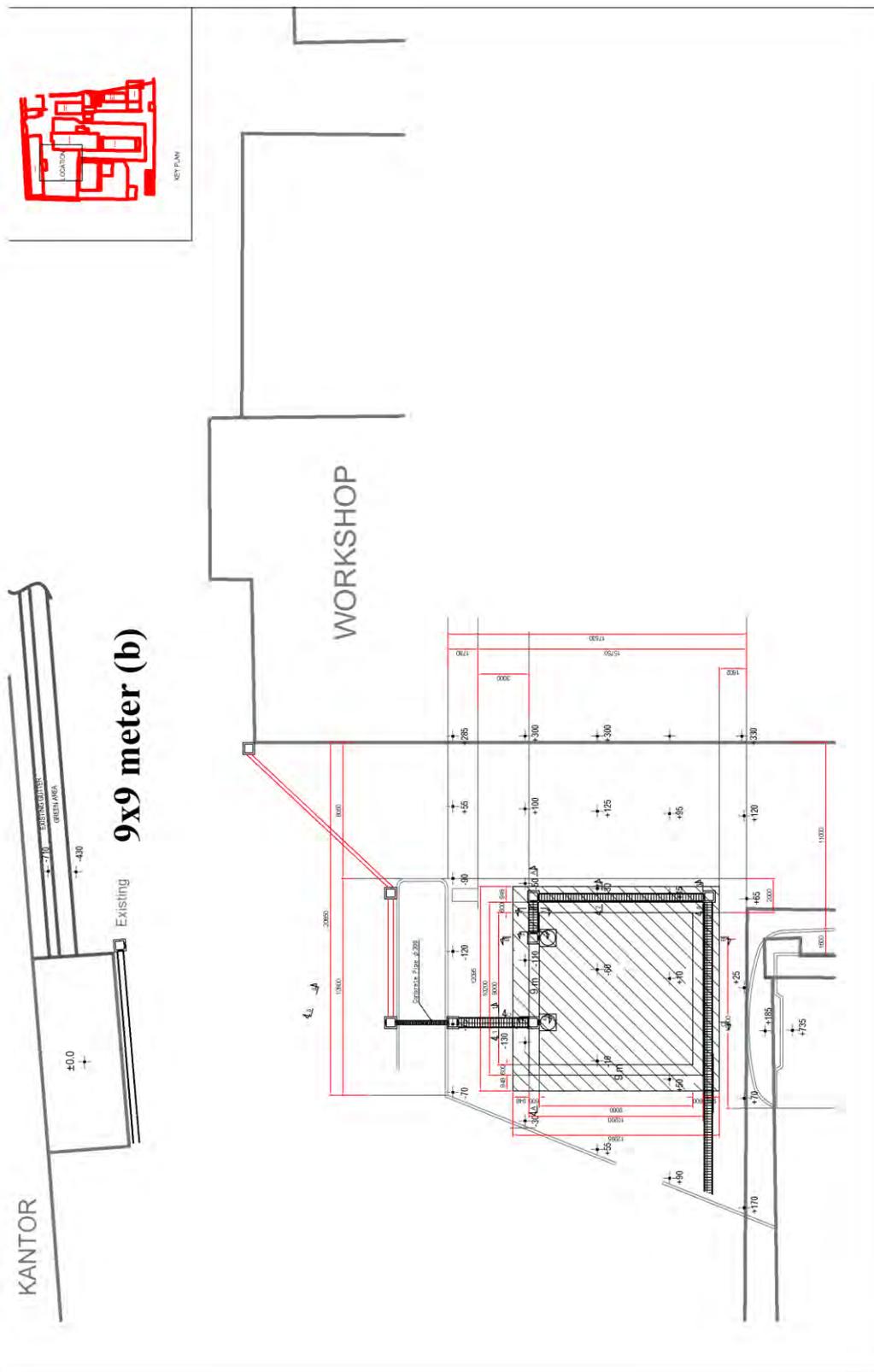


図 4.6-3 平面図

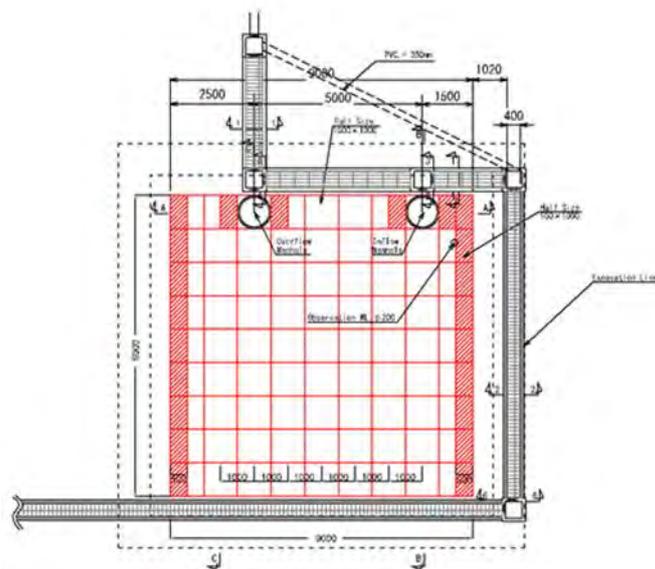


図 4.6-4 平面図 (詳細)

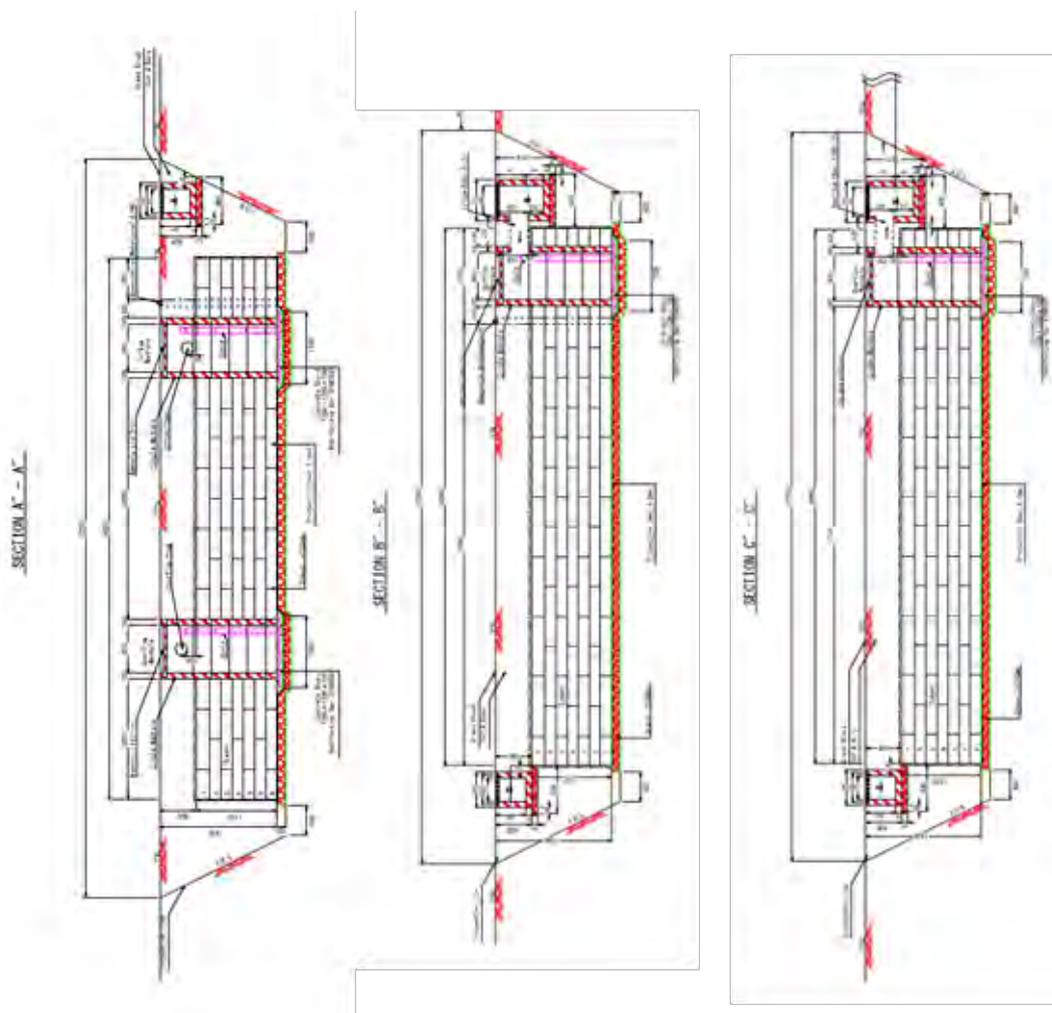


図 4.6-5 横断図

## 4.7 施工計画

施工スケジュールを以下に示す。工事期間は概ね1か月間を予定している。

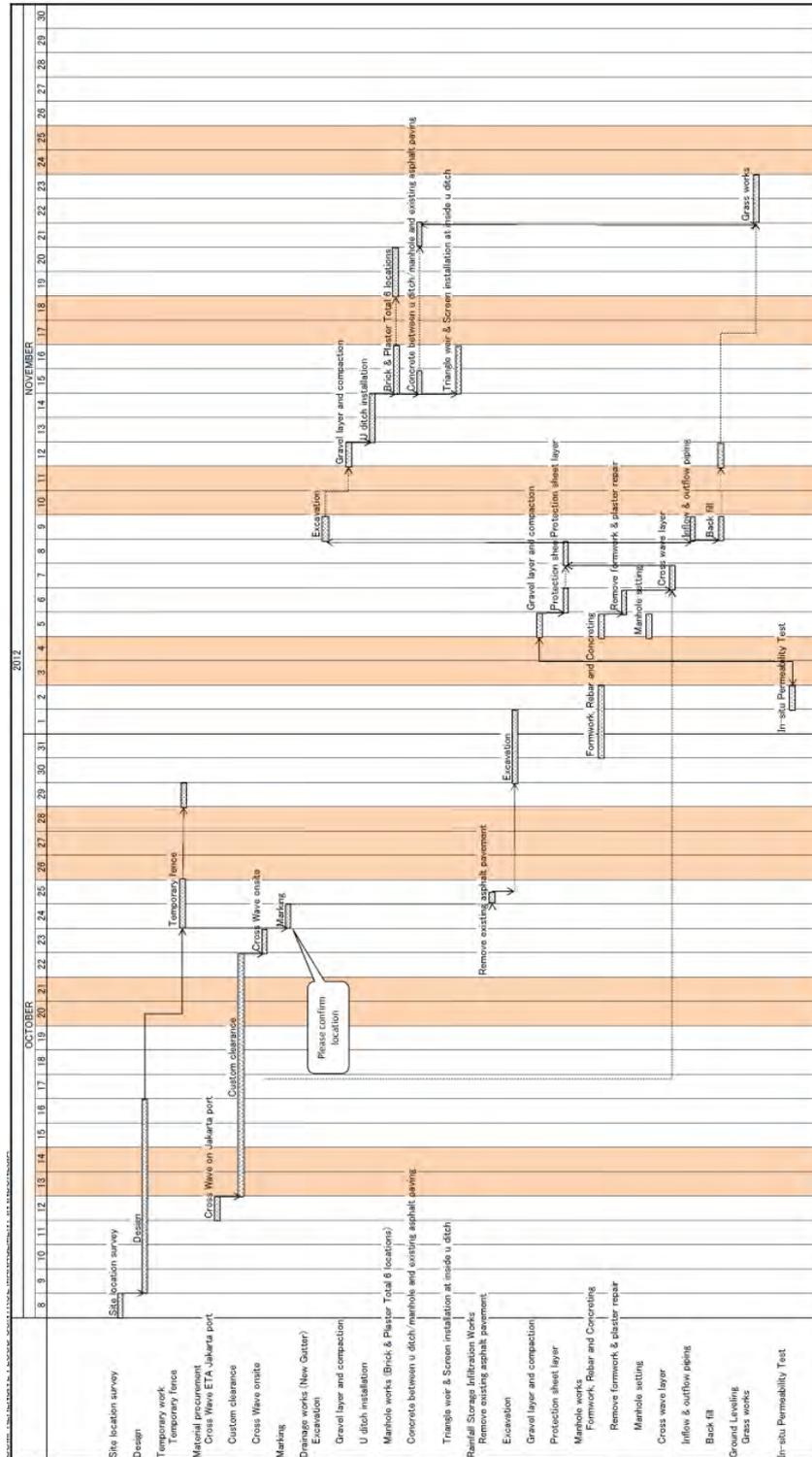


図 4.7-1 施工スケジュール

## 4.8 単位設計浸透量の算定

### 4.8.1 単位設計浸透量の算定方法

浸透施設の単位設計浸透量は、現地浸透試験結果を基に、浸透施設の形状と設計水頭をパラメータとする簡便式を用いて基準浸透量を求めて、これに影響係数を乗じて算定する。

#### (1) 単位設計浸透量の算定

単位設計浸透量は以下の式より求める。

$$Q=C \times Q_f$$

ここに、 $Q$ ：浸透施設の単位設計浸透量

$Q_f$ ：浸透施設の基準浸透量

$C$ ：各種影響係数（一般的に  $C=0.81$ ）

各種影響係数は以下の通りである。

地下水位と目づまりの影響より  $C=0.9 \times 0.9=0.81$  とする。

各種影響係数

影響項目	影響係数の考え方
a)地下水位	現地浸透試験を行った場合、その浸透量は既に地下水位の影響を受けたものであるため、補正の必要は少ないと言える。ただし、これは、試験施設が実施に近いため、施設規模の小さい簡易試験（ボアホール法や土研法）によった場合は、安全を見て0.9を乗じることを標準とする。
b)目づまり	長期間にわたる浸透施設の実績が少ないことや、計画の安全を考慮して10%の浸透量の低下を見込み、影響係数を0.9とする。
c)注入水の水温	水温による補正は行わない。
d)前期（先行）降雨	前期降雨に関する補正は行わない。

#### (2) 基準浸透量の算定

施設別の基準浸透量  $Q_f$  は、以下の式より求める。

$$Q_f=k \times k_f$$

ここに、 $Q_f$ ：浸透施設の基準浸透量（浸透施設 1m、1個、1m<sup>2</sup>あたりの m<sup>3</sup>/s）

$k$ ：土壌の飽和透水係数(m/hr)

$K_f$ ：設置施設の比浸透量(m<sup>2</sup>)

$K_f$  は、設置施設の形状と設計水頭で決まる定数で簡便式より算定する。

用語

用語	意味
単位設計浸透量	終期浸透量などから求まる基準浸透量に目づまりなどによる浸透能力低下を考慮した単位施設の浸透量をいう。 浸透ます、浸透トレンチ、側溝 $m^3/hr/個$ (単位施設当たり) 透水性舗装 $m^3/hr/m$ (単位延長当たり) 浸透池 $m^3/hr/m^2$ (単位面積当たり) 空隙貯留浸透 $m^3/hr/m^2$ (単位面積当たり)
設計浸透量	当該地区に設置された全ての浸透施設の浸透量の合計値で、単位設計浸透量に施設数量を乗じて算定できる。
設計浸透強度	設計浸透量をその集水面積でわったもので mm/hr で表す。
設計水頭	単位設計浸透量の算定に使用する浸透施設内の水深をいう。
空隙率	碎石などの充填材の見かけの体積と、見かけの体積から充填剤の真の体積を減じて残った体積(空隙)との割合をいう。
空隙貯留量	碎石などの充填材の空隙に貯留される量をいう。

#### 4.8.2 パイロット施設の単位設計浸透量の算定

##### (1) 算出条件

表 4.8-1 算出条件

項目	値	備考
$k_0$ : 土壌の飽和透水係数	$1.2 \times 10^{-3} cm/s$ $= 4.3 \times 10^{-2} m/hr$	現地浸透試験結果より
H: 設計水頭	H=1.33m	
L: 長辺長さ	L=9.0m	
W: 施設幅	W=9.0m	
C: 影響係数	C=0.81	

##### (2) 基準浸透量 (Q) の算定

施設当たりの基準浸透量は上述した以下の式より算定する。算定結果を以下に示す。

$$Q = C \times Q_f$$

ここに、Q : 浸透施設の単位設計浸透量

Q<sub>f</sub> : 浸透施設の基準浸透量

C : 各種影響係数 (一般的に C=0.81)

$$Q_f = k \times K_f$$

ここに、Q<sub>f</sub> : 浸透施設の基準浸透量 (浸透施設 1m、1 個、1m<sup>2</sup>あたりの m<sup>3</sup>/s)

k : 土壌の飽和透水係数(m/hr)

K<sub>f</sub> : 設置施設の比浸透量(m<sup>2</sup>)

検討の結果、本雨水貯留浸透施設当たりの基準浸透量は 7.3 (m<sup>3</sup>/hr) である。

$$\begin{aligned}
 Q \text{ (m}^3/\text{hr)} &= C * Q_f = C * K_0 * K_f \\
 &= 0.81 * 4.3 \times 10^{-2} \text{m/hr} * 210.0
 \end{aligned}$$

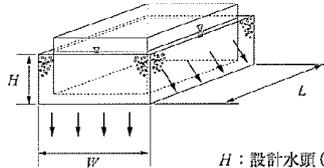
= 7.3 (m<sup>3</sup>/hr)

なお、Kf設置施設の比浸透量は基本式より、W=5m、W=10 の場合の値を算出し、その値を案分して算定した。(表 4.8-3 参照)

表 4.8-2 浸透施設の比浸透量算定結果

施設幅(m)	W=5m	W=10m	W=9m
基本式	Kf=(aH+b)*L		
a	a=8.83*X <sup>-0.461</sup> X=L/W=9m/9m=1.0 より a = 8.83	a=7.88*X <sup>-0.446</sup> X=L/W=9m/9m=1.0 より a = 7.88	
b	b = 7.03	b = 14.00	
Kf	(8.83*1.33+7.03)*9 = 169.0	(7.88*1.33+14.00)*9=220.3	=169.0+(220.3-169.0)*(9-5)/(10-5) =210.0
備考			W=5m,10mの値を案分して算出

表 4.8-3 浸透施設の比浸透量算定式(1)

施設		大型貯留槽					
浸透面		側面および底面					
模式図		 <p>H : 設計水頭 (m) L : 長辺長さ (m) W : 施設幅 (m)</p>					
算定式の適用範囲の目安	設計水頭(H)	1m ≤ H ≤ 5m					
	施設規模	W = 5m	W = 10m	W = 20m	W = 30m	W = 40m	W = 50m
基本式		K <sub>f</sub> =(aH+b)L					
係数	a	8.83X <sup>-0.461</sup>	7.88X <sup>-0.446</sup>	7.06X <sup>-0.462</sup>	6.43X <sup>-0.444</sup>	5.97X <sup>-0.440</sup>	5.62X <sup>-0.442</sup>
	b	7.03	14.00	27.06	39.75	52.25	64.68
	c	-	-	-	-	-	-
備考		Xは幅(W)に対する長辺長さ(L)の倍率を示す。X=L/W Xの適用範囲は1~5倍の間とする。 プレキャスト式雨水地下貯留施設の構造に適した評価式である。					

出典：雨水浸透施設技術指針(案)計画・調査編

<参考>

参考までに、浸透を施設底面のみとした場合の基準浸透量(Qf)の算定を行った。  
算定結果は以下の通りであり、側面浸透を考慮した場合の 67%程度の浸透量となっている。

$$Q \text{ (m}^3\text{/hr)} = C * Qf = C * K_0 * K_f$$

$$= 0.81 * 4.3 \times 10^{-2} \text{ m/hr} * 139.9$$

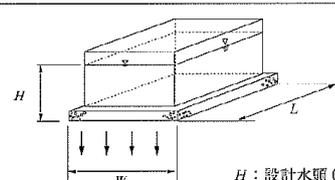
$$= 4.9 \text{ (m}^3\text{/hr)}$$

なお、Kf設置施設の比浸透量は下記式より、W=5m、W=10 の場合の値を算出し、その値を案分して算定した。(表 4.8-5 参照)

表 4.8-4 浸透施設の比浸透量算定結果

施設幅(m)	W=5m	W=10m	W=9m
基本式	Kf=(aH+b)*L		
a	a=1.94*X <sup>-0.328</sup> X=L/W=9m/9m=1.0 より a = 1.94	a=2.29*X <sup>-0.397</sup> X=L/W=9m/9m=1.0 より a = 2.29	
b	b = 7.57	b = 13.84	
Kf	(1.94*1.33+7.57)*9 = 91.4	(2.29*1.33+13.84)*9=152.0	=91.4+(152.0-91.4)*(9-5)/(10-5) =139.9
			W=5m,10mの値を案分して算出

表 4.8-5 浸透施設の比浸透量算定式(2)

施設	大型貯留槽						
浸透面	底面						
模式図	 <p>H : 設計水頭 (m) L : 長辺長さ (m) W : 施設幅 (m)</p>						
算定式の適用範囲の目安	1 m ≤ H ≤ 5 m						
施設規模	W = 5 m	W = 10 m	W = 20 m	W = 30 m	W = 40 m	W = 50 m	
基本式	Kf=(aH+b)L						
係数	a	1.94X <sup>-0.328</sup>	2.29X <sup>-0.397</sup>	2.37X <sup>-0.488</sup>	2.17X <sup>-0.518</sup>	1.96X <sup>-0.554</sup>	1.76X <sup>-0.609</sup>
	b	7.57	13.84	26.36	38.79	51.16	63.50
	c	-	-	-	-	-	-
備考	Xは幅(W)に対する長辺長さ(L)の倍率を示す。X=L/W Xの適用範囲は1~5倍の間とする。 プレキャスト式雨水地下貯留施設の構造に適した評価式である。						

## 4.9 洪水流出抑制効果の検証

### 4.9.1 施設効果の概要

貯留浸透施設は、土地利用等の変化に伴う将来のピーク流出量を増加させないことを目的に設置するものである。パイロット施設の洪水流出抑制効果の検証を行う。

#### (1) 施設効果の検証

##### 1) 効果の検証方法

パイロット施設の効果は、以下の式より、洪水時における洪水調整後の流出量(Qout)を算定し、流入量 (Qin:施設が無かった場合の流出量) と比較して検証を行う。

なお、本計画のパイロット施設は、開発前の洪水を超えない量の洪水はバイパスして下流へ流下させる。このバイパス量を考慮した検証を行う。

流入量(Qin)は、合理式合成法により求める

洪水調節後の流出量(Qout)は、以下の式より求める。

$$Q_{out} = Q_{out1} + Q_{out2}$$

$$Q_{out2} = (Q_{in} - Q_{out1}) - Q_i - V_i$$

ここに、 $Q_{in}$  : 流入量( $m^3/s$ )

$Q_{out}$  : 洪水調節後の流出量( $m^3/s$ )

$Q_{out1}$  : バイパス量( $m^3/s$ )

$Q_{out2}$  : パイロット施設直下の流出量( $m^3/s$ )

$Q_i$  : 施設の単位浸透量 ( $m^3/s$ )

$V_i$  : 貯留量 ( $m^3/s$ )

なお、 $V_i \leq Q_i$ 、貯留量の合計( $\sum V_i$ )が施設容量を超えた場合は  $V_i = 0$  とする。

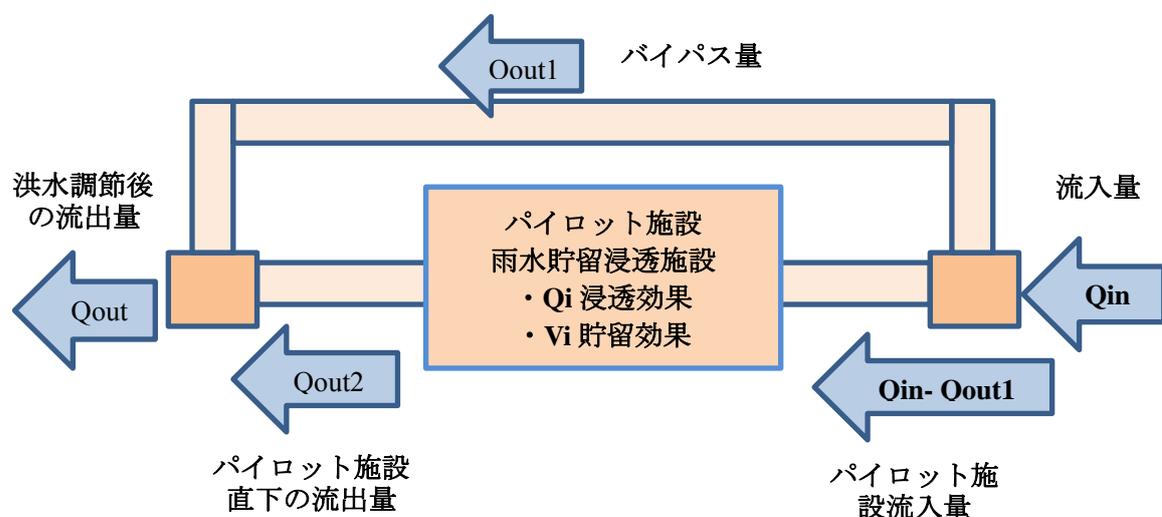


図 4.9-1 効果検証方法のイメージ図

## 2) 算定条件

計算条件は以下の通りである。

- ・ 集水面積：0.5ha
- ・ 流出係数：過去 0.5（住宅地）  
現在 0.8（市街地）
- ・ 洪水到達時間： $t_c=10$ 分（集水面積がきわめて小さいため、最短の10分とする。）
- ・ 降雨波形：12時間中央集中波形
- ・ 降雨規模：1/2、1/5、1/10、1/25、1/50
- ・ 降雨強度曲線：Pondok Betung Cileduk（図4.9-3参照）

確率年	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50
降雨強度曲線	7122.2 t+55.264	4977.6 t0.9+24.497	2798.5 t0.8+6.736	3286.7 t0.8+8.817	2582.8 t3/4+3.803
10分雨量	109.1mm/hr	153.4 mm/hr	214.5 mm/hr	217.3 mm/hr	274.0 mm/hr

- ・ 可能貯留容量： $102\text{m}^2=9\text{m}\times 9\text{m}\times 1.33\text{m}\times 0.95$ （空隙率約95%）
- ・ 浸透能力： $0.00203\text{m}^3/\text{s}$
- ・ 流出計算手法：合理式合成法
- ・ 浸透施設のモデル化：一定量差し引きモデル
- ・ バイパス量（施設を介さず、直接下流へ放流する）： $0.038\text{m}^3/2$ （最大：流量計算は巻末参照）

下流放流量は現地状況より下記条件の放流管を設置した。

管径、管種： $\phi 250$  塩化ビニールパイプ（粗度係数=0.001）

設置勾配：1/500

放流条件：満管、最大流下量= $0.038\text{m}^3/2$ （マンニング式より）



図 4.9-2 流域図

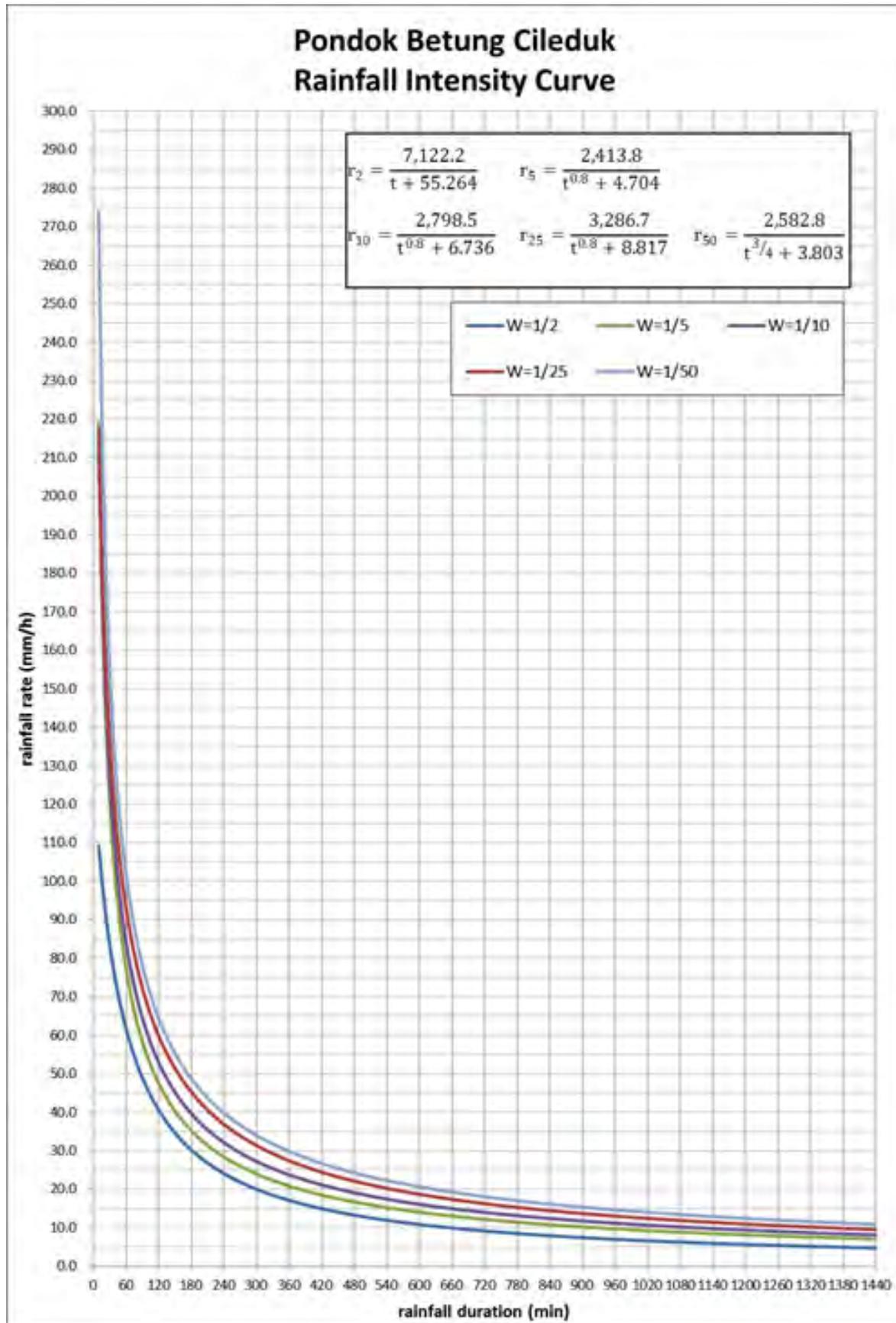


図 4.9-3 降雨強度式

### 3) 施設効果の算出結果

施設効果の算定結果を整理して表 4.9-1 および図 4.9-4～図 4.9-6 に示す。

パイロット施設は、将来の2年確率降雨に対して、ピーク流量：0.121(m<sup>3</sup>/s)を0,068(m<sup>3</sup>/s)に低減する効果がある。低減効果率は43,8%である。

また、洪水調節後流量0,068(m<sup>3</sup>/s)は、開発前ピーク流量：0.076(m<sup>3</sup>/s)を下回っておりΔQ=0が確保可能となる。

なお、5年確率以上の降雨に対しては、ピーク流量発生前に施設が満水となるため、洪水抑制効果は無い。

なお、今回算定条件を変え、施設効果の検討を行った。検討結果は巻末に添付する。

表 4.9-1 検討結果

年	2	5	10	25	50
①流出量 (m <sup>3</sup> /s)	0.12125	0.17049	0.23835	0.24142	0.30444
②洪水調節後流量(m <sup>3</sup> /s)	0.06814	0.17049	0.23835	0.24142	0.30444
③効果量(m <sup>3</sup> /s) ①-②	0.05311	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
④効果 (%) ③/①*100	43.8	0.0	0.0	0.0	0.0

Rainfall Storage Infiltration Facility + Bypass										Downstream of RSIF			
①流入量	②Bypass カット量	③浸透量	RSIF					RSIF+Bypass		①流入量	⑪RSIF+Byp ass調節 後流量	⑫効果量 ①-⑪	⑬効果量 ⑬/① *100
			④流入量	⑤放流量	⑥効果量 ④-⑤	⑦効果量 ⑥/④ *100	⑧貯留量	⑨効果量 ①-⑤	⑩効果量 ⑨/① *100				
m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	(%)	(m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup> /s	(%)	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	(%)
0.12125	0.03460	0.00203	0.08462	0.03151	0.05311	62.8%	102.0	0.08974	74.0%	0.12125	0.06814	0.05311	43.8%

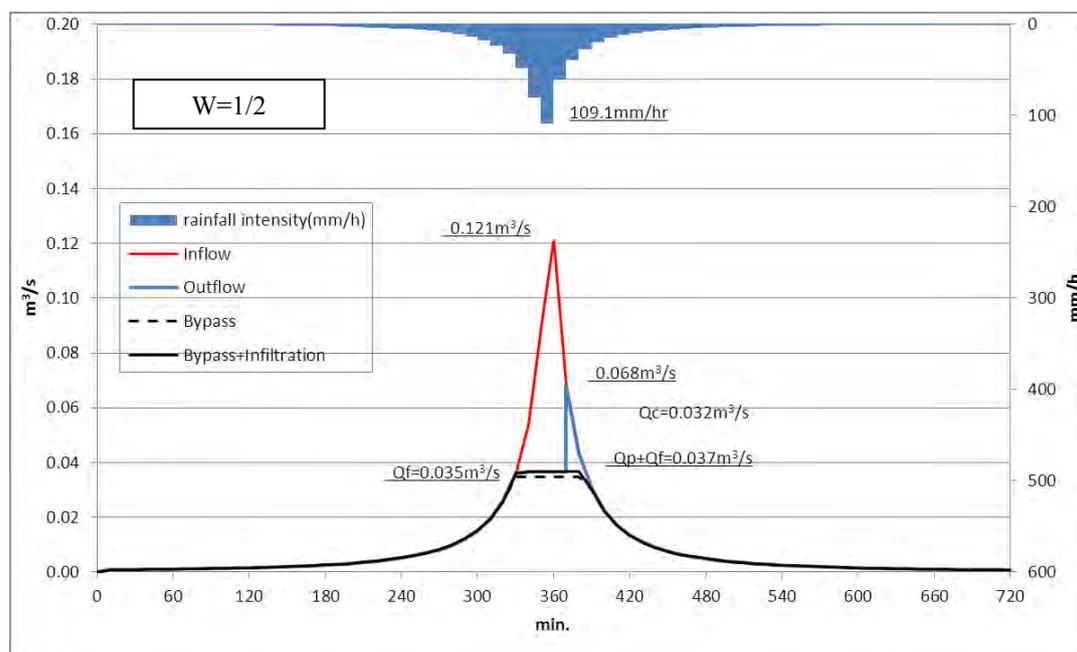
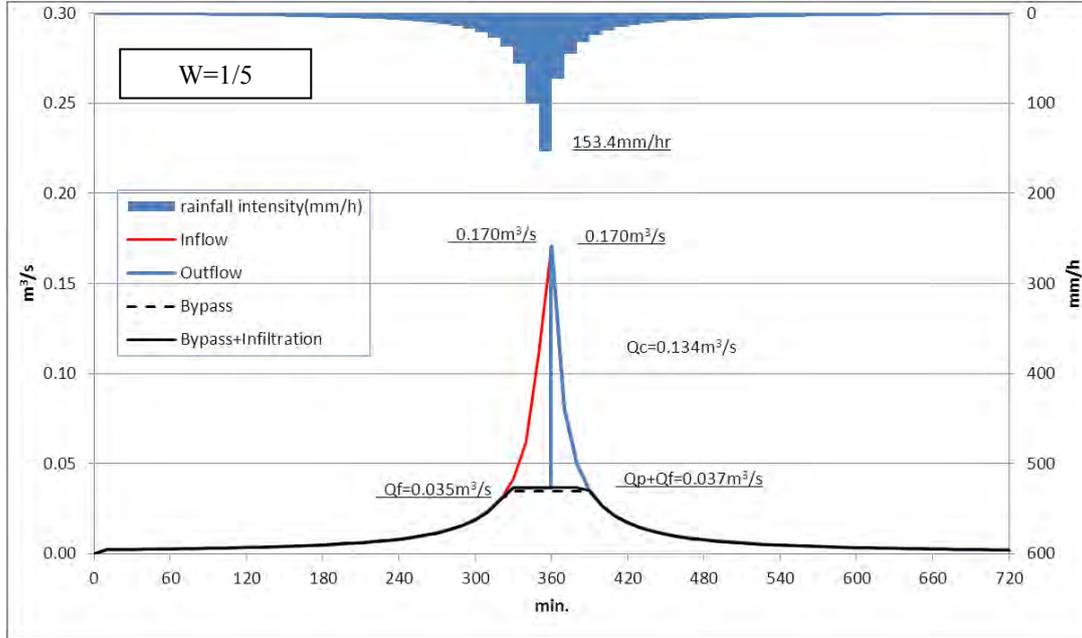


図 4.9-4 洪水調節計算結果(1) (W=1/2、バイパス流量 Q=0.0346m<sup>3</sup>/s、D250、I=1/500)

Rainfall Storage Infiltration Facility + Bypass										Downstream of RSIF				
①流入量	②Bypass カット量	③浸透量	RSIF					RSIF+Bypass		①流入量	⑪ RSIF+Byp ass調節 後流量	⑫ 効果量 ①-⑪	⑬効果量 ⑫/① *100	
			④ 流入量	⑤ 放流量	⑥ 効果量 ④-⑤	⑦効果量 ⑥/④ *100 (%)	⑧ 貯留量 (m3)	⑨ 効果量 ①-⑤	⑩効果量 ⑨/① *100 (%)					
m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	(%)	(m3)	m3/s	(%)	m3/s	m3/s	m3/s	(%)
0.17049	0.03460	0.00203	0.13386	0.13386	0.00000	0.0%	102.0	0.03663	21.5%	0.17049	0.17049	0.00000	0.0%	



Rainfall Storage Infiltration Facility + Bypass										Downstream of RSIF				
①流入量	②Bypass カット量	③浸透量	RSIF					RSIF+Bypass		①流入量	⑪ RSIF+Byp ass調節 後流量	⑫ 効果量 ①-⑪	⑬効果量 ⑫/① *100	
			④ 流入量	⑤ 放流量	⑥ 効果量 ④-⑤	⑦効果量 ⑥/④ *100 (%)	⑧ 貯留量 (m3)	⑨ 効果量 ①-⑤	⑩効果量 ⑨/① *100 (%)					
m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	(%)	(m3)	m3/s	(%)	m3/s	m3/s	m3/s	(%)
0.23835	0.03460	0.00203	0.20172	0.20172	0.00000	0.0%	102.0	0.03663	15.4%	0.23835	0.23835	0.00000	0.0%	

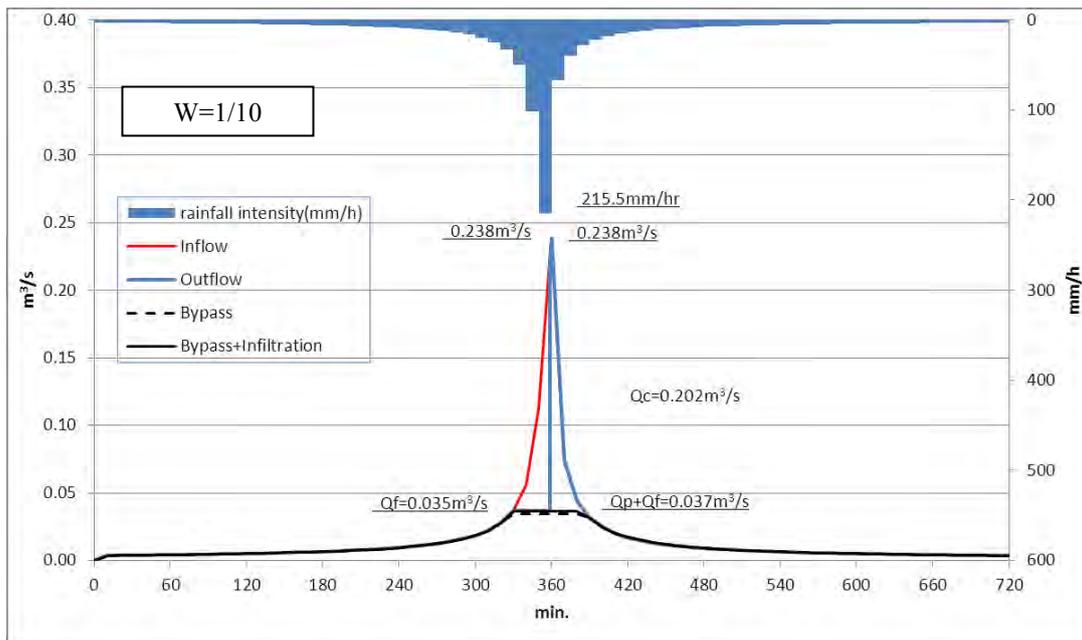
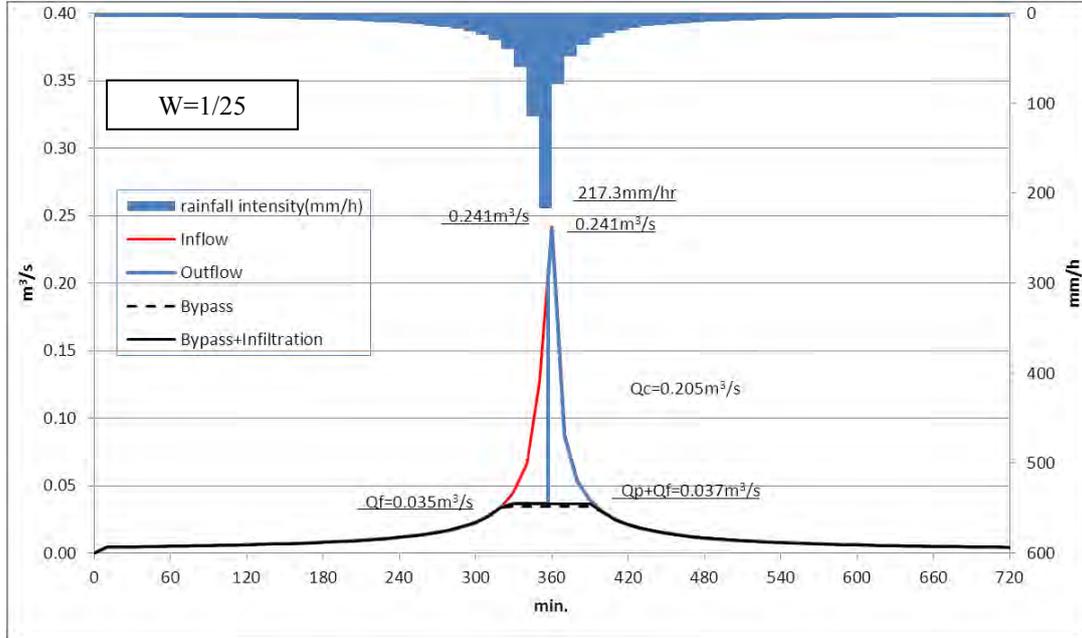


図 4.9-5 洪水調節計算結果(2) (W=1/5、1/10 パイパス流量 Q=0.0346m³/s、D250、I=1/500)

Rainfall Storage Infiltration Facility + Bypass										Downstream of RSIF				
①流入量	②Bypass カット量	③浸透量	RSIF					RSIF+Bypass		①流入量	⑪RSIF+Byp ass調節 後流量	⑫効果量 ①-⑪	⑬効果量 ⑫/① *100	
			④ 流入量	⑤ 放流量	⑥ 効果量 ④-⑤	⑦効果量 ⑥/④ *100	⑧ 貯留量	⑨ 効果量 ①-⑤	⑩効果量 ⑨/① *100					
m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	(%)	(m3)	m3/s	(%)	m3/s	m3/s	m3/s	(%)
0.24142	0.03460	0.00203	0.20479	0.20479	0.00000	0.0%	102.0	0.03663	15.2%	0.24142	0.24142	0.00000	0.0%	



Rainfall Storage Infiltration Facility + Bypass										Downstream of RSIF				
①流入量	②Bypass カット量	③浸透量	RSIF					RSIF+Bypass		①流入量	⑪RSIF+Byp ass調節 後流量	⑫効果量 ①-⑪	⑬効果量 ⑫/① *100	
			④ 流入量	⑤ 放流量	⑥ 効果量 ④-⑤	⑦効果量 ⑥/④ *100	⑧ 貯留量	⑨ 効果量 ①-⑤	⑩効果量 ⑨/① *100					
m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	(%)	(m3)	m3/s	(%)	m3/s	m3/s	m3/s	(%)
0.30444	0.03460	0.00203	0.26781	0.26781	0.00000	0.0%	102.0	0.03663	12.0%	0.30444	0.30444	0.00000	0.0%	

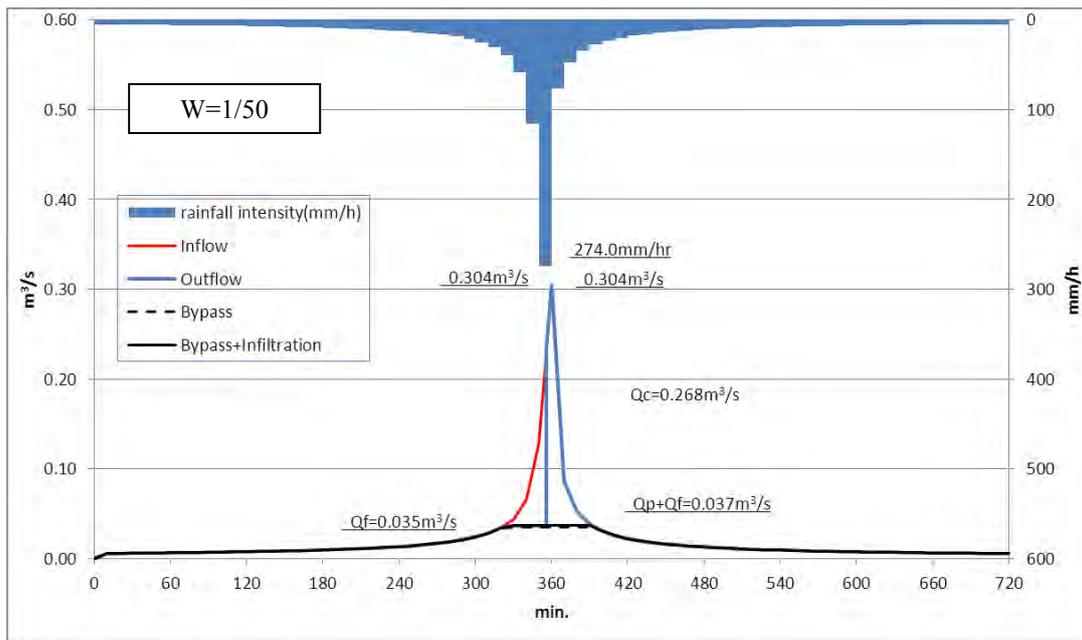


図 4.9-6 洪水調節計算結果(3) (W=1/25、1/50、バイパス流量  $Q=0.0346\text{m}^3/\text{s}$ 、D250、I=1/500)

## 4.10 モニタリング

### 4.10.1 モニタリング計画策定

モニタリングの目的は、BBWSCiliwung-Cisadane 事務所に設置した雨水貯留浸透施設の洪水抑制機能を評価することにある。

#### (1) 観測項目

観測項目は以下の通りである。

- ・雨量
- ・流入量： $Q_{in}$
- ・流出量： $Q_{out}$
- ・貯留浸透施設内貯留量の変化（水位変化）： $\Delta V$

モニタリング計画の計画位置図を下記に示す。

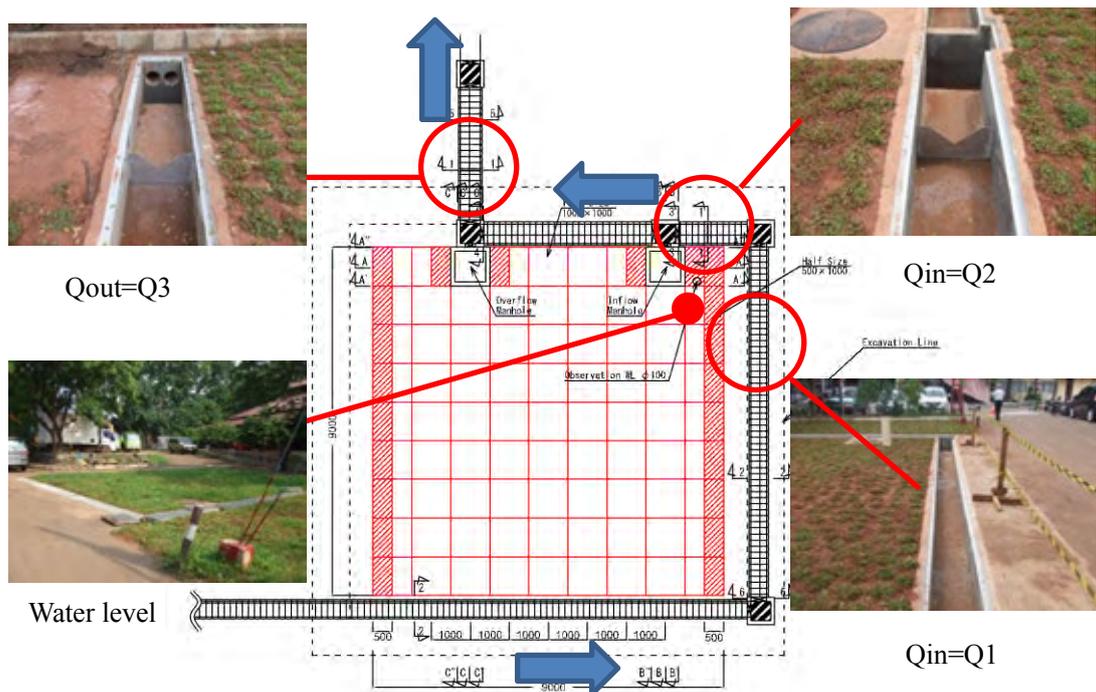


図 4.10-1 モニタリング施設位置図

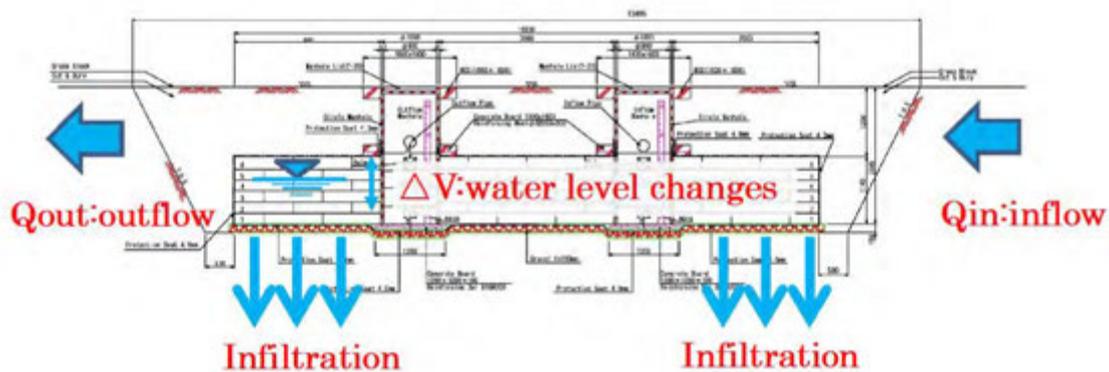


図 4.10-2 観測概要 (イメージ)

## (2) 観測方法

### 1) 雨量

雨量は BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所の敷地内で観測が行われている。その観測値を収集する。

雨量は 1 時間雨量のデータを収集する。

### 2) 流入量、流出量

流入量(Q1,Q2)、流出量(Q3)の把握は、施設周辺の雨水排水路に設置したスケールおよび三角堰で水位を観測する。観測水位をもとに流量に換算する。

観測方法を以下に示す。

モニタリングの記録用紙 (例) を巻末に添付する。

観測期間：降雨時および降雨後水位が減少するまで行う (降雨後 2 時間程度)

観測間隔：10 分間隔

観測手法：観測員を配置して目視で行う。

観測手順：観測手順を以下に示す。

- ① 流量観測地点 (三角堰設置地点) に赴く。
- ② 降雨が開始したら水位の観測を開始する。
- ③ 観測開始時刻および水位を記録用紙に記載する。
- ④ 10 分間隔に水位を観測し記録用紙に記載する。
- ⑤ 観測は降雨終了後水位が低下するまで継続する。

(観測時間は降雨終了後 2 時間を目安とする)

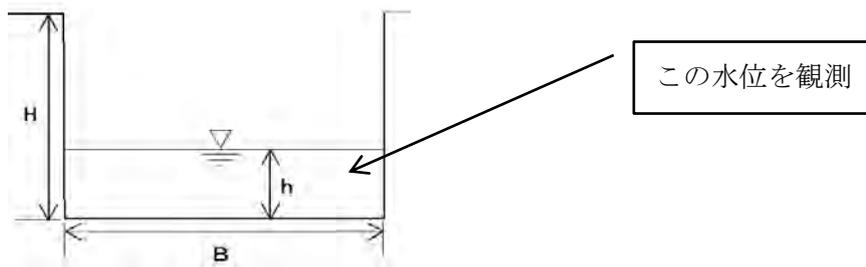


図 4.10-3 水位観測(Q1) (水路地点)

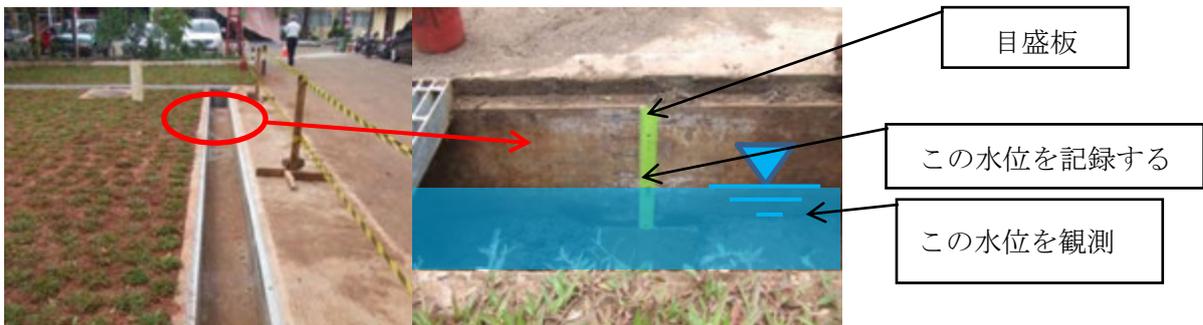


図 4.10-4 観測地点状況 (水路地点)

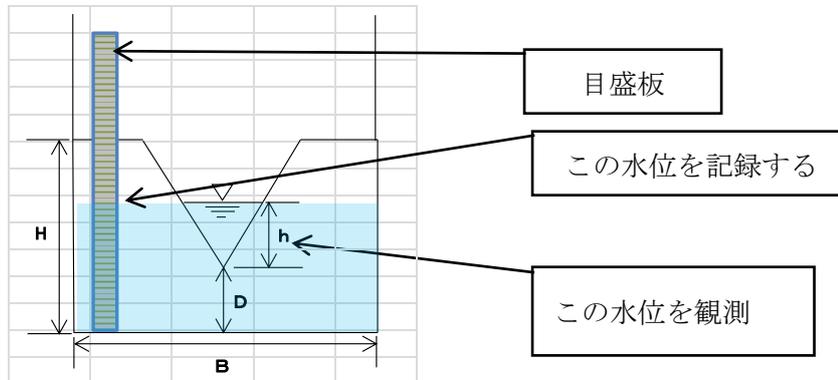


図 4.10-5 水位観測(Q2,Q3) (三角堰地点)



図 4.10-6 三角堰設置状況 (右：流入量(Q2) 左：流出量(Q1) 観測地点)

流量換算方法：

水位から流量への換算手法：下記式より水位を流量に換算する。

a) 水路部分

マンニングの式(Manning formula)より流速を算出し流下面積をかけて流量に換算する。

**流量  $Q=A*v$**

ここに：A:流下面積

V:流速

流下面積は以下の式より算出する

$A=B*h$

$B=400\text{mm}$

$h=\text{測定水位}$

流速  $v$  [m/s]は、マンニング公式により算出する。

$V=1/n*R^{2/3}*I^{1/2}$

ここに

$n$ :マンニングの粗度係数=0.013 (水路：コンクリートコテ仕上げ)

$I$  : 勾配=0.5%=1/200 (測量結果より)

$R = A/S$  は径深(m)

$A$  : 流下面積( $\text{m}^2$ )= $B*h$

$S$  : 潤辺(m)= $B+2*h$

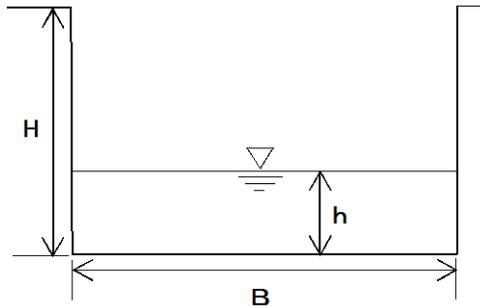


図 4.10-7 流量換算手法説明図 (概略図：水路)

b) 三角堰観測

**流量  $Q=Qa + Qb$**

①部分

$Qa=C*h^{5/2}$

$C=1.350+0.004/h+(0.14+0.2/W^{1/2})*(h/B-0.09)^2$

②部分

$Qb=C*B*(h-W_2)^{3/2}$

$C=1.785+(0.0295/(h-W_2) + 0.237*(h-W_2)/W)*(1+ \epsilon)$

なお、今回は $(W+W_2)<1.0$ より、 $\varepsilon=0$ とする。

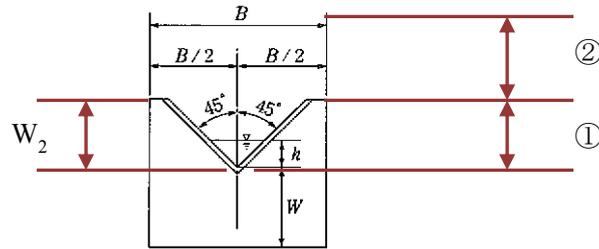


図 4.10-8 流量換算手法説明図（概略図：三角堰）

### 3) 浸透施設内水位変化

浸透施設内の水位変化は、施設内に設置する観測孔により水位を計測する。

観測期間：降雨時および施設内に水位がある期間  
(降雨終了後 24 時間後に観測)

観測間隔：降雨時および降雨終了後 2 時間程度は 10 分間隔、  
無降雨時は 1 時間間隔（貯水池内に水位がある場合）

観測手法：観測員により観測を行うことを基本とする。

図 4.10-9 に示す、水位観測機器を使用して水位を観測する。



図 4.10-9 観測機器

観測手順：観測手順を以下に示す。

- ①水位観測地点に赴く。
- ②降雨開始前の水位を観測する。  
(施設内に貯留がある場合は、降雨開始まで1時間間隔で水位を観測する)
- ③降雨が開始したら水位の観測を開始する。流量と同時刻に観測する
- ④観測開始時刻および水位を記録用紙に記載する。
- ⑤10分間隔に水位を観測し記録用紙に記載する。
- ⑥観測は降雨終了後水位が低下するまで継続する。

降雨終了後水路からの流入がなくなった場合は(降雨終了後2時間を目安)、1時間間隔で水位を観測する。

貯留量換算方法：

貯留量の変化：水位変化を基に下記式より貯留量の変化を算出する。

$$\Delta V = \Delta h * (B * L * \alpha)$$

ここに、 $\Delta V$ ：貯留量の変化量 (m<sup>3</sup>)

$\Delta h$ ：水位変化量(m)

B：施設縦幅(m) (今回は9m)

L：施設横幅(m) (今回は9m)

$\alpha$ ：空隙率 (今回は0.95を使用)

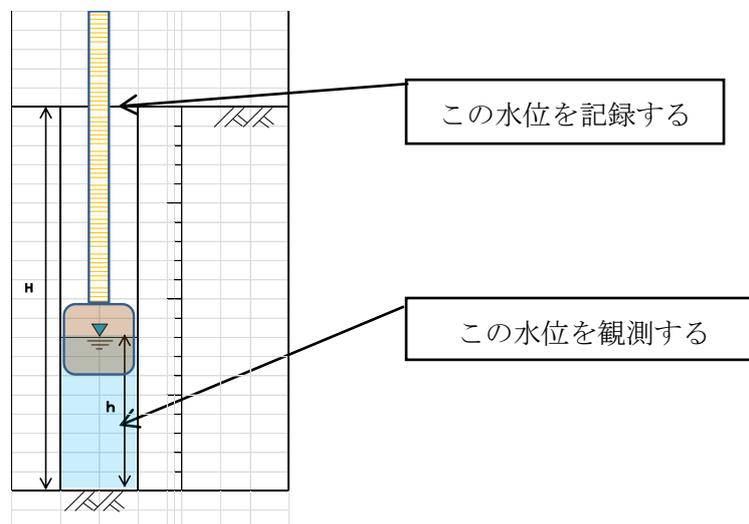


図 4.10-10 貯水位観測



図 4.10-11 観測井の状況

#### 4) 観測シート

観測結果は、観測シートに整理する。観測シート（例）は巻末に示す。

### 4.10.2 洪水効果効果検証手法

#### (1) ピーク流量の低減効果の検証

施設のピーク流量の低減効果は、浸透施設への流入量( $Q_{in}$ )と洪水調節後の流出量( $Q_{out}$ )の観測地を基に、それぞれもピーク流量を比較して、以下の式より効果量を算出する。

$$Q_{in} = Q_1$$

$$Q_{out} = Q_1 - (Q_2 - Q_3)$$

$$\text{ピーク流量の低減効果量} = Q_{inp} - Q_{outp}$$

ここに、 $Q_{inp}$ ：洪水調節前のピーク流入量( $m^3/s$ )

$Q_{outp}$ ：洪水調節後のピーク流出量( $m^3/s$ )

また、ピーク流量の低減率は、以下の式より効果量を算出する。

$$\text{ピーク流量の低減率} = (Q_{inp} - Q_{outp}) / Q_{inp}$$

また、ピーク流量の低減効果量計算の様式は巻末に添付する。

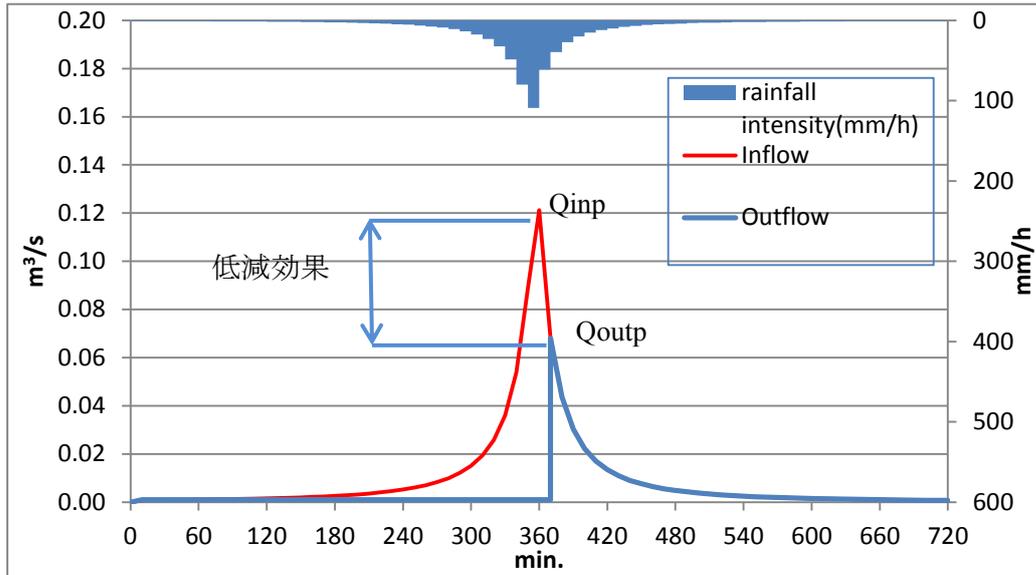


図 4.10-12 洪水ピーク低減効果 (イメージ)

これら観測流量をもとに、流入量および流出量をグラフ化して洪水低減効果をわかりやすくする。また、ピーク流量および降雨量より何年確率の洪水に相当するか検証する。

### (2) 貯留浸透効果（総流出量の低減効果）の検証

貯留浸透効果は、浸透施設への流入量と洪水調節後の流出量を基に効果量を算出する。

$$\begin{aligned} \text{貯留浸透効果 (\%)} &= \text{総流出量の低減量} / \text{施設上流域からの流出量} \\ &= \Delta V1 / \Delta Va \end{aligned}$$

$$\text{総流出量の低減量(m}^3\text{)} : \Delta V1 = (\Sigma Q_{in} - \Sigma Q_{out})$$

ここに、 $\Sigma Q_{in}$  : 総流入量(m<sup>3</sup>)

$\Sigma Q_{out}$  : 洪水調節後の総流出量(m<sup>3</sup>)

施設上流域からの流出量(m<sup>3</sup>) :  $\Delta Va = \text{施設集水域の平均降雨量(mm)} * \text{集水域面積(ha)}$

### (3) 浸透効果（涵養量）の検証

施設の浸透効果は、無降雨時の施設内の水位変化を基に以下の式より算出する。

$$\text{浸透効果量 (涵養量) (m}^3\text{/hr)} = (V2 - V3) / \text{観測時間}$$

ここに、

V2 : 降雨後のピーク貯留量(m<sup>3</sup>)

V3 : 降雨終了数時間後の貯留量

観測毎に時間当たりの浸透量を算出し、経年変化を把握する。

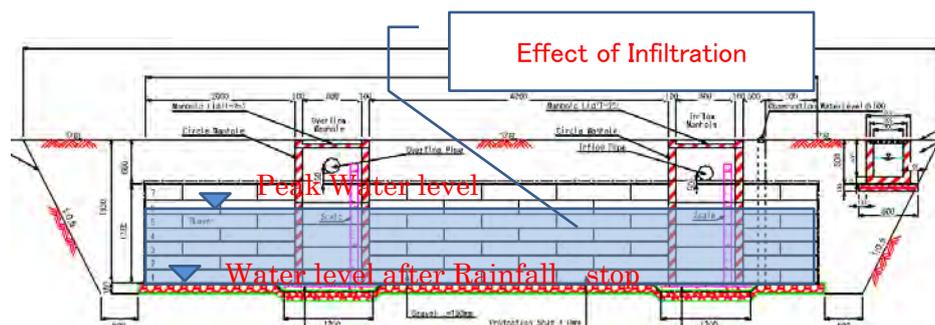


図 4.10-13 効果検証イメージ図

#### (4) 流出率の変化の検証

今後、都市化の進展が激しいジャカルタにおいては、土地利用の変化に伴い、同じ降雨においても流出量が増加していくことが予測される。そのため観測値をもとに流出量（流出率）の変化をモニタリングする。

流出率の変化は、下記の式より算出する。

$$\text{流出率 } f = 3.6 * Q_{inP} / (r * A)$$

ここに、

f : dimensionless runoff coefficient

$Q_{inP}$  : peak flood discharge ( $m^3/s$ ) (observation data)

r : Peak rainfall (observation data)

A : catchment area ( $km^2$ )

### 4.10.3 洪水効果効果検証

#### (1) 観測実績

観測実績を整理して表-3.10-1 に示す。

表 4.10-1 観測日時

No.	Day	Observation time	Remarks
1	2013/05/01	18:30~22:30	
2	2013/05/11	14:14~20:30	
3	2013/05/15	11:45~13:30	
4	2013/05/17	16:55~22:00	
5	2013/05/22	13:30~13:50	
6	2013/05/29	12:20~13:50	
7	2013/5/30 9:00~5/31 17:00		貯水位のみ

モニタリング結果は整理して巻末に示す。また、モニタリング結果の図化例を下記に示す。

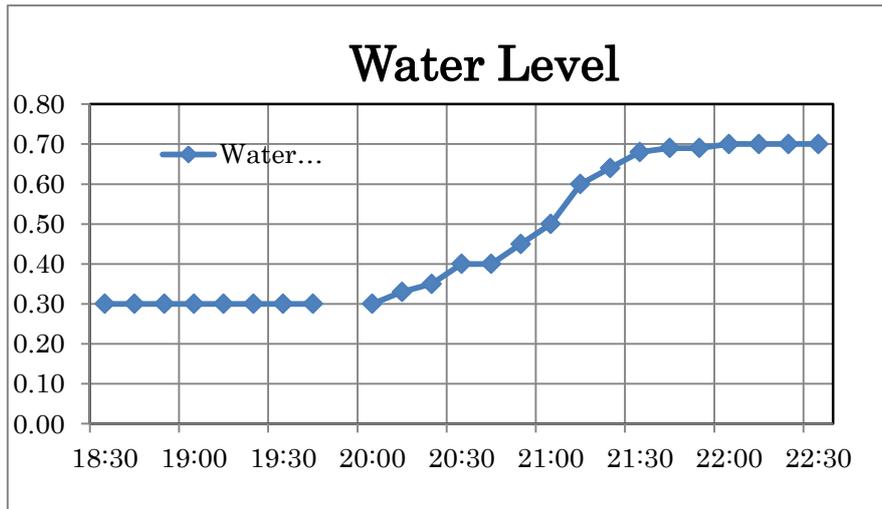


図 4.10-14 雨水貯留施設貯水位変化例 (2013/05/01)

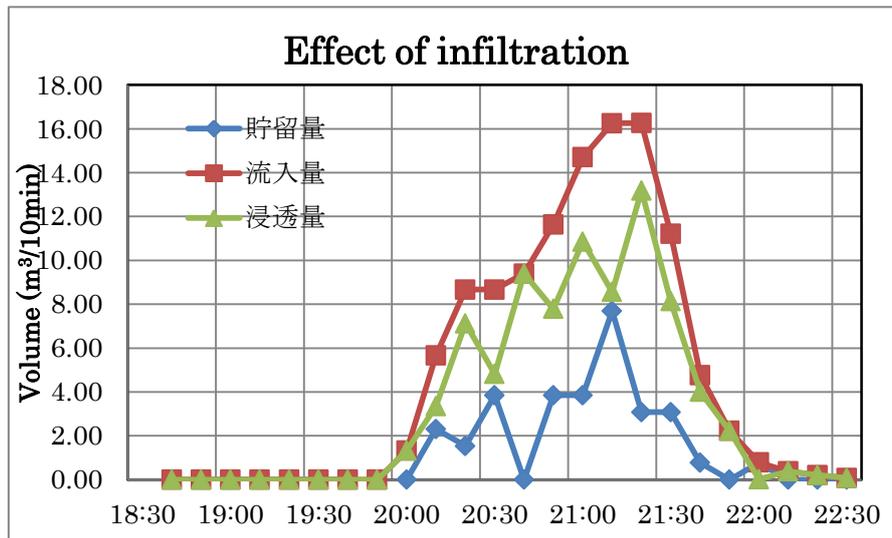


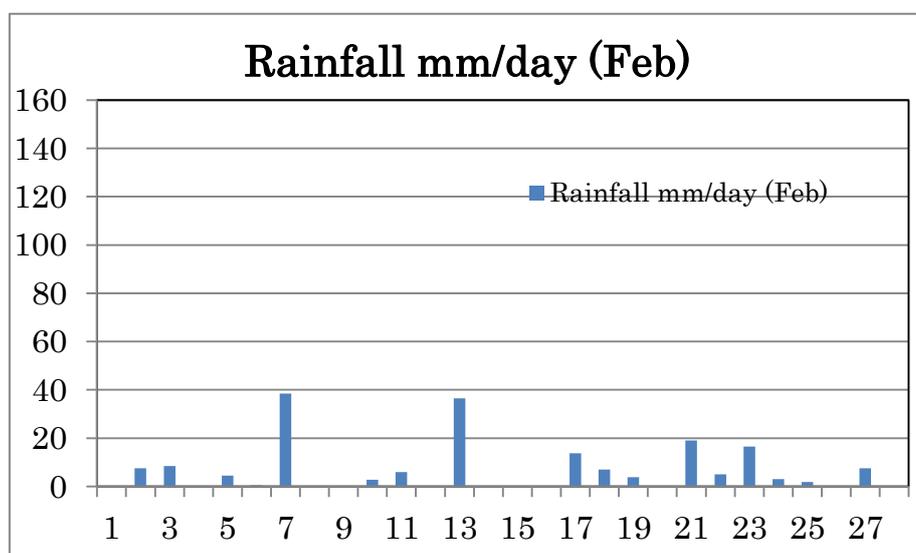
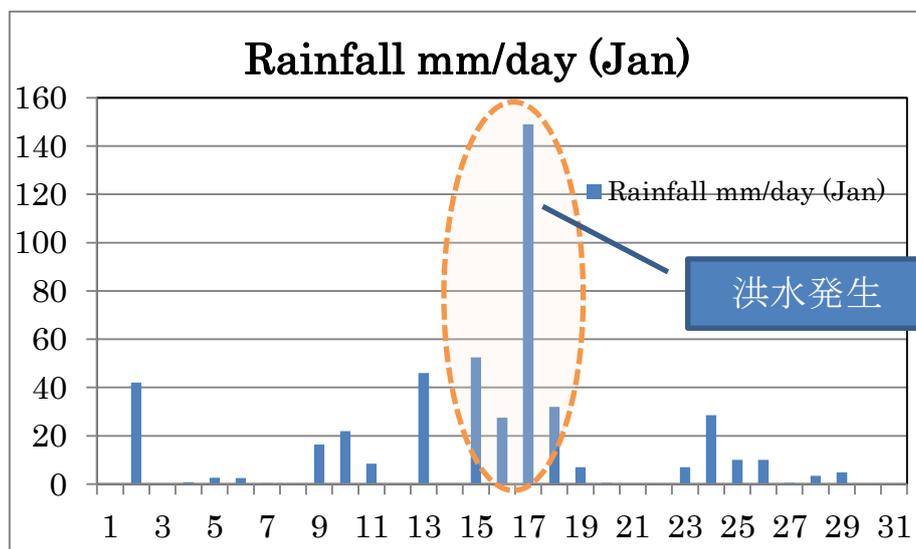
図 4.10-15 浸透効果観測結果例 (2013/05/01)

(2) 検証結果

1) 降雨状況

BBWS 事務所内で観測した日降雨を整理して図 4.10-16 に示す。

1月の洪水発生時の日降雨量は 147mm/day であり。2年確率 (24 時間) 程度の降雨に相当する。



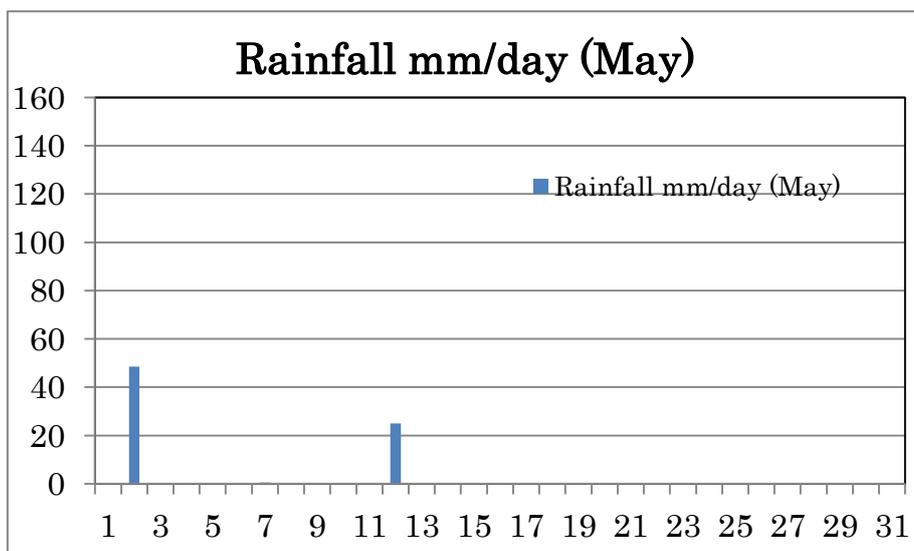
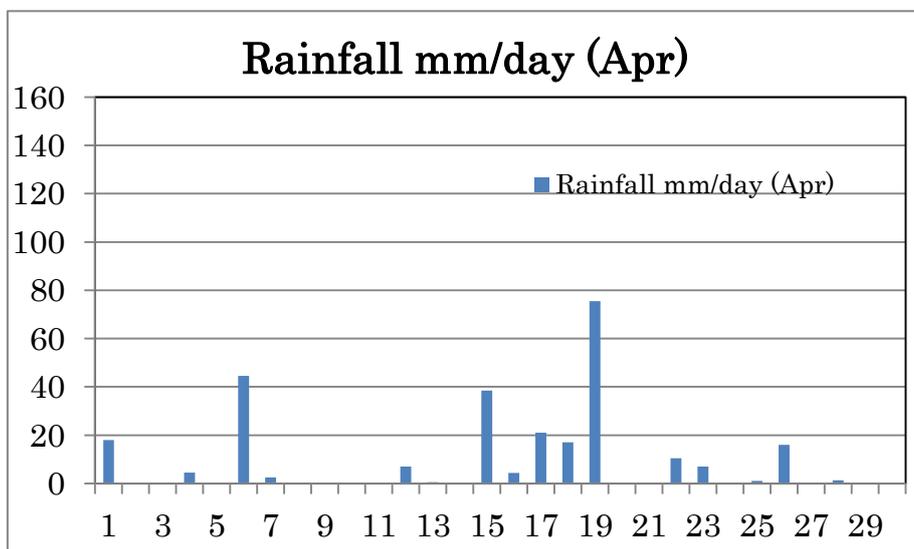
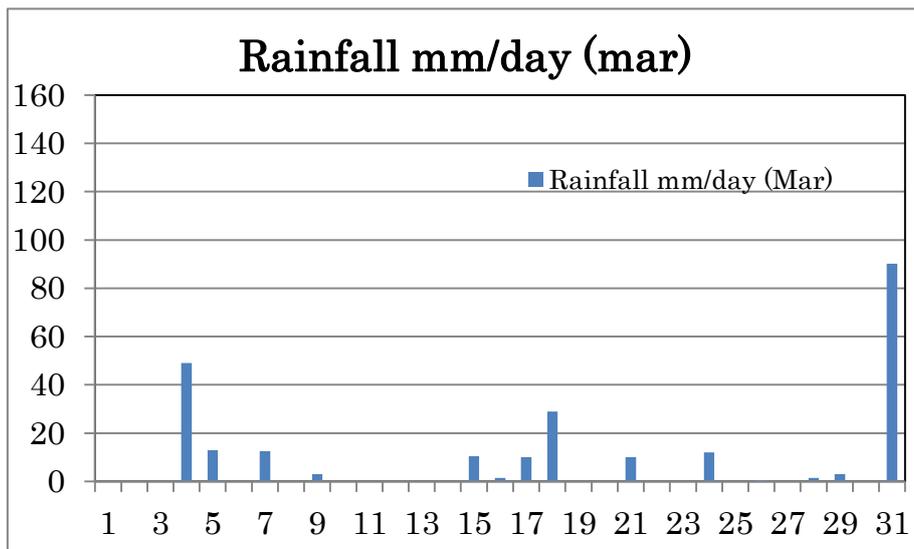


図 4.10-16 日雨量(mm/day)

## 2) ピーク低減量の効果検証

### ① 検証方法

モニタリング結果を基に下記の式によりピーク低減量の効果検証を行った。

$$\text{洪水抑制前流量} = Q1$$

$$\text{洪水調節後流量} = Q1 - Q2 + Q3$$

$$\begin{aligned} \text{ピーク流量低減効果量} &= \text{洪水抑制前流量} - \text{洪水調節後流量} \\ &= Q2 - Q3 \end{aligned}$$

Q1, Q2, Q3 :図 4.10.1 モニタリング地点参照

### ② 検証結果

検証結果(例 2013/5/1)を図 4.10-17 に示す。

2013/5/1 の降雨では、ピーク流量  $0.166\text{m}^3/\text{s}$  を  $0.142\text{ m}^3/\text{s}$  に低減している。低減率は約 14%である。

ピーク流量の低減効果を整理して

表 4.10-2 に示す。5 回の観測の結果、ピーク低減効果は平均でピーク流量の 11.4%であった。

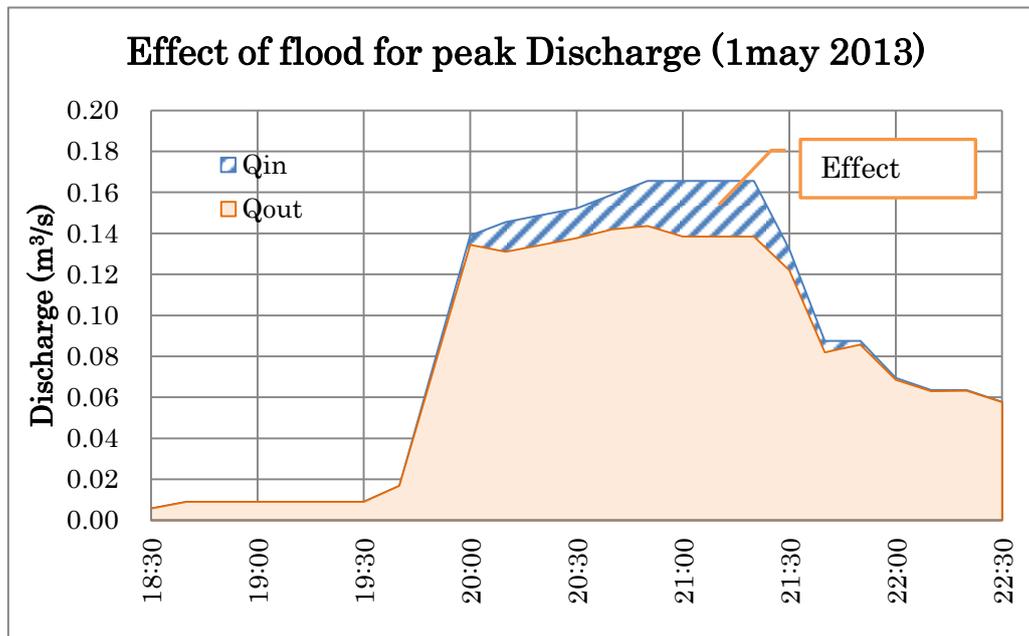


図 4.10-17 ピーク流量低減効果の検証例 (2013/05/01)

**表 4.10-2 ピーク流量低減効果**

No.	Day	洪水抑制前 流量 (m <sup>3</sup> /s)	洪水調節後 流量 (m <sup>3</sup> /s)	ピーク流量 低減効果量 (m <sup>3</sup> /s)	低減効果 (%)
1	2013/05/01	0.166	0.142	0.024	14
2	2013/05/11	0.132	0.105	0.027	20
3	2013/05/15	0.126	0.117	0.009	7
4	2013/05/17	一部データ不備のため検証より除外			
5	2013/05/22	0.159	0.137	0.022	14
6	2013/05/29	0.100	0.092	0.002	2
AVE.					11.4

### 3) 貯留効果

#### ① 検証方法

浸透効果は降雨後の無降雨時の浸透施設内水位の変化より浸透効果を算定する。

貯留量 $\Delta V$  = 降雨後ピーク貯留量 - 降雨開始前貯留量

貯留効果(%) =  $\Delta V / \text{集水域降雨量}$

集水域降雨量 = 観測時間内降雨量(mm) × 集水面積

集水面積 = 0.5ha

#### ③ 検証結果

降雨量データが一部未収集であるが、集水域に降った雨の約 13%を貯留し下流への流出量の低減効果がみられる。

**表 4.10-3 貯留効果検証結果**

No.	観測値				効果量		
	Day and Time	(1)水位 (m)	Day and Time	(2)水位 (m)	貯留量 (3)=(2)-(1) (m <sup>3</sup> )	観測時間 内降雨量 (mm)	貯留効果 (%)
1	2013/05/1 18:30	0.30	2013/05/1 22:30	0.70	30.8	48.5	12.7
2	2013/05/11 14:14	0.29	2013/05/11 18:30	0.49	15.4	25.0	12.3
3	2013/05/15 11:45	0.37	2013/05/15 13:30	0.40	2.3	-	
4	2013/05/17 10:00	0.30	2013/05/17 22:00	0.78	36.9	49.0	15.6
5	2013/05/22 13:30	0.42	2013/05/22 13:50	0.46	3.1	8.5	7.3
6	2013/05/27 12:20	0.41	2013/05/27 13:40	0.42	0.8	-	

#### 4) 浸透効果

##### ①検証方法

浸透効果は降雨後の無降雨時の浸透施設内水位の変化より浸透効果を算定する。

$$\text{浸透量 (涵養量)} \Delta V(\text{m}^3) = \text{降雨終了直後の貯留量} - \text{数時間後の貯留量}$$

$$\text{浸透効果量}(\text{m}^3/\text{hr}) = \Delta V / \text{観測時間}$$

##### ②検証結果

データが収集できた2回のデータで検証する。検証結果を表 4.10-4 に示す。

平均で 1.00m<sup>3</sup>/hr の浸透が確認できた。この量は、単位面積当たり直すと1日で約 30cm の浸透量に相当し、地下水涵養量としては少なくない値である。

$$\begin{aligned} \text{単位面積当たり浸透量} &= \text{浸透量} \times 24\text{hr} / \text{施設底面積} \\ &= 1.00\text{m}^3/\text{hr} \times 24\text{hr} / (9\text{m} \times 9\text{m}) = 0.296\text{m} / \text{day} \end{aligned}$$

しかしながら、施設設置前の施設周辺地質の透水係数を用いて推定した施設の単位浸透量 (Q1) は、6.4m<sup>3</sup>/hr (算出条件：飽和透水係数  $k=1.2 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ 、設計水深 0.97m) である。

今回のモニタリング結果より算出した透水性は、この単位浸透量 (Q1) の 15.6% ( $1.0/6.4 = 0.156$ ) 程度の浸透性となっている。

この値から逆算すると、施設周辺の透水性は、 $k=2.0 \times 10^{-4}\text{cm/s}$  程度と推定される。

詳細は不明であるが、透水性が低下した原因として下記の理由が考えられる。

- ・降雨後、土砂が施設内に流入し、土砂が施設に堆積している影響 (施設底面の目詰まり)。
- ・掘削後、施設設置のため底面を締固めた影響。
- ・施設周辺の埋戻しに掘削土 (透水性の低い) を用いて締固めを行った影響。

表 4.10-4 浸透効果検証結果

No.	観測値				効果量	
	Day and Time	(1)水位 (m)	Day and Time	(2)水位 (m)	浸透量 (3)=(1)-(2) (m <sup>3</sup> )	浸透効果 (m <sup>3</sup> /hr)
1	2013/05/30 10:00	0.93	2013/05/30 16:00	0.85	6.2	1.03
2	2013/05/30 17:00	1.00	2013/05/31 17:00	0.70	23.1	0.96
Ave.		0.97				1.00

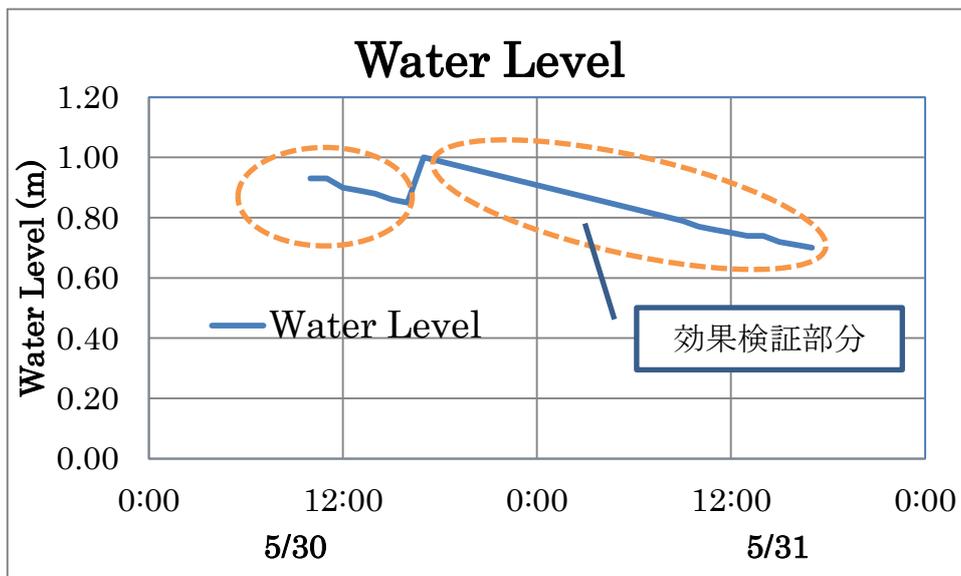
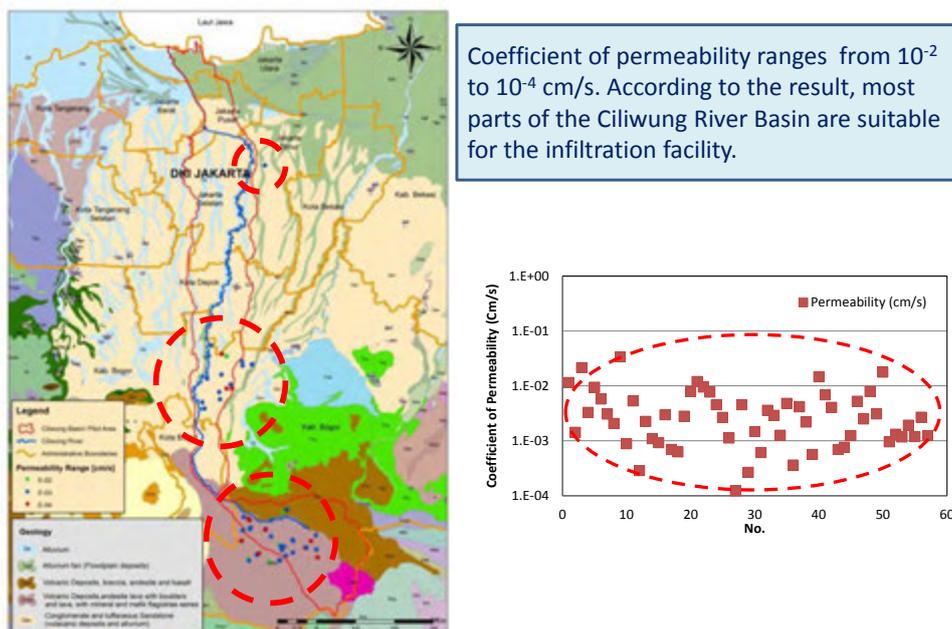


図 4.10-18 浸透効果の検証例 (2013/05/30~31)

### (3) 考察

今回のモニタリングの結果、雨水貯留浸透施設では、ピーク流量の低減効果および浸透効果が確認できた。また、JCFM プロジェクトがチリウン川流域において地盤の浸透能調査を行った結果、流域の大部分の地域の透水係数が  $1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$  オーダーであり雨水貯留浸透施設の設置に適していることも明らかとなった（図 4.10-19 参照）。

これらの結果から、雨水貯留浸透施設は、流域における流出抑制対策の施設として適しており、今後チリウン川流域において計画される流出抑制対策の主要な対策の一つとして検討されるべき施設であり、今後、この施設が普及されることが望まれる。



出典：JCFM プロジェクト

図 4.10-19 チリウン川流域における浸透試験結果

また、今回のモニタリング結果より、今後の施設設計やモニタリングの改善点は以下に示すとおりである。今後、雨水貯留浸透施設の計画においては、以下の項目を考慮していくことが必要である。

#### 1) 施設設計について

今回のモニタリングで、浸透効果の低下が確認された、今後の施設設置に関して下記の点に留意する必要がある。

- ・ 上流および周辺の土地利用を確認して候補地を選定する必要がある。  
(土砂の流入が予測される個所、落葉が多いところは避ける)
- ・ フィルターの設置、土砂貯め施設の設置
- ・ 埋戻し材料の選定（赤土等透水性が低い材料は用いない）
- ・ 施設周辺にゴミを捨てないように指導する。

施設周辺環境整備の視点から

- ・施設周辺の雨水ますは浸透性にする（水がたまると蚊の発生等で不衛生である）。
- ・施設上部を芝貼りする場合は、雑草が生えにくい品種を選定する。

## 2) 維持管理について

- ・浸透効果を検証するためには、施設内の貯水位の変化を降雨終了後も測定する必要がある。降雨終了後数時間観測を継続することと、あるいは、次日の早朝水位を測定するようにする必要がある。
- ・観測値より、フィルター等に目詰まりが起こっていないか懸念されたため、定期的なフィルター等の清掃を行う
- ・土砂の流入が多い箇所は、雨期の間 2 週間に 1 回程度の割合で清掃を行う。特に、フィルターの清掃は重要である。
- ・観測中に写真を撮る。
- ・維持管理結果を記録する。

## 4.11 維持管理

### 4.11.1 目的

雨水貯留浸透施設の維持管理は、浸透能力の継続性と安定性を考慮して、適正かつ効率的、経済的に行う。雨水貯留浸透施設は、目詰まりにより浸透機能が低下し、施設内に長時間水がたまったり、施設外に溢水することもある。また施設にオーバーフロー管が接続されているような場合は、外見では機能の低下は判断しにくい。このような状態にならないように施設の維持管理にあたっては施設の構造形式や設置場所の土地利用を十分把握しなければならない。そして、目詰まりによる浸透能力の低下を防止し、かつ、安定的に機能が発揮できるように努めなければならない。

維持管理において考慮する項目を以下に示す。

- 1) 浸透能力の継続  
目詰まり防止対策、清掃の方法・頻度、使用年度の延長
- 2) 浸透施設保守点検  
点検頻度、蓋のずれの直し、破損の補修、地面陥没の補修など
- 3) 経済的な維持管理  
点検が容易、清掃頻度が低い、清掃が容易

以上のことを勘案して、維持管理に関して適切な管理方法と体制を定めることが重要である。

### 4.11.2 維持管理項目

#### (1) 機能点検および安全点検

このマニュアルでは、機能点検と安全点検の2つの点検手法について示す。機能点検とは浸透機能を阻害するような状況を点検することであり、安全点検は、利用者や通行人および通行車両などの安全を守るためだけでなく周辺施設への影響を排除するために行われます。定期点検は、雨期の前に年1回以上行うことを原則とする。浸透施設全体を行うことが物理的に不可能な場合は、土砂などの集まりやすい場所や水の集まりやすい場所を選定して、点検頻度や箇所数を減らすことも重要である。

機能点検、安全点検内容を表 4.11-1 に示す。

表 4.11-1 点検の内容

	機能点検	安全点検
点検項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土砂、ゴミ、落葉の体積状況</li> <li>・スクリーンの閉塞状況</li> <li>・湛水状況</li> <li>・周辺の状況</li> <li>・樹根の侵入の有無</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蓋のずれ</li> <li>・施設の破損、変形状況</li> <li>・地表面の沈下、陥没の状況</li> </ul>
点検方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目視による土砂、ゴミなどの侵入状況</li> <li>・メジャーなどによる土砂の堆積状況確認</li> <li>・雨天時の浸透状況の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目視による点検</li> </ul>

	機能点検	安全点検
点検の重点箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・排水系統から判断される終点の付近の施設</li> <li>・裸地や道路排水に直接流入する施設</li> <li>・比較的周辺より低いところに設置し、雨水が流入しやすい箇所</li> <li>・上面がオープンになっている施設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用者や通行車両などの多い箇所</li> <li>・過去に陥没が起きた箇所</li> </ul>
点検時期	(定期点検) 年に1回以上原則雨期の前に行う 雨期の間は2週間に1回 (非常時点検) 雨期の降雨量が多い時期 大雨が予想される前 施設周辺で土工事などの終了時 利用者などからの通報があった場合	

## (2) 施設清掃（機能回復）

雨水貯留浸透施設の清掃は点検結果に基づき、施設の機能回復を目的として行う。

清掃内容は、土砂、ゴミ、落葉などの搬出、スクリーンの閉塞物質の除去、樹根などの除去などがあり、同時に施設周辺の清掃を行うことが重要である。また、清掃時に洗い水などが施設内に流入しないように注意を払う必要がある。

清掃内容を表 4.11-2 に示す。

表 4.11-2 清掃内容

施設種類	清掃内容と方法	清掃頻度	清掃前箇所（例）
水路、マス	内部清掃 土砂、ゴミ、落葉などの搬出	年に1回以上原則雨期の前に行う  水路に3cm以上堆砂したときに行う。	
スクリーン	付着したゴミ、落葉類をブラッシングにより除去する。	年に1回以上原則雨期の前に行う 雨期の間は2週間に1回（点検時に同時に行う）	

			
グレーチング蓋	清掃 付着した土砂、ゴミ、落葉などを除去する	年に1回以上原則雨期の前に行う 雨期の間は月に1回（点検時に同時に行う）	

### (3) 施設の補修

施設の破損や地表面の陥没・沈下が発生した場合は、補修を行う。

安全性や機能維持のため早急に補修しなければならない場合とある程度経過を観察して対応してよい場合がある。補修で対応できないものは、交換や新規に設置し見直すことが必要である。

地表面の陥没な沈下が発生した場合は、その原因と影響範囲を調査し、適切な対策を取らなければならない。地表面の陥没や沈下は施設そのものが原因ではなく、掘削後の埋戻しや転圧などの不備が原因となることが多いので、いたずらに施設に原因を求めることが内容に注意する。

### (4) 施設台帳の整備

雨水貯留浸透施設の施設台帳は、BBWS Ciliwung-Cisadane 事務所により作成されます。

施設台帳には、モニタリングデータ、施設図、建設中の写真やその他 BQ や工事費などの情報も記載する。施設台帳例を巻末に添付する。

### (5) 維持管理記録の保管

雨水浸透施設の機能を適切に維持するには、管理業務を継続することが重要である。このため、点検、清掃、補修などの記録を維持管理記録として保管する。

## 第 5 章 シツの改良

### 5.1 シツの再生・改良案

現在、河川流域には多数のシツが存在する。このシツは少なからず中小洪水に対して流出抑制能力を有している。しかしながら、近年、インドネシア国の、急速な経済発展に伴う土地利用の変化の中、このシツが減少傾向にある。そこで、このシツの再生や保全、改良について基本的な考え方を整理する。

#### 5.1.1 基本的な考え方

シツの再生・改良策は段階的に以下のように整理される。

##### (1) シツの再生

目 的：シツの縮小、消失を避け、水源としてのシツの機能を維持する。

手 法：浚渫、護岸の建設、周辺整備

治水効果：元々あったシツの洪水調節効果以上には増大しない。

##### (2) 流出抑制能力の向上のための改良

目 的：降雨時にシツが一時的に貯留できる水量（洪水調節容量）の増大

手 法：現況の水利用、周辺の土地利用、余水吐きの改良

治水効果：一定の治水効果を持たせるよう計画できる。

留意事項：余水吐きを改良した結果、シツの水利用に悪影響を及ぼしたり、下流水路への放流量を増大させたり、堤体の不安定化やシツ周辺の浸水被害につながる水位上昇を招いたりしないように十分配慮して計画する必要がある。

##### (3) 大規模降雨に対する安全性を高めるための改良

目 的：大規模降雨が発生した際のシツの安全性確保

手 法：ダムに準じた安全性を持つ堰堤および洪水吐きの構築、下流河道の整備、周辺整備

治水効果：一定の治水効果を持たせるよう計画できる。

留意事項：現況の水利用や周辺の土地利用に大きな影響が出るため、まず計画水位、構造物諸元、下流河道の改修、影響のおよぶ土地について網羅した施設計画を作成し、関係機関と十分な調整をはかる必要がある。詳細設計は、ダムに準じて実施する。

上記のうち(1)は既にインドネシアの中央および地方政府によって進められており、また(3)はダム計画に準じた調査検討で対処できる。そこで、本章では、(2)流出抑制能力の向上のための改良について解説する。

## 5.1.2 流出抑制能力の向上のためのシツの改良

### (1) 改良方針

シツの改良は、既設のため池の利水容量の一部を洪水調節容量に転用して流出抑制を行う。洪水調節容量を活用することにより洪水ピーク流量を低減することができる。

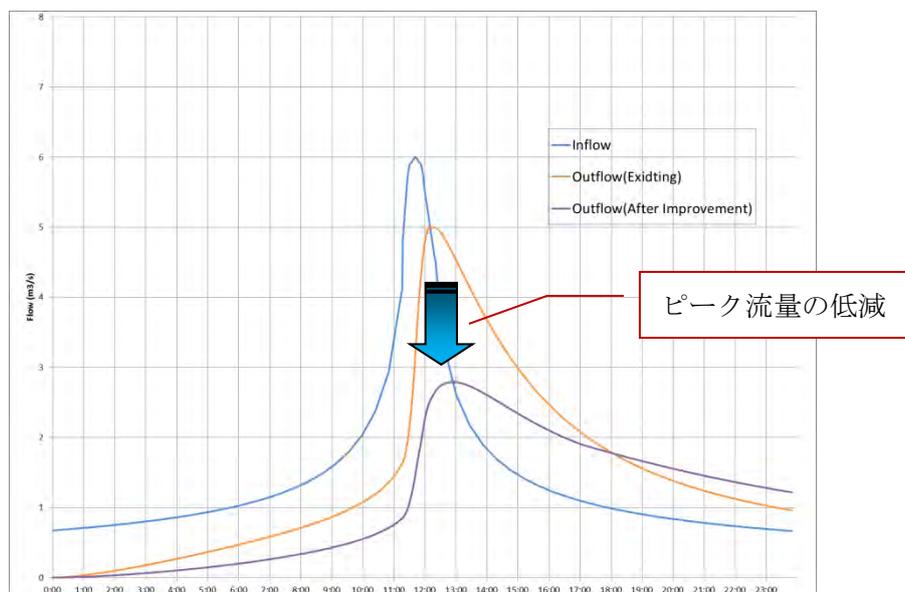


図 5.1-1 ため池の調整池化の効果 (イメージ図)

以下にシツの洪水調節容量を増やす手法を示す。これらの中で、(a)は、土地収用の視点から最も実施が簡単な対策である。

- (a) 余水吐きを改造して、常時の貯水位を低くする。
- (b) 余水吐や堰堤の高さを高くして洪水調節容量を増加させる。
- (c) シツの領域を広げ洪水調節容量を増加させる。

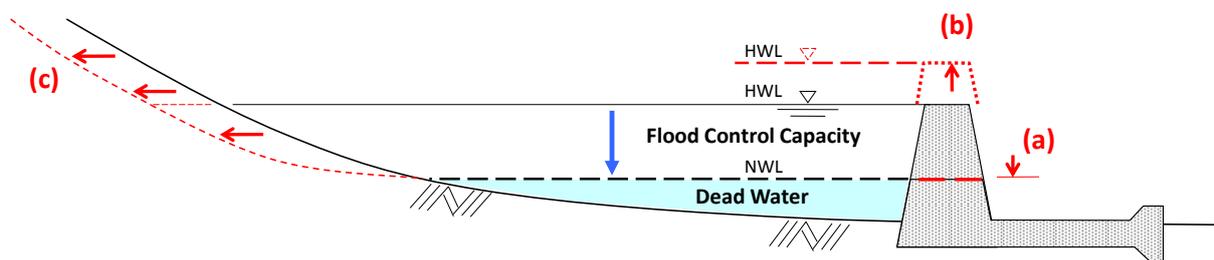


図 5.1-2 シツ改良の概念図

### (2) 計画および効果の評価

#### 1) 計画規模

利水目的で設計されているシツの洪水吐きは、基本的に大規模降雨による流量に対応できない。そこで、既存の洪水吐きや下流水路の現況の流下能力見合いで、計画規模を設定する。

## 2) 流出計算と洪水調節計算

### i) 基本的な考え方

ピーク流量の低減効果は、シツの洪水吐き地点で評価する。  
流域全体としての効果の評価方法については、チリウン川本川の 1/50 降雨に対する CFMP の中では効果は評価しない。  
支川流域としては余裕分として評価する。

### ii) 流出計算

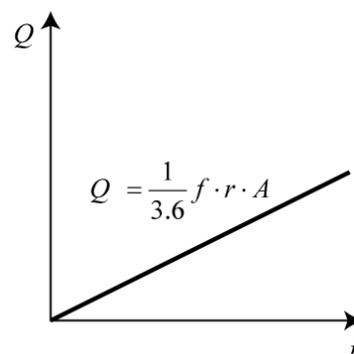
#### ①合理式

合理式は下式で表現される。右図に示すとおり合理式は降雨に対して線形応答である。線形応答とは、降った雨が流域貯留等の遅れを伴わず、直線的に流量として表現されることである。このため、合理式は、降った雨がすぐに流量に変換される中小河川や都市域に適した流出解析手法として利用される。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A \quad \dots\dots\dots (5.1.1)$$

ここで、

- $Q$  : 最大洪水流量 (m<sup>3</sup>/s)
- $f$  : 流出係数
- $r$  : 洪水到達時間 ( $t_c$ ) 内の平均雨量強度
- $A$  : 集水面積 (km<sup>2</sup>)



#### ②洪水到達時間

洪水到達時間は流入時間と流出時間の和として考えられる。流入時間とは雨水が流域から河道に至るまでの時間であり、流出時間とは河道内の洪水伝播時間である。

$$t_c = t_i + t_f \quad \dots\dots\dots (5.1.2)$$

ここで、

- $t_i$  : 流入時間 (min)
- $t_f$  : 流出時間 (min)

流入時間 ( $t_i$ ) は、以下に基づき設定した。

- (i) 集水面積が 2 km<sup>2</sup> となるように流入地点を設定する。
- (ii) 流入時間を以下のように設定する。  
 $t_i = 30$  (min)
- (iii) 集水面積が明らかに 2 km<sup>2</sup> を下回る場合は、以下に示す式を用いて流入時間を計

算する。

$$t_i = \frac{30\sqrt{A}}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(5.1.3)$$

流下時間 ( $t_f$ ) は、クラークヘン式を用いて計算した。

$$t_f = \frac{L}{V \times 60} \dots\dots\dots(5.1.4)$$

ここで、

- $L$  : 下流端から最遠点までの河道長 (m)
- $V$  : 流速 (m/s)

**表 5.1-1 河床勾配と流速の関係**

河床勾配	( $I_b$ )	$I_b > 1/100$ (steep slope)	$1/100 > I_b > 1/200$	$I_b < 1/200$ (mild slope)
流速	( $V$ )	3.5 m/s	3.0 m/s	2.1 m/s

**iii) 降雨強度式**

降雨強度は、シツ近傍における既存の降雨強度式を用る。

**iv) 洪水調節計算**

洪水調節計算は、放流量＝流入量－貯留量 の関係となる。計算は、次式を満足するように調整池の容量を試算して求める。

$$\frac{V_2}{\Delta t} + \frac{Q_{o2}}{2} = \frac{V_1}{\Delta t} - \frac{Q_{o1}}{2} + Q_{in} \dots\dots\dots(5.1.5)$$

ここで、

- $V_1$  : 貯留量 ( $m^3$ )
- $V_2$  :  $\Delta t$  後の貯留量 ( $m^3$ )
- $Q_{in}$  : 流入量 ( $m^3$ )
- $Q_{o1}$  :  $V_1$  における放流量( $m^3$ )
- $Q_{o2}$  :  $V_2$  における放流量 ( $m^3$ )

また、放流量は以下の式より算出する。

$$Q = C \cdot B \cdot H^{1.5} \dots\dots\dots(5.1.6)$$

ここで、

- $C$  : 越流係数 ( $C = 1.8$ )
- $B$  : 越流幅 (m)
- $H$  : 越流水深 (m)  
(越流水深は  $H-V$  曲線から求める。)

(3) 計算例および概略設計

1) 設計条件

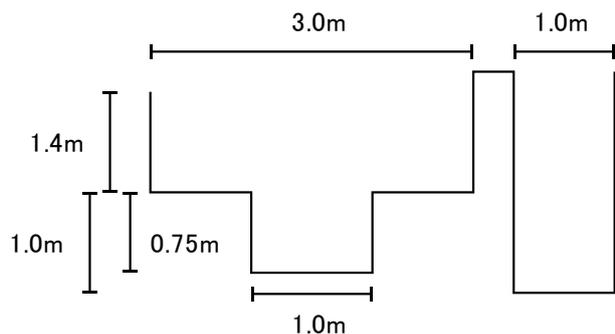
i) 計算条件

降雨規模：1/25 とする。

降雨波形：24 時間中央集中波形

放流設備；既設の放流設備は 3.0m×1.4m の余水吐と利水用のゲートとなっている。

このうち、余水吐に 1.0m×0.75m 切り欠きを設けるものとした。



ii) 流域諸元

流域面積：71.5ha

貯水池面積：9.5ha

流路延長：1,370m

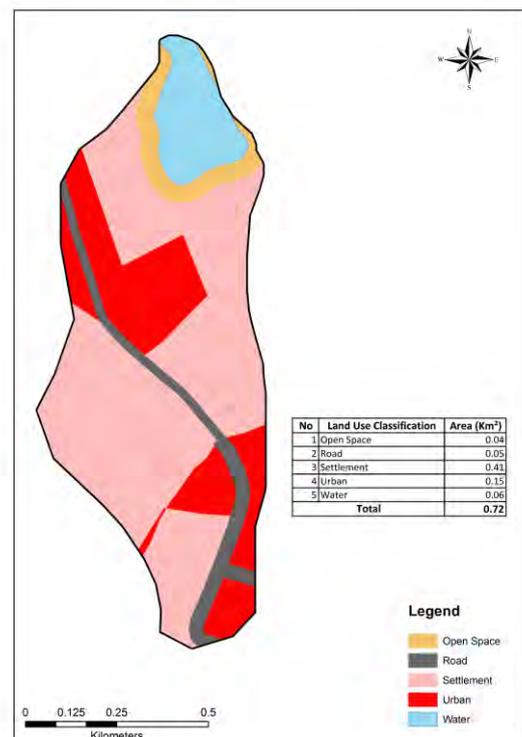
流路勾配： $(112.5-105.03)/1370=1/183$

流出係数：0.61(将来土地利用)

洪水到達時間：流入時間= $\sqrt{0.715}/\sqrt{2} \times 30=18\text{min}$

：流達時間= $1370/3/60=8\text{min}$

：洪水到達時間= $18+8=26\text{min}$



iii) 降雨強度式

JakartaOBS  $r_{25} = 1086.9/t^{0.6} - 0.0884$

iv) 水位

現地調査の結果より洪水抑制の為に可能な水位低下量は 75cm 以内である。

2) 効果検証

1/25 の降雨に対する施設効果は以下の通りである。

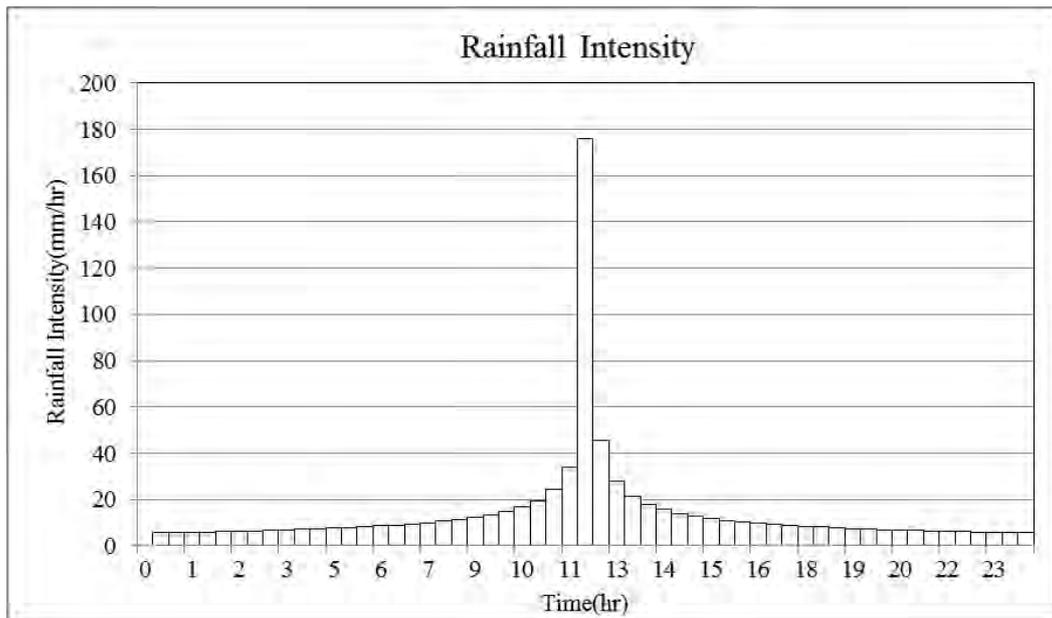


図 5.1-3 降雨分布 (24 時間中央集中)

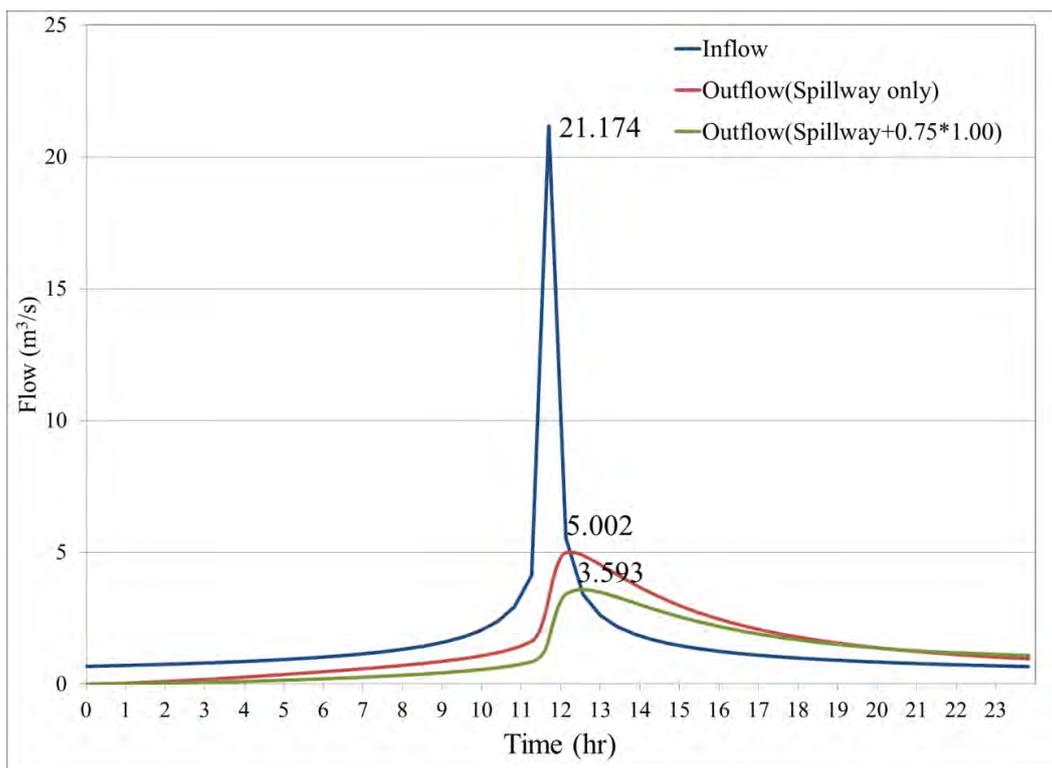


図 5.1-4 切り欠き設置による放流量の減少効果

図 5.1-4 に示すとおり、1/25 年降雨において最大放流量が約 5.0m<sup>3</sup>/s から約 3.6m<sup>3</sup>/s に低下する。

#### (4) 概略設計

検討結果を基に概略設計を行った。

下流放流施設の堰部分の天端を幅 100cm×高さ 75cm で切欠きを入れることとした。概略設計図を図 5.1-5 に示す。

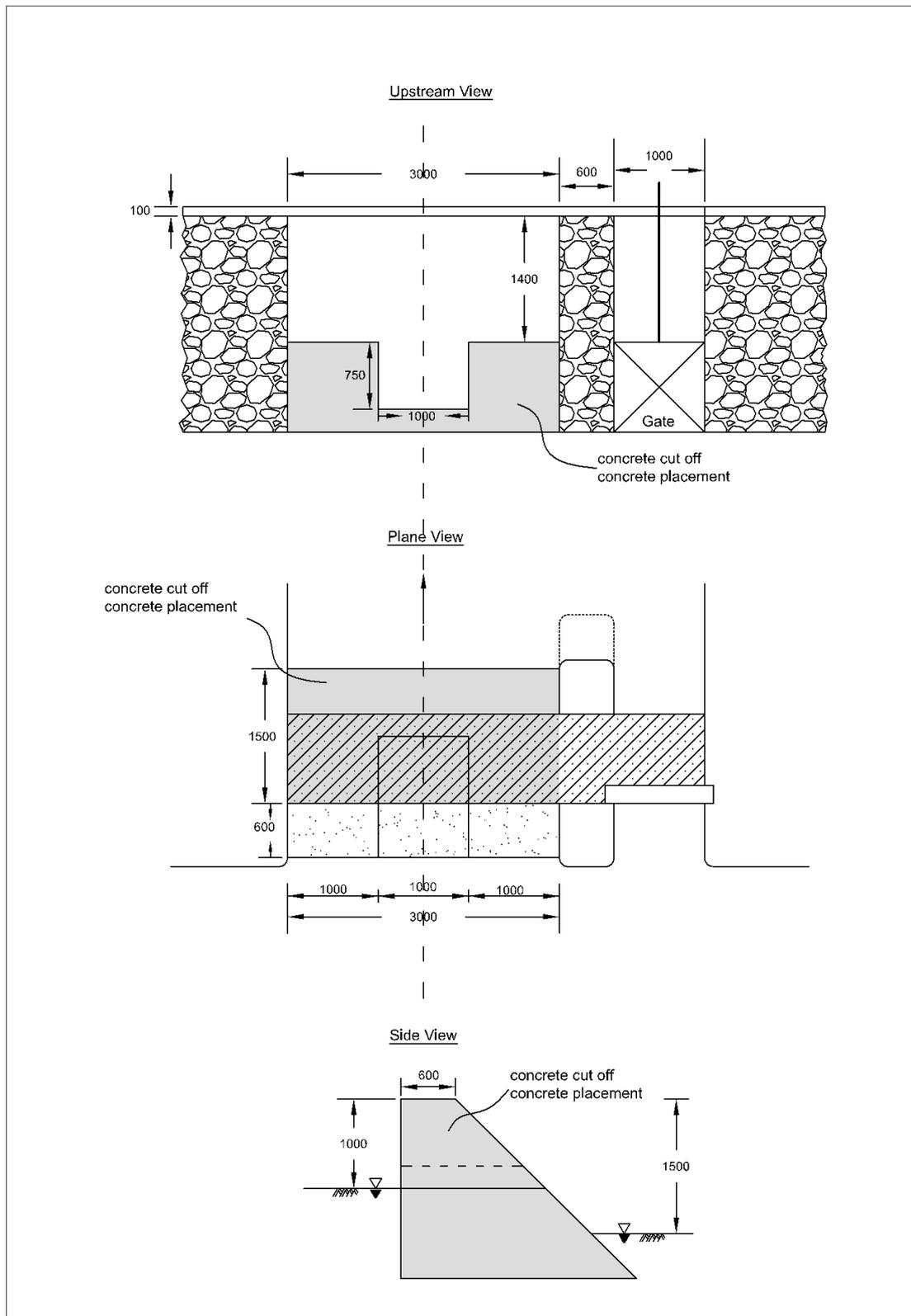


図 5.1-5 シツの調整池化 spillway 改良図

## (5) 留意事項

流出抑制能力の向上のためのシツの改良を行う上での留意事項を以下に示す。

- ①シツの下流側の水路の改変により、シツと下流水路の水位差がほとんど無いケースでは、平常時の水位を下げる手法は適用できない。出水時の水位を上げる方法で洪水調節容量を確保しようとする場合、静水圧の上昇に対応するため堰堤および洪水吐きの全面的な改修が必要となる。
- ②かんがい水路を通じた流域外からの流入がある場合は、洪水調節計算時にその流入量を評価する。
- ③シツの湖水で養殖業や運輸業が営まれている場合は、改良による水位の低下がこれらに与える影響を考慮して洪水吐きの形状を検討し、関係組織との合意を得た上で決定する必要がある。

## 5.1.3 維持管理

### (1) 洪水吐き

ゴミによって洪水吐きに設けた切り欠きが閉塞しないよう、定期的に巡視し対処する。洪水吐きに損傷がないか定期的に巡視し対処する。

### (2) 境界地域

法令に基づき、シツ周辺の保全地域を確定し、杭によって表示するとともに、適切に維持管理する。保全／境界地域に関する法令の要約を以下に示す。

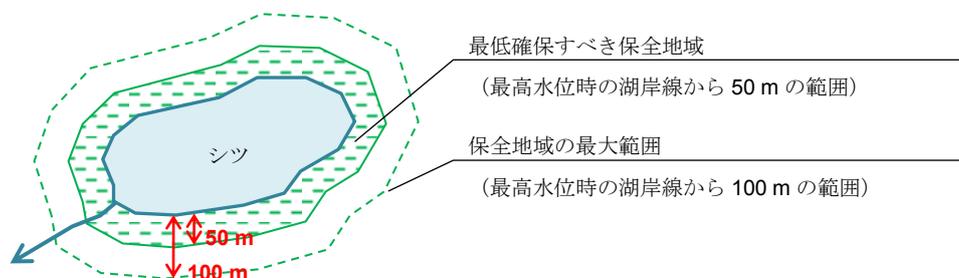


図 5.1-6 シツ周辺の保全／境界地域の範囲

表 5.1-2 保全地域の管理に関する大統領令要約

項目	インドネシア語	日本語
法令の名称	Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor : 32 Tahun 1990 Tentang Pengelolaan Kawasan Lindung	保全地域の管理に関するインドネシア 共和国大統領令 1990 年第 32 号
保全地域の定義および目的	Kawasan lindung adalah kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber alam, sumber daya buatan dan nilai sejarah serta budaya bangsa guna kepentingan pembangunan berkelanjutan. (BAB I, Pasal 1, 1.)  Kawasan lindung meliputi kawasan perlindungan setempat dll. (BAB III, Pasal 3, 2.)  Kawasan perlindungan setempat terdiri dari kawasan sekitar danau/waduk. (BAB III, Pasal 5, 3.)  Perlindungan terhadap kawasan sekitar danau/waduk dilakukan untuk melindungi danau/waduk dari kegiatan budi daya yang dapat mengganggu kelestarian fungsi danau/waduk. (BAB IV, Pasal 17)	保全地域とは、持続的発展のため、天 然資源、人工資源、民族文化を伴う歴 史的価値を含む環境的持続可能性を保 護することをその主な機能として定義 された地域である。(第 I 章, 第 1 条, 1)  保全地域は、局地保全地域、等を含ん でいる。(第 III 章, 第 3 条, 2)  局地保全地域は、湖／貯水池周辺の地 域からなる。(第 III 章, 第 5 条, 3)  湖／貯水池周辺地域の保全は、湖／貯 水池の機能保護を妨げうる利用活動か ら、湖／貯水池を守るために行われる。 (第 IV 章, 第 17 条)
保全地域の範囲	Kriteria kawasan sekitar danau/waduk adalah daratan sepanjang tepian danau/waduk yang lebarnya proporsional dengan bentuk dan kondisi fisik danau/waduk antara 50-100 meter dari titik pasang tertinggi ke arah darat. (BAB IV, Pasal 18)	湖／貯水池周辺地域の設定基準は、湖 ／貯水池の最高水位時における湖岸線 から陸地方向に 50～100 m 幅の湖岸に 沿った土地である。(第 IV 章, 第 18 条)
保全地域において許 される行為	-	-
保全地域における禁 止行為	Di dalam kawasan lindung dilarang melakukan kegiatan budi daya, kecuali yang tidak mengganggu fungsi lindung. (BAB VI, Pasal 37, (1))  Kegiatan budi daya yang sudah ada di kawasan lindung yang mempunyai dampak penting terhadap lingkungan hidup dikenakan ketentuan-ketentuan yang berlaku sebagaimana dimaksud dalam Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 1986 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. (BAB VI, Pasal 37, (3))	保全地域では、保護機能を損なわない ものを除く利用活動を行うことを禁ず る。(第 VI 章, 第 37 条, (1))  既に保全地域の中で行われ、生活環境 に対し重要な影響を持つ利用活動につ いては、環境影響の分析に関する政令 1986 年第 29 号の定めるところに従う。 (第 VI 章, 第 37 条, (3))

表 5.1-3 河川の境界線等に関する公共事業大臣令要約 (1/2)

項目	インドネシア語	日本語
法令の名称	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 63/PRT/1993 Tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai, Daerah Penguasaan Sungai dan Bekas Sungai	河川の境界線・河川利用地域・河川および旧河川の管理区域に関する公共事業大臣令 1993 年第 63 号
境界地域の定義および目的	Daerah sempadan danau/waduk adalah kawasan tertentu disekeliling danau/waduk yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi sungai. (BAB I, Pasal 1, 12)	湖／貯水池の境界地域とは、河川の機能の持続性を維持するために重要な効果を持つ湖／貯水池周辺の特定の地域を指す。(第 I 章, 第 1 条, 12)
境界地域の範囲	Penetapan garis sempadan danau, waduk, mata air dan sungai yang terpengaruh pasang surut air laut mengikuti kriteria yang telah ditetapkan dalam keputusan Presiden R.I Nomor: 32 Tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung, sebagai berikut:  a. Untuk danau dan waduk, garis sempadan ditetapkan sekurang- kurangnya 50 (lima puluh) meter dari titik pasang tertinggi kearah darat. (BAB II, Pasal 10)	湖, 貯水池, 湧水地および潮位変化の影響を受ける河川の境界線の設定に関しては、次のように、保全地域の管理に関するインドネシア共和国大統領令 1990 年第 32 号が定める設定基準に従うこと。  a. 湖や貯水池については、境界線は最高水位点から陸側方向に少なくとも 50 m の位置に設定すること。(第 II 章, 第 10 条)
境界地域において許される行為	Pemanfaatan lahan di daerah sempadan dapat dilakukan oleh masyarakat untuk kegiatan-kegiatan tertentu sebagai berikut:  a. Untuk budidaya pertanian dengan jenis tanaman yang diijinkan.  b. Untuk kegiatan niaga, penggalian dan penimbunan.  c. Untuk pemasangan papan reklame, papan penyuluhan dan peringatan, serta rambu-rambu pekerjaan.  d. Untuk pemasangan rentangan kabel listrik, kabel telepon dan pipa air minum.  e. Untuk pemancangan tiang atau pondasi prasarana jalan/jembatan baik umum maupun kreta api.  f. Untuk penyelenggaraan kegiatan-kegiatan yang bersifat social dan masyarakat yang tidak menimbulkan dampak merugikan bagi kelestarian dan keamanan fungsi serta fisik sungai.  g. Untuk pembangunan prasarana lalu lintas air dan bangunan pengambilan dan pembuangan air. (BAB II, Pasal 11, (1))	境界地域における土地利用については、人々は次に示す活動を行うことができる。  a. 許可された種類の作物を用いた耕作  b. 商業活動, 掘削および埋め戻し  c. 広告看板, 掲示板および工事標識の設置  d. 電線, 電話線および水道管の設置  e. 公共の道路／橋および鉄道設備のための杭および基礎の設置  f. 河川の物理的な機能の持続性や安全性に悪影響を及ぼさない社会活動および地域活動の実施  g. 水運のための設備, および取水・排水設備の建設 (第 II 章, 第 11 条, (1))

表 5.1-4 河川の境界線等に関する公共事業大臣令要約 (2/2)

項目	インドネシア語	日本語
境界地域における禁止行為	Pada daerah sempadan dilarang: a. Membuang sampah, limbah padat dan atau cair b. Mendirikan bangunan permanen untuk hunian dan tempat usaha (BAB II, Bagian Keempat, Pasal 12)	境界地域では、 a. ゴミや個体、液体廃棄物の投棄 b. 居住や商売を目的とした恒久建築物の建設 を禁ずる。
その他	Pejabat yang berwenang dapat menetapkan suatu ruas di daerah sempadan untuk membangun jalan inspeksi dan/atau bangunan sungai yang diperlukan, dengan ketentuan lahan milik perorangan yang diperlukan diselesaikan melalui pembebasan tanah. (BAB II, Pasal 11, (3))	所轄部局は、境界地域において、必要な点検用道路や河川構造物のための土地を、用地買収を通じて解決される必要がある私有地の規定に基づき設定できる。(第II章, 第11条, (3))

表 5.1-5 JABODETABEKPUNJUR 地域における空間計画に関する大統領令要約 (1/2)

項目	インドネシア語	日本語
法令の名称	Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2008, Tentang: Penataan Ruang Kawasan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak, Cianjur	JABODETABEKPUNJUR 地域における空間計画に関する大統領令 2008 年第 54 号
保全地域の定義および目的	Kawasan lindung adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam dan sumber daya buatan. (BAB I, Pasal 1, 6)  Situ adalah suatu wadah genangan air di atas permukaan tanah yang terbentuk secara alami maupun buatan yang airnya berasal dari tanah atau air permukaan sebagai siklus hidrologis yang merupakan salah satu bentuk kawasan lindung (BAB I, Pasal 1, 12)  Sasaran penyelenggaraan penataan ruang Kawasan Jabodetabekpunjur adalah: b. terwujudnya peningkatan fungsi lindung terhadap tanah, air, udara, flora, dan fauna dengan ketentuan: 4) situ berfungsi sebagai daerah tangkapan air, sumber air baku, dan sistem irigasi. (BAB I, Pasal 2, (2))  Dalam perencanaan kawasan lindung ditetapkan kawasan lindung prioritas dengan kriteria sebagai ruang terbuka hijau regional, kawasan konservasi, dan/ atau daerah resapan air. (BAB IV, Pasal 32, (1))  Kawasan lindung prioritas meliputi: b. Situ. (BAB IV, Pasal 32, (2))	保全地域とは、天然資源や人工資源を含む環境的持続可能性を保護することをその主な機能として定義された地域である。(第I章, 第1条, 6)  シツとは、自然的あるいは人工的に形成された、保全地域の一部を成す水循環としての地下または地表を水源とする、地表の水が溜まる場所である。(第I章, 第1条, 12)  Jabodetabekpunjur 地域における空間計画の実施目標は、b. 4) 貯水地、水源およびかんがいシステムとして機能するシツ、等に規定される、土壌、水、大気、植物相および動物相に対する保全機能向上の具体化である。(第I章, 第2条, (2))  保全地域の計画においては、地域緑地空間、保全地区および水源地域として基準化される優先保全地域が設定される。(第IV章, 第32条, (1))  優先保全地域は、b. シツを含む(第IV章, 第32条, (2))

表 5.1-6 JABODETABEKPUNJUR 地域における空間計画に関する大統領令要約 (2/2)

項目	インドネシア語	日本語
保全地域の範囲	Ruang untuk kawasan lindung dikelompokkan dalam zona nonbudi daya sebagai berikut: a. Zona Non-Budi Daya 1 yang selanjutnya disebut Zona N1. (BAB II, Pasal 11, (2))  Zona N1 terdiri atas: f. kawasan sekitar danau, waduk, dan situ. (BAB IV, Pasal 25, (1))	保全地域のための空間は、次のように非活用地域に区分されている。a. 非活用ゾーン 1, 以下、“ゾーン N1”と称す。(第 II 章, 第 11 条, (2))  ゾーン N1 は、f. 湖, 貯水地およびシツの周辺地域等から成る。(第 IV 章, 第 25 条, (1))
保全地域において許される行為	Pengembangan prasarana air baku dapat dilakukan dengan pembangunan dan pengelolaan waduk multiguna, saluran pembawa, pengelolaan situ, dan pemeliharaan sungai (BAB IV, Pasal 18, (3))	多目的ダムの建設・運用, 分配水路, シツの運用および河川整備に伴う水源設備の建設を行うことができる。(第 IV 章, 第 18 条, (3))
保全地域における禁止行為	Di kawasan sekitar danau, waduk, dan situ dilarang menyelenggarakan:  a. Pemanfaatan ruang yang mengganggu bentang alam, mengganggu kesuburan dan keawetan tanah, fungsi hidrologi dan hidraulis, kelestarian flora dan fauna, serta kelestarian fungsi lingkungan hidup;  b. Pemanfaatan hasil tegakan; dan/atau  c. Kegiatan yang menyebabkan penurunan kualitas air danau, waduk, dan situ, menyebabkan penurunan kondisi fisik kawasan sekitar danau, waduk dan situ, serta mengganggu debit air. (BAB IV, Pasal 30, (6))	湖, 貯水地およびシツの周辺地域では、  a. 自然景観, 土壌の肥沃度および保持, 水文的・水理的機能, 植物相・動物相の持続性, 環境機能の持続性を乱す空間活用、  b. 収穫物の活用、そして/また  c. 湖, 貯水地およびシツの水質の低下、湖, 貯水地およびシツの周辺地域の物理的状態の低下、また水の流出の妨害をもたらす行為  を禁ずる。(第 IV 章, 第 30 条, (6))
その他	Pemerintah dan pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya melakukan rehabilitasi hutan dan lahan serta penghijauan di kawasan lindung dengan tutupan tumbuhan tetap. (BAB IV, Pasal 29)	管轄する政府や地方政府は、植生被覆を用いた保全地域の緑化を伴う森林および土地の回復を行うものとする。(第 IV 章, 第 29 条)

## 5.2 現況シツおよび関連する水路の特徴

### 5.2.1 現地調査

対象地域に分布するシツやそれに関連する水路の一般的な特徴を把握するため、チリウン川の中流域に位置する5つのシツとその周辺について現地調査を実施した。調査対象のシツは、チリウン・チサダネ流域管理事務所からの提案やシツ台帳に基づいて選定した。これらの概要および位置を表 5.2-1、図 5.2-1 に示す。

表 5.2-1 パイロットプロジェクトの候補地

Code	Situ	Basin	Sub-basin	Surface Area as of 2008 (ha)	Catchment (ha)	Village	District	Regency	Revitalization
656	Kebantenan	Ciliwung	R3	4.5	269	Pakansari	Cibinong	Kab. Bogor	1998
296	Cikaret	Ciliwung	R3	29.5	1,114	Harapan Jaya	Cibinong	Kab. Bogor	2002
316	Cilodong	Ciliwung	R4	9.5	71	Kalibaru	Sukma Jaya	Kota Depok	1998
378	Citayam	Krukut	L6	7.2	39	Bojong Pondok Terong	Pancoran Mas	Kota Depok	2003
868	Pladen	Ciliwung	-	1.5	39	Beji Timur	Beji	Kota Depok	2007

注) 表中”Revitalization”の項に記されている年号は、堆砂等の除去や周辺環境整備を主とするシツ再生事業の実施年を意味する。

現地調査は、以下の項目に着目して行った。

- 既存構造物
- シツ周辺の土地利用
- 下流の水路
- シツと下流水路との間の水位差
- 水利用状況

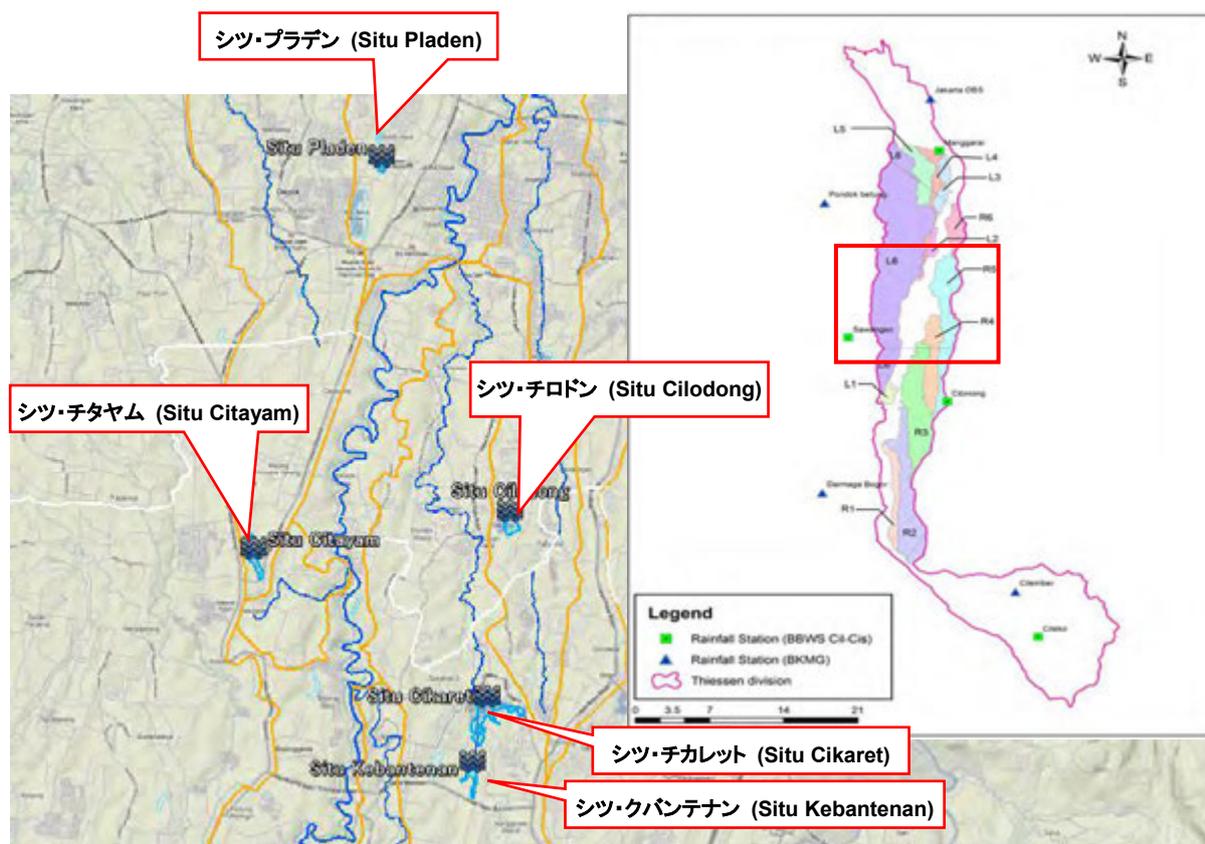


図 5.2-1 現地調査を行ったシツ位置図

### 5.2.2 調査したシツに多く見られた特徴

調査対象の5つのシツに多く見られた特徴は、現地調査結果より表 5.2-2 のように整理される。これらは、シツの流出抑制能力の向上策を検討する際の前提条件となる。

表 5.2-2 調査したシツに多く見られた特徴

項目	特徴
シツの施設	a) 土堰堤が十分に保全されていないものが多い。 ・土堰堤を備えたシツ4箇所のうち、堤体が人為的に破壊されたものが1箇所、パイピングが発生しているものが1箇所、建物によって下流のり面が占有・改変されているものが1箇所存在した。 b) 放流口が十分に保全されていないものが多い。 ・越流堰を備えたシツ5箇所のうち、越流堰が破損し漏水が見られるものが2箇所、越流堰自体が水没してしまっているものが1箇所存在した。
周辺の土地利用	・湖岸には、既に家屋等が建ち並んでいる。(シツ5箇所全て)
放流先	・水のほぼ全量が元の谷筋の河道とは異なる灌漑水路へと流下するシツが多い。(シツ5箇所中4箇所)
下流水路との水位差	・シツと下流水路との間の水位差がほとんど無いものが多い。この原因は、下流水路への新たな堰の建設や、水路の狭隘化による堰上げ効果によるものである。(シツ5箇所中3箇所)
水利用	・シツからの水は養魚用に利用されている。(5箇所中3箇所)

### 5.2.3 シツの水源

シツの水源は、集水域に降った雨と、かんがい水路を経由する外部の水源の2つに大別できる(図 5.2-2)。集水域の外部からの流入水が、総流入量の大きな割合を占めるケースもある。

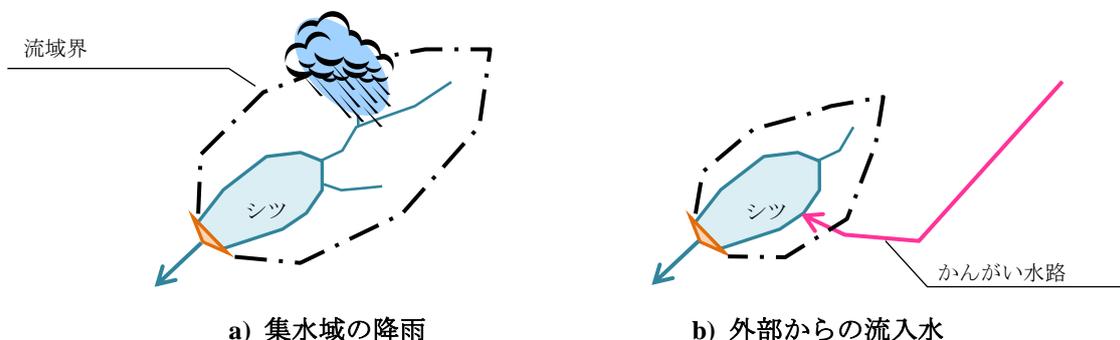


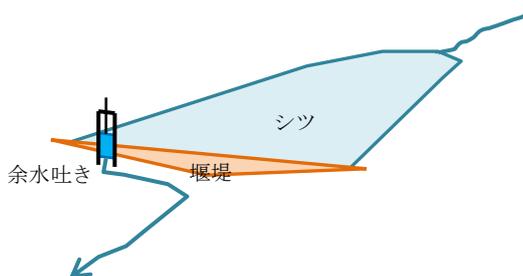
図 5.2-2 シツの水源

### 5.2.4 ゲートおよび余水吐きの配置

シツに付属するゲートや余水吐きの配置は、以下の3タイプに区分される。

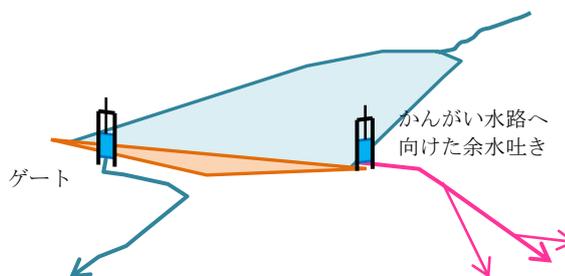
#### a) 下流河道へ向けたもの

下流河道への水の安定供給を目的としたもの。



#### b) 下流河道とかんがい水路へ向けたもの

余水吐きは、かんがい水路へ向けて設置されているものが多い。



#### c) かんがい水路へ向けたもの

シツからの水の全量がかんがい水路へと供給されるもの。本来河道があった谷筋には河道は存在しない。

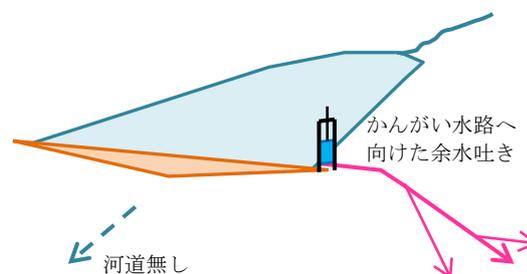


図 5.2-3 ゲートおよび余水吐きの配置

現地調査結果の詳細は、以下のとおりである。

表 5.2-3 シツ・クバンテナンの状況 (1/2)

名称	Situ Kebantenan (656)	所在地	Desa Pakansari, Kec. Cibinong, Kab. Bogor			
調査日	October 1, 2012	流域	Ciliwung	支川流域	R3	Cikumpa
シツの面積	4.5 (ha)	集水域	269 (ha)		再生事業	1998
<b>施設構成/状態</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 土堰堤 : 右岸側の土堰堤が部分的に破損している。</li> <li>- 余水吐き : コントロールゲート付きの余水吐きが1門存在する。余水吐きは破損し漏水あり。</li> <li>- 再生工事 : 堆砂等の除去, 周辺環境整備工事が実施済みである。</li> <li>- その他 : 土堰堤の破壊と、下流に存在する別の堰の存在により、シツと下流河道との間の水位差はほとんど無い。</li> </ul>						
<b>シツへの水の供給源</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該シツへ流入する水は、集水域からのものである。</li> </ul>						
<b>放流先とその状況</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該シツからの水は、その全量が、下流の自然河道へと流下する。</li> <li>・シツから流下する水は、主に養魚用として利用されている。</li> <li>・下流には養魚場が多数存在する。水位を高い位置で維持し養殖池を広く確保するため、当該シツの下流には別の堰が建設されている。</li> </ul>						
<b>シツ周辺の土地利用</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・シツ周辺の土地は、農業, 養殖業, 住宅用地として利用されている。</li> <li>・シツ周辺には、シツの水面からの比高が1m程度しかない家屋が少なくとも3軒存在する。</li> </ul>						
<b>考えられる流出抑制機能の向上策</b>						
<p>当該シツの流出抑制機能の向上策には以下の2つが考えられる。</p> <p>a) 下流に存在する堰を取り壊して下流水位を下げるとともに、土堰堤の破損箇所を修復する。</p> <p>b) シツの水位上昇に対応できるよう、余水吐きや土堰堤の嵩上げを行う。</p> <p>a) の対策を実施するには、周辺の養殖業者との合意形成が必要となる。b) の対策を実施するには、シツからの比高がほとんどない場所に位置する家屋の移転が必要となる。</p>						

表 5.2-3 シツ・クバンテナンの状況 (2/2)

名称	Situ Kebantenan (656)	所在地	Desa Pakansari, Kec. Cibinong, Kab. Bogor			
調査日	October 1, 2012	流域	Ciliwung	Sub-basin	R3	Cikumpa
シツの面積	4.5 (ha)	集水域	269 (ha)		再生事業	1998
現場写真	 <p>(1) 余水吐きの上下流の水位の状況</p> <p>(2) 一部が破壊された土堰堤</p> <p>(3) シツ再生事業の完了箇所</p> <p>(4) シツ周辺の家屋</p> <p>(5) シツ下流河道周辺の養殖池</p>					

表 5.2-4 シツ・チカレットの状況 (1/2)

名称	Situ Cikaret (296)	所在地	Desa Harapan Jaya, Kec. Cibinong, Kab. Bogor			
調査日	October 1, 2012	流域	Ciliwung	支川流域	R3	Cikumpa
シツの面積	29.5 (ha)	集水域	1,114 (ha)		再生事業	2002
<u>施設構成/状態</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 土堰堤 : 下流面は建物で占有され、また天端は舗装道路として利用されている。</li> <li>- 余水吐き : 下流河道への放流のためのコントロールゲート1門(余水吐き無し), および灌漑水路のためのコントロールゲート1門(余水吐きあり)</li> <li>- 再生工事 : 堆砂等の除去, 周辺環境整備工事が実施済みである。</li> <li>- その他 : シツと下流水路との間の水位差は、約1mである。</li> </ul>						
<u>シツへの水の供給源</u>						
当該シツへ流入する水は、上流のシツ・クバンテナンを含む集水域からの流入水である。						
<u>放流先とその状況</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・水の大部分は、余水吐きが設けられたかんがい水路へと流下する。</li> <li>・このかんがい水路は分岐を繰り返し、下流へ向かうにつれて狭くなる。</li> <li>・下流水路の水は、主に養魚用として利用されている。</li> <li>・本来の下流河道は、宅地開発の影響で狭められている。</li> </ul>						
<u>シツ周辺の土地利用</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・シツ周辺の土地は、農業、養殖業、住宅および商工業用地として利用されている。</li> <li>・シツ周辺には、シツの水面からの比高が1m程度しかない家屋が数十軒存在する。</li> </ul>						
<u>考えられる流出抑制機能の向上策</u>						
シツの流出抑制機能を向上させるには、以下の対策を実施する必要がある。						
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 余水吐きの改修</li> <li>2) 元の河道へ向けた余水吐きの設置</li> <li>3) 流下断面の確保を目的とした下流河道の改修</li> </ol>						
2) および3) の対策を実施するには、用地買収が必要となる。						

表 5.2-4 シツ・チカレットの状況 (2/2)

名称	Situ Cikaret (296)	所在地	Desa Harapan Jaya, Kec. Cibinong, Kab. Bogor			
調査日	October 1, 2012	流域	Ciliwung	Sub-basin	R3	Cikumpa
シツの面積	29.5 (ha)	集水域	1,114 (ha)		再生事業	2002
現場写真						
						
(1) かんがい水路へ向けた余水吐き			(2) 元の河道へ向けたゲート			
						
			(3) 土堰堤の下流面に建つ家屋			
						
(4) 下流のかんがい水路			(5) 下流の元の河道			

表 5.2-5 シツ・チロドンの状況 (1/2)

名称	Situ Cilodong (316)	所在地	Desa Kalibaru, Kec. Sukma Jaya, Kota Depok			
調査日	October 2, 15, 2012	流域	Ciliwung	支川流域	R4	Sugutamu
シツの面積	9.5 (ha)	集水域	71 (ha)		再生事業	1998
<u>施設構成/状態</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 土堰堤 : 天端は舗装道路として利用されている。</li> <li>- 余水吐き : コントロールゲート付きの余水吐きが1門存在する。状態良好。</li>   <li>- 再生工事 : 堆砂等の除去, 周辺環境整備工事が実施済みである。</li> <li>- その他 : シツと下流水路との間の水位差は、約1mである。</li> </ul>						
<u>シツへの水の供給源</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・主な水の供給源は、シツ・チカレットから導かれる用水路である。</li> </ul>						
<u>放流先とその状況</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該シツからの水は、その全量が、元の谷筋とは異なるかんがい水路へと流下する。</li> <li>・かんがい水路の水は、主に養魚用として利用されている。</li> <li>・かんがい水路は分岐を繰り返し、下流へ向かうにつれて狭くなる。</li> <li>・元の谷筋への放流設備は存在しない。</li> <li>・放流設備の直上流のシツ底面と下流水路の地盤高はほぼ同じである。</li> </ul>						
<u>シツ周辺の土地利用</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・シツ周辺の土地は、農業, 養殖業, 住宅および商工業用地として利用されている。</li> <li>・シツ周辺には、シツの水面からの比高が1m以下しかない家屋が数十軒存在する。</li> </ul>						
<u>考えられる流出抑制機能の向上策</u>						
シツの流出抑制機能を向上させるには、以下の対策を実施する必要がある。						
1) 余水吐きの改修						
2) 元の河道へ向けた余水吐きの新設						
3) 流下断面の確保を目的とした下流河道の改修						
2) および3) の対策を実施するには、用地買収が必要となるが、土地の大部分は田畑と養殖池であるため、シツ・チカレットのケースに比較しその実現は容易と考えられる。						

表 5.2-5 シツ・チロドン の状況 (2/2)

名称	Situ Cilodong (316)	所在地	Desa Kalibaru, Kec. Sukma Jaya, Kota Depok			
調査日	October 2, 15, 2012	流域	Ciliwung	Sub-basin	R4	Sugutamu
シツの面積	9.5 (ha)	集水域	71 (ha)		再生事業	1998

現場写真



(1)-1 乾季の余水吐き (Oct. 2, 2012)



(1)-2 雨季の余水吐き (Feb. 4, 2013)



(2) シツ再生事業の完了箇所



(3) 土堰堤下流面の状況



(4) 下流のかんがい水路

表 5.2-6 シツ・チタヤムの状況 (1/2)

名称	Situ Citayam (378)	所在地	Desa Bojong Pondok Terong, Kec. Pancoran Mas, Kota Depok			
調査日	October 2, 2012	流域	Krukut	支川流域	L6	Krukut
シツの面積	7.2 (ha)	集水域	39 (ha)		再生事業	2003
<b>施設構成/状態</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 土堰堤 : 土堰堤の底部より漏水が生じている。早急に補修する必要がある。</li> <li>- 余水吐き : コントロールゲート付きの余水吐きが1門存在する。余水吐きは破損し漏水あり。</li> <li>- 再生工事 : 堆砂等の除去, 周辺環境整備工事が実施済みである。</li> <li>- その他 : 下流水路の背水の影響により、シツと下流河道との間の水位差はほとんど無い。</li> </ul>						
<b>シツへの水の供給源</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・主な水の供給源は、チサダネ川から導かれる幹線かんがい水路である。</li> <li>・このかんがい水路からの流入部にはコントロールゲートが存在するため、洪水流が当該シツに直接流入することはない(写真(2)参照)。</li> </ul>						
<b>放流先とその状況</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該シツからの水の全量が、住宅地を流下するかんがい水路へと流下する。</li> <li>・灌漑水路は分岐を繰り返し、下流へ向かうにつれて狭くなる。</li> <li>・元の谷筋への放流設備は存在しない。</li> </ul>						
<b>シツ周辺の土地利用</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・シツ周辺の土地は、住宅地として利用されている。</li> <li>・シツ周辺には、シツの水面からの比高が1m以下しかない家屋が数十軒存在する。</li> </ul>						
<b>考えられる流出抑制機能の向上策</b>						
<p>まず最初に、土堰堤の破損箇所を直ちに補修する必要がある。</p> <p>シツの流出抑制機能を向上させるには、以下の対策を実施する必要がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 余水吐きの改修</li> <li>2) 元の河道へ向けた余水吐きの新設</li> <li>3) 流下断面の確保を目的とした下流河道の改修</li> </ol> <p>しかしながら、当該シツの流域面積は小さく、またかんがい水路からの洪水流の流入はコントロールゲートによって抑制されるため、実際に得られる流出抑制効果は限定的と考えられる。</p>						

表 5.2-6 シツ・チタヤムの状況 (2/2)

名称	Situ Citayam (378)	所在地	Desa Bojong Pondok Terong, Kec. Pancoran Mas, Kota Depok			
調査日	October 2, 2012	流域	Krukut	Sub-basin	L6	Krukut
シツの面積	7.2 (ha)	集水域	39 (ha)		再生事業	2003

現場写真



(1) シツ周辺の住宅地



(2) かんがい水路からの流入部に存在するコントロールゲート



(3) 破損した余水吐き



(4) 下流のかんがい水路



(5) 土堰堤底部からの漏水

表 5.2-7 シツ・プラデンの状況 (1/2)

名称	Situ Pladen (868)	所在地	Desa Beji Timur, Kec. Beji, Kota Depok			
調査日	October 2, 2012	流域	Ciliwung	支川流域	-	
シツの面積	1.5 (ha)	集水域	39 (ha)		再生事業	2007
<u>施設構成/状態</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 土堰堤 : 当該シツは堀込式であり、土堰堤は存在しない。</li> <li>- 余水吐き : コントロールゲート付きの余水吐きが1門存在する。背水の影響により、これらは現在水中に没している。</li> <li>- 再生工事 : 堆砂等の除去、周辺環境整備工事が実施済みである。</li> <li>- その他 : 当該シツには、上流の住宅密集地からの家庭排水が流入する。また、シツにはゴミが投棄されている。</li> </ul>						
<u>シツへの水の供給源</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該シツへ流入する水は、集水域からのものである。</li> </ul>						
<u>放流先とその状況</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該シツからの水の全量が、住宅密集地を通過する水路へと導かれる。</li> <li>・この水路は周辺の宅地開発によって幅が縮小され、家庭排水を流す溝となっている。</li> </ul>						
<u>シツ周辺の土地利用</u>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・シツ周辺の土地は、住宅地として利用されている。</li> <li>・シツ周辺には、シツの水面からの比高が0.5m程度しかない家屋が数十軒存在する。</li> </ul>						
<u>考えられる流出抑制機能の向上策</u>						
<p>まず、シツの機能を維持するために、ゴミの投棄と家庭排水流入の問題を解決する必要がある。</p> <p>シツの持つ流出抑制機能を高めるためには、まず下流水路を改修し、流下断面を十分確保して水路の狭隘化による背水の問題を解消させる必要がある。</p>						

表 5.2-7 シツ・プラデンの状況 (2/2)

名称	Situ Pladen (868)	所在地	Desa Beji Timur, Kec. Beji, Kota Depok			
調査日	October 2, 2012	流域	Ciliwung	Sub-basin	-	
シツの面積	1.5 (ha)	集水域	39 (ha)		再生事業	2007

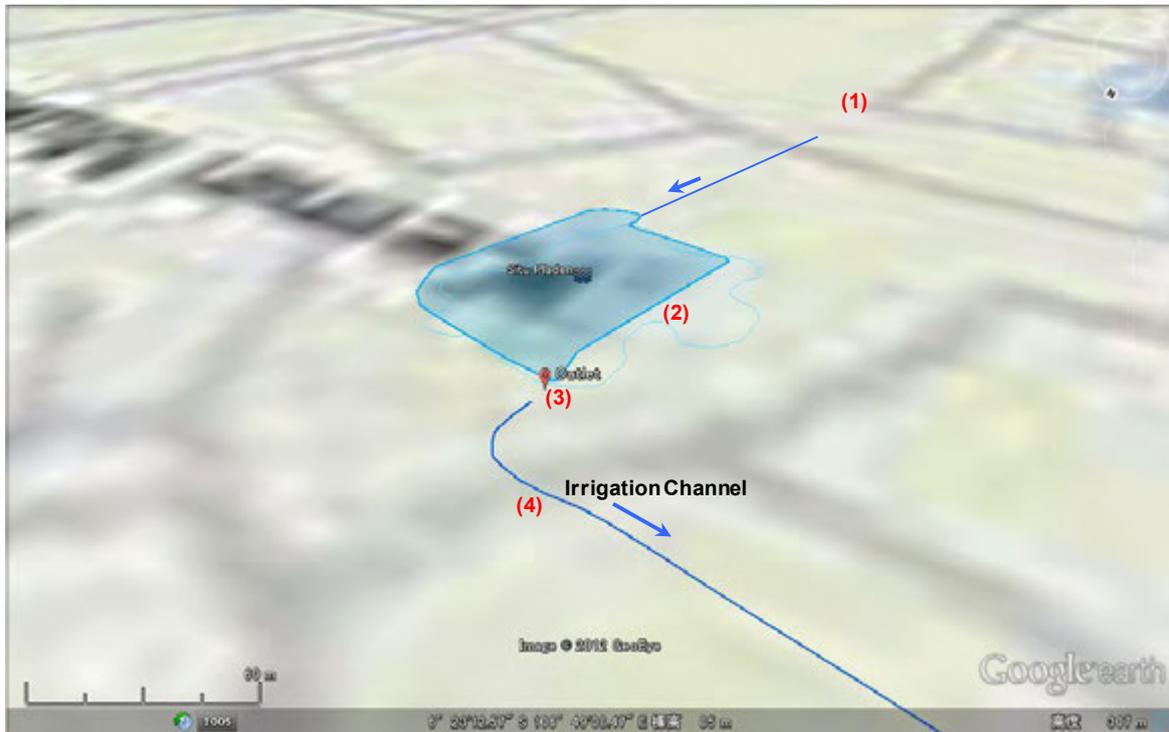
現場写真



(1) 上流側の水路



(2) シツ再生事業の完了箇所



(3) 水中へ没した余水吐き



(4) 下流水路の状況

## 5.2.5 水路網

対象地域の水路網は、オランダ植民地時代に設計されたものである。かんがい水路は、水を効率的に分配できるよう、基本的に尾根線に沿って配置されている。また、かんがい水路の規模は分岐するたびに小さくなる。シツはこの中で、下流水路へ水を安定供給するために水を一時貯留する役目を果たしている。使用された水は、模式図に示すように、最終的に河川へと流入する。

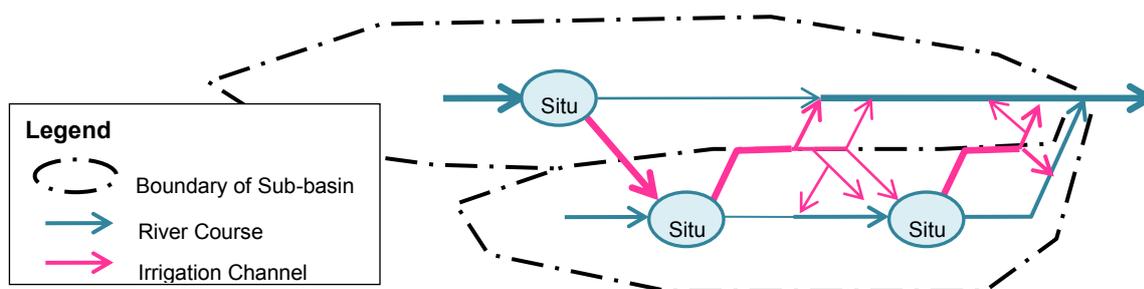


図 5.2-4 水路網の模式図

対象地域に分布する多くのかんがい水路は、都市化の進展により、もはやその本来の機能を果たしていない。水路の水が養魚用に使われているケースもあるが、水路の多くの部分は、家庭排水の排水路になっている。「水資源法 2004 年第 7 号」や、「かんがいに関する大統領令 2006 年第 20 号」に代表される、かんがいに関連する法令は、この種の放棄されたかんがい水路の維持管理について規定していない。また、これらの水路に関する台帳も存在しない。

## 5.3 シツの改良検討例（シツ・チロドン）

本節では、シツの改良の検討例として、シツ・チロドンにおいて概略検討を行った。検討結果を以下に示す。

### 5.3.1 スグタム支川流域の概要

#### (1) 水系

シツ・チロドンは、チリウン川右支川のスグタム支川流域に位置する。支川流域内の河道、主要かんがい水路、シツの分布を以下に示す。支川流域内には、シツ・チロドン、シツ・シドムクティと呼ばれる 2 つの主要なシツがある。支川流域内の水路網の特徴は以下のとおりである。

- シツ・チロドンの水は、主にチクンパ支川流域に位置するシツ・チカレットから、かんがい水路を経由して供給されている。
- シツ・チロドンからの水は全て、河川ではなく、主にチクンパ支川流域へと向かうかんがい水路へ放流されている。
- シツ・シドムクティから導かれるかんがい水路は、既に機能していない。

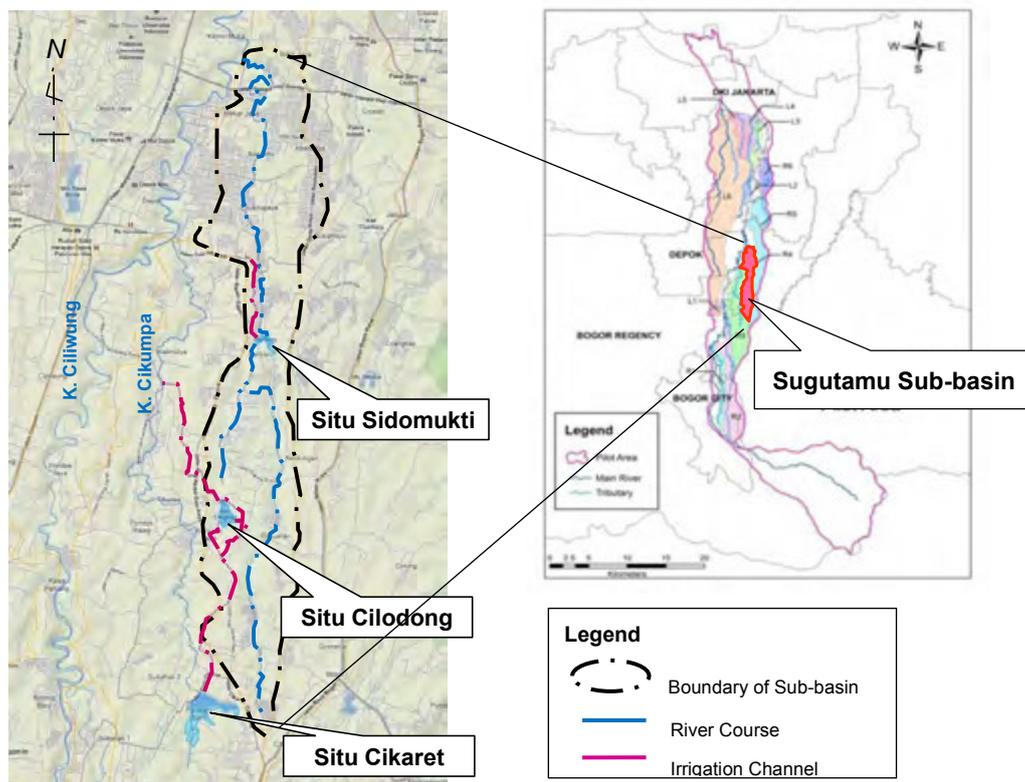


図 5.3-1 スグタム支川流域のシツおよび水路の分布

(2) 行政界

スグタム支川流域に位置する行政界を以下に示す。支川流域の大部分はデポック市に、一方上流域はボゴール県に属している。

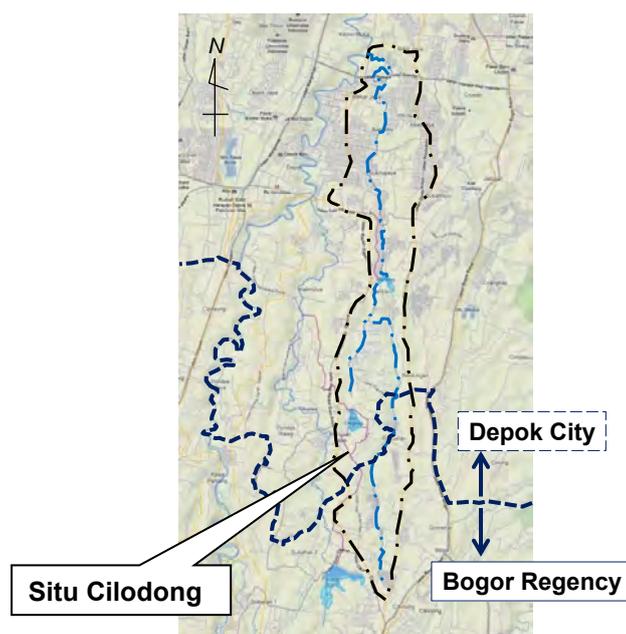


図 5.3-2 スグタム支川流域の行政界

### (3) 土地利用の変化

スグタム支川流域の土地利用の変遷および将来予測を、以下に示す。市街地の面積は、2008年時点では支川流域全体のおよそ60%であるが、2030年には、およそ75%にまで拡大することが予想されている。このような土地利用の変化は将来、洪水ピーク流量の増加を引き起こすと考えられる。

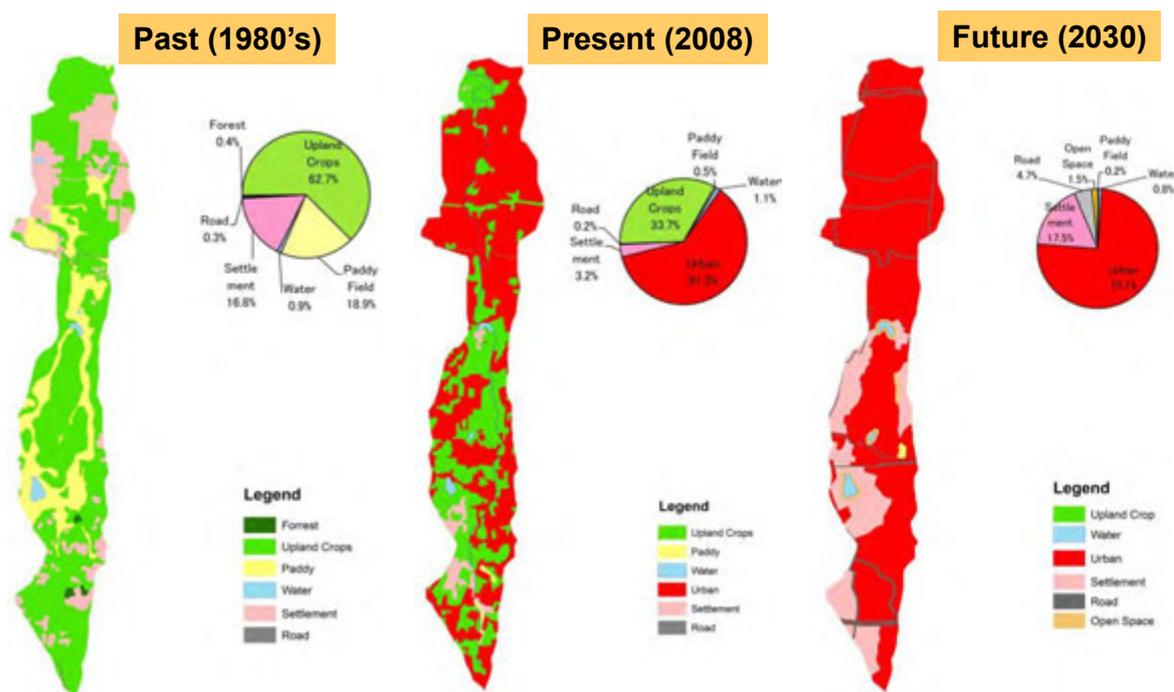


図 5.3-3 スグタム支川流域の土地利用の変化

### 5.3.2 シツ・チロドンの概要

#### (1) シツ・チロドンおよび関連施設

シツ・チロドンは、平坦な土地に位置する、土堰堤で下流側を仕切られた人造湖である。余水吐きは、かんがい水路へ向けたものが左岸側に1門存在する。現在、下流の谷筋にシツからの河道は存在せず、谷底は釣り堀として利用されている。通常、シツの湖水は魚釣りや水泳といったレクリエーションの場となっている。乾季には、シツへの水の供給がなくなり、湖水が干上ることがある。シツ・チロドンの基礎情報および周辺地域の状況を以下に示す。

表 5.3-1 シツ・チロドンの基礎情報

項目	データ	項目	データ
集水面積	71.7 ha	余水吐き非越流部標高	EL.108.300 m
湖水面積	9.5 ha	余水吐き堤高	1.05 m
土堰堤天端標高	EL.107.530 m	余水吐き水通し幅	2.95 m
シツ底面標高	EL.105.850 m	コントロールゲート高	1.40 m
余水吐き水通し天端標高	EL.106.900 m	コントロールゲート幅	0.95 m



a) 平面図



b) 鳥瞰図

図 5.3-4 シツ・チロドンと関連施設

### 5.3.3 シツ・チロドンの現況の治水効果

#### (1) 対象流域

シツ・チロドンの持つ現況の洪水調節効果を、流出計算および洪水調節計算を行い把握した。計算の対象は、シツ・チロドンとシツ・シドムクティを含む、スグタム支川流域である。シツ・チロドンの水の大部分は、チクンパ支川流域内のシツ・チカレットからかんがい水路を通じて流入するため、解析に当たってはシツ・チカレットの集水域からの流入も考慮した。流出解析の基礎とした単元流域の区分図および基礎情報を以下に示す。

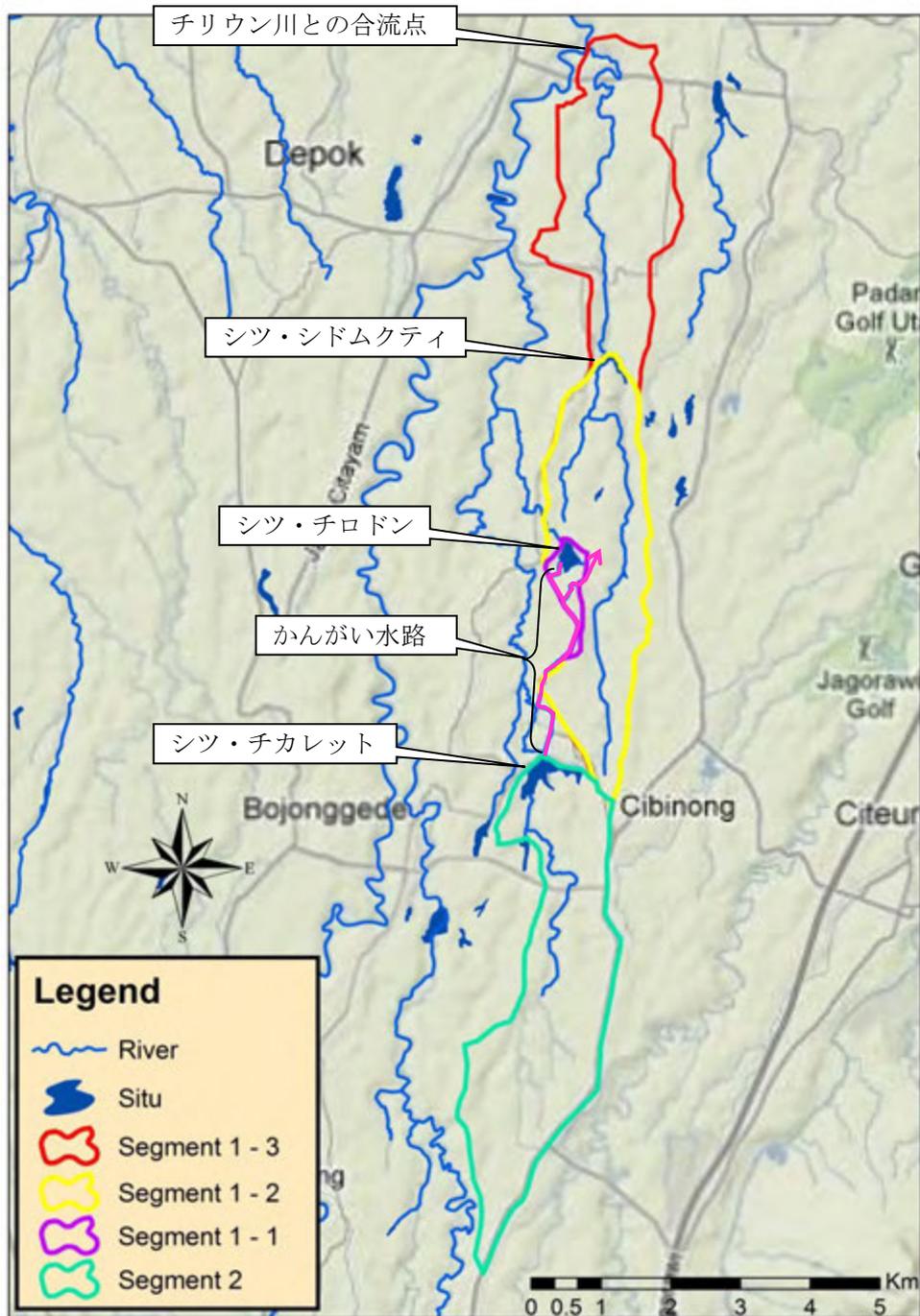


図 5.3-5 流域分割図

表 5.3-2 単元流域の基礎情報

単元流域	面積 (km <sup>2</sup> )	流路長 (km)	勾配 (1/n)	洪水到達時間 (min)
Segment 1 (スグタム支川流域)	12.901	13.74	201	139.0
Segment 1-3 (残流域 2)	5.788	6.42	171	65.7
Segment 1-2 (残流域 1)	6.396	7.32	165	50.6
Segment 1-1 (シツ・チロドンの集水域)	0.717	1.85	435	32.6
Segment 2 (シツ・チカレットの集水域)	11.140	7.53	122	71.8

土地利用ごとの流出係数の標準値を以下に示す。これらの値は、土地利用を考慮した単元流域ごとの平均流出係数を求めるのに用いた。

表 5.3-3 流出係数

土地利用	流出係数 <i>f</i>
Urban	0.80
Settlement	0.50
Upland Crops	0.30
Paddy Field	0.10
Open Space	0.35
Forest	0.30
Road	0.65
Water	1.00

土地利用に関する情報は、2008年時点の以下の情報を用いた。

表 5.3-4 Segment 1 の土地利用と平均流出係数

土地利用	面積(km <sup>2</sup> ) (a)	流出係数 (f)	(a)×(f)
Urban	9.431	0.80	7.545
Settlement	2.490	0.50	1.245
Upland Crops	0.000	0.30	0.000
Paddy Field	0.030	0.10	0.003
Open Space	0.200	0.35	0.070
Forest	0.000	0.30	0.000
Road	0.640	0.65	0.416
Water	0.110	1.00	0.110
合計	12.901		9.389
平均値		0.728	

表 5.3-5 Segment 1-3 の土地利用と平均流出係数

土地利用	面積(km <sup>2</sup> ) (a)	流出係数 (f)	(a)×(f)
Urban	5.665	0.80	4.532
Settlement	0.102	0.50	0.051
Upland Crops	0.000	0.30	0.000
Paddy Field	0.000	0.10	0.000
Open Space	0.029	0.35	0.010
Forest	0.000	0.30	0.000
Road	0.304	0.65	0.197
Water	0.003	1.00	0.003
合計	6.103		4.794
平均値		0.786	

表 5.3-6 Segment 1-2 の土地利用と平均流出係数

土地利用	面積(km <sup>2</sup> ) (a)	流出係数 (f)	(a)×(f)
Urban	3.925	0.80	3.140
Settlement	1.976	0.50	0.988
Upland Crops	0.000	0.30	0.000
Paddy Field	0.031	0.10	0.003
Open Space	0.134	0.35	0.047
Forest	0.000	0.30	0.000
Road	0.288	0.65	0.187
Water	0.043	1.00	0.043
合計	6.396		4.407
平均値		0.689	

表 5.3-7 Segment 1-1 の土地利用と平均流出係数

土地利用	面積(km <sup>2</sup> ) (a)	流出係数 (f)	(a)×(f)
Urban	0.155	0.80	0.124
Settlement	0.413	0.50	0.206
Upland Crops	0.000	0.30	0.000
Paddy Field	0.000	0.10	0.000
Open Space	0.037	0.35	0.013
Forest	0.000	0.30	0.000
Road	0.049	0.65	0.032
Water	0.064	1.00	0.064
合計	0.717		0.438
平均値		0.612	

表 5.3-8 Segment 2 の土地利用と平均流出係数

土地利用	面積(km <sup>2</sup> ) (a)	流出係数 (f)	(a)×(f)
Urban	2.246	0.80	1.797
Settlement	7.950	0.50	3.975
Upland Crops	0.033	0.30	0.010
Paddy Field	0.134	0.10	0.013
Open Space	0.042	0.35	0.015
Forest	0.000	0.30	0.000
Road	0.664	0.65	0.432
Water	0.071	1.00	0.071
合計	11.140		6.312
平均値		0.567	

(2) 流出計算と洪水調節計算

1) 計算方針

流出計算モデルを以下に示す。

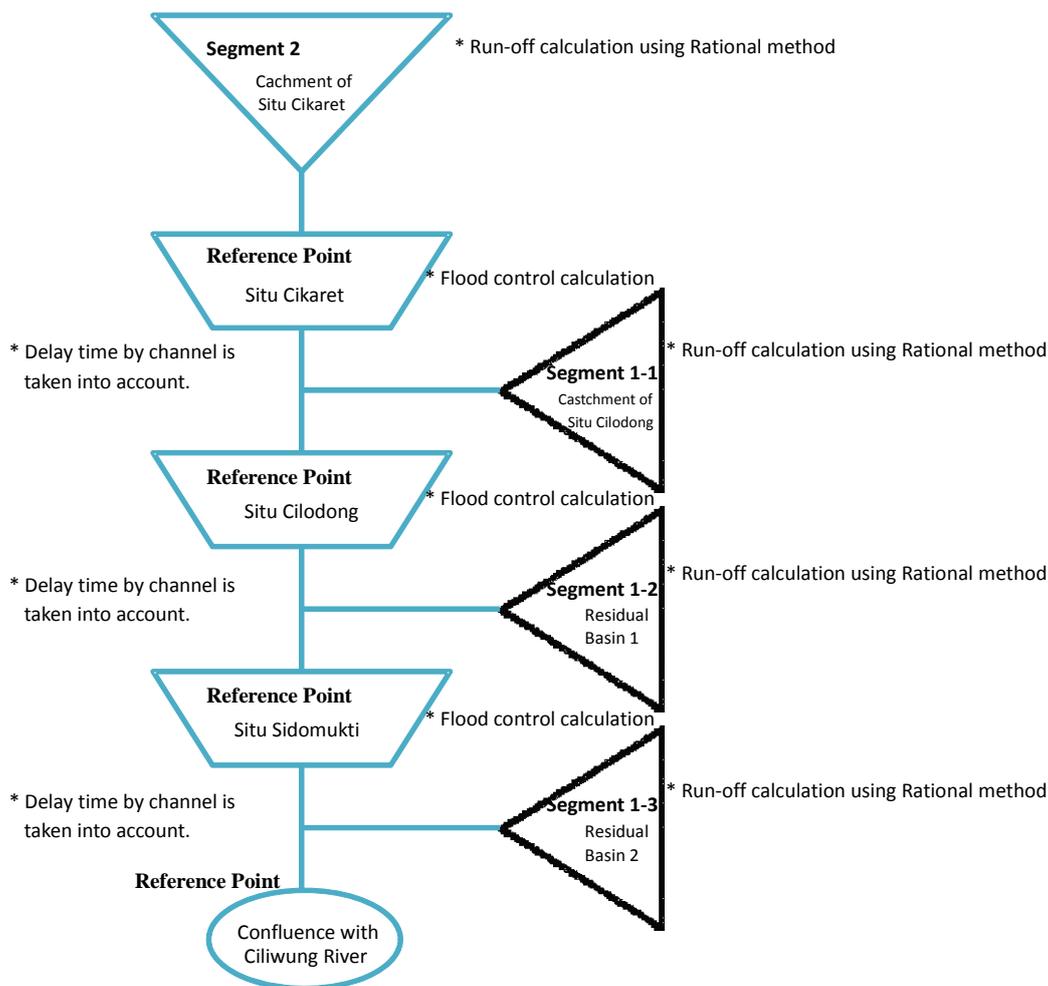


図 5.3-6 流出計算モデル

計算は、次の方針で行った。

- Sugutamu 流域の流出計算には、合理式を用いた。
- シツごとに洪水調節効果を算出した。
- 以下の事項を考慮した。
  - ・ チクンパ支川流域のシツ・チカレットからの流入量
  - ・ 各シツからの放流量
  - ・ シツとその下流の流量算出地点との間の水路（河道）による遅延

## 2) 計画規模

計画規模には、以下の2つの降雨を適用した。

- 河川計画を目的とした、10年確率降雨（デポック市が河川改修に用いる規模と同等）
- シツの洪水吐きの設計を目的とした、200年確率降雨

## 3) 流出計算

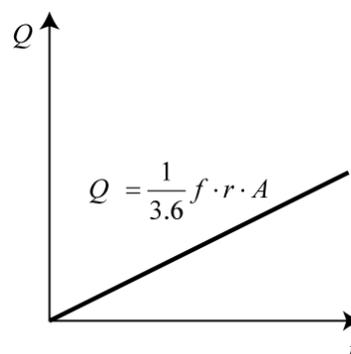
### i) 合理式

合理式は下式で表現される。右図に示すとおり合理式は降雨に対して線形応答である。線形応答とは、降った雨が流域貯留等の遅れを伴わず、直線的に流量として表現されることである。このため、合理式は、降った雨がすぐに流量に変換される中小河川や都市域に適した流出解析手法として利用される。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A \quad \dots\dots\dots (5.3.1)$$

ここで、

- $Q$  : 最大洪水流量 (m<sup>3</sup>/s)
- $f$  : 流出係数
- $r$  : 洪水到達時間 ( $t_c$ ) 内の平均雨量強度
- $A$  : 集水面積 (km<sup>2</sup>)



### ii) 洪水到達時間

洪水到達時間は流入時間と流出時間の和として考えられる。流入時間とは雨水が流域から河道に至るまでの時間であり、流出時間とは河道内の洪水伝播時間である。

$$t_c = t_i + t_f \quad \dots\dots\dots (5.3.2)$$

ここで、

- $t_i$  : 流入時間 (min)
- $t_f$  : 流出時間 (min)

流入時間 ( $t_i$ ) は、以下に基づき設定した。

- (iv) 集水面積が 2 km<sup>2</sup> となるように流入地点を設定する。
- (v) 流入時間を以下のように設定する。  
 $t_i = 30$  (min)
- (vi) 集水面積が明らかに 2 km<sup>2</sup> を下回る場合は、以下に示す式を用いて流入時間を計算する。

$$t_i = \frac{30\sqrt{A}}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(5.3.3)$$

流下時間 ( $t_f$ ) は、クラーク式を用いて計算した。

$$t_f = \frac{L}{V \times 60} \dots\dots\dots(5.3.4)$$

ここで、

- $L$  : 下流端から最遠点までの河道長 (m)
- $V$  : 流速 (m/s)

**表 5.3-9 河床勾配と流速の関係**

河床勾配 ( $I_b$ )	$I_b > 1/100$ (steep slope)	$1/100 > I_b > 1/200$	$I_b < 1/200$ (mild slope)
流速 ( $V$ )	3.5 m/s	3.0 m/s	2.1 m/s

iii) **降雨強度式**

降雨強度の算定には、ダマガ (Damaga) 観測所における既存の降雨強度式を用いた。

iv) **ハイトグラフおよび流出計算**

流出計算には、12 時間中央集中型の降雨波形を用いた。計算条件を以下のように設定した場合の計算結果の例を、表 5.3-10 と表 5.3-11 に示す。

計算条件

- 降雨強度式 : ダマガ観測所
- 計画規模 : 10 年確率降雨
- 集水面積 : 3.4 (km<sup>2</sup>)
- 平均流出係数 : 0.72
- 洪水到達時間 : 30 (min)

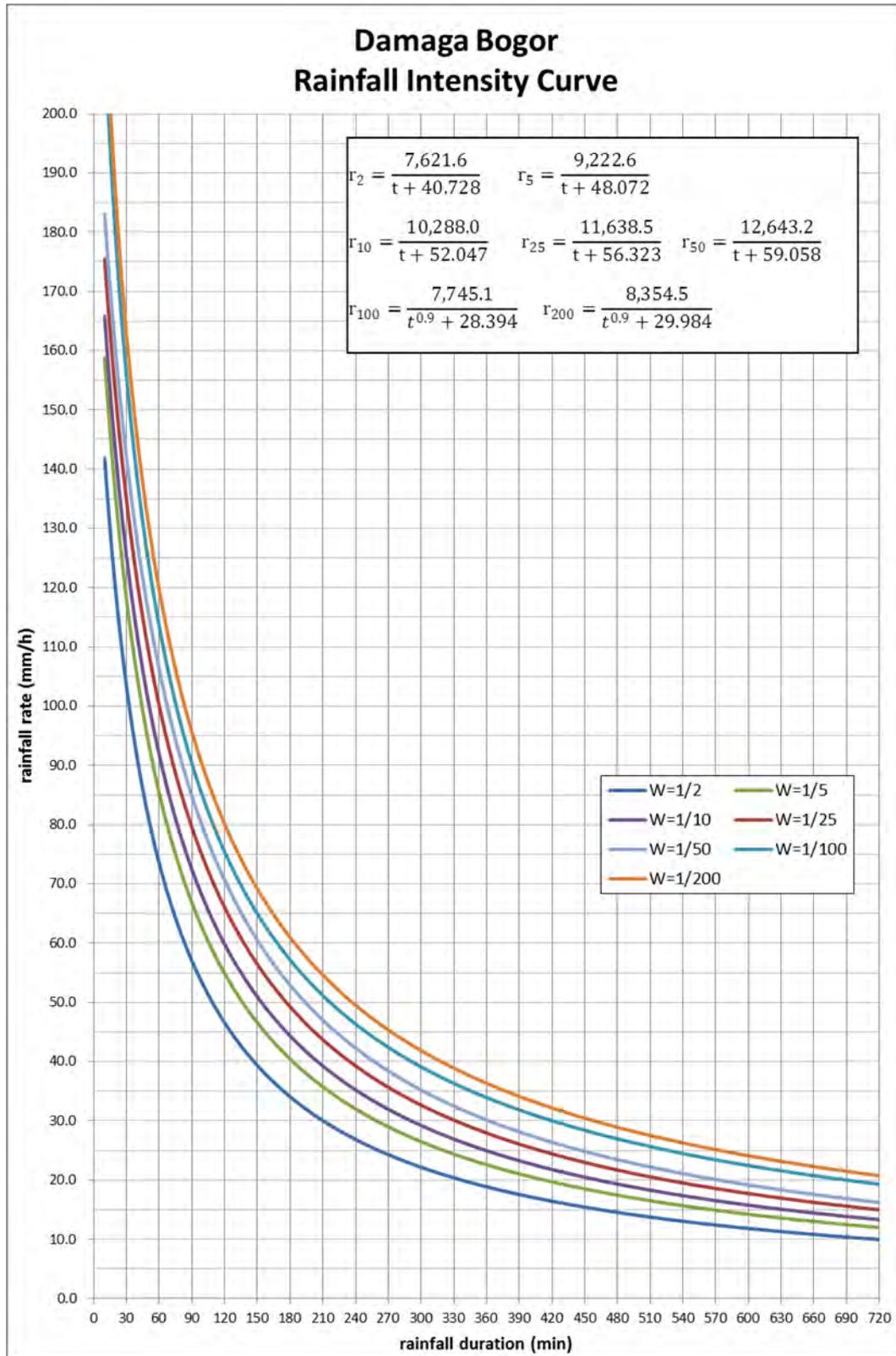


図 5.3-7 ダマガ観測所における降雨強度式

表 5.3-10 ハイエットグラフ計算結果の例

n	降雨継続時間(min) t	降雨(mm/hr) r	n・r	降雨強度(mm/hr)	降雨継続時間(min) t	降雨強度(mm/hr)	ソート前のn
0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0
1	30	125.39	125.39	125.39	30	0.93	24
2	60	91.82	183.64	58.25	60	1.10	22
3	90	72.43	217.28	33.64	90	1.32	20
4	120	59.80	239.19	21.91	120	1.61	18
5	150	50.92	254.59	15.40	150	2.00	16
6	180	44.34	266.02	11.42	180	2.57	14
7	210	39.26	274.82	8.81	210	3.40	12
8	240	35.23	281.82	7.00	240	4.72	10
9	270	31.95	287.51	5.69	270	7.00	8
10	300	29.22	292.23	4.72	300	11.42	6
11	330	26.93	296.21	3.98	330	21.91	4
12	360	24.97	299.62	3.40	360	58.25	2
13	390	23.27	302.56	2.94	390	125.39	1
14	420	21.79	305.12	2.57	420	33.64	3
15	450	20.49	307.38	2.26	450	15.40	5
16	480	19.34	309.39	2.00	480	8.81	7
17	510	18.30	311.18	1.79	510	5.69	9
18	540	17.38	312.79	1.61	540	3.98	11
19	570	16.54	314.24	1.45	570	2.94	13
20	600	15.78	315.56	1.32	600	2.26	15
21	630	15.08	316.76	1.20	630	1.79	17
22	660	14.45	317.87	1.10	660	1.45	19
23	690	13.86	318.88	1.01	690	1.20	21
24	720	13.33	319.81	0.93	720	1.01	23

⇒ 並べ替え

表 5.3-11 流出計算結果の例

降雨継続時間(min) t	降雨強度(mm/hr)	流量(m <sup>3</sup> /s)	降雨継続時間(min) t	降雨強度(mm/hr)	流量(m <sup>3</sup> /s)
0	0.00	0.00	390	125.39	85.27
30	0.93	0.64	420	33.64	22.88
60	1.10	0.75	450	15.40	10.47
90	1.32	0.90	480	8.81	5.99
120	1.61	1.09	510	5.69	3.87
150	2.00	1.36	540	3.98	2.71
180	2.57	1.74	570	2.94	2.00
210	3.40	2.31	600	2.26	1.54
240	4.72	3.21	630	1.79	1.22
270	7.00	4.76	660	1.45	0.99
300	11.42	7.77	690	1.20	0.82
330	21.91	14.90	720	1.01	0.69
360	58.25	39.61			

#### 4) 洪水調節計算

洪水調節計算は、放流量＝流入量－貯留量 の関係となる。計算は、次式を満足するように調整池の容量を試算して求める。

$$\frac{V_2}{\Delta t} + \frac{Q_{o2}}{2} = \frac{V_1}{\Delta t} - \frac{Q_{o1}}{2} + Q_{in} \dots\dots\dots(5.3.5)$$

ここで、

- $V_1$  : 貯留量 (m<sup>3</sup>)
- $V_2$  :  $\Delta t$  後の貯留量 (m<sup>3</sup>)
- $Q_{in}$  : 流入量 (m<sup>3</sup>)
- $Q_{o1}$  :  $V_1$  における放流量(m<sup>3</sup>)
- $Q_{o2}$  :  $V_2$  における放流量 (m<sup>3</sup>)

また、放流量は以下の式より算出する。

$$Q = C \cdot B \cdot H^{1.5} \dots\dots\dots(5.3.6)$$

ここで、

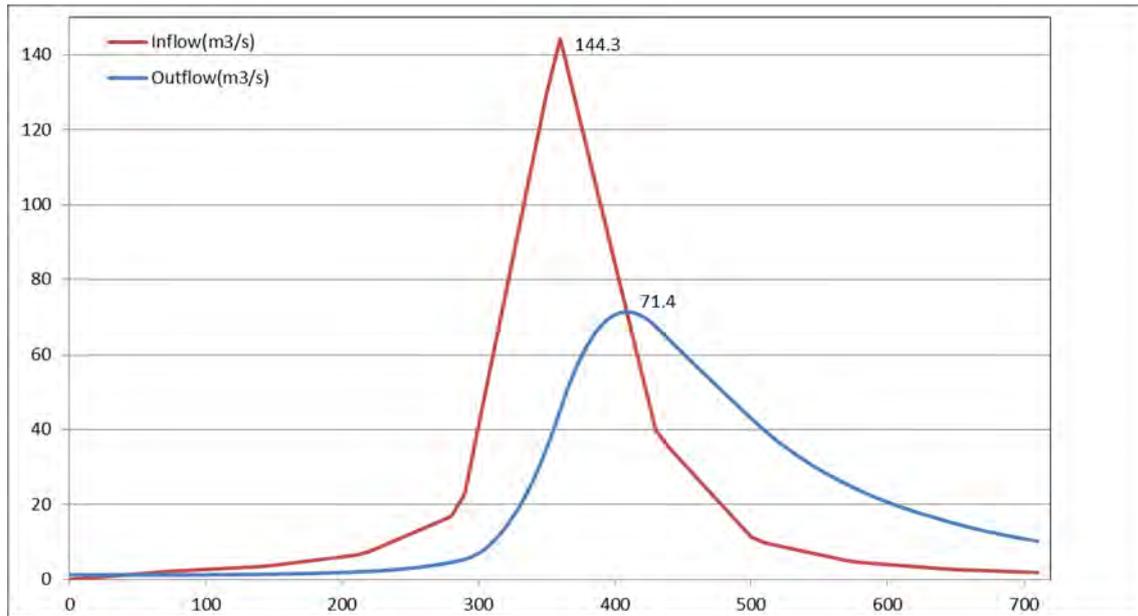
- $C$  : 越流係数 ( $C = 1.8$ )
- $B$  : 越流幅 (m)
- $H$  : 越流水深 (m)  
(越流水深は  $H-V$  曲線から求める。)

#### (3) Segment 2 (シツ・チカレット) の流出計算および洪水調節計算結果

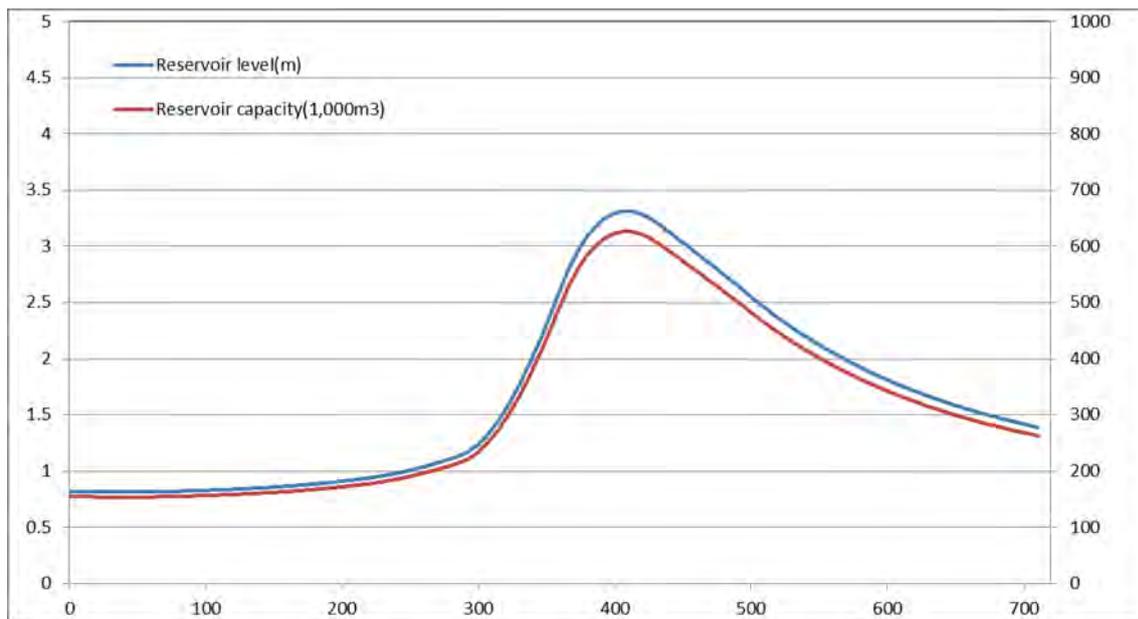
Segment 2 (シツ・チカレット集水域) の流出計算および洪水調節計算を、以下の計算条件に基づいて実施した。計算結果を図 5.3-8、図 5.3-9 に示す。

##### 計算条件

- 集水面積 : 11.140 (km<sup>2</sup>)
- 平均流出係数 : 0.567
- 洪水到達時間 : 71.8 (min)
- 越流幅 : 9.24 (m)
- シツの面積 : 189,089 (m<sup>2</sup>)

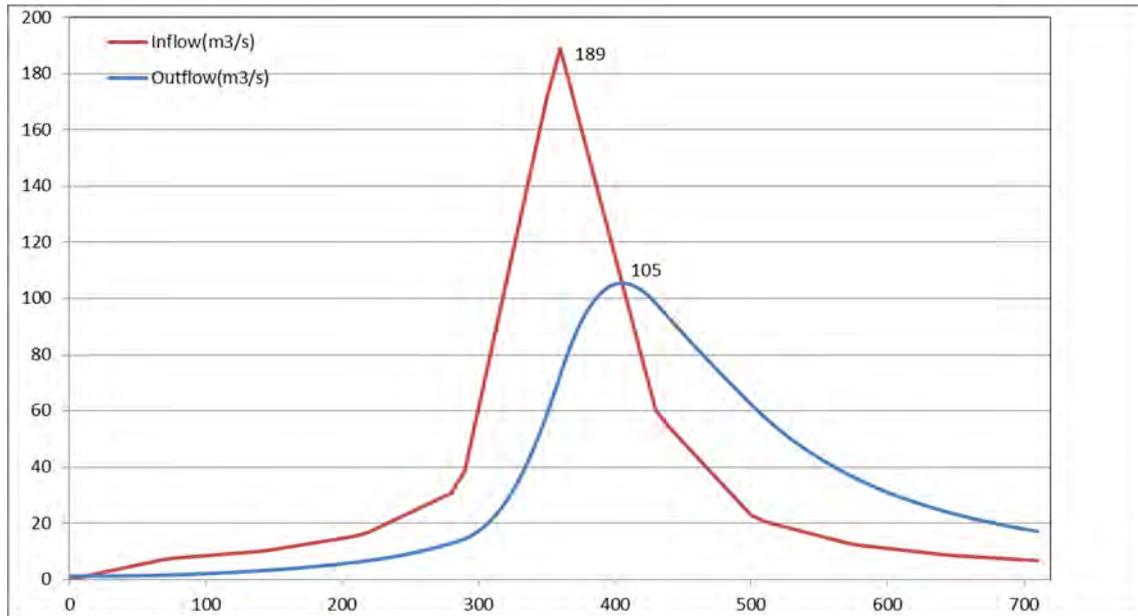


a) 流入量と流出量の関係

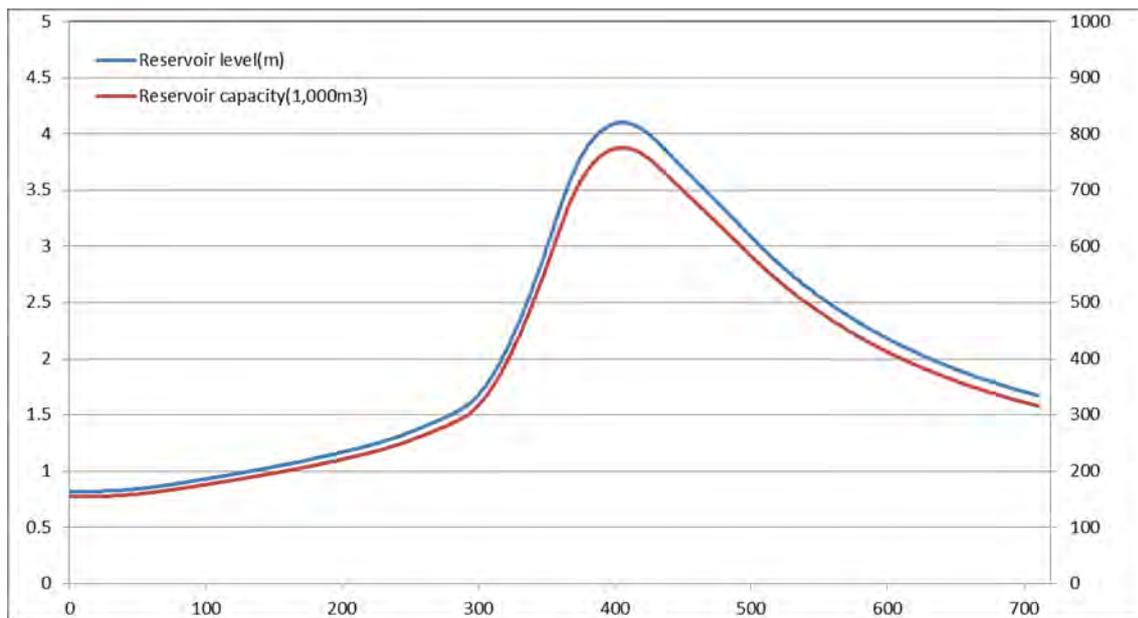


b) シツの水位と貯留量の変化

図 5.3-8 シツ・チカレットにおける流出調節および洪水調節計算結果 (w = 1/10)



a) 流入量と流出量の関係



b) シツの水位と貯留量の変化

図 5.3-9 シツ・チカレットにおける流出調節および洪水調節計算結果 ( $w = 1/200$ )

#### (4) Segment 1-1 (シツ・チロドン) の流出計算および洪水調節計算結果

Segment 1-1 (シツ・チロドン集水域) の流出計算および洪水調節計算を、以下の計算条件に基づいて実施した。

##### 計算条件

- 集水面積 : 0.717 (km<sup>2</sup>)
- 平均流出係数 : 0.612
- 洪水到達時間 : 32.6 (min)
- 越流幅 : 2.95 (m)
- シツの面積 : 81,056 (m<sup>2</sup>)

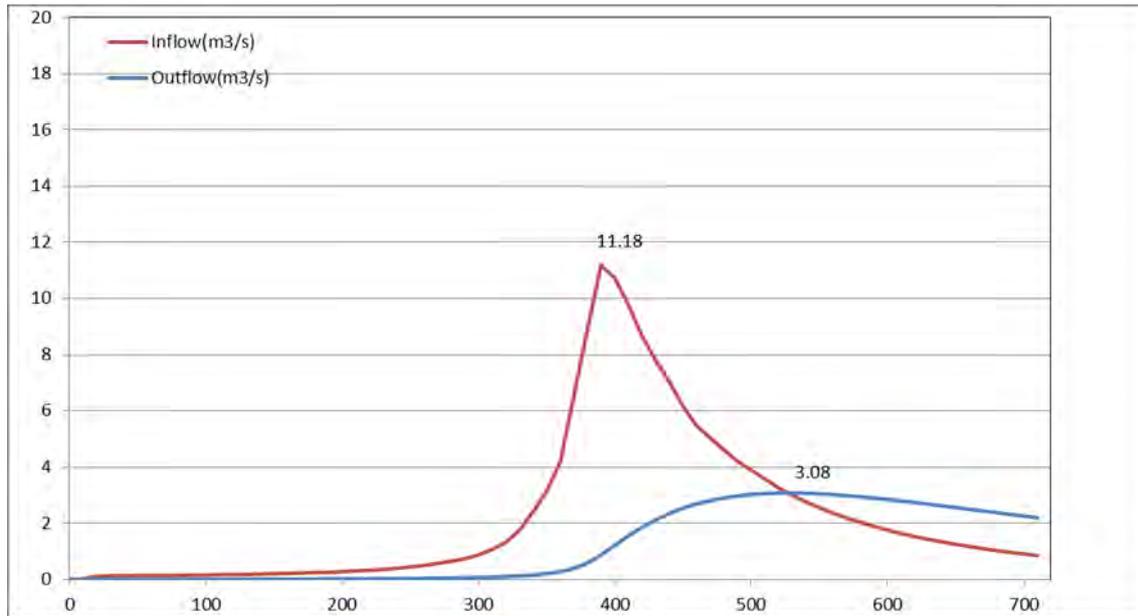
シツの面積については、公式値の 95,000 m<sup>2</sup> が現状と大きく異なる値であるため、ここでは 2007 年調査時の値を使用した。また、シツ・チカレットからの流入量は、以下に述べる方法で考慮した。

- チクンパ支川流域のシツ・チカレットからの流入水路は途中、シツ・チロドンへ流入する水路と直接スグタム支川流域の残流域 1 へ流入する水路とに分岐する。流出解析結果および流下断面の形状から、このシツ・チカレットからスグタム支川流域へと流入する流量と、そのうちシツ・チロドンへと流入する流量の上限を、それぞれ 6.8 m<sup>3</sup>/s、3.4 m<sup>3</sup>/s と設定した。
- 上記で求めた流量に、シツ・チロドンの集水面積からの流量を加算したものを、シツ・チロドンへの流入量とした。
- 流域外からの流入量については、水路による遅延 (15 分) を見込んだ。水路の粗度係数には、コンクリート護岸と礫質の河床を持つ水路の一般的な値である 0.017 を用いた。

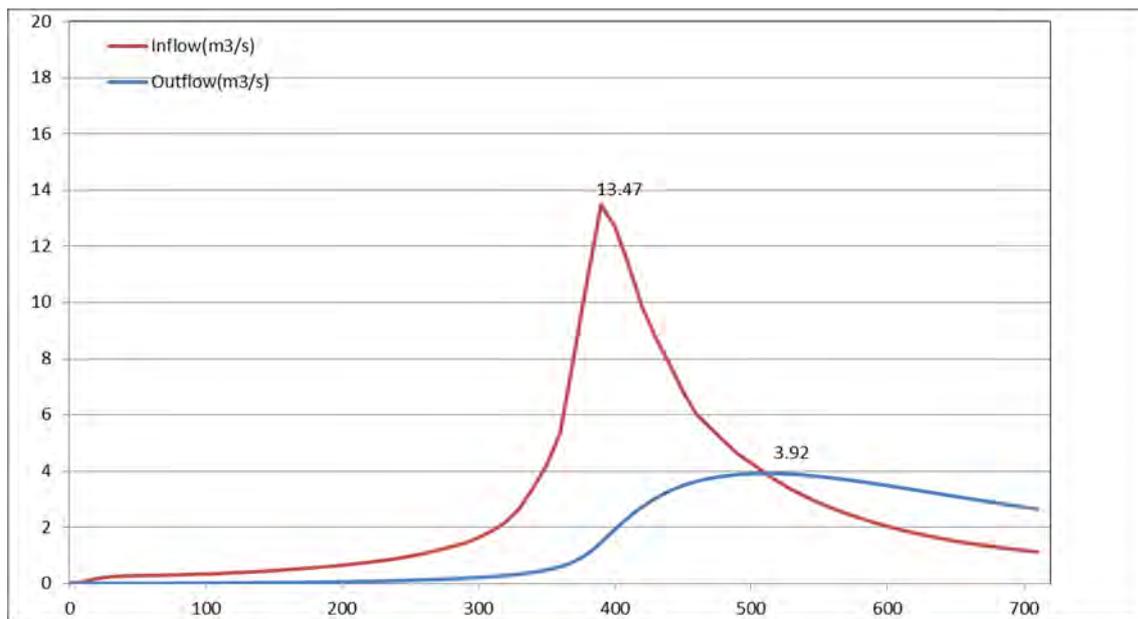
この流域外からの流入量を考慮した、現況でのピーク流出量に対する越流水深の関係と、シツ・チロドンの洪水調節効果の算定結果を以下に示す。

**表 5.3-12 現況でのピーク流出量に対する越流水深**

計画規模	流出量 (w = 1/10)	流出量 (w = 1/200)
ピーク流量 $Q$ (m <sup>3</sup> /s)	3.08	3.92
越流係数 $C$	1.80	1.80
越流幅 $B$ (m)	2.95	2.95
越流水深 $H$ (m)	0.70	0.82



a) 流入量と流出量の関係 ( $w = 1/10$ )



b) 流入量と流出量の関係 ( $w = 1/200$ )

図 5.3-10 現況でのシツ・チロドンの洪水調節効果

シツ・チロドンの、現況の余水吐きと計画洪水時の水位の関係を以下に示す。当該余水吐きは、10年確率規模までの洪水におおむね対応できることがわかる。

#### 5.3.4 詳細設計

既存余水吐きの改良のための詳細設計，数量計算および概算工事費の算出を行った。設計成果

は巻末に示す。現地通貨建ての概算工事費は 168,219,352 インドネシアルピア、1 円を 100 ルピアとした場合の円建て費用は約 170 万円となる。

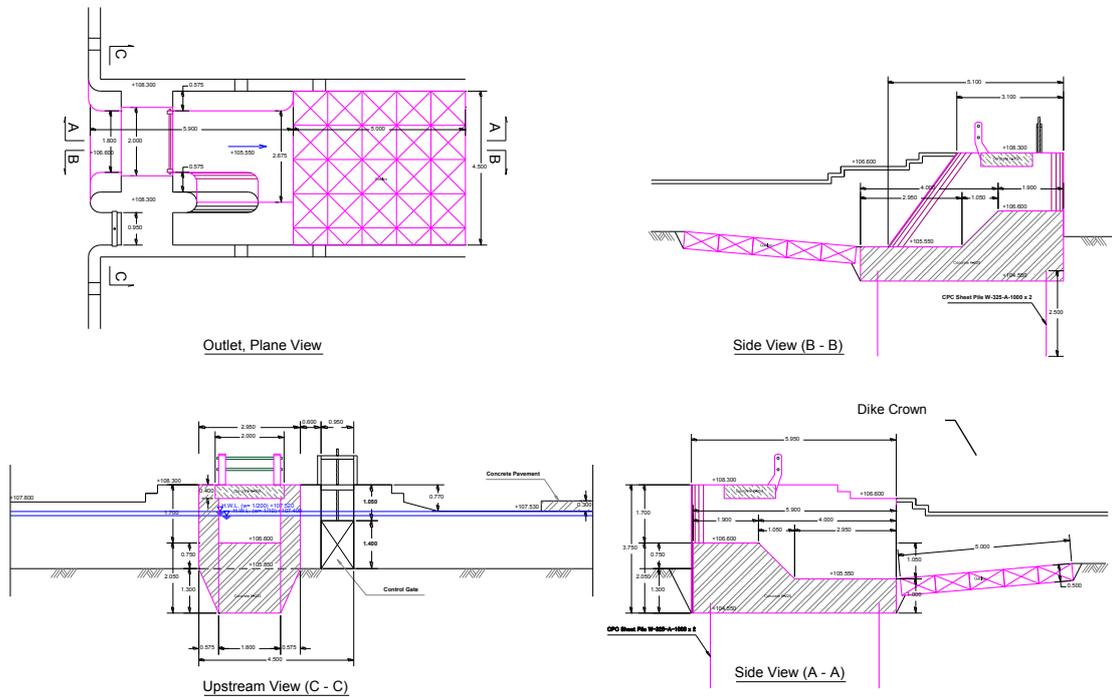


図 5.3-11 改良後のシツ・チロドンの余水吐き

## 第 6 章 支川流域における総合的な治水計画

### 6.1 基本的な考え方

チリウン川流域に含まれる支川流域について総合的な治水計画を検討する場合の基本的な考え方は、以下のとおりである。

#### (1) 計画規模

計画規模は、チリウン川本川の計画規模の設定根拠となっている、Flood Control Manual, Volume II, Guidelines for Planning and Survey, Project No WSTCF 091/011, (Jun 1993) に基づき設定する。

#### (2) 計画高水流量

チリウン川の支川流域では、現段階では十分な降雨観測データ、水位および流量データが得られないため、支川の計画高水流量は、チリウン川との合流点において、合理式を用いて算定する。なお、流域外からかんがい水路を経由する流入がある場合には、その流入水路の流下能力を把握し、洪水時における流入量を設定し、計画高水流量の算定時に考慮する。また同様に、かんがい水路を通じて流域外へ相当量の流出がある場合には、その洪水時の分派量を把握し、計画高水流量の算定時に考慮する。

#### (3) 流域における流出抑制対策の効果評価

流域における雨水貯留浸透施設によって、浸透分に相当する雨量がカットできると仮定し、降雨のベースカット分を考慮してチリウン川との合流点におけるピーク流量を算定する。計画高水流量と降雨のベースカット分を考慮したピーク流量との差分が、流域における流出抑制対策の効果となる。なお、支川流域の計画規模はおおむね 10 年確率降雨といった発生頻度の比較的高い規模に設定されるため、流域における流出抑制対策の効果は超過洪水に対する余裕しろとして位置づけ、支川の治水計画の中では洪水調節効果としては考慮しない。

#### (4) シツ（ため池）の扱い

既存のシツが持つ洪水調節効果は、治水効果として評価する。また、その洪水調節効果を向上させるため、シツの構造物の改良の可能性について検討する。なお、改良前後のシツによる洪水調節効果は、洪水調節計算を実施することにより把握する。

#### (5) 河道計画

計画河床勾配は、長い年月を経て安定している現況の平均河床勾配を基礎として決定する。河道を深く掘り込むと、チリウン川やシツへの流入箇所では急激な水位上昇が発生するため、可能な限り垂直方向の掘削は行わず、横断方向への拡幅をもって流下能力を確保する。このとき、河道幅は、河道周辺の内水による被害を助長させないため、HWL が堤内の地盤高以下となるように設

定する。

築堤河道以外の区間で余裕高を設けると、築堤区間の被害ポテンシャルが増加するため、安全性を考慮して築堤河道以外の区間には余裕高を設定しないものとする。

## 6.2      パイロット支川流域におけるケーススタディ

上記の基本的な考え方に基づき、Sugutamu 流域を対象として、ケーススタディを行った。その検討条件と、ケーススタディによって得られた知見は以下に示す。

### 6.2.1      流域の条件

- ・パイロット支川流域      : チリウン川中流域右支川、Sugutamu 支川流域
- ・流域面積                 :  $A = 13.23 \text{ km}^2$
- ・流域内のシツ             : 中流部に Situ Cilodong、下流部に Situ Sidomukti が存在する。
- ・流域外からの流入       : Situ Cikaret から Situ Cilodong に流入する水路が存在する。
- ・流域の特徴               : 流域は南北に長く、河道の平均勾配は 1/200 程度とやや大きい。市街化区域では沿川に住宅が密集しており、河道の幅も狭い。

表 6.2-1 流域の諸元

Tributary	Catchment area ( $\text{km}^2$ )	Channel length (km)	Slope (1/n)	Flood concentration time (min)
Sugutamu	13.231	13.74	201	139.0

表 6.2-2 土地利用状況及び流出率

Surface Characteristic	Area( $\text{km}^2$ ) (a)	Runoff coefficient (f)	(a)×(f)
Urban	9.661	0.80	7.729
Settlement	2.490	0.50	1.245
Upland Crops	0.000	0.30	0.000
Paddy Field	0.030	0.10	0.003
Open Space	0.250	0.35	0.088
Forest	0.000	0.30	0.000
Road	0.640	0.65	0.416
Water	0.110	1.00	0.110
合計	13.181		9.590
平均値		0.728	

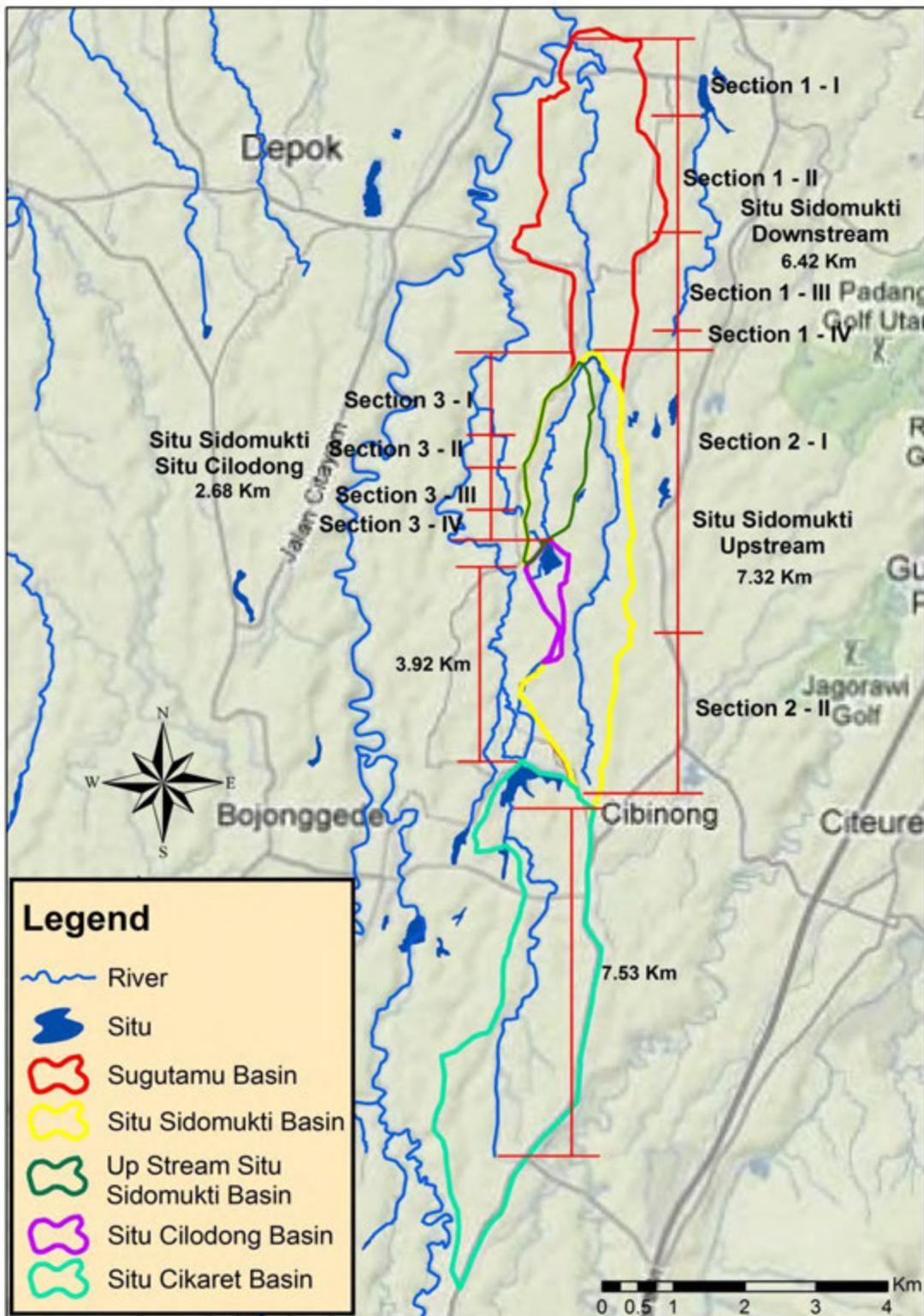


図 6.2-1 対象流域図

## 6.2.2 計画高水流量の計算条件

- ・ 計画規模 : 1/10 年
- ・ 流出計算法 : 合理式
- ・ 降雨強度 : 流域近傍の Damaga Bogor 観測所の降雨強度式
- ・ 流出係数 : 土地利用状況を考慮した流域平均流出係数
- ・ 流域外からの流入 : かんがい水路を経由した Situ Cikaret からの流入量を考慮した。
- ・ 流域外への流出 : Situ Cilodong から流域外へと向かう水路の流下能力は小さいため、Situ Cilodong からの洪水流量は、Sugutamu 流域に放流するものとする。流域外への流出は見込まない。

## 6.2.3 結果の概要

- ・ 現況河道は、計画規模の洪水に対する流下能力が十分でないため、全区間において大幅な河道の拡幅を要する。
- ・ 全区間で河道改修を行った場合、洪水流は氾濫せずに流下するようになるため、Situ Sidomukti では流入量が増加し、洪水流がシツの堤体を越流し、堤体を損壊させる恐れがあることが判明した。シツはそもそも、利水目的で設置されたものであるため、その規模は流域面積と整合の取れたものとはなっていない。この越流の問題に対しては、シツに対するニーズを考慮しながら、
  - a)シツの撤去
  - b)シツのダムとしての再建
  - c)シツを迂回する放水路の建設といった比較案を検討し、対処方針を決定する必要がある。
- ・ Sugutamu 流域に、整備目標相当の雨水貯留浸透施設を設置した場合、チリウン川との合流点における 10 年確率洪水に対するその洪水調節効果は、 $7.4 \text{ m}^3/\text{s}$  (計画高水流量の 5.3 %相当) が期待できる。

## 6.2.4 流出計算

### (1) 計算方法

流出計算モデルを以下に示す。

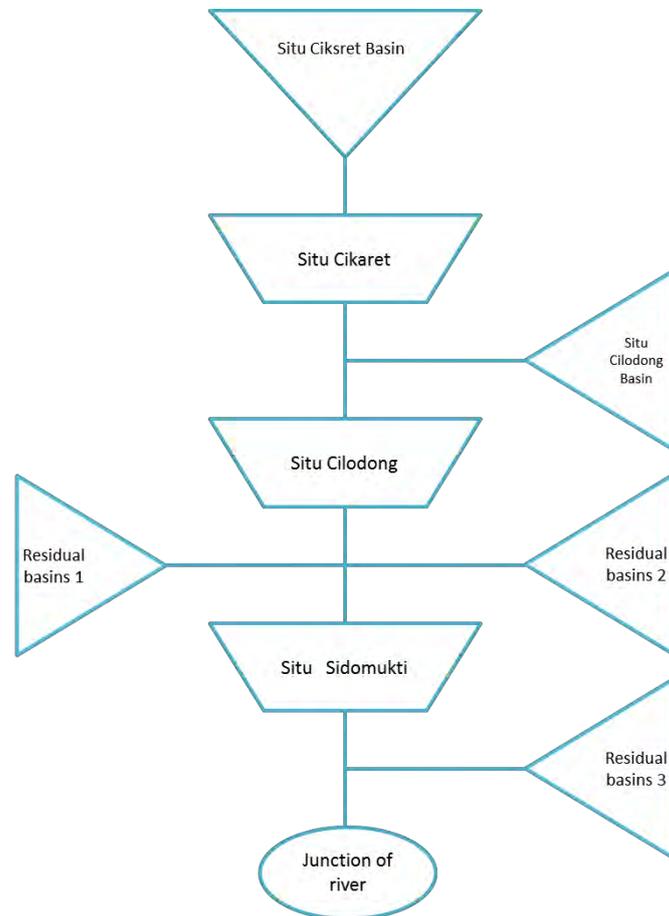


図 6.2-2 流出計算モデル

**(2) 流出計算**

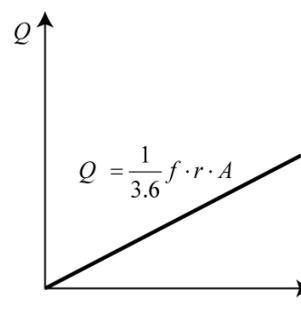
**1) 合理式**

合理式は下式で表現される。右図に示すとおり合理式は降雨に対して線形応答である。線形応答とは、降った雨が流域貯留等の遅れを伴わず、直線的に流量として表現されることである。このため、合理式は、降った雨がすぐに流量に変換される中小河川や都市域に適した流出解析手法として利用される。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A \quad \dots\dots\dots(6.2.1)$$

ここで、

- $Q$  : 最大洪水流量 (m<sup>3</sup>/s)
- $f$  : 流出係数
- $r$  : 洪水到達時間 ( $t_c$ ) 内の平均雨量強



**2) 洪水到達時間**

洪水到達時間は流入時間と流出時間の和として考えられる。流入時間とは雨水が流域から河道に至るまでの時間であり、流出時間とは河道内の洪水伝播時間である。

$$t_c = t_i + t_f \quad \dots\dots\dots(6.2.2)$$

ここで、

- $t_i$  : 流入時間 (min)
- $t_f$  : 流出時間 (min)

流入時間 ( $t_i$ ) は、以下に基づき設定した。

- (i) 集水面積が 2 km<sup>2</sup> となるように流入地点を設定する。
- (ii) 流入時間を以下のように設定する。  
 $t_i = 30$  (min)
- (iii) 集水面積が明らかに 2 km<sup>2</sup> を下回る場合は、以下に示す式を用いて流入時間を計算する。

$$t_i = \frac{30\sqrt{A}}{\sqrt{2}} \quad \dots\dots\dots(6.2.3)$$

流下時間 ( $t_f$ ) は、クラーク式を用いて計算した。

$$t_f = \frac{L}{V \times 60} \quad \dots\dots\dots(6.2.4)$$

ここで、

- $L$  : 下流端から最遠点までの河道長 (m)
- $V$  : 流速 (m/s)

表 6.2-3 河床勾配と流速の関係

河床勾配 ( $I_b$ )	$I_b > 1/100$ (steep slope)	$1/100 > I_b > 1/200$	$I_b < 1/200$ (mild slope)
流速 ( $V$ )	3.5 m/s	3.0 m/s	2.1 m/s

3) 降雨強度式

降雨強度の算定には、Damaga Bogor 観測所における既存の降雨強度式を用いた。

4) ハイエトグラフおよび流出計算

流出計算には、12 時間中央集中型の降雨波形を用いた。

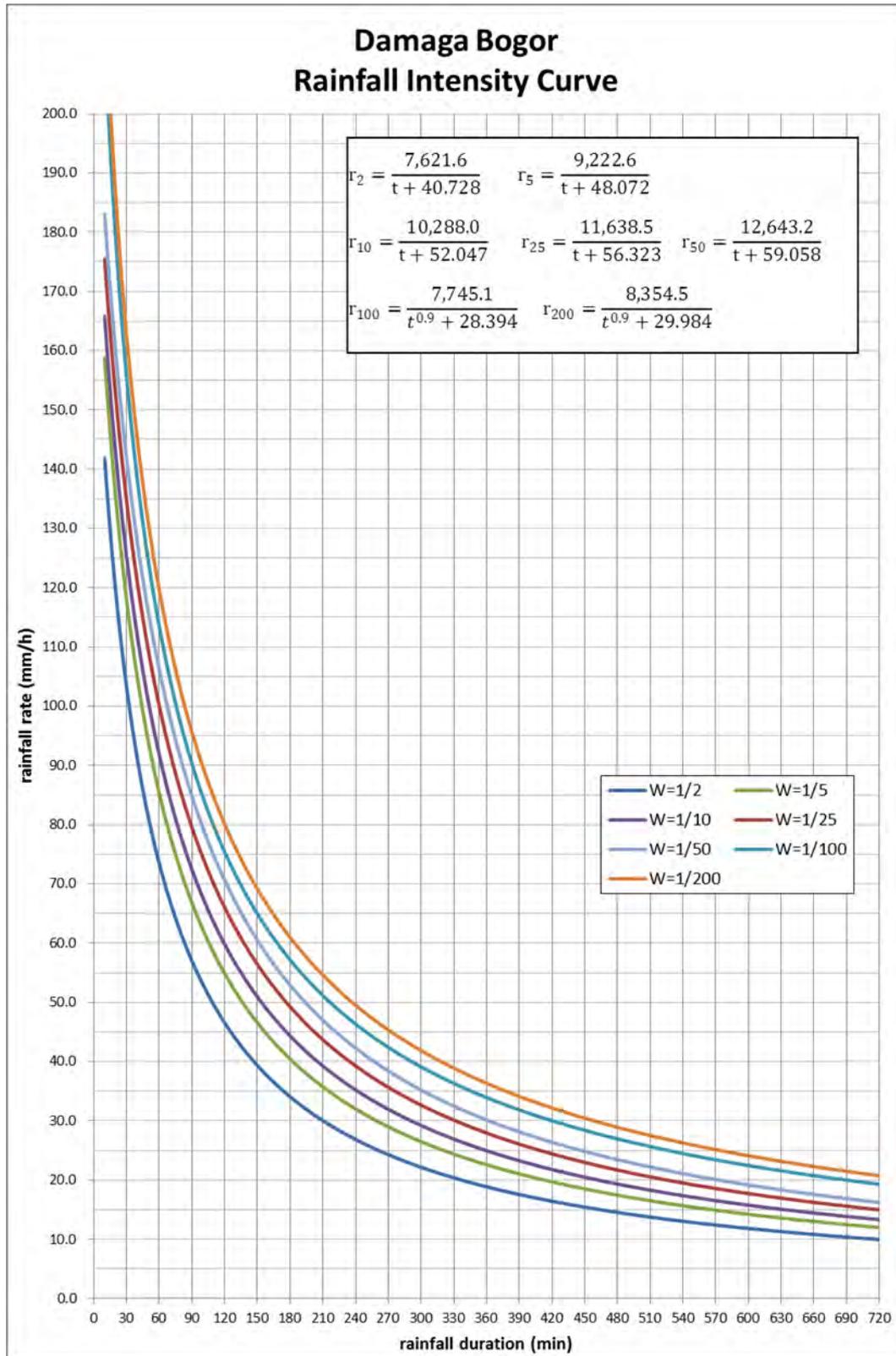


図 6.2-3 Damaga Bogor 観測所における降雨強度式

**(3) 洪水調節計算**

洪水調節計算は、放流量＝流入量－貯留量 の関係となる。計算は、次式を満足するように調整池の容量を試算して求める。

$$\frac{V_2}{\Delta t} + \frac{Q_{o2}}{2} = \frac{V_1}{\Delta t} - \frac{Q_{o1}}{2} + Q_{in} \dots\dots\dots(6.2.5)$$

ここで、

- $V_1$  : 貯留量 (m<sup>3</sup>)
- $V_2$  :  $\Delta t$  後の貯留量 (m<sup>3</sup>)
- $Q_{in}$  : 流入量 (m<sup>3</sup>)
- $Q_{o1}$  :  $V_1$  における放流量(m<sup>3</sup>)
- $Q_{o2}$  :  $V_2$  における放流量 (m<sup>3</sup>)

また、放流量は以下の式より算出する。

$$Q = C \cdot B \cdot H^{1.5} \dots\dots\dots(6.2.6)$$

ここで、

- $C$  : 越流係数 ( $C = 1.8$ )
- $B$  : 越流幅 (m)
- $H$  : 越流水深 (m)  
(越流水深は  $H-V$  曲線から求める。)

**(4) 流出計算結果**

流出計算結果として確率規模別の主要地点のピーク流量を示す。

**表 6.2-4 流出計算結果**

Return period	Situ Cilodong		Situ Sidomukti			Janction of Ciliwung
	Inflow	Outflow	Inflow from Situ Cilodong	Infolw from Residual Basins1	Outflow	
2	6.7	2.4	14.7	40.9	55.6	110.2
5	7.4	2.7	17.1	47.5	64.7	128.1
10	7.9	3.0	18.7	51.9	70.6	140.0
25	8.4	3.2	20.8	57.4	78.2	154.9
50	8.8	3.4	22.3	61.5	83.8	166.0
100	9.3	3.9	24.1	65.9	90.0	178.0

### 6.2.5 現況流下能力

現況流下能力は以下の条件を基に、不等流計算により算出した。

- 不等流計算条件
  - 下流端水位：等流水深
  - 上流端流量：河道の規模に合わせた 10 ケース
  - 粗度係数：現況河道状況より  $n=0.028$
- 流下能力算定条件
  - 水位流量曲線式により、現況堤防高での評価
  - 水位流量曲線式は不等流計算結果 10 ケースを用いた最小二乗法により算出

以下に、現況河道縦断及び流下能力図を示す。

また、流下能力を算定した概要結果は以下のとおりである。

- Ciliwung 合流点～Situ Sidomukti  
合流点から 1.2km 付近までは十分な流下能力があるが、それより上流区間では、計画高水流の  $140\text{m}^3/\text{s}$  を満足していない。
- Situ Sidomukti～上流端  
全区間で計画高水流量の  $52\text{m}^3/\text{s}$  を満足していない。
- Situ Sidomukti～Situ Cilodong  
全区間で計画高水流量の  $19\text{m}^3/\text{s}$  を満足していない。

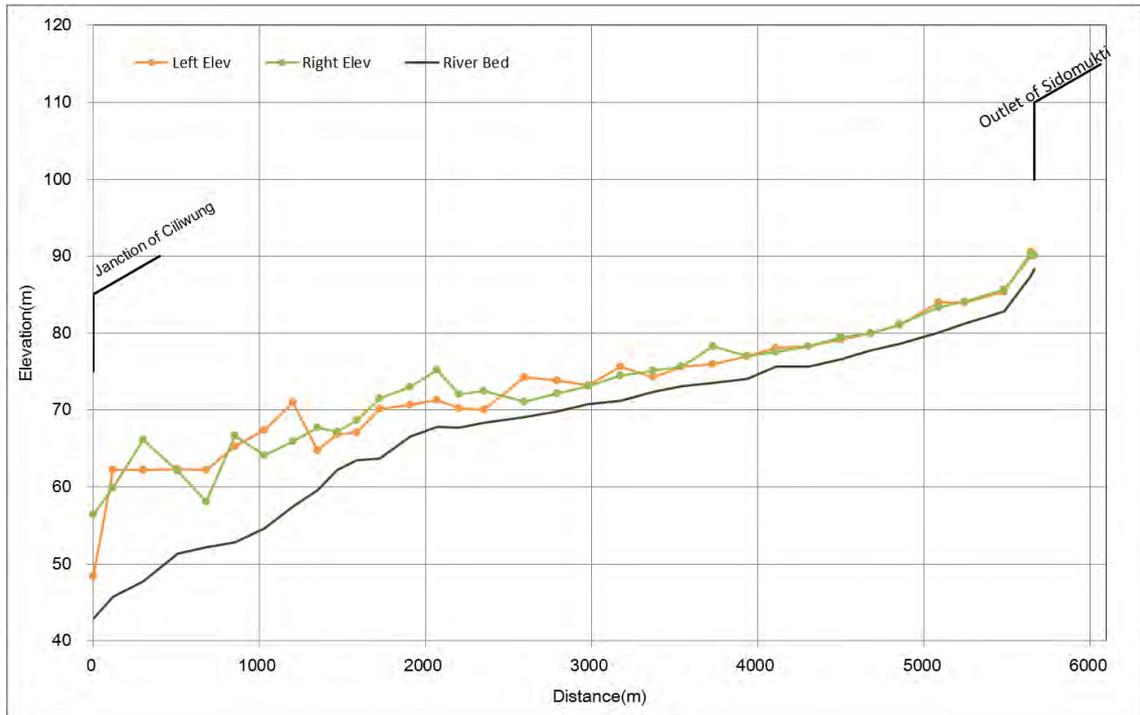


図 6.2-4 Ciliwung 川合流点～Situ Sidomukti 放流地点 現況縦断面図

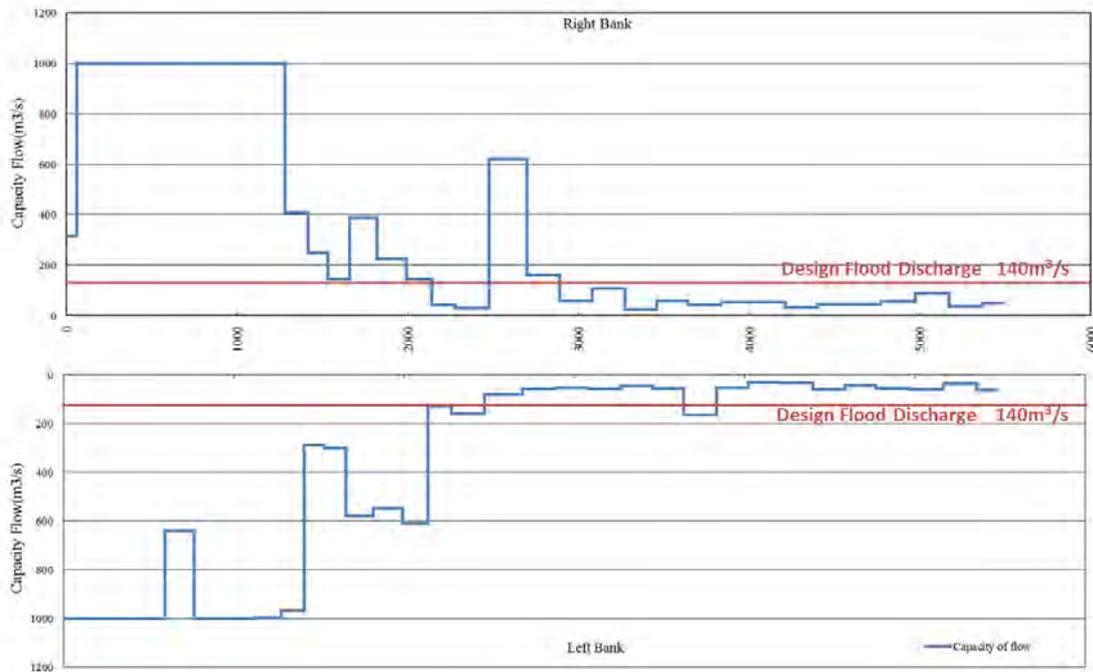


図 6.2-5 Ciliwung 川合流点～Situ Sidomukti 放流地点 流下能力図

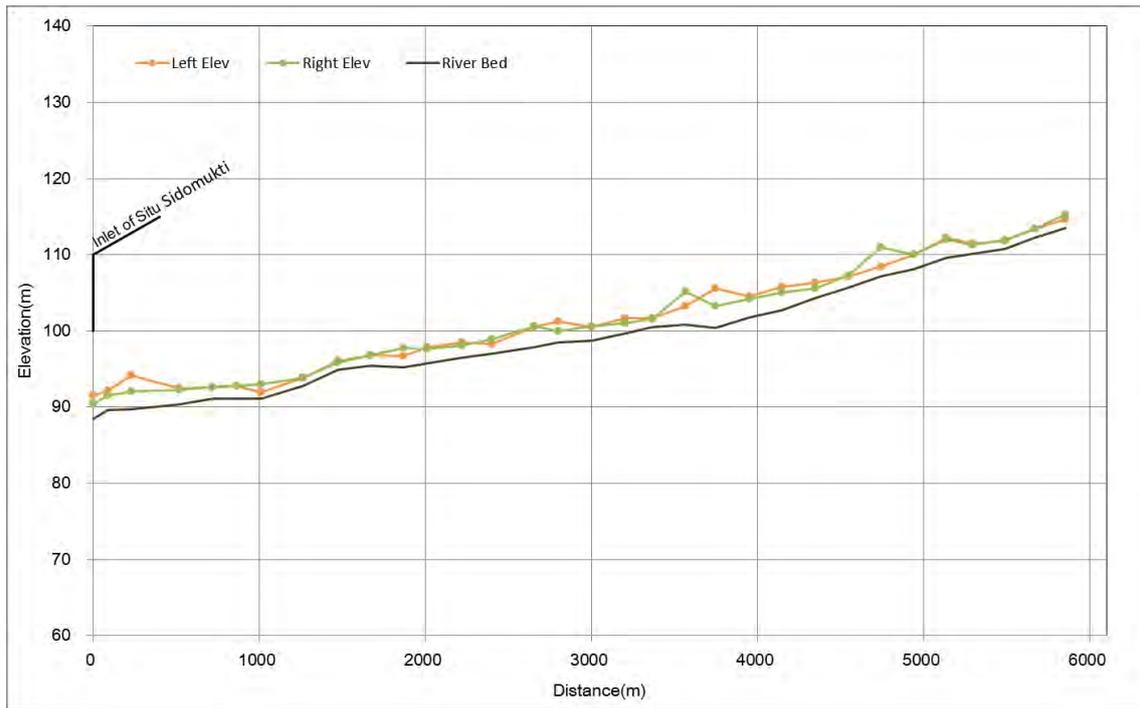


図 6.2-6 Situ Sidomukti 流入地点～上流端 現況縦断面図

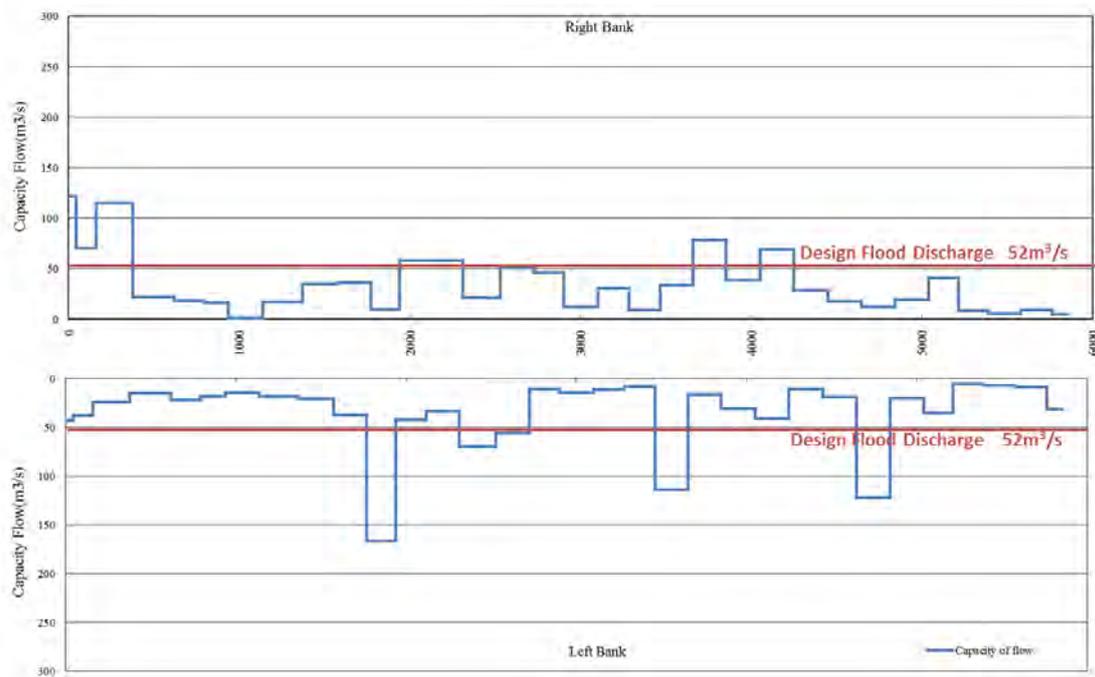


図 6.2-7 Situ Sidomukti 流入地点～上流端 現況流下能力図

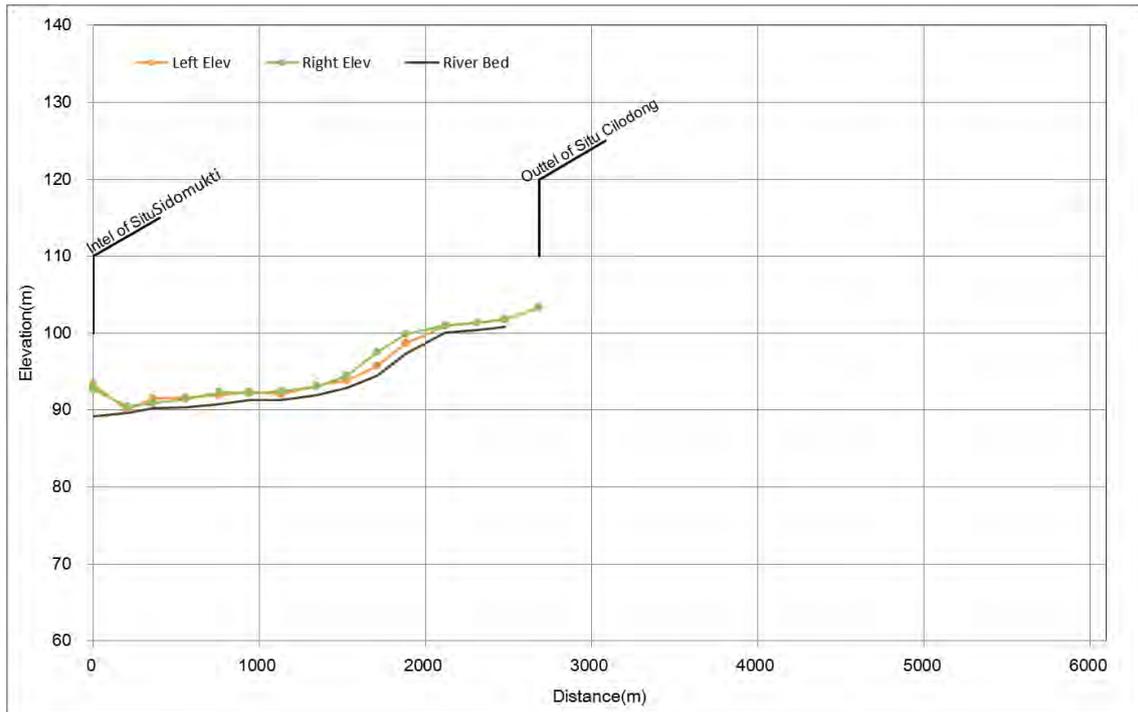


図 6.2-8 Situ Sidomukti 流入地点～Situ Cilodong 現況縦断面図

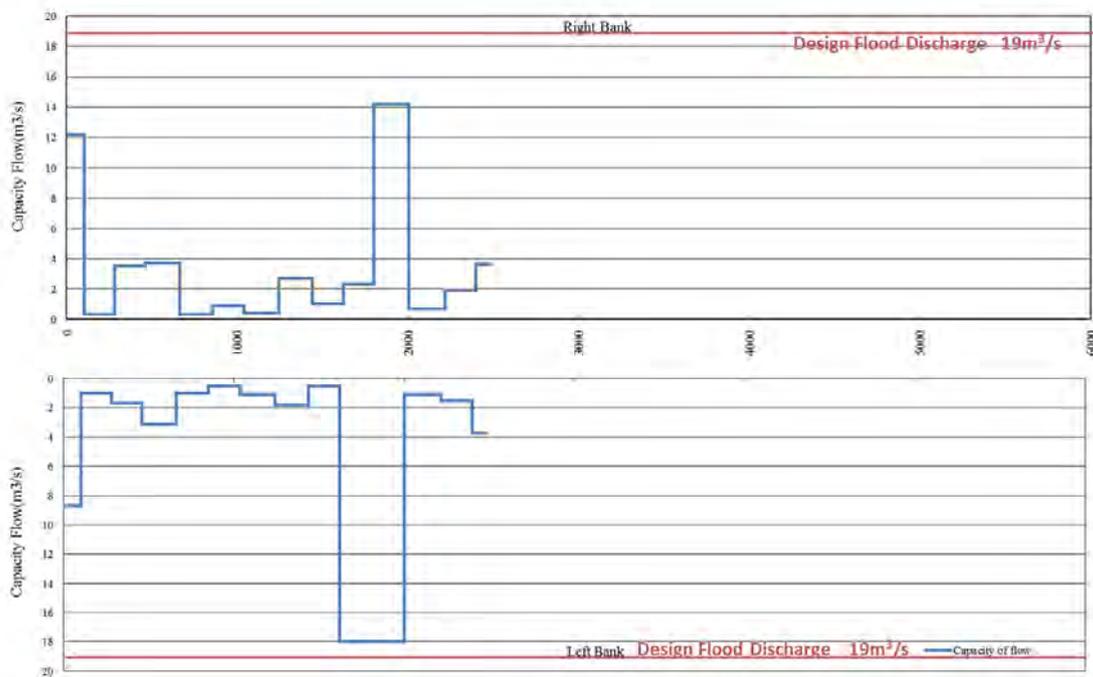


図 6.2-9 Situ Sidomukti 流入地点～Situ Cilodong 現況流下能力図

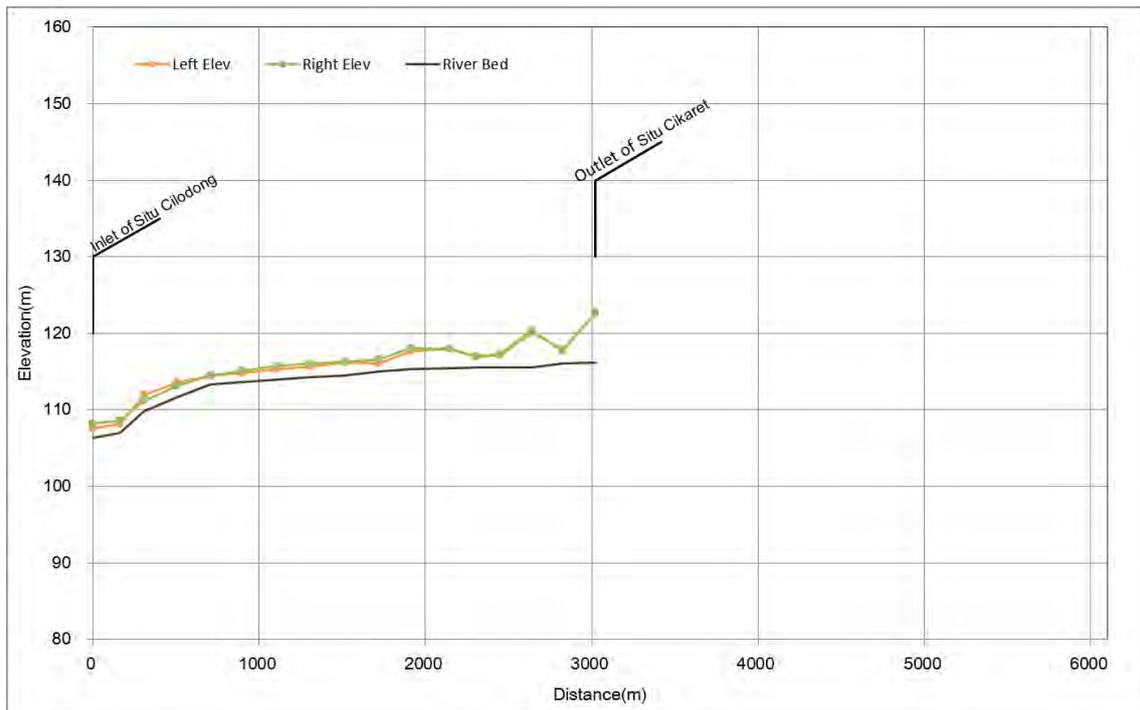


図 6.2-10 Situ Cilodong 流入地点～Situ Cikaret 現況縦断面図

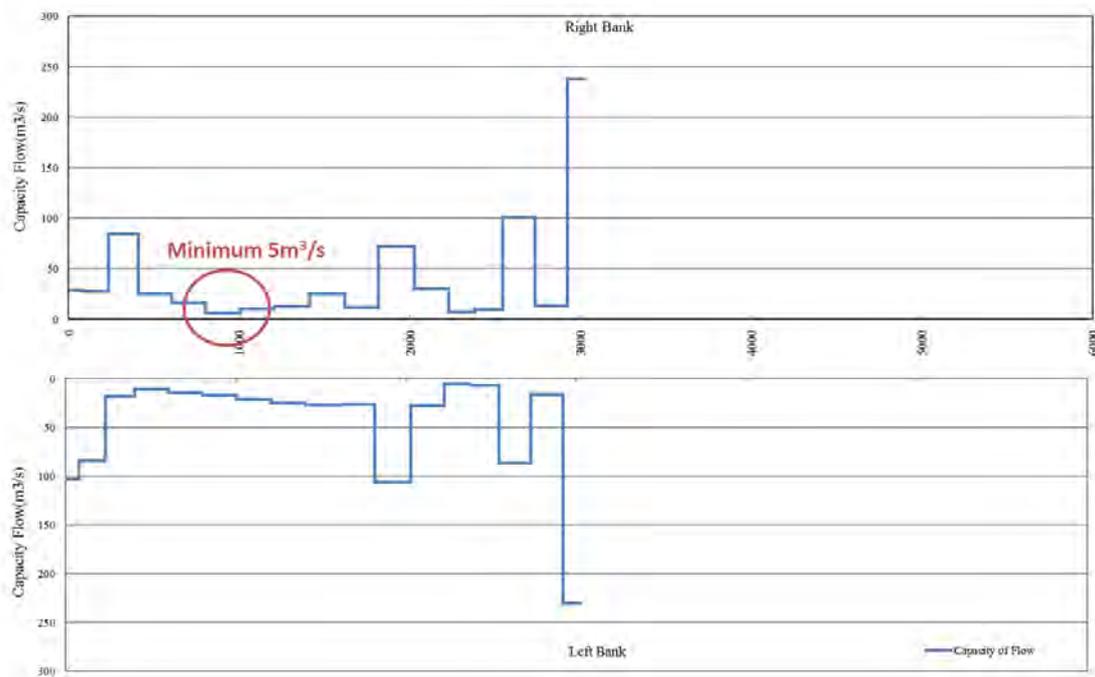


図 6.2-11 Situ Cilodong 流入地点～Situ Cikaret 現況流下能力図

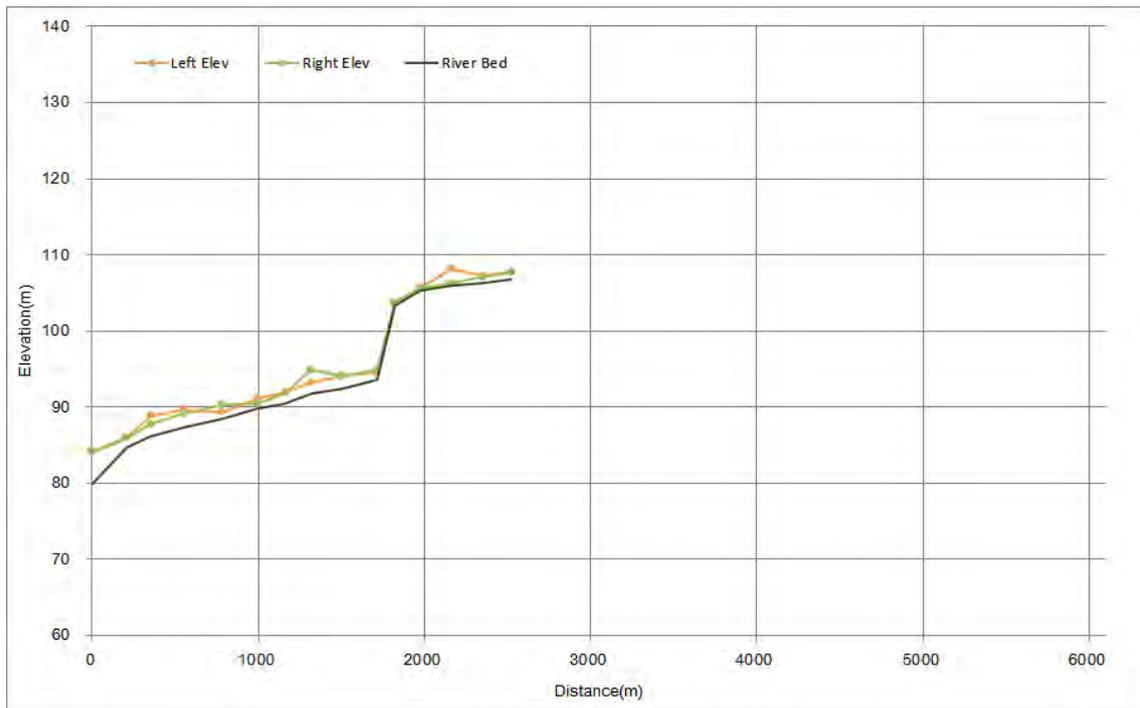


図 6.2-12 Situ Cilodong から流出する用水路 現況縦断図

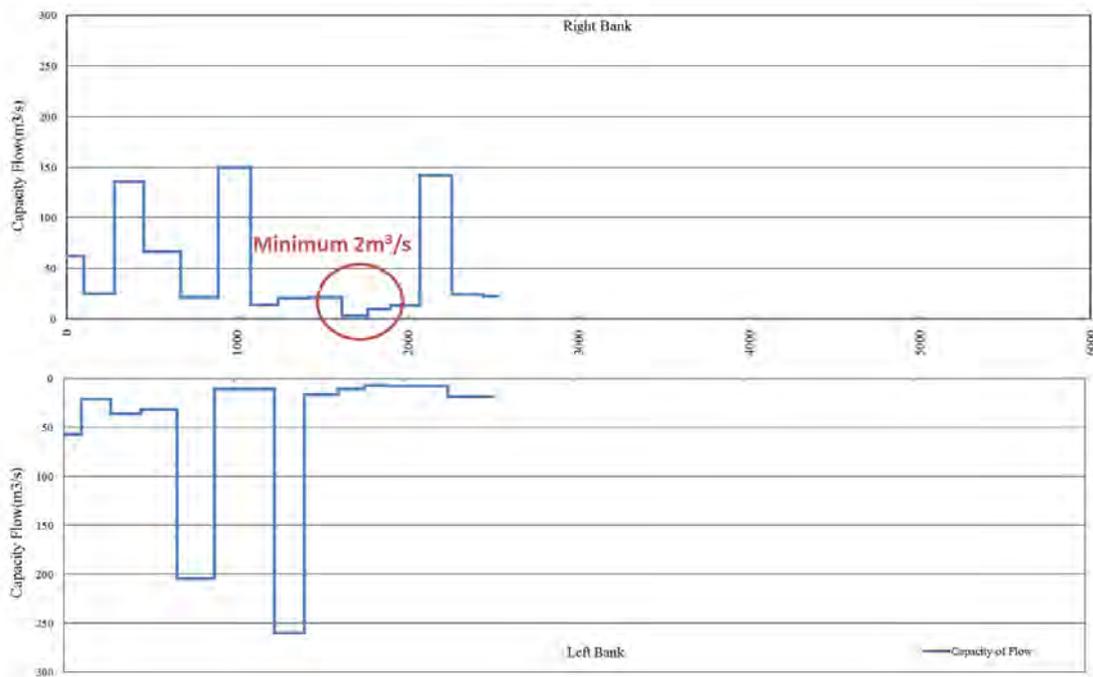


図 6.2-13 Situ Cilodong から流出する用水路 現況流下能力図

## 6.2.6 河道計画

基本的な考え方に基づき、以下を基本方針として河道計画を行った。

- 計画河床勾配は、現況の平均河床勾配を基礎として決定した。
- 華商を掘り下げることによる河道改修は、チリウン川本川やシツへの流入地点付近で急激な水位上昇をもたらす恐れがあるため極力避け、川幅の拡幅による河道改修を基本とした。
- このとき川幅は、計画高水位が周辺の河岸高より低くなるように設定した。
- 築堤河道以外の区間には余裕高を設定しないものとした。

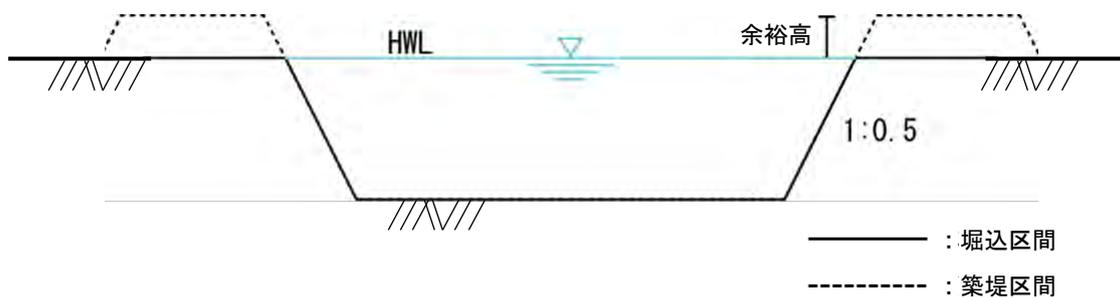


図 6.2-14 計画断面概念図

以下に、計画横断図と計画縦断図を示す。

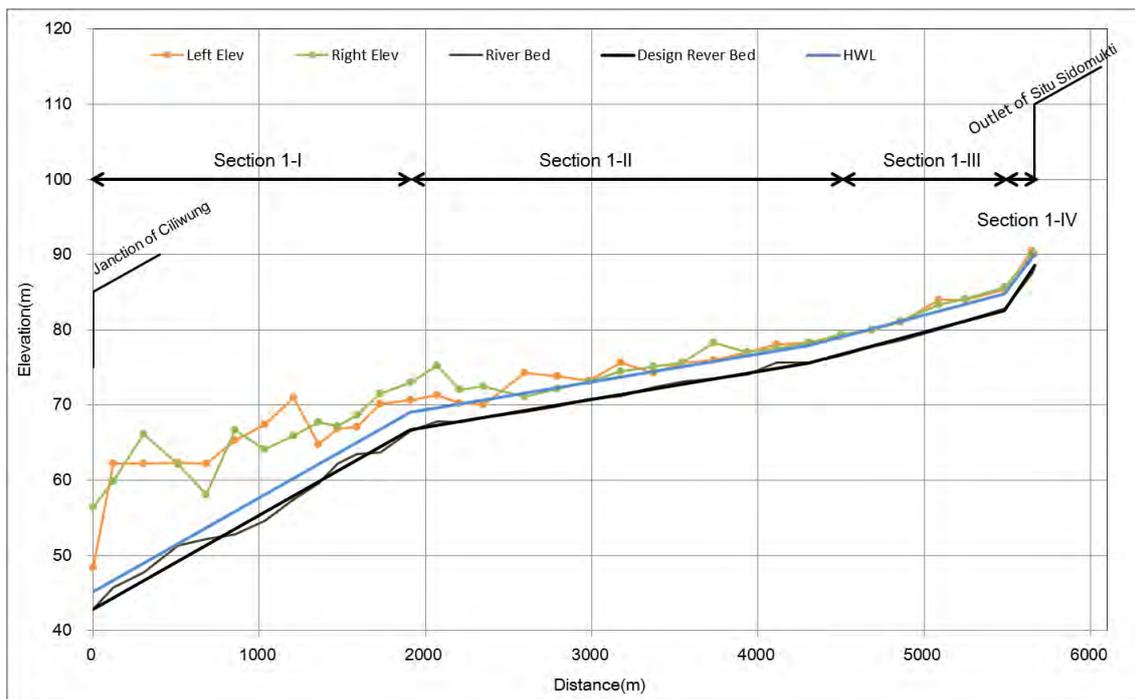
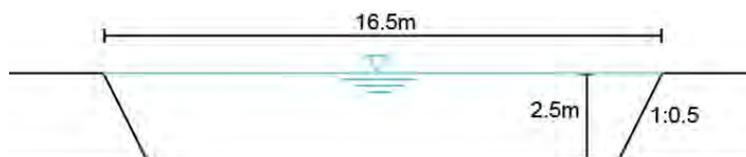


図 6.2-15 Ciliwung 川合流点～Situ Sidomukti 放流地点 計画縦断面図

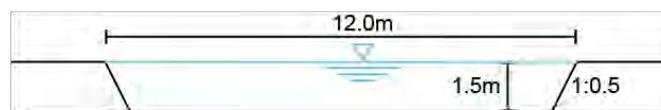
Section	Design Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Slope of River Bed	Coefficient of Roughness	River width (m)	Depth (m)
1-I	140	1/80	0.028	16.5	2.5
1-II		1/270			
1-III		1/170		13.5	
1-IV		1/30		12.0	1.5



Section 1-I , Section 1-II



Section 1-III



Section 1-IV

図 6.2-16 Ciliwung 川合流点～Situ Sidomukti 放流地点 計画横断面図

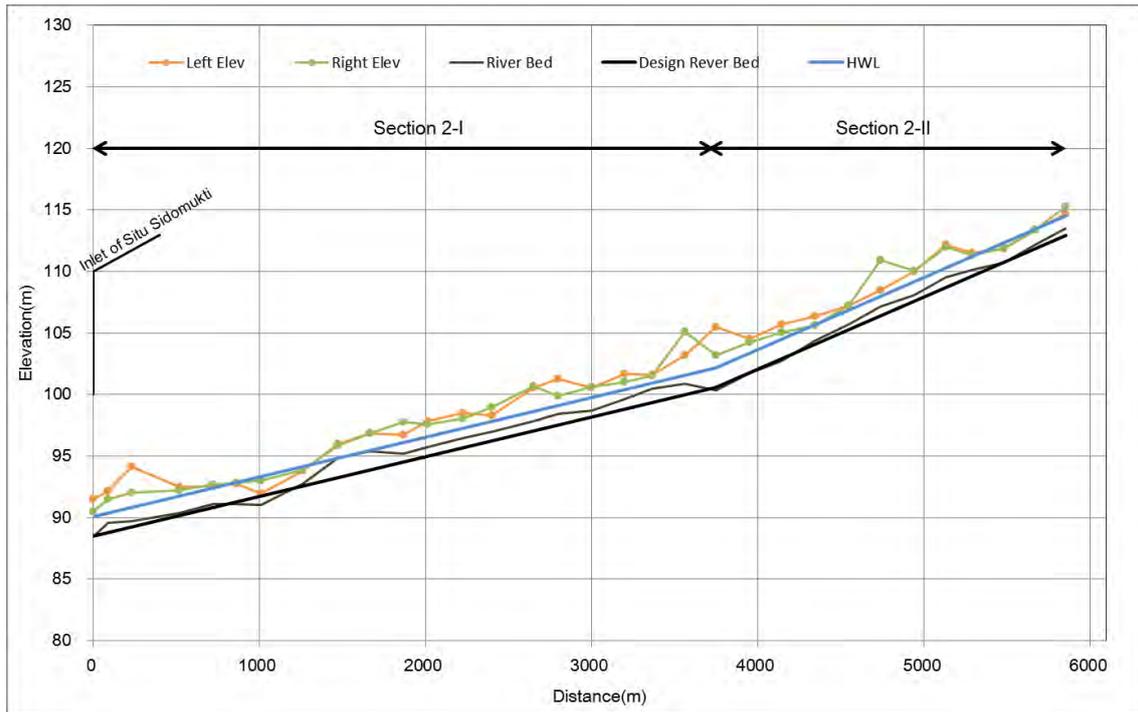
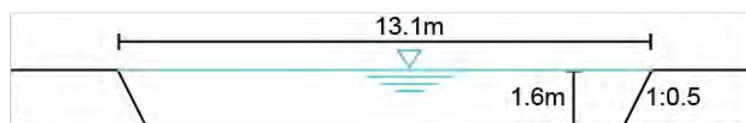
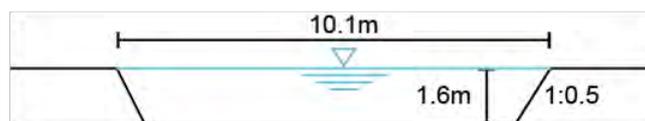


図 6.2-17 Situ Sidomukti 流入地点～上流端 計画縦断面図

Section	Design Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Slope of River Bed	Coefficient of Roughness	River width (m)	Depth (m)
2-I	52	1/310	0.028	13.1	1.6
2-II		1/170		10.1	



Section 2-I



Section 2-II

図 6.2-18 Situ Sidomukti 流入地点～上流端 計画横断面図

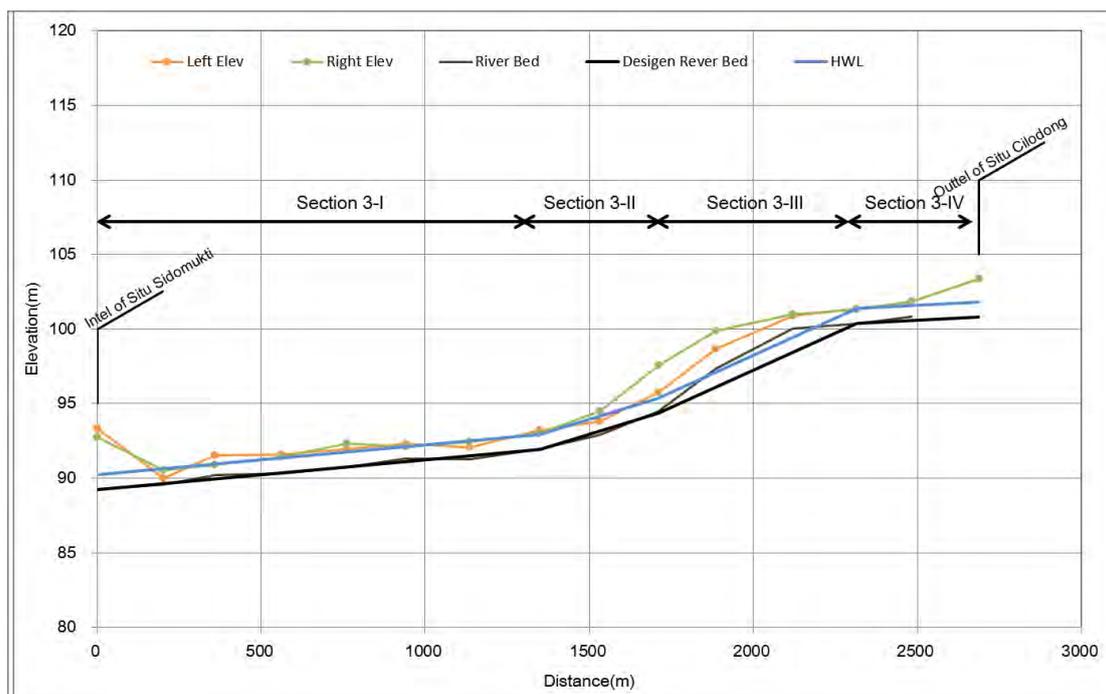
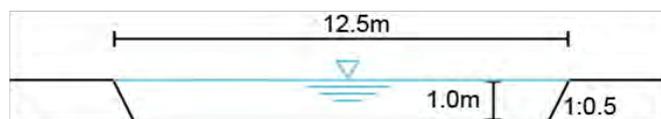


図 6.2-19 Situ Sidomukti 流入地点～Situ Cilodong 計画縦断面図

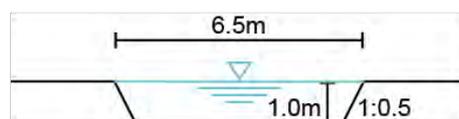
Section	Design Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Slope of River Bed	Coefficient of Roughness	River width (m)	Depth (m)
3-I	19	1/500	0.028	12.0	1.0
3-II		1/150		7.0	
3-III		1/100		6.0	
3-IV		1/400		11.0	



Section 3-I



Section 3-II



Section 3-III

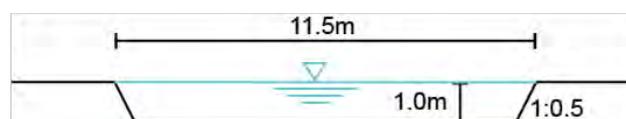


図 6.2-20 Situ Sidomukti 流入地点～Situ Cilodong 計画横断面図

## 6.2.7 シツ（ため池）の改良

### (1) Situ Sidomukti

シツは、灌漑用水の確保を目的として設計されているため、その容量は洪水時の流量を考慮したものとはなっていない。Situ Sidomukti もまた、計画高水流量  $70.6 \text{ m}^3/\text{s}$  を流下できる構造にはなっていないため、計画洪水時には、洪水流の大部分が土堰堤を越流するものと考えられる。従って、本検討では、Situ Sidomukti の調節効果を考慮しないものとして、計画高水流量を設定した。

Situ Sidomukti の容量不足の対策としては、以下のようなものがある。

- シツの撤去
- ダム案：Situ Sidomukti を大規模に改修して、ダムとする案。
- 河道迂回案：Situ を迂回する河道を整備する。

洪水時に Situ Sidomukti への流入ピークを増大させないため、当該シツより上流河道の改修は、シツの改修の完了後に実施する必要がある。

### (2) Situ Cilodong

#### 1) 安全性向上のための洪水吐きの追加

Situ Cilodong からの水の全量が流入している既存かんがい水路の氾濫を防止するため、計画高水流量を安全に下流の谷筋へと流下させるための新たな洪水吐きを追加する必要がある。一方、既存かんがい水路への取水ゲートの機能は維持する。この対策は、下流に位置する Situ Sidomukti の改良および下流河道の改修が完了した後に実施する。

#### 2) 洪水調節機能向上のための開口部の追加

平常時のシツの水位を、洪水吐きに高さ及び幅それぞれ  $0.3 \text{ m}$  の開口部を設けることによって低下させた場合、現況で  $2.96 \text{ m}^3/\text{s}$  の計画高水流量を、 $2.22 \text{ m}^3/\text{s}$  まで低下させることができる（約 25% の低下）。

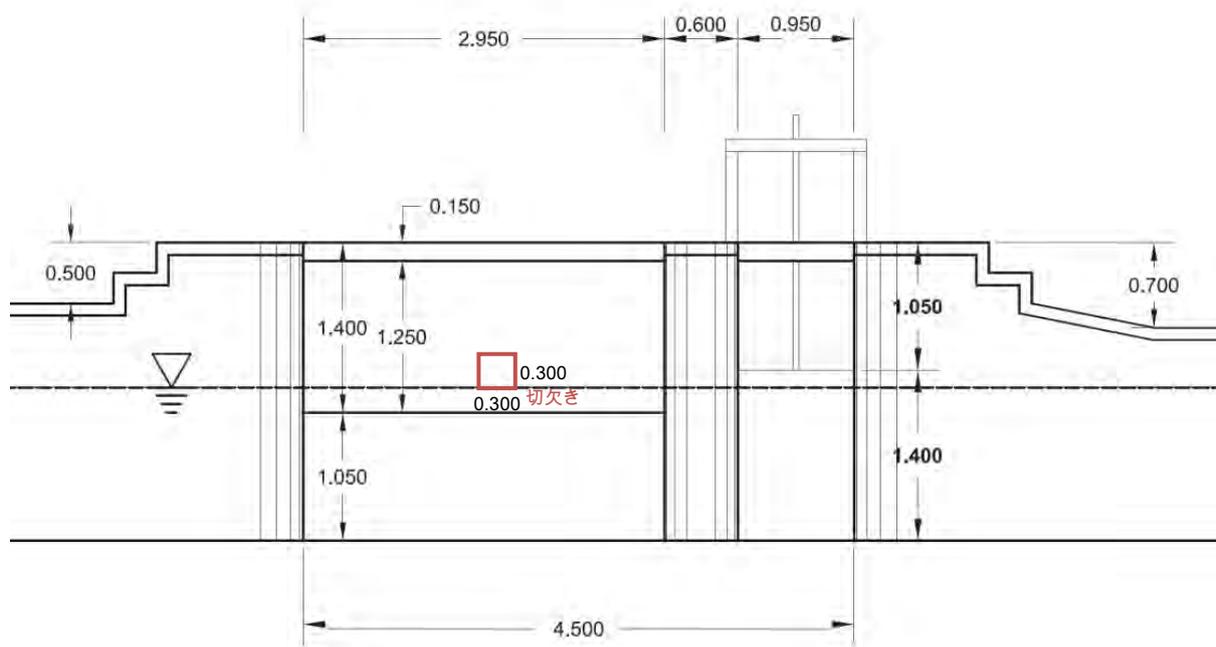


図 6.2-21 現況放流設備及び改造案

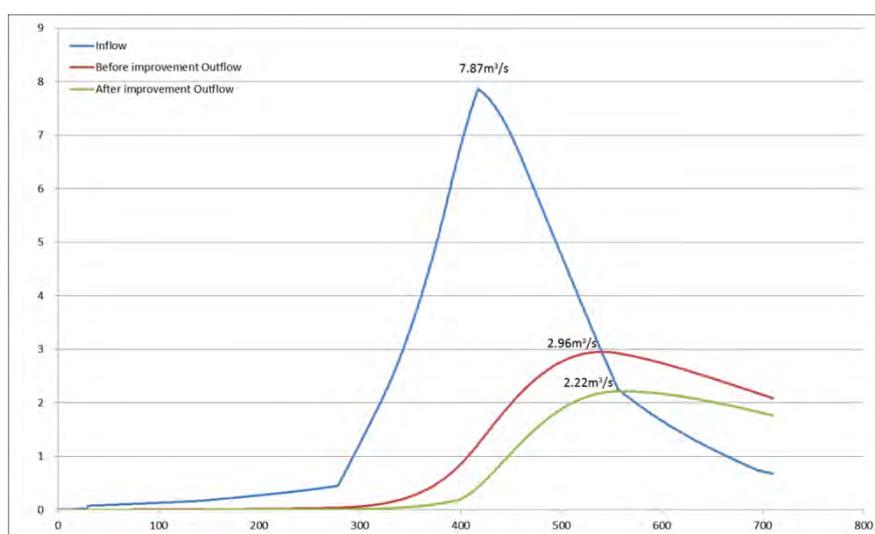


図 6.2-22 現況放流設備及び改造案による放流量の違い

Situ Cilodong の放流設備の改造が、Sugutamu 川の主要地点ピーク流量低減効果について検証を行った。その結果を以下に示す。Situ Cilodong の改良を行った場合の最下流地点への効果は、1/10 年確率で 0.5 % 程度である。Situ Cilodong の流域が 0.47 ha と小さいため（全体流域の 4% 程度）、シツの改良効果は限定的となっている。

表 6.2-5 Situ Cilodong 放流設備改良効果検証結果

Return period		Situ Cilodong		Situ Sidomukti			Janction of Ciliwung
		Inflow	Outflow	Inflow from Situ Cilodong	Inflow from Residual Basins <sup>1</sup>	Outflow	
2	Before improvement	6.7	2.4	14.7	40.9	55.6	110.2
	After improvement	6.7	1.4	13.7	40.9	54.6	109.2
	Effect(m <sup>3</sup> /s)	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
	Effect(%)	0.00%	41.53%	6.82%	0.00%	1.80%	0.91%
5	Before improvement	7.4	2.7	17.1	40.9	64.7	128.1
	After improvement	7.4	1.8	16.2	40.9	63.7	127.2
	Effect(m <sup>3</sup> /s)	0.0	0.9	0.9	0.0	0.9	0.9
	Effect(%)	0.00%	34.00%	5.44%	0.00%	1.44%	0.73%
10	Before improvement	7.9	3.0	18.7	40.9	70.6	140.0
	After improvement	7.9	2.2	18.0	40.9	69.9	139.2
	Effect(m <sup>3</sup> /s)	0.0	0.8	0.7	0.0	0.7	0.7
	Effect(%)	0.00%	25.44%	3.93%	0.00%	1.04%	0.53%
25	Before improvement	8.4	3.2	20.8	40.9	78.2	154.9
	After improvement	8.4	2.5	20.1	40.9	77.5	154.2
	Effect(m <sup>3</sup> /s)	0.0	0.7	0.7	0.0	0.7	0.7
	Effect(%)	0.00%	22.00%	3.22%	0.00%	0.85%	0.43%
50	Before improvement	8.8	3.4	22.3	40.9	83.8	166.0
	After improvement	8.8	2.8	21.7	40.9	83.2	165.4
	Effect(m <sup>3</sup> /s)	0.0	0.6	0.6	0.0	0.6	0.6
	Effect(%)	0.00%	18.00%	2.58%	0.00%	0.69%	0.35%
100	Before improvement	9.3	3.9	24.1	40.9	90.0	178.0
	After improvement	9.3	3.5	23.7	40.9	89.6	177.6
	Effect(m <sup>3</sup> /s)	0.0	0.4	0.4	0.0	0.4	0.4
	Effect(%)	0.00%	9.78%	1.68%	0.00%	0.45%	0.23%

### 6.2.8 貯留浸透施設の効果

チリウン川流域における貯留浸透施設効果は、浸透量に相当する雨量として評価している。よって、支川計画における貯留浸透施設による効果についても、浸透量に相当する雨量として評価を行った。貯留浸透施設の整備率は、1.4項に示す「シナリオ2」に基づき、浸透量に相当する雨量は1.2 mm/hとした。

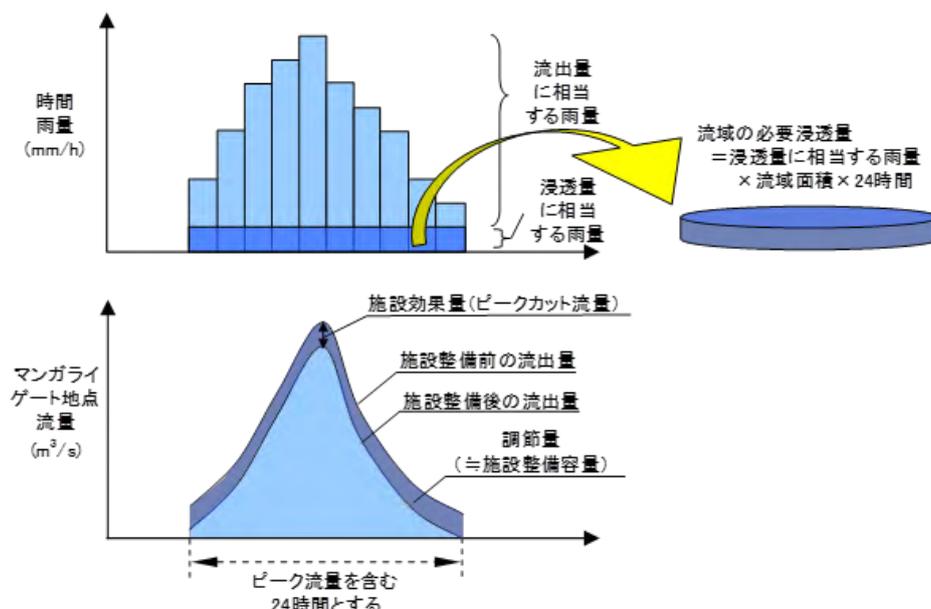


図 6.2-23 浸透量の考え方

Sugutamu 流域における、貯留浸透施設によるピーク流量低減効果は、以下に示すとおりで、 $W=1/10$  において  $7.4 \text{ m}^3/\text{s}$  (5.3%) の低減効果が見込まれる。

表 6.2-6 貯留浸透施設による効果量

貯留浸透施設整備前

Return period	Situ Cilodong		Situ Sidomukti			Junction of Ciliwung
	Inflow	Outflow	Inflow from Situ Cilodong	Inflow from Residual Basins1	Outflow	
2	6.7	2.4	14.7	40.9	55.6	110.2
5	7.4	2.7	17.1	47.5	64.7	128.1
10	7.9	3.0	18.7	51.9	70.6	140.0
25	8.4	3.2	20.8	57.4	78.2	154.9
50	8.8	3.4	22.3	61.5	83.8	166.0
100	9.3	3.9	24.1	65.9	90.0	178.0

貯留浸透施設整備後

Return period	Situ Cilodong		Situ Sidomukti			Junction of Ciliwung	Effect(Junction of Ciliwung)
	Inflow	Outflow	Inflow from Situ Cilodong	Inflow from Residual Basins1	Outflow		
2	6.5	2.2	13.7	38.2	51.9	102.9	7.3 (6.6%)
5	7.1	2.5	16.0	44.8	60.9	120.8	7.3 (5.7%)
10	7.6	2.7	17.6	49.2	66.9	132.6	7.4 (5.3%)
25	8.1	3.0	19.7	54.8	74.4	147.5	7.4 (4.8%)
50	8.5	3.2	21.2	58.9	80.0	158.6	7.4 (4.4%)
100	9.0	3.6	22.9	63.2	86.2	170.6	7.4 (4.2%)

### 6.3 ケーススタディによって明らかになった課題

ケーススタディを行った結果明らかになった、チリウン川の支川流域の治水対策を検討する際に留意すべき事項は、以下のとおりである。

#### (1) 河川区域の確定

ケーススタディの過程で、民間開発業者や耕作者が独自に河道を屈曲させたり位置を変えたりしている事例が確認された。これは、河川区域の設定が行われていれば、防ぐことが出来たものと考えられる。このような事態を防ぐためにも、河道改修後の川幅を考慮した河川区域を早急に確定することが望ましい。

#### (2) シツおよびその上流の河道を改修する際の留意事項

河道改修を行うことによって、洪水流は氾濫せずに流下するようになるため、シツへの流入量が増加し、洪水流がシツの堤体を越流するケース (Situ Sidomukti) があることが明らかになった。また、シツからの流水の全量が、流下能力の小さいかんがい水路によって流域外へと導かれるため、洪水時には水路が溢れると考えられるケース (Situ Cilodong) も見られた。このような実態を踏まえ、シツの改良、あるいはシツに接続する水路の改良を行う際には、それが相互に与える影響を十分考慮して洪水流の処理計画を作成する必要がある。



## 第 7 章 流出抑制施設、施策運用マニュアル（案）の作成

「流出抑制施設、施策運用マニュアル（案）」は、河川の氾濫に起因する洪水災害の軽減を目的として行う総合的な治水対策の中の一つに位置づけられている流出抑制対策の推進に寄与するため、本プロジェクトの調査検討結果に基づき、その考え方や流出抑制施設の計画、設計について取りまとめたものである。マニュアルは技術協力成果資料として提出する。

このマニュアル中には、「内部材料にプラスチックを用いた雨水貯留浸透施設」の設計、施工、維持管理や「シツの改良」の考え方も記載している。

マニュアルの目次は以下のとおりである。

CHAPTER 1	Introduction
1.1	Purpose
CHAPTER 2	Runoff Control Measures
2.1	Basic Concept of Runoff Control Measures
2.2	Outline of Runoff Control Facility
2.3	Target for Installation of Storage Facility and Infiltration Facility per Unit Amount
2.4	Flood Control Effect by Runoff Control Facility
CHAPTER 3	Plastic Rainwater Infiltration and Storage
3.1	General
3.2	Overview of the Facility
3.3	Design
3.4	Construction
3.5	Maintenance
3.6	Evaluation of Effect of the Facility
CHAPTER 4	Situ Improvement
4.1	General
4.2	Desktop Examination
4.3	Examining Effect of Flood Management
4.4	Design

