

## パダン洪水防御事業（2）

現地調査：2003年7月

### 1. 事業の概要と円借款による協力



事業位置図



タビン排水路の改修区間

#### 1.1. 背景

西スマトラ州の州都パダン市は、人口約 59 万人（1993 年時点。2001 年の人口は 82 万人）を擁し、スマトラ島西部地域における政治経済活動拠点として、また、海路・空路の要衝として重要な役割を果たしていた。パダン市および周辺地域の産業は農業と商業に代表され、また、スマトラ島開発の中心都市として工業都市化の指向も強まりつつあった。

一方、パダン市および周辺地域は東側に急峻な山地が迫り、多くの河川が流れ入るといふ地形的な特性から、しばしば洪水が発生し、経済活動に被害・影響を与えていた。特に 86 年 11 月の洪水では浸水区域 3,450ha、浸水家屋 6,100 戸、被災者 3 万 1 千人という深刻な被害が生じた。これを受け、88 年にはわが国の協力により洪水防御計画（円借款による E/S）が策定され、続いて 90 年から 96 年にかけてアラウ川、ジラク川等旧市街地を流れる河川等を対象とした洪水対策事業（パダン洪水防御事業（1））が実施された。しかしながら、旧市街地の北側に位置し、人口増加が顕著な新市街地を流れる河川等については洪水対策が十分でなく、同地域を対象としたさらなる洪水防御事業の実施が望まれていた。

#### 1.2. 目的

スマトラ島パダン市において、河川改修や排水路整備を行うことにより、市街地域の洪水被害の軽減を図り、もって地域社会の発展および経済成長に寄与する。

#### 1.3. アウトプット

本事業は下記の土木工事およびコンサルティング・サービスからなる。

##### (1) 土木工事

- 主要河川（クランジ川、アイル・ディンギン川）の中～下流区間における 25 年確率洪水対応の河川改修工事

- 主要支川（バリンビン川、ララス川）における 10 年確率洪水対応の河川改修工事
- 都市排水路（タビン、バウン・プンジャリナン、ロロン）における 5 年確率洪水対応の改修工事
- 上記の改修工事に伴う暗渠、落水工、道路・橋梁建設等の建設工事
- 海岸侵食防護施設（追加）

(2) コンサルティング・サービス

- 詳細設計のレビュー、入札補助等の建設工事関連技術サービス、および施工監理

図 1：本事業の対象地域（パダン市域図）



1.4. 借入人／実施機関

インドネシア共和国／公共事業省

1.5. 借款契約概要

円借款承諾額／実行額	48 億 5,900 万円／48 億 1,100 万円
交換公文締結／借款契約調印	1995 年 12 月／1995 年 12 月
借款契約条件	金利 2.3% 返済 30 年(据置 10 年) 一般アンタイド
貸付完了	2001 年 12 月

## 2. 評価結果

### 2.1. 妥当性

本事業は、旧市街地（アラウ川、ジラク川、放水路）の洪水防御を目的に完成した第1期事業（1991～96年：対象地域面積1,500ha）に継続する形で、実施・完成された。審査時においては、第六次5カ年計画（1994-99）にて「特に人口、資産の集中した都市域および灌漑施設の整備された農業地域において洪水防御事業を実施すること」が計画されており、パダン市新市街地の洪水被害の軽減を図ることを目的とした本事業の妥当性は高かった。

また評価時点では、国家開発計画（2000-04）の水利開発および管理プログラムにおいて、洪水および海岸侵食防止用インフラ設備の開発の必要性が述べられており、現在においても本事業の妥当性は確保されている。

### 2.2. 効率性

#### 2.2.1. アウトプット

本事業では、克蘭ジ川、バリンビン川、アイル・ディンギン川といった比較的新規の市街地（住宅地）を流れる河川を改修したことに加え、河口部に関連する主要な市街地排水路の改修および海岸侵食防護のための護岸や突堤の建設が行われた。海岸域の諸工事は、パダン市民の生活や資産を自然災害から守ることを目的としており、この意味において実施の妥当性が認められる。加えて、パダン市内および周辺地域のさらなる洪水防御を図るべく、アナイ・カンディス川の河川改修にかかる詳細設計も実施された。

#### 2.2.2. 期間

本事業では住民移転スケジュールが3年遅延したものの\*<sup>1</sup>、当初予定より8カ月遅れの2001年11月に本事業は完了した。

#### 2.2.3. 事業費

全体事業費は当初予定60億6,800万円のところ、57億7,300万円で完了した。これは、現地通貨の減価および競争等による効率的受注による。

### 2.3. 有効性

#### 【洪水抑止効果】

本事業により河川改修等が行われた結果、河川および水路の流下能力が向上した。当初計画されたように、主要2河川は25年確率洪水に対応する流下能力を（克蘭ジ川は870m<sup>3</sup>/秒、アイル・ディンギン川は600m<sup>3</sup>/秒）、支川は10年確率洪水（バリンビン川は270m<sup>3</sup>/秒、ララス川は5m<sup>3</sup>/秒）、都市排水路は5年確率洪水に対応する

---

<sup>1</sup> 住民移転スケジュールの遅延の理由は、(1)事業対象地域の世帯数の増加（660戸から1,066戸）および1997年の通貨危機後の土地費および補償費の高騰により、当初の用地取得・補償の予算が不足したため、(2)土地所有者が政府規定以上の補償額を求めるケースがあり、その調整に予想以上の時間を要したため、および(3)登記上の所有者（名義人）が同意した後で当事者の家族・親類の一員が異議を唱える例があり、同意プロセスに手戻りが生じたためである。

流下能力（タピン水路は42m<sup>3</sup>/秒、バウン・ブンジャリナン水路は5.5m<sup>3</sup>/秒、ロロン水路は9.5m<sup>3</sup>/秒）を、それぞれ備えるに至り、その後の最大流量に対応している（主要2河川については表1を参照）。

1994年から2002年にかかる公式の記録は得られなかったものの、本事業関係者および市民に聞き取り調査を行った結果<sup>2</sup>、93年以前にあったような外水氾濫による被害は確認されなかった（表2）。実施機関によると、03年2月に24時間降雨量が215mmを記録し、アイル・ディンギン川の流量は25年規模の600m<sup>3</sup>/sに相当するものであった。しかしながら、アイル・ディンギン川河口部の一部区間を除き、外水氾濫による洪水被害は発生していない。本事業による河川改修がなければ、300m<sup>3</sup>/s分の流下能力不足により、外水氾濫が起こっていた可能性があるところ、本事業の効果は十分に発現しているものと考えられる。（なお同降雨時に、アイル・ディンギン川河口部の一部地域において外水氾濫による局所的な洪水被害が発生した<sup>3</sup>）

表1： 主要河川の流下能力と最大流量

年	クランジ川			アイル・ディンギン川		
	流下能力 (m <sup>3</sup> /秒) (a)	最大流量 (m <sup>3</sup> /秒) (b)	(b)/(a)	流下能力 (m <sup>3</sup> /秒) (a)	最大流量 (m <sup>3</sup> /秒) (b)	(b)/(a)
1993	450	236	0.52	300	236	0.79
1994	450	316	0.70	300	316	1.05
1995	450	199	0.44	300	199	0.66
1996	450	236	0.52	300	236	0.79
1997 工事開始	450	215	0.48	300	215	0.72
1998	600	202	0.34	400	202	0.51
1999	700	199	0.28	500	199	0.40
2000	800	292	0.37	550	292	0.53
2001 工事完成	850	218	0.26	600	218	0.36
2002	870	190	0.22	600	190	0.32
2003	870	-	-	600	600	1.00

出典：パダン洪水防御事務所

※1：2003年のアイル・ディンギン川の最大流量のデータは同事務所による推定値

<sup>2</sup> 今次実施した受益者100人（ナンガロ地区、パダン・ウタラ地区、コト・タンガ地区が対象）によれば、受益者らの記憶に残っているのは1986年12月の洪水であり、有効回答98人中32人が当時の状況をはっきりと憶えている。浸水期間は1～2日間、浸水深は0.5～1.5m程度、具体的な被害は家財の損傷という内容であった。ほかの年の洪水・浸水にかかる記憶は定かではなかったが、2001年以降最近までの被害は指摘されなかった。このことから2003年2月に発生したアイル・ディンギン川河口部周辺の洪水被害は局所的なものであったといえる。

<sup>3</sup> 当該区間は築堤が計画されていたが、用地取得に至らず、築堤は実施できなかった。プロジェクト事務所によれば、河口部分の堆砂によって河口が閉塞していた上、満潮が重なり、外水氾濫による洪水被害が発生したとのことである。

表2： 外水氾濫による洪水被害履歴

年月	浸水面積 (ha)	被害内容
1981.11	1,444 (549)	記録なし
1982.12	1,281 (356)	2,280 戸、11,400 人、113 億 2,500 万ルピア
1986.11	3,450 (2,386)	6,141 戸、30,705 人、305 億 200 万ルピア
1988.11	682 (632)	1,214 戸、6,070 人、60 億 3,000 万ルピア
1992.02	780 (255)	1,388 戸、6,940 人、68 億 9,400 万ルピア
1993.06	1,309 (683)	2,330 戸、11,650 人、115 億 7,300 万ルピア
2001 工事完成	0 (0)	--
2002	0 (0)	--
2003.02 (※1)	20 (20)	300 戸、1,800 人

出典：パダン洪水防御事務所、カッコ内の数値面積が本事業対象地域の浸水面積

※1： 2003 年 2 月の履歴データは同事務所による推定値

図2： 受益者（ロロン排水路周辺の住民）



昔は洪水が頻繁だったが、排水路が改修されたことで洪水被害（水路からの覆水）を受けることはなくなった

なお受益者からのヒアリングによれば、本事業で行われた河川改修と都市排水路の整備により、パダン市域では以前は1～2日の浸水期間であったが、現在では1～2時間で水がひくようになった。マスタープランでは浸水被害ゼロを目標としているが、その目標を達成するためには、都市排水路から伸びる支線排水路の整備を進めることが必要となる。支線排水路の整備は、その所管であるパダン市政府の予算不足を補うべく、現在、州政府都市整備局の協力を得て対応を進めている。2003年度は約120億ルピアの予算（ADB、GOIおよび州政府予算）によりウジュングレン排水路の改修工事を行っている。

また、同事業では、市街地の資産保全を目的とした海岸保全事業（海岸侵食防護のための岸壁および突堤の建設）を実施しており、これによる治水効果も大きい。以前は年平均2.2mの割合で海浜の侵食が進行していたものの、現在は逆に回復をみせている（場所によっては海に向かって70m以上もの範囲が回復した）。

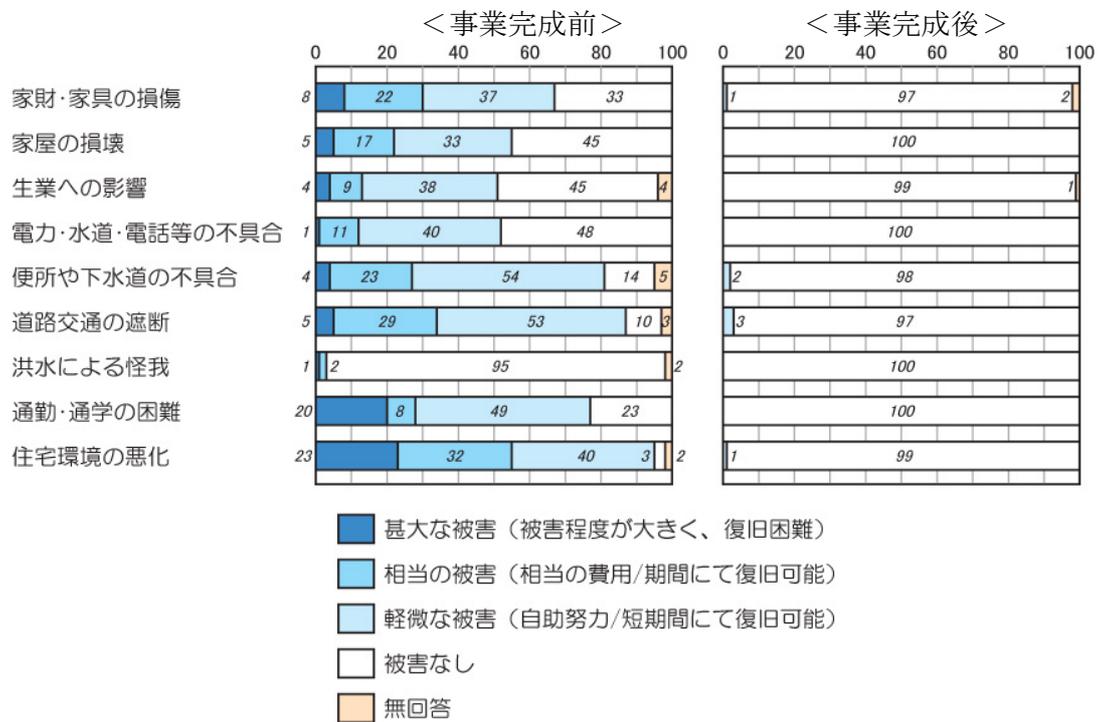
図3： 海岸突堤により回復した海浜



写真中央から左手に、海岸突堤が見える

今次現地調査期間中に、質問票形式の受益者調査を実施した。事業対象地域のうち、ナンガロ地区、パダン・ウタラ地区、コト・タンガ地区からそれぞれ30～35世帯ずつをランダムに訪問し計100人から回答が得られた。同意識調査では、「被災者の洪水被害履歴や地域の安全性にかかる評価」、「本事業による効果やインパクトの内容と程度」および「さらなる意見・要望」を尋ねている。図4は事業完成前後における洪水被害の内容と程度について、受益者の記憶を基に比較した結果であり、家財・家具の損傷の減少（6割以上）、家屋の損壊の減少（約5割）等、対象地域における洪水被害が大きく減少したことが確認された。

図4： 事業完成前後の洪水被害比較



出典：PEDAC2003 受益者調査結果より

なお、第1期事業と本事業の対象地域と合わせた受益者数は、約82万人と推定される。

### 【EIRR の再計算】

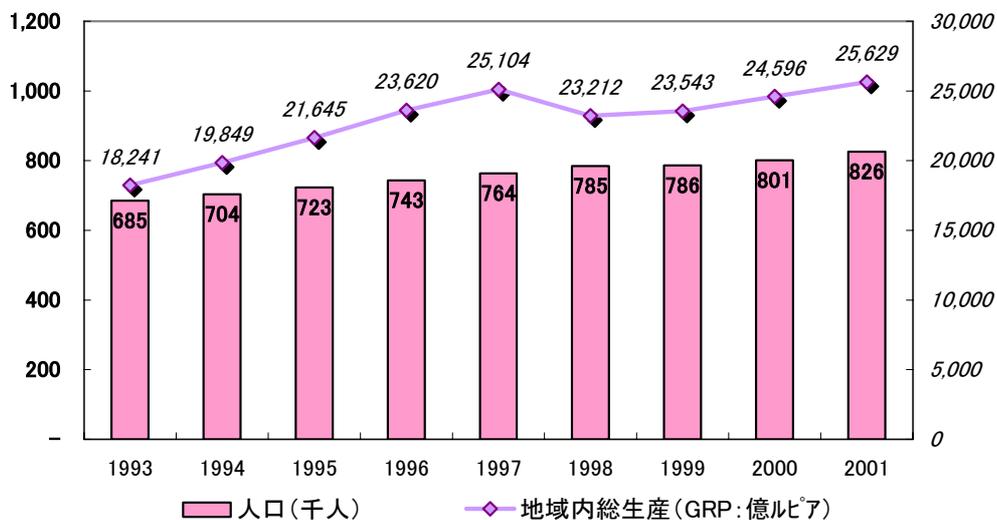
審査時の前提条件<sup>4</sup>にならい、先行完成した第1期事業と本第2期事業の両方を合わせ、全体事業としてのEIRR（経済的内部収益率）を再計算したところ、当初計算値15%に対し、再計算結果は16.1%となった。EIRRの増加の理由は、内貨建ての事業費が増加したものの、当初の想定以上の土地開発効果（地価の上昇）等により便益が増加したためである。

## 2.4. インパクト

### 【社会・経済的インパクト (1) 地域経済活動への貢献】

パダン市の人口数、地域内総生産（GRDP）といった指標値は全体として増加基調にあり（GRDPは1997年終盤のアジア通貨危機の影響により一時的な落ち込みがあったものの回復基調にある）、各地域における経済活動の拡大、活発化が期待される。パダン市の経済成長率(1995-2001)は年平均で3.4%であり、インドネシア全体の平均(1.2%)を大きく上回っている。「2.3. 有効性」でみたように、本事業開始前の93年に大規模な洪水が発生し、推定115.7億ルピアの被害を受けた（これは同年GRDPの約0.6%に相当）。本事業による洪水防御対策がなければ、2003年2月の洪水の際など地域の経済活動が応分のダメージを受けていた可能性がある。

図5：パダン市の人口、地域内総生産  
(GRDP(地域内総生産)は1993年価格ベースの実質値)



出典：パダン市統計局

### 【社会・経済的インパクト (2) 土地利用、資産価値向上の誘因】

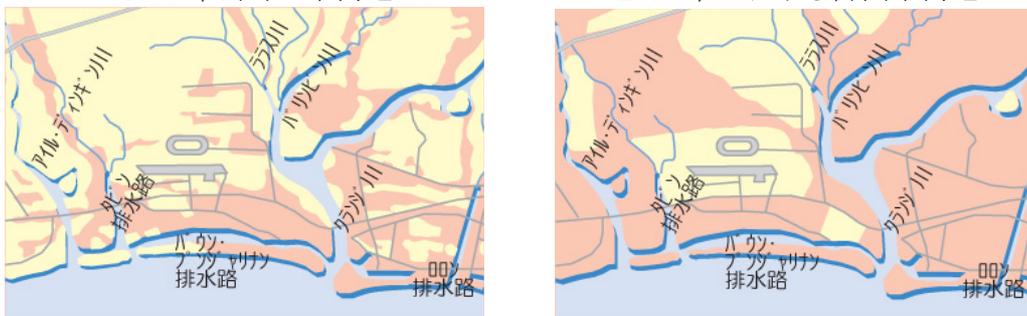
洪水被害が著しく減少したことにより、従前は低湿地であり恒久住宅建設に不向きであった土地が、恒久住宅建設可能となり、アイル・ディンギン川流域やタビン排水路周辺では住宅不動産開発が活発化している。また、それに伴い土地価格も上昇

<sup>4</sup> 費用には工事費の他、用地取得・移転補償費、再投資費用及び維持管理費を含む。便益は資産や農業生産に対する被害の減少額及び土地開発効果を想定している。

した。パダン洪水防御事務所の所在地（クランジ川の後背地）の土地価格は、従前 5,000Rp./m<sup>2</sup>であったのが、現在（2003 年）は 350,000Rp./m<sup>2</sup>と上昇した。また、ロン排水路周辺の住宅地（パダンでは外国人の利用も多いパンゲラン・ビーチ・ホテル付近）の土地価格は従前の 30,000Rp./m<sup>2</sup>から 300,000Rp./m<sup>2</sup>へと上昇した。事業実施期間中の物価の上昇を考慮しても、このように地価が大幅に上昇しており、地域の安全性が向上したこと等による資産価値が向上している。

地域の安全性向上は同市の土地利用計画にも変化をもたらした。パダン市の土地利用において、主要河川沿いの洪水常襲地域は従来空白地帯となっていたが、00 年に改訂された長期土地利用計画（目標 2010 年）では、主要河川沿岸地域まで含めて利用することが目標と定められた（図 6）。洪水に対する安全性が高まったことで、市内の限られた土地をより有効に活用できる条件が整ったものと理解される。

図 6： 本事業対象主要河川周辺地域の土地利用変化  
 <1996 年当時の市街地>                      <2010 年における計画市街地>



両図ともピンク色の部分が市街地利用（住宅、商業）である。2000 年に改訂された市土地利用計画（右）では、既存空港周辺がレクリエーション地（オープン・スペース）、その上流域が水域保全地区と定められたものの、それ以外の土地はほとんどが有効利用されるものとして示されている。  
 注） 1996 年当時の市街地の範囲は「Present Land Use of Padang City (1996)」をもとに、2010 年における計画市街地の範囲は「Revisi RUTR Kota Padang Th.1983-2003（2000 年改訂）」に示された 2010 年土地利用計画図を基に、それぞれ作図した。

### 【社会・経済的インパクト（3） 受益者による認識】

先に紹介した受益者調査では、本事業により河川改修等が行われたことによる社会・経済面のインパクトについても尋ねている。これによると、上述した土地利用改善・資産価値向上（78%）のほか、生活水準の向上（34%）が回答されている。また、河川改修により水辺環境が改善されたことにより、蚊の発生が減り、蚊を媒体として感染・発病していたデング熱等にかかりにくくなったことも挙げられた。

### 【環境社会面インパクト】

本事業では 1,066 戸の住民移転が発生した。住民移転に関する補償は、パダン洪水防御事務所とパダン市各局から構成される用地取得・移転補償委員会によって、インドネシア国内法が定める補償基準に則って実施された。これまでのところ住民からの不満の声は聞かれていない。

また、事業実施前の 1992 年から 94 年にかけて、環境影響調査（EIA: Environmental Impact Assessment）が行われ、工事期間中の濁水発生にかかるモニタリング、動植物への影響等につき、十分配慮しながら事業を実施するものとされた。これを受け、

工事期間中に行われたモニタリングによると、工事に伴う濁水は発生したものの、それが環境悪化を引き起こすほど強いインパクトをもたらすものではなかった。また、動植物への影響に関しては、バウン・プンジャリナン水路沿いの一部区間に貴重種の野鳥（現地語でクンテルという名の鳥）の生息地域があったため、当該区間における護岸工事を一部取り止め、生育地域への環境社会影響に配慮した。

事業完成後、事業関係者によれば、環境悪化等特段の問題は生じておらず、むしろ、河岸斜面の浸食防止など好ましい影響が評価される。住民意識調査の結果をみても工事期間中の濁水や騒音を指摘する意見はあったが、95%の住民が特に懸念すべき環境上の影響はないと答えている。

## 2.5. 持続性

### 2.5.1. 実施機関

#### (1) 技術

実施機関によれば、スタッフの人数は十分であるが、トレーニングの機会に恵まれておらず、技術水準は向上の余地があるとのこと。本事業のコンサルティング・サービスにおいて、運営・管理にかかるマニュアルが作成され、実施機関の技術力の向上に寄与したものと考えられるが、さらに実施機関は新規事業を通じての技術移転を望んでいる。

#### (2) 体制

地方分権前は、河川改修は公共事業省水資源総局の所管であり、市街地排水路は都市・農村開発総局（当時の Cipta Karya）の所管という行政機構上の区分けがあったが、地方分権後は原則的にすべてが地方政府（パダン市政府）により運営・管理されることとなっている。しかし、本事業で改修された河川関連施設（護岸施設）の運営・管理は、中央政府から地方政府への移管が完了していない（都市内排水路に関しては、地方政府に移管済み）。

#### (3) 財務

地方分権前にはパダン市居住インフラ局全体予算は年間 300～400 億ルピアであったのが、地方分権後はおおむね半減した（2003 年度予算は 170 億ルピア）。本事業にかかる運営・管理予算は、年間 3 億ルピアであるが、今のところ運営・管理予算による問題は生じていない。

### 2.5.2. 運営・管理

本事業にて改修・整備された施設は全体として良好な状況にあり、その機能上特段の問題はないと判断される。

### 3. フィードバック事項

#### 3.1. 教訓

なし。

#### 3.2. 提言

なし。

主要計画／実績比較

内 容	計 画	実 績
<b>アウトプット</b>		
<b>建設工事</b>		
1) 都市部河川改修	改修区間 L=22,800 m	15,597 m
- クランジ川	6,700 m	4,341 m
- アイル・ディンギン川	3,592 m	2,109 m
- バリンビン川とララス川	4,653 m	3,976 m
- 都市内排水路	7,855 m	5,171 m
2) 河川改修		
- 掘削	952,840 m <sup>3</sup>	1,078,825 m <sup>3</sup>
- 築堤	421,942 m <sup>3</sup>	535,189 m <sup>3</sup>
- 旧河道埋立て	135,245 m <sup>3</sup>	70,376 m <sup>3</sup>
- 斜面保護/護岸工		
コンクリート・クリブ	34,547 m <sup>2</sup>	6,611 m <sup>2</sup>
コンクリート・ライニング	33,980 m <sup>2</sup>	16,415 m <sup>2</sup>
蛇籠工	24,672 m <sup>3</sup>	4,703 m <sup>3</sup>
グロイン	15 か所	0
湿式石積工	--	95,456 m <sup>2</sup>
都市部河川護岸工	8,698 m <sup>3</sup>	10,641 m <sup>3</sup>
3) 構造物設置		
- 堰	5 か所	4 か所
- 暗渠	90 か所	130 か所
- 落水工	1 か所	2 か所
- 取水口/堰	1 か所	2 か所
4) 橋梁建設/付け替え	18 か所	17 か所
5) 管理用道路	98,771 m <sup>2</sup>	104,447 m <sup>2</sup>
6) 水位観測所	4 か所	0 か所
7) 海岸保護構造物建設	--	5,318 m
コンサルティング・サービス		
1) 期間	57 カ月	65 カ月
2) 人区	外国: 94 M/M, 現地: 207 M/M 合計 301 M/M	外国: 144 M/M, 現地: 357 M/M 合計 501 M/M
<b>期間</b>		
L/A	1995年12月	同 左
コンサルタント選定	1995年7月-1996年6月	1995年9月-1996年5月
用地取得	1995年4月-1998年3月	1993年4月-2001年8月
コントラクター選定		
1) 事前審査	1996年7月-1996年9月	1996年1月-1996年5月
2) 入札	1996年10月-1998年4月	1999年9月(パッケージV) 1996年7月-1997年7月 1999年10月-2000年3月(ハV)
建設工事	1998年4月-2000年9月	1997年7月-2001年9月
コンサルティング・サービス		
1) 詳細設計レビュー	1996年7月-1996年12月	1996年7月-1997年3月
2) 工事監理	1997年1月-2001年3月	1997年4月-2001年11月
3) アナイ・カンデイス川改修の詳細設計	--	2000年10月-2001年11月
<b>事業費</b>		
外貨	24億4,500万円	15億2,500万円
内貨	36億2,300万円	42億4,800万円
	(805億4,000万ルピア)	(2,708億7,100万ルピア)
合計	60億6,800万円	57億7,300万円
- うち円借款分	48億5,900万円	48億1,100万円
換算レート	1ルピア=0.045円	1ルピア=0.0156円

(1995 年時点)

(期中平均レート)

## **Third Party Evaluator's Opinion on Padang Area Flood Control Project**

Mr. Kusumo A.Martoredjo  
Chairman  
Indonesia-Japan Economic Committee

### **Sustainability**

In general the Padang Area Flood Control project is very much effective in containing the external overflow due to over-topping from the rivers, so that it can be considered that the long term objectives particularly the socio-economic and environment impacts have been sufficiently realized. Land areas that previously hardly can be used for economic activities are now free from flood and the many people who settled in the areas concerned can have a better life.

The problem of sand sedimentation at the mouth of the Air Dingin river according to the Deputy Head of the Project has been solved and there is no more sand blocking the flow of the Air Dingin River into the sea by constructing jetties along the end banks of the rivers using such technique that made it possible the sand be swept to sea by the downturn of the tide. Subsequently no more flood occurred in the surrounding settlements.

The flood that occurred during the rainy season of 2003 and 2004 are not due to the over-topping of the rivers but due to urban drainage channels that are not effective enough in channeling the surface water caused by the heavy rainfall at certain times only and hardly bring much damage to the city of Padang since the flood subsides within practically short time.

This brings to attention the Operation and Maintenance System of the River Improvement and the Urban Drainage Channels. Up to now the operation and maintenance of the river banks and other infrastructures that was constructed during Phase I and Phase II for flood control and prevention of abrasion of the seashores fell under the Directorate General of Water Resources (Western Region) of the Ministry of Settlement and Regional Infrastructures. Thereby the cost for O&M is born by the Central Government. On the other hand the operation and maintenance of the Urban Drainage Channels fell under the Division of Space Planning and Settlement (Tata Ruang dan Pemukiman) of the Padang Municipal Authority. The Padang Flood Control Management (Badan Proyek Pengendalian Banjir) do made the effort to control the outlet of the city drainage that are connected to the flood control canals but it is limited at the most up to 100 meters inward.

As for the funds available for operation and maintenance are very much limited, be it that being borne by the central government as well as the municipal authority. Consequently the management of the Padang Flood Control Project is having difficulties in employing permanent staff and workers. Even though there is no difficulty in finding technically suitable and capable and well qualified persons, it is being impaired by not enough funds available. The management is forced to employ a number of temporary staff and workers with no right for remuneration and other amenities as received by permanent staff and workers. As expected the temporary workers are not very dedicated and whenever there are lack of technical skills it is rather doubtful that it will be useful to train them knowing that they will leave at the first better opportunity that comes by.

Despite the shortage of funds available for operation and maintenance the management of the Padang Flood Control Project does their utmost to maintain and keep the project in good condition and their effort resulted that no more flood caused by overflow due to over-topping of the many rivers that run through the city of Padang. Aside of several bridges, canals, construction of rivers' embankment, dams, jetties and other structures along the seashores as well as road enlargements as part of the projects are added social, economic and environment benefits, some offers places for recreation for the people of Padang and its surrounding.

In our opinion the project is beneficial, while lesson learned is that funds for operation and maintenance should be taken into consideration in the future as well as how to integrate one project with the existing related structures, the synchronization of the O&M management system if it has to be under different authorities.