C. Type Ⅲ. K. Boyong 砂防施設計画試案

a) 流域の特徴

i) 流域諸元

流域面積	河道延長	河床勾配	計画高水流量	備考
76.0 km²	37.0 km²	8.0%	695 m³/s	K. Code

ii) 火山噴火の影響

現在ほとんどない.

iii) 土砂移動形態

Nuée Ardente 終端	10km地点,	標高	650m
Lahar 〃	15 〃	〃	420 〃
侵食地帯 〃	13 〃	〃	470 〃

iv) 土砂の生産, 流出

(i) 侵食は 5~13K の間で行なわれている

(ii) 過去のLahar堆積物が土砂の生産源であり, 河床堆積物が比較的多い。

(iii) 大洪水にはLaharの発生が考えられるが, 平年での土砂の移動は少ない。

(iv) 土砂の堆積

8~12K 附近に堆積が多い.

(v) 河床構成材料

細粒部が流出して, 比較的大粒径の土砂が残っている。

(vi) 乱流, 河岸欠壊

過去の流出土砂の粒径部分が中洲状に残り, 乱流を生じている。このため局部的河岸欠壊がある。

(vii) 河床変動及び氾濫

平年においては、流出土砂が少ないため河床は低下している。vi)の乱流や橋梁地点がネックとなり氾濫を起している。

b) 計画基準点

i) 第1計画基準点　13kかんせい点

ii) 第2計画基準点　YOGYAKARTA市国道橋

iii) 第3計画基準点　K. Opak合流点

c) 計画基本土砂量

i) 計画生産土砂量

侵食を受ける可能性のある不安定土砂量のうち大洪水年に生産される土砂量とする。

計画第1基準点　1,473 m³

ii) 河道調節土砂量

	第1基準点	第2基準点	第3基準点
河道面積	229 m²	723	252
調節深	2.5 m	0	0
調節量	573 m³	0	0

iii) 計画流出土砂量

第1基準点	第2基準点	第3基準点
864 m³	864	864
(1,437-573)	(864-0)	(864-0)

(Fig-C.1.)

iv) 計画許容流砂量

K. Krasak 等の 76～77年 河床変動による流砂量を参考として求める。

比流砂量　3413 m³/km²/year

ここで求める許容流砂量は、大洪水年であるので、K. Krasak 等5河川の 1969, 71, 75, 76年の流砂量算定値（Brown式）のうち最大な75年と76年の比を乗ずる。

3413 × 2.1 = 7167 m³/km²/year

	流域面積	許容流砂量
計画ヰ1基準点	11.4 km²	80 m³
計画ヰ2基準点	50.4	360
計画ヰ3基準点	76.0	540

v) 計画超過土砂量

	流出土砂量	許容流砂量	超過土砂量
計画ヰ1基準点	864	80	784
計画ヰ2基準点	864	360	504
計画ヰ3基準点	864	540	324

超過土砂の最も大きい計画ヰ1基準点を計画対象とする。

d) 砂防施設配置計画

計画超過土砂量のうち最も大きい、第1計画基準点の78.4$10^3 m^3$を対象として施設により合理的に処理する。

i) 生産土砂抑制施設

8K～13Km地点間の河床、河岸土砂の侵食防止のため、ダム5基を計画する。

ii) 流出土砂調節施設

砂防ダムの調節量で流出土砂を調節する。

K. Boyongは流砂の少ない期間が長いと考えられる。このため洪水時に砂防ダムへ急勾配に堆砂した土砂を次の洪水までに流送して調節機能を回復させ得るものと考えられる。

調節量は、元河床 I

堆砂勾配 1/2 · I

洪水 〃 3/4 · I とし 両者にはさまれた量とする。

iii) 河道整備施設

① 河道の整備

特にはんらん危険地点、河岸決壊箇所について局部的に床固工（2基）護岸工を計画する。

② 橋梁の架け替え

橋梁地点がネックとなりはんらんしている箇所について橋梁の架け替えを計画する。

③ YOGYAKARTA市内の河道内に多数の住宅があり、常時侵水しているため現状以上に河床を上昇させないよう計画する。

また、本河川とPlanbanan, Borobudur, Yogya空港を結ぶ路線上にあり、観光文化都市として環境美化の面を考慮した河道計画についても検討の余地がある。

e) 土砂処理計画

以上の方針により施設を配置した結果はTable C-3のとおりである。

f) 概算工事費

1978年単価により算定した概算工事費はTable C-2のとおり、詳細はAppendices 3.4に示す。

g) 計画案の決定

K. Boyongの施設計画案をTable C.2のとおりとする。

Table C-1 K. Boyong Proposed Amount of Sediment

Unit: 10^3 m^3/year

Mark	Proposed Sediment Amount	1st Design Basic Points		2nd Design Basic Points		3rd Design Basic Points	
		Mark	Amount	Mark	Amount	Mark	Amount
a	Amount of Sediment	a_1	1,437	a_2	0	a_3	0
b	Amount of sediment to be controlled on channel	b_1	573	b_2	0	b_3	0
c	Amount of sediment discharge	c_1	$(a_1 - b_1)$ 864	c_2	$(c_1+a_2-b_2)$ 864	c_3	$(c_2+a_3-b_3)$ 864
d	Allowable sediment amount	d_1	80	d_2	360	d_3	540
e	Excess amount of sediment discharge	e_1	$(c_1 - d_1)$ 784	e_2	$(c_2 - d_2)$ 504	e_3	$(c_3 - d_3)$ 324

Table C.2 Summary of Sabo Facilities on K. Boyong

Unit: Rp. 1,000

Check dam	Consolidation dam	Training levee	Dike and revetment	Groin	Others	Construction cost estimates
(m) 5	(m) 2	-	(m) 6,960	-	* 2	(RP) 1,500,000

* Bridge

Table C.3 Proposed Sabo Facilities and Sediment Amount

Unit: 10^3 m^3/year

		Number	Amount
Excess amount of sediment		-	784 (m^3)
Reduction amount of sediment	Check dam	5	515
Amount of sediment to be controlled	Check dam	(5)	269
Total		5	784

3.3 河川のトラブルスポット

河川の実態の項で述べたように 河川災害は洪水時の氾濫と irrigation intake 等の機能障害が主なものとなっている。
これらの災害を軽減するための基本方針は 次のようになる。

1) 基本対策

(1) 流出土砂のコントロール

洪水時の流出土砂に強く影響を受けているのが K. Progo である。
先の河床変動計算から判るように かなりの土砂が堆積している。とくに 1969年の Merapi の噴火と雨期の降水によって、K. Krasak 合流点より河口に至る間に約7,000,000 m^3 の土砂の堆積があったものと推定される。
河川の防災の基本理念は 河床の安定を図ることである。したがって、このためには河道の流送能力を上回る土砂を 上流の砂防計画によって 土砂の封止を図ることが肝である。一方、河道としては 流送能力を最大限に増大させるよう対策を講ずることが必要である。水理・水文班によって検討された河道の流送能力は 下流の Srandakan 橋で 3,000 m^3/s、上流の Duet 水位観測所地点で 下流の5倍の流送能力 15,000 m^3/s と試算されている。一方、河床勾配は 河口から Duet 間で ほぼ直線的に 1/600 となっている。また、この間の流量増を見込み 現在の下流部の 500〜700m にも及ぶ広大な河道幅を 上流の河道幅 約100m に応じて縮小し、併せて河床掘削を行なって、妥当な HWL に洪水流量をおさめることである。

(2) 流れ蛇行の安定化

K. PROGO、K. OPAK ともに急峻な扇状地河道を形成している。
とくに K. Progo の下流部においては 河幅が広く 蛇行は複列の強制蛇行の性質を呈している。この場合の洪水時の主流線は 極めて不安定で 水衝部が安定しない性質となっている。そのために 側方侵食が 河道全般にわたって その危険が発生し、貴重な土地の減失につながっている。この対策としては 上記のように 河幅をある程度せばめ 単列蛇行に性質をかえ、蛇行を安定させ、水衝部の護岸対策に当ることが必要である。

(3) 河口導流堤の設置

K. Progo, K. Opak ともに河口は東から西に河口が伸長することなく乾期にはほとんど完全に閉塞する。これは雨期に運搬された多量の土砂が河口に置かれ、乾期の流量減と東から西への風の変化と強い潮流が加わって起こる現象である。この河口閉塞の現象はジャワ島について見れば インド洋側に河口を有する河川に一般に見られ、ジャワ海に河口を有する河川は ジャワ海が浅い海底のため 河口は伸長し、河口閉塞はほとんど発生していない。
上記のことから、河口閉塞を防止し、下流部の洪水被害を軽減するためには 導流堤の建設が効果的と考えられる。

(4) 河道改修案

上記の事項を踏まえ、河道改修案としては K. PROGO において、次のように提案される。なお、現在存在している縦、横断、平面図は きわめて乏しいので、ラフな計画とならざるを得ない。したがって、今後 早急に これら河川測量図の充備されることが 欠くべからざる事と考えられる。

a) 河床の安定化を図ることを念頭に、上流の流砂能力と見合うように 下流断面を設計する。
b). 河川改修区間は 河口から約 20 km までが対象と考えられる。
c) 河床縦断形は 現在の 1/600 から 1/550 に 河川勾配を急峻化させる (Fig 3.3.1)
d) Fig 3.3.2 は 上記の条件を考え設計された標準横断形が示される。この図に示されるように、現在の約 500 m (SRANDAKAN 橋地点) から 約 200m の低水路幅をもたせた複断面形とする。
e) 河川幅は 約 300 m として、残り約 200 m については新たな土地利用に振り向ける。
但し、安全性の観点から この土地利用は乾期中

に限るものとすることが望ましい。

f) 洪水水位は過去の洪水流出規模 5000 m³/s 時の現況断面で得られた程度の水位とする。

g) 上記の河床掘削量は およそ $15 \times 10^6 m^3$ 程度が予想される。この掘削土は築堤及び背後地の盛土に振り向けることが望ましい。

h) なお、この計画によって irigation intake の改築、橋梁の補修の必要性があろう。

2) トラブルスポット対策

(1) かんがい intake の機能障害対策

irigation intake の機能障害対策は上記の (1)~(3) の基本対策を実施することが必要である。この場合でも、洪水時の流送される土砂は多量であるので、K. Progo の Mangir intake の Open cut 方式は洪水時に埋没の恐れがあるので、ゲートを設けることが必要である。なお、K. Opak の側方タイプの intake 方式はゲートが設けられているが、ゲートの敷高が河床面より約 0.5m 高い位置に設置され、雨期の土砂混入を避けるため この間はゲートを閉じ取水を停止している。

このため 年間を通し できるだけ安定取水を可能にするためには次のように 結論される。

a) 流出土砂のコントロールと 河道改修の併用を図り河床を安定させる

b) 側方 intake から 河川を横断した weir に 到かえる

c) 側方 intake の場合、ゲートを設ける。ゲートタイプは 1段ゲートから 多段ゲートに改造し 不測の河床変動に対処するとともに、オーバーフロー取水として 年間を通して取水するようにする。

d) 維持管理を充分に行う

(2) その他のトラブルスポット対策

内水対策、河口閉塞、河岸側方浸食の対策は先の(1)～(3)の基本対策を実施することによって解決されると考えられるが、併せて維持管理を充分に行う必要がある。

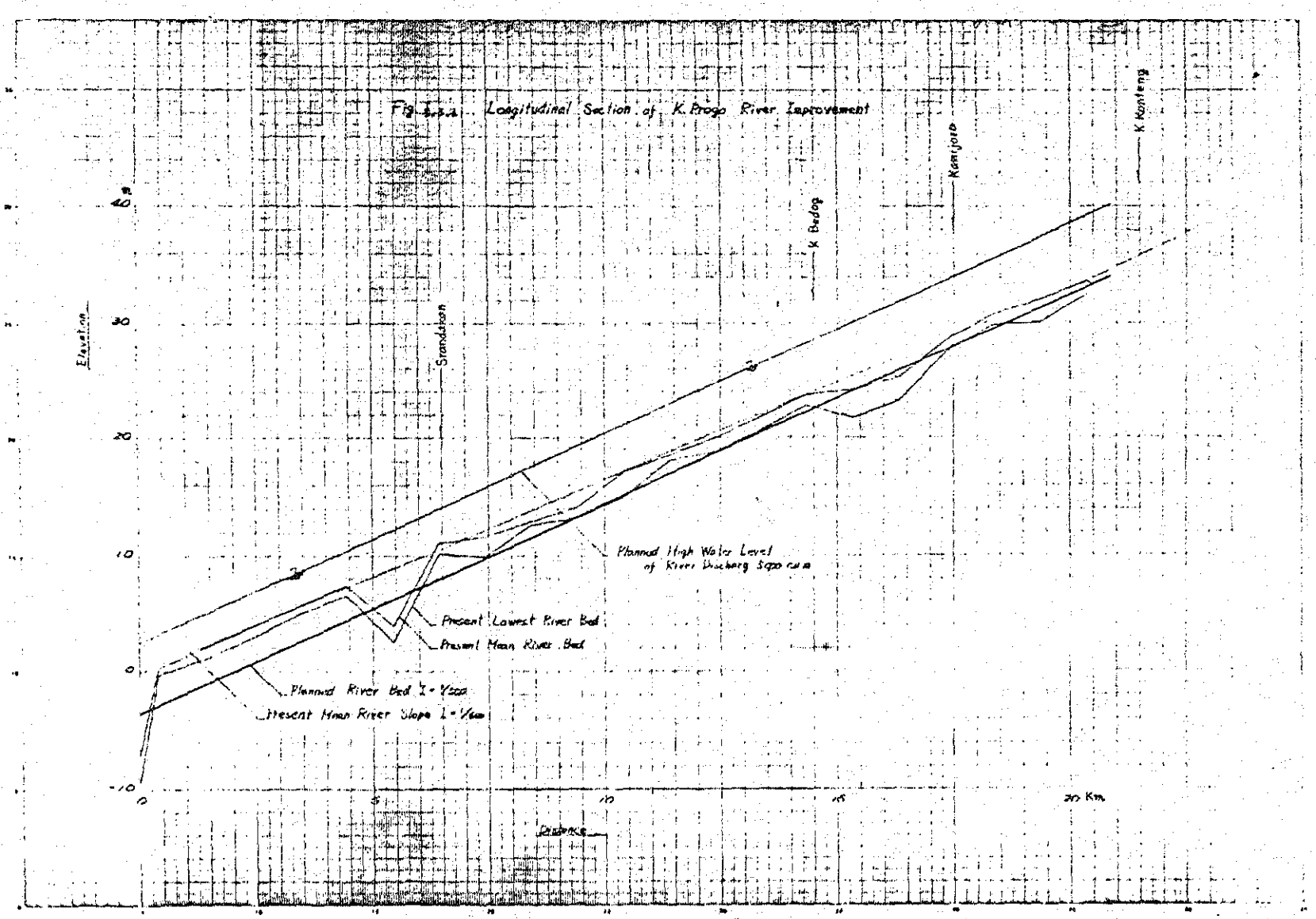
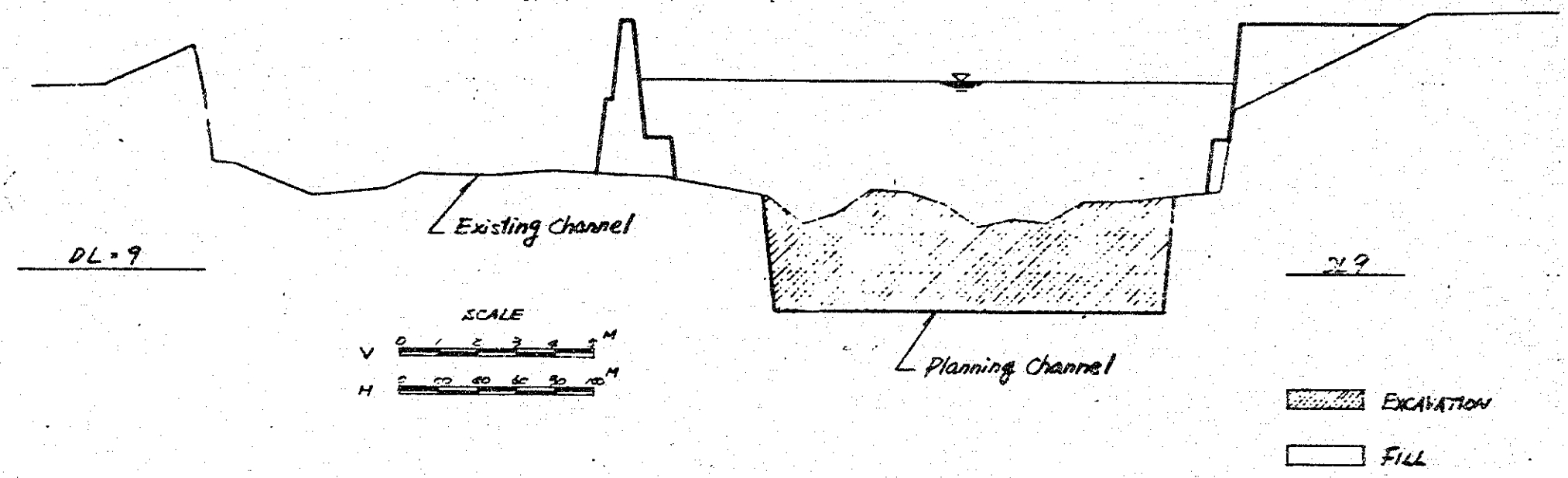


Fig. 2.5.2 Longitudinal Section of K. Progo River Improvement

Fig. 3.3.2 CROSS SECTION OF K. PROGO RIVER IMPROVEMENT AT SURANDAKAN BRIDGE



3.4 評価

3.4.1 経済評価

1. 概要

この章では、これまでに集め得た資料を使って、当該砂防計画によってもたらされる経済的、社会的効果の評価を行う。対象となるモデル三河川の受益地の面積は 6,685 ha であり、240 集落、16,000 世帯、73,000 人の住民が、計画実施によって安全な生活の場を確保することができるようになると期待される。(表-3.4.1)

表-3.4.1 受益地の面積・人口

Type	I	II		III	計
河川名	K. Krasak	K. Woro		K. Boyong	
土砂被害 / 洪水被害	土砂	土砂	洪水	土砂	
面積 (ha)	2,200	1,732	1,617	1,136	6,685
上流	1,169	481	-	16	1,666
下流	1,031	1,251	1,617	1,120	5,019
土地利用構成比 (%)	100	100	100	100	
田畑	65	44	29	66	
ヤード	25	50	65	23	
その他	10	6	6	11	
人口 (人)	27,630	16,380	21,490	7,740	73,240
集落数	59	58	87	35	239
世帯数	6,010	3,720	4,880	1,760	16,370
平均家族構成員数 (人)	4.6	4.4	4.4	4.4	
道路密度 (km/km²)	3	5	5	4	

当該砂防計画によってもたらされる便益には、人命、家畜、田畑、農作物、家財を含む家屋、道路、灌漑施設、あるいは学校、病院、モスク、集会所等の社会施設に対する被害の軽減という直接的効果の他に、安定した生産の場を確保することによって期待される農家収入の増加と雇用機会の創出、直接プロジェクトの工事に雇用される労働者の収入増加とそれによってもたらされる地域開発効果、灌漑施設の破壊によってその灌漑地域がこうむる収穫減の回避、道路の遮断あるいは重要な社会施設の破壊によって発生する経済的、社会的損失の軽減などの間接的効果がある。

モデル地域を対象に行ったアンケート調査では、住民の65%が土砂、洪水による被害経験をもっており、生活水準向上のために、まず災害を防止する堤防の建設、修復を望むという回答が圧倒的に多かった。(Form C-2の12, 15参照) 被害状況については、田畑に対する被害が最も多く、所により、多くの家や道路が被害を受けているが、人命が失われたという例は、意外に少ない。(Form C-1の14, Form C-2の13参照)

こうした点を考慮して、以下の費用-便益分析では、次の便益を推定し、内部収益率を計算した。

- 田畑、農作物に対する被害の軽減
- ヤードに対する被害の軽減
- 家屋に対する被害の軽減
- 道路に対する被害の軽減
- 安定した生産による農家収入の増加

この他の社会、経済的効果の主なものについては、別に記述し評価の参考とした。また、被害面積、プロジェクト・ライフ、建設期間、建設費の変化に対して、感度分析を行った。

2. 便益

被害面積

砂防計画を実施しなかった場合、被害を受けると予想される被害面積を1969年から1976年までの8年間の被害実態調査から、各タイプ毎に推定した。

Type I の場合、計画の対象地域に K. Krasak と K. Bebeng の合流点が含まれており、この両河川により過去被害をこうむった水田の面積は、8年間で 576.1 ha であり、年平均ではおよそ 70 ha となる。(表 3.4.2 参照) この 70 ha のうち、土砂の被害をこうむった水田の面積は、地形の調査から約50%

の35haと推定される。

この地域の土地利用構成比を基に被害面積を推定すると、年間約110haとなり土砂による被害面積はその50%の55haと考えられる。

Type IIでは、K. Woroによる被害状況のデータが不足していることから、それと似通ったK. Gendolの資料を使って、被害面積を想定した。1969年から76年までの8年間に被害を受けた水田の面積は、139haであり、年平均では、15ha程度の水田が被害にあうと考えられる。地形条件から判断して15haの水田のうち8haの水田が土砂洪水に見舞われ、さらにK. Krasakでの調査結果をType IIにも適用すると、50%の4haの水田が土砂被害をこうむると推定される。水田以外の土地も含めた被害面積は、40ha程度となり、土砂被害面積は、11haと推定される。

Type IIIのK. Boyongでの水田被害は、1969年に57haの被害を受けているが、その後1978年の調査時点、まで目立った被害は報告されていない。今回の費用便益分析では、1969年から1978年までの10年間に一度50ha程度の水田が被害に会うものと仮定し、年平均で5ha、そのうちの50%の2.5haの水田で土砂被害を受けるものとして便益を計算した。

以上のように被害面積の推定には災害の発生頻度を適確に知ることが

できないため、過去8年間の災害データによったが、感度分析により計画の効果の安定性を検証した。

田畑、農作物に対する被害の軽減

土砂による田畑、農作物に対する被害は、災害時に栽培していた農作物の被害と、その後かなりの復旧費を投じなければその田畑での耕作が不可能になることによって失われる農民の純収入である。農作物の被害は一回限りのものであり、その被害額も、その後に失われる農民の純収入に比べて、無視できるほど小さい。従って費用-便益分析では、田畑での耕作が不可能となることによって失われる農民の純収入だけを考慮した。

失われる農民の純収入の算定に当っては、各河川の属する地域のcropping pattern と各作物からの純収入を基に、各地域での期待される年間1ha当りの純収入を推定した。(農業調査、Cropping Pattern (表3.4.3)、Production Cost (表3.4.5)、Gross Revenue (表3.4.6)) (表3.4.4) 1978年価格での年間1ha当りの純収入は Magelangで Rp. 207,000、Klatenで Rp. 875,000、Slemanで Rp. 668,000 となり、これから、二つ以上の Kabupaten にまたがっている河川ではその面積比に応じて各モデル河川毎の失われる農民の純収入を計算すると、K. Krasak, K. Woro,

K. Boyong でそれぞれ、年間 1ha 当り、Rp. 460,000, Rp. 875,000, Rp. 668,000 と推定される。従って年間の土砂による被害予想面積から、計画実施によって軽減される被害額は、Type I の K. Krasak で毎年 Rp. 16,000,000 であり、Type II の K. Woro では Rp. 3,500,000, Type III の K. Boyong では Rp. 1,700,000 となる。

他方冠水被害による田畑の被害額は、雨期に最も栽培されている Paddy の収穫が、1～2日間、0.5～0.99m の冠水にみまわれ、25% 減少するものとして計算した。水田 1ha から期待される純収入は、K. Krasak で Rp. 171,000, K. Woro で Rp. 348,000, K. Boyong で Rp. 248,000 であり、冠水被害面積と 25% の収穫減を考え合せれば、冠水被害の軽減額は、K. Krasak で年間 Rp. 1,500,000, K. Woro で Rp. 960,000, K. Boyong では Rp. 160,000 となる。土砂による被害と異なり、冠水被害の軽減額は累積されていく性質のものではない。従って土砂被害の軽減額に比べてはるかに少額であることから、収入減を 25% ではなく、20% あるいは 30% としてみても、全体の評価結果に与える影響はほとんどないといえる。

ヤードに対する被害の軽減

ヤードが被害を受ける頻度を推定することができなかったので、ここでは、田畑の被害面積と、土地利用構成比からその被害面積を想定した。年間のヤードの土砂による被害面積は、K. Krasak で 14ha, K. Woro で 6ha, K. Boyong で 1ha、冠水被害面積はそれぞれ 14ha, 17ha, 1ha と推定される。

ヤードの被害額については、そこで栽培されている主に自家消費の作物，果樹あるいは建築資材としても利用価値のある竹等々細かな調査が必要である。今回の費用-便益分析では、過去に受けた災害のデータからヤードの受ける被害額を田畑の受ける被害額の10%と仮定した。ただし冠水被害についてはその額も少なく、単年度限りのものであり、さらに安全側をとるという意味からも便益の計算には含めなかった。

このようにして推定されるヤードに対する被害額の軽減は、K. Krasak で毎年 Rp. 650,000, K. Woro で Rp. 530,000, K. Boyong で Rp. 70,000 となる。

家屋に対する被害の軽減

家屋に対する被害を 1969年から1976年までの災害資料からみると、この8年間で Type I の K. Krasak および K. Bebeng で 500戸, Type II の K. Gendol で

150戸、Type Ⅲの K. Boyong ではゼロとなっている。これを、被害を受けた水田 1ha 当りに直すと、それぞれ、1戸/ha、1戸/ha、およびゼロとなる。水田 1ha に対する家屋の被害の比率が今後も変わらないと仮定すれば、被害を受ける家屋数は、K. Krasak で 40戸、K. Woro で 15戸、K. Boyong でゼロと推定される。

家財を含む一戸当りの被害額を過去のデータ(および家屋の見積り資産額)から推定すると、Rp. 100,000 となる。従って年間の家屋に対する被害額は、K. Krasak で Rp. 4,000,000、K. Woro で Rp. 1,500,000、K. Boyong ではゼロと考えられる。家屋への被害は一回限りのものであり、各年度の砂防工事が完了した翌年に、軽減される被害額として便益に挙げた。

道路に対する被害の軽減

当計画の受益地の道路密度は、K. Krasak で 3km/km²、K. Woro で 5km/km²、K. Boyong で 4km/km² である。従って土砂被害を受けると予想される被害面積に含まれる道路延長は、K. Krasak で 1.7km、K. Woro で 0.6km、K. Boyong では 0.2km となる。

これらのほとんどの道路は砂利道の村道であり、その被害額は過去の

災害資料からみて、Rp.2,000,000/Km 程度と考えられる。この単価は、同等の村道の建設費とも大体一致している。このことから道路に対する被害額の減少は、K. Krasak で Rp.3,400,000, K. Woro で Rp.1,200,000, K. Boyong では Rp.400,000 となり、各年度の砂防工事が完了した翌年に便益として挙げた。

また道路の冠水による被害は、道路の性格からみてほとんど無視できると思われ、便益には含めなかった。

農家収入の増加

砂防計画の実施により、その受益地域では水の供給や生産活動が安定し、計画を実施しない場合に比べて、より大きな生産の増加が期待できる。今回調査した米の収量増加の傾向から、安定した土地での収量増加を推定すると、現在比較的収量の少ない所で年間 1～3% 程度の増収が期待でき、当砂防計画の計画期間である15年間に 16% から 56% の生産増加となる。

このことから、現在比較的収量の少ない K. Krasak および K. Boyong 地区では、平均して現在の収量の 7% を当計画の実施による増収分として便益にあげた。この増収は受益地域全体に期待できるものであるから、建設工事の完了後、K. Krasak では年間 Rp 46,000,000, K. Boyong では

Rp.35,000,000の農家収入の純増が期待できる。

他方、K.Woro地域では現在の収穫量がすでに高く、今後それほどの収量増加が見込めないことから、他地域の約半分の3%を、生産の安定による増収分とした。

3. 建設費、維持費

当砂防計画の実施に伴って必要とされる投資額は、工事費の積算のところで述べた。モデル三河川の総投資額は、Rp.13,300 million で、そのほとんどが内貨分であり、外貨の使用は無視できる。資源別の内訳を表3.4.7(1)に示した。また、トランスファー項目である税金分を除いた建設費の経済コストを表3.4.7(2)に示した。その総額は、Rp.12,670 million となる。

工事期間は各河川とも15年間とし、各年度の建設費は施行順序がまだ決っていないことから、均一に総工事費の15分の1とした。

プロジェクト・ライフは、構造物の耐用年数を考慮して、工事開始から50年（平均では、42～43年）とし、プロジェクト・ライフ後の構造物の残存価値はゼロとした。

年間の維持費は、工事期間中の各年度の工事費の15%を工事完了後の翌年から、プロジェクト・ライフの終りまで毎年計上した。資源別の維持費内訳を表3.4.8に示した。

4. 評価

費用と便益のフローを各河川毎に示すと表3.4.9のようになる。これから各河川毎の内部収益率を計算すると、K. Krasakが3.5%、K. Woroが2.7%、K. Boyongが4.1%となり計画全体の内部収益率は3.1%である。3%という内部収益率は、農業、工業部門の直接生産向上をはかる開発プロジェクトに比較してかなり低いといわざるを得ないが、砂防というプロジェクトがそれなくしては、安定した社会経済生活を獲保できないというインフラストラクチャー・プロジェクトの中でもとくにその性格の強いものであることを考えあわせれば、当プロジェクトの実施は、経済的にみても十分妥当といえよう。

感度分析

すでに述べたように費用・便益分析では当計画が実施されなかった場合に予想される被害面積を過去8～10年の災害の記録から想定した。しかし、もしこの被害面積が予想より10%少ないとすれば、各河川毎の

内部収益率は、K. Krasakで3.8%，K. Woroで2.4%，K. Boyongで3.5%となり20%予想を下回れば それぞれ2.4%，2.2%，3.2%となる。逆に被害面積が予想より10%広いとすれば、各河川の内部収益率は、K. Krasakで3.7%，K. Woroで2.9%，K. Boyongで4.4%20%予想より広ければK. Krasakで4.0% K. Woroで3.1%，K. Boyongで4.7%となる。K. Krasakで被害面積の変化により内部収益率が大きく変化するのは、便益に占める被害軽減額のウェートが高いことを示している。

構造物の耐用年数を平均で42～43年とし、プロジェクト・ライフを工事開始から50年とみたが、これを40年、したがって構造物の平均耐用年数を32～33年とすれば、内部収益率は、K. Krasakで2.6%，K. Woroで2.3% K. Boyongで2.8%となり特にK. Boyongでの内部収益率の低下が著しく、保守の重要さを示している。

建設期間を15年から20年にすると内部収益率は、K. Krasakで4.2%，K. Woroで2.9%，K. Boyongで4.5%となる。全体に内部収益率は高くなるが、便益の計算が工事を行うことによって予期される災害がすべて軽減されると仮定して行われているため、一概に15年より20年の方が有利ともいえない。

建設費が見積りより10%上回わった場合，内部収益率は、K. Krasa K で2.8%、K. Woro で 2.3%、K. Boyong で 3.4% となる。

内部収益率および感度分析の結果を表 3.4.10, 11 に示した。

Table 3.4.2 水田、家屋の被害：1969年－1976年

(1) Type I

Year	水田 (ha)	家 (戸)
1969	67.3	
70	-	
71	-	
72	-	
73	-	
74	90.9	100
75	126.4	6
76	296.5	378
Total	576.1	484

(2) Type II

Year	K. Gendol	
	水田 (ha)	家 (戸)
1969	110	150
70		
71		
72		
73	29	-
74		
75		
76		
Total	139	150

(3) Type III.

Year	K. Boyong	
	水田 (ha)	家 (戸)
1969	57	-
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
Total	57	-

表 3.4.3 Cropping Pattern

(1) Kab. Magelang (1976)

Field \ Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rice field No. 1										Rice					Rice					Rice				
Rice field No. 2									Padi coro				Rice				rice							
Rice field No. 3								Soyabean					Padi coro				Rice							
Upland No. 1									Rice					Soyabean Orok-orok										
Upland No. 2										Maize			second crop Sweet potato											
Upland No. 3								Dry rice field					orok-2		padi gogo									

Note : orok-orok = green manure plant
padi gogo = dry rice field

表 3.4.4 年間 1ha 当りの純収入 (1978年価格)

(単位 : Rupiah)

	Magelang	Klaten	Sleman
Paddy	113,900	696,000	620,000
Dry Paddy	78,100		
Soyabean	14,500		47,500
Tobacco		179,000	
Total	206,500	875,000	667,500

表 3.4.5 Production Cost per Hectare

(1) Kab. Magelang (1976)

(Unit : Rp.)

Crops \ Items	Seed	Pesticides	Fertilizer	Wages	Depreciation	Others	Total
Irrig. rice HYL	-	-	-	-	-	-	-
Irrig. local	2.000	1.800	18.900	103.000	-	55.000	180.700
Dry rice	-	-	-	-	-	-	-
Tobacco	-	-	-	-	-	-	-
Maize	3.000	900	7.000	32.200	-	16.500	59.600
Peanut	25.200	900	-	34.000	-	26.500	86.600
Soyabean	6.000	900	-	28.825	-	21.500	57.225
Cassava	2.200	-	40.000	27.200	-	31.500	100.900
Sweet Potato	-	-	-	27.900	-	31.500	59.400

(2) Kab. Klaten (1977)

(Unit : Rp.)

Crops \ Items	Seed	Pesticides	Fertilizer	Wages	Depreciation	Others	Total
Irrig.rice HYL	-	-	-	-	-	-	-
Irrig. Local	4.500	1.500	28.000	63.400	-	40.900	138.300
Dry rice	2.500	-	37.500	49.350	-	5.650	95.000
Tobacco (Java	1.000	-	63.500	63.150	-	17.350	145.000
Tobacco (Virginia	10.000	-	14.000	148.500	-	10.000	182.500
Peanut	35.000	2.250	25.600	38.900	-	8.250	110.000
Maize	1.200	-	30.500	28.500	-	4.800	65.000
Soyabean	18.000	-	-	40.500	-	8.000	66.500
Cassava	5.000	-	46.000	43.000	-	6.000	100.000
Sweet Potatos	4.000	-	24.000	32.000	-	5.000	65.000

(3) Kab. Sleman (1976)

(Unit : Rp.)

Crops \ Items	Seed	Pesti-cides	Ferti-lizer	Wages	Deprecia-tion	Others	Total
Irrig.rice HYL	-	-	-	-	-	-	-
Irrig.local	3.000	4.500	23.100	78.910	-	3.750	113.260
Dry rice	-	-	-	-	-	-	-
Tobacco	-	-	-	-	-	-	-
Maize	2.700	1.000	7.000	38.450	-	1.000	50.150
Peanut	22.000	-	-	41.335	-	-	63.335
Soyabean	11.000	4.500	10.500	26.625	-	-	52.625
Cassava	12.000	-	-	40.295	-	2.000	54.295
Sweet Potato	18.000	-	-	39.750	-	2.000	59.750

表 3.4.6 Gross Revenue per Hectare

(1) Kab. Magelang (1976)

Crops \ Items	Yield Kg	Price Rp/Kg	Value Rp
Irrig. rice HYV	-	-	-
Irrig. local	3.800	65	247.000
Dry rice	-	-	-
Tobacco	-	-	-
Maize	1.200	65	78.000
Peanut	-	-	150.000
Soyabean	472	175	82.600
Cassava	9.000	15	135.000
Sweet Potato	6.000	15	90.000

(2) Kab. Klaten (1977)

Crops \ Items	Yield Kg	Price Rp/Kg	Value Rp
Irrig. rice HYV	-	-	-
Irrig. local	6.400	72,50	464.000
Dry rice	2.800	60	168.000
Tobacco (Java	8.000	60	480.000
Tobacco (Virginia	7.000	50	350.000
Maize	1.200	70	84.000
Peanut	700	325	227.500
Soyabean	550	200	110.000
Cassava	9.000	25	225.000
Sweet Potatos	6.000	25	150.000

(3) Kab. Sleman (1976)

Crops \ Items	Yield Kg	Price Rp/Kg	Value Rp
Irrig. rice HYL	-	-	-
Irrig. local	4.715	70,-	330.050,-
Dry rice	-	-	-
Tobacco	-	-	-
Maize	745	80,-	59.600,-
Peanut	681	270,-	183.870,-
Soyabean	677	200,-	135.400,-
Cassava	9.896	30,-	296.880,-
Sweet Potato	6.549	30,-	196.470,-

表3.4.7 建設費の見積り

(1) Financial Cost of Construction Work (1978 Price)

(Unit: Rp. million)

Item	K. Krasak	K. Woro	K. Boyong
Materials	1,240	770	260
Salaries & Wages	4,960	3,060	1,020
Other Expenses	1,100	670	220
Total	7,300	4,500	1,500

(2) Economic Cost of Construction Work (1978 Price

(Unit: Rp. million)

Item	K. Krasak	K. Woro	K. Boyong
Materials	1,180	730	240
Salaries & Wages	4,730	2,920	970
Other Expenses	1,040	640	220
Total	6,950	4,290	1,430

表3.4.8 維持費の見積り

(1) Financial Cost of Maintenance Work (1978 price)

(Unit: Rp. million)

Item	K. Krasak	K. Woro	K. Boyong
Materials	12	8	3
Salaries & Wages	50	30	10
Other Expenses	11	7	2
Total	73	45	15

(2) Economic Cost of Maintenance Work (1978 Price)

(Unit : Rp. million)

Item	K. Krasak	K. Woro	K. Boyong
Materials	12	7	2
Salaries & Wages	47	29	10
Other Expenses	11	6	2
Total	70	43	14

表3.4.9 便益と費用のフロー

No. 242

Date

(1) K. Krasak (Unit: Rp. million)

Year	Construction cost	Maintenance cost	Paddy Dry Field	Yard, House & Road	Increase of Yield
0	463				
1	463		17.5	8.1	3.1
2	463		33.5	8.8	6.1
3	463		49.5	9.5	9.2
4	463		65.5	10.2	12.3
5	463		81.5	10.9	15.3
6	463		97.5	11.6	18.4
7	463		113.5	12.3	21.5
8	463		129.5	13.0	24.5
9	463		145.5	13.7	27.6
10	463		161.5	14.4	30.7
11	463		177.5	15.1	33.7
12	463		193.5	15.8	36.8
13	463		209.5	16.5	39.9
14	468		225.5	17.2	42.9
15	〃	70	241.5	17.9	46.0
16		70	257.5	18.6	46.0
17		70	273.5	19.3	46.0
18		70	289.5	20.0	46.0
19		70	305.5	20.7	46.0
20		70	321.5	21.4	46.0
21 ~ 49		70	321.5	14.0	46.0

No. 43

(2) K. Woro

(Unit: Rp. million)

Date

Year	Construction Cost	Maintenance Cost	Paddy & Dry Field	Yard, House & Road	Increase of Yield
0	286				
1	286		4.5	3.4	5.8
2	286		8.0	3.9	11.7
3	286		11.5	4.4	17.5
4	286		15.0	4.9	23.4
5	286		18.5	5.4	29.2
6	286		22.0	5.9	35.1
7	286		25.5	6.4	40.9
8	286		29.0	6.9	46.8
9	286		32.5	7.4	52.6
10	286		36.0	7.9	58.5
11	286		39.5	8.4	64.3
12	286		43.0	8.9	70.2
13	286		46.5	9.4	76.0
14	286		50.0	9.9	81.9
15		43	53.5	10.4	87.7
16		43	57.0	10.9	87.7
17		43	60.5	11.4	87.7
18		43	64.0	11.9	87.7
19		43	67.5	12.4	87.7
20		43	71.0	12.9	87.7
21		43	74.5	13.4	87.7
22		43	78.0	13.9	87.7
23		43	81.5	14.4	87.7
24		43	85.0	14.9	87.7
25		43	88.5	15.4	87.7
26		43	92.0	15.9	87.7
27		43	95.5	16.4	87.7
28		43	99.0	16.9	87.7
29		43	102.5	17.4	87.7
30		43	106.0	17.9	87.7
31		43	109.5	18.4	87.7
32		43	113.0	18.9	87.7
33		43	116.5	19.4	87.7
34		43	120.0	19.9	87.7
35		43	123.5	20.4	87.7
36		43	127.0	20.9	87.7
37		43	130.5	21.4	87.7
38		43	134.0	21.9	87.7
39		43	137.5	22.4	87.7
40		43	141.0	22.9	87.7
41		43	144.5	23.4	87.7
42		43	148.0	23.9	87.7
43		43	151.5	24.4	87.7
44		43	155.0	24.9	87.7
45		43	158.5	25.4	87.7
46		43	162.0	25.9	87.7
47		43	165.5	26.4	87.7
48		43	169.0	26.9	87.7
49		43	172.5	27.4	87.7

No. 244

(3) K. Boyong

(Unit : Rp. million)

Date

Year	Construction Cost	Maintenance Cost	Paddy & Dry Field	Yard, House & Road	Increase of Yield
0	95				
1	95		1.8	0.4	2.3
2	95		3.6	0.4	4.7
3	95		5.4	0.4	7.0
4	95		7.2	0.4	9.3
5	95		9.0	0.4	11.7
6	95		10.8	0.4	14.0
7	95		12.6	0.4	16.3
8	95		14.4	0.4	18.7
9	95		16.2	0.4	21.0
10	95		18.0	0.4	23.3
11	95		19.8	0.4	25.7
12	95		21.6	0.4	28.0
13	95		23.4	0.4	30.3
14	100		25.2	0.4	32.7
15		14	27.0	0.4	35.0
16		14	28.8	0.4	35.0
17		14	30.6	0.4	35.0
18		14	32.4	0.4	35.0
19		14	34.2	0.4	35.0
20		14	36.0	0.4	35.0
21		14	37.8	0.4	35.0
22		14	39.6	0.4	35.0
23		14	41.4	0.4	35.0
24		14	43.2	0.4	35.0
25		14	45.0	0.4	35.0
26		14	46.8	0.4	35.0
27		14	48.6	0.4	35.0
28		14	50.4	0.4	35.0
29		14	52.2	0.4	35.0
30		14	54.0	0.4	35.0
31		14	55.8	0.4	35.0
32		14	57.6	0.4	35.0
33		14	59.4	0.4	35.0
34		14	61.2	0.4	35.0
35		14	63.0	0.4	35.0
36		14	64.8	0.4	35.0
37		14	66.6	0.4	35.0
38		14	68.4	0.4	35.0
39		14	70.2	0.4	35.0
40		14	72.0	0.4	35.0
41		14	73.8	0.4	35.0
42		14	75.6	0.4	35.0
43		14	77.4	0.4	35.0
44		14	79.2	0.4	35.0
45		14	81.0	0.4	35.0
46		14	82.8	0.4	35.0
47		14	84.6	0.4	35.0
48		14	86.4	0.4	35.0
49		14	88.2	0.4	35.0

表 3.4.10 内部収益率

(Unit: %)

河川	K. Krasak	K. Woro	K. Boyong	Total
IRR	3.5	2.7	4.1	3.1

表 3.4.11 感度分析

(Unit: %)

河川	K. Krasak	K. Woro	K. Boyong
被害面積			
10% 減少	2.8	2.4	3.5
20% 〃	2.4	2.2	3.2
10% 増大	3.7	2.9	4.4
20% 〃	4.0	3.1	4.7
プロジェクト・ライフ: 40年	2.6	2.3	2.8
建設期間: 20年	4.2	2.9	4.5
建設費: 10% 高	2.8	2.3	3.4

3.4.2 社会効果

費用・便益分析で計算した便益の他に、当砂防計画の実施によってもたらされる社会経済的な効果がある。

まず人命の保護が挙げられよう。すでに述べたように G. Merapi による最近の災害の記録では、人命が失われることは意外に少いが、それでも 1976年 K. Krasak を中心に 26名にのぼる死者を出しており、こうした危険は、砂防計画を実施しない限り常に発生する恐れがある。当計画の対象地域には 16,000世帯, 73,000人の住民が日々生活を送っており、さらに K. Boyong の下流で Yogyakarta 市街の中心を流れている K. Code の川岸には 2,200軒の家がある。これらの住民の安全を守るということの重要さを考えれば、当砂防計画の意義は重大である。

また、これだけ多数の住民の社会生活、生産活動の基盤となる道路網あるいは社会文化施設の保護も、当計画の最重要な目的のひとつである。土砂による道路網に対する直接的な被害は、費用・便益分析でも考慮したが、それ以上に道路網の遮断によってその地域社会のこうむる損失は甚大であろう。砂防計画によって保護される道路は、K. Krasak でおよそ 65Km, K. Woro で 165Km, K. Boyong で 45Km であり、これらの道路網を災害から守るということは、その地域の文化、経済の発展に欠すことのできないことといえる。

さらに、安定した生産活動の獲保により期待される農民の収入の増加は、便益の新しい循環の発生という地域開発効果も生むことが期待され、また資本蓄積による家内工業の振興という可能性も十分考えられる。

地域開発効果は、計画の実施による雇用機会の創出、獲保によっても期待できる。さらに雇用機会の創出は、仕事の無い者に労働の機会を与えることによって、技術のトランスファーに貢献する。計画の実施に伴って創出される雇用機会は、計画が豊かな人的資源の活用を十分考慮していることからも、工事に直接雇用される労働力だけでも 18,000,000 man-day にのぼり、年間では 60,000 man-month の雇用機会の創出が期待できる。さらにプロジェクトの後方連関効果として、プロジェクトに資材を供給する業界での雇用促進や景気の刺激、前方連関効果として農業労働者の雇用確保といったことが考えられる。

堆積される砂や岩も建設資材等に活用することも可能である。たとえば K. Woro のチェック・ダムに堆積される土砂も掘削して 45万トンの水を貯め乾期に 30 ha 程度の水田を灌漑することにより、年間 Rp. 3,800,000 の増収も見込むばかりでなく、掘削した砂をただ捨てるのではなく、その有効利用を計ることにより、計画の便益は増すことになる。

最後に、費用便益分析には含めなかったが、K. Krasak 地域には、

Mataramの重要灌漑施設があり、これが破壊されることによって、そこから灌漑用水の50%の供給を受けている15,000haの水田で収穫の減少が予想される。収穫が20%減少するとすれば、1年でおよそRp.2,000 million の純収入が失われることになり、その影響は大である。

APPENDIX 1. STUDY ACTIVITY SCHEDULE

Study Activity Schedule

The Study Team members carried out the study at the site according to the following schedule:

Members \ Period	1978 Jun.	1978 Jul.	1978 Aug.	1978 Sep.	1979 Mar.
Team Leader (I. Tani)			21	14	
Deputy Leader/Disaster Prevention Planner (H. Suzuki)	12			14	9 18
Disaster Prevention Planner (H. Tanaka)	12			14	9 18
Sabo-facilities Planner (S. Tsuchiya)		16		9	
Sabo-facilities Planner (O. Kurokawa)		2		9	
River Engineer (K. Nobe)	18	22			
Hydrologist (Y. Matsumoto)	18		11		
Geomorphologist (Y. Maruyama)		2 31			
Geomorphologist (M. Higurashi)		2 31			
Geologist (M. Nakayama)			11	9	9 18
Geologist (A. Nakasuzi)	18			9	
Economist (K. Ishimitsu)		30	18		
Socio-economist/Coordinator (Y. Komuro)	12			14	
Socio-economist (K. Denda)		30		14	
Agro-economist (Prof. Dr. Muto)		30	28		
Aerial-Surveyor (T. Watanabe)	12 21	30	8		

APPENDIX 2. LIST OF PARTICIPATING PERSONNEL

List of Participating Personnel

1. The Japanese Government Supervisory Committee

Chair Man	Prof. Dr. Aritsune Takei
Disaster Prevention Sabo Works Plan	Usho Daikubara
Volcanic Debris	Dr. Masayoshi Matsubayashi
Geology	Masasuke Watari
Economics and Disaster Analysis	Koichi Hirao
Hydrology and River Engineering	Fujio Chikamori

2. The Indonesian Government Steering Committee

Management	Ir. Sarbini
Regional Planning	Ir. K.P.H. Probokusumo
Social Economic Survey	Dr. Sulistyo MBA
Rural Sociology	Prof. Dr. Sartono Kartodirdjo
Sabo Engineering	Ir. Djoko Legowo

3. JICA Study Team and Indonesian Counterparts

Assignment	Japanese Members	Indonesian Counterparts
Team Leader	I. Tani	Ir. Bambang Sumantri.
Deputy Leader/General Planning for Disaster Prevention Planning	H. Suzuki	Ir. Agus Sumaryono Wardhono Mujoko
Disaster Prevention Planning	H. Tanaka	
Sabo-Facilities Planning	S. Tsuchiya O. Kurokawa	Adaningkung Subarkah Yaskur
River-Engineering	K. Nobe	Sumitro BRE Diro Supangkat Susilo Djarot Suharyadi
Hydraulic and Hydrology	Y. Matsumoto	Djarot Suharyadi Drs. Sutikno
Study of Possible Lahar Inundation Area	Y. Maruyama M. Higurashi	Wardhono Nugroho Haryanto
Lahar Deposits Analysis	M. Nakayama A. Nakasuji	Ir. Sumartono Suwartoyo BE Jimmy Sinaga
Socio-economic	K. Ishimitsu Y. Komuro K. Denda	Djatiyo Djatmiko Bsc. Ir. Agus Sumaryono Bambang Sumitro
Agro-economic	K. Muto	
Aerial Survey	T. Watanabe	