

27 インドネシア・メラピ火山緊急砂防事業の概要

砂防エンジニアリング（株）○ 山本卓郎

八千代エンジニアリング（株） 平塚征英

1. はじめに

1970年にコロンボプランに基づいて、初めて日本から砂防の専門家が長期派遣されて以来、20年間にわたり、インドネシアに対する砂防の技術協力が続けられている。その中でも、一定の計画の下に、砂防事業を特別緊急に進捗させる必要があったメラピ火山では、1976年の大規模な火山泥流災害を契機に1980年、メラピ火山砂防基本計画（マスタープラン）が策定された。この事業を実施すべく1985年12月にインドネシア政府との間にO E C Fローン（4672百万円）が締結され、1987年実施設計が完了した。そして、1989年6月から“メラピ火山緊急砂防事業”として、一大砂防プロジェクトが着手された。

2. インドネシア・メラピ火山の概要

世界的な火山国であるインドネシアの中でもジャワ島中部ジョクジャカルタ市の北方約30Kmに位置するメラピ火山（標高2,911m）は最も活発な火山のひとつである。

メラピ火山の活動を歴史的にみると1～7年の活動期間と1～6年の休止期間が繰り返され、比較的大きな噴火は9～16年の周期で発生している傾向が認められる。

メラピ火山の噴火の特徴は、爆発とともにAwan Panas（インドネシア語で高温の泡状の雲という意味）と呼ばれ恐れられている火砕流を高頻度で発生させていることである。これまでに死者1,000人以上にもものぼる壊滅的な災害を火山周辺部にもたらしたこともある。

火山災害は、火砕流や溶岩流等による直接的災害（1次災害）と、火砕流堆積物や不安定土砂が、その後の降雨で二次侵食され、火山泥流や土石流となり、下流域に災害をもたらす2次災害に分けられる。

メラピ火山緊急砂防事業は、特にこの2次災害に対処すべく計画されたものである。

3. プロジェクトの概要

3.1 対象流域

マスタープランに基づき、特に事業緊急度が高いと思われるメラピ南西斜面を対象とした。それは、最近の火山活動の影響が南西側に限られており、今後もこの傾向が続くものと予想されるためである。この流域の河川は、噴火の流出方向に源頭部を持ち、現在土砂の流出が著しく、大きな災害を引き起こしているブブン川、プテイ川とその恐れが強いバタン川、ブロンケン川の4河川である。（図-1参照）。

3.2 砂防基本計画

1) 計画対象期間

計画対象期間は、施設の耐用年数等から50年と設定した。

2) 計画規模の土砂流出の発生頻度

噴火の規模は、1969年の噴火規模と同程度とし、土砂流出の発生頻度は大噴火の周期を12.5年とし、過去の噴火記録から各河川は噴火1回おきに強い影響を受けるものとし、計画規模の土砂流出は25年に1回、50年間では2回とした。

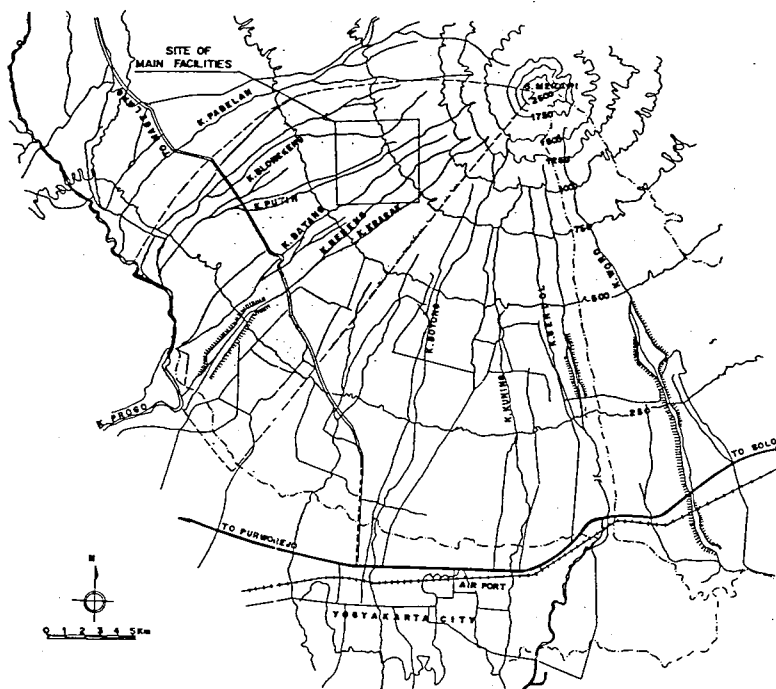


図-1 プロジェクトの対象範囲

3) 計画基本土砂量

各流域毎に設定した計画期間内（2回/50年）の計画超過土砂量は次のとおりである。

3.3 砂防施設配置と工事諸元

インドネシアでは、これまで火砕流、土石流等による大量の土砂流出に対して、下流居住区の保護や、農地、耕地の埋塞を防ぐ方法として、大規模なサンドポケット工法が数多く施工されている。これらのサンドポケットは、流路の一部を拡幅して巨大な砂溜工を設け、流下土砂を貯砂させるもので、その大きさは日本のそれと比較して桁外れに大きいのが特徴である。このプロジェクトでも、長大な導流堤と砂防ダムの組み合わせによるサンドポケット工法が土砂災害対策施設の基本となっている。主な砂防施設は表-1に、施設配置の概略は図-2に示すとおりである。

支 川 名	計画超過土砂量 ($\times 10^3 \text{ m}^3$)
ブロンケン川	4 3 0 4
プ ラ イ 川	4 3 4 0
バ タ ン 川	1 8 0 6 2
ク ラ サ 川	1 6 9 1 0
合 計	4 3 6 1 6

なお、このプロジェクトの事業主体はインドネシア国公共事業省メラピ火山砂防工事事務所であり、工事は次表に示す2工区に分割され実施された。

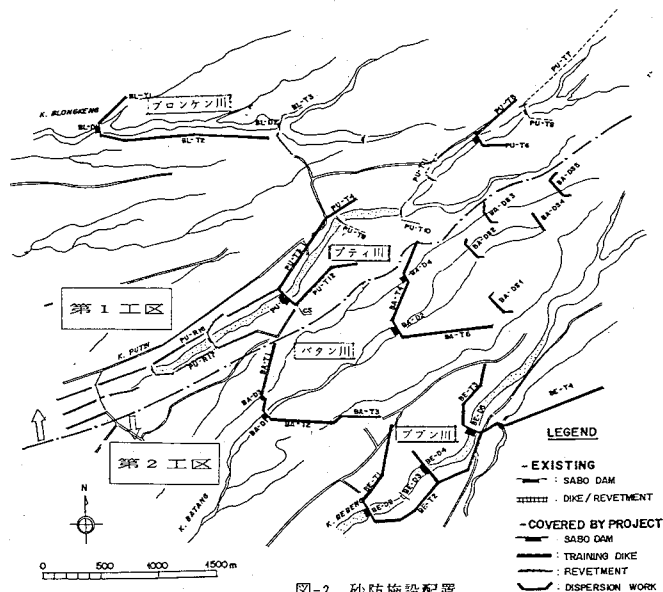


図-2 砂防施設配置

表-1 工事・施設諸元

項目	第1工区	第2工区	合計
対象河川	ブロンケン川、プティ川	バタン川、プン川	
建設工期	23ヶ月 6/1989～5/1991	30ヶ月 1/1990～6/1992	
建設業者	Sac Nusantara(イ国)	清水-Bangun Cipta	日イ企業体
砂防ダム	3基	8基	11基
床固工	--	2基	2基
導流堤(延長)	5.8 Km	6.5 Km	12.3 Km
(体積)	310,000 m ³	408,000 m ³	718,000 m ³
築堤護岸(延長)	0.6 Km	--	0.6 Km
(体積)	28,000 m ³	--	28,000 m ³
谷口固定工(延長)	--	1.6 Km	1.6 Km
(体積)	--	64,000 m ³	64,000 m ³
工事費(百万Rp)	23,833	39,417	63,250
(百万円)	1,757	2,905	4,662

4. 砂防施設の特徴

4.1 鋼製ダブルウォールダムの採用

砂防施設を施工材料の点から見ると、インドネシアではオランダ統治時代から300年来の伝統であるメーソンリー（石積モルタル工）が主体である。そのためダム天端、袖部等のいたるところが欠落、破壊され、土石流・泥流に対する脆弱さを露呈している。当プロジェクトでは、この従来型のメーソンリー型式と、コンクリートダム型式、鋼製ダム型式の比較検討を行い、以下の理由でインドネシアでは初めての鋼製ダムを導入することとした。

- ① 建設工期が短く、緊急性の高い本事業に適する。
- ② 材料がフレキシブルで砂礫地盤に対する適合性、追随性が良い

③ 建設コストが安価

上記のうち、特に①の利点は、メラピ火山のようにダム工事期間がほぼ乾季に限定される地域では、非常に大きなメリットになる。

一方、鋼製ダムの短所として挙げられる腐食性、耐衝撃性等の問題については、

① ダム天端、下流面は全てコンクリートで保護（厚さ30cm）

② 越流部は土石流による摩耗防止として富配合コンクリートを施工

③ ダム袖部、上流部はコンクリートで保護するとともに、土石流の衝撃を直接を受けない様に、盛土および護岸工による緩衝部を設置

などによる設計上の配慮をおこなった。

また、このプロジェクトで導入した鋼製ダムは、共生機構（株）によって開発されたダブルウォール工法の技術を現地に無償移転したものである。制作は、我々が直接現地工場で技術指導・品質管理を行ったもので100%現地生産品でまかなわれた。

4.2 導流堤

インドネシアでは、財政・経済的理由から、土砂のみの築堤が主流であり、法覆工（張芝工・石張工）が施工された例は少ない。そのため、法尻の洗掘、法面の滑落、越流（オーバートッピング）等による破壊例は枚挙にいとまがない。当プロジェクトで採用した法覆工は、2m間隔の現場打ちコンクリート格子枠（厚さ30cm）を基本構造として、川表側法面を石積モルタル、裏側は空石積仕上げとし、越水に対しても容易に破壊されない様な構造とした。さらに法尻には、ギャビオンによる根固工を設け、法面洗掘に対処するもとした。

5. 緊急砂防事業としての鋼製ダム

緊急事業における鋼製ダブルウォールダムの長所は、先に述べたように建設工期の短縮化につきるように思われる。インドネシアの火山地域のように、工事期間が乾季（4月～10月）に限定され、雨季には火山泥流や土石流の発生頻度の高い地域では工期短縮化は重要なテーマである。また、この工法は、ダム掘削に伴い発生する大量の掘削残土（約440,000m³）をそのまま中詰材として使用できる点も非常に大きなメリットであった。一方、完成された鋼製ダムは、数度にわたり土石流の直撃に見舞われている。その経験から言うとこれまで鋼製ダムの共通の短所として挙げられる耐衝撃性、あるいは土石流に対する強度面も、前述のような対策を講ずる事により、その安全性を高められる事が確認できた。

以上のことから、当プロジェクトにおいて鋼製ダムを導入した事は、一応の成果をおさめる事ができたと考える。

最後に、プロジェクトの遂行にあたって、たくさんのアドバイスを頂いた砂防・地すべり技術センターの鈴木専務理事、VSTCの広住氏をはじめとする専門家の皆様と鋼製ダブルウォールダムの技術協力を頂いた共生機構（株）に対し、ここに謝意を表します。

参考文献：

国際協力事業団：インドネシア共和国・メラピ火山砂防基本計画 主報告書、昭和55年3月