



インドネシア共和国
公共事業省 水資源総局

インドネシア国

ダム設計・施工監理アドバイザー業務

業務完了報告書

2025年2月



独立行政法人
国際協力機構（JICA）



株式会社 建設技研インターナショナル
株式会社 建設技術研究所

環境

JR

25-046



インドネシア共和国

公共事業省 水資源総局

インドネシア国

ダム設計・施工監理アドバイザー業務

業務完了報告書

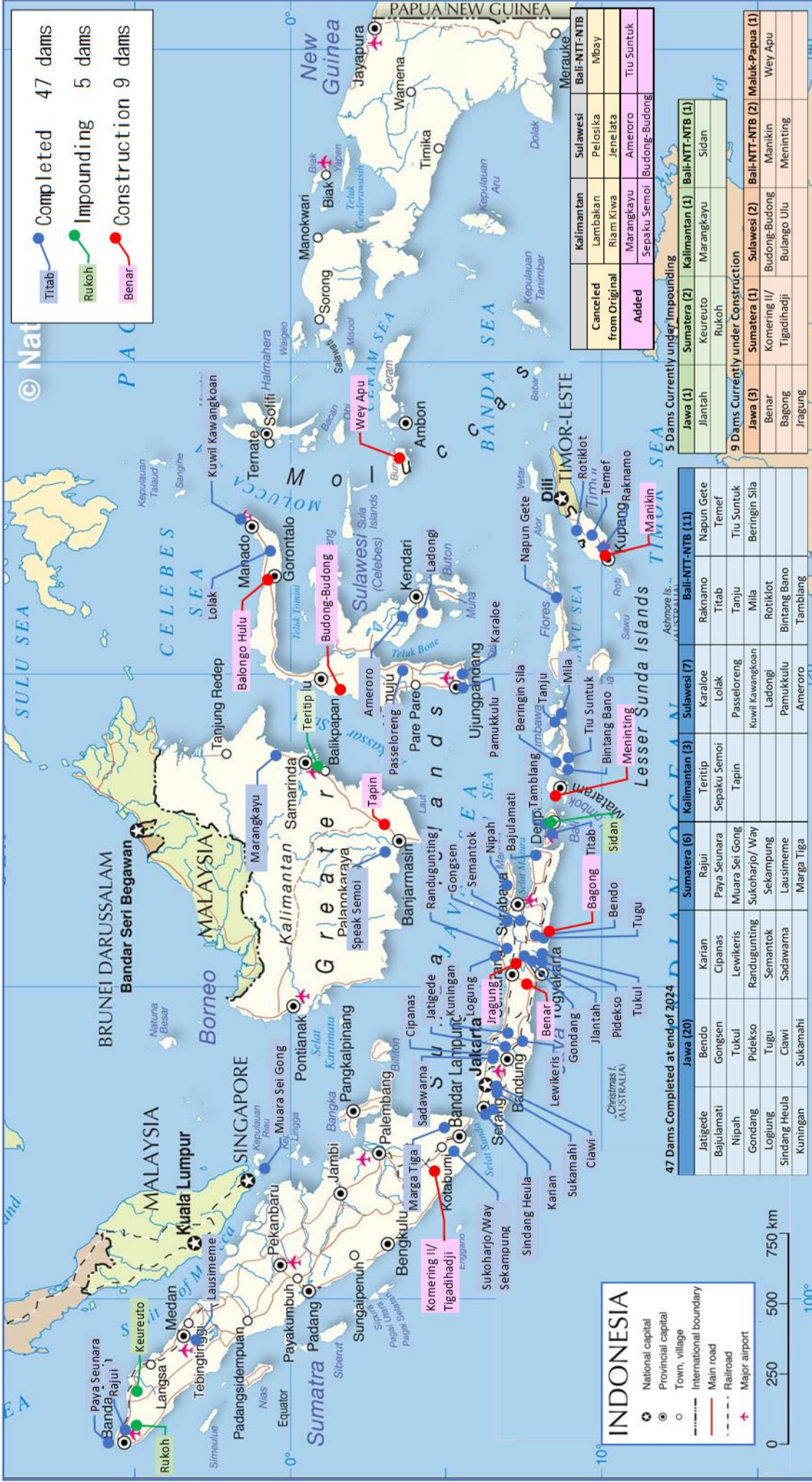
2025年2月



独立行政法人
国際協力機構（JICA）



株式会社 建設技研インターナショナル
株式会社 建設技術研究所



Location of Objective 61 Dams
Dams Completed from 2015 up to 2024 and Dams Currently Under Construction

略語一覽

ADB	: Asian Development Bank
BAPPENAS	: Badan Perencanaan Pembangunan . Nasional (National Development Planning Agency)
BBWS	: Balai Besar Wilaya Sungai (Large River Basin Authority)
BIG	: Badan Informasi Geospasial (National Geospatial Information Agency)
BMKG	: Badan Meteorologi , Klimatologi , dan Geofisika (Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics)
BNPB	: Badan National Penanggulangan Bencana (National Disaster Management Agency)
BPBDMore	: Badan Penanggulangan Bencana Daerah (Regional Disaster Management Agency)
BTB _	: Balai Teknik Bendungan (Dam Engineering Department, Ministry of Public Works and Housing)
BWS	: Balai Wilaya Sungai (River Basin Authority)
C/Ps	: Counterpart
C/S	: Construction Supervision
CSGMore	: Cemented Sand and Gravel (Construction method for concrete structures such as dams)
DBD	: Direktorat Bendungan dan Danau (Department of Dams and Lakes, Ministry of Public Works and Housing)
D/D	: Detail Design
DGWRMore	: Directorate General of Water Resources (Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works and Housing)
DOISP	: Dam Operational Improvement and Safety Project World Bank investment. Currently Phase II (DOISP-2)
DSC	: Dam Safety Commission
DSUs	: Dam Safety Unit
F/S	: Feasibility Study
HATHI	: Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (Indonesian Society of Hydraulic Engineering)
INACOLD	: Indonesian National Committee on Large Dams
JICA	: Japan International Cooperation Agency
MCM	: Million Cubic Meter (1 million m3)
MLIT	: Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan
M/P	: Master Plan
NETIS	: New Technology Information System (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism)
NWL	: Normal Water Level
OCAJI	: The Overseas Construction Association of Japan, Inc.
O/D	: Outline Design
ODA	: Official Development Assistance
PDAM	: Perusahaan Daerah Air Minum (Water Supply Authority)
PLNMore	: Perusahaan Listrik Negara (National Power Company)
POLA	: (UK) Water Resources Management Strategic Plan
PUPR	: Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Ministry of Public Works and National Housing)
PUSAIR	: Puslitabang Sumber Daya Air (Water Resources Research Institute)
RENCANA	: (UK) Water Resources Management Implementation Plan _
RPJM	: (UK) National Medium-Term Development Plan
SDA	: Direktorat Jendal Sumber Daya Air (Indonesian abbreviation for Directorate General of Water Resources, DGWR)
SNI	: (UK) Indonesian National Standard
WB	: World Bank

序 文

インドネシアは、日本と同様に火山性の脆弱な地質と集中豪雨による洪水の多発により、水災害に見舞われやすい国です。特に、今後の気候変動の影響を考えると、インドネシア政府は、多目的ダム設計・建設・運用、地質調査の能力開発が不可欠であると分析しています。

このような状況下、今後 PU による多目的ダム建設事業を推進していくためには、これらのダム建設現場における地質調査やダム設計・施工監理に関する PU の技術蓄積に課題があり、改善していく必要があります。

ダムアドバイザーサービスでは、これからの PU によるダム建設を効率的且つ効果的に推進していくために、現在進行中のダム事業における地質調査、設計、施工監理に関する技術上の課題を抽出し、それらに関する技術上の課題について助言・提案を行い、改善を目指して活動を続けてきました。また、将来計画として、インドネシアのダム技術者の能力向上のため、「設計・建設におけるダムリスク管理システム」の構築を提案しました。

私たちの成果が有効に活用され、インドネシアのダム技術の向上に貢献することを心から願っています。また、PU (BENDA、DSC、DSU、BTB) がダム建設技術の向上とシステム開発について引き続き議論を続けられることを願っています。

最後に、このサービスを実施するにあたり多大な支援をいただいたインドネシア政府、特にダム湖沼局長の Adenan 博士、ダム技術センター元所長の Malindo 博士 (現ダム湖沼局)、ダム技術センター所長の Slamet 氏、ダム技術センター課長の Anissa Mayangsari 氏と Tri Hartanto 氏、ダム安全委員会の Bambang Hargono 博士、Aries Firman 博士に深く感謝の意を表します。また、現地や会議で私たちと一緒に働いてくれた BTB スタッフ全員、そしてインドネシアでの活動中も私たちをサポートし続けてくれた Rosihan 氏と Diana 氏にも感謝の意を表します。

2025 年 2 月

清水 比呂志

業務主任

ダム設計・建設アドバイザー

インドネシア国 ダム設計・施工監理アドバイザー業務
業務完了報告書

目次

PART 1	業務内容	1-1
1.	プロジェクト概要.....	1-1
1.1	作業の概要、目的、範囲.....	1-1
2.	プロジェクトの説明.....	1-1
3.	業務への取り組み方針.....	1-2
3.1	派遣期間 (Actusal).....	1-3
PART 2	活動内容	2-4
1.	活動の方針.....	2-4
2.	期待される成果.....	2-4
3.	各 OUTPUT に対する成果.....	2-5
3.1	成果 1：調査・設計・施工の組織・技術的課題の抽出とその対処方法の整理.....	2-5
3.1.1	成果 1-1：政策・計画・法律・技術基準の情報収集.....	2-5
3.1.2	成果 1-2：建設中の 61 ダムに関する情報収集と整理.....	2-8
3.1.3	成果 1-3：インドネシアのダム建設に関する技術的課題の特定と整理.....	2-10
3.1.4	成果 1-4：技術的課題の対処方法の整理.....	2-12
3.1.5	成果 1-5：緊急度の高い課題の対処方法の分析・検討.....	2-19
3.2	成果 2：PUPR のダム技術者の能力開発.....	2-24
3.2.1	ダム設計・建設の審査プロセスへのリスク管理システムの導入.....	2-24
3.2.2	第 1 回セミナーの開催.....	2-26
3.2.3	第 2 回セミナーの開催.....	2-28
3.2.4	INACOLD Webinar への参加.....	2-31
4.	我が国の援助活動との活動.....	2-33
4.1	JICA 統合水資源管理政策アドバイザーとの共同作業.....	2-33
4.2	本邦プロジェクトと情報交換.....	2-34
PART 3	結論と提案	3-1
1.	調査結果.....	3-1
1.1	現状.....	3-1
1.2	リスク管理システムの構築と活用.....	3-1
1.3	データベースの構築とその活用.....	3-1
1.3.1	Existing Risk Cases.....	3-1
1.3.2	リスク管理記録.....	3-2
2.	提案.....	3-2
3.	結語.....	3-2

Attachment:

表 目次

表 1-1	業務の概要、目的及び範囲	1-1
表 1-2	専門家の派遣実績	1-3
表 2-1	収集したインドネシアのダム関連法規・基準	2-5
表 2-2	収集資料一覧	2-9
表 2-3	Dam Technical Data 入力フォーム	2-10
表 2-4	参加した DSC Dam Site Inspection と Technical Session.....	2-10
表 2-5	ダムリスク入力フォーム	2-14
表 2-6	ダムリスク事例の入力フォームの記入例.....	2-15
表 2-7	収集したリスク事例の総括表.....	2-16
表 2-8	リスク管理チームの構成案	2-23
表 2-10	第 1 回セミナーでの主な質疑応答	2-28
表 2-11	第 2 回セミナーの発表内容	2-29
表 2-12	第 2 回セミナーでの主な質疑応答	2-30
表 2-13	主なセミナーでの質疑応答	2-33

図 目次

図 1-1	作業内容.....	1-2
図 2-1	インドネシアにおけるダム安全システムの概念.....	2-7
図 2-2	ダム安全委員会の組織図	2-8
図 2-3	リスクの抽出・特定に使用した因果関係図の例.....	2-13
図 2-4	リスク分析の結果（第 2 回セミナー資料）	2-18
図 2-5	リスクへの対処のプロセス	2-19
図 2-6	リスク管理のプロセス.....	2-20
図 2-7	リスク管理チームの構成	2-23
図 2-8	第 1 回セミナーのプログラムと発表内容	2-27
図 2-9	INACOLD Webinar パンフレットと Presentation Material.....	2-32

Supporting Reports & Data Book

Supporting Report 1 : Summary of Regulations, Laws and Guidelines on Dam Safety and Construction in Indonesia

Supporting Report 2 : Report of 61 Indonesia Dam

Supporting Report 3 : Establishment of Risks Management System in Dam Construction

Data Book :
1. Inspection Reports,
2. Minutes of Meetings and
3. Presentation Materials in Seminars

PART 1 業務内容

1. プロジェクト概要

1.1 作業の概要、目的、範囲

業務の概要、目的及び範囲は表 1-1 のとおりである。

表 1-1 業務の概要、目的及び範囲

本事業の概要	(1) 目標： インドネシア国内において、ダムの設計及び施工の品質が確保され、洪水リスクを削減するためのダム建設事業が推進される。公共事業・国民住宅省（PUPR）におけるダムの建設事業の地質調査、設計及び施工監理に必要な組織体制が構築される。
	(2) 事業の成果： 【成果 1.】ダム設計、施工監理及び地質調査に関する PUPR の組織的・技術的課題の対処方針を整理する。 【成果 2.】PUPR に対して、ダム設計、施工監理及び地質調査に係る能力が開発される。
	(3) 対象地域： インドネシア国全土
	(4) 実施機関： 公共事業・国民住宅省 水資源総局（DGWR/PUPR）
本事業に関連する我が国の主な援助活動	<ul style="list-style-type: none"> 「防災事前投資に向けた洪水対策マスタープランプロジェクト」 JICA 実施中 「統合水資源管理政策アドバイザー」 JICA 実施中 「ブランタス川流域におけるスタミダム再生事業」 JICA 実施中 「ジェネベラン川の洪水対策に係る情報収集・確認調査」 JICA 実施中 「海外防災・水インフラに関する基礎情報収集・協力可能性検討業務」 国交省 2017-2019
業務の目的	業務に係る活動をとおして、PUPR のダム事業実施体制や現状の問題点、現場で起こる課題を確認・抽出、対策を提案し期待される成果を発現し、業務の目標を達成する。
業務の範囲	本業務は、当該課題に対しての助言・アドバイスをを行いPUPRにおけるダムの建設事業に必要な地質調査、設計及び施工監理に関する能力の向上を目指す。

2. プロジェクトの説明

災害頻発国であるインドネシアでは、地震、洪水、津波及び地すべり等の自然災害が毎年頻発している。特に、洪水と降雨に起因する斜面災害を含む水関連災害は年々増加傾向にあり、多くの国民が洪水リスクの高い地域に居住していることに加えて、国内の開発とともに被害損失が増加する可能性が懸念されている。PUPR は、統合水資源管理の一環として、利水及び治水のための新規多目的ダム建設の計画を掲げている。特に、今後、気候変動の影響にも鑑み、治水容量を加味した、多目的ダムの設計、建設及び運用並びに地質調査に関する能力開発が不可欠とインドネシア政府は分析している。

かかる状況下、今後の PUPR による多目的ダムの建設事業推進に向け、これらダム建設予定サイトにおける地質調査並びにダムの設計及び施工監理に関する PUPR の技術的蓄積に課題があり、その改善が必要な状況にある。

本業務では、今後の PUPR による多目的ダムの建設事業推進に向け、実施中のダム建設サイトの地質調査並びにダムの設計及び施工監理に関する PUPR の技術的課題を抽出し、その改善を目指してその課題に対する助言・アドバイスをを行い、それらを踏まえて PUPR におけるダムの建設事業に必要な地質調査、設計及び施工監理に関する能力の向上を目指す。

3. 業務への取り組み方針

インドネシアでは日本及び欧米諸国の協力で多くのダムが建設されてきた。我が国は、1960年代からダム建設の協力を続けてきたが、近年は 2014 年竣工のジャティバラダム建設を最後に大半のダムが自国の力で建設されるようになった（なお、近年は、中国がジャティゲテダム、ジェネラタダムを、韓国がカリアンダムの建設を援助している）。インドネシアのダム技術者はこれらの協力事業の中で経験を積み重ね技術を継承してきたが、近年のダム建設ラッシュにおいては経験を積んだ技術者が不足し、現場で発生する数多くのリスクに対し、十分に対処できない問題がある。

本業務では、このようなインドネシアの現状を考慮し、日本のダムの技術開発と知見・経験に基づく助言・アドバイスをを行い、ダムの建設事業に必要な地質調査、設計及び施工監理に関する PUPR の能力向上を目指す。また、上述の課題に対処すべく、インドネシアのダム関係者の中で効果的に情報を共有できる方策を PU と協議し、この方策の実施を目指した。

この目標を達成するためには、ダムが自然相手に建設される不確実性の高い構造物であり、多くの顕在リスクと潜在リスクがあることをインドネシアのダム技術者が認識する必要がある。

当初予定していた現地作業の業務内容は以下の通り。

作業場所	作業期間	作業内容・提出物
国内作業	2023年3月下旬～4月上旬	準備作業。手持ち資料の整理 業務計画書
現地作業 1	2023年6月上旬～8月上旬	既存資料の収集整理分析（基準、建設中ダム） ワークプラン
現地作業 2	2023年9月中旬～11月中旬	既存資料の収集整理分析（基準、建設中ダム） 第1回セミナー準備・開催
現地作業 3	2024年2月上旬～3月上旬	ダム建設に関する技術的課題の特定と整理 業務進捗報告書
現地作業 4	2024年6月上旬～7月上旬	技術的課題の対処方法の整理
現地作業 5	2024年9月上旬～11月上旬	技術的な実施能力の把握と課題の分析 第2回セミナー準備・開催
現地作業 6	2025年1月上旬～2月末	緊急度の高い課題の対処方法の分析・検討 能力強化計画、 業務完了報告書

図 1-1 作業内容

3.1 派遣期間 (Actual)

専門家の現地作業の派遣期間は、以下の通り。業務期間 2 年のうち、ダム設計施工管理専門家は 10 か月間（最終的に 11.5 か月間）、ダム地質専門家は 5 か月間現地で技術アドバイスを行った。

表 1-2 専門家の派遣実績

担当	氏名	派遣期間	
業務主任者／ダム設計 ・施工監理	清水 比呂志	第 1 回 : 2023/5/22 ~ 2023/8/13 (7/5-16、12 日間 一時帰国)	72 日
		第 2 回 : 2023/9/27 ~ 2023/12/12	77 日
		第 3 回 : 2024/1/25 ~ 2024/2/27	34 日
		第 4 回 : 2024/6/12 ~ 2024/8/2	52 日
		第 5 回 : 2024/9/16 ~ 2024/11/21 (11/9~13 5 日間 忌引休暇)	62 日
		第 6 回 : 2024/1/9 ~ 2024/2/23	46 日
		合計 : (Actual/Schedule)	343 日/300 日
ダム地質	水野 直弥	第 1 回 : 2023/5/22 ~ 2023/8/2	31 日
		第 2 回 : 2023/10/2 ~ 2023/11/30 (11/15~17 3 日間 セミナー)	60 日
		第 4 回 : 2024/6/12 ~ 2024/7/11	31 日
		第 5 回 : 2024/9/16 ~ 2024/11/21 (11/15~17 3 日間 セミナー)	34 日
		合計 : (Actual/Schedule)	156 日/150 日

PART 2 活動内容

1. 活動の方針

現在、インドネシアは、Jenelata、Karian の 2 ダムを除いた 59 ダム全てを自国技術で建設している。ダム建設の数に応じて多くの技術的課題が発生しているものの、その課題を認識し対応していることは、インドネシア側の技術力の高さを示唆するものである。また、事業を技術審査する DSU 及び DSC 内の専門家が持つダム建設に係る知識量・経験値は既に卓越したものがあり、このことからインドネシアのダム技術力は一定のレベルに近づいていると判断できる。一方で、専門家や組織が有する知識・経験が、PUPR 機関内やコンサルタント・コントラクター技術者にまで広く浸透しきれていない点は、今後解決すべき大きな課題である。特に、ダム技術は、広範囲に及ぶものであり、それらを全て把握した上での判断が必要になる。インドネシアのダム技術者は、部分的に知識があっても専門外について目を背ける傾向が強い。専門分野に加えて広い分野での最低限の知識を持って、ダム設計・施工時に発生する課題の対処方法の判断力が問われる。

本業務が目的とする「インドネシアのダム技術の課題の抽出・分析と技術能力の改善」を実施しインドネシアのダム技術が今以上にレベルアップするためには、各ダム技術者がダム施工に係るリスク(ダムの機能、工期、工費、施工時及び建設後の安全性や周辺環境への影響等)を系統的に認識するとともに、事業実施にあたりそのリスクを(DSCの認証プロセスの前に)担当者が認識することが第一歩である。このことは、DSCの掲げるダム安全に係る考え方にも一致している。

以上から、業務実施の基本方針は「インドネシアのダム事業に係るリスク管理をとおして、事業の各段階におけるリスクを認識し、そのリスクを最小限にとどめるための対処を最も適切なタイミングで実施するシステムの構築を提案する」という視点をベースにして作業をすすめた。

2. 期待される成果

当初予定していた成果は、以下の項目である。

成果 1：ダムプロジェクトに必要な効果的な組織構造

- 成果 1-1: 政策、計画、法律、技術基準に関する情報の収集
- 成果 1-2: 建設中の 61 のダムに関する情報の収集と整理
- 成果 1-3: インドネシアのダム建設に関する技術的課題の特定と整理
- 成果 1-4: 技術的問題に対処する方法の整理
- 成果 1-5: 緊急課題への対応方法の分析と検討

成果 2：PUPR ダム技術者の能力開発

- 技術的实施能力の確認と課題の分析
- 能力開発計画
- セミナー・ワークショップ
 - ◆ 第 1 回セミナー/ワークショップ
 - ◆ 第 2 回セミナー/ワークショップ

3. 各 Output に対する成果

以下に前述した成果に対する活動内容とその成果を記す。

3.1 成果 1：調査・設計・施工の組織・技術的課題の抽出とその対処方法の整理

3.1.1 成果 1-1：政策・計画・法律・技術基準の情報収集

ダム建設に係る政策・計画・法律・技術基準は DSC が事業実施者に対して取りまとめた「Dam Safety Concept and Regulation 2008（2025年改訂）」の中でリストアップされているので、これを基に最新版を入手した。特に近年、インドネシアの国家基準（SNI）のフィルダム設計基準、ダム耐震基準、洪水吐きの設計流量に関する基準等、頻繁に基準の改定が行われているので、BTB 及び DSU が持つ最新情報の入手に努め、技術面での変更点について確認した。

収集した資料は、表 2-1 の示す通りである。技術指針は、ダム建設事業・技術に関するほぼ全域をカバーしている。特に、インドネシアにおいては、フィルダムの建設が盛んであることから、フィルダムに関する技術ガイドラインが充実している。また、インドネシアでは、ダム建設における安全確保に関しても注視しており、ダム建設許認可システムが法令で制定されている。

これらは、「Supporting Report 1 : Summary of Regulations, Laws and Guidelines on Dam Safety and Construction in Indonesia」にまとめた。

表 2-1 収集したインドネシアのダム関連法規・基準

I. Technical Standard/Regulation of Dams	1. Technical Standard/Regulation of Dams (Continue)
1. Hazard Classification of Dams	22. Technical Guideline: Book 1 Very Complexed Bent of Concrete
2. Emergency Action Plan	23. Technical Guideline: Book 2 Very Complexed Bent of Concrete
3. Regulation: Procedure for Process of Dam Safety Commission	24. Guideline: Bend on Concrete Membrane of Rockfill Dam (CFRD).
4. Regulation: Procedure for Approval -Dam Construction & Demolition	25. Attachment A. Guideline for Design & Construction of Concrete Facing Rockfill Dam
5. Guideline: Impounding Reservoir	26. Attachment B. Guideline for Design & Construction of Concrete Facing Rockfill Dam
6. Guideline: Dam Safety Inspection & Evaluation	27. Technical Guidelines: Dam Risk Assessment
7. Guideline: Dam Safety Assessment	28. TECHNICAL GUIDELINES. DAM RISK ASSESSMENT LAMP
8. Guideline: Seepage Control in Filltype Dam	29. Guideline: Planning & Construction of Tunnel for Dam
9. Guideline: Dam Operation & Maintenance _ Vol. 1 - 5	30. Attachment: Guideline for Planning & Construction for Dam
10. Guideline: Sedimentation Management	2. Government/Minister Regulation
11. Guideline: Tailing Dam for Mining	1. Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 37, 2010. Regarding Dam
12. Guideline: Implementation of Fill-type Dam Construction	2. 2. Minister Order of The PUPR regarding Dam Number 27/PRT/M/2015
13. Manual for Visual Inspection of Fill Type Dam	3. 3. Amendment of Minister Order of The PUPR related to Dam, No.6 2020
14. Guideline: General Design Criteria for Fill-Type Dam	3. Others
15. Guideline: Grouting of Dam	1. Standard for Fill-Type Dam Planning
16. Guideline: Construction of Cut-Off Wall of Fill-type Dam	2. Vol 1. Survey & Investigation
17. Guideline: Dam on Soft Soil Foundation	3. Vol 2. Hydrological Analysis
18. Guideline: Dynamic Analysis of Fill-Type Dam	4. Vol 3. Dam Foundation & Dam body
19. Guideline: Dynamic Analysis of Gravity Concrete Dam	5. Vol 4. Design of Dam Appurtenant Structures
20. Guideline: Survey & Monitoring of Reservoir Sedimentation	6. Vol 5. Hydromechanics, Instrumentation & Complementary Works
21. Technical Guideline: Dam Hazard Classification	7. 6. Indonesian Earthquake & Hazard Map, 2017

(1) 技術指針について

これらインドネシアのダム技術基準は、基本的に日本や欧米の技術基準をもとに、インドネシア国内の現状に応じた形で取りまとめられている。また、ダム建設事業は、これらの基準・ガイドラインに従って、基本的な内容に関して齟齬はないと判断できる。

また、耐震基準などは、最近の研究や情勢に合わせ随時改定を重ねている。

(2) ダム安全管理に関する法令

一方、技術基準・ガイドラインに加えて、ダム安全管理に関し法令・閣僚規則も制定されている（ダムに関するインドネシア共和国 公共事業住宅省大臣令27/PRT/M/2015 "PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT, REPUBLIK INDONESIA、NOMOR 27/PRT/M/2015、TENTANG BENDUNGAN DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA”の中で、ダム建設に関する要請事項と建設認可のシステムが記載されている）。

インドネシアにおける、ダム建設にかかる安全管理は、1989年に発行された「ダム安全指針（Dam Safety Guideline; SNI No.1731-1989-F）」で導入された。この指針には、設計、建設、運用、ダム撤去に関する技術評価を含むダム安全評価の承認を担当する委員会の設立について記載されている。また、1997年に公共事業省は、ダムの安全に関する閣僚規則72/PRT/1997を公布した。このダム安全規則で、ダム開発の各段階（設計、建設、湛水、運転、リハビリ、ダムの撤去）でのダムによる被害を最小限に抑えるための技術的評価をダム安全委員会（Dam Safety Commission : DSC）とダム安全部会（Dam Safety Unit : DSU）が行い、大臣の承認を得る必要があるとしている（図 2-1）。さらに、2004年の水資源法第7号並びにDamに関する2010年の政府規則第37号にあるダムに関する規則が発行された。この規定では、ダム開発とダム管理のあらゆる段階でライセンスを取得するという要件が明確に述べられている。さらに、緊急行動計画（Emergency Action Plan）の必要性も、ダム安全概念の一部として記載されている。

ダム安全委員会（ダムの安全に関する閣僚規則 72/PRT/1997）

同法で規定されているダム安全委員会（DSC）は、ダム建設の①設計、②湛水、③運用の3ステージにおいて、ダム建設の安全を確認するシステムを有し、以下の活動を行う。

- DSU はデータの収集・解析結果の分析・技術的な提案の準備・現地調査等を実施
- DSU の結果を踏まえ、DSC は技術的審査を実施
- 各ステージでダムの安全に対する照査が完了したことを示す証明証を DSC が発行
- 全国のダムの建設現場で発生する問題に、BTB、DSU、DSC が技術的助言

DSC メンバー：公共事業国民住宅省(水資源総局・ダム湖沼局 DBD・ダム技術局 BTB・水資源研究所 PUSAIR)、エネルギー鉱物資源省(地質局・電力エネルギー利用総局)、電力公社 (PLN)、環境衛生・森林省、インドネシア大ダム会議 (INACOLD)、インドネシア水理学会 (HATHI)



ダム建設の安全に係る DSC の役割

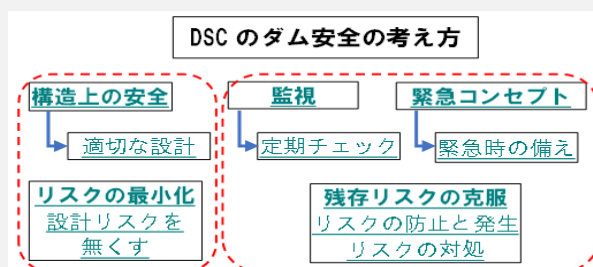


図 2-1 インドネシアにおけるダム安全システムの概念

注) なお、このダム安全委員会に関しては、2015年に改訂、2023年に大臣令 1234 (KEPMEN PUPR NOMOR 1234 TAHUN 2023 TTG KOMISI KEAMANAN BENDUNGAN) が新たに発令されている。

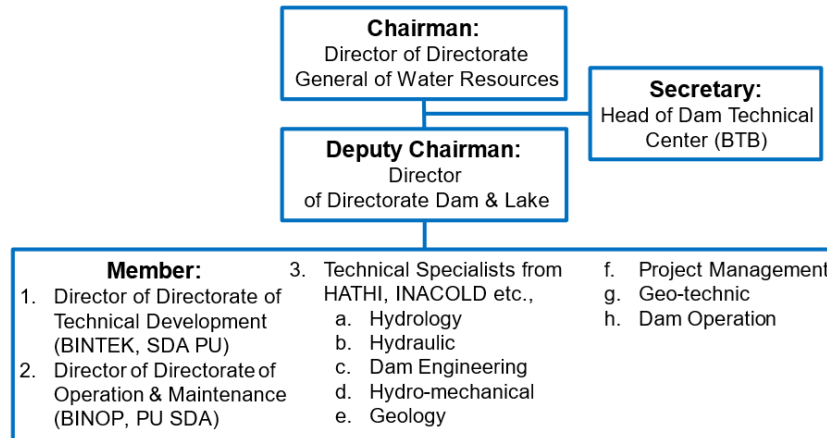


図 2-2 ダム安全委員会の組織図

このように、インドネシアにおけるダム安全に対するコンセプトは、建設前の安全に対する技術的なものだけに限らず、建設後の維持管理や、想定外の事態に対する対応まで配慮し、法的に規定している。

ダム安全管理に関する詳細は、Supporting Report 3: Establishment of Risks Management System in Dam Constructionの中のAttachment 1: Process of Dam Safety in Indonesia にまとめている。

3.1.2 成果 1-2 :建設中の 61 ダムに関する情報収集と整理

(1) 建設中ダムの情報収集

Rencana Strategies 2020-2024で、2020年から2024年にかけて建設中あるいは建設に入る予定の61ダムと2024年までに運用開始を予定しているダム情報（設計図書、施工管理報告、完成報告書、ダム挙動モニタリング報告書など）を収集・整理した。これらの情報は、先に述べたダム建設にかかる各認可申請時にBTBに提出され、DSUによる技術的照査、DSCによる審査が終わった段階でデジタル化され、BTBのサーバに保管されている。このため、BTBから61ダムの情報の提供を受けた。

取得した情報を表 2-2に示す。これらの情報を整理するにあたり、調査必要項目を抽出する様式を作成した（表 2-3）。また、現在施工中のダム事業で発生している課題と対応について、それらを事例として将来活用できるようにデータベース化するための基礎資料を準備した（Supporting Report 3 Establishment of Risks Management System in Dam Construction 参照）。

表 2-2 収集資料一覧

No	Dam Name	Design Reports	Presentation Materials	Drawings	Minutes of Discussion	Remarks
1	AMERORO	√	√		√	
2	BAGONG		√		√	
3	BAJULMATI	√		√		
4	BENDO	√	√	√	√	
5	BENER	√	√		√	
6	BERINGIN SILA	√	√			
7	BINTANG BANO	√	√	√	√	
8	BUDONG-BUDONG	√			√	
9	BULANGO ULU	√				
10	CIAWI		√		√	
11	CIPANAS	√	√	√	√	
12	GONDANG	√	√			PPT/Paper
13	GONGSENG	√	√	√	√	
14	JATIGEDE	√	√		√	
15	JLANTAH		√		√	
16	JRAGUNG		√			
17	KARALLOE	√	√	√		PPT/Paper
18	KARIAN	√	√	√	√	
19	KEUREUTO		√	√		
20	KUNINGAN	√	√	√	√	
21	KUWIL KAWANGKOANG	√	√	√	√	
22	LADONGI	√	√	√		PPT/Paper
23	LAUSIMEME	√	√			
24	LEUWIKERIS		√			
25	LOGUNG		√		√	
26	LOLAK	√	√			
27	MANIKIN	√	√		√	
28	MARANGKAYU		√		√	
29	MARGATIGA	√	√	√	√	
30	MENINTING	√	√			
31	MILA		√		√	
32	NAPUNGETE		√		√	
33	NIPAH		√			PPT/Paper
34	PAMUKKULU	√	√	√		
35	PASELLORENG	√	√			PPT/Paper
36	PAYA SEUNARA	√		√		
37	PIDEKSO	√	√	√	√	
38	RAJUI	√		√		
39	RAKNAMO	√			√	
40	RANDUGUNTING		√		√	
41	ROTIKLOT		√	√	√	
42	RUKOH		√		√	
43	SADAWARNA	√	√	√	√	
44	SEI GONG		√			
45	SEMANTOK	√	√	√		
46	SEPAKU SEMOI	√	√	√	√	
47	SIDAN	√	√			PPT/Paper
48	SINDANG HEULA		√			PPT/Paper
49	SUKAMAHI	√	√	√	√	
50	TAMBLANG	√	√	√	√	
51	TANJU		√		√	
52	TAPIN		√		√	
53	TEMEF	√	√	√	√	
54	TERITIP		√			PPT/Paper
55	TIGA DIHAJI		√		√	
56	TITAB		√			PPT/Paper
57	TIU SUNTUK	√	√	√		
58	TUGU	√	√	√	√	
59	TUKUL		√			
60	WAY APU		√			
61	WAY SEKAMPUNG		√		√	

注) 入手できた資料に✓が記載されている。ダムによって入手できた資料の種類に違いがある。

(2) ダムの基本情報の整理

各ダムの基本情報を、表 2-3に示す“Dam Technical Data”として整理した。対象61ダムの情報を Supporting Report 2 Study of Dam Related Issues にまとめた。

表 2-3 Dam Technical Data 入力フォーム

<table border="1"> <tr><td>Dam Name</td><td>: Bagong</td></tr> <tr><td>Province</td><td>: Jawa Timur</td></tr> <tr><td>Regency</td><td>: Trenggalek</td></tr> <tr><td>Coordinate</td><td>: 7° 59'51.63" S 111° 41'33.45" E</td></tr> </table>	Dam Name	: Bagong	Province	: Jawa Timur	Regency	: Trenggalek	Coordinate	: 7° 59'51.63" S 111° 41'33.45" E																																				
Dam Name	: Bagong																																											
Province	: Jawa Timur																																											
Regency	: Trenggalek																																											
Coordinate	: 7° 59'51.63" S 111° 41'33.45" E																																											
<table border="1"> <tr><td>Main Dam Type</td><td>: Zonal with vertical core</td></tr> <tr><td>Height</td><td>: 82 m</td></tr> <tr><td>Elevation of crest</td><td>: +330.00 m</td></tr> <tr><td>Elevation base foundation</td><td>: +248.00 m</td></tr> <tr><td>Wide of crest</td><td>: 12 m</td></tr> <tr><td>Length of crest</td><td>: 620 m</td></tr> <tr><td>Upstream slope</td><td>: 1:2.50</td></tr> <tr><td>Downstream slope</td><td>: 1:2.25</td></tr> </table>	Main Dam Type	: Zonal with vertical core	Height	: 82 m	Elevation of crest	: +330.00 m	Elevation base foundation	: +248.00 m	Wide of crest	: 12 m	Length of crest	: 620 m	Upstream slope	: 1:2.50	Downstream slope	: 1:2.25																												
Main Dam Type	: Zonal with vertical core																																											
Height	: 82 m																																											
Elevation of crest	: +330.00 m																																											
Elevation base foundation	: +248.00 m																																											
Wide of crest	: 12 m																																											
Length of crest	: 620 m																																											
Upstream slope	: 1:2.50																																											
Downstream slope	: 1:2.25																																											
<table border="1"> <tr><td>RESERVOIR</td><td></td></tr> <tr><td>Elev. of normal water level (NWL)</td><td>: +325.00 m</td></tr> <tr><td>Elev. of low water level (LWL)</td><td>: +297.00 m</td></tr> <tr><td>Elev. of flood water level Q1000</td><td>: -</td></tr> <tr><td>Elev. of flood water level QPMF</td><td>: +329.23 m</td></tr> <tr><td>Normal storage capacity</td><td>: 17.4 million m³</td></tr> <tr><td>Dead storage capacity</td><td>: 3.3 million m³</td></tr> <tr><td>Effective storage capacity</td><td>: 14.1 million m³</td></tr> </table>	RESERVOIR		Elev. of normal water level (NWL)	: +325.00 m	Elev. of low water level (LWL)	: +297.00 m	Elev. of flood water level Q1000	: -	Elev. of flood water level QPMF	: +329.23 m	Normal storage capacity	: 17.4 million m ³	Dead storage capacity	: 3.3 million m ³	Effective storage capacity	: 14.1 million m ³	<table border="1"> <tr><td>Hidrological Discharge</td><td></td></tr> <tr><td>5 year return period</td><td>: 154.71 m³/s</td></tr> <tr><td>10 year return period</td><td>: 169.08 m³/s</td></tr> <tr><td>25 year old return period</td><td>: 188.94 m³/s</td></tr> <tr><td>50 year return period</td><td>: 194.22 m³/s</td></tr> <tr><td>100 year return period</td><td>: 203.36 m³/s</td></tr> <tr><td>1000 year return period</td><td>: 289.40 m³/s</td></tr> <tr><td>PMF return period</td><td>: 589.93 m³/s</td></tr> </table>	Hidrological Discharge		5 year return period	: 154.71 m ³ /s	10 year return period	: 169.08 m ³ /s	25 year old return period	: 188.94 m ³ /s	50 year return period	: 194.22 m ³ /s	100 year return period	: 203.36 m ³ /s	1000 year return period	: 289.40 m ³ /s	PMF return period	: 589.93 m ³ /s	<table border="1"> <tr><td>Intake</td><td></td></tr> <tr><td>Type</td><td>: Tower</td></tr> <tr><td>Tower height</td><td>: 40.40 m</td></tr> <tr><td>Intake inlet elevation</td><td>: +295.00 m</td></tr> <tr><td>Gate dimension</td><td>: 0.9 m (diameter)</td></tr> </table>	Intake		Type	: Tower	Tower height	: 40.40 m	Intake inlet elevation	: +295.00 m	Gate dimension	: 0.9 m (diameter)
RESERVOIR																																												
Elev. of normal water level (NWL)	: +325.00 m																																											
Elev. of low water level (LWL)	: +297.00 m																																											
Elev. of flood water level Q1000	: -																																											
Elev. of flood water level QPMF	: +329.23 m																																											
Normal storage capacity	: 17.4 million m ³																																											
Dead storage capacity	: 3.3 million m ³																																											
Effective storage capacity	: 14.1 million m ³																																											
Hidrological Discharge																																												
5 year return period	: 154.71 m ³ /s																																											
10 year return period	: 169.08 m ³ /s																																											
25 year old return period	: 188.94 m ³ /s																																											
50 year return period	: 194.22 m ³ /s																																											
100 year return period	: 203.36 m ³ /s																																											
1000 year return period	: 289.40 m ³ /s																																											
PMF return period	: 589.93 m ³ /s																																											
Intake																																												
Type	: Tower																																											
Tower height	: 40.40 m																																											
Intake inlet elevation	: +295.00 m																																											
Gate dimension	: 0.9 m (diameter)																																											
<table border="1"> <tr><td>Spillway</td><td></td></tr> <tr><td>Type</td><td>: Mercu Ogee</td></tr> <tr><td>Length</td><td>: 397.92 m</td></tr> <tr><td>Wide threshold</td><td>: 30 m</td></tr> <tr><td>Crest threshold elevation</td><td>: +325.00 m</td></tr> <tr><td>Stilling Basin type</td><td>: USBR type III</td></tr> </table>	Spillway		Type	: Mercu Ogee	Length	: 397.92 m	Wide threshold	: 30 m	Crest threshold elevation	: +325.00 m	Stilling Basin type	: USBR type III	<table border="1"> <tr><td>Diversion</td><td></td></tr> <tr><td>Location</td><td>: Right dam abutment</td></tr> <tr><td>Type</td><td>: Tunnel</td></tr> <tr><td>Length</td><td>: 422 m</td></tr> <tr><td>Dimensions</td><td>: 4.0 m</td></tr> <tr><td>U/S elevation</td><td>: +255.0 m</td></tr> <tr><td>D/S elevation</td><td>: +248.0 m</td></tr> </table>	Diversion		Location	: Right dam abutment	Type	: Tunnel	Length	: 422 m	Dimensions	: 4.0 m	U/S elevation	: +255.0 m	D/S elevation	: +248.0 m	<table border="1"> <tr><td>Geology</td><td></td></tr> <tr><td>Formation</td><td>: Mandalika, Jaten, Wonosari</td></tr> <tr><td>Rock/soil</td><td>: colluvium, limestone, sandstone, volcanic breccia</td></tr> <tr><td>Rock Class (CRIEPI)</td><td>: D, CL, CM</td></tr> <tr><td>Main Dam Foundation</td><td>: colluvium, limestone, sandstone</td></tr> <tr><td>Spillway Foundation</td><td>: colluvium, limestone, sandstone</td></tr> <tr><td>Diversion Foundation</td><td>: limestone, sandstone, volcanic breccia</td></tr> </table>	Geology		Formation	: Mandalika, Jaten, Wonosari	Rock/soil	: colluvium, limestone, sandstone, volcanic breccia	Rock Class (CRIEPI)	: D, CL, CM	Main Dam Foundation	: colluvium, limestone, sandstone	Spillway Foundation	: colluvium, limestone, sandstone	Diversion Foundation	: limestone, sandstone, volcanic breccia		
Spillway																																												
Type	: Mercu Ogee																																											
Length	: 397.92 m																																											
Wide threshold	: 30 m																																											
Crest threshold elevation	: +325.00 m																																											
Stilling Basin type	: USBR type III																																											
Diversion																																												
Location	: Right dam abutment																																											
Type	: Tunnel																																											
Length	: 422 m																																											
Dimensions	: 4.0 m																																											
U/S elevation	: +255.0 m																																											
D/S elevation	: +248.0 m																																											
Geology																																												
Formation	: Mandalika, Jaten, Wonosari																																											
Rock/soil	: colluvium, limestone, sandstone, volcanic breccia																																											
Rock Class (CRIEPI)	: D, CL, CM																																											
Main Dam Foundation	: colluvium, limestone, sandstone																																											
Spillway Foundation	: colluvium, limestone, sandstone																																											
Diversion Foundation	: limestone, sandstone, volcanic breccia																																											

3.1.3 成果 1-3：インドネシアのダム建設に関する技術的課題の特定と整理

DBD、BTB からの要請に応じて、課題が発生しているダムに対して DSC が行う現場視察に同行し、会議の席でコメントを述べ、その内容をまとめた "Site Inspection Report" を作成し、DSC、BTB、ダム現場事務所と共有した。

建設現場で発生した問題のうち現場で解決困難なものは、BTB に持ち込まれて DSU で検討され、DSC によって対処方法が提示される。このため、現場では、対処するにあたり時間的に遅れが生じている。ダム設計・施工審査プロセスの中で、ダム設計・施工監理のコンサルタントを交えた Technical Session が実施され、コンサルタント及び施主が設計の考え方・施工方法などについて説明し、その後内容が議論される。この議論の中で解決された事項や積み残された懸案事項は、DSC のコメントとして議事録に残される。この Technical Session は現在進行中のダム事業の重要な情報源になるため、可能な限り会議に参加し、提示された課題に対しその対応策を提案した。

派遣期間中に参加した現地視察・技術会議は、エラー! 参照元が見つかりません。に示すとおりである。また、Site Inspection Report と会議の議事録を Supporting Report 4 Activity Reports にまとめている。

表 2-4 参加した DSC Dam Site Inspection と Technical Session

Date	Name of Da	Activity	Remarks
Site Inspection			
June 13, 2023	Jlagung	Site Inspection	With DSC/BTB
June 22, 2023	Keureuto	Site Inspection	With DSC/BTB
June 23, 2023	Rukoh	Site Inspection	With DGSDA/DBD/BTB/DSC
July 18, 2023	Singtan	Technical Discussion	On Kapuas River, West Kalimantan
July 19, 2023	Pamkkulu	Site Inspection	With DSC/BTB

July 20, 2023	Ameroro	Site Inspection	With DSC/BTB
July 25, 2023	Jragung	Site Inspection	With BBWS Pumali-Juana
July 27, 2023	Temef	Site Inspection	With BTB
July 28, 2023	Manikin	Site Inspection	With BTB
August 8, 2023	Leuwikeris	Site Inspection	With DSC/BTB
October 5, 2023	Temef/Manikin	Site Inspection	With DSC/BTB
October 13, 2023	Bagong	Site Inspection	With BTB
November 30, 2023	Ciawi/Sukamahi	Site Inspection	With BBWS CiliCis
October 5, 2023	Temef/Manikin	Site Inspection	With DSC/BTB
October 13, 2023	Bagong	Site Inspection	With BTB
November 30, 2023	Ciawi/Sukamahi	Site Inspection	With BBWS CiliCis
July 2, 2024	Malang Kayu	Site Inspection	With DSC/BTB
July 3, 2024	Speak Semoi	Site Inspection	With DSC/BTB
July 18, 2024	Sidang	Site Inspection	With DSC/BTB
July 19, 2024	Tamblang/Titab	Site inspection	With DSC/BTB
July 30, 2024	Jenelata	Site Inspection	With DSC/BTB
Nov. 4, 2024	Kedung Ombo	Information gathering	With JICA Expert
Nov. 5, 2024	Jragung	Site Inspection	With JICA expert
Technical Session/Meeting			
July 18, 2023	Singtan	Technical Discussion	On Kapuas River, West Kalimantan
October 16, 2023	Sintang	Technical Discussion	BINTEK, MLIT Team On Kapuas River, West Kalimantan
October 27, 2023	Ameroro	Technical Meeting for Impounding	DSC (Sidang Teknik)
October 7, 2023	Muria Juroi	Technical Meeting for Impounding	With DSC
October 8, 2023	Ameroro	Technical Meeting for Impounding	With DSC
November 15, 2023	Bintang Sila	Technical Meeting for OM	With DSC
November 16, 2023	Bintang Bino	Technical Meeting for OM	With DSC
November 17, 2023	Temef	Technical Meeting for Impounding	With DSC
November 23, 2023	Sai Harapan/ Ladi	Technical Meeting for Impounding	With DSC/BTB
October 16, 2023	Sintang	Technical Discussion	BINTEK, MLIT Team On Kapuas River, West Kalimantan
October 27, 2023	Ameroro	Technical Meeting for Impounding	DSC (Sidang Teknik)
October 7, 2023	Muria Juroi	Technical Meeting for Impounding	With DSC
October 8, 2023	Ameroro	Technical Meeting for Impounding	With DSC
November 15, 2023	Bintang Sila	Technical Meeting for OM	With DSC
November 16, 2023	Bintang Bino	Technical Meeting for OM	With DSC
November 17, 2023	Temef	Technical Meeting for Impounding	With DSC
November 23, 2023	Sai Harapan/ Ladi	Technical Meeting for Impounding	With DSC/BTB
June 26, 2024	Speak Semoi	Technical Meeting	With BINTEK, DSC, BTB, Cipta Karya, K-Water on Water Supply System to IKN (新首都)
July 4, 2024	Koto Panjang	Technical Meeting	With OM、 Dam 運用改善計画
July 5, 2024	Koto Panjang	Coordination Meeting	With OM、DBD、PLN
July 9, 2024	Rukoh	Technical Meeting for Impounding	With DSC
July 10, 2024	Cibeet	Technical Meeting for Design	With DSC、BTB、BBWS Citarum
July 15, 2024	Wonogiri	Technical Meeting	With JICA, NK
July 16, 2024	Benar	Technical Meeting	With DSC/BTB
Sep. 17, 2024	Lausimeme	Technical Meeting	With DSC/BTB
Sep. 24, 2024	Rukoh	Technical Meeting	With DSC/BTB
Sep. 26, 2024	Meninting	Technical Meeting	With DSC/BTB
Sep. 27, 2024	Tamblang	Technical Meeting	With DSC/BTB
Oct. 9, 2024	Sidan	Technical Meeting	With DSC/BTB

なお、現場で発生した課題や事故について、その発生場所や原因等の傾向については、次項に示す通りリスクという観点で検討した。

3.1.4 成果 1-4：技術的課題の対処方法の整理

ダム事業においては、ダムに関わる不確実性の影響、即ちダム事業に関わるリスクを関係者が正しく認識し、構想・計画、調査、設計、施工、維持管理において適切に対応することが必要である。ダム事業の効率的な実施及び安全性の確保のためには、ダム事業に関わるリスクの取扱い及びその対応を可能な限り明示し、リスクを適切に評価して、最適な対応を行うリスク管理が必要である。

上記のリスク管理のうち、本業務ではリスクの存在を認識し関係者間で共有することが重要と考え、61のダムを対象として、DSCの会議記録や現場視察結果から現場で発生した課題をリスクとして捉え、リスク事例を抽出し、リスクの種類と場所、原因、対応等について整理・分析した。これらの詳細は、”Supporting Report 3 Establishment of Risks Management System in Dam Construction” にまとめている。

(1) ダムリスクの定義

本検討では、ダムリスクを以下のように定義した。

「ある事象の発生がダムプロジェクトに重大な望ましくない影響を及ぼす可能性がある状況や状態」。望ましくない影響とは、ダムの決壊やダムの機能不全、またプロジェクトが利害関係者に与える悪影響を指す。

これは、ICOLD および USBR/US Army で適用されている「ダム建設後に発生する可能性のあるダムの崩壊や機能不全、またはプロジェクトの利害関係者への悪影響のリスク」という定義とは異なる。

Reference: ICOLD's Approach to Risk Assessment

Since the middle of 1990, ICOLD has been discussing dam risk assessment in view of factors such as the aging of dams, the application of risk analysis in the nuclear and aircraft industries, and the response to climate change. However, most of the papers focus on the risk related to safety assessment of existing dams, not on the design and construction risks. In 2003, ICOLD published "ICOLD BULLETIN Risk Assessment in Dam Safety Management."

In this ICOLD Bulletin, dam risk is defined as follows.

"The probability and degree of importance of an adverse effect on human life, health, property, or the environment. In general, risk is estimated by scenario, probability of occurrence, and outcome. In particular cases, the average risk is estimated by the mathematical expectation of the outcome of an undesirable event that occurs (the product of the probability of occurrence and the outcome combined across all scenarios)."

As mentioned earlier, in Indonesia, besides the construction approval system, there is an organization called KKB to ensure the safety of dams, and it is obligatory to consider RTD (Rencana Tindak Darurat Bendungan) based on ICOL Bulletin before construction.

These are very different from the definition of dam risk proposed in this paper, but they contribute to the improvement of the quality of dam construction and are in line with the concept of dam safety. This is not to change the Indonesian system, but to add measures to recognize and respond to the risks arising in dam construction into the existing dam safety system.

したがって、ここでのダムリスクマネジメントは、建設開始前にリスクを特定し、建設中の事故、遅延、コスト増加を防ぐ対策を講じるとともに、建設後のダムの安全性を確保することを目的としている。これは、「ダム設計・建設におけるダムリスクマネジメント」と定義でき、建設中のリスクマネジメントだけでなく、ダムの将来の保守・運用にも適用できるものである。

(2) リスク事例の抽出

ダム安全委員会（DSC）に提出されたダム設計レポートとTechnical Sessionの資料に基づいて、インドネシア全土の61のダムについて100のリスク事例を抽出・分析した。リスクの抽出にあたっては、リスクが認識された背景、リスク要因、リスク評価、リスク対応等を図 2-3に示す因果関係図に整理した上で、リスクを抽出・特定した。

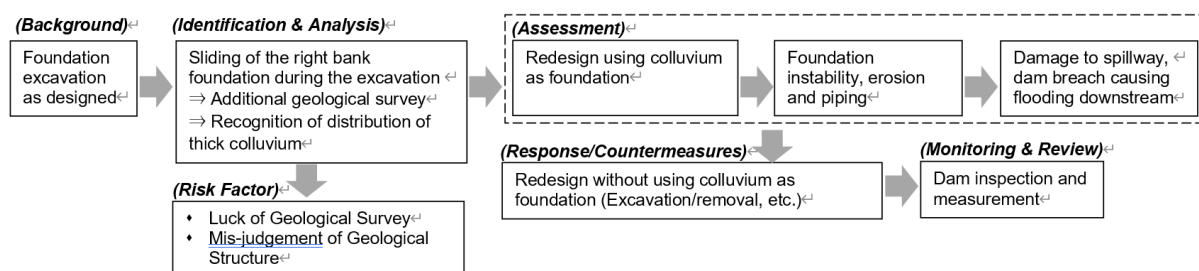


図 2-3 リスクの抽出・特定に使用した因果関係図の例

注：本事例では、基礎掘削中に、崩積土が設計時の想定よりはるかに厚い厚さで分布していることが判明し、ダムおよび洪水吐き基礎の強度不足と崩積土を通じた漏水/パイピングが懸念された。

(3) 事例の収集と整理

(a) ダムリスク入力フォーム

抽出した100のリスク事例を整理するにあたり、抽出されたリスクごとに表 2-5に示す入力フォームを作成した。このフォームで整理している主な項目は、以下の3点である。また、図 2-3に示した因果関係図もこの入力フォームの一部である。

- a. リスク発生の背景・状況（場所、発生）
- b. リスク要因と分析
- c. 対応策と残された課題

これらの整理結果は、インドネシアでダム建設事業を進める上で、リスクの特定やリスクへの対応方法に関する貴重な情報（データベース）になる。ただし、事例の利活用にあたっては、問題がどのように発生し、どのように解決したかを熟知している各ダム建設現場の技術者によって再確認する必要がある。

参考までに、フォームの記入例を表 2-6に掲載する。また、本調査で作成された記入済みフォームを Supporting Report 3, Establishment of Risks Management System in Dam Construction の Attachment 2 に添付している。

表 2-5 ダムリスク入力フォーム

Table-1

Item No.	When the risk was identified (date)	When the risk was recognized (date)
1	21 Dec 2022	
2	Construction	
3	Tunnel - top of tunnel	
4	Carry of tunnel, voids etc.	
5	surface appearance during tunneling	
6	material collapse from top of tunnel during tunneling	
7	settlement, vibration	
8	tunnel collapse, dam foundation disturbance	
9	ground cracks, permeability, foundation	
10	Risk factors, categories, etc.	
11	Phase of Realization	<input checked="" type="checkbox"/> Operation <input checked="" type="checkbox"/> Due to large-scale external force action <input checked="" type="checkbox"/> Due to long-term use <input type="checkbox"/> Others
12	Impact if the risk realize	<input checked="" type="checkbox"/> Affects dam safety <input checked="" type="checkbox"/> Affects dam function <input type="checkbox"/> Affects the schedule and costs of the projects

Risk realization process and response

Overview of Causal Relationships

Tunnel collapse → tunnel excavation and loose material collapse from above → Sinkhole → additional survey for distribution → replaced with concrete + additional steel rib

sewerage vibration along concrete flow → tunnel collapse, sinkhole for dam foundation → unstable dam foundation, dam break

seepage condition with river etc. additional steel rib for tunnel → Sinkhole

Risk Situation

Figure-1 Sinkhole location during tunneling

Figure-2 loose material collapse from tunnel

Explanatory Diagram (Schematic Diagram, Photo, etc.)

Table-2

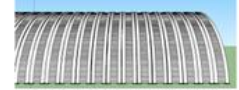

History	Recognition or not in the past	Project Phase	When the risk was recognized	Date
	Unrecognized	Construction		21 Dec 2022
Reason of recognizing	Recognizing by concrete			
Project Phase	History of recognized in risks			
Plan				
Design	Using steelrib for Tunnel reinforcement	Risk response history		
Construction	Using canopy steelrib for tunnel reinforcement	Illustration Steel Rib Canopy  Figure-1 Additional canopy steelrib for tunnel reinforcement  Figure-2 concrete replacement to sinkhole		
Preparatory Operation				
Investigation analysis	Investigation analysis to identify factors, etc.			
Plan in response to risk	Measure How to deal with Basis for decision Reason Use measurement Availability and method of monitoring	How to deal with Basis for decision Reason Expected impact Availability and method of monitoring	Substrate Installation canopy steelrib for tunnel at sinkhole location and concrete replacement for sinkhole Geological condition	
Special Note	Special Notes			
Keyword	would be considered that for the downstream basal segment of the Dam site that passes through the hollow sand layer, a drainage pipe equipped with a filter should be installed so that the saturation level of the sand layer below the downstream slope can be reduced to minimize the liquefaction risk.			
Approver	[Checklist attached related to geological study, dam design, and construction design]			
Keywords	Tunnel, sinkhole, steelrib			
Meeting Minutes	None (Part 153, 154)			
Reference	Xxxxxxx Care to do			
Other	References 013			

表 2-6 ダムリスク事例の入力フォームの記入例

ID:	Name:	Bagong	Dam Type:	Rock-fill dam with central core	Dam Height:	82.0 m
Contents of Risk	1	When the risk was identified (date)	7-Jul-22			
	2	Project phase in which risks were recognized	Construction			
	3	Location (Structure/Area)	Dam / Foundation, Spillway / Foundation			
	4	Contents of risk	Instability of the foundation, Piping of the foundation			
	5	Risk factors	Sliding of colluvium (rock mass sliding) used as foundation, Unequal settlement			
	6	Events in which risks were recognized	Sliding of the right bank cut slope occurred during the foundation excavation.			
	7	Condition/Situation for risk realization	Foundation deterioration over time, Impounding, Heavy rains, Earthquakes			
	8	Impact if the risk realize	Dam breach causing flooding downstream, Damage to spillway			
Perspectives on Risk Classification	9	Where risk exists	Geology / Strength, Permeability, Design / Foundation treatment			
	10	Character*1	B: Mainly due to technical factors			
	11	Phase of Realization*2	II: Operation, III: Due to large-scale external force action, IV: Due to long-term use			
	12	Impact if the risk realize*3	S: Affects dam safety / F: Affects dam function			
	13	Corresponding to risks*4	a: Basically risk avoidance			
Overview of Causal Relationships						
Explanatory Diagram (Schematic Diagram/ Photos, etc.)						
	<p>Figure-1 Right bank geologic cross section based on additional survey results</p>					

ID:	Name:	Bagong	Dam Type:	Rock-fill dam with central core	Dam Height:	82.0 m
History	Recognition or not	Unrecognized				
	When the risk was recognized	Project Phase: Construction			Date: 7-Jul-22	
	Status of corresponding	Countermeasure construction is under consideration				
Project Phase	History of correspond to risks					
Plan						
Design	The design was to use bedrock as the foundation.					
Construction						
	<p>Figure-2 Geological cross section of the dam axis (Site plan after additional investigation)</p>					
Investigation / analysis	Investigation/analysis to identify factors, etc.	-				
	Research/analysis, etc. to assess impact	-				
	Analysis, etc. to determine the need for and methods of response	-				
How to respond to risk	Measures	Contents of measures (avoidance, reduction, transfer) or retention	Reduction			
		How to deal with	~Foundation Treatment~ Spillway: Pile foundation+Secant Pile Dam: Secant Pile			
	Retention (no measures)	Basis for decision	Ground conditions, Construction cost			
		Reason	-			
	Availability and method of monitoring	Expected impact	-			
		Availability and extent of information sharing	-			
Special Notes	<p>Challenges: 1) Technical issues, 2) Constraints in project implementation requirements (Construction time, costs, etc.), 3) Constraints in dam operation, 4) Issues due to human/organizational factors, results of risk response - 5) Impact on processes, costs, etc., 6) Reflection points (room for improvement of risk management methods), etc.</p> <p>1) Technical issues, 2) Constraints in project implementation requirements (Construction time, costs, etc.)</p> <p>The geological conditions at the dam site differed significantly between the geological investigation design and construction phases. The following risks should be considered once again when adopting the current countermeasure plan. 1) Sliding along the boundary between the collapsed soil and bedrock 2) Piping at the foundation where the spillway meets the dam due to unequal settlement</p>					
	Applicable standards	(地質調査、ダム設計全般に関わる基準を記載予定)				
Keywords	Colluvium, Weathering, Creep					
References	Meeting Minutes:	2023.09.21 RDT Spillway Bagong [Z-AF] + CL (rev). Cap 226-KKB Laporan Inspeksi dim rangka Pelaksanaan Konstruksi B. Bagong				
	Meeting Materials:	Paparan BTB shimitzu				
	Other:	LAPORAN AKHIR STUDY NEOTEKTONIK, Laporan Progress Pengeboran hasil MASW				

(4) リスク分析

(a) 分析方法

収集したリスク事例について、つた。前項で示した総括表をもとに、主に以下の視点から事例数の多寡を分析し、円グラフとして図化した。

- ✓ リスク要因：リスクを顕在化させる力を潜在的に持っている要素
- ✓ リスク場所：リスク要因の所在、あるいはリスク顕在化の影響を受ける構造物
- ✓ リスクタイプ：リスク内容の分類（漏水、変形、地すべりなど）
- ✓ リスク誘因：リスク顕在化の誘因の分類（自然的要因、人為的要因など）
- ✓ リスクの類似性：多くのサイトで認識、あるいは特別な条件下で認識など
- ✓ リスクへの対処方法：回避、低減、保有
- ✓ リスクへの対処時期：計画、調査、設計、施工、運用

(b) 分析結果

今回のリスク分析の結果、インドネシアのダム現場で発生する課題の傾向として以下のことが分かった。なお、これらのリスク分析結果は、第2回セミナーの中で報告している。

- ✓ 地質リスクが全体の 60%以上あった。このことは、ダム建設現場でのリスクを回避するためには、適切な地質調査、地質技術者の能力向上、経験豊富な技術者からのアドバイスが重要になることを示唆している。
- ✓ ほとんどのリスクは人的要因（不十分な調査、地質の誤った解釈、不適切な設計など）によるものであり、調査・設計時に回避できるものも多くあった。従ってダム技術者の知識・能力を向上させ、経験豊富な技術者のレビューを受けることによりリスク回避につながる。
- ✓ リスクのうち約 60%は他のダムでも発生した同様のリスクであり、過去の事例に容易にアクセスすることができれば、その事例を参考に各事業ステージの中で適切な対応を取ることが可能であった。リスクを早期に認識し過去の事例を知れば、多くのリスクに対し適切な対策を講じることができるといえる。
- ✓ リスクの 55%は建設段階で認識され、44%は完成後に認識されていた。リスクの 50%以上は調査および設計段階で認識できる。計画・設計段階でリスクを事前に認識すれば、より多くのリスクの顕在化を防ぐ、あるいはリスクへの対処の効率化を図ることができる可能性がある。

ただし、今回収集したデータだけでは、リスク発生の原因を日本の評価事例のように正確かつ具体的に（特に人為的であるかどうか）判断することはできず、リスク分析にあたっては、我々の評価基準に基づいた点があることは否めない（たとえば、調査量の不足、担当技術者の技術力、経験、知識の不足、不適切な管理など）。

Dam Risk Analysis : 1 Risk Factor

- ◆ Risk factors are factors that have the potential to realize a risk.
- ◆ Approximately 60% of the identified risks are geological factors, and 20% are internal factors. Of the internal factors, approximately 70% are design-related.

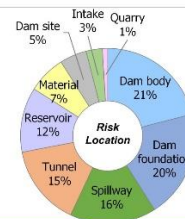
Geological study is very important !

Note: In this study, geological risk factors are referred to as georisks.



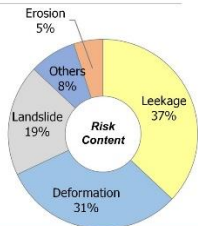
Dam Risk Analysis : 2. Location

- ◆ Risks observed in almost all areas of dam construction site, and the cause is largely related to geology.
- ◆ Approximately 50% of the risk factors are identified in the dam body, foundations and materials, with the rest in spillways, tunnels and reservoirs.



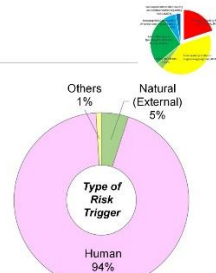
Dam Risk Analysis : 3. Type of Risk

- Water Leakage and Spring Water
 - ▶ from dam foundation, dam body, tunnel and other structures,
 - Deformation
 - ▶ foundation, dam body (in particular core zone), tunnels and other structures including sliding at structural foundation,
 - Landslides
 - ▶ collapse of natural slopes and cut slopes),
 - Erosion at waterway.
- ◆ Leakage, deformation and Landslide, account for 90%.



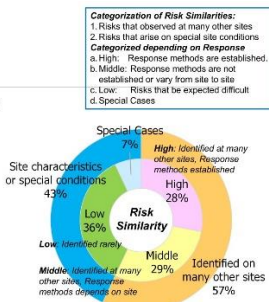
Dam Risk Analysis : 4. Trigger

- ◆ The most of risks (classified as Human-related factor) can be avoided (94%) in case carrying out adequate survey and design.
- ◆ In each project stage, risk analysis and assessment, namely "RISK Management" should be conducted to recognize the potential risks and respond them.
- ◆ By accumulating experience and improving technical capabilities of Engineers, it is expected that risks can be avoided or reduced !



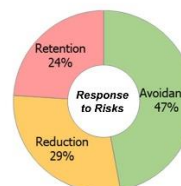
Risk Analysis : Similarity

- ▶ 60% of the identified risks are similar to risks observed at other sites, so it is expected that risks will be respond efficiently based on similar risk cases.
- ▶ 40% of the identified risks are due to the characteristics of each site.
- ▶ In many cases, it is possible to efficiently respond to the risks by applying "Learned from Risk Analysis".



Risk Analysis: Results of Response to Risk

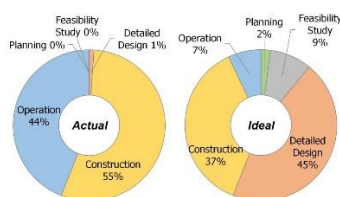
- Of the recognized risks, 47% are avoided, 29% are reduced, and 24% are retained.
- Avoidance refers to redesign and providing countermeasures,
 - Reduction refers to mainly repairs, and
 - Retention involves only monitoring.
- Even if these risks can be addressed after completion, it is essential that risks are eliminated before the dam is completed.



Risk Analysis: Project Phase for Risk Response

- ◆ By identifying risks in an early phase and handling them at the appropriate phase, it is often possible to avoid increased costs !

To respond to risks at the appropriate phase, Risk information is carried over to the next phase through risk communication!



Risk Analysis Findings

- Geological Risks** : more than 60%
 - Importance of appropriate geological surveys, improvement of the capabilities of geological engineers and advice from experienced engineers.
- Most Risks are due to **Human Factors** (insufficient investigation, misinterpretation of geology, inappropriate design, etc.)
 - Improve the capabilities of dam engineers and have experienced engineers' review.
- Of the identified risks, approximately 60% were **Similar Risks** that were observed in other dams.
 - If risks are recognized earlier, measures can be taken .
- 55% of risks were **Recognized during Construction Stage** and 44% after completion.
 - More than 50% of risks can be recognized at the time of survey and design stage. Many risks can be prevented if risks are recognized.

Importance of Risk Recognition
in early stage of the Project (Planning/Survey/Design Stages)
→ **Risk Management System**
to recognize potential risks and propose response at an earlier stage

図 2-4 リスク分析の結果 (第 2 回セミナー資料)

(5) 技術的課題の対処方法

前項で記した通り、61 ダムの現場で発生している課題は、その大半が人為的要因によるものであり、また調査・設計時にリスクを認識することでリスクへの対処を回避あるいは低減で

きる可能性があった。このことから、エンジニアが潜在するリスクを如何に認識し、適切なタイミングでリスクに対処するかが、重要な課題であると考えられる。

現在、インドネシアでは、ダム建設前にDSUによる設計の審査、DSCによる確認(Technical Session)を経て建設開始許可が与えられる。このDSC・DSUの審査内容は、実施設計の結果を詳細に分析するものであるが、あくまで成果品に対する判断となり、考慮すべきあるいは施工段階に引き継ぐべきリスクが見逃されている可能性がある。このため、技術的課題の対処方法としては、プロジェクト全体を通してリスクをチェックするシステム化された機能や体制、すなわちダムリスク管理が求められる。ここでリスク管理とは、図2-5に示す通り見逃しのないリスクの抽出・特定、適切なリスクの分析・評価結果にもとづき、リスクへの対処を最適化するプロセスである。

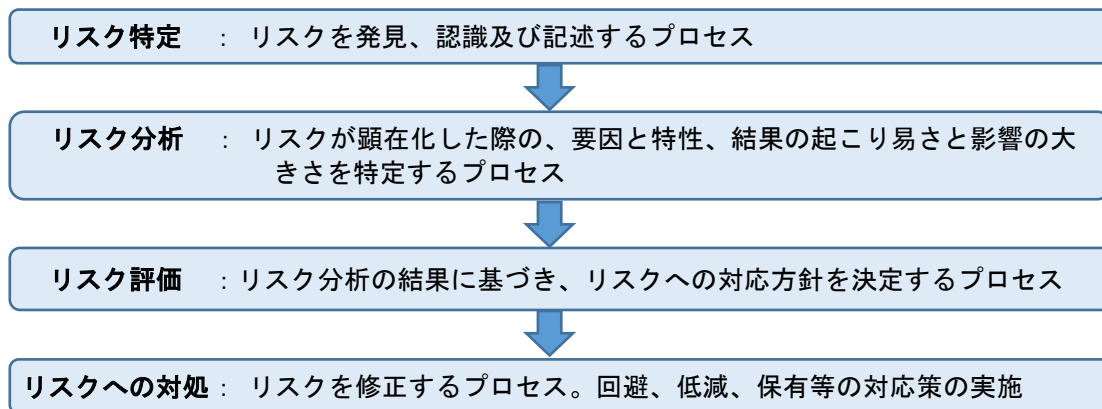


図 2-5 リスクへの対処のプロセス

3.1.5 成果 1-5: 緊急度の高い課題の対処方法の分析・検討

インドネシアのコンサルタント・施工業者は、技術力を有しているものの、サイト条件を含めて事業全体を俯瞰的に把握し、そこに潜在するリスクを認識することに課題がある。建設中のダム現場で頻発しているリスク事例としては、湧水処理、断層処理、グラウト管理、掘削斜面崩壊、堆積岩のスレーキング、地滑りなどであり、これらが緊急度の高い課題としてあげられる。

上記の課題は大半が地質・地盤に関連するものであるため、ダムリスク管理においてはとくに地質・地盤に関わるリスクの管理が重要である。そこで、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」（令和2年3月）を参考にして、ダム事業におけるリスク管理の手順・方法について検討した。

このようなシステムの導入と活用の推進により、リスクの顕在化による事故発生、それに伴う設計の見直し、対策の施工等による事業スケジュールの遅れや事業費の増大を防止し、完成した構造物の安全性の向上が期待される。また、エンジニアがリスク管理のプロセスを踏むことにより、個々の技術力の向上が期待できる。

(1) リスク管理のプロセス

ダム事業におけるリスク管理は、事業の様々なステージに適用され、事業全体で継続的に実施されることで、リスクへの対処が最適化される。このため、リスクアセスメントやリスクへの対処方法・手順だけでなく、リスク管理の計画、コミュニケーション及び協議、管理の継続的な改善といった管理プロセスの運用方法についても明確な方針を立てて取り組むことが必要である。この内容については、第1回セミナーの中で説明している。(Data Book 参照)

リスク管理は以下の5項目で右図のような関係で構成される。

- (a) コミュニケーション及び協議
- (b) リスク管理の計画
- (c) リスクアセスメント
- (d) リスク対応
- (e) リスク管理の継続的な改善

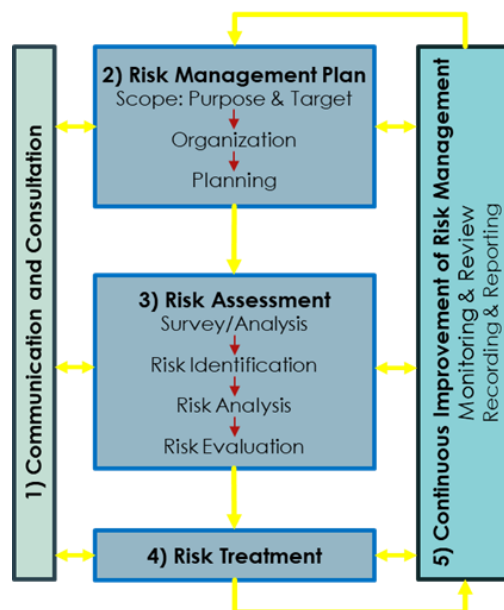


図 2-6 リスク管理のプロセス

(a) コミュニケーション及び協議

コミュニケーション及び協議は、リスク管理の枠組み、プロセスの中で最も重要な要素である。コミュニケーション及び協議は、リスク管理のプロセスにおいて継続的に実施して、リスクに対する認識や対応についての考え方を常に更新していくことが重要である。このようなコミュニケーション及び協議は、リスクアセスメントやリスク対応だけでなく、体制・組織の構築にあたって関係者の役割や能力・機能を見積もるためにも必要となることから、リスク管理の計画立案に先だって実施する必要がある。

(i) 内部のコミュニケーション及び協議

リスクアセスメント及びリスク対応の段階でのコミュニケーション及び協議は、事業や構造物の設計及び施工で求められる基礎地盤や材料の性能と調査・試験等から推定された基礎地盤や材料等の性能の関係及び不確実性に関する情報を議論し、リスクに対する認識を共有するという機能が必要である。このような協議の場合は、従来も工程調整や事業執行のために設けられている場合があるが、単に情報を共有するだけではなく、目的を明確にしたコミュニケーション及び協議を行うことが重要である。

例えば、リスクの見逃しや見誤り防止を目的としてそれぞれの関係者が得ている情報と必要としている情報をつき合わせることで、リスク対応の最適な時期を検討する目的でリスクへの対応が当該時点でどこまで可能かという点を明確にすること、複数の業務や工事が輻輳するケースにおいてリスクに対する取扱を統一する目的でリスクに関する情報を共有すること等がある。

(ii) 外部とのコミュニケーション及び協議

コミュニケーション及び協議は事業の内部だけでなく、外部に対しても行う必要がある。リスクは事業の目的や事業に対する要求・要請、環境といった事業の置かれた外部の状況によって、リスクとしての大きさや位置づけが左右されることから、外部とのコミュニケーション及び協議も継続的に行う必要がある。

(b) リスク管理の計画

ダムリスク管理では、事業の全段階に共通するマネジメント方針やマネジメントプロセスをあらかじめ定めておくことが望ましい。しかし、現実には事業の各段階に応じたマネジメント方針やそのプロセスを検討することとなると想定される。このため、各段階でのリスク管理の計画では、事業全体における当該段階のリスク管理の位置づけと役割、他の段階との関連性等を考慮し、全体の方針に沿った計画とする必要がある。

(c) リスクアセスメント

リスクアセスメントはリスク対応やその優先度を判断するための材料を提供する作業である。例えば、基礎地盤や材料等の性状と構造物の築造あるいは外力等との組合せによってどのような結果が生じ、事業にどのような影響があるかの評価である。その時点で利用可能な情報に基づいて推定性能を把握し、事業や構造物の設計及び施工で求められる性能に対する情報が得られているか、その不確実性がどの程度のものを把握することが必要である。また、判断に必要な材料として調査や解析等の情報の前提条件についても明確にしておくことが必要である。

なお、リスクアセスメントの作業のうち、調査・設計は、必ずしもリスク特定やリスク分析に先立って行われるとは限らず、リスク特定やリスク評価の結果、あるいはリスク対応の選択肢として追加調査の必要性があると判断されて実施する場合がある。ただし、影響が大きなリスクを見落とすことがないように、事業の早い段階でも調査・設計を実施する必要がある。

(d) リスク対応

リスク対応は、回避、低減、移転、保有等により、予期されるリスクを修正するプロセスである。リスク対応は、リスクアセスメントによって評価されたリスクの特性や影響の大きさに基づいてリスク基準との比較を行った上で、対応の選択肢から最適なものを選定し実行する、対応方針の意思決定の作業である。

リスクは、事業の進展に伴って基礎地盤や材料等の性状についての情報が更新され、また構造物等の設計が進むことによって、その内容や大きさが変化するものである。このため、基礎地盤や材料等のリスクにおいては前段階での対応策をより詳細なものにすることや対応方針を変更すること、あるいは前段階の残存リスクの対応策の選定をその時点で行うといったリスク対応の修正の作業が必要である。このため、リスク対応では、単にリスクの対応策を選定するだけでなく、リスクの対応策の選定を保留するというケースも含め、リスクの対応状況とそのモニタリングの考え方を示すという点が重要である。

(e) リスク管理の継続的な改善

リスク管理は事業全体、事業の各段階を通じて、継続的に進めていくことが重要であり、進捗に合わせた組織や体制の見直しについて検討する必要がある。

事業の進捗や外部の状況の変化、リスクに対する情報の変化、あるいは体制・組織の現状についてモニタリングし、適切な対応がとれる状態にあるかどうかを判断するレビューを行い、リスク管理のプロセス及び体制・組織の修正に反映していくことが必要である。このため、リスク管理で得られた情報やその結果を確実に共有・引き継ぎするための記録作成と報告も必要である。

(2) リスク管理の開始時期

リスク管理は、事業のどの段階においても適用可能な考え方である。その一方、自然を対象とするダムの不確実性及び係るリスクへの対応の選択肢は、事業の初期段階ほど多くのものがあるため、経済性や効率性の観点からは事業の構想・計画段階から開始すること望ましい。また、やむを得ず事業の途中段階から開始する場合でも、より早い時期から取り組むことで、より大きな効果が期待できる。このことは、収集された日本の事例を分析して明らかになっている。

例えば、ダム事業において、リスクを認識できれば、早期の段階であればリスクのあるダムサイトを回避できるが、事業が進行した時点で回避することは困難となり、対策に多大なコストや工期を費やす可能性が大きくなる。また、影響が大きいリスクについても、早期に特定して戦略的に対応することで、事業を効率的に進めることができる。

ただし、情報が乏しく仮定が多く含まれる評価では、いかに精緻な設計を行っても、過度に悲観的な想定によって過大設計となる場合や、過度に楽観的な想定によって最悪の場合、事故の原因となるケースも発生する。このため、情報が得られていない場合には、対応を確定することを保留するという判断も必要になる。

(3) 体制の構築

(a) 関係者の構成と役割

事業者は、リスク管理を実施するにあたって、内部・外部から必要な能力・知識を持つ者を参加させ、これら関係者の連携体制、その機能や役割・責任分担等を明確化するものとする。また、関係者は、それぞれの役割と責任の分担をあらかじめ確認し、割り当てられた役割を果たすために必要な能力・機能が確保できるよう努める。

リスク管理においては、それぞれの役割や責任とともに相互の密接な連携が重要である。特に地質や地盤は不確実なものであるため、しばしば想定外の事態が発生する。その際、当初設定していない作業が必要となり、このようなときに、情報伝達不足やリスクに対する情報の共有不足等、役割や責任の隙間が生じて好ましくない結果に至る例が多いことに留意が必要である。

したがって、この隙間を補うよう常日頃から連携し、リスクに対する情報共有を密に行って共通認識を持ちONE-TEAM体制でリスクを取扱うことが重要である。

リスク管理における関係者の構成の例、リスク管理体制の例を次図に示し、リスク管理における関係者の連携の例を図－9に示す。これについては国土交通省

の一般的な事業を想定して例示したものであり、事業者や事業の特性等によって、異なる体制・構成や役割分担で行ってもよい。

なお、これらは技術者個人を指す場合と組織を指す場合があるが、本ガイドラインでは両者を包括して用いている。

(b) チームとその役割

リスクは複数の専門領域にまたがるため、プロセスに応じた関係者で構成したチームで対応することを基本とする。リスク管理体制の中で、チームとして役割を果たすものの例として下記のようなものがある。

- ✓ リスク特定チーム：リスクを見逃さず抽出・特定するためのチーム
- ✓ リスク分析チーム：リスクを分析するチーム
- ✓ リスク評価チーム：リスクの評価を行うチーム
- ✓ リスク対応検討チーム：リスク評価結果に基づき、リスク対応策を案出・整理するチーム
- ✓ 施工リスク対応チーム：施工時のリスクに対応するチーム

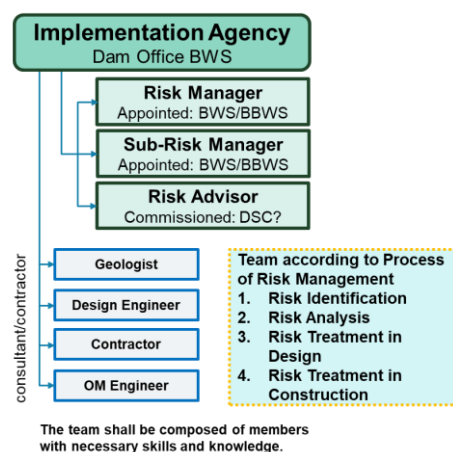


図 2-7 リスク管理チームの構成

表 2-8 リスク管理チームの構成案

Member	Role
Implementing Agency (Dam Office / BWS)	A person who makes decisions of project implementation, planning and management of geological surveys, etc., and risk treatment.
Risk Manager (Appointed by IA)	A person in charge of overall dam engineering (structural/geological) risk management in/from the Implementing Agency.
Risk Sub-Manager (Appointed by IA)	A person who assists in the operation of risk management conducted by the risk manager.
Dam/geology Risk Advisors (Commissioned / DSC)	A dam and geology specialists who supports dam risk managers and risk management operations from a professional standpoint.
Dam Design Engineer (the Consultant/dam engineer)	A person who designs dam/structures, etc.
Geotechnical Engineer (the Consultant/geologist)	A person who conducts geological survey and analysis, etc.
Construction Engineer (the Contractor)	A person who constructs structures, etc. based on the design.
OM Engineer (if necessary) (the Consultant)	A person who conducts inspections in the maintenance and management of structures.

(4) ICOLD の「リスクアセスメント」に関する取り組み

1990年半ばころからICOLDでは、ダムの老朽化・原子力や航空機産業でのリスクアセスメントの適用・気候変動への対応などの要因に鑑みダムリスクアセスメントについて議論が進められてきた。ただ、論文の大多数は設計・施工上のリスクではなく、既

設ダムの安全性評価に関するリスクを対象としている。2003年には、「ICOLD BULLETIN Risk Assessment in Dam Safety Management」を発行している。

このICOLD Bulletinでは、ダムリスクを以下のように規定している。

「人命、健康、財産または環境に対する好ましくない影響の確率と重要度の程度。一般的な場合、リスクはシナリオ、発生確率および結果により推定される。特別な場合、平均的なリスクは発生する好ましくない事象の結果の数学的期待値（全シナリオにわたり組合される発生確率と結果の積）により推定される。」

先に述べたように、インドネシアでは、建設認可システムのほかにダムの安全確保のためにダム安全委員会(DSC)という組織で対応するシステムがあり、ICOLD Bulletinに即したRTD (Rencana Tindak Darurat Bendungan)を建設前に検討することが義務付けられている。

これらは、今回提案するダムリスクの定義とは大きく異なるが、ダム建設において品質の向上に寄与し、これらのダム安全の概念に通じるものであり、このインドネシアのシステムを変更するものではなく、既存のダム安全システムの中に、ダム建設に発生するリスクを認識し対応するための方策を加えることと考えている。

3.2 成果2：PUPRのダム技術者の能力開発

3.2.1 ダム設計・建設の審査プロセスへのリスク管理システムの導入

現在、インドネシアで建設中の多くのダムは、自国技術で建設していることは、インドネシアのダム技術力の高さを示唆するものである。一方で、専門家や組織が有する知識・経験が、PUPR機関内やコンサルタント・コントラクター技術者にまで広く浸透しきれていない点は、今後解決すべき大きな課題である。

とくにダム技術は、広範囲に及ぶものであり、それらを全て把握した上での判断が必要になる。インドネシアのダム技術者は、部分的に知識があっても専門外について目を背ける傾向が強い。専門分野に加えて広い分野での最低限の知識を持って、ダム設計・施工時に発生する課題の対処方法の判断力問われる。

この課題を解決するための一助として、前節で検討したダムリスク管理をダム設計・建設の審査プロセスに導入することを提案する。調査・設計・施工時にリスク管理を行うことで、専門家を交えたリスク管理チーム内での現場の議論が期待され、PUPRのダム技術者だけでなくコンサルタント・コントラクター技術者の能力を高め、ひいてはインドネシアのダム技術の向上に繋がることが期待される。

このため、本業務では、PUPRのダム技術者能力強化計画として、①リスク管理のためのデータベースの構築、②ガイドラインの作成、③リスク管理システムの導入（実施体制の構築）をBTBやDSC/DSUに提案した。また、本業務で実施した2回の技術セミナーでは、リスクアセスメントの必要性とその実施体制案、およびダム設計・施工時に発生した地質・地盤リスクの事例とリスク管理のための地質的留意点について発表し議論を行った。

(1) データベースの作成

BTB、DBD、DSCで、データベースの優位性を確認し、その構築に向けて作業を進め、構築されたデータベースは、逐次更新していくことが肝要であることを確認した。さらに、データベース作成の際に焦点となる領域については、より具体的な内容が必要である。目的は、

- 過去の出来事を利用して、ダムの潜在的な破損に対する行動を導くこと。
- ダムの破損を隠蔽するのではなく、公開して文書化することで透明性を確保すること。
- ダムの破損を洪水吐き、地質工学的側面、ダム本体などに分類して記録するためのテンプレートの開発すること。

既に、既設・現在実施中のダムの基礎情報はBTBに蓄積されており、そのまとめ方については、本業務にて100件の例を示している。今後、BTBが主導してこれらの情報をデータベース化していく作業を進める。

但し、実施方法については、BTBの内部スタッフに依存した場合他業務と重複してしまい、作業が進まないことが懸念されるので、まず、データベースシステムの開発と既存情報の入力をコンサルタントに外注する（PUサイドでは、このためのTORの作成をJICAに依頼したいと考えている）。

(a) 特記事項

- ✓ 各フェーズ（調査・設計・建設・運用および保守の各事業段階）の特性を分類して、キーワードとベストプラクティスを抽出する。特に、近年発生した100の事例のリスクアセスメント結果を参考に、下記の点に着目する：
 - a. 地質調査・分析
 - b. 基礎処理
 - c. 建設材料
 - d. 人的エラーの可能性
- ✓ 建設ゾーンに基づいたデータベース化。
- ✓ BTBには、情報が蓄積されているのでこの情報を最大限活用する。過去の経験、技術会議、ダム安全委員会の意見をデータベース化する。
- ✓ データベースへの入力をガイドするマニュアル作成。
- ✓ データベースは、エンジニアが関連する過去の事例にすばやくアクセスできるような構成に設計する。
- ✓ データベースは実用的で、現場ですぐに参照できるようなものにする。
- ✓ ダムの安全性評価と意思決定の参照として機能する。

(b) アクションプラン

過去のダムリスク事例を記録するデータベースを開発に向けて、以下の項目をおこなう。

- ✓ データベースの構成の作成
- ✓ リスクを効果的に軽減するための完全な対策セットとなるような構成を目指す。
- ✓ ソリューションが包括的かつ実行可能である。
- ✓ ゾーンとフェーズ（設計、建設、運用、保守）別にリスクの分類システムを作成。
- ✓ データベースの構成と内容を示したTORの作成

- ✓ データベースシステムの開発と既存情報の入力をコンサルタントに外注

BTB内にPU職員によるデータベースの作成チームを編成し、ダムリスク入力フォームへの入力を行ったが継続した作業は行われなかった。これを受けてBTB/DSCからこのアクションプランが提案された。

今後、既設ダムや新規ダムにおけるリスクの入力を進めるとともに、この入力フォームをベースとしたデータベースの構築、さらにその活用についての議論が進められることが望まれる。

(2) ガイドラインの作成と実施体制の構築

データベースの構築と並行して、設計・施工の中でのリスク管理を現場で実施するための手引きとなる「ダムリスク管理ガイドライン」の作成が必要である。既にインドネシアには、「Dam Risk Management Guideline」があるので、これに、今回提案したシステムを組み込む形で準備する。この際、日本の「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」があるので参考にできる。

ガイドラインの素案は、BTBがDSCの協力のもと作成し、できたものをPU SDAの技術局（BINTEK）に渡し、修正を加えて発行する。

3.2.2 第1回セミナーの開催

第1回セミナーは、インドネシア側の要請に応じ、12月8日～10日に開催されたインドネシア大ダム会議（INACOLD）主催のワークショップの中で開催した。


セミナーでのプレゼンテーションは、ダム安全委員会（DSC）理事のAries氏による「インドネシアのダム建設事情と課題」についての講演後に、清水による日本の「土木事業におけるリスク管理（地質・基礎）」ガイドラインの概要説明とインドネシアへの適用方法についての提案、続いて、水野がリスク管理のための地質調査解析について説明した。

発表資料を、Supporting Report 5 に添付する。

図 2-8 第 1 回セミナーのプログラムと発表内容

Program of Seminar

- Date: December 8, 2023
- Venue: Universitas Pelita Harapan, Tangerang.
- Rundown
 - 1:40pm - 2:00pm
Address "TOWARDS SAFETY and SUSTAINABILITY OF DAM CONSTRUCTION IN INDONESIA"
Dr. Aries Firman, Dam Safety Commission
 - 2:00pm - 2:45pm
Presentation "Dam Risk Management in Dam Design & Construction"
Mr. Shimizu Hiroshi, JICA Dam Construction Advisor
 - 2:45pm - 3:00pm Coffee Break
 - 3:00pm - 3:45pm
Case Study "Geological Study for Risk Management"
Mr. Mizuno Naoya, JICA Dam Construction Advisor
 - 3:45pm - 4:45pm Question and answer session, Discussion



プレゼンテーションの内容 1 "TOWARDS SAFETY and SUSTAINABILITY OF DAM CONSTRUCTION IN INDONESIA"

Dr. Aries Firman, Dam Safety Commission

- "Construction"
 - a. Site activity focused?
 - b. What about planning & design?
 - c. Dams: multi disciplinary aspects
- Safety and Sustainability
 - a. ICOLD's World Declaration
- Design issues
 - a. Planning, Survey & Investigation
 - b. Land acquisition
 - c. Basic Design
 - d. Detail Engineering Design
 - e. Design approval process
- Implementation issues
 - a. Additional site investigation
 - b. Accessibility
 - c. Material availability
 - d. Method of statement
 - e. Unforeseeable conditions
- Moving forward
 - a. Sustainable dam construction specialists
 - b. A full life cycle approach for resilient dams
 - c. Maintain dam & public safety during operation stage

プレゼンテーションの内容 2 "Risk Management in Dam Design & Construction"

Mr. Shimizu Hiroshi, JICA Dam Construction Advisor




1. Necessity of Risk Management in Dam Project
2. Effects of Risk Management
3. Initiatives in Japan
Guidelines for Geological & Ground Risk Management in Civil Engineering Projects
 - a. Basic Concept of Risk Management in Civil Engineering Projects
 - b. Basic Policy of Guidelines
 - c. Focus Points of the Guideline
 - d. Application of ISO31000 "Risk Management"
 - e. Composition of Guideline
 - f. How to Proceed Risk Management in projects
 - g. Timing of Risk Management
 - h. Establishment/Organizing of Management
4. Application to Indonesia
 - a. Preliminary Survey for Risk Management
 - i. Individual Event Summary Report
 - ii. Utilization of the System
 - j. Configuring the System in Other Countries
 - b. Establishment of Risk Management System in Indonesia
 - i. System in Each Project
 - ii. Preparation of Database
 - iii. Risk Assessment

プレゼンテーションの内容 3 "Geological Study for Risk Management"

Mr. Naoya Mizuno, JICA Dam Construction Advisor (Geology)

1. Importance of Geological Study
2. Geological Survey
 - 2.1 Boring Survey by Grid
 - 2.2 Utilization of Seismic Exploration
3. Geological Analysis
 - 3.1 Purpose
 - 3.2 Role in Risk Management
 - 3.3 Procedure
 - (1) Topographic Interpretation
 - (2) Geologic Stratigraphy/Geologic Structure
 - (3) Geotechnical Evaluation
4. Consideration of Georisk in Design
 - 4.1 Georisk Category
 - (1) Discontinuity
 - (2) Volcanic Activity
 - (3) Weathering
 - (4) Swelling/Shaking
 - 4.2 Cutting Slope
 - (1) Stress Release Ratio
 - (2) Excavation Gradient
 - (3) Characteristic Geological Structures
 - (4) Protection of Cut Slope
 - 4.3 Tunnel
 - (1) Discontinuity
 - (2) Swelling

写真

発表後、以下の質疑が行われた。

表 2-9 第 1 回セミナーでの主な質疑応答

質問	回答
Q1：予算や時間制限のある中でリスク管理ガイドラインを適用するにはどうすれば良いか？	ダム建設では多くのことが影響し、これらすべてを予測できないので、まず外部の様々な事例を整理・研究することが重要です。 コストやスケジュールを調整しながらダムを建設する際には、経験から多くを学ぶことが必要である。 データに基づいた設計が完全なものと過信せず前例から学ぶ。
Q2：ダム建設に関してリスクを避けて新技術に対応できるための準備ができるか？	いくつかの項目については、すでにガイドラインがまとめられています。 今後、ダム建設・運用するプロセスを改善していくつもりです。 このためにも、ダム建設記録・運用の過程、データの今後も続けていきます。 リスク管理システムによるデータベースの作成が効果的と考えます。
Q3：プレゼンの中でなかった地下水の処理方法はどのように考えればよいか？	全体のバランスを考慮した処理が必要。表層排水を充実させるだけでなく掘削面の風化防止・軽減するための対策も必要。
Q4：調査孔が増えると予想される場合の数量制限の考え方は？	調査孔の配置は、既存のガイドラインに従うことになるが、数量が非常に同一化することが予想される場合は、求められる重要な事項に応じて孔配置を検討し数量を調整してきた。
Q5：調査孔で目的の情報が得られなかった場合、追加掘り計画はどのように決定すればよいか？	調査に量に制限がある中、現場で完全なデータを収集することはできないので、得られたデータの中で経験的に判断し、設計のための定量的なデータとして出力することになります。

3.2.3 第 2 回セミナーの開催

ダム建設におけるリスク管理に関するセミナーを、2025 年 11 月 15 日～17 日に開催されたインドネシア大ダム会議 (INACOLD) 主催の「ナショナルセミナー」として企画されたワークショップの中で実施した。

最初に、清水がインドネシアにおける建設中のリスクの分析結果を発表し、続いて水野が地形・地質に関わるリスクについて具体例を示しながら、リスク対応の留意点を提案した。最後に DSC の Dr. Aries がインドネシアにおける既存ダムのリスク管理について発表した (Supporting Report 5 参照)。

表 2-10 第 2 回セミナーの発表内容

Ministry of Public Works and National Housing
Directorate General of Water Resources
Japan International Cooperation Agency



Risk Management in Dam Design & Construction

COMPOSING RISK MANAGEMENT SYSTEM IN INDONESIA

NOVEMBER 16, 2024
NATIONAL SEMINAR, INDONESIA COMMITTEE ON LARGE DAM
(INACOLD)

BY JICA, DAM CONSTRUCTION ADVISORS

Contents of Presentation

Definition of Risks in Dam Design & Construction

Risk Analysis of Ongoing Dams in Indonesia:
Preparation of Database and Risk Analysis

Approach to Application of "Dam Risk Management in
Design & Construction" in Indonesia

Ministry of Public Works and National Housing
Directorate General of Water Resources
Japan International Cooperation Agency



Geological Considerations for Dam Risk Management.

November 16, 2024
National Seminar, Indonesia Committee on Large Dam
(INACOLD)

By JICA, Dam Geological Advisors
Naoya Mizuno

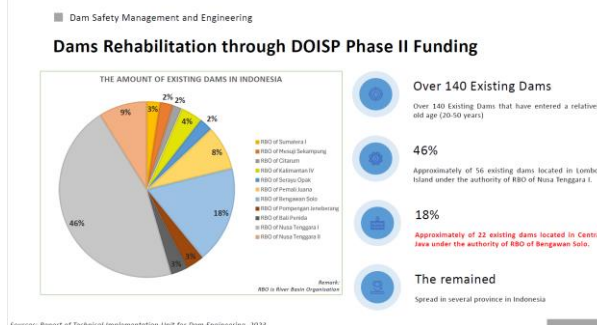
Table of Contents

1. Introduction
 - 1.1 Define and Identify Risk
 - 1.2 Geological Risk Factor (Georisk Factor)
2. Considerations for Each Phase
 - 2.1 Plan & Preliminary Design Phase
 - (1) Active fault
 - (2) Sedimentation
 - (3) Landslides around Reservoir
 - 2.2 Detailed Design Phase
 - (1) Dam Foundation (including Grouting)
 - (2) Cut slope
 - (3) Tunnel
 - 2.3 Construction Phase
 - (1) Dam Foundation
 - (2) Cut slope
 - (3) Tunnel
 - 2.4 Operation Phase
 - (1) Sedimentation
 - (2) Landslides around Reservoir
3. Engineering Sense for Geologists
 - 3.1 Perspective and Imagination
 - 3.2 Integrated Interpretation



Risk Assessment of Dams in Indonesia

2024 Annual Meeting & National Seminar
(presented at Workshop organized by JICA)



発表後、以下のような質疑応答が行われた。

表 2-11 第 2 回セミナーでの主な質疑応答

	参加者の質問	応答
1	ダム建設では、自然環境 や社会問題 (特に用地取得) などの発生が予想される。提供されたデータベース以外が発生した場合はどう対処すれば良いか。	今回は、ダム建設に関する技術の課題を中心に、調査・設計・施工におけるリスク分析とリスク処理を警戒した。また、それらの解決策は、リスク管理チームによる協議の中で解決していたと考えています。
2	ダムごとに問題が異なるため、リスク管理方法をどのように決定するのが良いか。 (Faizal : ITB)	リスク管理方法を決定するための最初のステップとして、リスク分析があり、各サイトで予想されるリスクを確認する。できる。また、リスク管理をする際には、過去の事例も参考に、チーム内で進めていくこととなります。チームに専門家、例えば DSC のメンバーの招聘も含まれます。
1	実際あった例であるが、施工中ダムサイトで活断層が確認された場合の対処は？太陽光発電：ペソエネルギー)	サイトに活動断層が存在することが確認されたら、一応専門家の意見は、「別の場所に移動することを提案」してみます。リスク管理による議論が期待される。
2	調査を実施するための技術的な観点はあるか？ また、これらの技術的な観点はすべての地質の問題に耐えることができるか？ (氏。ナナン)	日本では、プロジェクト各作業段階における状況に応じた対策文書化された技術ガイドラインが作られているが、地質は、非常に複雑なのですべてを網羅してはいない。この場合も、リスクを事前に予測し、発生した場合もリスク管理チームによる対応が必要です。
1	現在のダム建設で、ダム決壊のリスクを回避するために、過去のダム建設の経験を踏まえて、インドネシアではどのような決断が行われるのか？ (清水)	ダム建設寿命を全うするための取り組みとして、設計材料パラメータを満たすためのダム建設プロセスが重要であり、DSC では。また、試験湛水や運用期間中の水位・漏水管理の重要性にも認識しており、現場からの報告に対応している。
2	ダム設計計画に関して、企業・民間におけるダムリスク管理評価はどのように適用されているのか？Dr. Aries から聴衆者への質問)	Henny (Antan : 鉱山会社) 安丹社には、ICOLD B-130 (ダム安全管理におけるリスク評価 - ICOLD Bulletin 130 A) を参照して社内で作成された ISJ 係数基準をすでに作成している。記録されたすべてのリスク数値は調査リスク調査には、社会的、環境的、地質的ななどが含まれる。その結果は、ダムの安全数値として、設計の中で考慮し、決壊時の被害を慎重に考慮している。 Sulitstiant (PLN:電力会社) ダム決壊時のリスク分析は、水力発電を提供する事業プロセスにおける評価としてのプロセスを含め、ダム建設の設計プロセスの中で認可実施している。河川管理モデルにおけるリスクも河川技術局と共同で評価している。
3	大学が実施する研究と政府機関が全てのデータをどのように統合するか？ (博士ファイザル ITB 教授)	またダム工事に応用できるように、大学の研究者と協力してきた。 大学が実施する研究データを政府機関と統合することは非常に重要。学術関係者と関係政府機関の関係者が参加する会議、ディスカッション、セミナーを開催することによって実現できる。 ダムの安全リスクに対処するために、貯水池のコミュニティとの共同管理など、貯水池の清潔さと持続可能性を維持するための機関とコミュニティの協力を行うことができると考えている。



会場の様子



清水発表



水野発表



山本専門家



アリ PU 相談役による記念品の贈呈



水野・清水・Dr.バンバン・Dr.Aries・Wdi 河川海岸局長

3.2.4 INACOLD Webinar への参加

2024年7月31日に行われた、インドネシア大ダム会議（INACOLD）主催の「RCC Dam の設計と施工」についての Webinar に発表者として参加した。本 Webinar は、PUPR で初となる RCC Dam である Cibee Dam 建設に向けて、インドネシア国内で RCC Dam への理解を深める目的で実施された技術会議である。

発表内容は、参加者がインドネシアの技術者であることから、経験者が少ないことを予想し、RCC Dam 建設に至る経緯、RCC Dam の特徴、選定の基準、設計の留意点について述べた。また、日本で開発された RCD との違いについても、日本での経験をもとに説明した（発

表資料は Data Book 参照)。

KNIBB INACOLD **LPU** **SIKAP PERSEKUTUAN NEGARA**

WEBINAR

DESAIN DAN METODE PELAKSANAAN KONSTRUKSI ROLLED COMPACTED CONCRETE (RCC) DAMS

Free: E-Certificate SKPK 5 Poin Doorprize

Link Pendaftaran: bit.ly/regwebinarKNIBB

Dr. Adnan Riyadi
Country Technical Representative
RCC Specialist
INO-BB (RCC) CO., LTD.

Dr. Saiful, M. Eng
Principal Engineer
RCC Specialist
INO-BB (RCC) CO., LTD.

Dr. Harwan Prihadi, ST.
IWA KISAH Eng
President of PT Inerwaha

Edward Floré
RCC Specialist
RCC Specialist
RCC Specialist

SHIMIZU Hiroshi
RCC Specialist
RCC Specialist
RCC Specialist

Ii. Sardi Pratomo, ST.
M. Eng
RCC Specialist
RCC Specialist

Annisa Mayengart
RCC Specialist
RCC Specialist
RCC Specialist

via **zoom**

Studi Kasus: Bendungan Cibebet

Rabu, 31 Juli 2024
Pukul 15.00 - 18.00 WIB

PENDAFTARAN

UMUM 100k
ANGGOTA KNI-BB 50k
MAHASISWA* free

*Syarat follow IG @knibb_inacold

Sponsored by: **pp** CONSTRUCTION & INVESTMENT

Bank MANDIRI KNI Untuk Bendungan Besar NO. REK: 103-0079241733

Contact Person
0812 2524 6157 (Cahya Setiawan)
0822 4383 5742 (Rizqi Aris Munandar)

Ministry of Public Works and National Housing
Directorate General of Water Resources
Japan International Cooperation Agency

Design & Construction of RCC and RCD Dams

WEBINAR ON WEBINAR ON DESIGN AND CONSTRUCTION METHOD OF RCC
INACOLD & BBWS - CILICIS
JULY 31, 2024

SHIMIZU Hiroshi
JICA Dam Construction Advisor
CTI Engineering International Co., Ltd.

Contents

1. History of RCC Dam Construction
2. Advantage of RCC
3. Disadvantages of RCC
4. RCC Dam and RCD Dam
5. RCC Innovation
6. Points to note regarding design and construction
 - a. Consideration of RCC/RCD adoption
 - b. Specific check items
 - i. Ensuring watertightness
 - ii. Design of
 - iii. Mix Design of RCC
 - iv. Quality Management
7. Conclusion

図 2-9 INACOLD Webinar パンフレットと Presentation Material

発表後、多くの質問が寄せられ回答した。主なものは、以下の通り。

また、BTB と BBWS Citarum から Cibebet dam 建設に向けて RCC に関する協力依頼があった。

表 2-12 主なセミナーでの質疑応答

質問	回答
Q1. RCC の建設中にどのような課題があり、その対策は何か。	<ul style="list-style-type: none"> • RCC ダム建設では、RCC コンクリートの品質管理（締固め）、打設面処理が問題になる。 • 打設面処理に関して、日本のRCDダムでは、グリーンカット→モルタル敷き均しといった通常の打設面処理を行い、打ち継ぎ目の接着性の確保や打設面の漏水を防止している。 • この他、硬化時の温度管理も重要。
Q2. RCC の建設中に水セメント比を維持する方法	<ul style="list-style-type: none"> • RCC のまだ硬化していないコンクリートの品質は、CV 値で評価している。 • 特に VC 値で代表される RCC コンクリートのコンシステンシーは、水セメント比が大きく影響するので、Trial Mix で、最適な水セメント比を事前に設定する。施工時には、定期的に VC 値を確認する（品質管理基準の設定）。
Q3. 建設された RCC の温度が指定どおりであることをどのように確認するか	<ul style="list-style-type: none"> • RCC/RCDダムでは、急速施工という特徴を生かすため、また、転圧する施工法のため、打設面に設置するクーリングパイプは、基本的に設置しない。Post Cooling は期待できないので、Pre-cooling を徹底する。骨材の温度上昇の防止のほか、日本では、骨材の液体窒素による冷却や冷水・氷の利用なども行っている。 • 堤体内に温度計を設置する。温度上昇が解析値より高い場合は、施工速度の制限や打設面の養生をするなどして、内部拘束によるラックの発生を防ぐ。 • 温度応力の影響を減らすため、横ジョイントの幅の制限、使用セメント量の低減や Pozzolan（主に Fly Ash）の活用等の対策を講じておく。
Q4. RCC の 配合設計の方法を知りたい。骨材の考え方なども。	<ul style="list-style-type: none"> • US Army の Engineers Manual や USBR の基準があるのでそれに従って実施すると良い。 • Pozzolan や Additive（特に Fly Ash や AE 減水剤）の利用についても室内試験時に確認しておく。 • 骨材の基準として主に議論されるのに、細骨材率と実積率がある。High (Rich) Paste RCC にするため、細骨材の量を若干増やすようなことも行われている。 • 施工前に現場試験を実施し、転圧回数や強度、打設面処理方法（側面含む）、などについて確認する。 • 試験時には、大型 BE-VE 試験を行い、実寸骨材で確認しておく。

4. 我が国の援助活動との活動

4.1 JICA 統合水資源管理政策アドバイザーとの共同作業

ダムアドバイザーとしての活動の中で、「JICA 統合水資源管理政策アドバイザー」との情報交換は非常に有効であった。ダムアドバイザーは、BTB をベースに活動したが、統合水資源管理政策アドバイザーからは、本省の部局、特に維持管理局や技術局からの情報を共有していただき、活動の幅を広げることができた。具体的には、Kotopanjang Dam 運用計画の提案、新首都 (IKN) の水資源供給計画の調査、中部ジャワの Kedung Ombo Dam Upgrade 計画の調査、カリマンタンの Sintang Dam 計画等、BTB が直接かかわらないダム計画についての情報提供を受けた。

一方、BTB の技術会議や現場視察、本件で提案した Dam Risk Management の会議にも統合水資源管理政策アドバイザーに同行・同席頂き貴重な助言をいただいた。

4.2 本邦プロジェクトと情報交換

本業務の活動の中で、他の本邦プロジェクトと情報交換も行った。

「防災事前投資に向けた洪水対策マスタープランプロジェクト（JICA）」とは、Citarum 川カスケード3ダムの運用に関する情報交換（国交省や世銀で行った事業の検討結果）や、中部ジャワの洪水・水資源に関する治水・水資源開発計画（スマラン総合水資源・洪水対策事業（JICA））の内容について話し合った。

「ジェネベラン川の洪水対策に係る情報収集・確認調査（JICA）」で提案した Bili-Bili ダム運用改善の手法は、Kotopanjang Dam 運用改善の議論の中で（統合水資源管理政策アドバイザー・ダムアドバイザーも参加）技術開発局や維持管理局が取り上げ、同様の運用方法を適用することが決まった。

「ジャカルタ首都圏総合洪水対策 準備調査（JICA）」で懸念されている Ciliwung 川上流の流水型ダムの運用についても BTB 内で議論され、技術アドバイスをを行った。

また、これら実施中の計画におけるものだけでなく、現在 円借款で実施している Wonogiri Dam 堆砂対策工事では、設計の見直しや現場での工事対応について、コンサルタントやコントラクターと技術的議論をおこなった。

PART 3 結論と提案

1. 調査結果

1.1 現状

現在、インドネシアではダムの安全性を確保するため、DSC/DSU が設計、貯水、運営の各段階で技術的な検討を行っている。このシステムは非常に効果的に機能しているが、本業務でダム建設現場を視察したところ、調査・設計段階での見落としや地質調査不足、誤った地質的解釈などにより、現場には比較的多くのリスクが潜在し、その一部は顕在化している状況が確認された。また、実施中の 61 ダムを対象に抽出されたリスク事例を分析した結果、リスクの多くが地質・建設材料に関するものであり、その過半数が事前の調査や設計段階にて対応することで、リスクの顕在化を防ぐ、あるいはリスク顕在化の影響を縮減できた可能性があることも判明した。

1.2 リスク管理システムの構築と活用

ダム建設では、地形・地質や気象といった自然条件を相手に事業を進めるため、多くの不確実性要素による危険性（リスク）が含まれており、完全にリスクを避けることはできない。しかし、本業務で実施したリスク分析結果によれば、リスクの多くが人為的要因によるものであることから、計画・設計・施工時における「ダムリスク管理システム」を導入することで、従来建設中に発生していた課題とのその影響（事業スケジュールのと遅延、事業費の増大）を縮減し、完成した構造物の安全性をより確保し、運用段階における維持管理費の縮減に繋がると期待される。そのためのシステムとしては、とくに以下の運用が重要である。

- ◇ ダム調査が終わった時点でリスクを特定し設計に反映する。
- ◇ 設計が進む中で新たに確認されたリスクに対し設計を進める中で対応する。
- ◇ 工事が実施され、ある程度設計と違ったことが分かった場合、リスクがわかった時点で早急にリスク管理を開始し、設計変更や工事手法の変更により処置する。

インドネシアのダム事業に関しては、事業段階に応じたチェックシステムとして、すでにダム安全委員会による審査体制が構築されている。このため、上記のダムリスク管理システムを、この既存の審査体制に取り込むことで、新たなシステムの導入に伴う手続きの軽減、より効果的な審査の実施が期待される。

1.3 データベースの構築とその活用

1.3.1 Existing Risk Cases

発生した課題（抽出された潜在的なリスク、顕在化したリスクとその影響など）とその対応方策、対応結果を蓄積・データベース化することで、リスクコミュニケーションの効率化を図ることが可能である。また、このデータベースを他ダムのリスク管理に活用することで、リスク抽出における見逃しの防止、リスク対応の効率化、合理化に貢献できるものと考えられる。

本業務では、実施中の 61 ダムについてリスク事例の整理・分析を行い、インドネシアにおけるダムリスクの傾向がおよそ把握できた。このため、今後、インドネシア国内でこれから始まるダム事業のみならず、過去のダム事業についてもリスク事例を整理して Database 化することは、インドネシア国のダム技術の向上に有益と考える。、このデータベースを活用し

て、リスクを分析することで、発生リスクを予見し、事業段階の早期に対応方針を議論できることが期待される。なお、BTBでは、審査を行った全てのダムについて議論の対象となった課題に関する情報を保管しており、データベース構築のための資料はすでに手元にある。

1.3.2 リスク管理記録

リスク管理を実施するにあたり、リスク情報をデータベースシステムに記録することで、次のプロジェクト段階へのリスク情報の引き継ぎや関係者間での情報共有が促進されることが期待される。さらに、このデータベースを既存のリスク事例データベースと連携できるように構築すれば、新しいリスク情報をデータベースに蓄積することができる。

2. 提案

今後、インドネシアのダム事業（インフラ整備事業）で、工事中に発生する課題を最小限にとどめるとともに各エンジニアの技術向上に寄与する一方策として、ダムリスク管理にかかる以下の3項目の実施を提案する。

- ◇ Databaseの構築: BTBに保管された過去の情報の活用
- ◇ Dam Risk Managementガイドラインの作成
- ◇ Dam Risk Management System（実施体制）の構築

3. 結語

ダムは地域の地質、気候、天然資源などの自然を最大限に利用して建設されるため、計画、調査、設計、施工の過程で自然要因だけでなく人的要因を含むさまざまなリスクに直面せざるを得ない。これらのリスクを最小限に抑えるためには、現在のダム安全委員会による審査制度にリスク管理システムを導入することが効果的と考えた。また、このようなシステムの導入により、ダムプロジェクトに携わる技術者の能力が向上することも期待できる。

本業務の結果が有効に活用され、インドネシアのダム技術の向上に貢献することを心から願うとともに、PU（BENDA、DSC、DSU、BTB）がダム建設技術の向上とシステムの開発に向けて議論を継続することを期待する。

Attachment

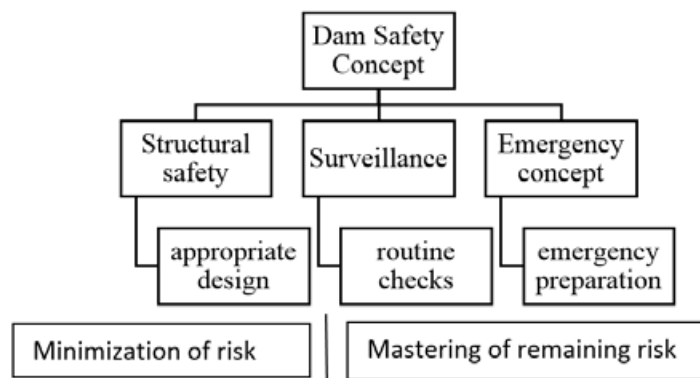
インドネシアにおけるダム安全管理システム

インドネシアにおけるダム安全管理システム

1. インドネシア国におけるダム建設認可

インドネシアにおける、ダム建設にかかる安全管理は、1989年に公共事業省が発行した「ダム安全指針 (Dam Safety Guideline; SNI No.1731-1989-F)」で導入された。この指針には、設計、建設、運用、ダム撤去に関する技術評価を含むダム安全評価の承認を担当する委員会の設立について記載されている。また、1997年に公共事業省は、ダムの安全に関する閣僚規則 72/PRT/1997を公布した。このダム安全規則で、ダム開発の各段階(設計、建設、湛水、運転、リハビリ、ダムの撤去)でのダムによる被害を最小限に抑えるための技術的評価をダム安全委員会 (Dam Safety Commission : DSC) とダム安全部会 (Dam Safety Unit : DSU) がおこない、大臣の承認を得る必要があるとしている。さらに、2004年の水資源法第7号並びに Dam に関する 2010年の政府規則第37号にあるダムに関する規則が発行された。この規定では、ダム開発とダム管理のあらゆる段階でライセンスを取得するという要件が明確に述べられている。さらに、緊急行動計画 (Emergency Action Plan) の必要性も、ダム安全概念の一部として記載されている。

このように、インドネシアにおけるダム安全に対するコンセプトは、建設前の安全に対する技術的なものだけに限らず、建設後の維持管理や、想定外の事態に対する対応まで配慮し、法的に規定している。



◇ 図 2-1 ダム安全の概念

1.1 法的背景 (ダム建設認可にかかる大臣令)

ダムに関するインドネシア共和国 公共事業住宅省大臣令 NUMBER 27 / PRT / M / 2015 (PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT, REPUBLIK INDONESIA, NOMOR 27/PRT/M/2015, TENTANG BENDUNGAN DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA) が 2015 年に制定されている。この中で、ダム建設に関する要請事項が改めて記載されている。

本法令の前文の翻訳は、以下のとおりである。

- a. 河川に関する 1991 年の政府規則 35 項の第 15 条にあるように、公共の福祉と安全を目的として、雨期に過剰な水を貯蔵し必要に応じて水の需要を満たし、また水の破壊力を制御できるようにするために、水資源開発の一環として水を貯留する貯水池を建設する必要がある。
- b. 対象となる環境保全と安全を維持するための貯水池には、貯水ダムに加えて、鉱山の廃棄物を貯留するダム（鉱滓ダム）、さらに、泥に対応するダムが含まれる。
- c. a、b で述べている 水、鉱山廃棄物、泥を貯留可能にするには、ダムを建設する必要がある。
- d. 開発目的に沿った機能を有するダム建設をするためには、ダムの安全性を確保するための技術的規制が必要になる。
- e. 河川に関する 1991 年政令第 35 条第 16 条に基づく開発目的に沿って貯水池機能の持続性を維持するためには、貯水池を維持・管理することが肝要である。
- f. a、b、c、d および 1974 年の灌漑に関する法律第 11 号に基づき、公共事業住宅省大臣は、水資源の運用を管理し、事業を実施する権限と責任を有する；
- g. a 及び e に記載されている貯水池の建設及び管理の基礎及び指針を提供するためには、ダム及びその貯水池の建設及び管理に関するガイドラインを策定することが必要である。
- h. a, b, c, d, e, f, g, の考察に基づき、このダムに関する公共事業住宅省大臣の規則を定めた。

関連する法律として以下の 6 法が定められている。

1. 1974 年 灌漑に関する法律第 11 号（インドネシア共和国の年報、1974 年第 65 号、国家公報番号 3046 の補足）。
2. 2014 年 地方政府に関する法律第 23 号（インドネシア共和国国家公報第 2014 年第 244 号、インドネシア共和国国家公報第 5587 号の補足）；
3. 1982 年 水管理に関する政府規則第 22 号（インドネシア共和国国家広報、1982 年第 37 条、第 3225 号の補足）。
4. 2015 年 インドネシア共和国大統領規則 7 条 国務省組織について（インドネシア共和国国務省 2015 年第 8 号）。
5. 2015 年 インドネシア共和国大統領規制第 15 条、公共事業住宅省大臣について（インドネシア共和国国家公報 2015 年 16 号）。
6. 公共事業大臣規則第 08/PRT/M/2010 公共事業省の組織と作業手順について（インドネシア共和国国務省年 2010 番号 1304）；

1.2 認可対象のダム

認可対象となるダムは、以下の条件を満たす、大規模なダムである。また、貯水ダムに限らず鉾屑ダムや砂防ダム、泥石流貯留ダムなども含まれる。

- 1) ダム容量が 100,000 m³ を超え、ダム高 15 メートル以上。
- 2) ダム高 15m 以下でも貯水量が 500,000 m³ を超えるダム。
- 3) ダム安全委員会が別途定める水インフラに相当するダム。

1.3 ダム建設認可の概要

ダム建設認可審査は、ダム安全委員会（DSC: Dam Safety Commission）により実施される。この認可は、ダム安全にかかる大臣令 No. 72/PRT/1997 従うもので、ダムの設計・建設・運用・保全・再開発・撤去に関することが含まれる。

実施内容については、ダム安全委員会が作成した、Presentation on Dam Safety Concept & Regulation にまとめられている（資料2参照）。なお、この資料は、2008 年作成のものであるが、構成メンバー以外、内容の変更はないことを公共事業住宅省のダム局で確認済みである。

また、2015 年の Dam Safety Unit の構成員であった Ms. Anissa Mayangsari と Mr. Tri Bayu Adji が、インドネシアにおけるダム認可についての概要を Hydropower '15, Stavanger, Norway 15-16 June 2015 で「IMPLEMENTATION OF DAM SAFETY IN INDONESIA」として発表している。

ダム建設認可の概要は、以下のとおりである。

➤ ダム安全に関する認可の種類

ダムの安全に関する認可には、次の 4 種類がある。

◇ Design Certification（設計認証・建設許可）

設計のレビューで建設工事着手のために必要。工事発注前に取得。

◇ Initial Impounding Certification（湛水開始許可）

工事終了時に、建設工事（特に品質管理と出来高管理結果）のレビューを行い、湛水（鉾滓ダムの場合は、鉾滓の廃棄）をしても問題が生じないかを確認する。工事がある程度進んだ状態で認可申請が出せる。この許可が出てから湛水を開始する。

◇ Operation Certificate（運用許可）

湛水が完了（貯水池が計画水位に到達）、又は、湛水開始から 2 年が経過した時点で試験湛水結果（ダムの挙動解析を含む）を行い、ダムが安全に運用できるかどうかを判断する。

◇ Abandonment Certification (ダム撤去許可)

ダムを廃棄する場合には、事前に撤去方法を含むダム廃棄計画を提示しダム撤去許可を申請してから撤去を行う。

➤ 組織

ダム安全に係る一連の審査・認可を行う組織は、以下の2組織があり、これらの活動を公共事業住宅省が支援する。

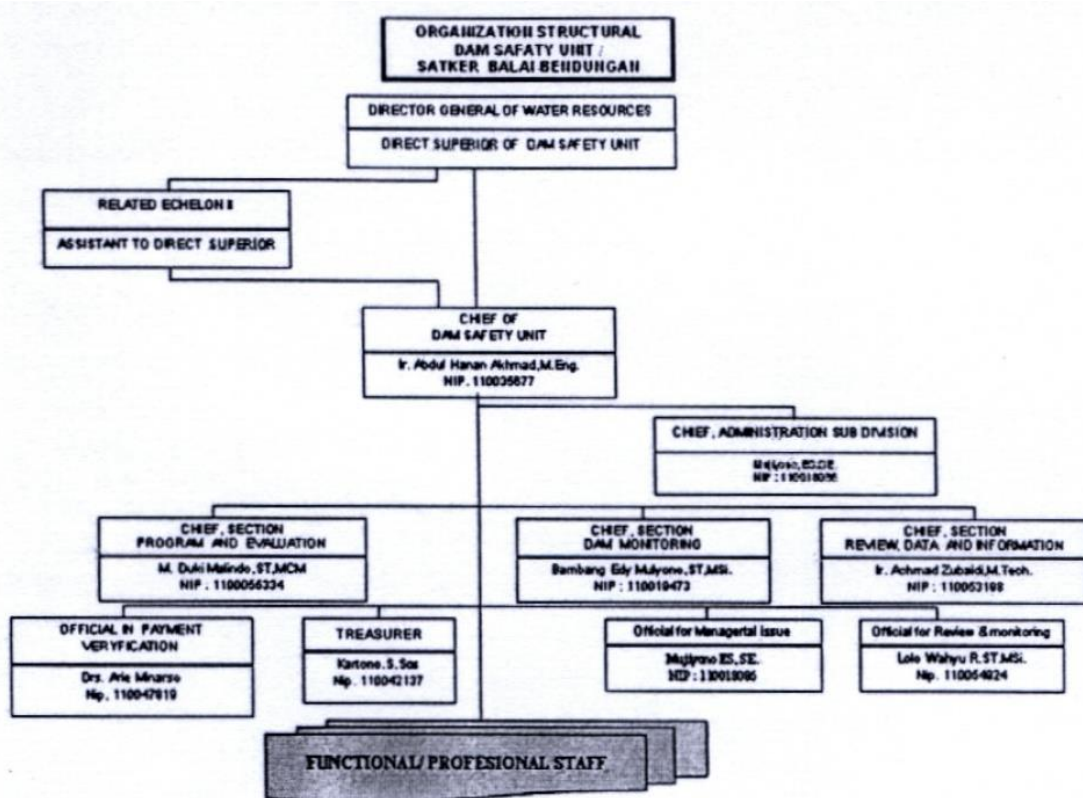
a) Dam Safety Commission (DSC: ダム安全委員会)

b) Dam Safety Unit (DSU: ダム安全部会)

DSC は、大臣がダムの安全について管理するのを支援する機関である。また、ダム技術実施部門 (Dam Safety Unit) は、DSC に技術的支援を提供するために設立された組織で、技術的な照査を行う (具体的には PU-PR Balai Bendungan (公共事業住宅省ダム局) のメンバーが担当する)。

また、ダム開発が下記のようなダム安全性にかかる技術的な検討を必要とすると判断される場合、ダム所有者 (事業実施者) は、DSC と DSU の提案に従い「ダムパネル」を設立しなければならない。ダムパネルは、ダムの設計、施工、貯水池湛水時に機能する。

- a. ダムの設計や建設に新技術が適応される場合;
- b. ダム高 75m 以上のダムで、且つ、貯水容量が 1 億 m³ 以上あるダム;
- c. 危険リスクが高いと判断されるダム



◇ 図 2-2 ダム安全委員会の組織図

大臣令 No. 1234 / KPTS / M / 2023 で 2023 年以降のダム安全委員会の構成員が指名された。委員会構成員は、図 2-3、表 2-1 にしめすとおりである。

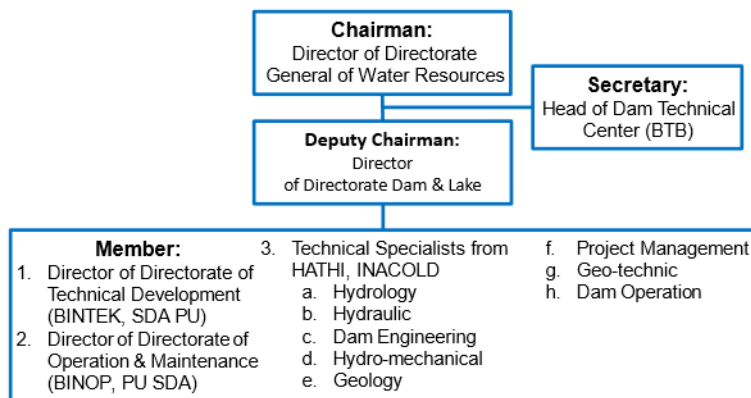


図 2-3 ダム安全委員会の構成

表 2-1 DSC 構成メンバー

Tim Inti/Anggota Tetap			
NO	INSTANSI/NAMA	JABATAN/BIDANG KEAHLIAN	KEDUDUKAN DALAM KOMISI
1	2	3	4
1	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air	Direktur Jenderal Sumber Daya Air	Ketua merangkap Anggota
2	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Bendungan dan Danau	Direktur Bendungan dan Danau	Wakil Ketua merangkap Anggota
3	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Balai Teknik Bendungan	Kepala Balai Teknik Bendungan	Sekretaris merangkap Anggota
4	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Bina Teknik	Direktur Bina Teknik Sumber Daya Air	Anggota
5	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Bina Operasi dan Pemeliharaan	Direktur Bina Operasi dan Pemeliharaan	Anggota
6	Dr. Ir. Hari Suprayogi, M.Eng	Ahli Hidrologi, KNIBB, HATHI	Anggota
7	Ir. Bambang Hargono, DIPL.HE, M.Eng	Ahli Hidrolika, KNIBB, HATHI	Anggota
8	Dr. Ir. Ni. Made Sumiarsih, M.Eng	Ahli Teknik Bendungan Besar, KNIBB, HATHI	Anggota
9	Ir. Tri Bayu Adji, MA	Ahli Hidromekanikal, KNIBB	Anggota
10	Dr. Ir. Paulus Kurniawan, MBA	Ahli Geologi, HATTI, IAGI	Anggota
11	Duki Malindo, ST. MCM.	Ahli Project Manajement, KNIBB	Anggota
12	Dr. Ir. Aries F. Firman, M.Sc	Ahli Geoteknik, KNIBB	Anggota
13	Ir. Agus Djatiwiryono, ME	Ahli Operasi dan Pemeliharaan Bendungan, KNIBB, HATHI	Anggota

また、これら 2 組織に加え、必要に応じてインドネシア国ダム技術協会とインドネシア大ダム会議 (INACOLD) が技術的サポートをおこなう (DSC のメンバーにも含まれている)。

ダム本体にかかる技術審査は、INACOLD や HATHI の専門家及びダム局技術職員によって行われる。

(1) 審査に用いる基準

審査に適用される基準は以下の通りであるが、必要に応じこの限りではない。

表 2-2 審査に適用される基準

No.	Document	Status	Decree
A. General Guidelines			
1.	Ministerial Regulation on Dam Safety ^{1/1}	OV	Kep Men PU No.296/KPTS/M/2001
2.	Government Regulation on Dams & Reservoirs	UP	RPP Waduk dan Bendungan
3.	Organization & Management of Dam Safety	OV	SNI No. 1731 - 1989 F
4.	Registration and Inventory of Dams	I/OV	Prakata Ketua KKB Okt 2002
5.	Guidelines & Operational Procedures for DSC	I	Keputusan Ketua KKB No.01/KPTS/2002
6.	Guidelines for Development & Decommissioning of Dams	I	Prakata Ketua KKB, Okt 2002
B. Technical Guidelines			
1.	General Guidelines on Dam Development	D	Kata Sambutan Direktur Bina Teknik, Des 2003
2.	General Dam Design Criteria	R	Keputusan Ketua KKB : 05/KPTS/2003
3.	Filling of Reservoirs	I	Keputusan KKB : 03/KPTS/2002
4.	Safety Inspection & Evaluation of Dams	I	Keputusan KKB : 05/kpts/2003
5.	Dam Safety Review	I	Keputusan KKB : 05/KPTS/2003
6.	Revision of Guideline on Downstream Hazard Classification of Dams	OV/D	Keputusan Dirjen SDA 108/KPTS/A/1998
7.	Revision of Emergency Action Plans	UP	Keputusan Dirjen SDA 94/KPTS/A/1998
8.	Dam Safety Unit (DSU) Development Plan	OV/UP	COLENCO 1998
9.	Guidelines & Operational Procedures for DMUs	UP	COLENCO 1996
10.	Operations, Maintenance & Surveillance of Dams: Phase 1- General	I	Keputusan Dirjen SDA No. 199/KPTS/D/2003
11.	Operations, Maintenance & Surveillance of Dams: Phase II- Management	I	Keputusan Dirjen SDA No. 199/KPTS/D/2003
12.	O&M & Surveillance of Dams: Phase III- Dam Instrumentation & Monitoring Systems	I	Keputusan Dirjen SDA No. 199/KPTS/D/2003
13.	O&M & Surveillance: Phase IV- Inspection of Hydro-Mechanical and Electrical Equipment	I	Keputusan Dirjen SDA No. 199/KPTS/D/2003
14.	O&M & Surveillance: Phase V- Standard Operating Procedures for Hydro-Mechanical and Electrical Equipment	I	Keputusan Dirjen SDA No. 199/KPTS/D/2003
15.	Selection of Hydro-Mechanical Equipment	I	Keputusan Dirjen SDA No. 199/KPTS/D/2003
16.	Calculation of Flood Handling Capacity of Reservoirs & Spillways	D	COLENCO 2002
17.	DAMOSY Manual	D/OV	COLENCO 2002
18.	Guideline for Tailings Dams	D	Kata Pengantar Direktur Bina Teknik, Nov 2004
19.	Construction of Earth Dams	D	Kata Pengantar Direktur Bina Teknik, Nov 2004
20.	Dam Sedimentation Control & Mitigation	D	Kata Pengantar Direktur Bina Teknik, Nov 2004
21.	Visual Inspection Manual	D	Kata Pengantar Direktur Bina Teknik, Nov 2004
22.	Guidelines for Tunneling	-	
23.	Grouting Manual	D	Kata Pengantar Direktur SDW, Des 2004
24.	Cut-Off Wall/Trench Guidelines	D	Kata Pengantar Direktur SDW, Des 2004
25.	Design Criteria for Concrete Dams	U	Kata Pengantar Direktur SDW, Des 2004
26.	Roller Compacted Concrete Dams	-	
27.	Concrete Face Rockfill Dams	-	
28.	Dam Development on Soft Soils	D	SK KKB 04/KPTS/D/2007
29.	Testing of Earth Dam Embankments During Construction	-	

この他、通常設計で用いられる基準には、以下のような基準があり、これらの基準をもとに技術的議論が展開される。

- ◆ 03-PRT-M-2009 The Social Engineering Guidelines for dam development
- ◆ Pd T-08-2004-A The Instrumentation of Dam Body for Earth -fill and Embankment type
- ◆ Pd T-14-2004-A The Stability Analysis of Fill Dam type due to Earthquake loads
- ◆ Pd. M-01-2004-A Construction Quality Tests for Dam Body for Fill type Dam
- ◆ Pt-M-03-2000-A The Quantification Capillarity Method for Reservoir Storage
- ◆ RSNI M-02-2002 Analysis Method of Water Seepage Control Way for fill (Urugan) Type Dam
- ◆ RSNI M-03-2002 Static Slope Stability Analysis Method of Fill (Urugan) Type Dam
- ◆ RSNI T-01-2002 The Body Design of Fill (Urugan) Type Dam
- ◆ Pdm-18-1995-03 Data Processing Methods of Climatology
- ◆ Pd T-02-2005-A Carrying capacity analysis of shallow foundation soils in the hydrological structure
- ◆ Pd T-03.1-2005-A Geotechnical Investigation for the foundation of hydrological structure vol. 1 to 3
- ◆ Pd T-03-2005-A Geotechnical Investigation Guidelines for the foundation of hydrological structure vol. 1
- ◆ Pd T-06-2004-A River Discharge Forecasting
- ◆ Pd T-10-2004-A measurement and mapping of Terrestris River
- ◆ Pd T-40-2000-A Procedures of describing and investigating field conditions in soil project
- ◆ Pd. M-01-2004-A quality test for dam body in fill (urugan) type Dam
- ◆ Pd T-44-2000-A Soil Compaction Procedures
- ◆ RSNI M-01-2002 Method of measuring the potential of land collapse in the laboratories
- ◆ SNI 03-1724-1989 Planning procedures for hydrology and hydraulics for structure on the river
- ◆ SNI 03-2415-1991 Flood discharge calculation method
- ◆ SNI 03-2435-1991 Method of laboratory testing for soil samples
- ◆ SNI 03-2849-1992 Procedures of geological mapping technique
- ◆ SNI 03-3422-1994 Testing method for soil shrinkage threshold
- ◆ SNI 03-3637-1994 Method of soil testing for weight mold with fine-grained objects test
- ◆ SNI 03-3637-1994 Method of testing the strong cohesive soil-free press
- ◆ Pd M-22-1996-03 Triaxial testing methods of cohesive soil in the absence of drainage and consolidation
- ◆ SNI 03-3961-1991 Testing methods of sediment content laying levels using gravimetric with precipitation
- ◆ SNI 03-3962-1995 Testing methods of distribution of grains of sediment laying using gravimetric with sieve
- ◆ SNI 03-4145-1996 Testing method of weight types of sediment laying with pycnometer
- ◆ Dynamic analysis guidelines-of Fill (Urugan) Type Dam, Ditjen SDA, 2008
- ◆ Construction Guidelines for Rockfill Type dam with concrete membrane (CFRD), Ditjen SDA, 2011
- ◆ Guidelines for dams hazard classification, Ditjen SDA, 2011.
- ◆ Planning criteria-Irrigation planning standard, Ditjen of Water Resources December 1986 and its revisions.
- ◆ Technical requirements section of the PT 01, 02, 03 and 04, Irrigation standard planning, Ditjen of Water Resources , December 1986 and its revisions.
- ◆ Structure Standard for Irrigation BI-01 and irrigation structure type BI-02, Irrigation standard planning, Ditjen of Water Resources, December 1986 and those revisions.
- ◆ Construction guidelines for Fill (urugan) Type Dam: An hydrological analysis, Ditjen of Water Resources, July 1999.
- ◆ Feasibility study guidelines for irrigation development, Ditjen of Water Resources, September 1998.
- ◆ Seismic map in Indonesia for dynamic analysis of hydrological structure, the Center for research and development of water resources, Ministry of Public Work, December 2012.

1.4 提出書類

設計の認可にかかる提出書類は、以下のとおりである。

➤ Permissions (認可関係：施主が準備)

◇ Permissions for Dam Location and Water Use

地方政府によるダムサイトの使用許可

◇ Environmental Impact Assessment (AMDAL)

環境影響評価と環境モニタリングプランの地方政府の環境局 (BAPEDALDA) による承認証

➤ Feasibility Study Report (事業計画書：施主が請負者に貸与)

➤ Finalized Design Reports (設計にかかる技術資料：請負者が準備。
但し、過去の調査・設計資料は施主が提供)

◇ Main Report (主報告書)

◇ Executive Summary Report (要約)

◇ Supporting Report (技術報告書)

Design Criteria (事業に適用した設計基準)

Geotechnical Investigation Report (地質調査報告書)

Hydrological Analysis (水文解析)

Measurement Report (測量結果)

Model Test (洪水吐水理模型実験報告書：実験請負者が準備)

Design Calculation (設計計算書：特にダムの安定解析と耐震設計が議論される)

Design Note (設計のバックデータ集)

Operation and Initial Maintenance (維持管理マニュアル)

Technical Specification (技術仕様書。入札図書)

Design Drawings (設計図面集)

BoQ (数量のまとめ) など

◇ Review Design (設計のレビューを行った場合：最適設計による修正は、施主が準備。請負者がサポート)

◇ Executive Summary on Environmental Analysis (ANDAL), Environmental Management Plan (RKL), Environmental Monitoring Plan (RPL) (環境影響評価、環境管理計画、モニタリング計画：施主が準備)。

これらの図書は、環境局が発行する環境認可 (AMDAL) に必要。

◇ Brief description on matters related to design, including the items as

attached is "Daftar Simak"

提出書類のチェックリストとその概要をまとめたもの。また、質問事項などのリスト。例えば、設計の追加検討の実施予定（追加で必要な検討の実施予定と実施にとりかかることを証明する物）

◇ Dam Technical Data (Project Feature of the Dam)

ダム安全委員会の書式に則ったダムの計画概要書

◇ Prospective Location for Dam Body

ダムサイトや貯水池、採石場などの写真集

提出時事には、これら書面のソフトコピーも要求される。下表に実際に提出された提出物リストを添付する。

表 提出資料

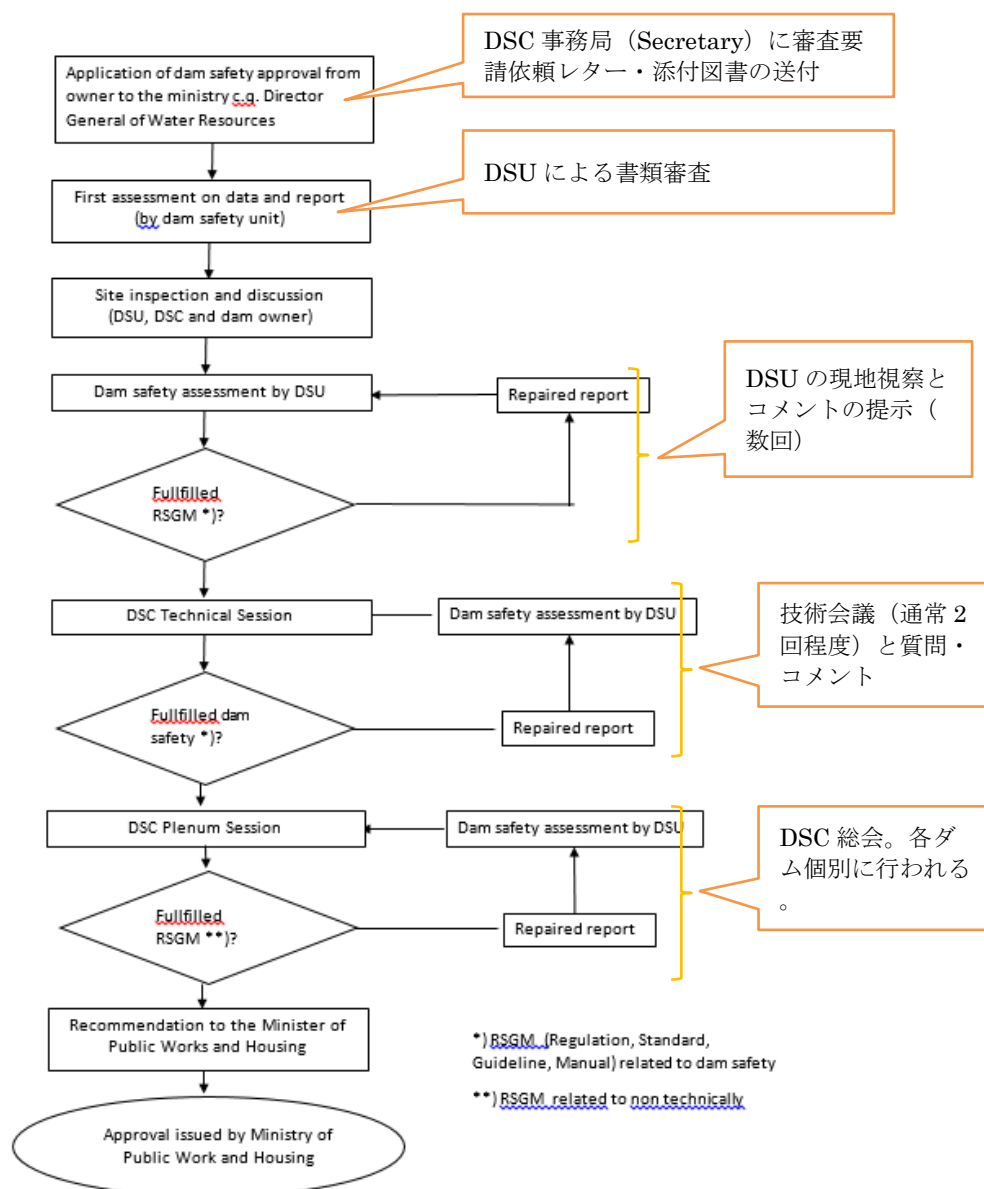
提出図書	備考
(1) Permissions	
(a) Permissions for Dam Location and Water Use	地方政府によるダムサイトの使用許可
(b) Environmental Impact Assessment (ANDAL)	環境影響評価と環境モニタリングプランの地方政府の環境局（BAPEDALDA）による承認証
(2) Feasibility Study Report	事業計画書：施主が請負者に貸与
(3) Finalized Design Reports	(設計にかかる技術資料：請負者が準備。但し、過去の調査・設計資料は施主が提供)
(a) Main Report	
(b) Executive Summary Report	
(c) Supporting Report	
• Design Criteria	事業に適用した設計基準
• Geotechnical Investigation Report	地質調査報告書。ボーリングログ、試験データ含む。
• Hydrological Analysis	水文解析報告書
• Measurement Report	測量結果
• Model Test	洪水吐水理模型実験報告書：実験請負者が準備。実験結果に基づく設計修正必要
• Design Calculation	
• Design Note	
• Operation and Initial Maintenance	
• Technical Specification	技術特記仕様書のみで入札図書は、おそらく不要。
• Design Drawings	
• BoQ	工事数量表
(d) Review Design	設計のレビューを行っている場合に必要。VEIによる修正は、施主が準備。請負者がサポート
(e) Executive Summary on Environmental Analysis (ANDAL), Environmental Management Plan (RKL), Environmental Monitoring Plan (RPL)	環境影響評価(ANDAL)、環境管理計画(PKL)、モニタリング計画(RPL)。これらの図書は、環境局が発行する環境認可(AMDAL)に必要。
(f) Brief description on matters related to design, including the items as attached is "Daftar Simak"	提出書類のチェックリストとその概要をまとめたもの質問事項などのリスト。例えば、設計の追加検討の実施予定（追加で必要な検討の実施予定と実施にとりかかることを証明する物）。
(g) Dam Technical Data (Project Feature of the Dam)	ダム安全委員会の書式に則ったダムの計画概要書
(h) Prospective Location for Dam Body	ダムサイトや貯水池、採石場などの写真集

1.5 会議等 取得までのプロセス

設計認可までのプロセスを DSU がフローチャートにしたものを図 2-4 に示す。具体的には、以下のような手続きを踏むことになる。

1. DSU と事前会議、ダム計画・設計のプレゼンテーション
2. DSC 事務局（Secretary）に審査要請依頼レターの送付
3. DSU へ書類・報告書・データを提出

4. DSU による書類審査
5. DSU の現地視察とコメントの提示（数回）
6. 事業実施者からの回答
7. Technical Session（技術会議、通常 2 回程度）と質問・コメント
8. 設計の修正と DSU への説明を繰り返し最終回答の作製と提出
9. Plenary Session（DSC 総会。各ダムで行われる）
10. 設計の修正（0.5 カ月）。DSC から PUPR 大臣に認証提言（Recommendation）。
11. 設計認可（大臣の予定により変化）



◇ 図 2-4 審査フローチャート

2. 実施スケジュール

認可にかかる期間は、上述した通り、ダム安全委員会による現場視察・技術会議・総会を経て承認されるため、資料がすべてそろった状態で申請しても、過去における例として最速でも4カ月、通常は半年から1年かかる。

実際に、取得した実施工程の例を表3-1に示す。このケースでは、認可のプロセスと並行して、AMDAL（環境影響評価）、洪水吐き水理模型実験、を実施していた。このように、資料が全て揃っていない場合でも、実施工程が明らかになっている場合は審査に入ることができる。

おおよその工程は、以下のとおりである。

- | | |
|--|------|
| ① 資料提出から最初のコメント | 約2カ月 |
| ② コメントに対する返答・修正から第1回 Technical Session | 約1か月 |
| ③ コメントに対する返答・修正から第2回 Technical Session | 約1か月 |
| ④ コメントに対する返答・修正から Plenary Session | 約1か月 |
| ⑤ 報告書の微修正と PUPR 大臣の承認（大臣の都合で確定できない） | 約1か月 |

表 3-1 ダム認可申請実施工程の例

No	Activity Description	Concern Bodies	April				May				June				July				August				September				October				November				December			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	DD. Doc submitted To: DSC & Dit DGWR	Project/ Consultant	▲																																			
2	Presentation to Directorate SDW	Project/ Consultant	▲																																			
3	Request to DSU	Project/ Consultant																																				
4	Site visit & discussion	DSU/ Project/ Consultant																																				
5	Issuance question during site visit	DSU																																				
6	Dam Safety Evaluation	DSU																																				
7	Answering the question	Project/ Consultant																																				
8	Technical Meeting DSU I	DSU/ Project/ Consultant																																				
9	Improvement	Project/ Consultant																																				
10	Improvement	DSU																																				
11	Technical Meeting DSU II	DSU/ Project/ Consultant																																				
12	DSU report to DSC Preparation	DSU																																				
13	DSC Technical Meeting	DSU/DSC/Project/ Consultant																																				
14	Improvement	DSU/Project																																				
15	Report to DSC	DSU																																				
16	Plenary Meeting	DSC/DSU/ Project																																				
17	Issue Certificate	DSC																																				

Note: インドネシアにおける貯水ダムの認可までの実施工程（Jatibarang Dam 実績）