

ブラジル国での砂防技術マニュアル作成

八千代エンジニアリング株式会社 ○西尾陽介, 溝口昌晴, 下田義文, 竹島秀大
 国土交通省砂防部砂防計画課 (前 JICA 派遣専門家) 越智英人
 JICA 派遣専門家 (ブラジル連邦共和国 統合地域開発省勤務) 林 孝標
 一般財団法人砂防・地すべり技術センター 嶋 丈示
 株式会社建設技術研究所 吉田圭佐

1. はじめに

ブラジル連邦共和国では、2011 年 1 月の豪雨によってリオデジャネイロ州を中心として多数のフラッシュフラッドや土石流が発生(図-1)し、行方不明者約 400 名、死者 900 名を超え、約 2 万人が家を失うというブラジル史上最大の被害をもたらした。連邦政府はこの災害を契機として多年度計画プログラム「災害リスク管理・対応プログラム」を策定し、土石流対策の能力向上に関する検討を進めている。本報告では、JICA プロジェクト「強靱な街作りのための土砂災害構造物対策能力向上プロジェクト」(以下、本プロジェクト)として、土石流対策に関するマニュアル作成を支援し、砂防技術の展開を進めている現状について報告する。

2. 簡易リスクマッピングマニュアル

2.1 作成の背景

ブラジル側へのヒアリングの結果、市政府は土石流構造物対策の整備優先度が高い溪流を市域全体から客観的な手法で抽出できる手法を求めている一方、予算や人的リソースの成約があり、高価なソフトウェアや高度なデータを用いた解析手法の導入には困難を感じていることが明らかとなった。そこでブラジル国内の土砂災害特性¹⁾を踏まえ、市政府が入手可能な無償の GIS ソフトウェア、数値標高データ及び統計データを用いて、土石流構造物対策の整備優先度が高い溪流の抽出に目的を特化した簡易リスクマッピング手法及び整備優先度評価手法を提案した。

2.2 作成の進め方

日本側から提案した簡易リスクマッピング手法及び整備優先度評価手法を基本として、各市政府が保有する QGIS を活用して土石流構造物対策が必要となる溪流の抽出及び保全対象数に応じた整備優先度評価を行う手順を標準化²⁾し、その手法を水平展開するためのマニュアルを作成した。手順の標準化及びマニュアル作成にあたっては、日本側専門家、統合地域開発省職員、パイロット市政府職員からなるワーキンググループ(以下、WG)を立ち上げ、週 1 回 WEB 会議を開催し、各自が実際に設定作業を行った結果を踏まえて質疑応答や改善点について協議を行った。また、ブラジル側の実態に応じて実現可能な手順やマニュアル記載内容を検討した。マニュアルの作成言語はポルトガル語であったが、同時に日本語訳も作成し、記載内容につい



図-1 2011 年豪雨による土石流堆積物の状況
 【テレゾポリス市プリンシペ川】(出典：統合地域開発省提供)

て日本側・ブラジル側双方が確認できるようにした。

2.3 水平展開

作成したマニュアルを用いて、砂防堰堤の整備対象とするパイロットサイトの抽出を行った結果、2011 年災害時に土石流が発生した溪流が整備優先度上位として抽出できることを確認した。抽出結果を踏まえ、今後の検討では、簡易リスクマッピングによる評価で上位となった溪流を整備対象溪流として位置づけ、土石流構造物対策の水平展開を進めていくものとした。また、作成したマニュアルを統合地域開発省 HP に公開する(図-2)とともに、ブラジル国内の大学教授や連邦政府関係機関及び州・市政府向けの技術セミナーにおいて簡易リスクマッピング手法の紹介、WG メンバーを通じた他市への簡易リスクマッピング手法の技術移転等を行い、土石流構造物対策の整備優先度評価手法について水平展開を進めている。

3. 砂防堰堤の設計施工マニュアル

3.1 作成の背景

本プロジェクト開始前の調査では、砂防堰堤の整備にあたって、土石流構造物対策に関する技術指針がない状況では連邦政府の事業予算認可を受けることが難しいことが明らかとなっていた。しかしブラジル国内では、砂防堰堤等を整備した事例がほとんどなく、土石流構造物対策の計画、設計及び施工に関する技術情報が非常に少ない状況にあった。そこで、土石流構造物対策の技術展開にあたって「河川砂防技術基準」「土石流・流木対策設計技術指針」「鋼製砂防構造物設計便覧」等の記載内容を基本として、砂防堰堤等の設計、施工に関する技術指針(以下、設計施工マニュアル)



図-2 簡易リスクマッピングマニュアル³⁾



図-3 技術委員会との協議実施状況

PT	JP
1. Seção 5 - Condições de análise da barreira permeável	第5編 透過型堰堤の検討条件
2. 1. Pontos a serem observados no projeto da barreira permeável	1. 透過型堰堤にあたっての留意事項
3. O projeto da estrutura da barreira permeável deve ser conduzido buscando garantir durante a operação suas funções e a segurança, respectivamente Estados Limites de Serviço e Último, de acordo com os critérios adotados nas normas brasileiras para o projeto de estruturas ^{1,2 e 3)}	透過型堰堤の設計にあたっては、ブラジルの構造物設計規格が定める、機能と安全性を確保するために使用・終局限界法に基づく構造物として設計を行うものとする ^{1,2,3)} 。
4. 1) ABNT NBR 8681, Ações e segurança nas estruturas.	1) ABNT NBR8681→構造物における作用及び安全性
5. 2) ABNT NBR 8800:2008 Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.	2) ABNT NBR8800 : 2008 →建築物の鋼製構造及びコンクリート・鋼製複合構造の設計
6. 3) ABNT NBR 16239:2013, Projeto de estruturas de aço e de estruturas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares.	3) ABNT NBR16239 : 2013 →鋼管断面を採用する建築物の鋼製構造及びコンクリート・鋼製構造の設計
7. Considerando o movimento do material sólido dos talveques e sua ação na estrutura, esta deve ser dimensionada de modo que um dano parcial não produza dano estrutural relevante, com prejuízos no funcionamento da barreira ou, ainda, reduzindo substancialmente a segurança estrutural.	渓流における土砂移動の特性とそれに伴う構造物への作用を考慮して、構造上の安全性を大幅に低下または堰堤の機能に支障がないように、一部破損が構造物に致命的な損傷をもたらさない構造とする。

図-4 設計施工マニュアル ポルトガル語-日本語の対訳版



図-5 リオデジャネイロ連邦大学での技術セミナー開催

を作成する方針とした。また、パイロットサイトを対象として砂防堰堤の設計、施工を実施し、その知見も設計施工マニュアルに反映していく方針とした。

3.2 作成の進め方

本プロジェクトで作成する設計施工マニュアルは、日本の技術指針をベースとしつつ、ブラジル特有の諸条件（地質、水文、建設資材等）に適応化させる必要があった。そこで、まず叩き台として日本の技術指針に基づいて設計施工マニュアルα版を作成し、ブラジル国内の大学教授からなる技術委員会と日本側専門家が協議（図-3）しながら、ブラジルの諸条件に適応化させた設計施工マニュアルβ版の作成を進めた。この際、α版は日本の技術規格に基づいた内容であるため、β版作成では、ブラジルの技術規格（ABNT NBR）を踏まえて技術委員会が記載内容や設計条件を検討した。

なお、設計施工マニュアルに関する技術委員会との協議では、日本側とブラジル側が同じ資料を見て協議することが理想的であると判断し、ポルトガル語と日本語の対訳版（図-4）を作成し、設計施工マニュアルの記載内容に関する意見交換を行った。対訳版の使用は、論点のズレ防止に非常に有効であった。

3.3 水平展開

設計施工マニュアルβ版を踏まえ、日本の砂防技術の考え方や砂防堰堤等の施工方法に関して技術セミナ

ーでの解説（図-5）、統合地域開発省職員向けの勉強会等を行い、砂防堰堤等の計画、設計、施工方法の水平展開を進めている。また設計施工マニュアルβ版に準拠し、パイロットサイトを対象として、不透過型砂防堰堤及び鋼製透過型砂防堰堤の設計を現在進めている。

4. おわりに

本プロジェクトは、新型コロナウイルスの感染拡大の影響により、リモート環境での遂行が求められた。このためカウンターパートとのWEB会議を週1回必ず行うとともに、WGや技術委員会協議もWEB会議を積極的に活用し、対面と併用して高頻度の意見交換を進めてきた結果、協議に多くの関係者が参加でき、遠隔地での技術の水平展開にあたって非常に有効であった。今後もWEB及び対面協議を活用し、引き続きマニュアルの最終化及び技術移転に取り組んでいく。

参考文献

- 1) 西尾ら（2022）：ブラジル国の土砂災害特性と土石流対策の能力向上にむけて、砂防学会研究発表会概要集
- 2) Rafaelら（2022）：The elaboration of a mapping of debris flows in Brazil, aiming at the installation of SABO structures, 砂防学会研究発表会概要集
- 3) 統合地域開発省ホームページ_PROJET SABO (<https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/>)