

近年の設計エラー事例の傾向と改善に向けた取り組みについて

(一社) 建設コンサルタンツ協会 技術部会 砂防・急傾斜専門委員会
○宇野沢 剛, 小林 浩, 鈴木秀幸

1. はじめに

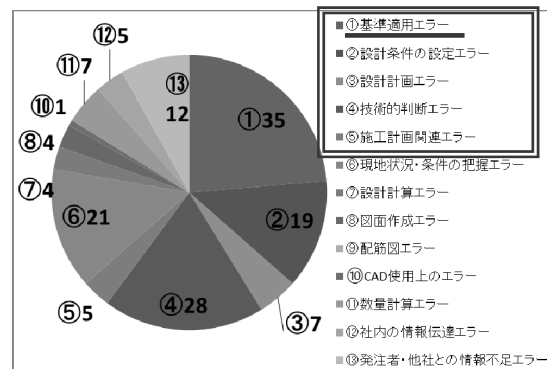
(一社) 建設コンサルタンツ協会 砂防・急傾斜専門委員会では、土砂災害から人命と財産をまもるためのハード対策やソフト対策について、現状の問題点や課題を抽出し、解決策を提言するなどの活動をおこなうとともに、建設コンサルタンツ協会の会員サービスとして、砂防技術力の向上、設計・成果品の品質確保のための活動をおこなっている。

活動のひとつに、協会本部が毎年実施する「品質セミナー～エラー防止のために～」への講師派遣がある。主に、砂防設計業務で発生したエラー事例の収集整理・傾向分析をおこない、セミナーで紹介することでエラー防止に役立てるものである。

今回、砂防学会研究発表会においてエラー防止の取組を紹介することで、さらに砂防業務の円滑化に寄与できるのではないかと考え発表する。

2. 近年の砂防設計でのエラーの傾向

品質セミナーでは、専門委員会に参加するコンサルタント各社に加え、全国の協会員各社（H28年度より実施）からエラー事例を収集し、各エラーの対応、今後の防止策などを分析し、主だった事例を紹介している。砂防関係については、事例収集はH15から行い、セミナーでの事例紹介はH22から実施している。ここで、砂防設計におけるエラーの傾向を把握するために、エラーの原因について整理した。図－1は収録した設計に関するエラー事例の内容をエラーコード別に整理しものである。これによると、エラー事例の約70%が技術的判断に関わるエラー（エラーコード①～⑤）で、とくに基準適用エラー①が35%と最も多くなっている。



図－1 エラー事例の内容

3. エラー内容の分析

3.1 本稿で着目した設計工種とエラー事例

砂防構造物の計画・設計に関する技術基準は、技術水準の向上に応じて随時改定されてきた。とくに「砂防基本計画策定指針」「土石流・流木対策設計技術指針」（平成28年4月）には多くの改定事項があり、一定レベルの設計経験者であっても、基準適用エラーをしやすい状況にあると考える。

一方、長寿命化の一環として既設構造物を改築する場合などでは、補修・補強に関する設計基準が整っていないため、技術的判断に関わるエラーが起りやすくなると考える。

ここでは、基準適用エラー・技術的判断に関わるエラーが発生しやすい設計工種のうち、近年の災害動向や、施設管理へのニーズから、今後業務の増加が予想される工種として“流木捕捉工”“砂防堰堤工改築”を挙げ、セミナー活動で収集されたエラー該当事例を抽出し、その概要を表－1、表－2に整理した。

表－1 流木捕捉工設計におけるエラー事例

設計項目	エラーの概要
基本事項決定	○施設効果量算出エラー（掃流区間において土石流区間と同じ方法で流木捕捉量を算出） ○流木発生抑制量の過大評価（“平常時”ではなく“計画”の堆砂面より下流の立木量を計上）
施設設計	○設計外力の誤認（閉塞時の水圧を考慮せず、安定計算を行わずに垂直壁形状を決定） ○水叩き長算出の為の落水高の誤認（閉塞時を考慮せず落水高を設定し、水叩き長を過少設計）

表－2 砂防堰堤工改築設計におけるエラー事例

設計項目	エラーの概要
基本事項決定	○既設堰堤の形状誤認（満砂した堰堤の上流法勾配、既往資料不足の堰堤の堤高誤認） ○地質条件の根本的な確認不足（嵩上げを計画した既設堰堤袖部に地すべりがある事が判明し、嵩上げを断念）
施設設計	○過大な腹付け範囲の設定（構造上増厚が不要な袖部にも腹付けを計画） ○特殊な形状による「上流側腹付け」を設計した際の安定計算のエラー ○カットオフを有する「下流腹付け」の形状と、基礎地盤の土質条件との不整合
施工計画	○腹付け部の基礎掘削をおこなった際にパイピングが発生、工事が中断
数量計算	○前庭保護工の取り壊し数量を完成形（腹付け面）から行って算出、取り壊し数量を過少に算出

次に抽出したエラー事例より、若手～中堅技術者にも設計機会が多いと考えられる「流木捕捉工設計」に関するエラー事例を紹介し、その発生原因や改善策について考える。

3.2 流木捕捉工設計に関するエラー事例紹介

(1) 不透型砂防堰堤前庭部へ流木捕捉工を設けた場合の安定計算エラー

1) 内容：砂防堰堤の設計に伴い、前庭保護工への流木対策施設の設置を検討した。閉塞時に流木捕捉工高まで水圧がかかる可能性があるのだが安定計算を行わずに、当該自治体の砂防設計マニュアルにある垂直壁形状（下流 1:0.2、上流直）を採用した。

2) 主な原因：副堰堤の場合、本堰堤と同等の荷重で検討を行うことは理解していたが、“垂直壁”という言葉のみに引っ張られ、本来副堰堤と同等の構造物であるにも関わらず、“安定計算不要”との安易な判断を行ったこと。

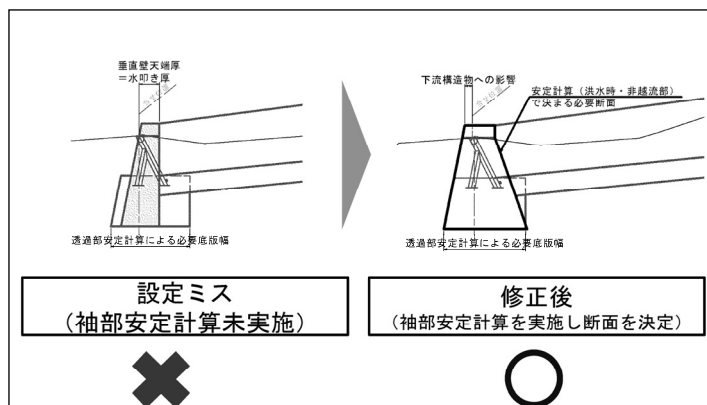
3) 改善策：①設計要領にない項目については、参照する設計便覧などの細部まで内容を確認し、対応について発注者協議を行う。②指針改定などの直後は、自治体の設計マニュアルだけでは対応できない事項が多数存在する。社内での技術照査を含め、参考資料を確認し、安易な判断を行わない。

(2) 副堤流木止めの水叩き長設定エラー

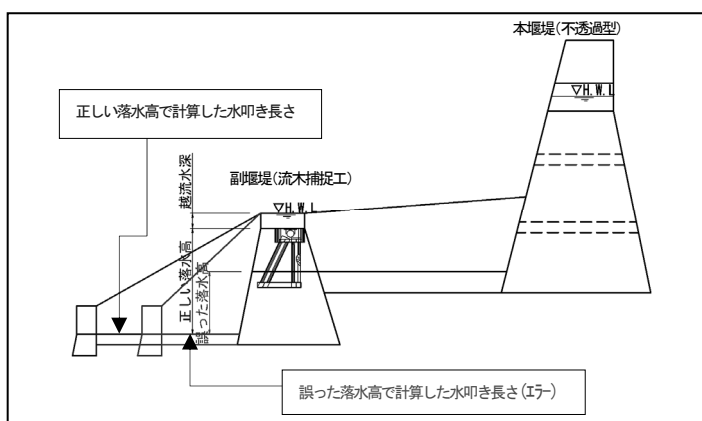
1) 内容：流木捕捉工下流の水叩き長の設定に際して、捕捉後の水の流れについて考慮できておらず、誤った落水高を設定したことにより水叩き長が不足した。

2) 主な原因：各公式に対する理解の不足。設計目的構造物の機能などに対する想像イメージの不足。

3) 改善策：①古い文献や過去における設計マニュアルなどの閲覧による設計時に用いる各公式の背景や履歴などに関する正確な把握。②実際に設置されている目的構造物の機能（例えば、流木捕捉状況）などに関する現場見学などによる理解の深度化。③経験豊富な熟年技術者による社内設計照査の徹底。



図－2 安定計算エラーの一例



図－3 水叩き長設定エラーの一例

4. 砂防・急傾斜専門委員会の最近の取り組み

新たな知見に基づく設計指針の改定や、新しい需要に応じた設計技術の開発などが進む中で、社内組織の取り組みだけではエラー撲滅はむずかしいと思われ、砂防・急傾斜専門委員会では、エラー防止・品質確保のため、次のような取り組みもおこなっている。

4.1 砂防関係業務照査要領（案）の更新

設計エラー防止のため「砂防関係業務照査要領（案）」を作成し、（一社）建設コンサルタンツ協会のホームページに公開している。当照査要領（案）は、ここで挙げたようなエラー事例をフィードバックし更新を続けることで、実際に起こり得るエラーへの対応強化を図っている。更新情報については、品質セミナーで紹介している。

4.2 砂防関係施設維持管理の手引きの作成

平成 24 年 5 月より、砂防関係施設の施設点検のポイント、対策工法（修繕、改築、更新の方法）などを整理した手引きの作成を進めている。砂防構造物の維持管理系業務を円滑に進められるように、対策工法の具体的な種類を例示することを目指している。完成後は（一社）建設コンサルタンツ協会のホームページに公開を予定している。

4.3 鋼製砂防構造物設計事例集（Ⅱ）の作成

平成 30 年 4 月に、鋼製砂防構造物設計事例集の改定版（Ⅱ）を発行した。初版（H23）から 6 年が経過し、施工実績および土石流・流木捕捉実績の増加への対応とともに、新たな製品の開発など鋼製砂防構造物を取り巻く環境の変化に対応した内容になっている。本稿で挙げた流木捕捉工に関しても、種類、適用条件、その他設計に必要な情報を掲載しており、設計成果の品質確保の一助になればと考えている。

参考資料

平成 29 年度品質セミナー“エラー防止のために”成果品に関するエラー事例集（H29.10、（一社）建設コンサルタンツ協会技術委員会/照査特別 WG）