

クレストゲート更新にあたってのコスト縮減対策について Cost reduction measures for updating the crest gate

渡邊 亮〇 河下 知美 寺田 友美
Watanabe Ryo Kawashita Tomomi Terada Tomomi

1. はじめに

ダム設備の中でも、洪水吐きのクレストゲートは、貯水、水位調整、洪水時の放流等、重要な機能を担っており、構造安定性(耐震性含む)、操作性、操作時の信頼性等の性能が求められる。今後、南海トラフ地震や首都直下型地震など巨大地震の発生が危惧される中、新たな土地改良長期計画(令和3年3月23日閣議決定)や防災・減災、国土強靭化のための5か年加速化対策では、インフラ施設の耐災害対策、流域治水の推進を行うこととしている。このような状況を踏まえ、ダムゲート設備においても、大規模地震に対する安定性の確保、設備の延命化のため、耐震補強、更新等の改修が増加傾向にある。

クレストゲートの採用実績が多いラジアルゲートは、昭和48年の「水門鉄管技術基準」にて初めてトラニオンピンの固定条件等が規定され、昭和51年の「河川管理施設等構造令」にて、貯水位に対する必要ゲート高の考えが整理された。そのため、昭和48年以前に設計・施工されたゲート設備は、固定部の強度不足、ゲート扉高不足の可能性が高く、改修時には全面更新されている事例が多い。以上より、費用負担を伴う土地改良施設のダムクレストゲートの全面更新においては、コスト縮減と既設部材の流用が課題となっている。

2. 耐震補強設計概要

今回対象とする玉川ダムは、愛媛県北部の高縄半島中央部に位置し、二級河川蒼社川水系蒼社川に築造された多目的ダムであり昭和46年3月に完成した。レベル2地震動に対する耐震性能照査を実施した結果、ゲート設備各部位の強度不足等が確認された。また、現行基準に則り更新後のゲート扉高を求める結果と、既設より約1.2m高くなる結果となった。

ゲートの耐震補強における従来工法は、現地で耐震補強部材を追加する方法と更新する方法が考えられる。現地で耐震補強部材を追加する方法は、補強部材の溶接に伴うひずみが発生し、ゲート全体が不規則に変形する可能性が高い。金属は、溶接時の熱で膨張し、冷却とともに収縮する。一般的には熱膨張よりも冷却による収縮力の方が大きく、この時に生じる変形をひずみ(写真-1参照)という。ひずみ量は、施工者の技量、施工時の環境によっても異なる。溶接箇所が複数となる場合、各ひずみが影響することで部材全体が不規則に変形するため、ゲートの開閉動作に影響する可能性がある。



本ダムの洪水吐はゲート1門しかないため、耐震補強時のゲート操作不可期間をできる限り短くするとともに、補強後の確実な動作が求められる。また、補強部材の追加とゲートの嵩上げに伴い、自重も増加するため、耐震性能照査を満足する既設固定部(アンカーレージ)と開閉装置の更新も必要となることが想定された。

以上のことから、本ダムにおけるクレストゲート耐震補強は、更新する方針とした。

3. ゲート更新時のコスト縮減・施工効率化対策

本ダムにおける更新ゲートは、現行基準に基づくと扉高が高くなり、また、耐震性能照査を満足させることで既設と比べてゲート自重が増加する。自重の増加により、開閉装置の規模拡大、操作橋、門柱、堤体についても耐震性能不足の懸念など、他部位への影響が大きい。これらの影響を踏まえ、ゲートの材料に着目して更新内容を検討した。

（1）新材料の採用によるコスト縮減

既設ゲートに対する耐震性能照査の結果、スキンプレート、横主桁、脚柱等、主要構造部材で耐震性能が不足した。従来のラジアルゲートの更新は、主要構造部材に普通鋼材(SS材、SM材)を用いることが一般的であり、塗装により防食を図る案や、水中部材となるため、維持管理時の塗装塗替えにコストを要する上流面のスキンプレートのみ耐食性のステンレス鋼材(SUS304)を使用する案も多い。従来使用されている材料は、市場性があり、溶接接合が容易で、強度と加工性、耐久性、経済性のバランスが良いことが特徴である。ただし、普通鋼材を用いることで、定期的に扉体の塗装が必要となる。

今回の玉川ダムの貯水は上工水にも利用されており、瀬戸内気候の特性から渇水になりやすいため、維持管理のために貯水位を低下させることは困難である。このため、更新ゲートはオールステンレス鋼材での更新を基本とした。耐震補強及び嵩上げ分の重量増は周辺部材・機器に与える影響が大きいことから、扉体重量の軽量化を図る必要があり、近年開発(2015年JIS規格化)された二相ステンレス(SUS821L1)での更新を検討した。各材料の強度特性を表-1に示す。二相ステンレスは強度が高いため、扉体重量の軽量化が図られ、経済性は従来材料(普通鋼材+上流面ステンレス)に比べ20%程度のコスト縮減が可能となる。加えて、二相ステンレスを採用することで、更新ゲート扉体重量が既設と同等となり、堤体門柱に埋設されたアンカレージを既設流用することが可能となった。

表-1 扉体材料の特性と更新案比較

材料	普通鋼材(SS400/SM400)	ステンレス鋼材(SUS304)	二相ステンレス(SUS821L1)
降伏点応力度	235N/mm ²	205N/mm ²	400N/mm ²
許容曲げ応力度	120N/mm ²	100N/mm ²	200N/mm ²
許容せん断応力度	68N/mm ²	59N/mm ²	120N/mm ²

（2）効率的なアンカレージ(固定部)の形状把握

鋼構造物は、温度変化の影響を受けやすいため、既設アンカレージの流用に当たり、竣工図と実寸法が異なることが懸念された。また、鋼構造物は、一般的に工場で管理・製作された部材を現地で組立てることから、許容寸法誤差が小さく、厳密な寸法管理が求められる。このため、UAV3次元測量等により、出来高図の妥当性、供用開始後の変形の有無を確認した。

4. おわりに

本検討では、今後も一定数の類似事例が想定されるダムクレストゲートの更新にあたって、改良区や地方自治体による維持管理、費用負担を伴う土地改良施設を管理・運用していくため、新技術、新工法の活用による維持管理費を含めたコスト縮減、維持管理の省力化について検討を行った。特にダムクレストゲートの全面更新において二相ステンレスを採用した事例がないため、これらの成果がダム付帯施設の耐震、長寿命化に関する設計、施工、管理に携わる技術者の一助となれば幸いである。