

ダムの湛水により水位条件が変化した既設石積みカルバートの補強対策

日本工営(株) 正会員 小谷 拓
日本工営(株) 正会員 堀 洋喜

1. はじめに

本検討の対象となる既設石積みカルバート(幅 4.89m×内空高 6.45m×延長 26m)は、鉄道の溪流横断地点に設置され、施工後 50 年以上が経過した構造物である。カルバートの上部は約 5m の盛土が施工されており、盛土の上部に鉄道用のレールが敷設されている。カルバート内の溪流は、常時は水深 50cm 程度で流下していたが、下流河川にダムが建設されることとなり、当地点は湛水により水位が上昇し、ダムの満水時にはカルバートはクラウン部まで水没する条件となる。今後、水位の変動に伴い、カルバート背面盛土の吸出しや背面土の間隙水圧の上昇と下降が繰り返され、カルバートと背面盛土とのバランスが崩れ、施設の安定性が低下することが懸念された。このため、当施設の対策を検討した。

2. 施設の現状把握と対策の必要性

当施設は、幅 0.6m×高さ 0.35m×長さ 0.4m~1.2m の天然石ブロック(図 2 参照)を組み上げた構造となっており、ブロック間の隙間は間詰めとしてモルタルが充填されていた。しかしながら、所々で間詰めモルタルの剥離が発生し、ブロック間の空隙は背面にまで達している箇所もあった。特にクラウン部に発生している間詰めモルタルの剥離箇所では、カルバート内の水位が上昇した場合には、当施設でこれまで発生したことがない内水圧の作用と、背面盛土の洗い出しを受けることとなり、また、当施設は内水圧が発生することを想定した設計にはなっていないため、構造の安定性が低下する可能性がある。このため、ブロック間の隙間から背面への水の浸入を防止する対策工、ならびに内水圧を受けても構造の安定性を確保できる対策工が必要となった。



図 1 石積みカルバート

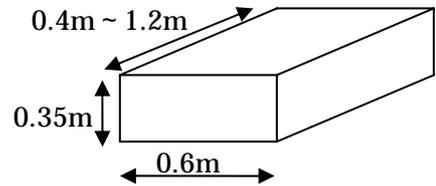


図 2 ブロックのサイズ

なお、石積みカルバートを構成しているブロックの強度調査を行った結果、ブロックそのものの強度は、平均 120N/mm²程度で、強度上の問題はないと判断された。

3. 対策工法の基本方針

カルバート内の水位上昇が、背面盛土地表部の沈下へと繋がる想定メカニズムを図 3 に示す。図に示すとおり、ブロック間の隙間から背面への水の浸入が、カルバートの安定性低下の原因となるため、対策の基本方針としては、ブロック間の隙間を閉塞する工法を適用する必要があると考えた。工法としては、間詰め充填および注入により水密性を確保する工法が考えられたが、現場での温度・湿度条件や接着面の湿潤状態により、ブロックと注入材との接着不良が発生する可能性があり、全施工箇所水密性を担保することは困難である。

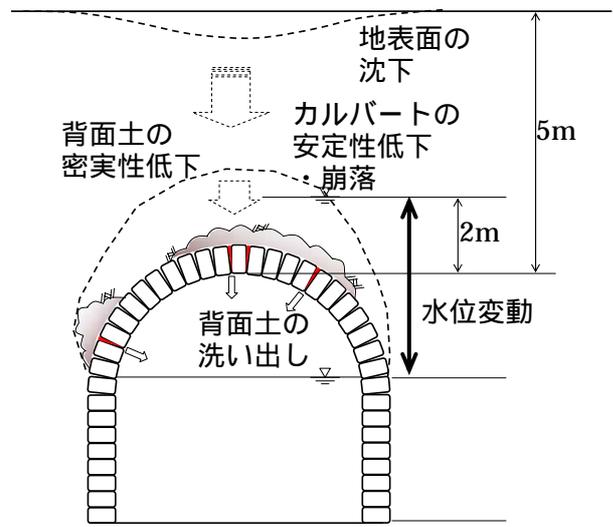


図 3 想定されるカルバートの不安定化

キーワード 維持管理、水路構造物、補強対策、鋼製支保工

連絡先 〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-2 日本工営(株)インフラマネジメント部 TEL 03-3238-8112

このため、施工の不確実性も考慮し、石積み部分も含めてカルバート内面全体を被覆する工法の適用を考えた。ただし被覆工法は、被覆厚が大きくなると、カルバートの通水能力が低下し、同地点で堰上げが発生するため、被覆厚の決定に当たっては、設計洪水流量の流下が可能であることが条件となる。

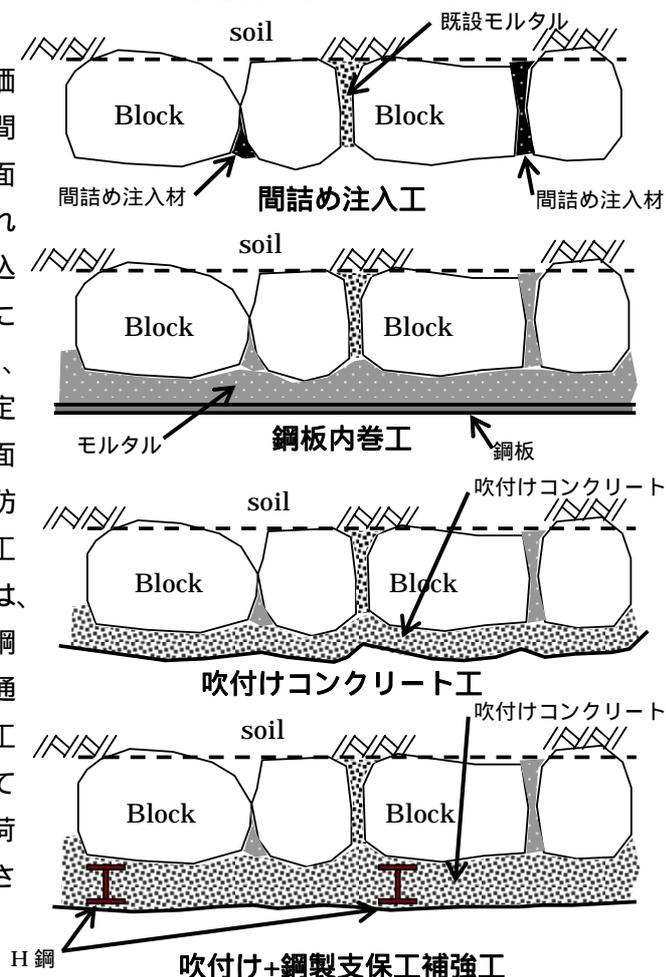
また、当施設はダム湛水池内に配置されており、ダム完成後は水深を底版まで低下させることが困難となるため、メンテナンスフリーとすることが求められた。

4. 対策工法の選定

対策工法は、ブロック間の隙間から背面への水の浸入を防止することを目的とした 間詰め注入工、石積み部分も含めてブロック間の隙間を被覆すること目的とした 鋼板内巻工法と、吹付けコンクリート工法と比較を行った。

間詰め注入工は、前述のとおり、ブロックと注入材の接着不良があるほか、注入材そのものに発生するひび割れから水がカルバート背面に浸入する恐れがあり、背面盛土の不安定化に伴い、ブロックの抜け落ち等も懸念された。また、カルバートに作用する内水圧に対しても対応できない。このため、工事費は安価となるが品質の面から採用できないと評価した。鋼板内巻工法は、カルバート背面への水の浸入が防止でき、ブロックの抜け落ち防止も図ることが可能と考えられ、内水圧にも対応可能である。しかしながら、工事費が高価となること、鋼板の乾湿繰返しによる腐食の可能性があり、塗装等のメンテナンスが必要になること等から採用が難しいとの評価となった。

吹付けコンクリート工法は、工事費が鋼板内巻工よりも安価となり、メンテナンスフリーとなる。また、ブロック間の隙間を含めてカルバート内面全体を被覆するため、カルバート背面への水の浸入は発生しにくく、ブロックの抜け落ち防止が図れる上、内水圧に対しては吹付けコンクリート中に鉄筋を抱き込ませることにより対応可能と考えられた。ただし、施工条件により吹付けコンクリートにひび割れが発生する可能性があり、ひび割れからカルバート背面に水が浸入し、背面盛土の不安定化を引き起こす恐れがある。このため、カルバートおよび背面盛土の不安定化が発生した場合でもブロックの抜け落ちを防止し、地表面の沈下を発生させない対策として、鋼製支保工を抱きこませた吹付けコンクリート構造を検討した。本構造は、外力に対しては鋼製支保工のみで耐えられる構造とするが、鋼製支保工設置によるカルバート内の表面の凹凸を平滑化し通水能力を確保することと、鋼製支保工の腐食防止、鋼製支保工で受ける外力の均等化、ブロックの抜け落ち防止を目的として吹付けコンクリートを適用する構造とした。構造仕様は、耐荷力、通水能力の面から H-125 を 1m ピッチで配置し、厚さ 150mm の吹付けコンクリートで抱き込む構造とした。



5. 施工における課題

本案件は、海外におけるダム水路式水力発電所の建設現場での検討である。日本国内では汎用品として流通している H 鋼の材料調達および曲げ加工に 2 ヶ月程度を要し、また、曲げ加工の際にスムーズに曲げられず、ウェブが歪んで中心軸がずれてしまったため、鉄筋で補強する等の対応をしたが、無事に工事を終了した。

参考文献

- トンネル工学委員会：トンネル標準施工方書 山岳工法・同解説，2006年7月
- 社団法人農業農村工学会：土地改良事業計画設計基準 設計「水路トンネル」，平成8年10月