

2. 調査

2.1 調査概要

大佐ダムでは、堤体下流面バケットカーブ部のクラック、および常用洪水吐下流開水路底面等のアバタ状の劣化の補修が課題となった。平成 14 年から調査が開始され、平成 16、17 年の非洪水期に補修工事を実施予定である。調査位置(劣化位置)を図 2.1 に、調査概要を表 2.1～2 に示す。

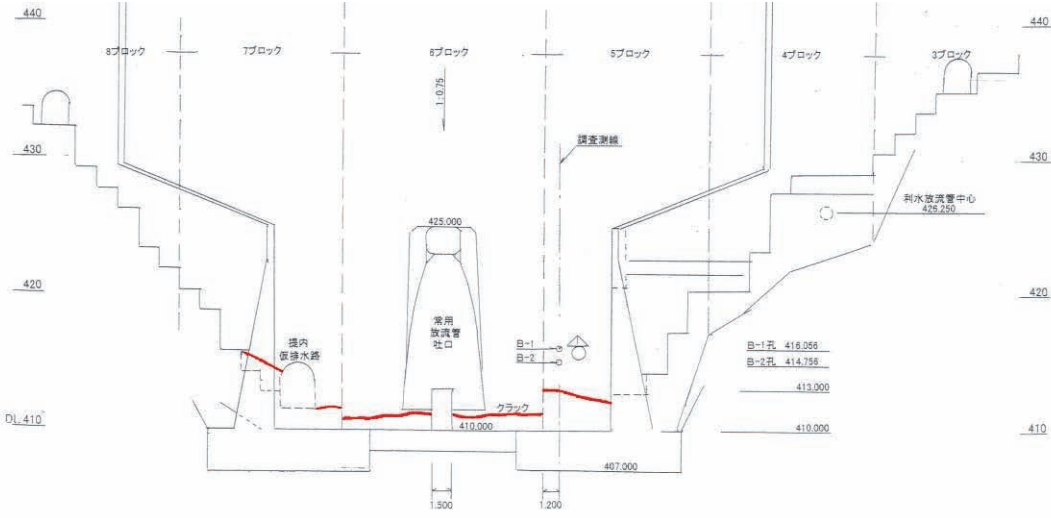
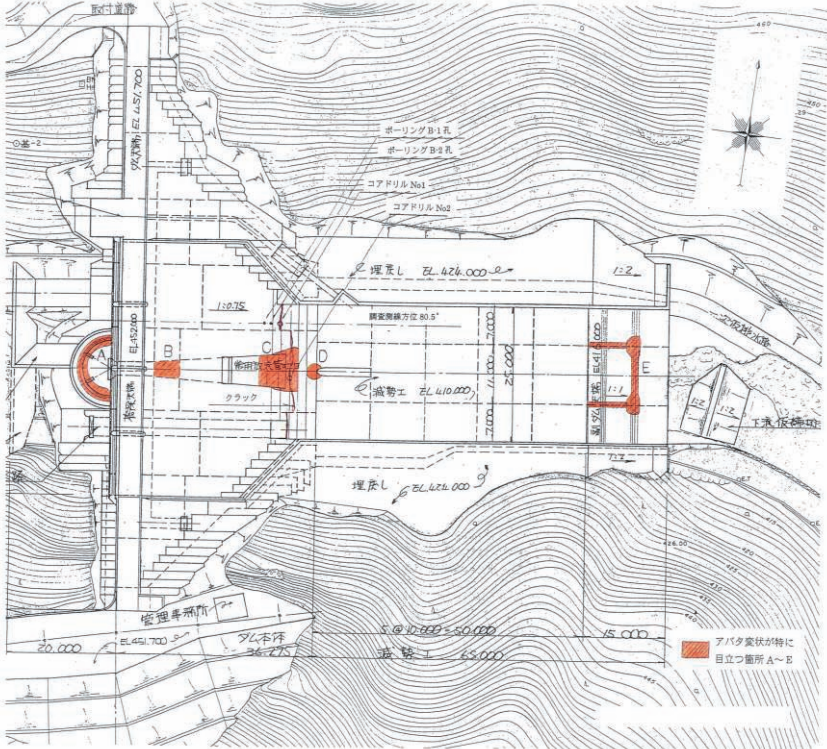


図 2.1 調査位置図

表 2.1 調査概要(1)

| 項目  | 調査開始時点の予察   | 平成 14 年度調査と調査結果  | 考察と対応策  |
|---|---|--|---|
| <p>① 堤体下流面のクラック</p>   | <p>【現象】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>堤体下流面下部のバケットカーブ付近に下流面と直交方向のクラックが見られる。クラックの発生は 6BL、7BL、7BL で標高は違うが、ほぼ水平方向に分布する (P-3、P-5 参照)。</li> <li>クラック表面からの漏水が見られる (写真 P-2、P-3)。</li> </ul> <p>【予察】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートの温度降下による収縮変形が岩盤に拘束され、コンクリートの厚みの薄いバケットカーブ付近に発生した。</li> <li>クラックからの漏水があることから、クラックが岩盤まで到達している可能性が高い。</li> </ul> | <p>平成 14 年度調査と調査結果</p> <p>B-1 (コンクリート) 0~6.35m、岩盤 6.35~9.0m)</p> <p>1) コンクリート部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2.1m、3.6m、5.9m に水平打線面；密着している</li> <li>・ クラック確認できず</li> <li>・ ルジオン値</li> <li>0.7~7.0m；0.9Lu (コンクリート+岩盤)</li> <li>3.3~7.0m；0.9Lu (コンクリート+岩盤)</li> <li>6.1~7.0m；3.9Lu (岩盤内)</li> </ul> <p>岩盤部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 岩質；安山岩質火砕岩 CH~B 級</li> </ul> <p>B-2 (コンクリート) 0~7.05m、岩盤 7.05~9.0m)</p> <p>1) コンクリート部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水平打線面は密着している。</li> <li>・ 3.10m、3.20m に開口幅 1mm のクラックを確認、上流傾斜 59W</li> <li>・ ルジオン値</li> <li>1.8~5.0m；8.6Lu (コンクリート内部)</li> <li>5.0~8.3m；0.9Lu (着岩部付近)</li> <li>6.8~9.0m；1.1Lu (岩盤内)</li> </ul> <p>2) 岩盤部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 岩質；安山岩質火砕岩 CH~B 級</li> </ul> | <p>【考察】</p> <p>5BL における調査結果から次のことが考えられる。</p> <p>① 水平打線面は密着していること、クラック漏水量が貯水位と連動していないこと、クラック漏水の水質がダム湖水と異なること等から、漏水は水平打線面の不良に起因するものではないと考えられる (P-8、P-19、P-24 参照)。</p> <p>② ポーリング B-2 コンクリート内に開口クラック(幅 1mm)を確認し、この部分のルジオン値が高い (8.6Lu) ことから、堤体表面に連続するクラックと想定される (P-23 柱状図)。</p> <p>③ クラックの方向は、堤体下流面とほぼ直交する方向で、下流にやや曲折するが急傾斜に差し込んでいる。バケットカーブ部分のコンクリートの厚みは 3m 程度と薄く、岩盤面は下流にやや傾斜している (P-3 図 1.2、P-4 図 1.3 参照)。</p> <p>④ クラックの方向、コンクリートの厚み、着岩面の形状から、コンクリートが温度収縮によって岩盤に拘束されて発生した温度クラックと想定される。</p> <p>⑤ クラックからの漏水は貯水位と連動せず、降雨と弱い連動があること、クラック水とダム湖水との水質が異なること等から岩盤から供給されたもので、クラックは岩盤まで連続していると考えられる。(P-4、P-8、P-19 参照)。</p> <p>なお、6BL、7BL も同様の岩盤拘束を原因とする温度クラックと考えられるが、岩盤の形状とコンクリートの厚みの関係からクラックの発生位置が変化していると考えられる。</p> <p>【対応策】</p> <p>堤体下流面のクラックは岩盤まで連続するクラックであり、堤体の一体化を損なっている。しかし、発生位置が基本三角形の下流末端であり、直ちにダムの安定性に影響するものではないが、樹脂等によるクラックの充填を行い、一体化を図る。</p> |
| <p>② トレーサ試験</p> <p>ポーリング孔に食塩水を圧入し、堤体表面を観察、クラック湧出水の電気伝導度を計測 (P-6、P-7 表データ参照)</p> | <p>B-1</p> <p>堤体表面には湧出は認められない。</p> <p>B-2</p> <p>直下のコア抜き孔、周辺クラックから高濃度の食塩水が湧出する。</p>   | <p>クラックの傾斜角度</p> <p>0~0.28m；50° 下方</p> <p>0.28m~；70° 下方 (上部より傾斜が深くなる)</p> <p>0~0.30m；85° 下方</p> <p>0.30m 以降で 2 本の分離クラックは 1 本化する。</p>   | <p>【対応策】</p> <p>【岡山大学大学院自然科学研究科坂田科長のご意見】</p> <p>① 堤体下流面のクラックは岩盤に拘束された温度収縮によるクラックと考えられる。</p> <p>② クラックは着岩面まで連続するクラックと考えられる。</p> <p>③ クラックは施工時に発生していたものと考えられるが、経年変化により周辺劣化が進み、発現してきたものと考えられる。</p>   |
| <p>③ コアドリル調査</p> <p>ポーリング B-2 の直下 (写真 P-5 参照) 常用洪水吐き中央左 (写真 P-6 参照)</p>         | <p>ダム湖水グループ PH は 6.8 以下、E c は 50 以下</p> <p>クラック水グループ PH 7.4 以上、E c は 100 以上</p> <p>クラックの水質は監査線の基礎岩盤水と同質である。</p>   | <p>貯水位と漏水量</p> <p>降雨と漏水量</p>   | <p>降雨後に漏水量が若干増加する傾向がある。</p>   |
| <p>④ 水質調査</p> <p>水温、電気伝導度、PH (P-8 表、P-9 図参照)</p>                                | <p>貯水位と漏水量</p> <p>降雨と漏水量</p>  | <p>貯水位と漏水量</p> <p>降雨と漏水量</p>   | <p>降雨後に漏水量が若干増加する傾向がある。</p>   |
| <p>⑤ クラック漏水調査 (P-19)</p> <p>貯水位と漏水量</p> <p>降雨と漏水量</p>                           | <p>貯水位と漏水量</p> <p>降雨と漏水量</p>  | <p>貯水位と漏水量</p> <p>降雨と漏水量</p>   | <p>降雨後に漏水量が若干増加する傾向がある。</p>   |

表 2.2 調査概要(2)

| 項目                    | 調査開始時点の予察   | 平成14年度調査と調査結果   | 考察と対応策  |
|-----------------------|---|---|---|
| <p>②コンクリート表面の劣化損傷</p> | <p>【予察】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常用洪水吐き下流開水路底面、側面下部にアバタ状の劣化、隅角部に洗掘が見られ、一部鉄筋が露出している (写真P-8、P-9参照)。</li> <li>・ 減勢工の側壁、シュートブロック、副ダムの水面付近、副ダム排水穴内部にアバタ状の劣化が見られる (写真P-3、P-4参照)。</li> <li>・ アバタ状の劣化は水に関連した部分で顕著で、水面より上部のコンクリートに劣化は認められない。</li> </ul> <p>【予察】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ アバタ状の劣化は水と関連して発生した劣化現象と考えられる。</li> <li>・ 常用洪水吐きの洗掘は、アバタ状の劣化部分で、高流速によるキャビテーションで削削されたものと考えられる。</li> </ul> | <p>①水質調査<br/>水温、電気伝導度、PH</p> <p>PHは、貯水池の水も減勢工の滞留水も6.6前後であり、弱酸性を示した (P-8表 2.1、P-9図 2.1参照)。</p> <p>②コンクリートの中酸化試験<br/>フェノールフタレインによる発色は、コンクリート表面から3mm以内である。中性化は深くなく健全なコンクリートである (P-10、P-11コアドリル写真、P-13、P-14ポアリングコア一写真参照)。</p> <p>【外観調査】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 骨材は、安山岩と石灰岩からなる。</li> <li>・ アバタ状劣化の部分では骨材のうち安山岩は凸状、石灰岩は凹状に浸食を受けている (写真P-99参照)。</li> <li>・ コンクリート表面に膨潤性鉱物に起因するようなポアアウト現象 (骨材の抜け落ち) は見られない。</li> </ul> <p>【希塩酸による溶食試験】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 希塩酸による溶食試験では、石灰岩骨材、モルタルとも5mm程度平滑に溶食し、気泡の上昇に伴う筋状の削病が生じた。</li> <li>・ 安山岩骨材では希塩酸による溶食は認められなかった。(写真P-12参照)</li> </ul> <p>【X線分析】非定方位法X線粉末回折 (定性) 分析</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 石灰岩</li> <li>・ 膨潤性ローモンタイトは検出されない。方解石1種別が大量に検出される。</li> <li>・ 安山岩</li> <li>・ ローモンタイトは検出されない。方解石、斜長石、石英が少量、緑泥石が微量検出される。(P-20分析結果チャート参照)</li> </ul> | <p>【考察】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ アバタ状の劣化原因は、膨潤性鉱物による膨張、酸性ガスによる中性化によるものではなく、減勢工内の水面付近に発生していることから凍結融解等が主因と推定される。</li> <li>・ 劣化は本橋梁付近で徐々にではあるが継続的に進行するものと考えられる。</li> <li>・ 常用洪水吐き開水路部の洗掘状態は、上記のアバタ状の劣化部分が、土砂流による磨耗や高流速のキャビテーションにより剥離したものと推定される (写真P-99参照)。</li> </ul> <p>【対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現時点の劣化は直ちにダムの安全性を脅かすものではないが、放置すると断面欠損、鉄筋の腐食を引き起こす可能性がある。</li> <li>・ 高流速が当たる常用洪水吐き部分は劣化の進行を抑制するため、高強度コンクリートによる打替え又は鋼製ライニング等により補修する。</li> <li>・ その他の箇所は定期的に観測し、劣化が著しくなった場合には対策を講じる。</li> </ul> <p>【岡山大学大学院自然科学研究科飯田科長のご意見】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①アバタ変状の主因は凍結融解によるコンクリートの劣化と考えられる。</li> <li>②同一のコンクリート打設の環境下で常用洪水吐き開水路部上下流で劣化状況が異なるのは空気量の相異によるものと考えられる。</li> <li>③凍結融解による劣化が起因となり、乾湿の繰り返しや濁水流による磨耗、キャビテーションによる洗掘等の劣化が複合していると考えられる。</li> </ol> |