

コンクリート構造物の内部可視化技術(SIBIE法)の実構造物への適用

九州電力株式会社 正会員○日高 英介*1
 熊本大学大学院 正会員 大津 政康*2
 西日本技術開発株式会社 正会員 楠 貞則*3

1 はじめに

電気事業者が保有する水土木設備には昭和初期までに建設されたものも多く、その中には建設時の施工管理記録や品質管理記録が残っていないものも少なくない。そのため、このような構造物の現状の健全性を評価し、今後の状態の予測を行うには、構造物が供用されている状態で内部構造を可視化することが、評価や予測を行ううえで重要な手掛かりとなる。今回、重要構造物の代表として高経年のコンクリートダムを対象に、内部構造の可視化技術としてインパクトエコー法により得られた反射波の波形を解析し、スペクトルの強弱からコンクリートの内部構造を可視化する SIBIE 法¹⁾の適用性について検証した。本稿では、SIBIE 法によるコンクリートの実構造物レベルでの内部可視化技術について報告する。

2 試験対象構造物の概要

2.1 試験対象構造物の概要

試験対象とした構造物は建設から約 70 年が経過したコンクリート重力式ダム（河川法ではダムではなく堰に分類される）で、ゲートへの取り換え工事に伴い堤体とピアの一部を撤去するものである。ダムは戦前の地方電気事業者が設置し、昭和 26 年の電気事業者再編成時に当社が引き継いだものであり、建設当時の施工方法や品質管理に関する記録は皆無に近く、コンクリート構造物としての健全性に関する調査さへ行われていない状況であった。コンクリート表面はダム放流

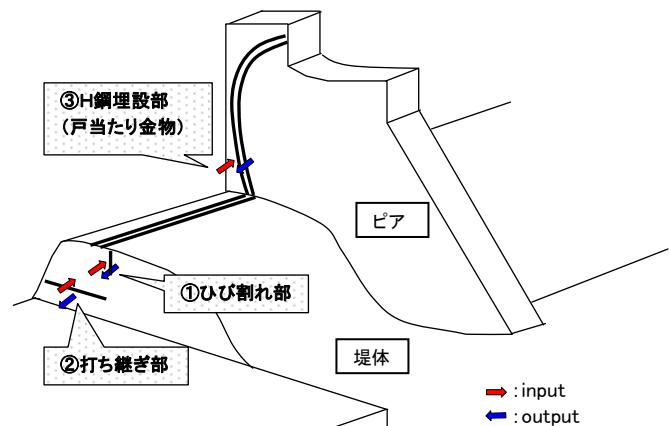


図-1 試験対象部略図

時の流水に接する堤体やピアの下部では粗骨材が露出していたものの、痘痕やコールドジョイントなどの弱層部は確認されず全体的には特段の劣化が認められるものではなかった。このような現況に対して将来的には弱層部となる可能性を含む部位として、今回の試験では①戸当たり金物（鋼製ゲートとコンクリートの接点となるH型钢）の充填コンクリートと堤体との間にできた隙間（ひび割れ部）、②コンクリート水平打ち継ぎ部（打ち継ぎ部）、③戸当たり金物の埋設部（H鋼埋設部）を選定した。図-1に試験対象部の略図を示す。

2.2 試験条件

SIBIE 法に必要な弾性波速度試験には時間差法を適用し、弾性波を検出する加速度計の設置間隔は現場試験であることも考慮し 200mm および 400mm とした。速度試験は堤体部およびピアで実施し、ひび割れ部と打ち継ぎ部の評価に堤体部で測定した速度を、H鋼埋設部の評価にピアで測定した速度を適用して解析を行った。各 3 回ずつ実施した速度試験の結果、堤体部の弾性波速度は 3264m/s、ピアの弾性波速度は 4033m/s であった。

衝撃入力は、アルミ飛翔体に空気で 0.05MPa の圧力を加え、入力点から 100mm の間隔を空けて発射した。現場での試験で試験対象が大きいことから、作業効率を考慮するために、検出点間隔は①ひび割れ部と②打ち継ぎ部では 200mm、③H鋼埋設部では 400mm とし、各点 3 回ずつのインパクト入力を行った。それぞれの測点の写真を図-2から図-4に示す。

キーワード：非破壊試験、内部可視化技術、SIBIE 法、実構造物

*1 福岡市南区塩原 2 丁目 1 番 4 7 号 eisuke_hidaka@kyuden.co.jp (TEL 092-541-2910)

*2 熊本市黒髪 2 丁目 3 9 番 1 号 ohtsu@kumamoto-u.ac.jp (TEL 096-342-3542)

*3 福岡市中央区渡辺通 1 丁目 1 番 1 号 s-kusunoki@wjec.co.jp (TEL 092-781-1177)



図-2 ひび割れ部試験状況



図-3 打ち継ぎ部試験状況



図-4 H鋼埋設部試験状況

3 計測結果と考察

SIBIE 法で各部位の内部可視化試験結果を以下の図-5から図-7に示す。図-5では、目視によってコンクリート表面に確認されたひび割れを含む断面で 180mm の深さに強い共振源が確認された。これは表面から伸びたひび割れの先端で弾性波が回折することによって起きる共振を検出したものと考えられる。次に、図-6では、打ち継ぎの境界を挟む断面において、260mm、430mm の深さに共振源が確認された。また、260mm よりも浅い位置にも微弱ながら共振源が確認されたり、広範囲にわたって赤色の次に強い共振を示す黄色の部分が評価されたりしていることから、打ち継ぎ面は 430mm 以深まで伸びているが、その境界面は密着や剥離を繰り返しながら不連続に介在していると考えられる。なお、430mm 以深の評価については、検出点間隔の広さや、ダムに用いられている骨材の規模などの状況から、今回検出に用いた加速度計ではごく低周波数帯域で顕著なスペクトルピークを検出するのは感度的に難しいものと考えられる。図-7では、埋設されたH型鋼を挟む断面において、130mm、450mm の深さに共振源が確認された。浅い位置の共振は、H型鋼とコンクリートの境界であることが考えられる。

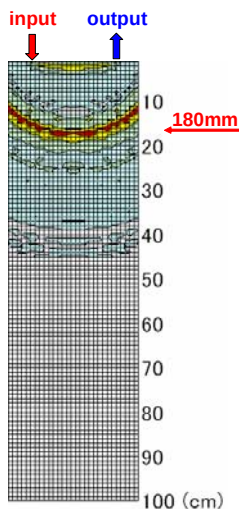


図-5 ひび割れ部 SIBIE 結果

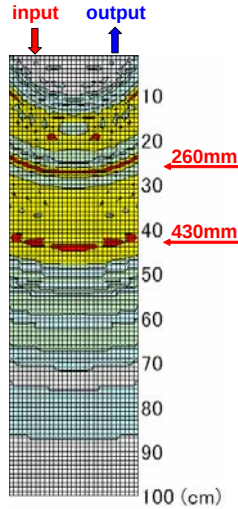


図-6 打ち継ぎ部 SIBIE 結果

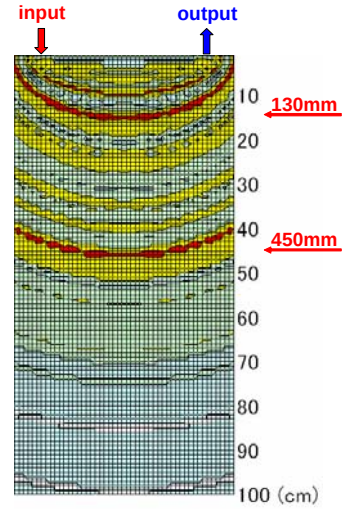


図-7 H鋼埋設部 SIBIE 結果

4 結論

これまでに実験室あるいは屋外試験フィールドで SIBIE の試験を行ってきたが、今回初めて実構造物での試験を行った。しかも、今回は欠陥も内部介在物も存在が不明なことより、SIBIE 法によりコンクリートの内部画像を求めて、内部の様子を判断するという、これも初めての試みとなった。このような状況下での試験により以下の結論を得た。

表面にひび割れや深さ方向へのコンクリートの剥離あるいは埋設物が目視で確認できる場合には、SIBIE 法による解析画像により深さ方向の位置が推定可能である。一方、コンクリートの打ち継ぎ面の不具合を評価するには、強い共振の発生原因がコンクリート面の剥離かあるいは骨材などの不純物かで判断があいまいとなることから、解析対象とする周波数の組み合わせについて工夫し、共振源の差別化についての検討が必要である。

参考文献 1) 渡辺健、渡海雅信、小坂浩二、大津政康：インパクトエコー法の画像処理に関する研究、コンクリート工学年次論文報告書、Vol. 22, No. 1, pp. 391-396, 2000