

供用中ダムに近接する堤体基礎部岩盤掘削に伴う発破振動管理

国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所 白川 豪人, 岡田 武文

鹿島建設(株)

正会員 大木 洋和, 鮫島 康之, ○森 孝之

1. はじめに

長安ロダムは、徳島県那賀郡に多目的ダムとして1956年に建設された堤高85.5m、堤体積28.3万m³の重力式コンクリートダムである。基盤の地質は、秩父帯の砂岩・粘板岩からなり比較的堅硬である。平成24～28年度 長安ロダム施設改造工事のうち右岸下流の堤体基礎部掘削工事は、当初、機械掘削で計画されていたが、堅硬岩盤であること、工事工程の逼迫などから発破工法を併用することとした。ただし、掘削対象岩盤(写真-1)はダム堤体に近接し、施工中の仮締切への影響も懸念されることから薬量制限発破とその管理が必須課題であった。

本論文では、発破振動試験(試験発破)による薬量制限発破の計画と振動管理の実績について報告する。

2. 発破振動試験

振動管理のため、現場の地山条件に基づく発破振動特性を得ることを目的として、本工事に先立ち発破振動試験を実施した。

ダム堤体コンクリートに対する振動規制値は2kineと定められており、試験発破においても規制値の範囲内で実施する必要があった。また仮締切への影響は2kine以下であれば問題ないことを確認した。一般に発破振動値V(kine)は装薬量W(kg/段)と距離D(m)を用いて(1)式のように表される。

試験発破については、一般的な値として薬量係数 $m=0.75$ 、距離減衰係数 $n=2$ 、発破振動係数K(地盤条件と発破方法に関する係数)を $K=300$ と仮定して、発破パターン及び装薬量を決定した。

$$V = K \cdot \frac{W^m}{D^n} \quad \dots\dots (1) \text{式}$$

K: 発破振動係数

m: 装薬量に関する係数

n: 距離減衰に関する係数

この計画をもとに装薬量Wと距離Dをそれぞれ $W=0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 3\text{kg/段}$ 、 $D=5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 65, 80\text{m}$ としてダム堤体に対して振動規制値(2kine)以内となるよう装薬量Wと距離Dを組合せて試験発破を実施した。

発破振動試験における発破位置(発振点)と振動計測点の配置を図-1に示す。上記の薬量で発破を行い、配置した受振点で振動を計測した。発破パターン例を図-2に示す。発破方式はベンチ発破としベンチ高さ1.25mと2.5mの2種類とした。なお爆薬は含水爆薬(アルテックス)を使用した。発破振動試験に使用した振動計測装置を図-3に示す。振動計はGeospace社のMC型3成分速度計を3点収録する振動計測システムを用いた。



写真-1 ダム右岸掘削箇所とダム堤体

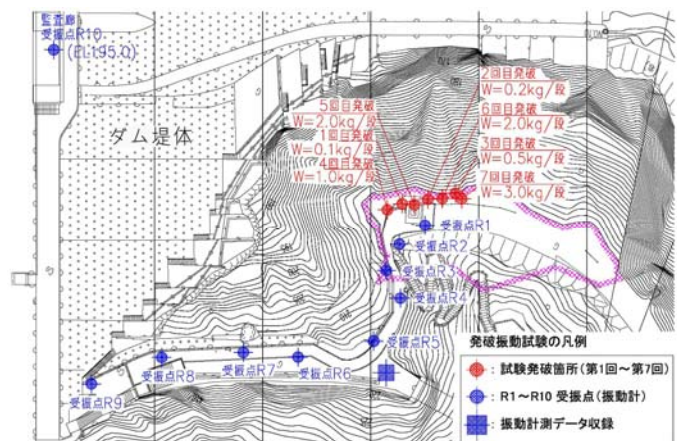


図-1 発破振動試験の配置図

キーワード：ダム，岩盤，掘削，発破，振動，計測

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) TEL 0424-89-6610

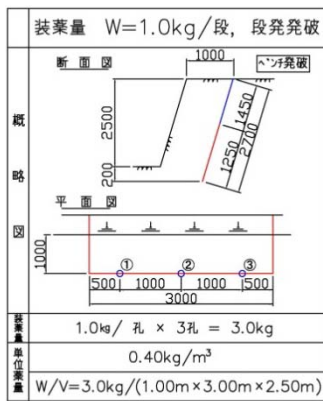


図-2 試験発破パターン例

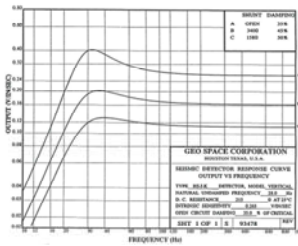


図-3 発破振動計測装置の仕様

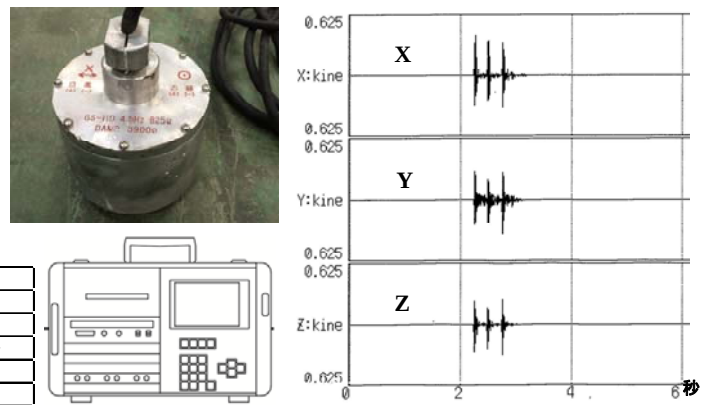


図-4 発破振動波形例

3. 発破振動試験結果と薬量制限発破掘削の計画

発破振動試験により得られた振動波形の例を図-4に示す。3成分XYZの振動成分の内、ダム軸方向のX成分が他の成分と比べて大きな傾向を示したが、ベンチ発破の自由面方向(X)に起因したものである。次に、計測データから装薬量・距離と振動値の関係を図-5に示す。これら試験データに基づき発破振動式を整理し、振動の管理目標値を1kineとして制限薬量を計画した。図-6にダム堤体からの距離を5m毎にゾーン分けした制限薬量($W=0.06\sim 4.57\text{kg/段}$)を定めた発破パターンを計画した。ただし、ダム堤体から5mの直近の範囲は発破が困難であるためブレーカ掘削とした。施工に伴う発破振動の計測点を同図に示すが、ダム堤体表面に1測点(No.C: 施工進捗に伴い移設)、監査廊内に2測点(No.A・B: 固定)の合計3測点で発破振動を監視した。

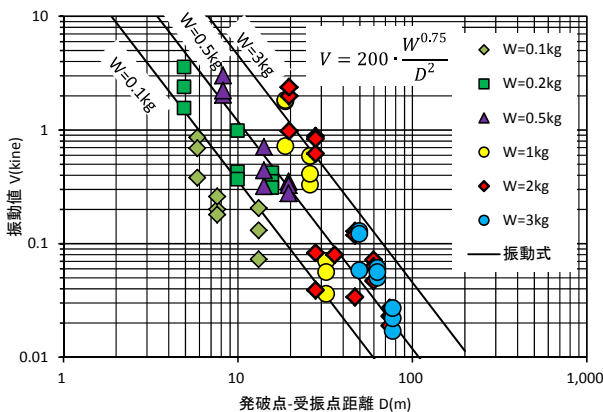


図-5 発破振動試験結果(距離, 装薬量, 振動値)

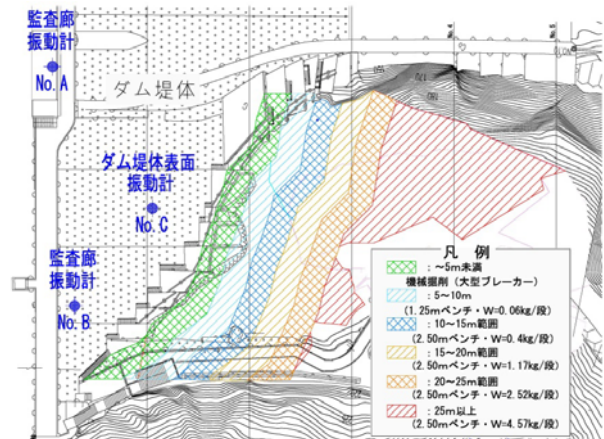


図-6 発破振動試験に基づく薬量制限発破の計画図

4. まとめ

掘削工事に伴う発破振動の計測結果を図-7に示す。実測データに基づき発破振動式を評価すると、装薬量に係る係数 m が小さめの値となった。これは狭い範囲のデータであること、岩盤から堤体への伝播減衰が大きいことが要因として推察される。なお今回は、堤体表面に設置した振動計を掘削に伴い最短距離となるように移設しながら計測した。この設置位置の違いも、計測データにバラツキを生じた原因と推察される。

制限発破の適用により、機械掘削工法のみ施工に比べ約2ヶ月間の工程短縮とともに、ダム堤体に対する管理目標値1kineの範囲内で管理できた。

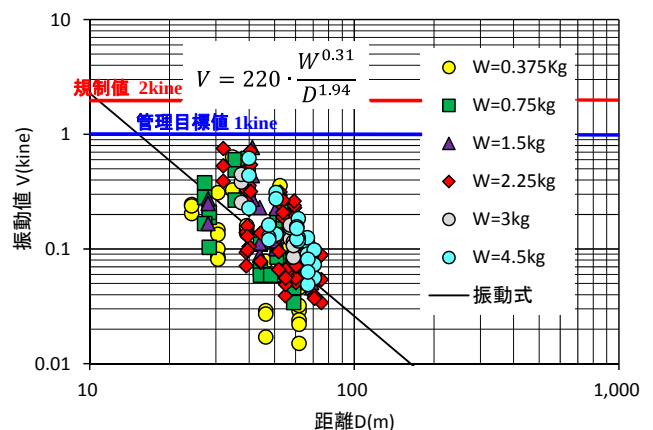


図-7 薬量制限発破の実績振動値