

ダムサイト硬質岩盤の地震波伝播速度と岩盤の割れ目の卓越走向について

中電工事(株)技術開発外部 正会員○恒川和久
 中部電力(株)電力技術研究所 正会員 佐藤正俊 上田稔 近藤寛通
 名古屋工業大学 正会員 長谷部宣男

1. まえがき

ダム等岩盤上に建設される重要構造物の地震時挙動を把握するために、構造物と岩盤の連成応答解析が実施される。この際、構造物の挙動を正確にとらえるためには、岩盤の波動伝播速度を的確に評価する必要がある。例えば著者らのアーチダムの実地震の応答シミュレーション解析¹⁾によれば、岩盤の波動伝播速度の評価を的確に行わないと、良好なシミュレーションは不可能である。そこで本研究は硬質岩盤を対象に、いくつかの地震観測記録より波動伝播速度を算出し、その結果について地震波観測記録のオービットより求めた振動方向と、サイト岩盤の割れ目の卓越走向の関係から考察するものである。

2. 観測記録による地震波動伝播速度と振動方向の算出

対象とする地点は、アーチダムサイトの2地点(I, J)である。サイトの位置を図-1に示す。地質はそれぞれ、I地点がチャート(古生代)、J地点が流紋岩(中生代)であり、いずれもかなり堅硬な岩盤である。図-2に岩盤内の地震計設置位置(A, Bの2ヶ所)を示す。地震波がサイトに対してほぼ鉛直上方に伝播していると考えられる、震源が比較的遠い地震を解析対象地震とした。サイトごとに8地震程度を解析した。それらは全て弱震であり、最大加速度の範囲は1~6galである。

図-2に示すように、A, B地点で観測した水平成分地震波の主要動の立ち上がりのゼロクロスする時刻の時間差 ΔT と観測点間の鉛直距離 ΔH より、せん断波速度 V_s を $V_s = \Delta H / \Delta T$ で算出した。次に上記主要動の立ち上がりのゼロクロスする時刻を中心とする1秒間のオービットを求め、図-3の例に示すように、振動方向を求めた。

3. 地震波伝播速度と岩盤の割れ目の卓越走向

地震波伝播速度と振動方向の関係を、I地点、J地点それぞれ図-4, 5に示す。地震波伝播速度を大きさと、振動方向を向きとするベクトルで結果を示している。図中のそれぞれの結果には震源を付記している。図-6は、I地点の横坑で実施された割れ目の調査結果をシュミットネットに示したものである。これによれば割れ目の卓越する走向はN62Eの方向である。この方向を図-4に示す。なおJ地点でも同様の調査を実施したが、割れ目の顕著に卓越する走向は認められなかった。

I地点では、地震波伝播速度が振動方向によりかなり異なっている。割れ目の卓越走向と振動方向が近い場合は地震波伝播速度が小さく、逆に両者の方向に比較的差のある場合は地震波伝播速度は大きくなっている。これに対し、割れ目の顕著に卓越する走向のないJ地点では、振動方向にかかわらず概ね同程度の地震波伝播速度となっている。

4. 考察

I, J地点で採取したボーリングコアより供試体を作成し、岩石基質部の弾性係数を求めた。その結果はI, J両地点とも40万kgf/cm²以上であった。一方、原位置平板載荷試験で得られた接線弾性係数の平均値はI, J両地点とも6万kgf/cm²程度で、岩石基質部の弾性係数の1/7程度である。このことから推察されるように、硬質岩盤の変形は、岩石基質部のそれは小さく、その大部分は割れ目部の存在によってもたらされる。せん断波による変形を受ける場合、割れ目部の走向とせん断波の振動方向が平行に近い程、岩盤の変形は大きい。このためせん断波の振動方向と割れ目の卓越する走向のなす角度が小さい地震波の伝播速度が小さくなっていると考えられる。

5. まとめ

硬質岩盤の地震波伝播速度は、割れ目の影響をうけ、割れ目の卓越する走向と地震波の振動方向によっ

て異なることを示した。ダムの実地震の応答シミュレーション解析で良好な結果を得るためには、岩盤の波動伝播速度を的確に設定しなければならない。本研究によればダムサイトによっては、対象地震ごとに異なる波動伝播速度を与える必要があると考えられる。

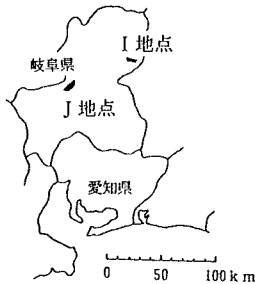


図-1 対象地点

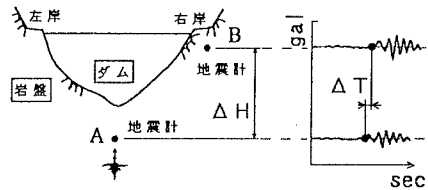


図-2 地震計設置位置と地震波伝播速度の算出方法
(主要動のゼロクロス位置による方法)

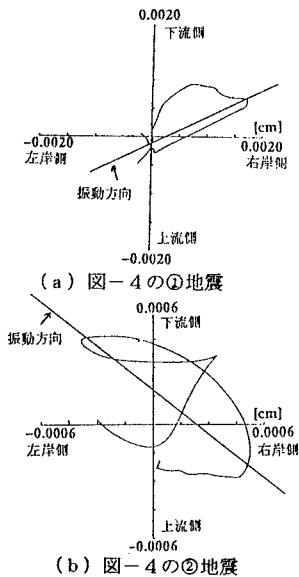


図-3 変位オービットの例 (I地点)

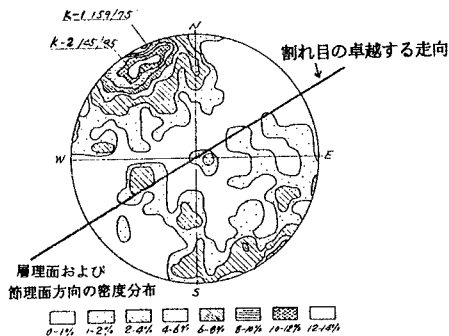


図-4 地震波伝播速度と振動方向の関係 (I地点)

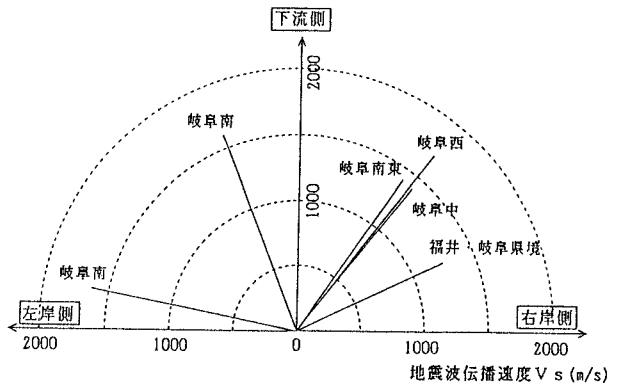


図-5 地震波伝播速度と振動方向の関係 (J地点)

層理面および節理面方向の密度分布

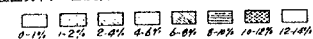


図-6 割れ目の卓越走向 (I地点)

参考文献

1) 上田稔・奥田宏明・塩尻弘雄・恒川和久：アーチダムの弱地震応答シミュレーション，第47回土木学会年次学術講演会概要集第1部，pp. 872~873, 1994.