

I-B350 竣工後約30年経過したアーチダムの動特性における経年変化について

電力中研 正会員 豊田幸宏, 松尾豊史, 西内達雄
中部電力 正会員 上田稔, 水野和彦

1. はじめに

先の阪神淡路大震災を契機に、既設ダムの耐震安全性に関する議論が高まり、現行の「震度法」によって設計されたダムの耐震性について改めて検討がなされ、耐震性を十分有していることが確認された^[1]。しかしながら、ダムは大量の水を貯留する大型重要構造物であるため、その安全性については、今後とも十分な配慮を高める必要がある。このためには、ダムサイトにおける地震観測体制の強化・充実に図り、ダムの基本的な振動特性データを蓄積し、合理的な耐震性評価法を確立していくことが重要である。

本報告では、約30年前の竣工直後に起振実験等が実施されたアーチダムを対象に、著者らが再度実施した起振実験より得られたデータに基づき、同ダムの基本的な振動性状における経年的な変化について述べる。

2. 現場計測の概要

2.1 対象ダム

対象としたダムは、Iダム(ダム高133m、堤頂長276m、堤体積330000m³)であり、1969年に竣工されたものである。

2.2 起振実験ならびに地震観測の概要

Iダムでは、湛水開始後、貯水位が満水位(以下、HWLと記す。EL1080m)になった時期(1971年)に、起振実験が実施され、主要な固有振動数等基本的な動的特性が把握されている^[2](以下、前回の実験と記す)。また、一昨年、中間水位(EL1056m)前後からはほぼ空虚状態に近いEL1000mまで、水位を段階的に低下させる機会があったため、水位低下開始前と完了時に再度起振実験を2回実施した^[3](以下、今回の実験と記す)。

3. 竣工当時と現在におけるダムの動的応答特性の比較検討

3.1 検討概要

前回と今回の起振実験から求めたダムの固有振動数、振動モード形状、減衰をそれぞれ比較することにより、竣工後約30年間にわたる経年変化の有無について検討した。今回の実験では、異なる貯水位にて加振を2度実施しているが、比較対象としたのは、中間水位時の場合のみとした。

3.2 検討方法

前回と今回の実験では、貯水位が異なり、固有振動数等を、そのまま比較することはできないため、線形動的解析を介して貯水位との関係から両者の結果を比較することとした。なお、線形動的解析(定常周波数応答解析)を行うにあたっては、ダム-岩盤-貯水連成系の動的解析に対して十分に妥当性が検証されている解析プログラム^[4]を用いた。解析モデルや物性値の設定方法については、既往の検討結果^[4]を踏まえたものである。

3.2 検討結果

図-1～図-2に前回ならびに今回の起振実験より得られた、主要な共振曲線を示す。表-1に、ダムの動的応答特性一覧を示す。同表に示すように、前回の実験では、加振・計測上の問題のため対称1次モードは確認されていない。図-3に、逆対称1次の固有振動数を、貯水位をパラメータにして前回の実験値ならびに解析値と併せ示す。同図によれば、逆対称1次モードに対する固有振動数解析値は、前回ならびに今回の実験値と概ね一致している。このことは、ダム全体の剛性や岩盤部の剛性は、過去10数年にわたってほとんど変化がなく、貯水位の変動に応じて固有振動数が変化したということを意味するものである。また、先の表-1に示すように、逆対称1次モード等の主要振動モードの減衰に関しては、前回も今回も、概ね2～3%であり、ほとんど変化していない。また、図-4、図-5に示すように、前回の起振実験で確認された振動モード形状は、今回確認されたものと同様と判断できる。以上のことから、微小加振に対する線形振動系としてのダム・岩盤全体の剛性は、前回及び今回もほとんど変化がないものと判断される。つまり、現在のIダムの基本的な振動特性は、当時とほとんど変わっていないと考えられ、今回、満水位で起振実験を行ったとすれば、主要な振動モードについては、前回の実験結果とほぼ同様な共振点ならびに応答値が得られたものと推察される。

キーワード：アーチダム、経年変化、起振実験、固有振動数、振動モード

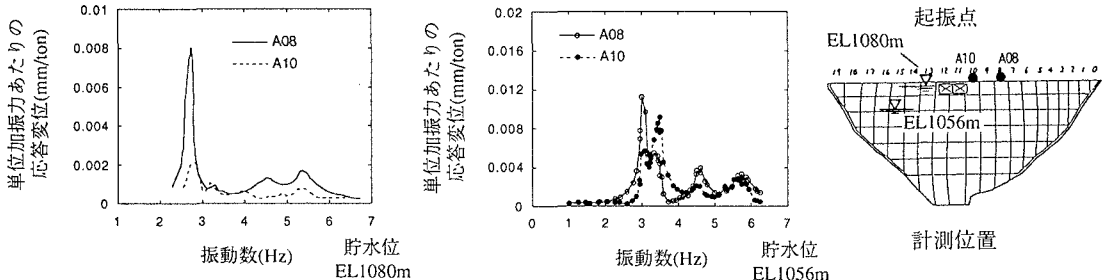
〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646 TEL(0471)-82-1181 FAX(0471)-83-2962

4. まとめ

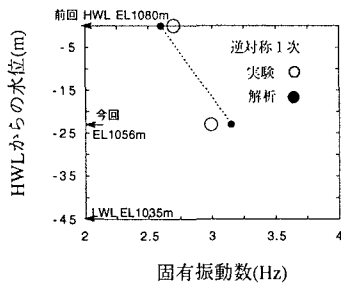
竣工直後に実施した起振実験ならびに今回の結果から得られたダムの固有振動数と貯水位の関係が、線形解析結果から得られたダムの固有振動数と貯水位の関係とはほぼ一致していることを確認した。また、主要振動モードの減衰や振動モード形状についても、当時とほとんど変化のないことを把握した。以上のことから、Iダムの基本的な振動特性に、経年的な変化がほとんどないことを確認した。

参考文献

[1]ダムの耐震性に関する評価検討委員会報告書，平成7年11月，[2]増子芳夫ら，高根第1アーチダムの動特性，電力中央研究所技術第二研究所報告，昭和47年12月，[3]豊田幸宏ら，現場振動計測に基づく既設アーチダムの動的応答特性に関する検討，電力中央研究所報告，U97031，平成9年9月，[4]上田稔ら，アーチダムの起振実験シミュレーション，土木学会論文集，No.501/I-29,1994



図一 代表的な共振曲線：前回の実験^[2] 図二 代表的な共振曲線：今回の実験

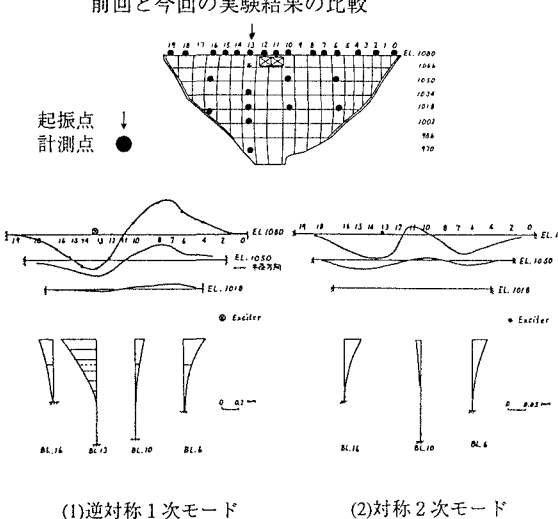


図三 貯水位と固有振動数の関係：
前回と今回の実験結果の比較

表一 前回と今回の起振実験結果比較一覧

貯水位	前回（1971年実施）		今回（1996年実施）	
	満水位(HWL)		中間水位(HWL-23m)	
振動モード	固有振動数(Hz)	減衰定数	固有振動数(Hz)	減衰定数
逆対称1次	2.7	0.02	3.0	0.02
対称1次	— *	— *	3.5	0.03
対称2次	4.6	0.03	4.6	0.03
逆対称2次	5.4	0.03	5.8	0.03

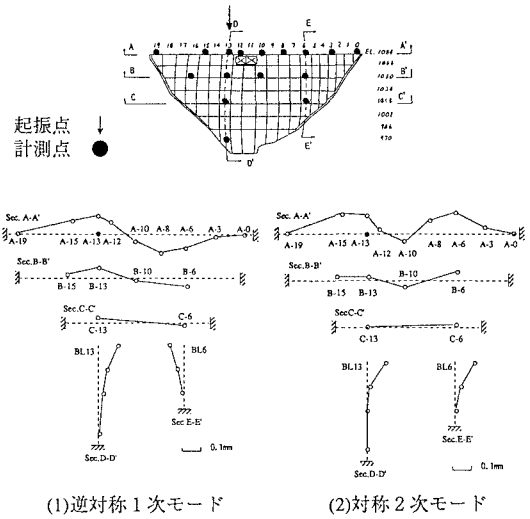
*実験で確認されていない



(1)逆対称1次モード

(2)対称2次モード

図四 振動モード形状：前回の実験^[2]



(1)逆対称1次モード

(2)対称2次モード

図五 振動モード形状：今回の実験