

幅広洪水吐を有するダム減勢池の水面変動の周波数特性について

中部電力株式会社 正会員 土山 茂希
 中電工事株式会社 ○前田 浩伸
 中部電力株式会社 正会員 後藤 孝臣
 中電工事株式会社 松本 泰信

1. はじめに.

ダム堤頂部を、広い洪水吐越流部としダム下流堤尻に向かって漸縮する形態の洪水吐を対象に、減勢池内に布設した副ダムを越流する水面の水位変動状況を水理実験により把握し、スペクトル分析を行った。これから、求められる卓越周波数と、減勢池を形成する副ダムの位置、高さの関係および跳水による水流のローリングに関係する水面動揺との関係を調べた。

2. 水理模型と実験条件

副ダムを有し減勢池を持った、ダム高さ100m程度の重力ダムの水理模型（幾何縮尺1/60）を用いて水理実験を行い、流量と副ダム位置および高さを変化させた場合の減勢池内の水位変動状況を計測・記録した。

水理模型の諸元を表-1に、模型概要を図-1に示す。

本実験における相似則はフルード相似則を用いた。

表-1 水理模型諸元

項目	model
ダム形式	重力ダム
ダム高	103.0m
堤頂長	218.0m
越流幅	50.0m
洪水流量	150m³/s, 300m³/s, 450m³/s
減勢池断面形状	矩形断面（幅25.0m）

副ダム頂部の横断方向に容量式波高計を5台設置し、サンプリング周波数約0.4秒（現地換算量）で水面変動計測を行い、磁気記録した。

3. 水位変動の周波数特性

副ダム頂部に設置した5台の波高計の内、横断方向中央部に位置する波高計によるデータを用いて、水面変動のフーリエスペクトル分析を行った。その分析値から、前後13点のスペクトル値を用いて多項式によるスムージングを行いスペクトル図を作成し、卓越周波数を抽出した（図-2参照）。この卓越周波数について減勢池長さ副ダム高さの積（以降、 $L \cdot h$ と略する）との関係を図-3～5に示し、水面変動比との関係を図-6～8に示す。水面変動比は、下式により算出した。

$$h = (h_{\max} - h_{\min}) / h_{\text{ave}}$$

ここに、 h : 水面変動比

$h_{\max}$: 最大波高値の横断方向平均値

$h_{\min}$: 最小波高値の横断方向平均値

h_{ave} : 平均波高値の横断方向平均値

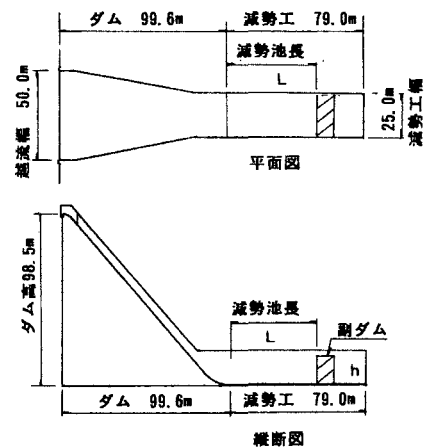


図-1 模型概要

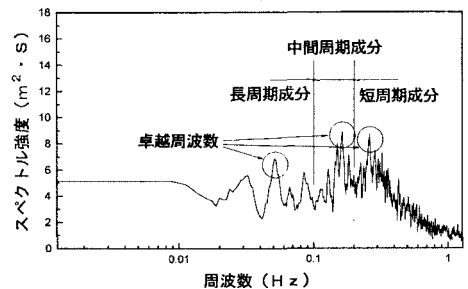


図-2 スペクトル図

スペクトル図より、水面変動の基本形状に支配的と考えられる長周期成分(0.1Hz 未満)、水樋池内に形成される水流ローラーの剥離流が関係すると思われる中間周期成分(0.1Hz ~0.2Hz 付近)、減勢池底面を直進し副ダム近傍で上昇する短周期成分(0.2Hz 以上)の3種類の卓越する周波数帯に大別出来ると考え、卓越周波数の整理を行った。

図-3~5より、 $L \cdot h$ の増加(単位幅当たりの見かけ減勢池容量の増加)に伴い、長周期帯の周波数はわずかに増大し、短周期帯の周波数はわずかに減小する。

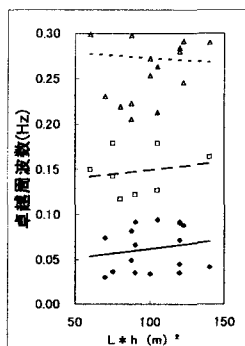


図-3 卓越周波数と $L \cdot h$ の関係
洪水流量 = $150 \text{ m}^3/\text{s}$

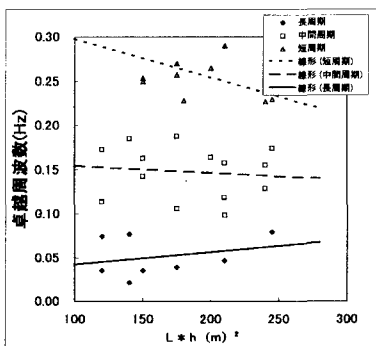


図-4 卓越周波数と $L \cdot h$ の関係
洪水流量 = $300 \text{ m}^3/\text{s}$

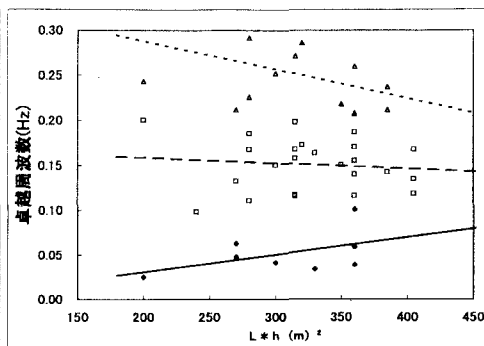


図-5 卓越周波数と $L \cdot h$ の関係
洪水流量 = $450 \text{ m}^3/\text{s}$

図-6~8より、水面変動比の減少に伴い長、中、短の3周期帯の卓越周波数の差異が小さくなる。これより、水面変動比が小さく減勢池流況が安定すれば水面は特定の卓越周期(減勢池全体としての水面変動周期帯)で変動する傾向が強くなると考えられる。

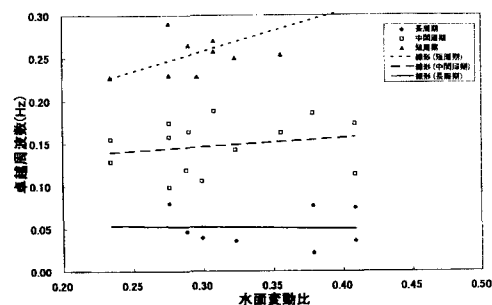


図-7 卓越周波数と水面変動比の関係
洪水流量 = $300 \text{ m}^3/\text{s}$

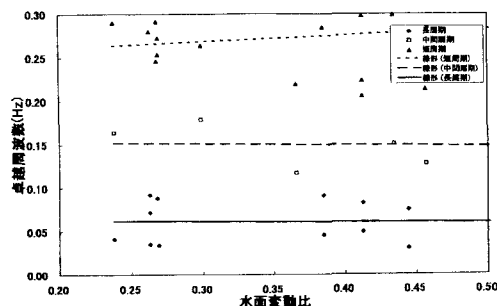


図-6 卓越周波数と水面変動比の関係
洪水流量 = $150 \text{ m}^3/\text{s}$

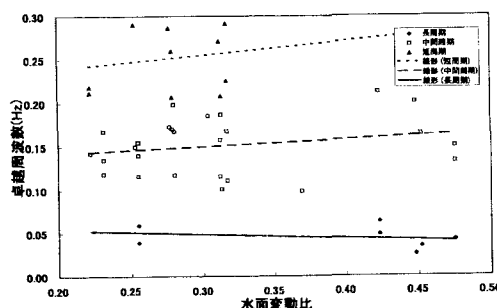


図-8 卓越周波数と水面変動比の関係
洪水流量 = $450 \text{ m}^3/\text{s}$

4. まとめ

重力ダム頂部に設けられた洪水吐を越流し、ダム下流面を流下して減勢池に流入した洪水流は、減勢池内で跳水を起し、減勢されて下流河川に流下して行く。減勢池内流況が比較的安定した状態であれば、副ダムを越流する水流の水面変動は、ある程度限定された周波数帯域が卓越する傾向が見られる。

今後、越流幅をより広くした場合やダム下流面の導流部が、非対称形状の場合について副ダムを越流する水脈の動揺を明らかにし、また、減勢池内における流速分布との関連性についても検討することにより、減勢効果の確認と併せて減勢池の適正な規模や形状を明らかにしていきたい。