

貯水位昇降に伴う重力ダム基礎岩盤変位に対する一考察

水資源開発公団 試験研究所 正会員 野中 樹夫
 同上 同上 日野 浩二
 同上 同上 正会員 山本 力

1. はじめに

ダム基礎岩盤物性は、一般に、試験湛水による処女載荷を受けた後、数年の管理期間を経て安定化するといわれている。しかし、その岩盤物性変化の定量的な紹介事例は少ない。そこで、この現象を解析的に再現した結果を報告する。

2. Hダム堤体および基礎岩盤の概要

2.1 ダム堤体の概要 Hダム堤体は、堤高67.4m、堤体積約70万m³の主にRCD工法により施工された重力ダムである。Hダムの基礎岩盤変位挙動は、図-1に示すように、最大断面BL.11（J10+3.0m）に埋設されたリバースプラムライン（RP）により毎正時計測されている。

2.2 ダム基礎岩盤の概要 ダムサイトの基礎岩盤は、中生層丹波層群に属するシャールスタインおよびチャートから構成されている。シャールスタインは河床部から右岸側に広く分布しており、チャートは左岸側に分布している。河床部のシャールスタインは全体的に風化の影響が少なく、割れ目は締まっている。ただし、河床部から右岸側には連続性の乏しい小規模なシャーゾーンが分布している。当該基礎岩盤の各岩級区分の弾性係数および岩盤せん断試験結果を表-1に示す。

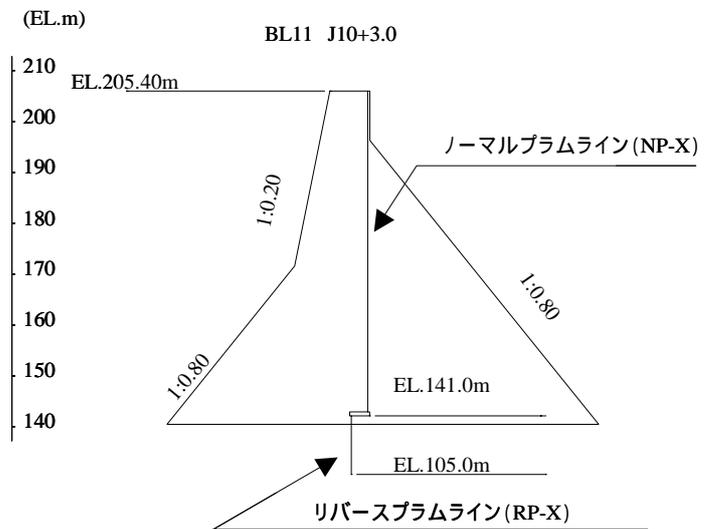


図-1 堤体変形観測装置配置

表 1 設計時の岩盤物性

岩級区分	設計弾性係数	現位置岩盤せん断試験結果	
	(MPa)	0 (MPa)	f
CH	6,000	1.90 ~ 1.80	1.0
CM	3,000	1.35 ~ 1.00	1.0
CL	1,000	1.25 ~ 0.65	0.84

3. 管理中のダム基礎岩盤の実挙動

Hダムのリバースプラムラインの上下流方向変位（以下「RP-X」という。）の試験湛水時から4年後まで（試験湛水以後を「第二期¹⁾」という。）の貯水位とRP-Xの相関を図-2に示す。図より大きく2つの傾向が見られる。1つは貯水位EL.150.0mからEL.201.0mに至る迄の試験湛水時に生じた比較的勾配の緩い相関曲線であり、もう1つが第二期の勾配の急な相関曲線である。この勾配の差異は基礎岩盤の物性変化を示唆する。

4. 二次元FEM解析

4.1 解析方法 岩盤弾性係数同定にあたり、二次元FEMを用いた堤体挙動解析²⁾を行う。変形因子として貯水池荷重 = {水圧、揚圧力} および温度荷重 = {気温、水温、コンクリート水和熱による堤体内温度分布変化} を仮定する。さらに、いずれの因子も荷重と変位に弾性的な因果関係があるものと仮定する。

4.2 解析条件および物性値 コンクリートの物性値および熱物性値には標準値を用いた。試験湛水中の岩盤の弾性係数は設計時の3,000MPaを用い、試験湛水後の岩盤の弾性係数は図-2の勾配変化を単純に割り増した3,780MPaとより堅硬である8,000MPaの2ケースを仮定する。

キーワード：重力ダム、基礎岩盤、試験湛水、リバースプラムライン、弾性係数

連絡先：〒338-0812 さいたま市桜区大字神田 936 TEL 048-853-1785

4.3 解析結果 二次元FEMを用いて上記岩盤物性の変化を考慮したRP-X挙動の解析を行った結果を図-3に相関図として示す。岩盤弾性係数は、試験湛水時に設計値である3,000MPaとし、その後の1998年1月以降に8,000MPaとした場合の方が現象再現性が高い。

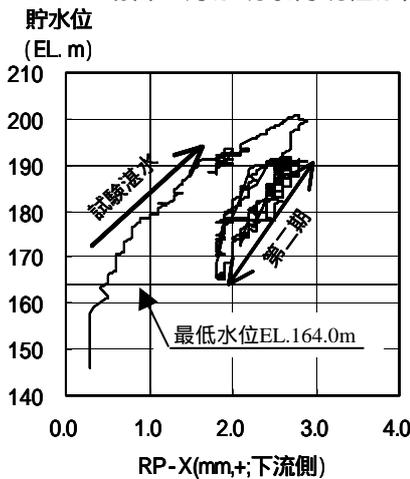


図 2 貯水位と基礎岩盤変位の相関

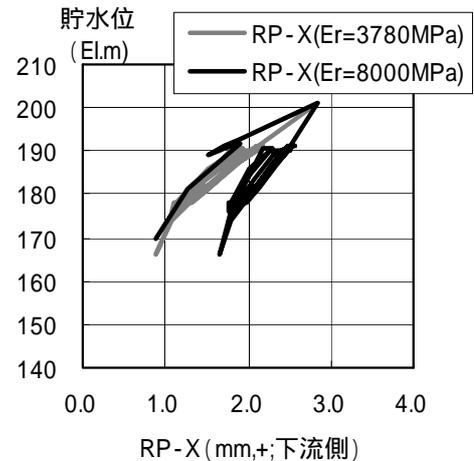


図-3 二次元 FEM による Er の同定

そこで、試験湛水後の岩盤弾性係数は 8,000MPa に同定されたものとし、図-4に解析結果から得られる温度荷重 + 貯水池荷重による RP-X 変位（以下、「温度荷重 + 貯水池荷重による RP-X 変位」を「RP-X 解析値」という）ならびに温度荷重による変位、貯水池荷重による変位、貯水位および RP-X 実測値経時変化を示す。図-4によると RP-X 解析値と RP-X 実測値は 1997年6月から 2000年11月まで概ね一致しており、2000年12月から 2001年12月までの期間では変位の傾向は一致するものの 0.3mm 程度の乖離がある。

5. RP-X挙動の解釈

RP-X挙動は、現位置岩盤変形試験での荷重 - 変位曲線に類似しており、定性的には、基礎岩盤が試験湛水時に広い範囲で非可逆的で非弾性的な変形を伴い³⁾、第二期には、ほぼ弾性的挙動を現したと考察される。ただし、2000年12月～2001年12月のRP-X解析値および実測値には明確な乖離が生じた。また、詳細に見ると1998年10月～2000年12月にも、貯水位の昇降に伴うRP-Xの0.2mm程度の不連続な変化傾向があって、RP-X実測値と解析値が離れたり一致したりしている。このように、実現象は、可逆的であったり非可逆的であったりする非弾性的な特性も有している。しかし、そうした非弾性的特性は、弾性係数に時間依存性の変化を

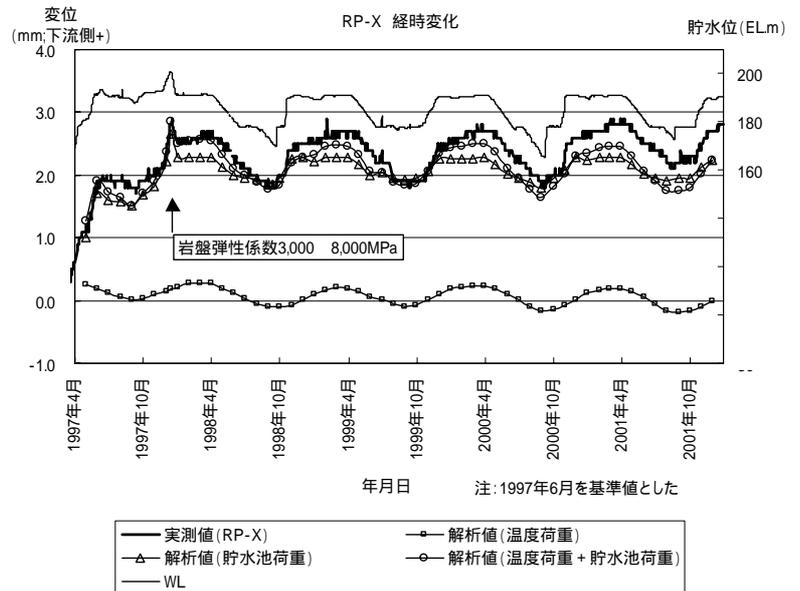


図-4 基礎岩盤変位経時変化の解析値と実測値の比較

与えていないと推察される。なお、解析上の第二期の弾性係数Er =8,000MPaは、CH級以上に相当する。この解釈の物理的的正しさについては、三次元的挙動特性の検討も含めて今後研究してゆきたい。

6. おわりに

本検討内容は、貯水位昇降に伴う基礎岩盤変位の一定の特性を数値解析的に再確認させるものである。今後の研究では、ダム基礎岩盤の三次元挙動のシミュレーションに取り組みたいと考えている。

参考文献 1) (社)日本ダム会議 (1986); 改訂ダム構造物管理基準 2) 野中 樹夫,木戸 研太郎,原 稔明 (1999); 湛水時に観測した重力ダムの挙動とその数値解析,ダム技術 No.159 3) 飯田 隆一 (2002); ダムの基礎グラウチング,技報堂出版