

中国電力KK滝山川水力建設所

○正員 村田清逸

準員 田中 昭

要旨

広島県の西北部、太田川水系の滝山川上流、大暮川との合流点に現存する王泊ダムは、昭和10年竣工した堤高60^mの重力式コンクリートダムである。この流域は中国地方の最も雨量の多い地帯であるが、この下流の発電所群の水の利用率は、必ずしも満足すべき状態ではなく、可成りの無効放流を余儀なくされている。従つて下流の開発価値を高め、経済的且良質の電力を作る目的と共に施設構造の若返りも考慮して、当ダムの嵩上を滝山川発電所(51500^{kW})建設の一環として計画した。以下ダム嵩上に関する検討の概要を述べる。

1 王泊ダムの嵩上による治水利水等の効果

現在の有効貯水容量は1300^万立米であるが、計画嵩上高を10.5^mとすれば、約2倍の2600^万立米となり、無効放流は現在の18%(全流量の)から3%に激減し、洪水調節能力を高めると共に、下流に及ぼす好影響は大きく、系統操作を極めて有利にし、経済的且良質の電気を作る事が出来る。而も同地点の水没補償物件は僅少であつて、嵩上計画には好適の条件を具備している。

2 重力ダムの嵩上に関する問題点

ダムの嵩上は現ダムを更に高い標高まで築造する事によつて達成される事は云ふ迄もないが、この築造には夫々の特殊事情によつて規制され、又これが力学的、構造的に種々の問題点を含んでいる。嵩上ダム構造として追加水位をいかにして保持するかと云ふ事と、追加水位による水圧の増加に対して元のダムの安定をいかに保持乃至補強するかと云ふ事の2つの要素がある。この後者の要素に対しては種々の方法が考へられた。即ち(1)元のダムをポストテンション方式によつて補強する。(2)元のダムを芯壁としてロックフィルする。(3)元のダムの下流面と絶縁して床版を附加する。(4)元のダムの下流面上にこれと一体となる様に附着して床版を附加する。以上4つの方式については夫々実例を見る事が出来るが、夫々一長一短がある様に思はれ、慎重な検討を要した。こゝで(1),(2)は高圧堤の嵩上には施工上の難点があり、当計画は(3)或は(4)について考慮したが、現ダムの実態と建設の経済性並びに特殊条件を併せ考へて(4)の方法による事とし、之が問題点について今日迄検討を加へたものである。此の場合前例としてスイスのGrand Dixenceダムがある、しかし此の施工方法には構造上に疑点を抱かしめたので、一層単純に何らのスロットも設けず、強制冷却を行ひつゝ元の下流面に直接打設する工法を採る事とし、見通しを得た。此の様な工法の場合に生ずる問題には次の様な諸点が考へられた。(1)旧ダムの嵩上前後に於る応力負担の問題 (2)新旧コンクリートの質的相違に伴う問題 (3)新コンクリートの硬化熱による二次応力の問題 (4)これらの諸問題に対する設計施工上の問題である。此の4つの問題に対する考察を以下逐次説明する。

3 嵩上ダムの安定について

当計画では此のダムが下流の各発電所群に対し支配的な影響をもっているために、工事中水位の低下が出来ないと云ふ条件がある。即ち元のダムは水圧を受けている状態で新たなコンクリートが打たれるので、その温度膨脹収縮による二次応力を考慮外においても、嵩上完了後新しい水位まで貯水すれば元のダムが超過荷重を受ける事は明らかである。そこで此の超過荷重はさけられないが(圧縮側の増加は充分許容出来るが)、引張側の増加は起さしめないと云ふ条件で、新コンクリートの附加断面を算定した。此の結果元のダムの下流面勾配 0.78 に対し嵩上ダム体の下流面勾配は 0.88 となつた。

4 新旧コンクリートの質的相違に伴う問題

新旧堤体が材令と施工管理において差異がある場合、外力に対して両者が等質として抵抗する事は厳密には考えられない。嵩上完了後の初期には平均的には旧堤体より新コンクリートの弾性が低い事が予想される。従つて早期に水位を上昇させる場合、等質として取扱つた場合に比し、応力分布にいかなる差異があるかを光弾性実験によつて調べた。これによつて現実に起り得ると予想される弾性比の範囲ではさして問題にしなくともよい事が判つた。又逆に打設完了後どの程度の時間的経過を待つて湛水すればよいかを判断し得る訳である。又新コンクリートの材令が進み、旧コンクリートよりも弾性が大きくなるに従つて、それだけ旧ダムの応力負担は軽減され、安定度は増す事となる。

5 新コンクリートの硬化収縮による二次応力の問題

新コンクリートを密着して打設する場合、自然冷却のままでは新コンクリートの水和熱のため初期的なフロー状態に於て温度上昇による膨脹が起り、これがその後十分な弾性状態となつた後において冷却収縮し、旧ダム及び岩盤の拘束によつて温度荷重となり、旧堤体の上流面には引張りを生じ、又打継面に於ては新旧の附着を破壊せしめる程の剪断力が生じるかも知れないと云う事が最も大きい問題であつた。そこで先づ堤体内部の平均的な温度分布を材令時点 28 日に於て求め、年平均気温まで冷却される温度量より収縮量を推定し、差分方程式によつて二次応力を解析算出した。此の結果から見て此の種の温度荷重による引張応力の発生は(特に上流面に於て)、現在のダムの状況から等閑視出来ないものと判断された。従つてこれを解消するに適正な施工法が必要な問題となり、パイプコイル埋設による人工強制冷却について具体的に計画を検討する事とした。

6 コンクリートの配合及び冷却計画

上述の理由により、配合設計としてはコンクリートの容積変化を最小限にするため、中沸熱セメントにフライアッシュを混入し、内部配合として 160~180% を目標に検討を行っている。又パイプクーリングはフライアッシュを混入する事によつて普通のコンクリートより更に初期材令に於る塑性を大きくする性質を利用し、所定の冷却期間内に所望温度まで冷却して二次応力を解消せんとするものである。冷却水は貯水池の深部の 5~10° の水を取水する。又骨材製造及び混合用水にもこの冷水を使用し打込温度を制限する。尚クーリングの目標を一応年平均気温にとる事とした。こゝで冷却期間を最大何日にすべきかは難かしい問題であるが、コンクリートの熱歪に対する塑性の履歴を見出し、許容し得る置換応力の限界点を知らなければ断定し難い。具体的に近く実験から結論する予定である。