

大規模地震に対するダムの耐震性能照査

* 永山 功



1. はじめに

平成17年3月30日、国土交通省河川局治水課長は、「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)」の試行について、各地方整備局の河川部長、北海道開発局の建設部長、沖縄総合事務局の開発建設部長、水資源機構の技術管理室長に通知した。また、同文を各都道府県の土木部長等に参考送付した。

本指針(案)はあくまで試行案であり、今後3～4年をかけて試行を実施することにより、本試行案の改善点を明らかにするとともに、地震工学、耐震工学、構造解析技術の進展を待って、さらに優れた内容のものとし、本実施に向けて改定していく予定である。

この試行案の特徴は、性能設計の概念を取り入れたことであり、これまでのダムの設計の考え方は大きな違いが見られる。

そこで、土木技術資料の月号では、「大規模地震に対するダムの耐震性能照査」特集号として、その内容をできるだけ容易に解説し、読者に本試行案の内容とその意義を十分に理解して頂きたいと考えている。

2. 兵庫県南部地震とダムの耐震性

世界有数の地震国であるわが国は、過去に幾多となく大規模な地震による甚大な被害を被ってきた。特に、平成7年1月17日に起こった兵庫県南部地震(通称、阪神大震災)では、6,400余名が命を失うとともに、近代的な設計技術で設計された阪神高速道路(神戸線)の高架橋が倒壊するなど、きわめて衝撃的な被害をもたらした地震であった。

兵庫県南部地震は、わが国で初めて起こった都市直下型の大地震といえ、これによって、活断層という言葉が広く一般に知られるようになった。また、震度7という震度が初めて設定された地震でもあった。ちなみに先の平成16年10月23日に起きた新潟県中越地震では、初めて計測震度とし

て震度7が計測されている。今後、地震計の配置密度の増加に伴って、大きな計測震度が数多く測定されていくことが予想される。

さて、兵庫県南部地震を契機として、種々の土木・建築構造物の耐震設計法を再検討する必要性が生じた。その結果、色々な構造物について新しい耐震設計基準が制定された。

しかし、ダムについては、ダムが良好な地盤の上に構築される構造物であるため、兵庫県南部地震で観測された最大地盤加速度も一庫ダムにおける183galが最大であり、神戸海洋気象台で観測された最大地盤加速度818galを大きく下回っていたこと、また、活断層の近傍の岩盤でも最大地盤加速度は250gal程度と推定されたことから^{注1}、現行設計基準で設計されたダムは十分な耐震性能を有しているとの判断がなされ^{注1}、このときには、ダムの耐震設計基準の見直しは行われなかった。

3. 地震に関する最近の動き

近年、大規模地震の発生位置、その時に発生する地震動の大きさを予測する技術の進歩には目覚ましいものがある。また、活断層に対する調査も精力的に進められている。

内閣府中央防災会議では、近い将来に発生するであろう東海地震、東南海地震などの地震に対する危機管理体制を強化、推進する方針を打ち出している。また、総理府に設置された地震調査研究推進本部からは、プレート境界に発生する海溝型巨大地震やわが国に分布する主要な98活断層による直下型地震によって各地で発生するであろう最大加速度の情報を発表し始めている。

この結果、ダムサイトにおいても、兵庫県南部地震で推定された250galよりも大きい加速度の地震が発生する可能性が強まってきた。現に、平成12年10月6日の鳥取県西部地震では、震源地に近い賀祥ダムで531galの最大加速度が観測された。

4. 「土木・建築にかかる設計の基本」

このような状況の中、平成14年10月21日に国土交通省は、「土木・建築にかかる設計の基本」

* (財)ダム技術センター研究第一部長(前土木研究所水工研究グループ長)

(以下、「設計の基本」という。)を策定し、構造物の目的に応じた地震動レベルとそのときの耐震性能を設定する方向性を示した。この「設計の基本」の特徴は、構造物の設計は性能設計をすることを基本とし、荷重の大きさと構造物の重要性に応じて構造物が具備すべき性能を規定していることである。たとえば、ダムのような重要構造物では、いわゆるレベル2と呼ばれる地震動に対して、破壊が局部的な範囲に止まり、構造物としての機能が損なわれないことを設計の基本としている。

そこで、国土交通省河川局治水課では、平成13年より、ダムサイトにおいて発生するであろう最大加速度(最大応答スペクトル)を推定する手法や、大規模な地震動を受けた際のダムの損傷を解析する非線形応答解析法について、委員会を設置して検討を進めるとともに、平成15年からは「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)」を定めるための委員会を設置した。そして、さまざまな議論や討議がなされた結果、平成17年3月30日に、国土交通省河川局治水課長通知として「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)」が公表されるに至った。

5. 「大規模地震に対する ダムの耐震性能照査(案)」

本指針の特徴の一つは、ダム本体だけでなく、ゲートなどの付属構造物、取水塔、天端橋梁、重要な電気設備などの関連構造物の耐震性の照査も含めて、ダム全体系としての耐震性を検証する仕組みになっている総合的な指針であることである。したがって、本指針を適用することによって、ダム本体だけの耐震安全性だけでなく、ダム全体系の耐震安全性が保証されるようになっている。

反面、本指針(案)の対象となっているのは、わが国における代表的なダム形式である重力式コンクリートダム、アーチ式コンクリートダム、土質遮水壁型ロックフィルダム、アースダムに止まっている。これは、中空重力式コンクリートダムなどに対する動的構造解析技術がまだまだ十分に整備されておらず、試行期間中に、これらのダム形式に対する構造解析技術の向上を図り、その結果を本指針に反映しようと考えているからである。また、本指針(案)に掲載してある型式のダムについても、同様に、構造解析技術の進歩に応じて、その耐震照査を高めていくことはいうまでもない。

このため、本指針(案)の内容は、今後変更する可能性をもったものであるといえる。

6. ダムに要求される耐震性能

ダムは、通常に起こり得る地震動に対しては、構造的にも機能的にも全く無傷であるように設計される。この方針は今までと同じである。

一方、ダム地点において現在から将来に渡って考えられる最大級の強さを持つ地震動(これをレベル2地震動という。)に対しては、構造的、機能的にも全く無傷なダムを設計することも、現在のダム技術では技術的に不可能ではないが、ダムの機能的な寿命の間に来るとは限らない大規模な地震に対してそのような完璧な安全性を確保することは、経済性の観点から見ると、必ずしも得策とはいえない。

そこで、本指針(案)では、このような大規模地震に対して、次のような耐震性能を規定している。

- ①ダムの貯水機能が維持されること。
- ②生じた損傷が修復可能な範囲にとどまること。

①の規定は、ダムの損傷によって下流域に甚大な被害を生じさせないことによるものであり、②の規定は、ダムが重要構造物であることに鑑み、生じた損傷を修復によって回復できることが必要な構造物であると考えていることによっている。

7. おわりに

以上、本特集号の企画趣旨をまとめてみた。ダム事業に携わる諸兄においては、本指針(案)の内容に熟知するとともに、今後のダムの耐震設計のあり方について色々と考えてみてほしい。

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、1995.11