

## 第7章 まとめ

### 7.1 検討結果の要約

- (1) 今回の兵庫県南部地震をはじめとした過去の大規模な地震において、ダムは構造の安全性を損なうような被害を受けていない。しかしながら、今回の兵庫県南部地震では他の土木構造物が大きな被害を受けていることに鑑み、「ダムの耐震性に関する評価検討委員会」を設置して「震度法」で設計されたダムの耐震性について改めて検討することとした。

ダムの耐震性に関して検討すべき点は、地震動と地表面に生ずる変位（ずれ）の2点である。このうち、後者については、変位を起こす懸念のある要注意な第四紀断層を避けてダムの位置を選定することで対応しているため、本検討委員会は以下の項目について検討を行った。

- ① 兵庫県南部地震における地震動の分析

今回の兵庫県南部地震において、ダムサイトで観測された地震動に関する分析

- ② ダムの耐震性の評価

上記の分析結果を踏まえ、「河川管理施設等構造令」をはじめとした現行の設計基準によって設計されたダムの耐震性に関する検討

- (2) 建設省所管ダムおよび河川区域内の利水ダムにおいては、地震が発生した時に「地震発生後のダム臨時点検結果の報告について」（昭和53年1月20日、河川局開発課長通達）および「地震後のダム臨時点検要領（案）」に従い、ダムの臨時点検（一次点検および二次点検）を実施することとしている。

今回の兵庫県南部地震では、近畿、中部、中国、四国地方建設局管内の総計 251 ダムでダム管理者による臨時点検が実施された。その結果、ダムの安全性に影響を及ぼすような被害はなかった。

- (3) 今回の兵庫県南部地震では、45ダムにおいてダムサイト岩盤の最大加速度が測定された。このうち、震央距離とダムサイト岩盤の最大加速度の分布状況を考慮して25ダ

ムの加速度波形を収集し、地震動の特性を分析した。

ダムサイト岩盤で観測された最大加速度と土質地盤で観測された最大加速度を震央距離との関係で整理した結果、観測された最大加速度はいずれも震央距離が大きくなるにしたがって減少する傾向が認められ、また、ダムサイト岩盤で観測された最大加速度は同じ震央距離にある土質地盤で観測された最大加速度よりも小さくなる傾向が認められた。

- (4) 地震動は断層が急激に変位することによって生じる。このため、震源断層の近傍では、地震動の大きさは震源断層からの距離に大きく影響されるものと考えられる。

今回の地震をもたらした断層は淡路島側では既知の野島断層に沿って地震断層として現れている。一方、神戸側ではまだ統一的な見解が得られていないが、既知の第四紀断層のいずれかが地下深部で活動したものと考えられている。地震直後の余震の震央が北東から南西方向に細長く帯状に分布していることから、本検討では、淡路島側では野島断層、神戸側では地震当日（1月17日）の余震域の中心線を震源断層と見なした。

- (5) ダムサイト岩盤で観測された水平最大加速度と震源断層からの距離の関係を整理すると、震源断層より50km以内で8地点での加速度記録が得られており、このうち、最も大きな加速度(183gal)を記録したダムサイトは震源断層から10kmという極めて近い場所に位置している。今回の地震で得られた加速度記録を総合的に評価すると、今回の地震において、ダムサイトとなりうるような岩盤で生じた最大加速度の上限値は220gal程度と推定される。

- (6) 「震度法」によって設計されたダムの耐震性を照査するにあたり、動的解析法の基本的な解析精度を確認するため、今回の地震で最も大きな加速度波形が得られた一庫ダム（重力式コンクリートダム、堤高75m）と箕面川ダム（ロックフィルダム、堤高47m）で実測解析を実施した。その結果、動的解析法は地震時のダムの挙動を十分な精度で再現できることが確認された。

- (7) 今回の兵庫県南部地震においてダムサイトとなりうる岩盤に生じたと推定される最大加速度の上限値220galを考慮して、ダムの耐震性を照査する入力地震動の水平最大加速度は250galに設定した。なお、地震波形は震源断層の近傍に位置する4ダムで観測されたものを250galに調整して使用した。
- (8) 重力式コンクリートダムの耐震性について、堤高を種々に変え、また、断面形状としてフィレットのある場合とフィレットのない場合の2ケースで検討した。その結果、ダム堤体に発生する引張応力の最大値は、フィレットのない場合には堤高が100mを超すと30kgf/cm<sup>2</sup>以上となる場合があるが、フィレットのある場合には堤高が150mでも概ね25kgf/cm<sup>2</sup>以下となった。堤高が100mを超えるダムでは一般にフィレットが設けられることを考慮すると、重力式コンクリートダムに生じる引張応力の最大値は30kgf/cm<sup>2</sup>程度である。動的解析におけるこのような引張応力は、瞬間的に生じる応力であることを考慮すると、十分許容できる値であると判断される。また、堤体の底面に生じるせん断力の最大値はその部分のせん断摩擦抵抗抗力よりも小さく、堤体の滑動に対する安全性は確保されていると判断される。
- (9) ロックフィルダムの耐震性について、種々の堤高を有するモデルダムで検討した。その結果、想定されるすべり土塊に作用する土塊平均加速度の最大値はすべりを発生させるために必要な限界（降伏）加速度よりも小さな値となり、堤体のすべりに対する安全性は確保されていると判断される。
- (10) 今回の兵庫県南部地震をはじめとした過去に発生した大きな地震において、現行の「震度法」で設計されたダムは安全性に関わるような被害を受けていない。しかし、今回の地震動の大きさに鑑み、本検討委員会では、兵庫県南部地震においてダムサイトで観測された地震動の特性を分析し、これに基づいて「震度法」で設計されたダムの耐震性を照査した。その結果、「震度法」で設計されたダムは十分な耐震性を有しているという結論が得られた。

しかしながら、人口稠密なわが国においては、万一にもダムに重大な被害が生じる

ことは許されない。したがって、ダムの建設にあたっては入念な調査、設計、施工を行って、耐震性を含むダムの安全性の確保に万全を期すことが重要である。また、既に管理中のダムにおいては、日頃からその安全性を十分に監視、点検するとともに、大きな地震を経験した後は速やかな臨時点検を行って異常の有無を確認し、適切な措置を講じる必要がある。

## 7.2 今後の課題

本検討委員会では、今回の兵庫県南部地震を踏まえて、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し、十分な耐震性を有していることを確認した。

しかし、ダムは大量の水を貯留する大型で重要な構造物であるため、その安全性については、今後とも、その調査、設計、施工および管理の各段階において十分な配慮を講じる必要がある。そこで、本検討委員会は以下の提言を行う。

### (1) 地震の観測体制の強化・充実

今回の兵庫県南部地震では、地震発生後に速やかなダムの臨時点検が行われ、その安全性がいち早く確認された。しかし、震源断層の近傍にはいくつかのダムが存在し、これらのダムの中には、地震計が設置されていなかったため地震データが採れなかった事例が見られた。今後は、ダム管理の一層の充実はもとより、耐震設計上貴重なデータの取得などの目的に資するように、全てのダムに地震計を設置して地震の観測体制の強化、充実を図ることが望まれる。

### (2) ダムの耐震設計法の高度化

ダムの耐震設計法については、これまでも鋭意研究が進められてきたところであるが、ダムの耐震設計の一層の高度化を図るため、地震動の特性、堤体材料の動的特性、ダムの動的解析手法および耐震性評価手法について今後とも引き続き研究を進めていく必要がある。