

**Q. 耐震設計について質問** (おじいちゃん)

(2007.2)

国道170号線の富田林市と河内長野市の境界線付近に約500m<sup>3</sup>の貯水池とそれに付属するポンプ室を構築しようとしています。聞くとところによるとこの場所は断層が走っているところだそうで、耐震設計としてはランクAレベル2で設計すべきと思いますが、構造物が半地下式になりそうなので、このような場合の設計上特に注意すべき点を教えてください

**A. 水道構造物の耐震設計に関する質問について(回答)** (福岡 悟)

**(I). 活断層について**

耐震設計において断層が問題となるのはいわゆる活断層のことです。質問にあります断層とはここでは活断層のことと判断して回答することといたします。

**1. 活断層とは**

まず活断層の定義ですが、「活断層とは第四紀(約 200~180 万年前から現在までの間)に繰り返し活動し、将来にも活動することが推定される断層」とされています。また「最近(地質学上) 数十万年間に約千年から数万年間の間隔で繰り返し活動し今後も活動を繰り返すと考えられる断層」と定義しているものもあります。

このように活断層は「最近」繰り返し活動した断層ではありますが、そこでもちいられる時間スケールは我々が行っている通常の構造物の設計において想定する時間スケールとはまったく異なる概念であります。

**2. 活断層の地形的特長**

活断層は繰り返し活動するため、断層変位地形と呼ばれる特徴的な地形を地表に形成します。平野部では伏在断層と呼ばれ、地表には断層変位地形を形成しないものもあります。また、地下で破壊した断層の延長すべてが地表に現れるとは限りません。たとえば、兵庫県南部地震(1995年)では、淡路島では地表に出現したが神戸では断層は出現していません。

**3. 活断層の確実度と活動度と活動間隔**

活断層の確実度はその存在の確実性によって確実度Ⅰ~Ⅲに分類されています。また、活断層の活動度は「ある一定の期間(1000年間)にどれくらい(10m以上~1cm)岩盤がズレ動いたかを表す「平均変位速度」によりAA級、A級、B級、C級に分類されています。A級、B級、C級の三つに分けるわけ方もあります。

関西地区の該当活断層の例を掲げますと。AA級:南海トラフ断層、A級:該当なし、(但し野島断層(兵庫県)のみA級とするものもある)、B級:野島断層を含む六甲-淡路断層帯(兵庫県)、有馬-高槻断層帯(兵庫県~大阪府)、C級:郷村断層(京都府)です。

そのほか活断層が活動する可能性の高さには過去の活動間隔があります。阪神淡路大震災では活断層の動きが2000年ぶりであったといわれています。活動間隔は

数百年から数万年といわれており個々の断層により大きく違うようです。

#### 4. 当該地区(国道 170 号線の富田林市と河内長野市の境界線付近)の活断層について

ご質問の地区の活断層ですが、手元の「日本の活断層地図」(西日本地区)人文社 2005 年 11 月発行には上記地区には活断層は記載されておりません。それによれば当該地区に比較的近い断層としては生駒山地西麓断層帯がありますが、その南端は羽曳野市古市地区で終わっており、当該地区とはおよそ 4、5km 離れています。付近にある断層とはこの生駒山地西麓断層帯のことでしょうか。

『近畿の活断層』東京大学出版会、には詳しく掲載されているようですがこれには記載されているのでしょうか。

### (II). 断層付近にある構造物の耐震設計について

活断層が付近にあるにしても、現在の科学ではその活断層がいつ動くかという予知は不可能といわれております。仮にいつかは動くとしても、構造物の寿命や耐用性から必要とされる期間(通常 50 年から 100 年程度)とはスケールが違いすぎ、あまり過敏になることはないと思われまます。さて、当該地区の水道構造物は耐震設計上どのランク、レベルで設計すべきかについては、以下のように考えられます。

#### 1. 耐震設計の基本方針原則と地震動のレベル、施設の重要度及び地震時に保持すべき耐震水準

日本水道協会「水道施設耐震工法指針・同解説」1.2 耐震設計の基本方針の

(1) 1.2.2 耐震設計に用いる地震動のレベルでは、「耐震設計では施設の供用期間中に 1~2 回発生する確率を有する地震動レベル 1 及び発生確率は低いが大きな地震動レベル 2 を考慮する。」となっており、同「解説」によれば地震動レベル 1(L1)は、対象となる構造物の供用期間中に 1~2 回発生するレベルの地震動、地震動レベル 2(L2)は、陸地近傍に発生する大規模なプレート境界型や 1995 年兵庫県南部地震のようなプレート内地震(いわゆる内陸直下地震)による断層近傍の地震動である。としています。

(2) 1.2.3 施設の重要度では、「水道施設の耐震化を計画するに当たっては、重要度の高い施設(ランク A)とその他の施設ランク B の 2 つに分けることを原則とする。ランク A の施設は水道事業体の供給システムの実態を踏まえ、(以下に掲げる事項略)総合的に判断して、それぞれの事業体が責任を持って決定する。」となっています。

なお、水道施設の以外の道路橋、トンネルの基準でも、重要度は、①地域防災上の位置づけ、②二次災害の可能性、③利用状況と代替性の有無④機能回復の難易度、⑤損傷が人命に与える影響などを勘案して定めるべきものとしています。

ご質問の 500 m<sup>3</sup>程度の貯水槽であれば、上記基準から見て重要度はランク Bと判断されます。但し、本貯水池が震災後の救援活動、復旧活動等地域防災上特別な位置づけのものであればランク Aとすべきと思いますが、最終的には基準にあるとおり、それぞれの事業体が責任を持って決定すべきであると考えます。

(3) 1.2.4 水道施設が地震時に保持すべき耐震水準では、「水道施設は、地震動レベル(L1、L2)と施設の重要度(ランク A、B)の組み合わせに対して次のような耐震水準を維持することを基本とする。」となっており、重要度(ランク B)であれば、下記 1)、2)の耐震水準を保持すべきこととなります。

1) 地震動レベル L1 では、耐震水準は個々の施設に軽微な損傷が生じても、その機能保持が可能であること。

2) 地震動レベル L2 では、耐震水準は個々の施設には構造的損傷があっても、水道システム全体としての機能が保てること。早期の復旧が可能なこと。

なお、本貯水池が地域防災上特別な位置づけの施設であるような場合は、重要度(ランク A)として、基準 1.2.4 に従って所定の耐震水準(基準参照)を保持すべきこととなります。ご質問にあるランク A レベル 2というのが、ランク A レベル 1の耐震水準の照査をクリアした上でのことであれば、妥当であるといえます。

## 2. 耐震設計上の活断層に対する配慮

上記より総合的に判断すれば、水道施設の耐震設計基準に従い、地震動 L2(前述の、陸地近傍に発生する大規模なプレート境界型や 1995 年兵庫県南部地震のような、プレート内地震(いわゆる内陸直下地震)による断層近傍の地震動)を考慮すれば、一般的に内陸直下型地震は活断層の動きにより発生する地震とされていますので、おのずと活断層の影響を考慮していることになると考えられます。

したがって、当該地区の水道施設の耐震設計に当たっては、日本水道協会「水道施設耐震工法指針・同解説」により特に活断層を意識せず、通常の構造物と同様に設計すればよいと考えられます。

また、構造物が半地下式になるということですが、これも同様に特に活断層を意識せず通常の半地下構造の設計と変わることなく設計されれば良いと思われま

最後に、活断層が動いた具体的な例として阪神淡路大震災のときの淡路島で断層上の建物(人家)の被災した例を見ればよく解ると思われま

す。確かに断層直上の構造物は大きな被害があったのですがその付近の建物は大地震の影響は受けたものの、特に断層の影響は見受けられませんでした。これは有名な濃尾地震(1891 年・明治 24 年)における根尾谷断層付近でも同様です。当該貯水池とポンプ室が断層の真上になるということは万々のことであると考えられます。

また、ご質問に最も近い事例としては、神戸市水道局の会下山配水池を挙げることが出来ます。この配水池は、会下山断層の直上部にあり、阪神淡路地震のときも、新、旧 2 つの配水池の内、旧の配水池は全壊したのですが、新配水池は建設後 10 年程度であったもののようですが、全く損傷無しであったことが知られています。

この新配水池の設計時点では、現在の上記指針はなかったのですが、神戸市がどのよ

うな配慮をされたのか、その設計方法が分かるものと思われます。神戸市に直接問い合わせをしていただければいかがでしょうか。

(回答者 CVV 福岡 悟)

- 参考文献：『水道施設耐震工法指針・同解説』1997年 日本水道協会  
：『道路橋示方書・同解説』 V 耐震設計編 平成14年3月  
社団法人 日本道路協会  
：『日本の活断層地図』（中部・近畿・中国・九州 活断層地区）  
同添付 『「活断層」解説』 2005年11月発行 人文社