

2012年11月

あ い が わ
大阪府営安威川ダム計画の地質問題に関する見解（第一次）

国土問題研究会安威川ダム問題調査団

京都大学名誉教授（国土研理事長） 奥西一夫

京都大学名誉教授 志岐常正

神戸大学名誉教授 田結庄良昭

理学博士 紺谷吉弘

第一の問題点は、安威川ダム付近の馬場断層を中心とした活断層の存在である

ダムサイト北500m付近には西南西から東北東に伸びる馬場断層という活断層があり、これは活断層研究会編「日本の活断層」で確実度Ⅱ、活動度Cの活断層とされているものである。活断層とは182万年前より現在にいたる第四紀に地殻変動を繰り返した断層であり、今後も活動がする可能性が大なる断層といわれている。このように活断層はまた地質時代のもっとも新しい時代に活動した断層で、近い将来に再活動する可能性をもっているため、今後、地殻変動を予想するうえでも重視されなければならないものとされている。

とくに馬場断層については大阪層群と茨木花崗岩との断層接触関係が多数観察されており、断層地形も明瞭である。さらに大阪の平野部と北摂山地との間にはほぼ東西に確実度Ⅰ、活動度Bの活断層である有馬一高槻構造線が通っており、大局的にはこれを境に南北で活断層系が異なっており、南部は南北性の断層が卓越し、地累と地溝が繰り返されている。地溝部が大阪湾、河内平野、奈良盆地で、地累部が上町台地、生駒山地となっている。一方、北摂山地さらに丹波山地には西北西から東南東方向の山崎断層などの活断層系と西南西から東北東方向の箕面断層や馬場断層などの活断層系があり、両者は東西からの圧縮応力による2方向の断層即ち共役断層系をなしている。山崎断層は現在も活断層として知られており、したがってこれら2方向の断層系は、この地域の活動的断層系であると考えられている。

大阪府は馬場断層について、「安威川ダム右岸において馬場断層の断層粘土について熱ルミネッセンス測定した結果、8.34～22.1万年前という結果を得た」「安威川ダム右岸において馬場断層により変位を受けていない被覆層（崖錐性堆積物）について火山ガラス分析を実施した結果、少なくとも2.2万年前以降に堆積したものと推定できる」「上記の調査結果を受けて、熱ルミネッセンス測定結果に基づき馬場断層は少なくとも8.34万年前から活動していないと判断できる」「ダムサイトから0.7km（ダム敷から0.4km）離れた位置にある」「北

東-南西方向の断層であり、ダムサイトに向かう方向ではない」「従って、馬場断層はダム建設上要注意な断層ではないと評価する」としている。(参考資料3)

しかしながら活断層の定義では(池田安隆ほか1996。活断層とは何か-東京大学出版会)馬場断層は8.34万年前に活動した可能性のある断層で明瞭な活断層である。

大阪府は「馬場断層は2万2千年前より古い堆積物(1~3層)を変位させていない」としているが、火山ガラス採取地点の写真(写真2.4.8.1.馬場断層火山ガラス分析採取地点全景)を見ると、第3層は明らかに傾斜し、第2層も傾斜し、大阪層群下部層に続く。これはこの断層が図-2.5.8.2.又は3.のスケッチのように水平に覆われるのではなく、傾斜しており、変位を与えていることを示し、より若い活断層であることを示している。

なお原発では活断層の定義について約12~13万年前の地層に変位を与えているかどうかとしている。(最近の原子力規制委員会は40万年前と訂正)。

本文で、馬場断層を第四紀断層と称している限り、活断層との語彙を使用すべきである。していないのは矛盾している。よってコンサルの説明文からも活断層であると明示すべきである。

またこの馬場断層は有馬高槻構造線に属する活断層である。兵庫県南部地震の入倉(1995)の研究からも断層から5~10kmまでは水平方向の最大加速度(ガル)は減衰しない。これからも「馬場断層はダム建設上要注意な断層でない」と評価するのは過ちで、強振動帯となり大きな被害を及ぼす影響がある。さらに有馬高槻断層帯が動いた場合、M7.5、水平成分3m、右横ずれで上下変位を伴い、甚大被害を生じる。活動間隔、約1000~2000年、30年以内0~0.02%、50年以内0~0.05%とかなり高い。活動履歴、AD1596年慶長伏見、2期が奈良~鎌倉時代、3期がBC1000年である。さらに南海トラフ地震が起こると誘発地震で動く可能性が高く、やはり強震動帯となる。

第二の問題点は、安威川ダムサイトの岩盤に断層が多数発達して破碎帯をなし、ダムの安定岩盤として不適である

大阪府は「これらの断層については地質踏査により、第四紀断層を変位させる断層露頭および大阪層群が急傾斜する露頭は認められず、基盤岩内に確認された断層と線状の地形と関連性は全く認められない」というが、(参考資料7、8、9、10、11)まず基盤岩であるが、ダムサイトは高槻層と茨木花崗岩体の接触部に位置している。ダム付近の高槻層は茨木花崗岩の貫入により熱変成を受けホルンフェルス化しており、硬く緻密な岩石となってい

る。ただし高槻層そのものは従来、京都中北部の地質帯と同じ丹波帯に含められていたが、近年丹波帯の岩相とかなり異なることが明らかとなり、丹波帯とは別の超丹波帯に属し、古生代の二畳紀から中生代の三畳紀に属することが明らかとなった（宮地・楠木・田結庄ほか 2005，産総研報告書，五万分の1 京都西南部の地質）また茨木花崗岩は約8千万年前頃に北東部の高槻層や南西部の山下層の地層のなかに貫入した深成岩とされている。しかし組成は一般の花崗岩より SiO₂ 成分が乏しく、花崗閃緑岩質ある。貫入深度は浅く不均質で、岩相変化が激しく、高槻層や山下層との接触部も不規則で入り組んだ構造となっている。こうした点は大阪府の「地質総合解析調査報告書」でも「地質構造的に非常に複雑な地域である」と表現されている所以でもある。

とくに上記2方向の活断層系とダムサイト付近に存在する断層との関連である。ダムサイト付近における断層の存在については、大阪府が作成した、「調査報告書」で一定、明らかにされているが、これによると8系統24本の断層があるとしている。その中には、数十センチの破碎帯が伴うもの、数メートルの脆弱な風化帯を伴うものが認められる。とくにボーリングでえられた断層平面分布図では、やや複雑であるが西南西から東北東と西北西から東南東の2方向の卓越した断層系が認められる。これは先にのべた2方向の卓越した活断層系（馬場断層、箕面断層及び山崎断層）と同一方向のものであり、関連がある可能性は否定できない。さらにもともとダムサイト付近は東西性の圧縮応力によって破断を受けている地域であり、今後断層が発生する可能性をも内在させている。したがってダムサイトの断層は馬場断層の副断層もしくは分岐断層である可能性が高く、馬場断層と連動して動く可能性がある。田結庄他は（2005）（京都西南部の地質、産総研）で、馬場断層を引いた本人として、直ぐ南のダムサイト付近にすでに副断層を引いている。ダムサイト付近の断層はこの副断層に属する。それを無視しているのは重大な故意と言わざるを得ない。またダムサイトの断層の地表調査が十分なされていず、その東西の延長が明示されていない。馬場断層を中心とした第四紀断層であるL23の分岐断層として、西方で馬場断層に収斂の可能性もある。よってダムサイトの東西方向への断層の分布を明らかにする必要がある。

具体的にこれら断層を見ると、ダムサイトでは左岸のF-4断層帯は200cmの断層粘土を有し、しかもダムの傾斜地形と同じ方向で、一種の流れ盤をなし、岩盤がすべる可能性がある。これら粘土の撤去なしにはダムの安定は保たれない。またダム建設後も地滑りや崩壊の可能性もある。F-12断層は鏡肌を有し、3mの破碎帯を形成し、ダム軸方向に延び、流れ盤的で、F-3断層、F-6断層を変位させ、これら断層と共役の関係にある断層で一

連として動く可能性がある。左岸のF-13断層も60cmの粘土を有する。この断層粘土は不安定で、除去しないと、ダムของ安定性に大きな疑問を呈する。やはりこれら粘土の撤去なしにはダムの安定は保たれない。右岸のF-1断層も幅3~4mの劣化ゾーンをもち、やはりこれらゾーンの撤去なしにはダムの安定は保たれない。左岸のF-4断層とF-13断層は直交し、共役断層と思われ、一連で動く可能性がある。右岸のF-1断層とF-6断層も直交し共役関係にある。また断層に沿った深部まで変質粘土、割れ目、破碎帯が発達し、これらを除去が望ましい。また変質幅200cmより深部での断層の状態や岩盤の強度を示す、弾性波探査を行い、深部での断層の状況を知るべきである。

ダムサイト左岸側の斜面には、斜面方向とほぼ平行の断層が2本存在し、これらを放置すれば、ダム湖の湛水によって、滑落する危険性があるので、安全性を確保するためには断層より上位を撤去する必要も生じるであろうし、また断層破碎部は十分なクラウチングを行い、止水対策を講じる必要性も生じ、ダム建設のために膨大な工事費を費やさなければならないことにもなる。こうした点を総合的に判断するならば、この地におけるダム建設の可否については慎重の上にも慎重に判断しなければならないものと考える。

第三の問題点は安威川ダム付近の基礎岩盤が著しく風化しており、岩級に種々の難点を有している。また地下水位も高く高透水性を有している。さらにくさび状クリープゾーンを形成し、多量の掘削の必要性があるが技術的、コスト的に困難である

断層に沿って、風化がくさび状に深部まで浸透、これらの除去を行う必要性がある。しかし難しい。左岸のF-4断層帯付近には表層に厚いD層がある。掘削後も断層に沿ってくさび状にD層がのこり、不安定斜面のままとなる。さらにF-4断層帯ではくさび状に深部にもD層とCL1層がくさび状に残り、除去が困難である。右岸のF-1断層とF-6断層が共役の関係であり、くさび状にCL1が深部にも分布している。それらは除去が難しく不安定土砂が残る。さらに厚いD層が表層を覆うが、これは掘削後除去の見込みである。しかしF-1断層やF-6断層帯からの雨水の浸透は防げず、劣化が深部まで及び、完全な掘削が不可能である。F-13断層帯F-17断層でD層やCL1がブロック状に掘削後ものこり、しかもF-13断層やF-17断層が水平に近く分布し、この不安定ブロックが動く可能性が高くなるが対策がとられていない。また大阪府は「断層とその周辺部と深部低透水領域においては10ルジオン程度以下の低透水性を示し、連続する水みち(浸透路)は形成しない」

「高透水性を示す箇所全ての開口した高角度の割れ目が存在しているわけではな

いので、開口した高角度割れ目と高透水箇所との相関性は言及できない」「開口割れ目は、①頻度が少なく連続性に乏しい傾向があり、②卓越した方向性を有しない」というが、断層帯の開口部や変質帯からの雨水が浸透し、地下水位が極めて高くなり、ダムをなす岩盤の不安定化が防げない。

次に各ボーリング調査での柱状図を詳細に見ると、B 6 5 ボーリング孔 (G L 6 0 ~ 8 5 m) ではG L 6 0 m、G L 6 9 m、G L 7 0 m、G L 7 5 mに開口割れ目があり、深部高透水箇所が認められる。B 1 0 5 孔 (G L 5 0 m ~ 6 0 m) ではG L 5 0 mで褐色の割れ目沿いでC L 級岩盤、G L 5 2 . 7 m以深では、F - 4 断層が分布し、破碎し、粘土混じり細礫となっている。G L 5 5 ~ 6 0 mではF - 4 断層で破碎を受けた粘土まじり細礫となる。また5 5 mより深くでは粘土を挟むC L 1 級岩盤が存在する。解釈としては、明らかにF - 4 断層による高透水であると解釈されるが、調査委託報告書ではF - 4 断層帯沿いの横坑で岩盤がゆるんだとしているが、解釈としては偶然性に依拠し不自然である。今後は地下水位を継続的に観測し、これらを下げる工事が必要である。B 7 2 孔ではF - 4 とF - 1 6 に挟まれた地点 (G L 4 0 ~ 5 0 m) ではG L 4 0 ~ 4 5 mに破碎を受けた褐色のC L 1 級岩盤、これに沿って雨水が浸透したと思われる。またG L 5 0 mに開口性の割れ目もあり、これに沿って雨水が浸透して、高い地下水位になったものと考えられる。ダムサイトでは多くの地点で地下水位が高い。割れ目や断層に沿い雨水が大量に入ると地下水位が上昇し、斜面途中からの湧水が生じ、パイピング現象で斜面崩壊や地滑りを起こす可能性がある。(参考資料 1 4、1 5)

次にダムサイト付近のクリープゾーンの可能性を述べる。ダムサイト付近は断層が多く、破碎規模も大きく、その連続性が良い。特にF - 4、F - 1 3、F - 1 は断層帯である。破碎部は角礫 (れき) 状、粘土、多亀裂 (きれつ) 帯を形成している。このほか小断層と破碎帯も多い。最も多いのがNE - SW方向で、ダムと同方向からやや斜交するF - 1 断層などと垂直に交わる断層でセットとなって、一種のくさび状クリープゾーンなるものを形成していると考えられる。ダムの基盤となる目安はCM級以上であるが、D層やC L層もくさび状に多く分布する。特にダムサイトの基盤岩は左岸ではF - 4 断層帯とF - 1 3 断層帯の破碎面に囲まれたゾーンで岩盤のゆるみや風化が進行し、透水性も高く、もろくなり、この部分が一種のくさび状クリープゾーンに似た状況をなしている。(参考資料 1 2、1 3、1 4) この一種のくさび状クリープゾーンが堤部に出現する場合には、堤体の不安定が問題となる。これを残して掘削すると、背後の斜面が不安定となり、すべる危険性が出てくる。ダムサイ

ト左岸にはこの一種のくさび状クリープゾーンが分布する。このゾーンを掘削除去すると、掘削土量が多くなり、長大な切り土のり面が出現することとなる。また堤体基礎の掘削に際しては、地層の傾斜が20度以上の場合、水平断層の高角の切り取りを行うと、のり面が崩壊する可能性もある。この場合、CM級以上の岩盤上で置き換え、コンクリートでくさび状クリープゾーンを処理するか、のり面保護や掘削面をアンカーで補強しつつ切り下げる工夫が必要である。左岸側の一種のくさび状クリープゾーンを中心にした透水性の高いゾーンの処理が問題となる。掘削のみではさらにゆるむ可能性がある。断層に沿った岩塊の滑落も考慮すべきである。いずれにしてもこの地域は1mを越す大規模な断層粘土を挟む断層の存在及び断層に沿ってくさび状に軟弱な岩盤が多数存在するなど、ダム基礎地盤として不適合で、しかも大規模に掘削除去がむづかしく、それを行えば新たに斜面の不安定化が生じ、すべり危険性が生じるなど、ダム基礎地盤として大きな問題を抱えている。(参考資料16)

第四の問題点は、被覆層においてもより大きな難点を有し、湛水域含む貯水池周辺斜面の地すべり危険度についても問題がある

大阪府は「安威川ダム貯水池内には、湛水の影響により不安定化する可能性のある地すべりは存在しない」というが、(参考資料18)一方、「(右岸)車作地区24箇所の斜面について総合的に検討した結果、何らかの対策が必要な箇所として5カ所、対策工の検討必要箇所として7カ所」を上げている。中にはNo.1地点(ダムサイト上流2キロ・右岸斜面地周辺)では「貯水により山体が不安定化する可能性が高い」としている。(参考資料19)

まず車作から生保の緩斜面および丘陵の稜線部に分布する大阪層群であるが、ダム建設となれば細心の注意が必要である。またこの大阪層群の直下の基盤岩は大阪層群堆積時には地表にあったもので、そこは100万年以上前にも風化を受けており、現在もまた地表で風化を受けている場であることを注意する必要がある。ダムサイト付近の茨木花崗岩は河床では風化の少ない硬岩を露出させているが、山の高いところは過去および現在の風化を受け、相当脆弱になっているものと思われる。次に安威川の現河道、右岸および車作などに分布する段丘層であるが、一般的には高いところに残された段丘層ほど古いもので、長期にわたって地表付近にあったため黄色や赤褐色の風化層となっている。次に車作等にみられる地すべり堆積物であるが、急傾斜地で岩盤の風化層ややわらかな地層が厚い場合には地滑りが発生する危険性を内在している。車作の一部は地滑り地である可能性があると共に過去の道路整備時における擁壁の亀裂等をみても細心の調査が必要であることはいう迄もない。とくにダム

完成後の水位の急速な変動に対して、どのような影響が予測されるかの詳細な調査が必要である。次に山腹および谷壁の緩斜面に多数分布する崖錐堆積物であるが、山麓の斜面に残されている土砂の層で、角礫なども含み土砂混じりで淘汰の悪い性質をもっている。とくに花崗岩地域の溪流にある崖錐堆積物は土石流などにより堆積したもので再発生しやすく、また急傾斜地にある崖錐堆積物は地滑りを起こしやすいことはいふ迄もない。

以 上

国土研見解説明のための大阪府作成の添付参考資料及び図面

1. ダム堤体損傷被害想定（申し入れ書添付）
2. 第四紀断層について
3. 馬場断層－地質踏査結果（一次調査の2）
4. 馬場断層－火山ガラス分析結果
5. 馬場断層－火山ガラス分析採取地点全景
6. 馬場断層－彩都やまぶき地区長大のり面の露頭
7. ダムサイト地質構造
8. H測線地質縦断面図（岩級）
9. ダムサイト地質平面図
10. ダム軸地質断面図（岩級）
11. ダム軸地質断面図（地質）
12. 地下水位－H測線（止水ライン）の地下水位分布図
13. 地下水位－H測線（止水ライン）の風化の影響ゾーンの分布図
14. 深部透水性－H測線（止水ライン）深部高透水箇所位置図
- 15－1, 2. 主要問題ボーリング一覧
16. ダム軸ルジンオンマップ
17. 主カーテングラウチング計画図
18. ダム貯水池内地すべり調査関係図
19. 車作斜面地－対策工必要箇所一覧
20. 馬場断層とその派生断層による地質図面－国土研合成図