

2013年2月18日

大阪府安威川ダム建設事務所御中

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

大阪府安威川ダム計画の地質問題に関する見解（第一次）

に対する貴事務所の確認及び質問への回答書

貴事務所より平成25年1月23日付け及び2月5日付けの事務連絡「大阪府営安威川ダム計画の地質問題に対する見解（第一次）に対する質問事項について」に対して、下記の内容にて回答します。

回答書

質問1. 第2層、第3層の傾斜が馬場断層の活動による変位であるとのことのご意見でよろしいでしょうか？

回答1. 変位であるとの意見である。

馬場断層が（図2.5.8.3. 火山ガラス分析採取地点概念柱状図）のスケッチでは、2万2千年前より古い堆積物（1～3層）に水平に覆われ、これら2万2千年前の地層を変位させていないとされているが、火山ガラス分析採取地点全景の写真（2.4.8.1）の野外露頭写真を見ると、第1層～3層は約10度から15度、丘側から資料採取地点に向かって明らかに傾斜し、断層による変位を受け傾斜したことを示し、この断層がより若い断層、すなわち活断層であることを示している。やや斜めからの撮影を考慮しても、明らかに本来水平である第1層～3層が傾斜しており、若い地層に変位を与えていることは否定できない。写真とスケッチの位置が異なるが、実際の野外写真の方が正確なので、この第1～第3地層の傾斜は断層による撓曲と判断し、変位とした。従って、活断層の定義は第4紀後半に活動している、すなわち、2万2千年前の地層を変位させているので活断層である。しかも、第1層～3層と100万年以上前の下部の大阪層群下部層のとの関係は火山ガラス分析採取地点全景の写真（2.4.8.1）の野外露頭写真では、第1層～3層と大阪層群は馬場

断層で接し、馬場断層を覆っていない産状を示している。詳細に見ると、写真では接するところは赤い点線で示され、明らかに断層で両者は接している。しかるに、図2. 5. 8. 2. 火山ガラス分析採取地点露頭模式図では、第1層～3層が大阪層群を水平に覆い、また馬場断層をも覆っている。

この図2. 5. 8. 2. 火山ガラス分析採取地点露頭模式図での模式スケッチは大阪層群や馬場断層を覆い、明らかに火山ガラス分析採取地点全景の写真(2. 4. 8. 1)の野外露頭写真とは異なっており、正確に反映されていない。正確なのは火山ガラス分析採取地点全景の写真(2. 4. 8. 1)の野外露頭写真と判断され、それによると第1層～3層は馬場断層を覆っていない。しかも、第1層～3層を傾斜させており、馬場断層は2万2千年前より古い堆積物を変位させた断層と判断される。

質問2. 「南海トラフ地震が起こると誘発地震で動く可能性が高い」根拠について、ご教授ください。

回答2. 南海トラフ地震が起こると、太平洋側から日本列島を押し応力場が変化し、すなわち、東西圧縮場が変化し、一部では引っ張りの場となる。それにより、フィリピン海プレートに押されていた大陸プレート内の既存の断層が誘発され活動する。東北地方太平洋沖地震では、長野県栄村や静岡県東富士宮市で、断層が動き、大きな誘発地震として生じたほか、福島県では従来動かないとされた正断層型断層が引っ張りの応力場で動いた。さらに、今後、立川断層など複数の断層が動くこととされ、警戒を強めている。

南海トラフの巨大地震では、誘発地震として、有馬高槻断層帯や生駒断層、上町断層などが動く可能性がある。東西圧縮による近畿トライアングル地域での断層、特に、有馬高槻断層帯が動く可能性は低くない。ただし、現在の地震科学では、誘発地震でどの断層が動くか、その確率などは残念ながら、求めることができない。ただし、従来の応力場であれば、有馬高槻断層帯は、活動間隔900～2800年程度、30年以内0～0.9%で、50年以内0～2%とかなり高い。また、最新の活動履歴は、AD1596年慶長伏見、2期が奈良～鎌倉時代、3期がBC1000年であり、南海トラフの巨大地震が動くことにより、その活動が高まる可能性は否定できない。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。馬場断層は有馬高槻断層帯の派生断層で、断層付近では強震動帯となり、安威川ダムに大きな影響を与えることは、否定できない。た

だし、先にも述べたように、可能性の割合については、今の地震科学の限界を超えており、その可能性の割合は不明である。しかし、少なくとも、南海トラフ地震が起こる誘発地震で、馬場断層が動く可能性が高くなることはあっても、低くなることはないので、やはり、注意深く見守る必要がある。その場合、海溝付近でのずれがどのくらいか、例えば、東北地方太平洋沖地震では海溝付近が5.5mと大きくずれ、東北が5mも東にずれる余効すべりが生じたので、報道されている通り、誘発地震も活発であった。また、余効すべりの量に応じて異なるが、東西圧縮での近畿トライアングルの断層での代表格である有馬高槻断層帯が動く可能性はかなり高いとみるべきであろう。

質問3. 上では「関連がある可能性は否定できない」となっていますが、ここで「副断層もしくは分岐断層である可能性が高い」と判断された根拠について、ご教授ください。

回答3. 根拠の大きな理由は、ダムサイト付近に存在する断層系統は、24本の断層があるとされ、その中には、数十本の破砕帯が伴うもの、数本の脆弱な風化帯を伴うものが認められる。さらに、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。この2方向はほぼ直交し、共役の関係にあり、東西圧縮による応力場で生じたものである。このうち西南西から東北東の方向（NE-SW方向の卓越）は、馬場断層や箕面断層と同方向である。また、西北西から東南東方向は山崎断層と同方向で、近畿トライアングルでの東西圧縮場での共役関係にある断層と似る。馬場断層は、そのずれが、上盤が上がる逆断層で、かつ右横ずれである。それと関連するダムサイト付近の断層も（図5.2.3地質スライス平面図）、断層相互の関係から、右ずれ成分が想定され、馬場断層が属する有馬高槻断層帯の性質に似ており、ダムサイト付近に存在する断層は馬場断層の副断層もしくは分岐断層と推定される。

質問4. この副断層の走向傾斜等がわかれば、ご教授ください。

回答4. 田結庄ほかは（2005）（京都西南部の地質、産総研）で、馬場断層南のダムサイト付近に引いた副断層の走向傾斜は、N75°E、80°Nが一般的です。この走向傾斜はほぼ馬場断層のそれと同じである。

質問5. 想定されるすべり面及びメカニズムについて、ご教授ください。

回答5. 想定されるすべり面は、F 4断層の断層面です。ダムサイトの左岸のF 4断層帯は200センチメートルの断層粘土を有し、軟弱で不安定で、水との反応で滑りやすい状態にあります。粘土鉱物の同定ができていませんが、花崗岩由来とすると、滑りやすいスメクタイトでなく、カオリナイトと思われます。また、それらが、斜面の傾斜と同じ方向にあり（流れ盤と称する）、降雨や地震などで滑りやすい状況にあります。僅かでも、一度滑ると、すべり面はさらに粘土状となり、すべり面を構成します。そこに、降雨などがあれば、容易に滑ります。このような現象は台風12号での紀伊半島豪雨での深層崩壊で、流れ盤や断層面を基点に大崩壊しました。雨水が割れ目から浸透し、断層面状に滞留し、浮力も働き、重力的に下部方向にずれ動きます。その対応には、水抜きとくい打ちなどが基本です。

質問6. F 1 2断層が「流れ盤的」とは、どの図面によるご判断でしょうか？

回答6. ダム左岸で、（図3. 3. 1. H測線地質縦断面図—地質、図3. 2. 1. ダムサイト地質平面図、図3. 4. 5. ~7. 地質水平断面図、表3. 3. 1. ダムサイトの断層一覧表）F 1 2、F 6、F 3、F 1 3と分布が密集している。特にF 1 3断層は傾斜も緩く、斜面の傾斜（40°）方向に垂平行で流れ盤の代表である。

質問7. 「不安定」とは、どういった点で不安定とのご意見でしょうか？（力学的？物理性状？）

回答7. 左岸のF 1 3断層は60cmの粘土を有する。この断層粘土は、軟弱でしかもF 1 3断層は斜面勾配約40°のダムサイトの斜面に沿うように分布する流れ盤的で、水に接すると粘土層は膨潤なども考えられ、滑る可能性があり、不安定と考えた。

質問8. 「F 2断層」とありますが、「F 1断層」のことでよろしいでしょうか？

回答8. 右岸で、幅3~4mの劣化ゾーンをもつので、F 1断層の誤りである、ただし、F 2断層も右岸で、破碎幅が10~30cmで、河床露頭では、50cmと、弱線を形成し

ている。

質問 9. 「不安定」とは、どういった点で不安定とのご意見でしょうか？（力学的？物理性状？）

回答 9. 右岸の F 1 断層は幅 3～4 m の劣化ゾーンをもっている。（図 5. 2. 7 縦断図）。その図面では、F 1 断層に沿って花崗岩岩盤が CL1（エル）級と軟岩に属し、一部 D 層などきわめて軟弱層が地下深くまで分布している。これはダム岩盤の支持基盤としては不適である（ダム基盤の岩盤は硬岩に属する CM 以上とするとの見解が日本建築情報センターや道路公団設計要領第一集など多数の意見である。その意味で力学的に不安定である。

質問 10. 弾性波探査はどこまでの試験を実施すべきとのご意見でしょうか？

回答 10. ボーリング調査では限界があるので、地下深くを広域的に見るためには、物理探査も併用して検討するのが望ましい。弾性波探査は高密度弾性波探査で、側線 2 本程度で、走時曲線と往復観測だけでなく、トモグラフィ解析が有効である。ダムサイトを挟んで馬場断層あたりまで、南北 500 m が望ましいが、100 m 程度は行って欲しい。トリガーレベル 100～1000 mV（100mV ステップ）、周波数帯域 10～4600 Hz が望ましい。これで深さ 100 m 程度の状況がとれ、断層帯では低速度層となっているはずである。それがどのような広がりか地下であるかが問題である。

質問 11. 2 本の断層はどの断層を指しているのでしょうか？また、滑落する危険性を想定される滑落面及びそのメカニズムについて、ご教授ください。

回答 11. 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 本存在する。最も問題となるのは F 4 断層および F 1 3 断層系である（図 3. 4. 1. H 測線岩級区分縦断面図）。このなかで、F 4 系の断層帯周辺では CL1 級の岩盤が広く分布する。また同じく F 1 3 断層にも CL1 級の岩盤が広く分布する。さらに F 4 断層ではダム斜面と同じ傾斜方向で、流れ盤をなし、不安定である。

これらを放置すれば、例えば大量の降雨で C 1 級岩盤が不安定となり、また、変質粘土もあ

り、割れ目も多い。従って、降雨により雨水が浸透し、岩盤深くまで入り込み、これが浮力となって、岩盤が不安定となり、断層面に沿い、重力活動で容易にすべる。

質問 1 2. 「地下水位も高く、高透水性を有している」とのご意見は具体的にどの範囲で
しょうか？

回答 1 2. 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、さらに、F 4 断層など割れ目が発達し、雨水が浸透しやすいことである。

地下水位は（図 3. 5. 2 の H 測線（止水ライン）の地下水分布図をみると、左岸では地
下水位は、E L 8 0 m と低い位置に記載されているが、F 2 0 断層付近ではより高く、この
断層で山側からの地下水が遮断されとされているが、そのためには、厚い粘土層が発達し、
不透水層が形成されている必要がある。しかし、報告や図面ではそのような記載がなく、
上記推察は正確ではない。梅雨時分も含め、長期の地下水位変動のデータが必要である。さ
らに、右岸部では地形にそって深度 2 0 ～ 3 0 m の所にあり、地下水位が高く問題で、高透
水性の層の除去が望まれる。

特に、右岸のように地下水位が斜面の傾斜にほぼ平行して、表層近くにある場合、滑る可
能性が高く、危険性が高い。

質問 1 3. 「多量の掘削の必要性がある」とご意見はどの範囲でしょうか？

回答 1 3. 安威川ダム付近の基礎岩盤が著しく風化しており、CL1 級や一部 D 級など岩級に
種々の難点を有している。特に、左岸の図 4. 4. 2. ダム軸縦断掘削形状を見ると、表層
に D 層である崖推堆積物が分布する、それらの掘削は容易に行えるが、問題は CL1 級の花崗
岩の風化軟弱層がブロック状に分布する。さらに掘削を困難にしているのは、F 4 断層付近
では、くさび状に断層に沿って岩盤深部まで分布し、また、深部では地下水位もあり、実際
掘削は困難である。また、さらに困難なのは F 1 3 断層と F 8 断層が交差するところにも、
多量の CL1 級軟弱層が多量にくさび状に分布し、くさび状クリープゾーンを形成しており、
この付近が「多量の掘削の必要性がある」範囲を指している。

質問 1 4. 「不安定斜面のまま」とのご意見はどの範囲でしょうか？

回答 1 4. 左岸の F 4 断層帯付近には表層に厚い D 層がある、さらに、F 4 断層に沿って CL1 級軟弱層が分布し、表層を掘削後も断層に沿ってくさび状に D 層や CL1 級層が残る。さらに、F 1 3 断層に沿って、斜面の勾配 40°程度の表層部に崖推堆積物が分布している(図 4. 4. 2. ダム軸縦断掘削形状)。しかもそのすぐ下部には F 1 3 断層に伴う CL1 級岩盤が斜面に平行に分布し、流れ盤となり、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 級層がくさび状に残り、除去が困難で、不安定斜面のままとなる。

質問 1 5. F 1 断層や F 6 断層は高透水と判断されたということでしょうか？また、その判断根拠をご教授ください。

回答 1 5. F 1 断層は右岸にあり、幅 3～4 m の劣化ゾーンを持つ。また深部まで CL1 級岩盤さらに地図で白抜きの破碎帯と思われる劣化ゾーンを有し、容易に降雨が浸透する条件を備えている(表 3. 3. 1. ダムサイトの断層一覧表)。さらに F 6 断層帯も同じく明瞭な粘土層をもち、しかも川底に露頭をもち図 4. 4. 2. ダム軸縦断掘削形状、劣化が深部まで及び、雨水の浸透は防げられない。実際、地下水位(図 3. 5. 2 H側線止水ラインの地下水位分布図)をみると、右岸部の地下水位は地形に沿う形で、深度 20～30 m の浅いところに分布している(図 3. 5. 2 H側線止水ラインの地下水位分布図)。これには F 1 断層からの浸透が大きな理由と思われる。

質問 1 6. どのようなメカニズムの動きを想定されているか、ご教授ください。

回答 1 6. F 1 3 断層は左岸の斜面に沿って緩い角度で分布する。同じく F 1 1 断層も斜面に沿って緩い角度で分布する(図 3. 4. 1. H測線岩級区分縦断面図)。さらに、F 1 7 断層も同じ形態をなす。その F 1 7 断層に沿って CL1 級岩盤が分布する。同じく F 1 1 断層に沿っても CL1 級岩盤が、さらに、その上に D 級岩盤が分布する。しかも、斜面の傾斜方向に分布する。従って、これら断層の D 級や CL1 級岩盤などに降雨が浸透し、それらで、地下水位が高くなり、斜面途中からの湧水現象、すなわちパイピング現象など生ずれば、流れ盤である軟弱層である CL1 級岩盤は容易にすべる。あるいは断層の軟弱層が水を含むなど生

ずれば、一部膨潤し、しかも流れ盤であるので、容易に重力活動して滑るであろう。

質問 17. どの断層の透水性が高いと判断されたのか、ご教授ください。

回答 17. 断層に沿って透水性を高める要因の一つに開口亀裂や破碎帯の有無や程度がある。それに照らせあわせると、まずF1断層である。実際にこの断層では深部まで軟弱な層が発達し（図3.3.1. H測線地質縦断面図―地質）、透水性は高くなる。実際、（図3.5.2 H側線止水ラインの地下水位分布図）でも、深度20～30mの浅いところに地下水位があり、浅いことが裏付けられている。同じくF20断層でも、断層に沿って地下水位が高くなっている。F6断層に沿ってもCL1級岩盤などに沿って地下水位が高い。さらに、右岸のF7断層も透水性を高くしている。さらに、F4断層も破碎帯の幅が広く、地下水位高くしているはずである。ただし、実際はそれほど地下水位が高くないのは、不明のままである。可能性として、断層粘土が不透水層となり、雨水が浸透しにくいのかも知れない。

質問 18. 断層の透水性と地下水位の関係をどのように想定されているのか、ご教授ください。

回答 18. 断層付近では岩盤は破碎され、亀裂帯が発達しやすく、さらに破碎帯は堅い岩盤に比べ、細かいひび割れなどが発達し、それらから雨水が浸透し、地下水位を上昇させる。例えば六甲山系では断層が発達し、表層が破碎され、風化が進行し、容易に地下水位が上昇する。ただし破碎帯が進行し、断層ガウジ（粘土）が厚く発達すると、その粘土層が不透水層となり、それらより上流部では地下水位が高くなるが、下流部では逆に低くなる。F20断層がそのケースと考えられる。なお、大阪府の報告では、「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、断層によってはかならずしもそうならない。一例として、F1断層が挙げられ、地下水位を高くしている。同様の断層は右岸部で多く、F7断層やF6断層でも、破碎帯に沿って雨水が浸透し、地下水位を高くしている。

質問 19. 岩盤の不安定化に至るタイムスパンはどのくらいをお考えでしょうか？またその根拠をご教授ください。

回答 19. 岩盤の不安定化のタイムスパンは実際には難しく、断層科学の学問的限界を示している。ただし、断層そのものが動くタイムスパンは多くは1000年単位です。

安威川ダム周辺の断層が有馬高槻構造線に由来し、活動間隔は900～2800年である。最新の活動は16世紀の伏見大地震となり、それ以降は活動していないので、かなりの年月がたっており、可能性は高くなっている。また南海トラフ巨大地震が生ずれば、有馬高槻構造線が活動する可能性が高くなる。

次に、大雨などによる斜面崩落は、安威川ダム周辺の断層では、例えばF1断層やF20断層、F6断層、F7断層など破碎帯の幅が広く、亀裂もあり、雨水が浸透し、崩落する可能性がある。例として、紀伊山地での明治の時と台風12号の大雨などから類推すれば、数百年から100年単位で生じる。ただし地球温暖化でそれより早い時期にも台風などが（第2室戸台風など）や昭和13年、42年の梅雨末期の豪雨（350mm前後程度の降雨）の確率は数10年間隔とも判断される。

質問 20. 「CL1級」とありますが、「CL.級」のことでよろしいでしょうか？

回答 20. 「CL1級」とありますが、正確にはCL1級のことです。英語のエルの小文字を1と誤って読まれたのではないのでしょうか。（財）日本建築情報センターのボーリングコア鑑定についての岩級等級区分基準（硬質塊状岩盤）によれば、多くの岩盤等級は硬岩として、硬い方からA,B,C,Dと区分され、さらに、CはCH,CM,CLと3重区分し、この順でより軟弱となる。道路公団設計要領第一集での岩盤岩級区分では、硬岩としてB、CH、CMの各級、軟岩としてCL、Dが記載されており、軟岩はダムサイトなどの基礎地盤として適していない。このCLで軟岩に属するのはCL1（エル）級である。従って使用している「CL1級」は「CL1級」、すなわちCL1（エル）級をさし、軟岩に属する岩級のことを指している。従って、本見解での「CL1級」岩盤はすべて、「CL1（エル）級」岩盤のことである。

質問 21. 「明らかにF4断層による高透水である」と解釈される根拠をご教授ください。

回答 21. F4断層はダムサイトの主要な断層で、割れ目も断層と同じ方向性を有するものが多く（表3.3.1. ダムサイトの断層一覧表）また雨水の浸透が容易であると推定す

ることができる。しかもF 4断層が最も破碎幅が広く、F 6断層がこれに次ぐ。従って当然高透水性を有すると解釈される。ただし実際には地下水位はE L 8 0 mと低い。その一つの理由として、この断層は変質粘土を伴い、それが不透水層となっている可能性がある。

詳しく見れば、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(図3. 5. 1 2. ①②止水ラインにおける深部高透水箇所のパ～Qとコア状況)。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。5 5 mより深い所では粘土を挟むCL1級岩盤が存在する。従って解釈としては、明らかにF 4断層による高透水が予測されるが、粘土層が不透水層をなし、高い透水層とならない可能性がある。なお、「調査委託事業者報告書」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ており、説明としては必ずしも十分ではない。軟弱な破碎帯を堀削後、地下水位が変化する可能性もある。

質問 2 2. 「高い地下水位になった」とのご意見はどの範囲でしょうか？

回答 2 2. 高い地下水位になったのは左岸の、ボーリング7 2孔付近で、地下水位はGL 4 0～4 5 m、G150-55m 付近のやや深部のところで、F 4断層とF 1 6断層に挟まれた位置を指す(図3. 5. 1 2. ①②止水ラインにおける深部高透水箇所のパ～Qとコア状況)。ここではGL 4 0 m—GL 4 5 mの区間は破碎を受け各レキ状—岩塊状で、透水性が高く、それに沿い透水下可能性がある。ボーリング1 0 5孔付近でも(図3. 5. 1 2. ①②止水ラインにおける深部高透水箇所のパ～Qとコア状況)地下水位はGL 5 0～6 0 mで地下水位がある。ここはF 4断層の位置にある。ここではGL 5 0—6 0 mの区間はF 4断層が分布し、破碎を受け粘土混じり細レキ状で、その沿いC 1級岩盤もあり、高い地下水位となったのであろう。ただし、「調査委託事業者報告書」では、隣接する調査横穴に高透水の要因を求めているが、科学的にも実証されず、説明としては苦しい。同じくボーリング6 5孔付近でも、GL 6 0—8 5 mで高透水箇所がある。これはGL 6 2. 2 5～6 2. 5 5 mの所に、開口性の割れ目があり(図3. 5. 1 2. ①②止水ラインにおける深部高透水箇所のパ～Qとコア状況)、これが要因となっているのであろう。

質問 2 3. 「多くの地点で地下水位が高い」とのご意見はどの箇所でしょうか？

回答 2 3. 高い地下水位は右岸の F 1 断層沿いや F 6 断層付近沿い。さらに、右岸部の尾根沿いに地形に沿うような形で深度 20～30 m 付近の浅いところに分布している（図 3. 5. 2 H 測線止水ラインの地下水位分布図、図 4. 1. 2. EL. 90m 岩級スライス平面図）。また F 1 断層、F 7 断層沿いには CL1 級岩盤が分布し、透水層となり、雨水が浸透し、高い地下水位となる。また、右岸部は風化の顕著な花崗閃緑岩や石英閃緑岩からなり、風化が顕著なので透水層となるほか、右岸のすぐ下流には岸方向の沢地形が発達し、集水領域となることも影響している（図 3. 2. 1. ダムサイト地質平面図）。一方、左岸部は主体が中・古生層なので、透水性が高くなく、断層沿いに沿って浸透した雨水が深部にみられる。ただし、F 20 断層沿いでは高い地下水位を示す。

質問 2 4. CM 級以上の根拠は何でしょうか？根拠となる基準等あればご教授ください。

回答 2 4. ダムサイトの基盤はしっかりした岩盤上に建設すべきことは論をまたない。道路公団設計要領第一集での岩盤岩級区分と強度定数 c （粘性係数）、 ϕ （内部摩擦角）をみると、粘板岩（ダムサイトの例）では、CL 級と CM 級の c は CL で 250-750、CM で 750-1750 ($\text{kN} \cdot \text{m}^2$ ($\text{kgf} \cdot \text{cm}^2$))、平均 500 と 1250 で、 ϕ は 30-40 と 35-45、平均 35 と 40 ($^\circ$) である。花崗岩（本四連絡橋基礎の例では）では、硬岩として B、CH、CM の各級、軟岩として CL、D が記載され、CL と CM の c は 100～1000 と 500～1000 ($\text{kN} \cdot \text{m}^2$ ($\text{kgf} \cdot \text{cm}^2$))、代表値は 100 と 500、 ϕ は 37 と 40 ($^\circ$) である。このように、土の強度定数から見ても、少なくとも、多くの機関が考えている重要な建造物の岩盤の岩級としては、硬岩として B、CH、CM が望ましいと言える。従って、安威川ダムサイトは断層も多く、風化も顕著で、CL 1 級の軟岩も多く分布しており、掘削除去などして、CM 級以上で建設すべきである。

質問 2 5. 「掘削除去が必要」とのご意見はどの範囲でしょうか？

回答 2 5. 掘削除去は、岩盤等級 D はもちろんのこと、CL1 級岩盤が多く分布する左岸の断層 4 と断層 17、断層 11 など断層が多数存在し、断層沿いに風化が進み、CL1 級岩盤が深部までみられる箇所（図 4. 4. 2. ダム軸縦断掘削形状）がその範囲に相当する。

質問 26. 処理とはどのような対応をすることをお考えでしょうか？また、その処理の必要性の判断根拠をご教授ください。

回答 26. 処理は軟弱岩盤層の掘削処理を基本にするが、左岸側の F 4 断層付近の一種のくさび状クリープゾーンを中心にした CL1 級の軟弱岩盤の処理が問題となる。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。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、F 1 3 のような斜面に平行な緩傾斜の断層により高角の切り取りを行うと、のり面が崩壊する可能性もあり、注意を要する。コンクリートでくさび状の軟弱岩盤層を処理するか、のり面保護やアンカーで補強しつつ切り下げる工夫が必要である。

この F 4 断層付近は CL1 級以下の軟弱岩盤が広く分布し、最も破碎幅も広く、断層に沿ってくさび状に CL1 級以下の岩盤が存在し、さらに雨水も浸透し、しかも F 1 3 断層が表層部を斜面と同じ傾斜で存在し、大規模に崩落する可能性があり、処理が難しい。

以 上

引用及び参考図面、表、写真等一覧表

引用文書

安威川ダム実施設計および施工計画 設計業務委託（その 1）
安威川ダム実施設計および施工計画 設計業務委託（その 2）
安威川ダム実施設計および施工計画設計業務委託概要書
安威川ダム基本設計会議（ダム本体実施設計）及び参考資料

図面等番号

図 2. 5. 8. 3. 火山ガラス分析採取地点概念柱状図
写真 2. 4. 8. 1. 火山ガラス分析採取地点全景
図 3. 2. 1. ダムサイト地質平面図
図 3. 3. 1. H 測線地質縦断面図（地質）
図 3. 3. 5. ダムサイトにおける「F 数字」断層の分布と方向。
図 3. 4. 1. H 測線岩級区分縦断面図
図 3. 4. 5. ～ 7. 地質水平断面図
図 3. 5. 2. H 測線地下水位分布図
図 3. 5. 4. H 測線（止水ライン）の風化の影響ゾーンの分布図
図 3. 5. 10. H 測線（止水ライン）透水性領域検討図

- 図 3. 5. 1 1. H測線における深部高透水箇所位置図
- 図 3. 5. 1 2. ①②止水ラインにおける深部高透水箇所の P～Q とコア状況
- 図 3. 5. 3 1 H測線止水ライン検討結果図
- 図 3. 6. 1. H測線ルジオンマップ
- 図 4. 1. 2. EL. 90m 岩級スライス平面図
- 図 4. 1. 3. 堤体掘削範囲図
- 図 4. 4. 2. ダム軸縦断掘削形状
- 図 4. 4. 4. (1) (2) (3) (4) (5) ダム横断面図
- 図 7. 1. 2. 2. ダムサイトで確認されている断裂系の方向
- 図 7. 1. 2. 3. H測線岩級区分図
- 表 3. 3. 1. ダムサイトの断層一覧表
- 表 3. 3. 2. ダムサイトの主要な断層系
- 表 3. 3. 3. 計画ダム軸(H測線)近傍の断層分布