

安威川ダム周辺の地質についてーダム建設現場見学会資料ー

田結庄 良昭 (国土問題研究会・神戸大学名誉教授)

1. ダム建設地盤の問題点と結論ー軟岩岩盤や断層が広く分布しダムに不適ー

ダムサイト付近は断層が多く岩石の風化も顕著でD級、CL1級のダムに不適な軟岩も多く分布しており、ダム建設には適していないと結論される(図1,2)。また、断層付近には破碎帯が広く分布するほか、破碎幅も広く断層に沿ってくさび状にCL1級以下の岩盤が深部まで存在し掘削が困難でさらに雨水も浸透する(図3-5)。しかも、断層が流れ盤で、大規模に崩落する可能性がある。しかし、対策工事ではダムサイトでの重要な断層を否定したり、基盤の軟岩の存在を無視したり、さらに水密性についても問題がないと指摘するなど対策が十分されておらず、ダム建設上大きな疑問が残っており、再検討すべきである。



図1 ダム現場の全景、左岸は超丹波帯の頁岩、砂岩(花崗岩の熱でホルンフェルス化)、右岸は茨木花崗岩体の石英閃緑岩(風化が顕著)、岩級がD、CL1級の軟岩が深部まで分布、断層は24本存在、左岸にはF13断層が斜面傾斜と同方向に、右岸にはF1断層が分布

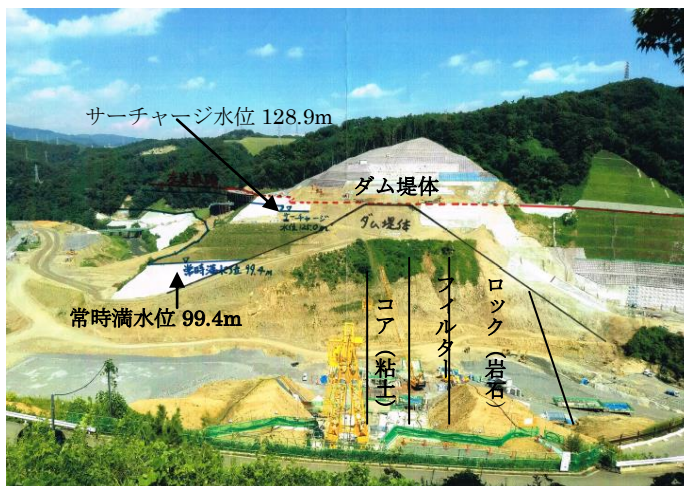


図2 ダム堤体の位置を示す写真、堤高76.5m、堤頂長337.5m、堤堆積約222万m³
仮排水路トンネル273.2m、谷口部52.6m、非常用洪水吐きL=428.6m、ダム天端131.5m、最低水位90.2m

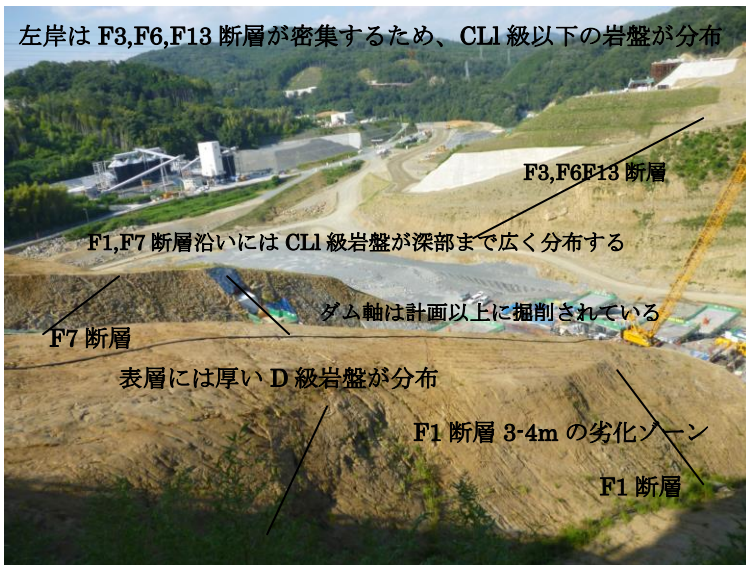


図 3 横から見たダム右岸の様子、F1 断層は幅 3-4m の劣化ゾーンをもっている。この F1 断層に沿って花崗岩の岩盤が CL1 級となり軟岩に属し、一部 D 級などきわめて軟弱な岩盤が地下深くまで分布している。斜面勾配は 24 度でマサ化した D 級岩盤が表層に広く分布

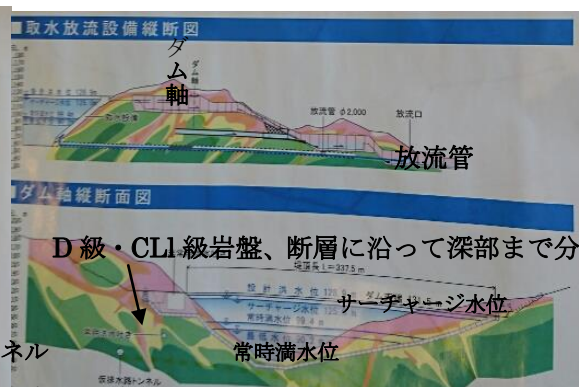
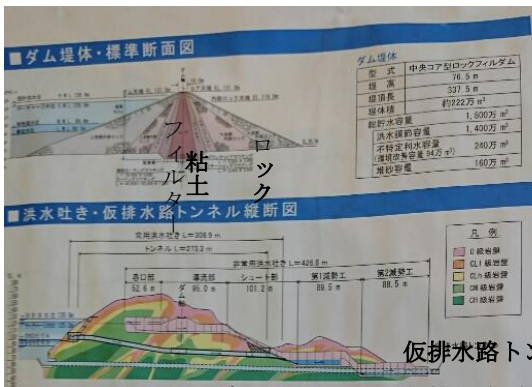


図 4 ロックフィルダムと洪水吐き・仮排水路（大阪府パンフ） 図 5 取水放流、ダム軸断面（大阪府パンフ）

2. ダムサイトの地質—左岸には超丹波帯の頁岩・砂岩が、右岸には花崗岩が分布—

ダムサイト付近の地質は、左岸には超丹波帯に属する古生代の二疊紀から中生代の三疊紀に属する高槻層の砂岩や頁岩が広く分布し、右岸には白亜紀の約 7 千万年前の茨木花崗岩体が分布する。ダムサイトは超丹波帯と花崗岩の接触部に位置する（宮地・田結庄ほか、「産総研報告書、五万分の 1 京都西南部の地質」2005、以下地質はこの文献による）。ダム付近の高槻層は茨木花崗岩体の貫入により熱変成を受けホルンフェルス化している。花

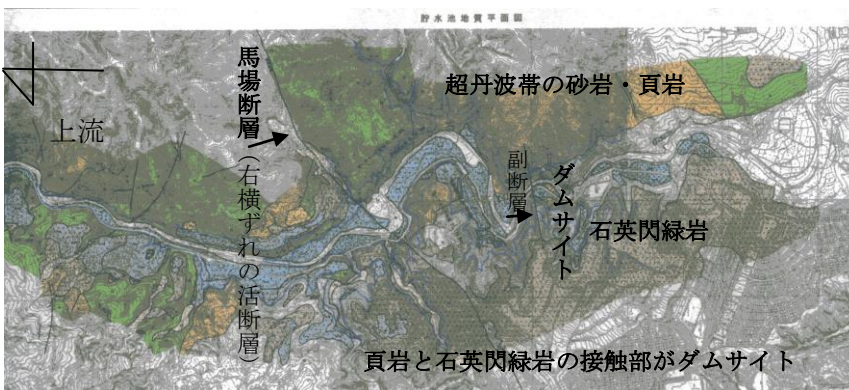


図 6 ダムサイト付近の地質（大阪府書面乙第 35 号証）、ダムの北方数 100m に馬場活断層が分布、その副断層がダムに

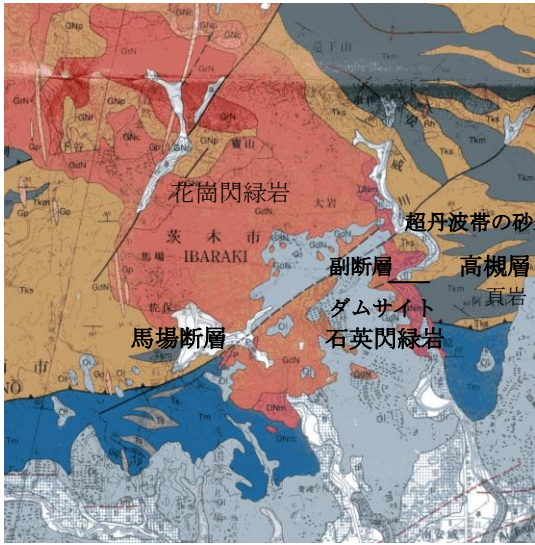


図7 ダムサイト付近の地質図（宮地・田結庄ほか、「産総研報告書、五万分の1 京都西南部の地質」、2005）、馬場断層は顕著な右横ずれの活断層で有馬高槻構造線からの派生断層、ダムサイトには副断層が分布。右岸は茨木花崗岩体の石英閃緑岩、左岸は超丹波帯の砂岩や頁岩からなり、ダム堤体付近は両者の接触部にあり、断層も24本分布、さらに、岩級区分もD, CL1 級などの軟岩が分布する

崗岩は斜長石が多く、カリ長石や石英が少ない石英閃緑岩である。そのため、通常の花崗岩に比べ、風化しやすく、顕著な風化作用を受け、深部までマサ化している（図6,7）。これら基盤岩を覆って大阪層群の砂礫層、さらに段丘層、崖錐堆積物が分布する。ダムサイト付近の北方数100mには、活断層である馬場断層（大阪府は第四紀断層と称している）が分布し、顕著な右横ずれをなし、さらにダムサイトにはその副断層が存在している。

3. ダムサイトの断層系統—破碎帯を伴う断層が24本分布、右岸にF1, 左岸にF4断層—

ダムサイトの断層系統は、24本の断層があるとされ、その中には、数10cmの破碎帯を伴うもの、数mの脆弱な風化帯を伴うものが認められる。主要な断層として、F-1, F-4, F-13などの断層があり、一部地表に露出する。右岸のF1断層は幅3-4mの劣化ゾーンをもっている。この右岸のF1断層に沿って花崗岩の岩盤はCL1級となり軟岩に属し、一部D級などきわめて軟弱な層が地下深くまで分布している。そのため、断層に沿って不安定となり、

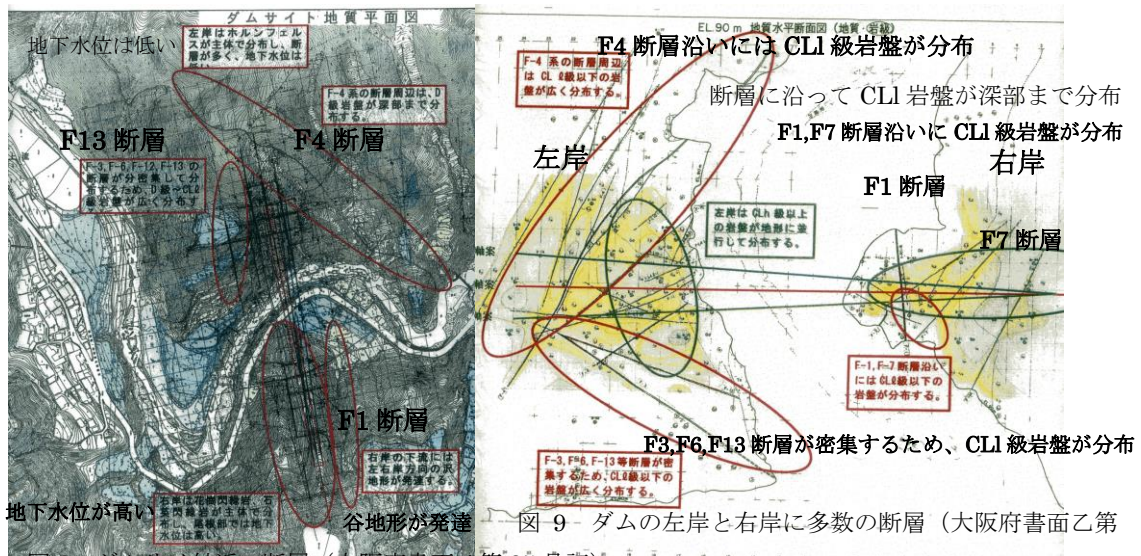


図8 ダムサイト付近の断層（大阪府書面乙第35号証）

図9 ダムの左岸と右岸に多数の断層（大阪府書面乙第35号証）

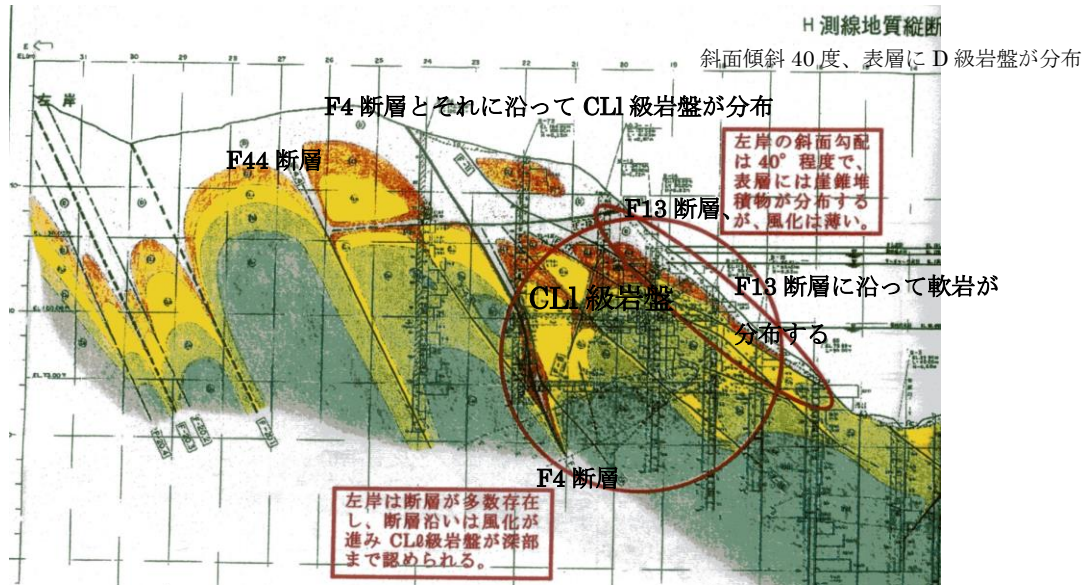


図 10 左岸の断層と岩級区分・分布（大阪府書面乙第 36 号証）、F13 断層や F4 断層が斜面と同じ傾斜方向に分布し流れ盤をなす。断層に沿って深部まで CL1 級岩盤が分布

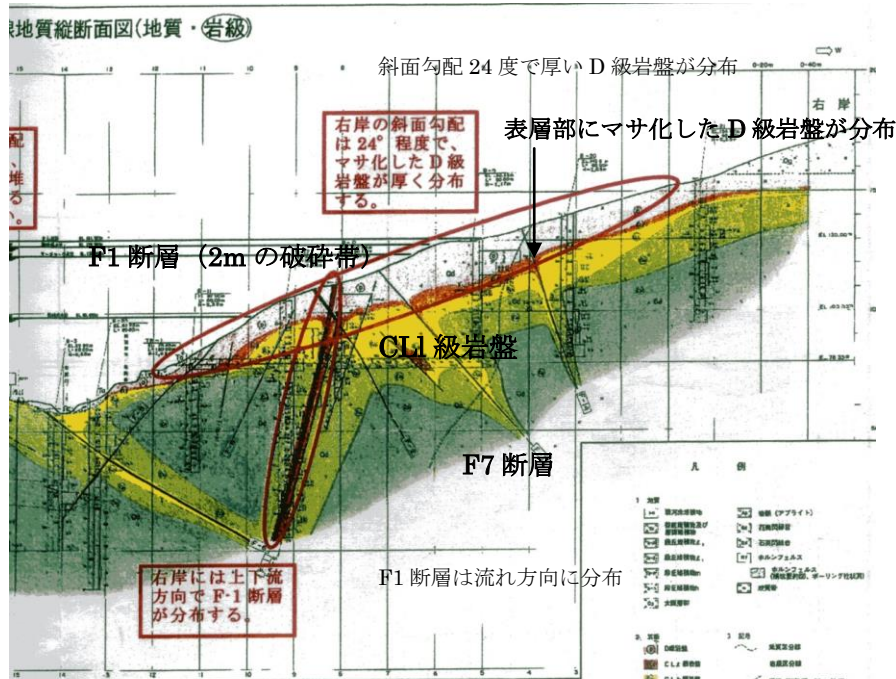


図 11 右岸の断層と岩級区分・分布（大阪府書面乙第 36 号証）、F1 断層や F7 断層が分布し、断層に沿って CL1 級岩盤が深部まで分布

滑る恐れがある。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 本存在する（図 8, 9）。最も問題となるのは F4 断層、および F13 断層系である。F13 断層は斜面勾配約 40 度のダムサイトの斜面に沿うように分布し、流れ盤であることは明瞭である。F13 断層は 60cm の粘土を有し、この断層粘土は、軟弱で、すべりやすい。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、不安定となる（図 10）。F4 断層でも、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 CL1 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。F17 断層も同じ形態をなす。F17 断層に沿って CL1 級岩盤が分布する。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（図 11）、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、流れ盤である軟岩の CL1 級岩盤は容易にすべる。従って、これら断層はダム建設には不向きで、これら断層を避け、別の場所でのダム建設にならざるをえない。

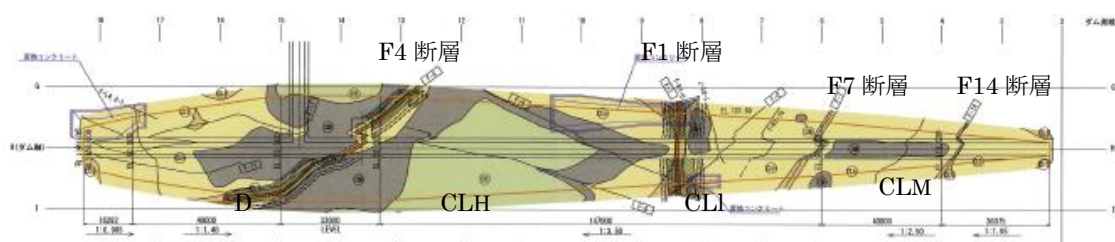


図 12 ダム堤体付近の礎部接強図、断層と岩級区分（大阪府書面乙第 28 号証）

4. ダムサイトの岩級区分について—風化が著しく CL1 級軟岩が深部まで分布—

左岸の F4 断層帯付近には、表層に最も軟岩の D 級岩盤が厚く分布し、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（図 12）。さらに、F4 断層帯沿いでは、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。他の断層でも同じような地質状況、すなわち、深部に CL1 級岩盤が残り、十分な強度を有せず、ダムサイトでのダム建設には不適である。ダム基盤の岩盤は硬岩に属する CM 級岩盤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。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 F4 断層、F17 断層、F11 断層などの断層が対象となる。断層沿いでは、風化が進んだ CL1 級岩盤が深部までみられる所がその範囲に相当する。

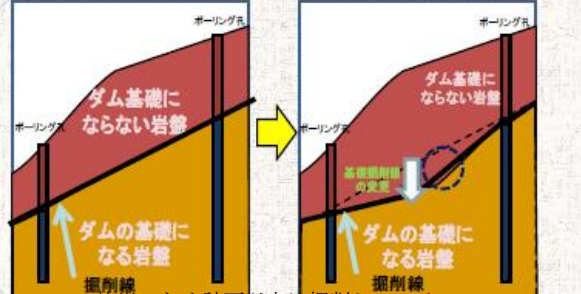
ロックフィルダムはダムを支える岩盤が大切、

（土と岩の間にはフィルター（土砂）がある



ダムを支える岩盤が軟岩

図 13—ダムの基盤になる岩盤の掘削線（大阪府パンフレット）



軟岩のため計画以上に掘削している

処理は軟弱岩盤の掘削処理を基本にするが、左岸側の F4 断層付近の一種のくさび状クリッ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、掘削土量が莫大となり、長大な切り土のり面が出現する（図 13）。また堤体基

礎の掘削では、地層の傾斜が 20 度以上の場合、F13 断層のような斜面上に平行な緩傾斜の断層で、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。大阪府は、基礎処理（グラウチング）や一部表層掘削のみが検討されており問題の根本解決にはならない（図 14）。グラウチング、すなわち、孔をあけセメント注入のみの地盤改良では不十分で、掘削を原則とすべきである。なお、大阪府の準備書面では、「ダム軸の設定に必要な岩級区分を設定し、ダムサイトにダムを建設することは可能であり、ダムを設置するのに十分な強度を有している」と結論している。

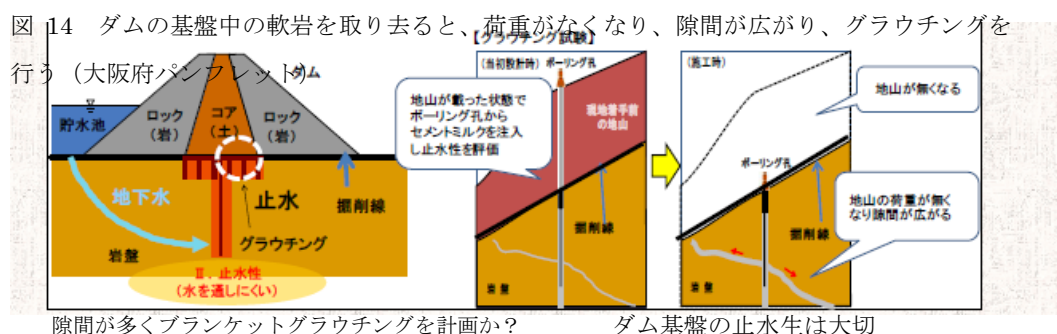


図 14 ダムの基盤中の軟岩を取り去ると、荷重がなくなり、隙間が広がり、グラウチングを行う（大阪府パンフレット）

5. 水密性についてーロックフィルダムの止水生は大丈夫ー

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、そこから雨水が浸透し、地下水位を上昇させる。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（図 15）。右岸の F1 断層は深部まで破碎帯と思われる劣化ゾーンを有し、透水性は高くなり、容易に降雨が浸透する条件を備えている。実際、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 断層に沿っても明瞭な粘土層をもち、地下水位を浅くさせ、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。これら断層の D 級や CL1 級岩盤などには降雨が容易に浸透するので、地下水位が高くなり、斜面途中からの湧水現象など生ずれば、簡単にすべる。以上から、断層や断層破碎帯から浸透した水への対策や破碎帯の除去など、グラウチング以外根本的な対策工事がなされていず、ダムの安全性が確保されていない。

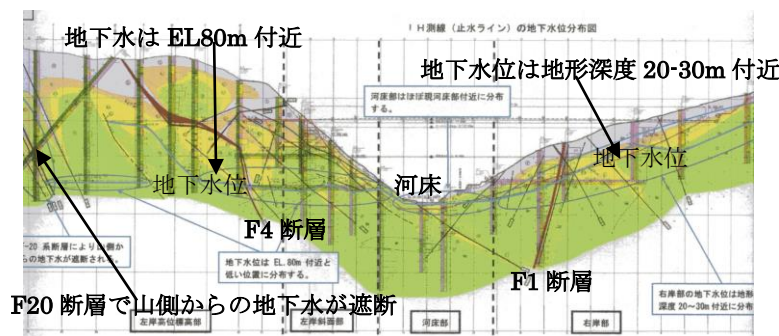


図 15 ダム付近の地下水位、右岸で高い（大阪府書面乙第 35 号証）