

III-147 稲村ロックフィルダムのロック材料試験について

四国電力(株) 正会員 橋詰省三
四国電力(株) 正会員 藤枝正夫

1. まえがき

稲村ダムは、本川揚水発電所の上池として、吉野川上流部の支流瀬戸川に建設中の高さ 88m、堤体積 310万 m³ のロックフィルダムである。当地点は三波川結晶片岩帯に位置し、岩石は異方性、偏平性を有しているため、フィルダム材料への使用にあたっては、十分な注意が必要である。以下に、フィルダム築造に当って実施した、ロック材料試験結果について述べる。

2. ロック材料試験結果

材料採取場にほぼ水平な層状に分布している石英片岩、緑色片岩および黒色片岩を対象に、耐久性、せん断強度等の試験を行ない、その結果をもとに設計値および盛立への使用方法の決定を行なった。

表-1 安定性試験結果

岩 種	石英片岩	緑色片岩	黒色片岩
安定性結果	2.3	3.3	7.3

(1) 耐久性試験結果

材料の風化に対する抵抗性を調べるため、硫酸ナトリウムによる安定性試験および水浸乾燥試験を行なった。その結果を表-1、図-1に示すが、黒色片岩は、石英片岩、緑色片岩に比べて耐久性がかなり劣ることが判明した。その原因としては、当地点に分布する黒色片岩は、片理の発達が多わめて著るしいことがあげられる。また、緑色片岩は、石英片岩に比べ各試験結果が若干劣っているが、その原因としては、緑色片岩が緑泥石を含んでいるためと判断される。この結果、石英片岩と緑色片岩を、ロック材料として使用することにした。

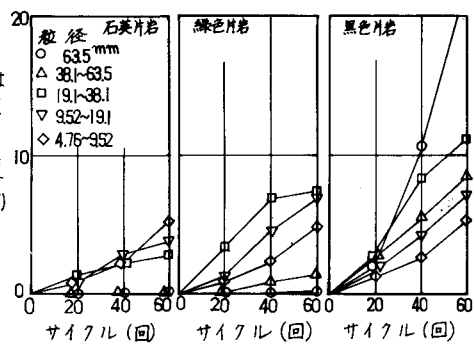


図-1 水浸乾燥試験のはくり度とサイクルの関係

(2) せん断強度試験結果

①. 石英片岩

石英片岩の内部摩擦角を求めるため、最大粒径 63.5mm の材料で、三軸圧縮試験(供試体; 直径 30cm×高さ 60cm)と一面せん断試験(供試体; 縦 1.5m×横 1.5m×高さ 0.8m)を実施した。その結果を図-2に示す。図-2は、粒度(4.76mm以下の含有率)をパラメーターとして、間隙比と内部摩擦角の関係を示したものであるが、4.76mm以下の含有率が20%の両者の試験結果を比較すると、三軸圧縮試験の方が一面せん断試験の結果より約2度大きくなり、従来報告されている結果と反対の傾向を示している。この原因としては、偏平な形状を有する岩片を締固めた場合、岩片は図-3に示すような配列とする傾向があり、三軸試験の場合がせん断方向の粒子のすみ合いが、より良い状態となるため、および、岩片のせん断強度が、片理面方向で最も低くなるためと考えられる。また、材料の粒度と一面せん断試験による内部摩擦角の関係を図-4に示す。これから明らかなように、4.76mm以下の含有率が増加するのに伴い、内部摩擦角は低下する。

②. 緑色片岩

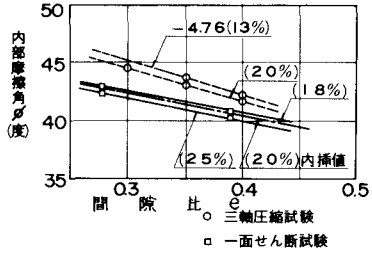


図-2 間隙比と内部摩擦角

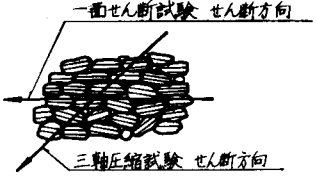


図-3 締固め材料の粒子配列および試験方法別せん断方向模式図

緑色片岩は、新鮮な材料から風化の進んだものまで幅広く分布している。風化の程度を吸水率で示し、強度との関係を図-6に示す。これから明らかなように、風化が進み吸水率が大きくなるにつれ、せん断強度は低下している。ロック材料としては、吸水率1%以下の新鮮な材料を使用することとしてせん断強度試験を行なった結果、石英片岩と同等以上の強度を示すことが判明した。図-6。

3. 設計値および使用方法の決定

以上の試験結果をもとに、ロック材料の設計内部摩擦角は次のように定める。まず、当ダムは強震地域に属するため、ダムの安定性を水平震度0.15の地震力を考慮して検討すると安全率は堤体法面の表層すべりの方が堤体内部を通る円弧すべりよりも小さくなる。ここで、表層すべりの応力状態は、三軸圧縮状態より一面せん断状態に近いことから、設計値の決定に当っては、小さな内部摩擦角を示す一面せん断試験値を採用することにした。つぎに、石英片岩については、高い内部摩擦角を要求されるものと、低い内部摩擦角でよいものに級別するため、図-4に示す4.76mm以下の含有率に着目して、15%以下と25%以下の2種類に分けた。ここに、間隙比については、現場転圧試験の結果容易に締固めが可能な0.36をとる。この値を図-4に内挿することにより、内部摩擦角42度と41度が得られる。これに対し1ないし2度の余裕を見込んで、設計値をそれぞれ44度と39度に決定した。また、緑色片岩は、せん断試験の結果では、石英片岩と同等以上の値を示しているが、耐久性については石英片岩より若干劣ることを考慮し、設計値を39度とした。さらに、実際のダム盛立においては、最大粒径が室内試験に使用する材料より大きくなるので、その影響を調べうために4.76mm以下の含有率を一定として最大粒径を変化させ、最大粒径と内部摩擦角の関係を求めた。その結果を図-7に示すが、最大粒径の増大に伴い内部摩擦角は大きくなっている。したがって、盛立時には4.76mm以下の含有率および間隙比を所定の値に管理すれば、設計強度は十分確保できる。

一方、ロック材料のゾーニングを図-8に示すが、ここで、R-1,2ゾーンには、最もせん断強度があり、しかも、耐久性のある4.76mm以下の含有率が15%以下の石英片岩を、また、R-3,4ゾーンは、耐久性のある4.76mm以下の含有率が25%以下の石英片岩を使用する。R-5ゾーンは、気象面での風化作用を最も受けない点を考慮し、石英片岩のみならず緑色片岩も使用することにした。

4. あとがき

一連の試験の結果、当地点の結晶片岩は、強度特性に異方性が見られ、また、種類によっては耐久性に問題があった。したがって、その特性を十分に把握して、設計値および使用方法の決定を行なった。

参考文献

1)片岡哲也、安田正幸、池見元宣、栗城孝雄、ロック材料の風化促進による粒径変化 第11回土質工学研究発表会

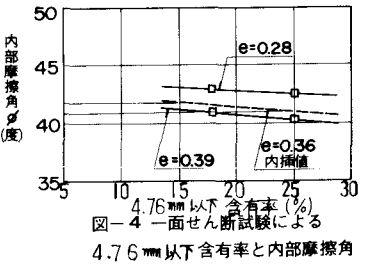


図-4 一面せん断試験による4.76mm以下含有率と内部摩擦角

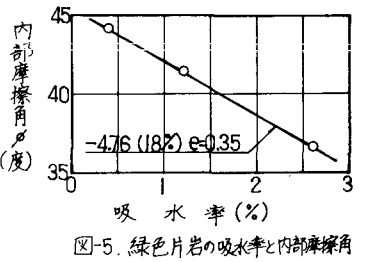


図-5 緑色片岩の吸水率と内部摩擦角

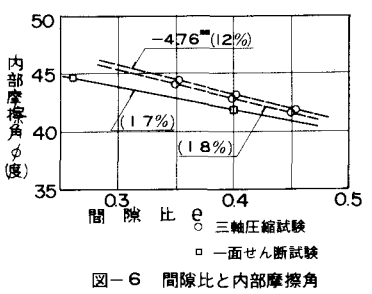


図-6 間隙比と内部摩擦角

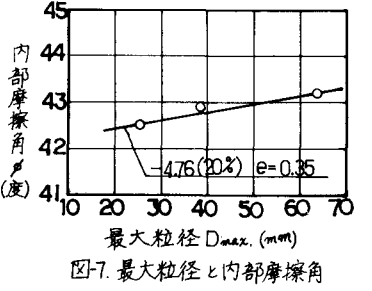


図-7 最大粒径と内部摩擦角

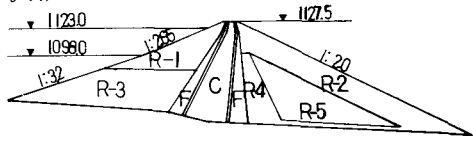


図-8 ダムゾーニング