

土質工学的に見た最近のロックフィルダムについて

四国電力K.K.建設部 井上芳樹

I. まえがき

近年になって発電水力用のダム形式は、コンクリート重力ダム、木口グラビティダム、アーチダム、ロックフィルダム等と多彩なものになっている。しかしロックフィルダムについては我国における建設の日も残く、今なお多くの問題点を内蔵したダム形式である。さらに、ダム地点の地質不良、ならびに築地北のため、その経済性をかわれて今後ますますロックフィルダムが建設される気運にある。以下に魚梁瀬ダムでの経験を基にして、2, 3土質工学的な問題について述べる。

II. ダムの概要

魚梁瀬発電所は奈半利川河口から約40 kmの地点にあるダム式発電所、ダムの高さ115 m、堤頂長205 m、堤体積2,800,000 m³の鉤母衣ダムに次ぐ中央式水壁型ロックフィルダムである。ダム地点の地質は鉛直に近い傾斜をもつ粘板岩で極く局部的に薄い層状に砂岩を挟有している。又その表面はかなり風化し非常にろくになっている。このようなことがこの地点にフィルタイプダムを採用した主因になっている。盛立材料は、しべ水壁材料については下流側約1 kmの郷谷の両岸より230,000 m³及び約0.9 kmの釈迦丁生より120,000 m³計350,000 m³を採取した。その材質は地山表面に薄く分布している崖錐とか、地表付近で褶曲した砂岩及び頁岩の風化岩であった。頁岩又は粘板岩の風化は花崗岩のそれとは異なり、粒を構成する鉱物が風化するのではなく粒の表面から風化が進むため花崗岩のゴット砂利、砂、シルト等適度に混入した材料とはならず中間の砂分が不足するようであるが試験の結果しべ水壁材料としては適当であることが利用した。ロック材料は上流側約1 kmの明善谷でほとんどが採取されたが施工の関係で排水口、取水口等の強制岩を堤体の一部として使用した。地山の地質は大部分理花粘板岩および粘板岩で上部部分に一部砂岩を挟有しているがこの砂岩はつめてリッグラブに使用するよう施工計画を立てた。フィルター材料はロック材料採取時、粘板岩の性質上、細粒化し易く、且試験の結果粘板岩はシーパスフートローラ(20 t)にて転圧すれば破碎されて、充分使用に耐えることが利用したので、ロック材料採取地点で採取することにした。

III. 材料試験

1. コア材料

一般的物理試験はJIS規格で行なったが、実国の試験は骨材の最大粒径を15 mmとしてJIS規格で行なった。これは図-1の材料の粒度分布からわかるように4.75 mm以上の材料を多く含む粗い材料であり、試験をできるだけ自然の粒度に近づけることと、還潤上の試験調整作業を容易にするためである。更に粒径15 mm以上の粗粒を合計全体材料に近い性質を調べるために大型試験器を使用して試験を行なった。透水試験はこの実国の試験を行なった供試体の非圧密時について、変水位方式によって行なった。三軸試験は最大側圧12 器とした。試験は非排水圧密時の圧密量および間隙圧

を測定し、続いてせん断試験を行なった。これによりせん断直時における圧縮量、間隙圧の発生量ならびにせん断隙を得た。比重については粒径15mm以下の試料とそれ以上の試料について測定した。粒径15mm以下の試料の比重は各地点またはほぼ同じであるが、粒径15mm以上の試料については郷友材料は秋田材料よりも平均で0.7高い値ととなっている。自然含水比は粒径15mm以下の試料については10～27%の範囲にあり、郷友材料は秋田材料よりも平均でも高く粒径15mm以上の試料については秋田材料は郷友材料に比べて5%高い値を示している。自然含水比と最適含水比を比較すると郷友材料は平均値で乾燥側にあり、秋田材料は湿潤側にある。アーターベルグ試験結果の範囲を塑性図から求めると、郷友、秋田材料ともC.L.に属する。自然粒度としては郷友材料は大半G.C.に属するが粗粒材料の混入程度によってはG.W～G.C.又はG.P～G.C.となる。秋田材料はほとんどG.C.に属している。代表的な試料の奥田め試験、透水試験、および間隙水圧の測定結果を図-2に示す。郷友材料の最大乾燥密度は秋田材料に比べて粒径40mm以下の試料については0.3%高く、最適含水比については3%低くなっている。粒径15mm以下の試料についてもほぼ同様な傾向がみられるが、郷友材料の方が影響が大きいがこれは15mm以上の粗粒材の影響と考えられる。透水係数は各地点とも、各試料についてほぼ等しい値を示しその最低値は実最適含水比より約1%湿潤側に生じ粒径15mm以下の試料では 4.0×10^{-7} cm/s、粒径15mm以下の試料では $3 \sim 5 \times 10^{-7}$ cm/sである。透水試験は非圧密時の値である。間隙水圧は非排水圧密時におけるもので各材料は最適含水比の近くで急激に変化し、最適含水比より湿潤側では小さな値となり乾燥側では小さな値となる。間隙水圧は最適含水比より湿潤側2%とは載荷量(全応力)の約50%が、湿潤側3%で約95%と高くなっている。しかしこの数値は粒径が15mm以下の場合なので粒径が15mm以上の材料を40～50%含むことによって全体材料としての間隙水圧の発生率は減少するものと思われる。又実際には時間の経過と共に間隙水圧は減少するものであり、実際間隙水圧計の結果はかなり小さな値となっている。従来コア材料として、不透水性材料ををがすのに苦勞していたがそれはコア材料としての適性範囲が今より粘性質にわたったものとして考えられていたからである。現在ではコア材料の適正範囲がすくなく拡大されほとんどの材料がコア材料として使用できることが明らかにされている。

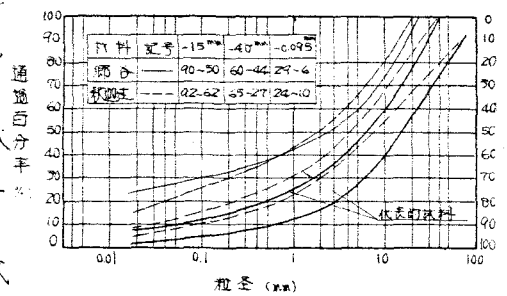
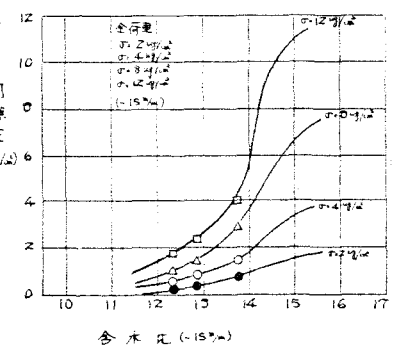
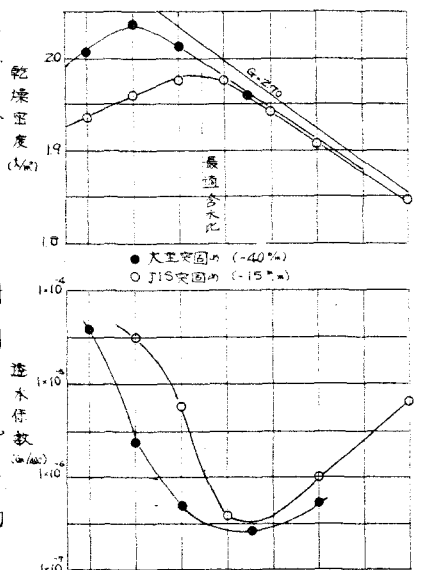


図-1 粒度分布曲線

図-2 郷谷地区



含水比 (-15%)

図-2

2. フィルター材料

フィルター材料の美國の試験、透水試験結果を表-1に試料の粒度分布を圖-3に示す。粒度試験の結果粒径 0.074mm 以下の通過量は3%以下で上の統一分類法ではG.W.となる。透水試験は粒径 40mm 以下の材料について大型美國の試験を行ないその後透水して測定した。 40mm 以下の土質材料の最適含水比での透水係数は $5\sim 8 \times 10^{-3}\text{cm/sec}$ なので、フィルター材料用試料との透水係数は約3000倍である。フィルター材料の野外破砕試験に使用した試料の粒度分布曲線および篩図めによる粒度分布の変化を圖-4に示す。篩図めは試料を $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ の枠内に厚さ 15cm , 20cm , 30cm の3種にまき出しランマーによる篩図の量を種々に受え篩圧前と篩圧後の粒土変化を調らべた。その結果 15cm の混合が最も優れて砕砕効果が現れ、 20cm , 30cm ではほぼ同じ効果しか生じないことがわかった。

3. ロック材料

ロック材料は粘板岩を主とする板状の比較的細かい名目の代表的な資料についてフルイ分試験(ⅠS)比重試験(ⅠS)および美國の試験せん断試験を行なった。せん断試験は表-2に示す大型一面せん断試験器を用いて行なった。せん断試験に使用した試料の粒度分布曲線を圖-5に示す。試料の最大粒径は 200mm で粘板岩の形状は扁平度 $0.4\sim 0.6$ 扁平度 $1.4\sim 1.8$ であった。試験方法は土質試験の一面せん断と原理的に同じで垂直荷重としてコンクリートブロックを載荷し、せん断速度 2mm/sec でせん断を行なった。

IV. 結び

以上主として材料試験関係について述べたが、設計施工面にも土質工学的に色々と問題となる点が多く今後の解明が望まれるしだいである。

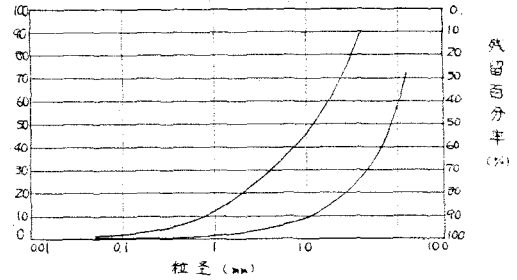


圖-3 フィルター材料

状態	含水比 (%)	乾燥密度 (t/m^3)	透水係数 (cm/sec)
I	2~4	2.0~1.8	$1 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-3}$
II	4~7	2.0~1.9	$1 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-3}$

表-1

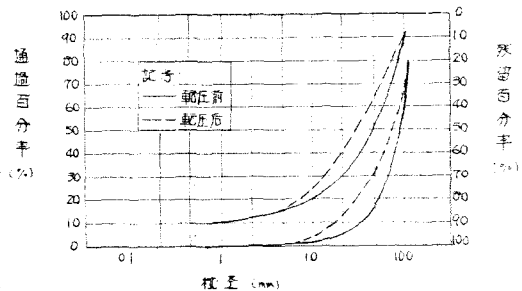


圖-4 粒度分布曲線

名称	適要
剪断箱	寸法 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m} \times 0.6\text{m}$ 自重 1.4t
ジャッキ	最大圧 25t 最大ストローク $7/20\text{mm}$ 2台

表-2

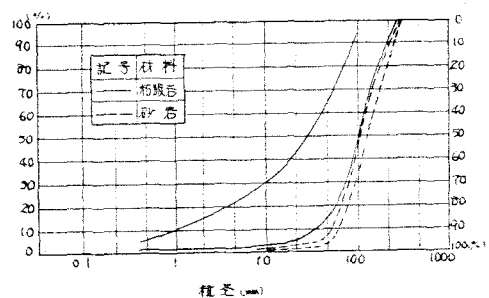


圖-5 粒度分布曲線