

九州電力(株)総合研究所 正会員 赤司六哉

〇高田 真

西日本技術開発(株)

相場 明

1. まえがき

最近の純揚水式発電所地点は、できるだけ短い水路で高落差(500^m程度)を得ようとするため、必然的に高標高の山地が選定されることが多くなる。このため地質条件、気象条件が厳しい場所になることが多い。九州電力でも、A揚水発電所を計画中で、その上部ダムダムの標高は800^m近くで、昼と夜の温度変化が急激であり、しかも冬季には氷点下になることも珍しくなく。筆者らは、このダムのロック材料の緑色片岩・CH級と、玄海産の碎石(玄武岩・B級)を用いて、凍結融解試験や大型三軸試験を行ない、ロック材粒子の破碎やせん断強度の低下などを調べたのでここに報告する。

表-1 比重および吸水率

均一粒度 (mm)	緑色片岩(CH級)			玄武岩(B級)		
	表見重量	乾燥重量	吸水率(%)	表見重量	乾燥重量	吸水率(%)
63.5~50.8	2.80	2.83	0.7	2.78	2.83	1.0
50.8~38.1	2.80	2.85	0.9	2.77	2.83	1.1
38.1~25.4	2.75	2.81	1.4	2.75	2.83	1.7
25.4~19.1	2.77	2.85	1.6	2.77	2.84	1.5
19.1~9.52	2.78	2.88	2.0	2.75	2.85	2.0
9.52~4.76	2.71	2.85	2.9	2.73	2.86	2.6

2. ロック材料の諸性質

表-1に今回使用した試料の岩種・物理的性質などを示す。

図-1に試験粒度曲線を示す。

3. 凍結融解試験の方法

試験法については既に報告したので紙面の都合上ここでは省略する。

4. 試験結果および考察

4.1 基本粒度の場合

図-2は、締固め圧25^{kgf}/cm²で静的に締固めた後、50サイクル、300サイクルの凍結融解試験を行ない、それぞれのサイクル数と破碎率との関係をとったものである。図から、300サイクルもの凍結融解作用を受けて、なお粒子の破碎は進行しており、粒子の劣化は長期にわたっていくものと考えられる。図-3は、初期間ケキ比 E_0 と内部摩擦角 ϕ との関係と直線であらわしてみた。この図では、ロック材料の状態がa, b, cとなるにしたがって内部摩擦角が低下している。また図には自然粒度、自然含水比(d試料)の状態のものも示した。このd試料も凍結融解後の内部摩擦角の低下が十分予想される。図-4に、ヒズミが1%時の持線から求めた変形係数と初期間ケキ比の関係と凍結融解後のものについてプロットした。ここでは、凍結融解作用を受けたグループの変形係数の低下が比較的明瞭にあうわれている。よって気象作用の厳しい地点にダムを建設する場合は、凍結融解作用によるロック材の劣化(ϕ , Eなど)に対して十分考慮を払う必要がある。

4.2 均一粒度の場合

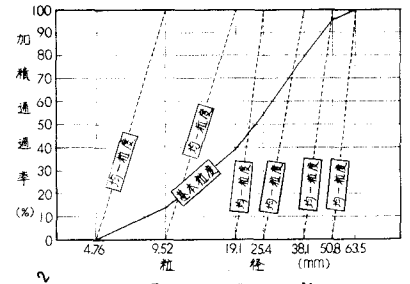


図-1 粒度曲線

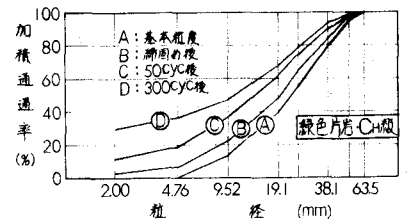


図-2 試験後の粒度曲線

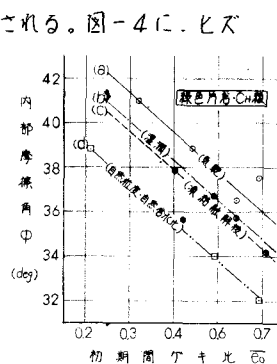


図-3 試験別内部摩擦角

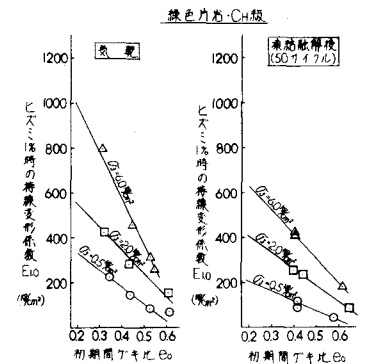


図-4 試験別変形係数

図-5は締固め後と締固めて凍結融解を行なったもの、締固めなしで凍結融解を行なったもののそれぞれの粒度曲線である。それぞれ記号の(I),(II),(III)で示す。C_H級の緑色片岩についてみると(II)と(III)では、均一粒度の大きい場合は粒子破碎は(II)の方が(III)より大きい、均一粒度が小さい場合は(II)と(III)はほとんど等しくなる。また(I)と(III)では均一粒度の大きい場合は(I)の方が(III)より大きい、それが小さい場合は逆になる。これらの結果からC_H級の緑色片岩では粒径が大きい場合は締固めによる粒子破碎の全破碎量に対する割合が大きい、粒径が小さくすると凍結融解による粒子破碎の影響が大きくなることがわかる。B級の玄武岩についても全体的には破碎は非常に少ないが同様な傾向を示す。粒子破碎についていえば締固めによるものと凍結融解によるものとはその破壊機構が異なることが予想され、それぞれ粒子割裂と表面ハズレとに分けられるようである。図-6は、均一粒度に対する破碎率と2mm通過率との関係をあらわしたものである。図-6-(b)の2mm通過率でみると、C_H級緑色片岩およびB級玄武岩は共に25.4~19.1mmより小さくなると、粒子破碎率が大きくなる傾向にある。また、図-6-(a)の破碎率でみると、それぞれの値は違うがC_H級緑色片岩とB級玄武岩は共に(III)の場合の破碎は小さい粒径で大きく、大きな粒径では小さい傾向を示す。(II)の場合では逆の傾向にある。図-5で述べたことがより明確に示されている。図-7は、均一粒度の50.8~38.1mmと38.1~25.4mmの玄武岩による試験前後の各粒径区分形状分布を示したものであるが、試験前に比較すると、小さな粒径にしたがって板状、塊状が減少し、葉状がかなり増大する傾向にある。

5. むすび

ロツク材料の凍結融解および三軸圧縮試験結果について主に粒子破碎の観点から整理したがさらに実験を重ねて粒子破碎の機構を明らかにしていきたい。(参考文献)

1) 赤司他 (1976) ロツク材料の凍結融解試験による破碎について、土木学会西部支部研究発表会

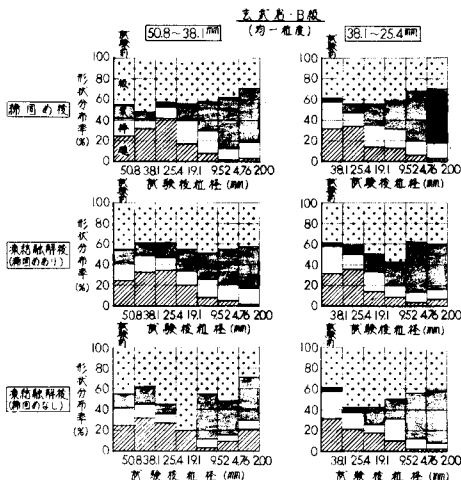


図-7 試験前後の各粒径区分形状分布

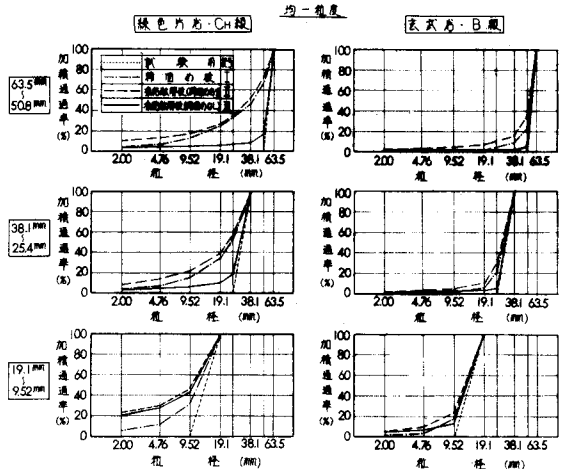


図-5 締固め後および凍結融解後の粒度曲線

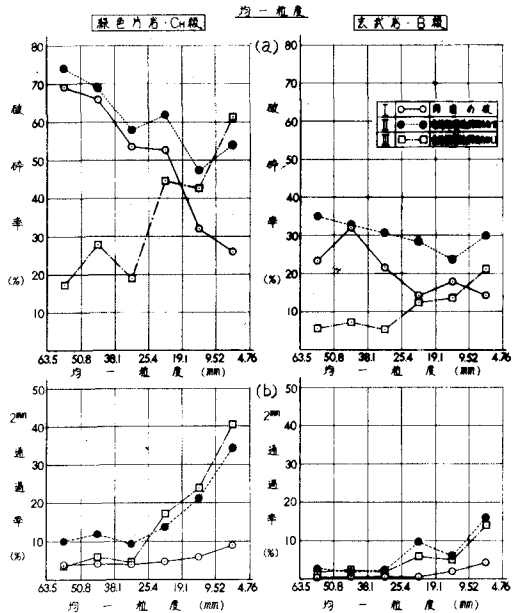


図-6 均一粒度による破碎率および2mm通過率