

未溶結阿蘇溶岩のグラウチングについて

建設省 土木研究所 柴田 功
建設省九州地方建設局 ○ 田原正清
建設省九州地方建設局 三浦三郎

1. ま え が き

阿蘇火山の噴出に伴う溶結凝灰岩(阿蘇溶岩)は、北部九州一帯を広く覆っている。その大部分は2~3層からなり、各層の境界には、軽石層、砂礫層、軟質な凝灰岩層などのいわゆるはさみ層が存在している。これらのものが存在することによって、他の一般的なダムサイトにくらべ岩盤の強度、透水性など不明確な点が多く、ダム計画上の問題点となっている。そこで、主として、はさみ層の軽石質凝灰岩に対して、大野川流域のダム予定地で行なったグラウチングテストについて述べるとともに、各地域に共通するこれら諸問題解決の一助としたい。(図-1)

2. 地形地質の概要

このダム予定地(試験地)は、大分県大野川左支川平井川にあって、標高200m程度の低い丘陵が連っており、上部は平地化したものが多いが、河川に沿って阿蘇溶岩に特有な崖がみられる。

左岸では問題がないが、右岸側は本川の大野川との距離が比較的小さい。すなわち尾根の薄い地形が数軒にわたって続いており、後で述べる地質上の大きな問題がある。(図-2)

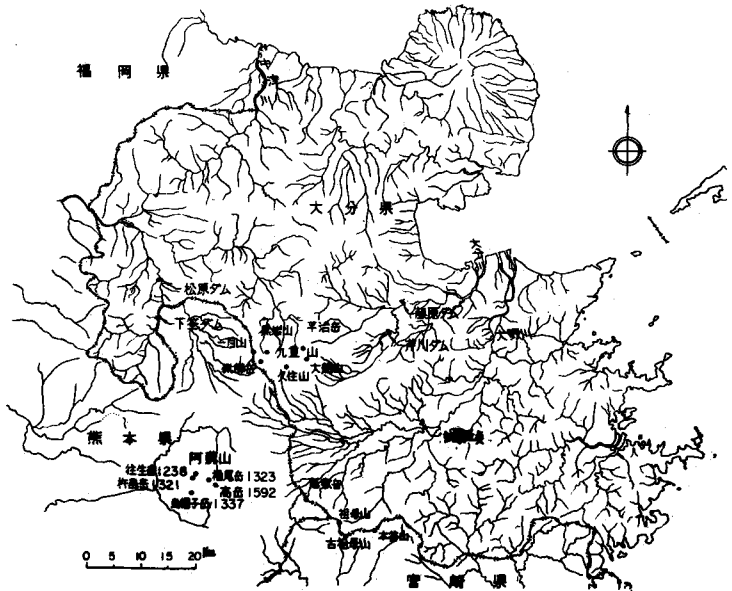


図-1 試験地位置図

ダムサイト付近の基盤は、白亜系に属する大野層群と呼ばれる砂岩・頁岩の互層である。その上に顕著な噴出は3回とみられる阿蘇溶結凝灰岩が不整合にのっている。上位のものから概要を示すと次のようである。

① 溶結凝灰岩 (Wzfa)

軽石および黒斑石を含む溶結度の比較的低い黒灰色の阿蘇溶岩である。グラウチングテスト用横坑はこの中に掘った。そんなに多くはないが縦亀裂がある。

② 軽石質凝灰岩 (Pu3)

火山灰や軽石が運搬されてきて堆積したものである。

典型的な層序は上から砂質ローム、軽石層、

ローム、砂礫となっている。周辺にはこれが形成する鉛直な崖がみられるが、深さ30～50cmのパイピングホールが並んでいるところ

があつて、比重が小さいという透水性の大きいことが予想される。そしてこの層が右岸尾根のダム満水面のやや下に位置しており、薄い尾根の中にあるためその止水がダム築造上の最大の難問となる。

③ 溶結凝灰岩 (Wzf2)

Wzf3と同様の鉱物組成であるが、溶結度は低い。上部と下部には薄い未溶結層がある。

④ 軽石質凝灰岩 (Pu2)

Pu3とほとんど同じ性質のもので、上部から砂質ローム、軽石層、ローム、軽石層、ローム、砂礫となっている。砂礫を埋めているロームは、いく分固結しており崩壊はほとんどない。尾根の厚みはPu3よりだいぶ大きくなるが、貯水池底部に位置し水頭も大きくなるので止水はやはり難しい問題となる。

⑤ 溶結凝灰岩 (Wzf1)

黒曜石のレンズを含むガラス質の灰色な阿蘇溶岩で亀裂がところどころにあり、その面は風化が進み粘土もみられる。

⑥ 軽石質凝灰岩 (Pu1)

Pu3、Pu2と同じであるが、貯水池の底に位置する。

⑦ 緑色凝灰岩 (Gn)

2～3cmの安山岩・砂岩・頁岩の礫を含む緑色凝灰岩で、固結度は低いが亀裂はほとんど認められない。

⑧ 砂岩質互層 (Ss)

これまでにあげた阿蘇溶岩の下に基盤で、表層の風化は著しい。

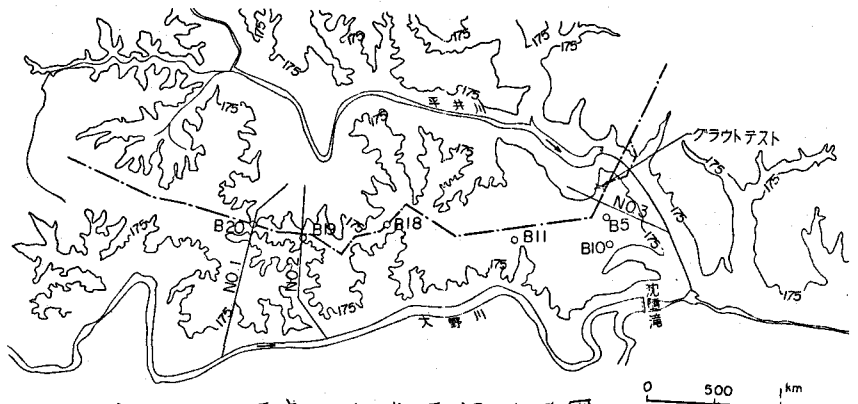


図-2 ダム予定地右岸尾根地形図

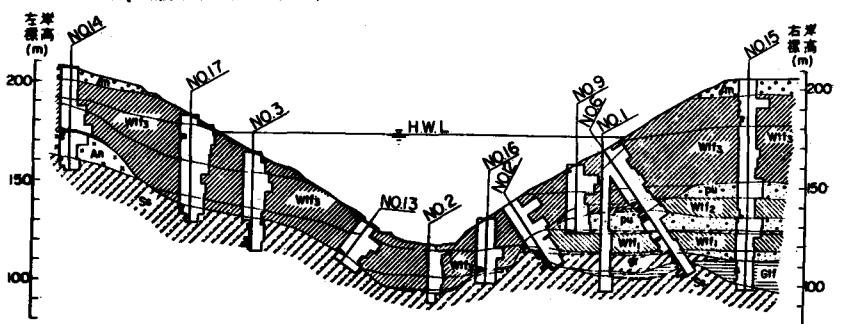


図-3 ダム予定地地質断面図

3. グラウティングテスト

(1) 試験位置

ダムサイト付近の軽石質凝灰岩および、未締結な阿蘇岩の止水効果を目的としたテストであるので、図-4に示すように最上層の Pu_3 に対する注入が十分に行なえ、かつ、その直上の Wt_3 をよく固められるように10m離れた位置からボーリング・注入を行なうことにし、標高165mに作業坑を設けた。このサイトでは、標高210m付近が地表であって、約50mのかぶりをもつてグラウティングできるので地表の浮きエリによるトラブルを避けることが出来た。

(2) 方法

孔配置は、図-5に示すパターンとし、パターンIでは比較的低压 ($8 \sim 15 \text{ kg/cm}^2$) の注入、パターンIIでは高压注入 ($20 \sim 35 \text{ kg/cm}^2$) を行なうことにし、それぞれ1次孔、2次孔、3次孔の順にステージグラウティングによって施工した。

未締結岩は脆弱なので、パンカーは各ステージ下層付近のボーリング孔をリーミングして拡孔し、セメント注入後硬化を待ち、リ・ボーリングしてその部分にピントした。

材料は、 Wt_3 には高炉セメントB種を、 Pu についてはコロイドセメントを使用した。

直接注入用のグラウトポンプは、吐出量調整型 (ヤマト HFW-2A) を用い、 Pu に対しては、 $W/C = 10$ の配合から注入を開始し、一定の基準で濃いものに切替えた。

(3) 結果

a) 阿蘇岩 (Wt_3) に対する結果

最上層の Wt_3 では他の未締結層とは異なり、図-6のようにルジオン値が1次孔で20以上あったものが2次孔で半減し、更に3次孔では5程度まで低下しており効果が顕著である。しかし、これ以下のルジオン値にするには相当な高压注入を要し、実際の工事のためには今後の研究を必要とする。

Pu_3 の下にある Wt_3 は未締結で、限界圧力は6 kg/cm^2 程度と推定される。パターンIの低压注入 (15 kg/cm^2) ではこの限界圧力より高いが、図-6にみられるように次数の上昇につれてセメント注入量が減少するにルジオン値は変化しない。しかし、パターンIIの高压注入ではセメント注入が多く、ルジオン値の減少の傾向がみられる。 Wt_3 はルジオン値が小さいので止水の問題は少ない。

b) 軽石質凝灰岩 (Pu) に対する結果

Pu_3 は、図-7にみられるように限界圧力が大きいものもあるが全体としては $2 \sim 3 \text{ kg/cm}^2$ ときわめ

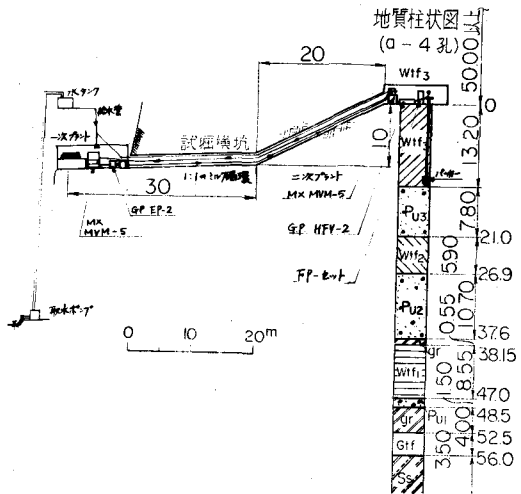


図-4 グラウトテスト位置断面図

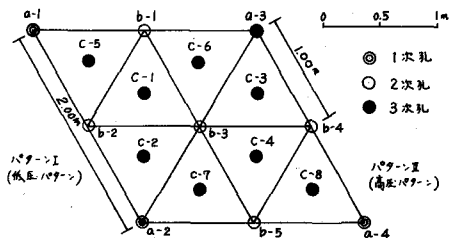


図-5 試験孔の配置図

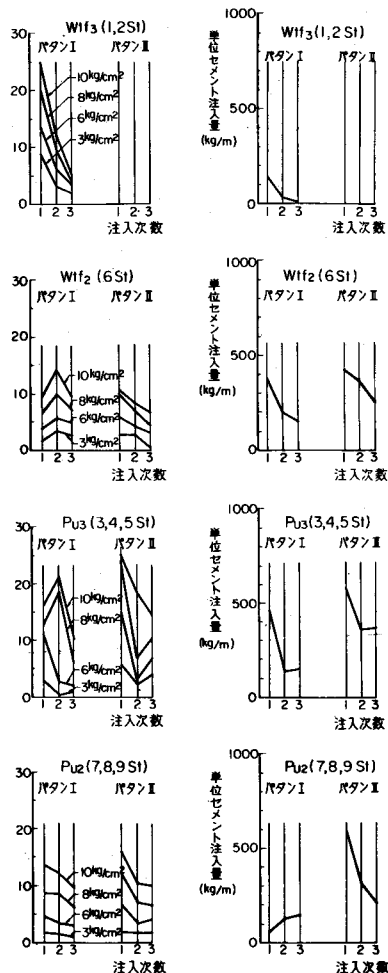


図-6 注入次数別の透水量及び
単位セメント注入量の変化図

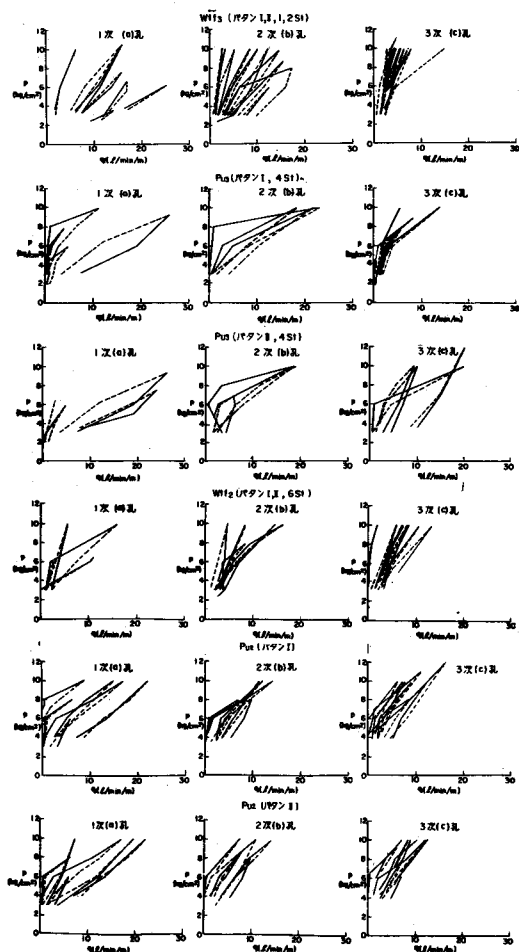


図-7 注入次数別のP~r曲線の変化図

て色い。注入次数別のP~r曲線の収斂性は、低圧注入のパターンIの方が良い。しかし、図-6にみられるように注入セメント量は高圧のパターンIIで2次孔、3次孔になつても400 kg/mと云う大きな値を示している。Pu2はPu3よりいく分水を速しにくいがほぼ同様の傾向を示す。これらからみることがざり高圧で注入するとセメントは多量に吸収されるが、ルジオン値が収斂しないことから地山を乱しているおそれもあり効果的なグラウティングの工法は、今後の研究をまたなければならぬ。

コアの観察では、セメントが良くくまわっているのがみられるが、薄い板状のものだけでなく、混ざり合つたようにゾーンとして入っているものが多くみられるのが興味深い現象である。

4 おすび

阿蘇熔岩のはさみ層については、グラウト効果としては、十分に所期の目的を得るに至らなかつたが、グラウト特性については種々のことがうかがひが判明した。今後の問題として、引き続き効果的の工法についての検討を兼ねてゆく所存である。

TEST GROUTING FOR LAYERS OF PUMICE FLOW AND SCORIA IN ASO LAVA

Isao SHIBATA

Public Works Research Institute
Ministry of Construction

Masakiyo TAHARA

Saburo MIURA

Regional Construction Bureau of
Kyushu District
Ministry of Construction

Wide area in Kyushu island is covered with the welded tuff so called Aso lava which has high permeability. Especially, the layers of pumice flow and scoria intercalated Aso lava is susceptible to piping by the underground water.

We researched the effect of grouting for these easily permeable layers. And following results were derived from the test grouting;

- 1) Under the low pressure grouting, grout takes were not so large, but p-q curves were converged very well.
- 2) It was planned not to lift the rock mass by high pressure injection. In this case, the results were reverse to before.

We have to study next which pressure should be adopted in actual grouting.