

(35) フィル堤体の盛土に伴う基礎岩盤の変形と透水性の変化(その4)

建設省土木研究所 正会員 ○松 本 徳 久
建設省土木研究所 正会員 山 口 嘉 一

1. はじめに

フィル堤体の盛土に伴い基礎岩盤が圧縮され、その結果基礎の透水性が改善されるものとする。筆者らは、既に数か所のダムサイトにおける実測により、この考えが正しいことを実証している。^{1)~3)} 一方、近年、ダム基礎の最も一般的な浸透流制御方法であるグラウチングによる透水性の改善が困難な微細亀裂を有する岩盤や砂礫地盤にもダム、特にフィルダム建設の必要性が高まってきている。このような地盤に対しても、フィル堤体盛土に伴う透水性改善を利用すれば、グラウチングによる透水性改善も十分可能になるのではないかと考える。ただ、そのためにはデータの蓄積が必要である。よって、今回も主に新第三紀の安山岩により基礎岩盤が構成されている〇ダムにおいてフィル堤体の盛土に伴う基礎岩盤の変形と透水性の変化の実測を実施したので、以下にその結果を報告する。さらに、フィル堤体の盛土に伴う透水性の改善を利用したグラウチング計画についても簡単に触れることにする。

2. ダムサイトの地質概要と実測概要

今回実測を実施した〇ダムは、中部地方に建設中(1987年2月現在)の堤高63m、堤体積193万 m^3 の中央コア型のロックフィルダムである。ダム基礎は、新第三紀の安山岩、凝灰角礫岩および凝灰岩で構成されており、大小かなりの数の断層を有している(図-1参照)。このような地質条件のなかで、今回は、河床部の安山岩部に岩盤変位計、土圧計、透水試験孔を設置して、フィル堤体盛土に伴う基礎岩盤の変形、透水性の変化および載荷土圧の実測を行った(図-2参照)。安山岩は存在する位置によりかなりその様相が異なるが、実測を実施した河床部の安山岩は新鮮で比較的堅硬であり、岩級区分で $C_M \sim B$ 級の岩盤である。

なお、実測時期は、ブランケットグラウチング施工後でカーテングラウチング施工前である。

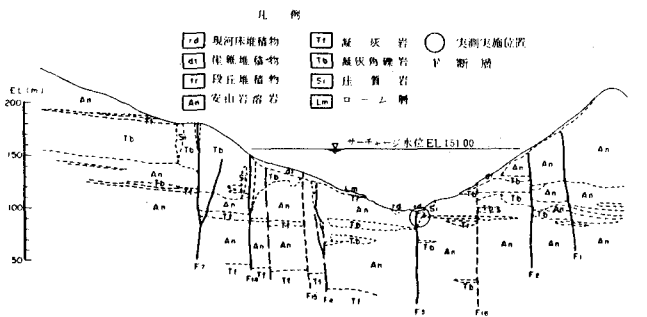


図-1 ダム軸地質断面図

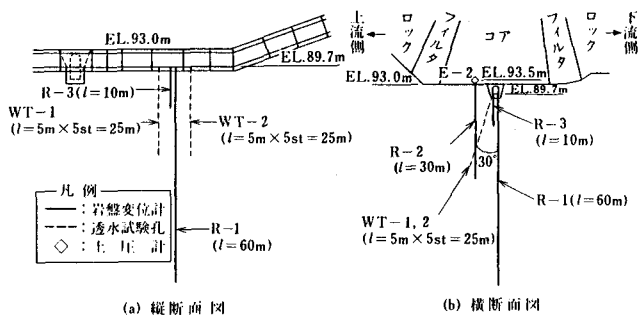


図-2 実測実施位置詳細図

3. 実測結果

3.1 盛土高と岩盤変位および土圧

岩盤変位および土圧の経時変化を図-3に、盛土高と土圧の関係を図-4に、また土圧と岩盤変位を岩盤変位計の初期ロードで除して求めた岩盤ひずみの関係を図-5に示す。これらの図から以下のことがいえる。

- ① 盛土高と岩盤変位および土圧はかなり良い対応を示している。また、長期盛立休止時期における岩盤変位および土圧の大きな変化は認められない。

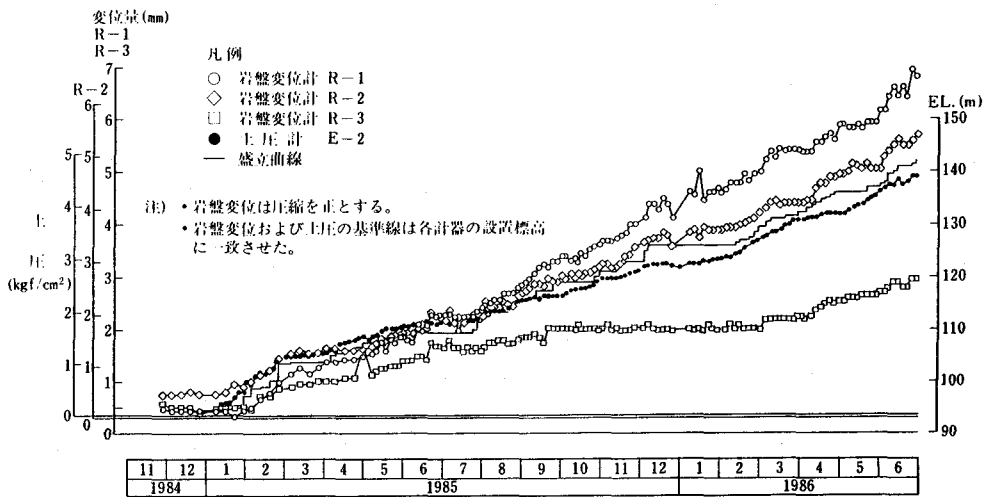


図-3 岩盤変位および土圧の経時変化

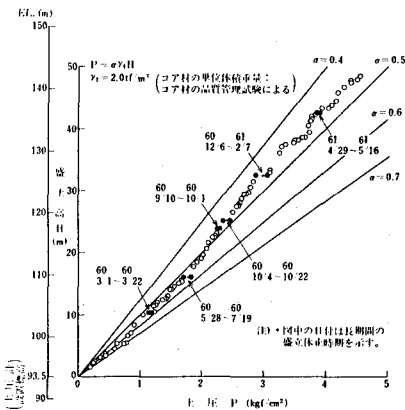


図-4 盛土高と土圧の関係

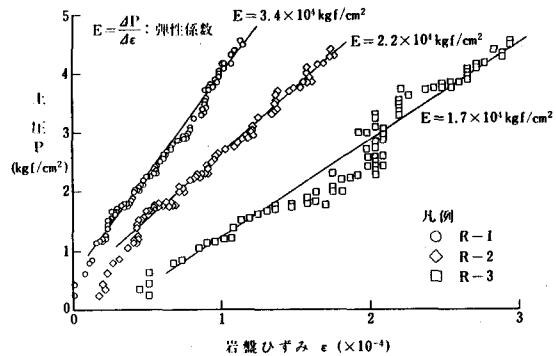


図-5 土圧と岩盤ひずみの関係

- ② 各岩盤変位計で実測された岩盤変位量は、 $R-1 > R-2 > R-3$ とロッド長が長いものほど大きい。
- ③ 盛土高と土圧は、全般的に良好な直線関係にあるが、細かくみると、盛立初期には $\alpha \approx 0.6 \sim 0.7$ の関係にあったものが、盛立が進むにつれて α の値が小さくなり、盛土高が 30m 以上になると $\alpha \approx 0.45$ の関係に落ち付いてくる（図-4 参照）。これは、フィル堤体盛土がピラミッド型をしていることにより発生する側方流動や、谷地形によるアーチング作用等による土圧減少と考えられる。ただ、初期的に $\alpha \approx 1.0$ となっていない原因はよくわからない。
- ④ 土圧と岩盤ひずみの関係における直線部の勾配から求めた岩盤の弾性係数は、 $R-1 > R-2 > R-3$ とロッド長が長いほど大きい。つまり、岩盤の弾性係数が地表面からの深さが深くなるほど大きいということである。これは、前回の岩力シンボ³⁾ で発表した S ダムの実測結果と同様の傾向である。

3.2 盛土高と透水性の変化

盛土高と基礎岩盤のルジオン値の関係を図-6 に、また、穿孔時のルジオン値と盛土高 48m 時のルジオン値の比をステージごとにまとめたものを図-7 に示す。これらの図から以下のことがいえる。

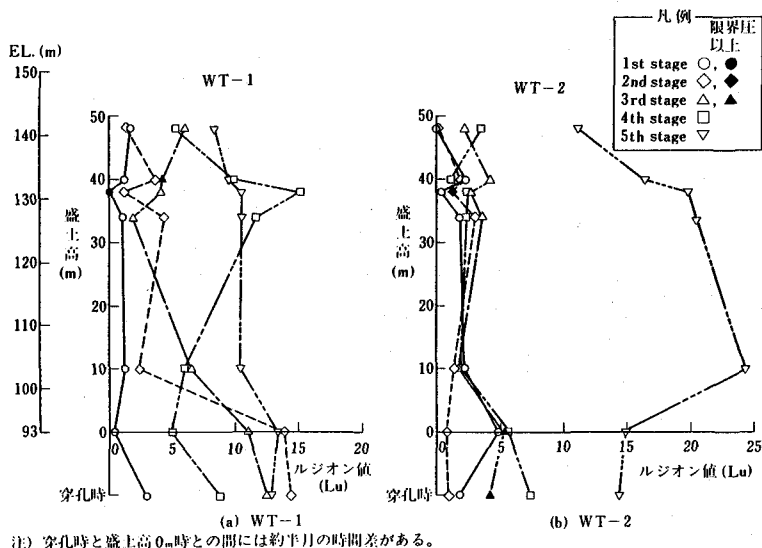


図-6 盛土高とルジオン値の関係

穿孔時のルジオン値と盛土高48m時のルジオン値を比較すると、わずかではあるが後者の方が小さく、堤体盛土に伴い基礎岩盤の透水性が改善されていることがわかる。また、細かくみると、浅いステージの透水性の改善は深いステージのそれよりも大きいことがわかる。ただし、改善効果は他ダムでのそれに比べるとかなり小さい。^{1)~3)}これは、〇ダムの基礎岩盤が他ダムのそれに比べてかなり硬いこと、初期の透水性がそれほど大きくないこと等によると考える。

3.3 岩盤変位と透水性の変化

実測結果より、堤体盛土に伴い基礎岩盤は圧縮され、その結果基礎の透水性がある程度改善されることが判明した。そこでここでは、透水性の改善効果が大き

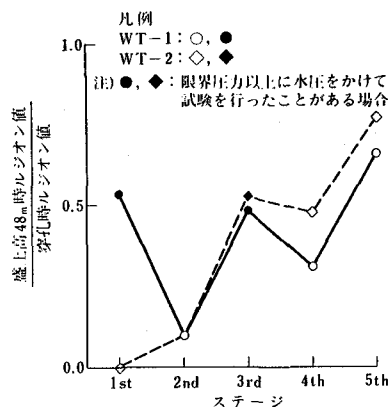


図-7 穿孔時ルジオン値と盛土高48m時のルジオン値の比

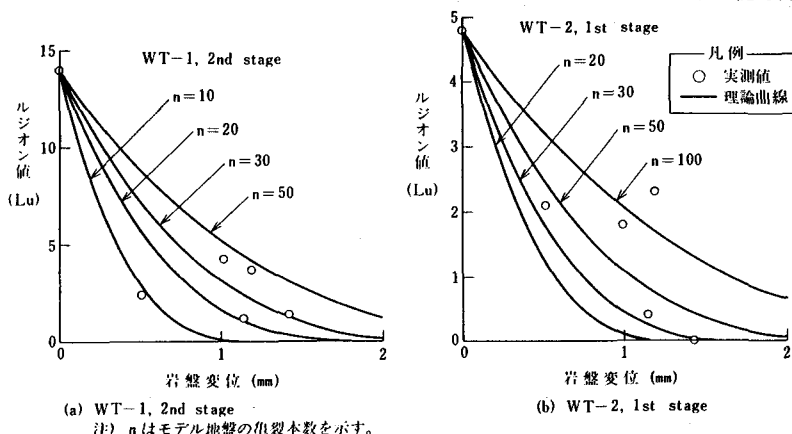


図-8 岩盤変位と透水性の変化の関係

く、かつ限界圧力以上の水圧をかけて透水試験を行っていないWT-1の第2ステージとWT-2の第1ステージでの試験結果とR-1で測定した岩盤変位との関係を定量的に把握することを試みた。その結果を図-8に示す。なお、図-8を描く際、岩盤ひずみの深さ方向分布は一定とし、透水試験孔の鉛直方向からの傾きは無視した。さらに、図-8には、前回シンポでも紹介した等幅・一様な亀裂をもつ地盤モデル^{3),4)}を用いて求めた理論解も示してある。この図をみると、ややばらつきがあるものの、1ステージ(5m)あたり30~50本の等幅・一様な亀裂をもつモデルの理論解により実測値の傾向をある程度予測できることがわかる。また、図-6から求まる透水試験孔周辺の C_M 級岩盤の亀裂密度が6~10本/mとなり、Oダム事務所の岩級区分基準(表-1参照)と良く一致している。

表-1 Oダムの岩級区分基準抜粋

岩 級 区 分	亀裂密度 (本/m)
B	0 ~ 5
C_H	2 ~ 9
C_M	5 ~ 15
C_L	15 以上
D	15 以上

4. 堤体盛土に伴う透水性改善を考慮したグラウチング

3で示した実測および理論的検討結果より、フィル堤体の盛土に伴い基礎岩盤の透水性が改善され、その改善傾向は筆者らの提案したモデルを用いてある程度予測できることがわかった。そこで筆者らは、ダム基礎岩盤の状況を把握したうえで、フィル堤体の盛土に伴う基礎岩盤の透水性改善を考慮したグラウチング計画を立案することを推奨したい。この計画手法は、特に、通常最大粒径100 μ m程度のセメントを主材としたグラウチングによる透水性改善が困難な微細亀裂を有する岩盤や砂礫地盤の透水性改善に有効であると考える。なお、具体的な計画手法は参考文献5)を参照されたい。

5. おわりに

本論文をまとめると以下のとおりである。

- ① 主に安山岩で基礎が構成されているOダムでの実測結果からも、フィル堤体の盛土に伴い基礎岩盤の透水性がある程度改善されることがわかった。ただし、その改善効果は他ダムのそれよりも小さい。^{1)~3)}
- ② ①の透水性改善傾向を、筆者らの提案したモデル地盤を用いて求めた理論解によりある程度予測できることがわかった。
- ③ 通常最大粒径100 μ m程度のセメントを主材としたグラウチングによる透水性改善が困難な微細亀裂を有する岩盤や砂礫地盤の透水性改善にフィル堤体の盛土に伴う透水性改善効果を考慮することの有用性を指摘した。

今後は、今までに上述のような実測を実施したことがない砂礫層を基礎にもつダムサイトにおいて同様な実測を実施し、各種地盤におけるフィル堤体盛土による基礎の透水性改善傾向を総括する予定である。

最後に、現場計測にあたり、静岡県土木部河川課のOダム関係各位には並々ならぬ御協力を賜った。記して謝意を表する次第である。

<参考文献>

- 1) 松本徳久・池田 隆：フィル堤体の盛土に伴うアバットメントの変形と透水性の変化，第16回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，土木学会，pp. 300~304，1984年2月。
- 2) 松本徳久・山口嘉一：フィル堤体の盛土に伴うアバットメントの変形と透水性の変化—片岩の場合—，第17回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，土木学会，pp. 206~210，1985年2月。
- 3) 松本徳久・山口嘉一：フィル堤体の盛土に伴う基礎岩盤の変形と透水性の変化(その3)，第18回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，土木学会，pp. 376~380，1986年2月。
- 4) 松本徳久・山口嘉一：フィル堤体の盛土に伴う基礎岩盤の変形と透水性の変化，土木学会論文集，No.370，pp. 281~290，1986年6月。
- 5) 松本徳久・山口嘉一：ダム基礎軟岩の変形性と浸透流制御，土木技術資料，Vol.28，No.10，pp. 33~38，1986年10月。

(35) Deformation of Dam Foundation and Change of Permeability
due to Fill Placement in Embankment Dams (Part 4)

Norihisa MATSUMOTO
Yoshikazu YAMAGUCHI

Public Works Research Institute
Ministry of Construction

Summary

The fill placement works on the dam foundation as overburden loading. This loading would compress the foundation resulting in the decrease of permeability in the underground. From the above-mentioned viewpoint, the authors have revealed the quantitative relationship between the compressive strain and the decrease of permeability due to fill placement through in-situ measurements at three damsites. These results have been already reported at the 16th, the 17th and the 18th Symposia on Rock Mechanics of J.S.C.E. In order to accumulate these measured data, similar measurements were performed at 0 damsite mainly composed of Neogene andesite. The results measured at 0 damsite also illustrated the decrease of permeability due to fill placement. However, the decrease rates of permeability at 0 damsite is smaller than those of at the above-mentioned three damsites.

Moreover, taking the above-mentioned results into consideration, the authors proposed the effective designing method of grouting for dam foundations which are not groutable by cement (maximum grain size : approx. $100\mu\text{m}$) grouting, such as gravel foundations or weak rock foundations having fine joints or fissures.