

ダム基礎グラウチングの規定孔（3次孔）省略の可能性に関する一考察

中電技術コンサルタント(株) 正会員 佐々並敏明 正会員 ○山下雅彦
非会員 岡田洋志 非会員 森 真樹

1. はじめに

ダム基礎岩盤のグラウチングは、岩盤内に存在する亀裂にセメントミルクを注入し、岩盤の遮水性を改良する工事であり、所要の改良度が得られるまで順次孔間隔を狭める中央内挿法によって施工が行われている。中央内挿法とは、パイロット孔（以下、P次孔）、1次孔、2次孔、3次孔といった次数を設けて孔間隔を狭める方法で、最小孔間隔 1.5m（次数：P次孔～3次孔）の施工事例が多い（図-1）。しかし近年、複雑かつ多様化した地質条件下でダムが築造されるため、グラウチングの施工数量は増大する傾向にあり、安全性を確保しつつ経済性に配慮した合理的なグラウチング方法を確立することが急務となっている。

本論文は、Aダムにおけるカーテングラウチングの施工実績を基に分析を加え、中央内挿法における規定孔（3次孔）省略の可能性について考察したものである。

2. 解析データの概要

Aダムサイトは、新生代古第三紀の花崗岩・安山岩と安山岩質凝灰角礫岩から構成され、両岩とも堅固な岩盤（岩級区分的にはC_M級）が分布している。岩盤の透水性は、深度20m以浅に透水性の大きい箇所が部分的に見られるが、深度20m以深の透水性は比較的小さい。Aダムのカーテングラウチングは、P孔間隔12m、規定孔3次孔（最少孔間隔1.5m）の中央内挿法で施工されており、透水性の大きい箇所には追加孔と呼ばれる4次孔を部分的に施工し、所要の改良目標値である2Lu未満を達成している。グラウチングによる改良状況は、次数の進捗に伴い、平均・最大ルジオン値は減少する傾向を示しており、中央内挿法による段階的な改良効果が現れている（図-2）。また規定孔（P孔～3次孔）、追加孔（4次孔）を施工した結果、カーテングラウチングの改良目標値とされる2Lu未満に岩盤は改良されている。

3. 検討方法

Aダムは2次孔の段階で改良目標値2Lu未満に改良されているステージ（1ステージ：5m）が多数存在し、隣接する3次孔も同様の傾向であった。このため2次孔の改良度に合わせて3次孔を省略する「3次孔省略基準」を設定し、Aダムのグラウチング結果を基にシミュレーションを実施した。この基準に従えば、実際には全ステージを施工している3次孔を「施工が必要な部分」と「施工が不要な部分」に分けることができ、「施工が不要な部分」について、規定孔である3次孔の省略の可能性を検証することが可能である（表-1）。なお、3次孔を省略すると、省略しない場合に比べ孔間隔が広がる（1.5m→3.0m）ため、3次孔省略基準を厳しく設定し、現行と同程度の安全度を確保した（図-3）。

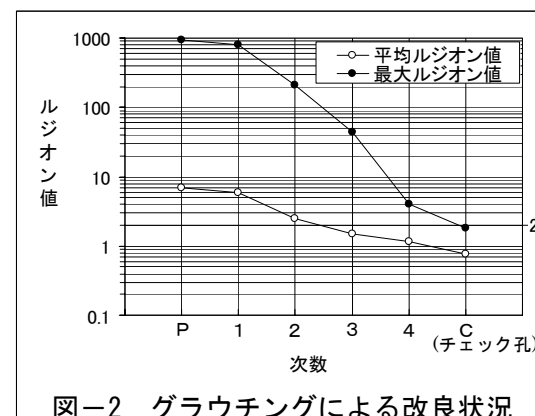
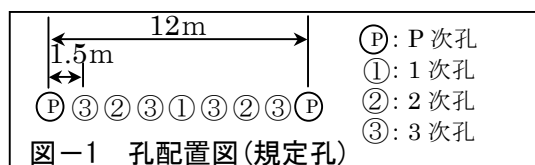
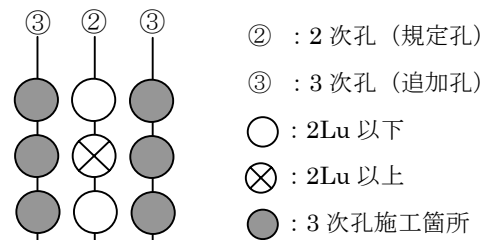


表-1 3次孔の必要性の検証

判断 結果	3次孔の施工		評価
	必要な部分	必要ない部分	
3次孔 施工結果	判断成功(A)	見逃し(C)	改良目標値 2Lu以上
	過大評価(B)	判断成功(D)	改良目標値 2Lu未満

2次孔で改良目標値(2Lu)を上回る部分が存在する場合は、当該孔の周辺全てに3次孔の施工を行う。なお、これに該当しない場合は3次孔の省略を行う。



キーワード 基礎処理、グラウチング、追加グラウチング

〒734-8510 広島市南区出汐2丁目3-30 中電技術コンサルタント(株) 河川部ダムグループ TEL082-256-3361

また、堤体着岩部付近は基礎岩盤の遮水性を確保する上で最も重要な部分であるため、堤体着岩部付近（2ステージ以下、st）以浅）とそれ以外（3st 以深）に分けて検討を行った。

4. 検討結果

全ステージ施工した規定孔 3 次孔の施工結果に、前述の 3 次孔省略基準を適用した場合の集計結果を図-4 に示す。図によれば、「3 次孔の施工は必要ない」と判断された部分は、全ステージの約 40%（ $(=27+396)/960$ ）程度であった。この「3 次孔の施工は必要ない」と判断された部分の内訳（図-5：左円グラフ）を見ると、93.6%（ $=396/(27+396)$ ）が改良目標値 2Lu 未満に改良されており、「3 次孔の施工は必要ない」という判断は適切であったといえる。一方、残り 6.4%（ $=27/(27+396)$ ）の部分は「3 次孔の施工は必要ない」と判断されたが、未だ改良目標値を達成していない部分で、いわば見逃し部分が存在することを意味する。

次に、前述の「3 次孔の施工は必要ない」と判断された中の見逃し部分のルジオン値に着目し、グラウチングの改良度を整理した（図-5：右棒グラフ）。全ステージの集計結果では、見逃し部分（2 Lu 以上）が全体の 6.4%存在したが、そのうち 4.3%は $2 \leq Lu < 3$ の部分が占め、3 Lu を超える部分はわずか 2%であった。この結果を非超過確率で見ると、現行の非超過確率基準値 15%以下を十分達成しているため、同程度の安全度が確保できていると判断できる。この傾向は 3st 以深で特に顕著であり、3st 以深で見逃し部分は 4.9%（そのうち 3.2%は $2 \leq Lu < 3$ ）しか存在しないため、「3 次孔の施工は必要ない」という判断は妥当であり、3st 以深の 371st（ $=353+18$ ）を省略できる可能性がある。反対に 2st 以浅は改良目標値に達していない部分が 17.3%存在するため、3st 以深に比べ見逃し箇所が多い結果となり、非超過確率的にも「3 次孔の施工は必要ない」という判断は適切でないといわれる。つまり 3st 以深は 3 次孔を省略することは可能であるが、2st 以浅では 3 次孔の省略は困難であるという結果となった。

5. まとめ

以上の検討結果より得られた結論は、次のとおりである。

- ①規定孔 3 次孔の施工結果に 3 次孔省略基準を適用すると、「3 次孔の施工は必要ない」と判断される部分は全ステージの約 40%存在する。そのうち 93.6%が改良目標値を達成しているものの、わずかに改良目標値を達成していない見逃し部分が存在する。
- ②見逃し部分の発生確率は 2st 以浅と 3st 以深で、顕著な差が見られ、堤体着岩部付近である 2st 以浅は 3 次孔の省略を行うことは困難であるが、3st 以深は 3 次孔を省略できる可能性がある。
- ③3st 以深で 3 次孔を省略できる可能性がある部分は 371st 存在し、全ステージの 38.6%（ $=371/960$ ）である。この 3 次孔省略基準が確立されれば、合理的でコスト縮減にも有効なグラウチング方法となり得る。

参考文献

- ・グラウチング技術指針・同解説（財）国土開発技術センター 1983 年 11 月
- ・カーテングラウチングの追加基準ならびに効果判定基準について ダム技術 Vo6-2 1988 年 SPRING

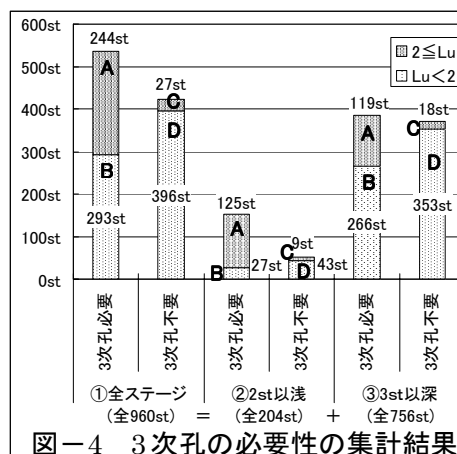


図-4 3次孔の必要性の集計結果

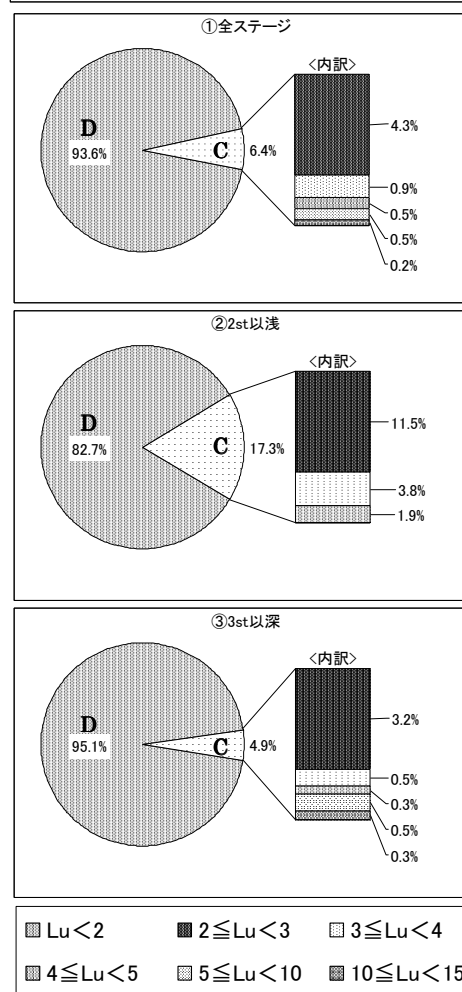


図-5 3次孔の不必要部分のルジオン値の分布