

VI-53

ダムグラウチングの定量的施工管理方法について

ケミカルグラウト 正会員 高橋 公則
鹿島建設 林 健二

1. はじめに

ダム基礎処理グラウチングの合理的計画や施工管理のうえで、この透水特性や改良過程を解明することが、現在最も重要な研究課題となっている。しかしながら、自然の基礎岩盤を対象としていることや施工内容が目視で確認できないこと等から、解明が思うように進んでいないのが現状である。

これに対して、従来からこの解明の多くが統計処理によって取扱われているので、筆者らは、施工サイドから基礎処理グラウチングのデータ処理の電算化を図って施工管理の充実を進めるとともに、数ダムのグラウチングのデータを収集してこれらを全体的に統計処理し、定量的施工管理方法を模索してきた。

本稿では、これまで進めてきた電算処理による基礎グラウチング、とくにカーテングラウチングの定量的検討方法の模索として、①施工状況での注入特性の把握とゾーン区分、②注入仕様の妥当性の確認、③注入効果の確認の3つについて検討したので内容を報告する。

また、データを収集・分析した8ダムの内訳は対象岩盤の硬軟等も考慮して、コンクリートダムとしてアーチダム1例(Aダム)、重力式ダム4例(B～Eダム)、ロックフィルダム3例(F～Hダム)とした。

2. 施工状況での注入特性の把握とゾーン区分

全体が軟岩等、特殊な場合を除いてダムの基礎岩盤すべてが悪いのではない。したがって、既知の地質情報に加えて、データ解析により要注意箇所を抽出して他の一般ゾーンと区分する必要がある。その方法として、ルジオン値(以下 L_u 値)と単位セメント注入量(以下C量)の相関から L_u 値が高いのにC量の少ない所と、逆に L_u 値が低いのにC量の多い所の抽出を検討した。

①まず、その前提として L_u 値とC量の関係を検討したが、各ダムとも $L(P)$:最大透水圧力の時のルジオン値と C/P :注入度(C量/最大注入圧力)の相関が最も高いことが判明した。

②各ダムの $L(P)$ と C/P の回帰式をみると岩盤の硬軟による類似性がある。(図-1参照)

③次数別に区別して検討すると、次数が進むにつれ同じ L_u 値でもC量が少なくなる傾向がある。

④この相関関係を用いて、図-2に示すごとく回帰式に対する各データの残差の分布を求め、分布の標準偏差(σ)を用いて、 L_u 値が高いのにC量の少ない所(下限部)、 L_u 値が低いのにC量の多い所(上限部)を抽出し、これをマップ上に異常注入箇所として表示して、これらが集中するゾーンを中心に施工管理するシステム化を図った。Dダムの例では、これらの集中ゾーンは断層部や追加孔の多い部分とよく一致してる。

3. 注入仕様の妥当性の確認

近年地質のあまり良くないダムサイトにもダムを作ることが多くなり、基礎処理グラウチングの重要性が増すとともにその施工量も膨大となってきた。したがって、注入効果の向上とともに、効率的な注入を目指して施工量の減少をはかることは重要なテーマであり、そのために注入仕様のチェックに注目し、次数別かつ注入圧力別の L_u 値とC量の整理資料、

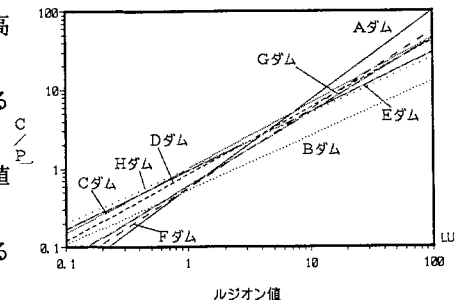
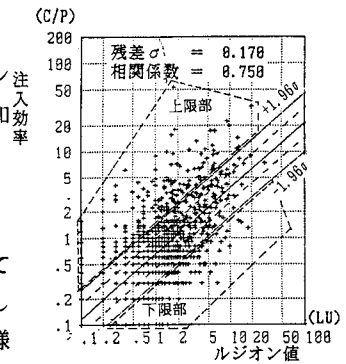
図-1 各ダムの $L(P)$ と C/P の回帰式

図-2 異常注入箇所抽出方法(Dダム)

最終配合のルジオン値別の分布や、さらにこれを圧力別に区分した資料等から、注入圧力や配合等を検討した。

①注入圧力（以下P）については、P別のLu値とC量の注入次数毎の平均値の推移グラフの表示をシステム化して検討することとした。例えば、Aダム（図-3）のように、初期次数の段階でP別のLu値の推移は大差ないが、C量の推移はPの値が大きいほど大きくなっている。これらの傾向を把握することにより、P別のLu値とC量の注入次数毎の平均値の推移を施工中に管理してPの値の検討を可能にした。

②注入配合については、Lu値別の最終配合度数表の表示をシステム化して、各ダム毎にこれを把握することにより、開始配合および配合切換基準の妥当性を検討した。とくにこれらのデータをP別に整理した資料を図-4に示すが、Lu値が高ければPが高いほど最終配合が濃くなっており、この結果から開始配合の決定に際し、Lu値別のみでなく、P別の要素を加えるのが効果的と判断される。

4. 注入効果の確認資料

グラウチングの施工に際して、注入効果の確認は最も重要なテーマの1つであるが、従来からLu値やC量の超過確率から全体的判定を、またルジオンマップやセメント量マップから個々の部分の判定をする方法に頼っていることが多い。したがって、これに加えて新しい見方として、次数別のLu値やC量の平均値と標準偏差の推移資料や注入前のLu値と注入後のLu値の関係等を検討した。

①Lu値やC量の次数毎の平均値と標準偏差を求め、これの推移状況からマクロ的改良傾向を知る。図-5に各ダムのLu値の推移を示すが、平均値の低減のみならず、とくにその標準偏差が全体の分布のバラツキを示すことからその収れん状況にも注目し注入効果を判断するようにした。

②次の次数のLu値の平均値を注入後のLu値(Lu')として、当該次数のLu値の平均値との関係を各ダムの事例で示すと、図-6のごとくなり、各ダムでの差も少なく、かなり一致している。これを直線回帰すると、相関関数は0.96で回帰式は $\log Lu' = 0.936 \log Lu - 0.164$ となる。したがってこのような信頼性が高い関係が見い出せば、ある程度の確率で注入後のLu値の推定が可能となる。

5. むすび

いまだ中間段階で定量的検討方法の確立に対して十分な結論は得られていない。今後も未整理のダムや施工中のダムのデータ等を追加収集・分析してさらにデータの充実を図りながら、定量的検討方法の確立、さらには改良過程の解明を目指していく予定である。

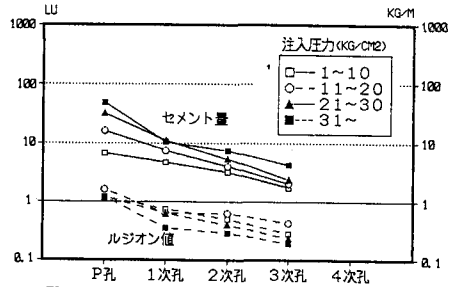


図-3 Aダムの圧力別Lu値とC量の次数別推移

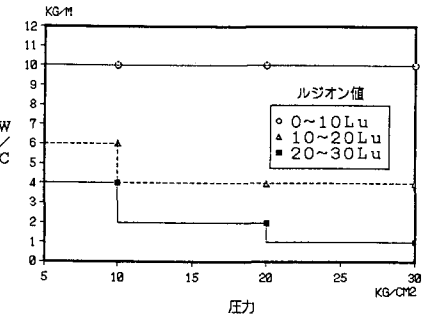


図-4 圧力別95%確率の最終配合

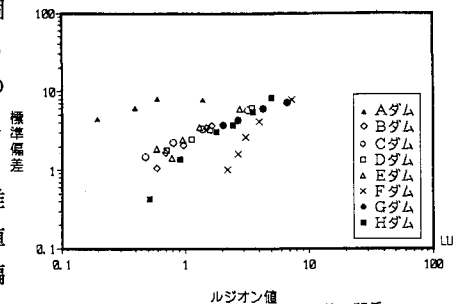


図-5 各ダムのLu値と標準偏差の関係

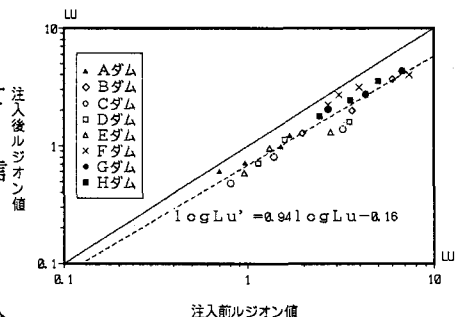


図-6 各ダムの注入前後のLu値の関係