

合理的かつ環境にやさしい施工をめざしたグラウチングシステムの開発

関西電力(株)取締役	フェロー会員	手塚 昌信
関電興業(株)取締役	フェロー会員	岩澤 隆
関電興業(株)土木部	正会員	景山 学

1. はじめに

ダム基礎グラウチング設備、機器の開発は、各種指針・基準の整備とともに着実に実施され、各種機器、データ処理装置等の導入、高度化により施工の合理化、品質の向上が図られてきた。また、近年では、現場作業の全工程を自動化した「全自動プラント」も実用化されているところである。

しかし、これら従来のシステムは予め定められた配合（6段階程度）のセメントミルクを100L単位で製造し、段階的に切替しつつ注入するもので、きめ細かな配合設定、切替には限界があるとともに、注入完了時に残ったセメントミルクは廃棄せざるを得ないのも事実である。そこで、土木事業を取り巻く諸情勢を踏まえ、より合理的かつ高品質な施工とともに建設廃棄物の抑制を実現するため、新しいグラウチングシステムを開発し、効果を確認したものである。

2. 開発したシステムの概要

本システムは中央プラント方式を念頭に開発したもので、既存の中央プラント（ミルク製造装置）と新たに開発した注入プラントおよびソフトウェアで構成される。さらに注入プラントは原液セメントミルクを受け入れる原液ミキサー、濃度調整、混練を行うサブミキサー・循環配管、濃度計測を行なう質量流量計とその制御装置等からなっている。（写真 1、図 1 参照）



写真 1 注入プラント全景

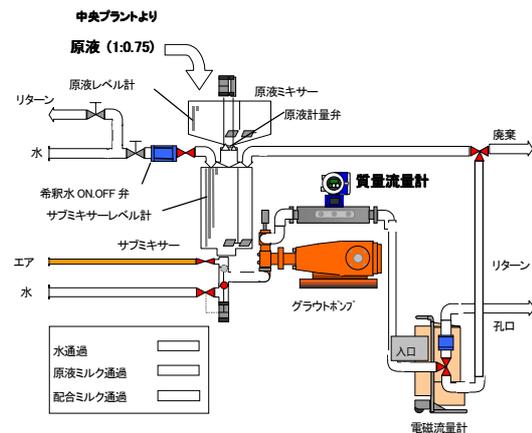


図 1 注入プラントブロック図

3. 開発した注入プラントの特徴、機能の詳細

(1) 注入プラントの特徴

開発目標を達成するため、従来のシステムにはなかった「セメントミルク濃度調整機能」および「循環再配合機能」を付加した。これにより、以下の特徴がある。

「きめ細かな濃度制御」 「注入状況に応じた濃度制御により、合理的・高品質な施工が可能」

「注入残ミルクの有効活用」 「廃棄セメントミルク量の抑制（環境負荷低減）が可能」

(2) 機能の詳細

a. セメントミルク濃度調整機能

循環配管上に設置された質量流量計により、セメントミルク濃度を1秒毎にチェックする。設計濃度との差を調整するため、原液ミルク供給制御弁および希釈水供給制御弁を0.1秒単位で制御し、補正必要量を供給、調整する（図 2 参照）。これにより、従来は不可能であった“任意の勾配での濃度変更、任意濃度での保持”が可能となった（図 3 参照）。

キーワード ダム基礎処理、コスト縮減、資源の有効活用、施工の合理化、環境負荷低減
連絡先（大阪市北区本庄東2丁目9番18号 電話 06-6359-7693 FAX 06-6359-7584）

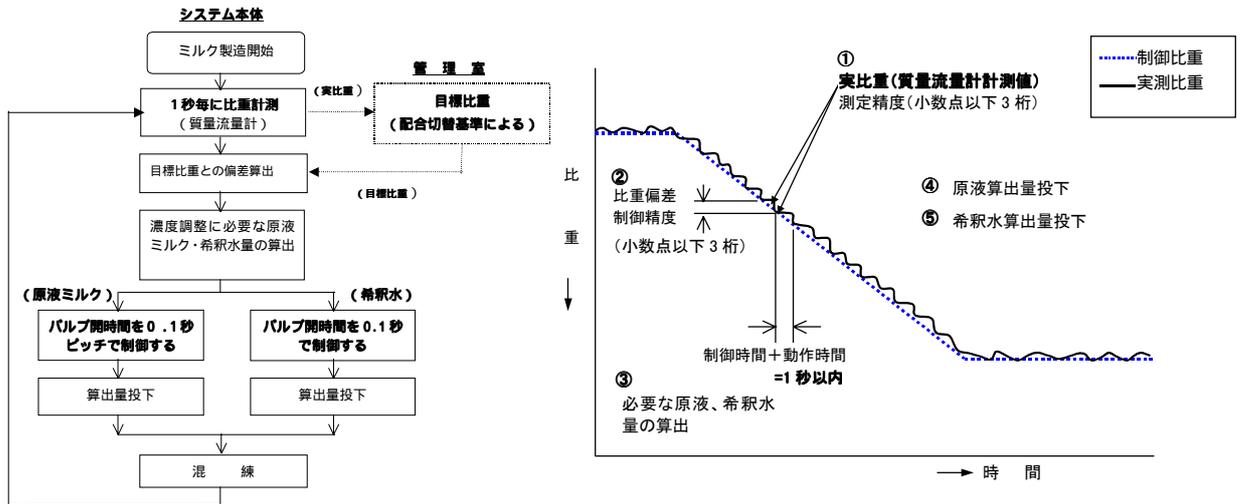


図 2 濃度調整フローチャートと制御イメージ図

なお、これら機能を実施工に適用するため、注入状況（注入圧力、注入速度等）により濃度上昇勾配を変更したり、濃度を保持するソフトを作成した。具体的には、注入速度の低下状況に応じ、上昇勾配を緩めたり、濃度を保持するものである。

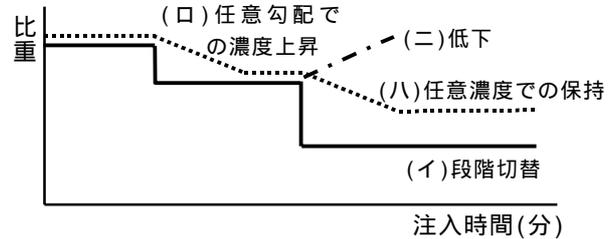


図 3 制御可能な配合切替パターン

b. セメントミルク循環再配合機能

基礎処理基準に基づく配合切替の結果、注入残セメントミルクは高濃度となっており、希釈調整を行わないと他ステージの注入に継続して使用できない。そこで、資源の有効活用をねらい希釈再配合機能を付加したものである。基本的には濃度調整機能を活用したもので、配合再調整（希釈）したセメントミルクはサブミキサーに貯留し、注入開始まで待機する。

4. 効果（特徴）の確認

開発したシステムの効果を確認するため、ダム施工現場等でグラウト試験を行なった。その結果、改良効果は従来システムと同等以上であり、注入時間は短縮し、注入セメント量は増大した。これは、岩盤、注入状況に応じたきめ細かい濃度制御により、注入速度をスムーズに制御できた結果と考えている。なお、注入時間の比較の一例を図 4 に示す。また、廃棄セメントミルク量の低減効果について注入実績を用いて評価した結果、配合切替範囲によってバラツキはあるものの、片番施工（3 St / 日）の条件で、従来システムの 1/3 ~ 1/2 に低減できることが確認された。

5. おわりに

開発したシステムの効果の確認は、粘板岩・チャートを主体にしたサイトおよびひん岩が分布するサイトで実施した。しかし、ダム基礎の種類・性状は多種多様であり、本システムの特徴を十分に生かし、合理的施工に資するためには施工箇所の基礎性状に応じた、注入仕様を的確に定めるとともに、施工状況を分析し、改善することが不可欠と考えている。この点、今後は施工実績を積み重ね、様々な基礎性状に対応した配合切替仕様を探求・蓄積するとともに、改善を図り、ダム建設工事の合理化、環境負荷低減に寄与する所存です。

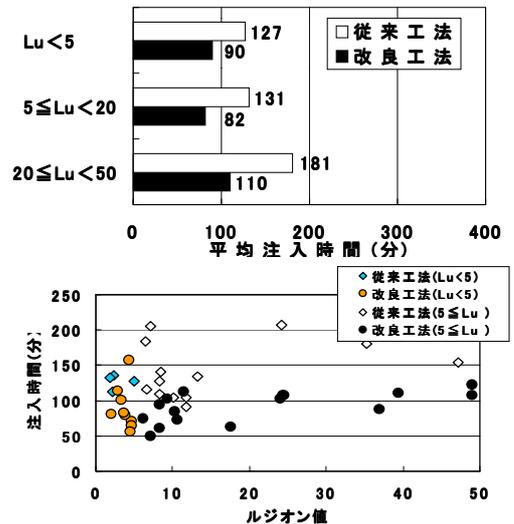


図 4 注入時間の比較