

フィルダム・コア材料のリアルタイム品質管理システムの開発

独立行政法人 土木研究所 正会員 豊田 光雄

1. はじめに

筆者らは、コア材料の現場締固め特性（密度、含水比の分布が正規分布で近似できること、密度の含水比依存性）に基づいた統計的な品質管理法を提案した¹⁾。この管理法はRI法（SRID）²⁾を用いて1時間以内に転圧が終了したロットの品質（締固め密度）を掌握して、施工の可否を判断するものである。そこで、新しい品質管理法の利点を施工全体の合理化に結びつけるためには、品質管理データを即時に関連部署で共有するシステムを構築して有機的に運用することが必要であるという観点から、パソコンを活用した「リアルタイム品質管理システム」を提案した。ここではその概要について説明する。

2. 全粒径材料の密度および含水比の施工管理限界

図-1に全粒径材料の含水比と密度の管理限界の概要を示す。ここでGHIJは設計条件から決まる設計限界、AEFBは現場密度の分布特性から定められる施工管理限界とする。施工管理限界はしかるべき余裕をもって設計限界に内包されていなければならない。この管理限界を決定する手順を要約すると次の通りである。

初期施工の段階で施工含水比と締固め密度の多点データ（たとえば1ロット10点以下で30ロット程度）を収集し、含水比の分散 σ_w^2 と平均値のロット間変動を調べる。ロット間変動の上・下限値を w_a 、 w_b とすると、一般的には次の包含関係が満たされている。

$(w_a, w_b) \subset (w_1, w_2) \subset w_1, w_2$ 設計含水比
もし、上の包含関係が満たされないときは材料や設計の見直しが必要になる。

上の包含関係が満たされれば、含水比の管理限界 w_a, w_b を、含水比分布の正規性を考慮して次のように設定する。

$$\begin{aligned} w_A &= w_a - \alpha \cdot \sigma_w / \sqrt{n} \\ w_B &= w_b + \alpha \cdot \sigma_w / \sqrt{n} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 σ_w は含水比のロット内分布の母標準偏差、 n は1ロットあたりの管理点数、 α は信頼度を保証するための係数である。 σ_w はロット間で一定であると仮定する。

ρ_d は w に強く依存するため、 $\rho_d \sim w$ 回帰線CDのまわりのばらつきとロット間変動を考慮して、回帰線CDを次式で求められる $\Delta \rho_d$ だけ下方に平行移動して密度の管理限界EFを設定する。

$$\Delta \rho_d = \alpha_1 \cdot \sigma_1 / \sqrt{n} + \alpha_2 \cdot \sigma_2 \quad (2)$$

ここに、 α_1, α_2 は信頼度を保証するための係数、 σ_1 は $\rho_d \sim w$ 回帰線からの ρ_d の偏差分布の標準偏差、 σ_2 は ρ_d のロット間変動の標準偏差を表している。

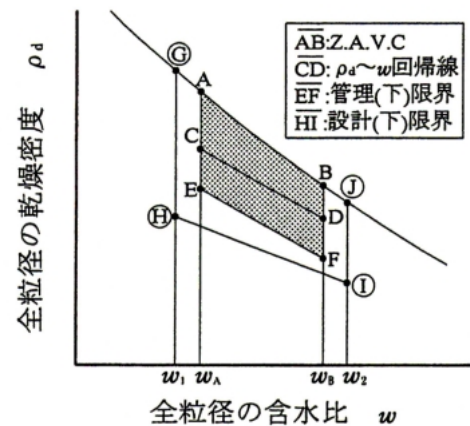


図-1 全粒径材料の管理限界の概念図

3. リアルタイム品質管理システムの概要

品質管理で得られたデータは、品質管理担当技術者だけが掌握しておればよいというものではなく、発注者、施工実務者および品質管理担当技術者の間で常に共有できる体制が求められる。しかも、時間的な遅滞

キーワード：コア材料、品質管理、リアルタイム

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL：0298-79-6781 FAX：0298-79-6737

をできるだけなくして、必要なときにはいつでもアクセスできるシステムを構築する必要がある。

このような観点から、筆者らは SRID で得られた全粒径管理のデータを、通信回線を介してパソコン上で共有し、リアルタイムで運用するシステムを構築した。このシステムは、現場で品質管理を実行する現場代理人、施工業者事務所の品質管理担当責任者および発注者側の建設事務所の三者間を無線ネットワークで結んで、品質管理データを常時参照できるようにするものである。

図-2は、リアルタイム品質管理システムの概要である。SRID の測定が完了すると、現場でノート型パソコン上に結果を表示して品質を判定した後、直ちに施工業者事務所に転送するか、もしくは持ち帰り、品質管理責任者が管理するサーバー内の品質管理データベースに取り込む。データベースを管理する品質管理責任者は必要に応じて材料採取管理者や発注者側と電話回線で連絡をとって、必要に応じて共通の管理図をみながら協議を行い盛立施工の効率的な遂行に務める。これまでの締固め管理では、日々の施工状態は現場管理者によって後日発注者側に報告されていたが、リアルタイム品質管理システムでは発注者にも現場管理者から生のデータが随時転送されてくるため、現場にいなくても施工に関する指示が可能となる。また、これまでは監視カメラによって施工状況が確認されていたが、画面上での施行状況の視認だけでなく、施工品質に関しても現場、現場試験室、建設事務所の三者間でほとんど同時的に管理データを共有することができるので、品質に問題が発生した時にも遅滞なく臨機応変に対処できるようになると考えられる。

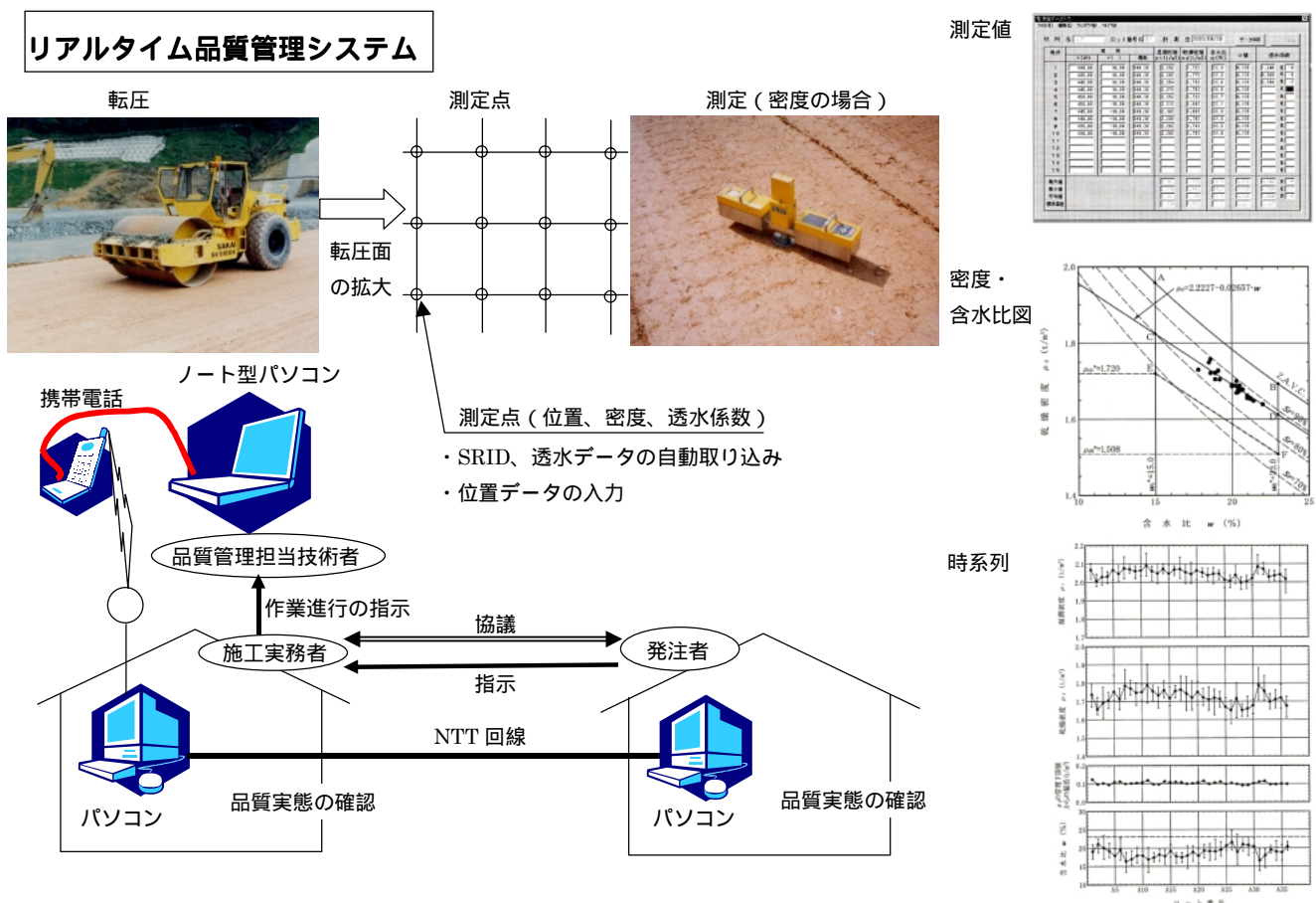


図-2 リアルタイム品質管理の概念図

- 参考文献 1) 豊田光雄、延山政之：現場締固め特性に着目した統計的品質管理の方法、土と基礎、Vol.48. No.4. pp.5-8, 2000.4
- 2) 豊田光雄、吉田等、延山政之：自動走査式 RI 密度計 (SRID) の開発とフィルダムへの適用、ダム工学、Vol.7 No.2. pp.98-113, 1997.6