

リアルタイム品質管理システムの試行事例

独立行政法人 土木研究所 ○正会員 町田宗久 正会員 金子裕司 正会員 豊田光雄

1. はじめに

筆者らは、全粒径材料の現場締固め特性（密度および含水比の分布特性）に着目したフィルダム・コア材料の「リアルタイム品質管理システム」について提案している¹⁾。ここでは、この管理システムをCYダムで試行的に適用した事例について述べる。

2. 施工管理限界の設定

管理システムは、盛立試験および施工初期のデータを分析し、その後、同様の材料を用いて同様の施工が行われると想定して品質管理基準を定めるものである。詳細については、1)を参照されたい。

図-1に初期施工データで得られた36ロット(360点)の含水比(ロット内平均値)の分布を示す。平均値の最大値および最小値はそれぞれ $w_a=16.4\%$ 、 $w_b=21.5\%$ で、その範囲は5.1%であった。各ロット内において測定値から平均値を差し引いた偏差データ分布の標準偏差 σ_w は1.36%である(図-2)。これの値から求めた信頼度99%の管理限界値を0.5%単位でまると、含水比の管理限界は $w_A^*=15.0\%$ 、 $w_B^*=23.0\%$ となる(表-1)。

次に、乾燥密度 ρ_d と含水比 w の直線回帰線は次のようになった。

$$\rho_d = 2.2227 - 0.02657w$$

図-3および図-4に乾燥密度の平均値の分布と回帰線からの乾燥密度の偏差分布を示す。前者の標準偏差 σ_2 はロット間のばらつきを、後者の標準偏差 σ_1 は回帰偏差のばらつきを示しており、それぞれ 0.0039 t/m^3 、 0.018 t/m^3 の値が得られた。これらの値を用いて、回帰線からの密度差

$\Delta \rho_d$ を求めて密度の管理下限線を設定した。

含水比および乾燥密度の管理限界を図-5に示す。図中には、初期施工データ(平均値)の分布を示している。

表-1 含水比の管理限界

含水比の母標準偏差 σ_w (%)		1.36
ロット間変動の下限値 w_a (%)		16.4
ロット間変動の上限値 w_b (%)		21.5
管理限界 (信頼度 99%)	下 限 界 w_A (%)	15.1
	上 限 界 w_B (%)	22.6
実用管理値	下限含水比 w_A (%)	15.0
	上限含水比 w_B (%)	23.0

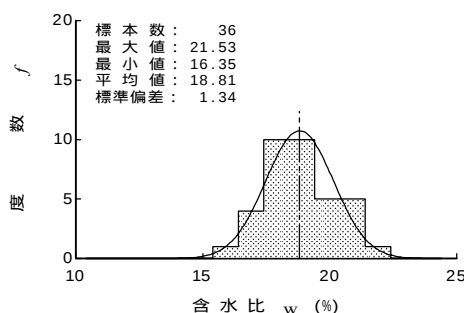


図-1 含水比(ロット内平均値)の分布

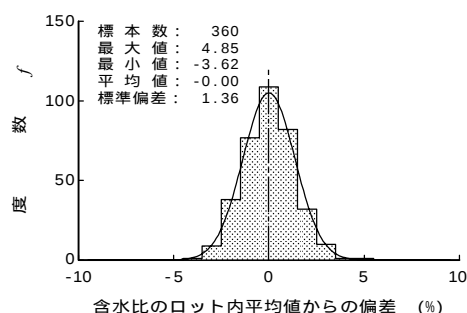


図-2 含水比のロット内平均値からの偏差の分布

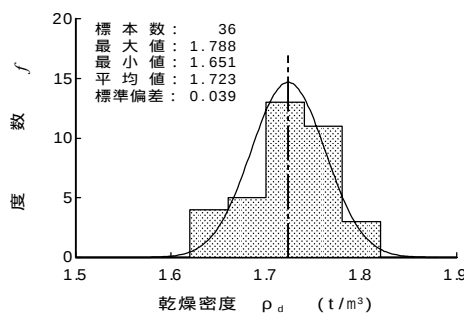


図-3 乾燥密度(ロット内平均値)分布

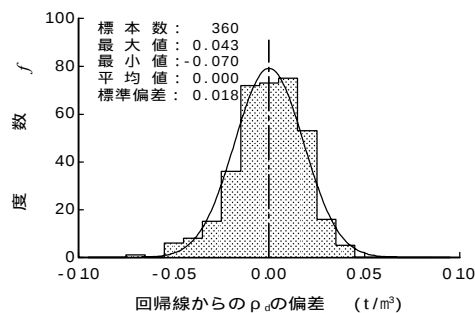


図-4 密度偏差の分布

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

3. 試行結果と考察

4つの期間に分けて、得られた品質管理データのプロットを図—6に示す。

(1) 含水比の管理限界

第1期（平成12年9～10月）の施工含水比は、全体的に多少湿潤側に移動しているが、上限界まではまだ十分余裕がある。翌平成13年5～6月（第2期）の結果をみると、施工含水比は逆に乾燥側へやや大きく移動しており、盛立て材料が変化している可能性が考えられる。 $w=21\%$ 付近にプロットされている3点を除くと、この期の含水比はほとんど最初に設定した管理限界の中央点（ $w=19\%$ ）から左側の領域に出現しており、乾燥側に管理限界をはみ出すデータが4点でている。これらのデータが現れた段階で、その後のデータの見直しについて再検討し、このまま乾燥側の材料が続くと判断すれば、管理限界を修正する必要がある。その後も含水比の高い材料の出現が無視できないと判断されるときには、設計限界内において管理基準枠の修正を行い、その後のデータを監視することになる。当然のことながら、管理限界の変更に際しては透水係数やせん断強度を十分チェックする必要がある。

このように筆者らが提案した品質管理システムでは、最初から固定した管理限界で、盛立て材料を縛るという立場を取らず、材料の変動状況を監視しながら、設計限界を超えない範囲で施工管理限界を修正することによってできるだけ材料を受け入れるという柔軟な管理を目指している。これは採取された材料を

可能な限り有効に利用するという考え方を反映したものである。

(2) 密度の管理限界

乾燥密度は全期にわたって、ほぼ回帰線の周りの比較的狭い帯のなかに分布しており集中して分布しており、密度が含水比によって決まっていることがわかる。下限界までは 0.1 t/m^3 以上の余裕があり、当面、密度下限界線を修正する必要は認められない。

ここでは、密度の管理限界だけを取り上げたが、コア材料では透水係数の管理も欠かせない。密度管理と同様に、施工速度に対応できるようにするため、簡便法による実用化検討を現在進めている。今後、透水係数の管理もこのシステムを組み込んでいく予定である。参考文献 1)

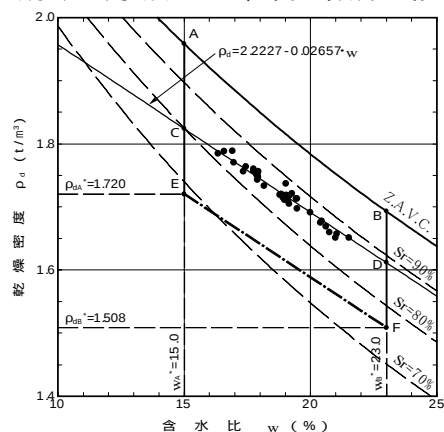


図 - 5 管理基準枠と初期データ，

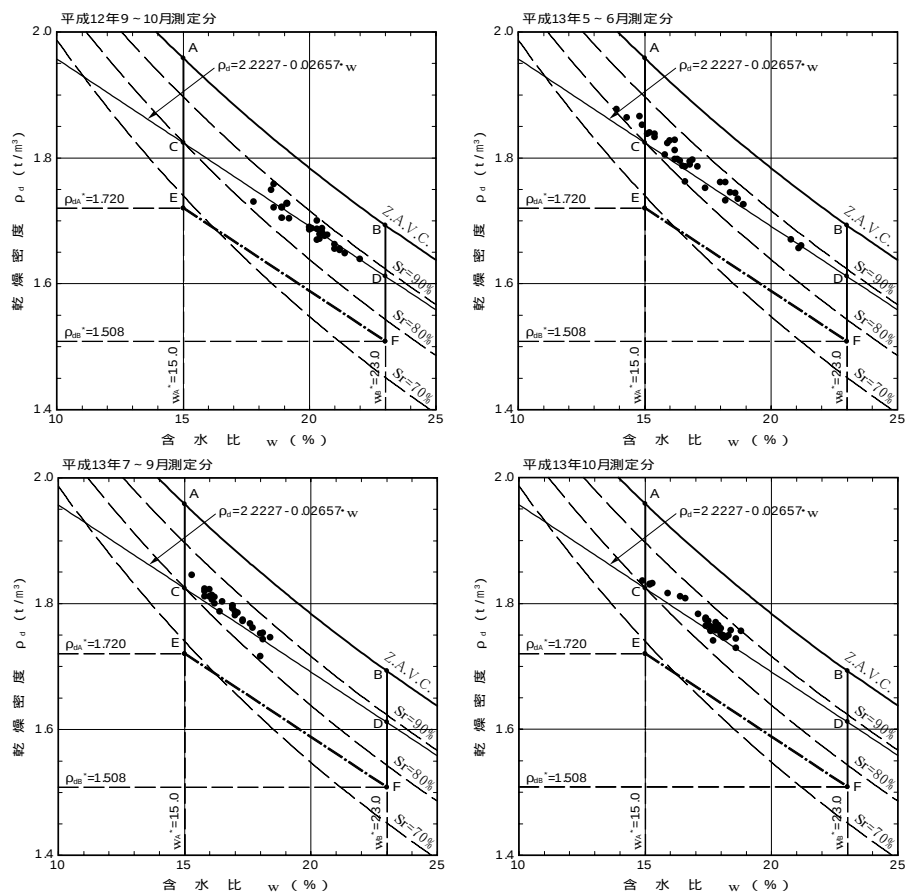


図 - 6 4つの測定期間における施工データの分布