

ICT の品質管理支援システムへの適用

関 原 弦 異 研
山 本 新 吾

概 要

近年、建設作業所における ICT (Information and Communication Technology) の導入は目覚ましく、既に数々のシステムが利用されている。

中でも品質管理への ICT の導入は、「見えない部分の可視化(数値化)」、「情報のリアルタイム化」、「本支店間の情報の共有化」と、組織的かつ高度な品質管理を行う上で大きな役割を果たしている。

特にコンクリートを対象としたシステム開発は、建築物や土木構造物そのものの品質を向上させる事を目的としており、建設会社にとって常に最重要課題と言える。

本稿は、特にコンクリートの品質管理を対象とした ICT の適用事例を報告するものである。

Application of ICT to systems supporting quality control

Abstract

In recent years, the introduction of ICT (Information and Communication Technology) to the construction site has been remarkably rapid, and many systems are already in use.

The introduction of ICT to quality control processes has had particular impact in "visualization (evaluation) of the invisible", "real-time information", "sharing information between branches", and has also played a large role in performing systematic and advanced quality control.

The development of systems for raising the quality of a building or civil engineering structure is always of the utmost importance for a construction firm.

In particular, this paper reports the application example of ICT for quality control of concrete.

§1. ダムコンクリート品質管理システム

1.1 概要

このシステムはリフトスケジュールと打設データ、試験データ及び各種製造データをサーバ上に記録、関連付ける事により、リアルタイムで品質の変化要因を把握したり、問題等が発生した場合、過去に遡って該当箇所のトレーサビリティを容易にするシステムである。

以下に実適用した結果と効果及び課題を述べる。

1.2 運用方法

元請職員は現場情報として現場のコンクリート配合やリフトスケジュールをサーバに登録、各リフトに使用する配合種別、打設量、予定日などの打設計画データを入力し、データファイルを作成する。

引き続きこのデータファイルを製造プラントの協力会社職員に配布し、打設時のフレッシュコンクリート試験やその後の圧縮強度試験などのデータを適宜入力、サーバにデータをアップロードする事により各ブロック・リフトのコンクリート情報が最新に反映される仕組みとなっている。

トップ画面構成は、図 1 の通り、リフトスケジュールをメインに配し、各ブロック・リフトの打設実績は月毎に色分けされる。また別に月別打設量及び累計打設量の表示、WEB カメラ画像などを表示する機能も持つ。

目的のブロック・リフトをクリックすると、該当箇所の打設時の試験データや圧縮試験結果が一覧表として表示され、リフト毎の情報を確認する事が出来る。さらに該当箇所に関係する工事写真や野帳、スプレッドスケジュールなどを PDF 化しサーバにアップロードする事が出来るため、図 2 のように該当箇所に関する全ての情報を参照する事が可能となり、従来よりも統合的な管理を行う事ができる。

発注者への提出書類はコンクリート打設日報、圧縮試験成績表及び品質管理図表 (X-Rs-Rm 管理図表、度数表)などを条件選択し、サーバよりダウンロード可能で、職員の省力化にも対応している。



写真 1 畑川ダム状況

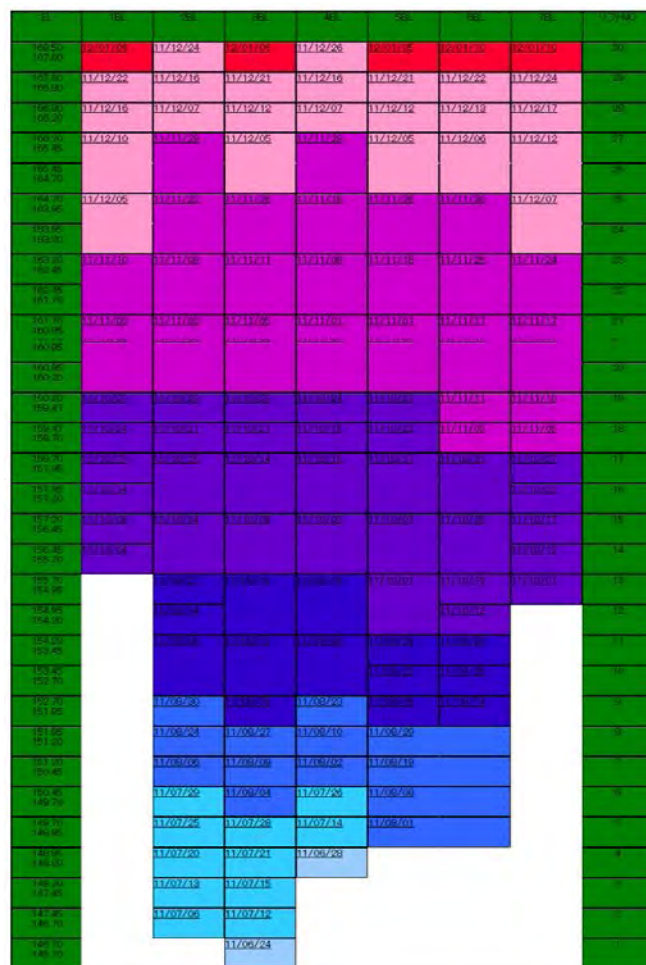


図 1 リフトスケジュール画面

ブロック情報

ブロックNo

5

リフトNo

13

ブロック名称

ステータス

通常

打設場所

変付工

No.11122

打設予定

打設予定日

2011/05/21

打設実績

開始時刻

2011/10/01 08:30

終了時刻

2011/10/01 18:10

観測気温(℃)

22.1

観測湿度(%)

15.6

打設量

名称	内容	予定数量(m³)	実績数量(m³)	差(m³)
A	外部		97.50	
B	内部			
C	構造		121.50	
M	モルタル		2.50	

フレッシュコンクリート試験

試験結果No.	配合区分	備考	空気	外気温(℃)	供試体管理番号	スランブ(mm)	空気量(%)	コンクリート温度	採取時刻	養生温度(℃)	養生湿度(%)	単位重量(kg/m³)
4001	A		噴孔	18.6	03	2.7	3.1	20.1	08:50	17.00	0.00	
4008	C	塩化物量測定不能	噴孔	18.9	2008	7.9	5.1	20.6	09:20	17.40	0.60	152.0
4009	C		噴孔	20.9	2009	8.6	3.5	20.9	11:00	16.50	0.60	150.0

圧縮強度試験

試験結果No.	供試体管理番号	σ ₇₋₁ (N/mm²)	σ ₇₋₂ (N/mm²)	σ ₇₋₃ (N/mm²)	σ _{7-平均} (N/mm²)	σ ₂₈₋₁ (N/mm²)	σ ₂₈₋₂ (N/mm²)	σ ₂₈₋₃ (N/mm²)	σ _{28-平均} (N/mm²)	σ ₉₁₋₁ (N/mm²)	σ ₉₁₋₂ (N/mm²)	σ ₉₁₋₃ (N/mm²)	σ _{91-平均} (N/mm²)
4001	03	13.5	13.6	14.0	13.8	27.5	27.4	27.5	27.5	43.2	41.7	43.6	42.8
4008	2008	14.8	13.4	14.5	14.1	29.1	26.6	29.2	28.3	46.0	45.5	44.5	45.3
4009	2009	15.1	15.9	15.7	15.5	31.2	31.5	31.7	31.5	46.1	46.0	47.0	46.3

ファイル管理

10月管理状況

No.

26000EN

20111008

26000EN

20110929

図 2 ブロック詳細画面と関連ファイル

1.3 畑川ダム実適用事例

畑川ダムは堤高 34.0m、堤頂長 87.75m、堤体積 264,000 m³の重力式コンクリートダムである。

また貯水池に並行する形で JR 山陰本線が盛土上を通っており、その盛土をダム湖の水による侵食から防護する為の遮水擁壁工も施工する。このようにダム本体工、遮水

擁壁工の2つのダムを同時施工するという特徴があり、コンクリート総体積は 42,910 m³である。

この工事ではコンクリート品質管理システムの他に、作業所の各種環境監視システムの採用、作業所ホームページによる近隣への情報公開を積極的に行うなどの情報化施工を実施した。

ダムコンクリート品質管理システムを開発するにあたって、従来のエクセルファイルをベースとした事で初期導入時の現場職員の負担を軽減させる事に注力すると共に、導入時には現場説明会を開催し関係者に注意点を周知した。

運用上の問題点として、エクセルファイルでセル結合や全角半角など自由な編集をしてしまう事で、アップロード時にデータベースに取り込めないという事例が数件発生。また、当初のリフトスケジュールとは異なったリフト高さなどの例外処理も発生したが、いずれもデータベースを直接書換える事でフォローした。

これについて現場側のシステム担当者は入力規則について精通しておく必要があるが、システム側の例外処理対策に関する改良も必要である。

今後の課題として、タブレット端末を使用する事で現地で直接入力する等の機動性向上が挙げられている。

発注者からは場所を問わず情報共有できるという観点から高評価を得られた。

§2. コンクリート品質管理システム強度管理版

2.1 概要

コンクリート品質管理システム強度管理版は、主に建築現場職員が提出先毎にフォーマットの異なる類似書類（発注者提出帳票、社内 ISO 書類など）の作成負担を省力化する目的で開発されたシステムである。

従来は、試験機関から FAX や郵送で送付される圧縮試験結果を現場職員は都度提出先毎にその結果を写して書類を完成させていた。同じ内容の書類であるにもかかわらず、提出先毎に複数の書類を作成する事は職員負担の大きい作業であったため、一昨年度にシステムを開発し、昨年度は社内展開を実施した。

2.2 運用方法

システム運用手順は、試験機関に定型エクセルファイルを受け渡し、試験機関は結果入力後インターネット環境から所定のサイトを通じファイルをアップロードする(図 3 参照)。

後は職員が提出先を選択しファイルをダウンロードするだけで、必要なフォーマットの提出書類が得られる仕組み

である。

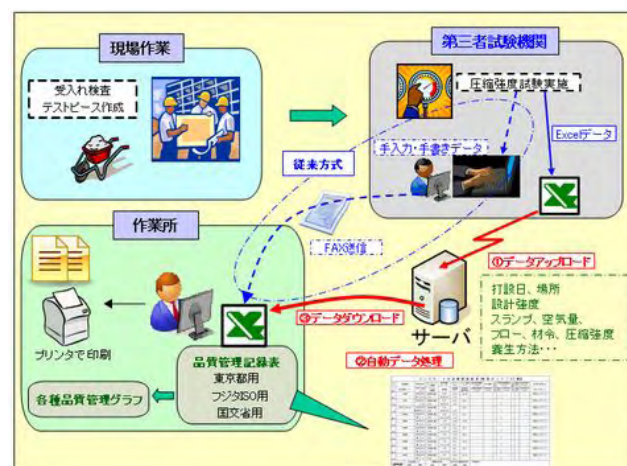


図 3 強度管理版イメージ図

このシステムにより従来の作業を大幅に省力化でき、当初は広く現場へ普及するシステムと期待された。

しかしながら開発後一年間が経過しても利用現場数が増えない、工期途中で使用を止めてしまうなどの傾向が見受けられたため、これについて問題点を抽出し以下の改良を実施した。

まず利用現場数が増加しない原因として、調査計画の初期登録作業の煩わしさが要因として挙げられた。

当初システムの登録方法は WEB ブラウザで専用サイトにアクセスし、一項目ずつ手入力する方法を採用した。

しかし調査計画は現場によっては数十件になる場合も珍しくなく、この時点で抵抗感を与えてしまい、運用まで至らないケースが多いと考えられた。

解決策として初期登録用に定型ファイル（エクセルシート）を用意し、一斉アップロードする方法に変更した。

実は現場職員はエクセルを使用する機会が多く、このインターフェースに慣れてしまっているがために、コピー、ペーストのできない WEB 画面からの入力はあまり受け入れられない。そこで登録作業にエクセルシートを活用する事で作業の抵抗感を無くし、かつ登録時間の短縮を図る事とした。

次に途中で使用をやめてしまった現場に対してヒアリングを行ったところ、トラブル発生時に際しタイムリーな解決に至らなかった事で、そのまま放置されてしまった事が判明した。

解決策として運用体制の見直しを行い、トラブル発生時は支店関係部署と開発担当部署の連携をより密にし、現場に対してタイムリーなフォローが可能な運用体制を構築し対応する事とした。

また新たに品質管理図を出力する機能も追加し、管理図フォーマットを四件追加した(図 4 参照)。これにより職

員は表だけでなく管理図を用いて品質のばらつきや工程能力の変化を視覚的に判断できる様になり、機能向上が図れた。

以上の改良により、作業所職員の省力化だけではなく、本支店技術部とのリアルタイム情報共有による品質管理体制の構築も可能となる。現在では建築工事の技術提案に採用される件数も多くなってきていることから、今後は普及が拡大するものと考ええる。

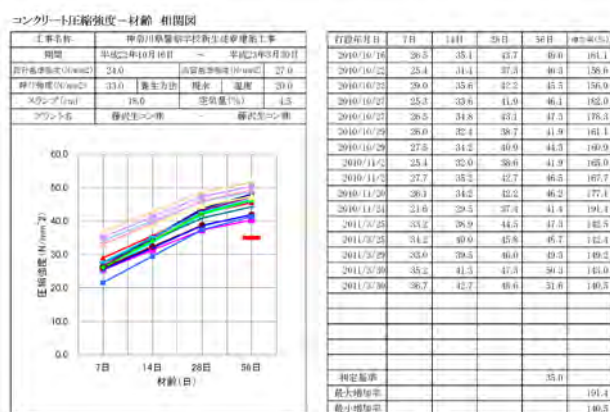


図 4 圧縮強度-材齢相関図

§3. CFT 充填管理システム

3.1 概要

CFT (Concrete Filled Steel Tube) 造とは鋼管内に、コンクリートを充填した構造形式で、鋼管とコンクリートの特性を引き出し、従来の S 造、RC 造、SRC 造に比べ耐震・耐火性能に優れた特性を持つ。このため特に事務所ビル用途において採用件数が増えてきている。

CFT 造の性能は充填されるコンクリートの品質によって左右され、フレッシュコンクリートの調査だけでなく充填方法にも大きく関わるため、その施工管理手法は極めて重要となる。

CFT 充填管理システムは、コンクリートの圧送時において品質管理上最も重要な打上げ速度の管理とトレーサビリティを実現し、さらにカメラ映像により補強プレート下部の空気溜まりの無い事を直接目視で確認する事が出来る装置である。今回当初開発された装置の機能向上を目指し実施した改良作業について報告する。

3.2 システム構成

本システムの構成は図 5 の通り、施工現場側の「カメラユニット」、「ケーブルドラム」、「PC ユニット」の各ユニットとインターネット側の「データ記録・配信サーバ」で構成される(図 5)。

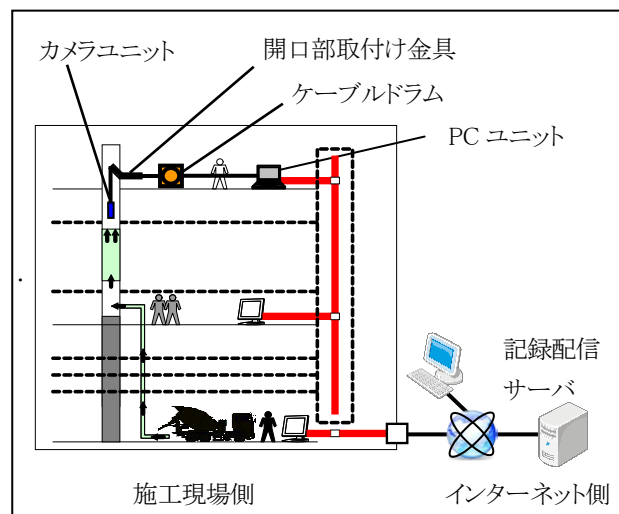


図 5 システム構成

3.3 各ユニットの改良内容

1) カメラユニット

鋼管内を最上階から吊り下げて撮影するカメラユニットは映像撮影と打設高さ計測機能を持ち、当初は特殊治具にカメラとレーザー距離計をそれぞれ装備した。(写真 2、3)



写真 2 従来ユニットの最上階吊り下げ状況

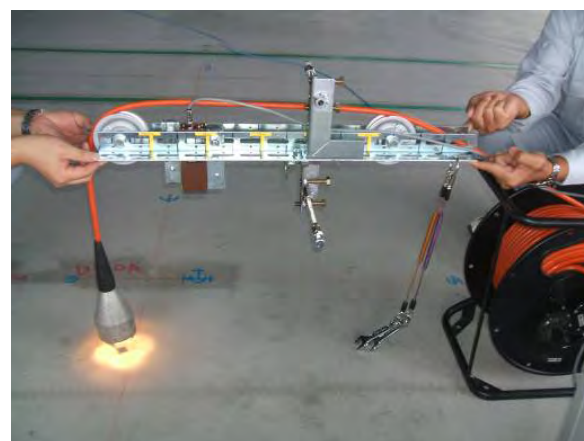


写真 3 従来ユニット(カメラ、距離計は分離)

しかし対象物件が高層の場合、中間階からの撮影が必要となる。この場合のカメラユニット設置にはレーザー距離計の位置調整に非常に多くの時間が掛かっていた。

このためコンクリート打設が連続する場合、移動毎にかかる準備時間が作業全体に影響することとなった。(写真 4)



写真 4 従来の中間階撮影準備状況

改良型では撮影カメラ、照明、レーザー距離計を一体とし、設置作業の時間短縮を計った。(写真 5)

加えてケーブルの巻きだし距離の計測機能を追加し、レーザー距離計がカメラと共に上下してもコンクリート打ち上がり面の位置計測を可能とした。



写真 5 改良型カメラユニット(カメラ、距離計一体)

2)開口部取付け金具

カメラユニットを開口部で支持し、ケーブルを送り出す支持金具も併せて改良。吊り下げアームを上部に向け、カメラユニットをコンクリート打設面より上部に引き揚げるようにした。(写真 6)



写真 6 開口部取付け金具

3)ケーブルドラム

ケーブルドラムはドラム本体、インターフェイスユニット、スリップリング、巻取りベルトで構成されている。(写真 7)

巻取り機構にはブレーキを装備し、カメラユニットの自重落下を防ぐ構造とし、各種配線を1本のケーブルにまとめている。

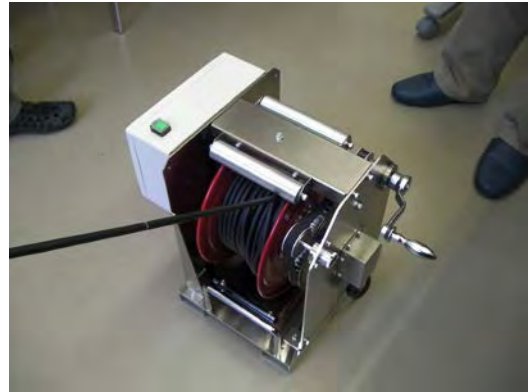


写真 7 ケーブルドラム

4)PC ユニット

作業所内での移動と取り扱いを容易にするため、堅牢で軽量なアルミ製のボックスに収納している。(写真 8)

合わせて必要機材をすべて収納し、ボックスに入れたままで作業が出来るようにした。



写真 8 PC ユニット

計測表示画面も、打ち上げ速度グラフ、コンクリート打設高さ、鋼管内カメラ映像を一面で表示し、ポンプ車オペレータが状況を直感的に判断することで、打設速度の調整が可能としている。(図 6)

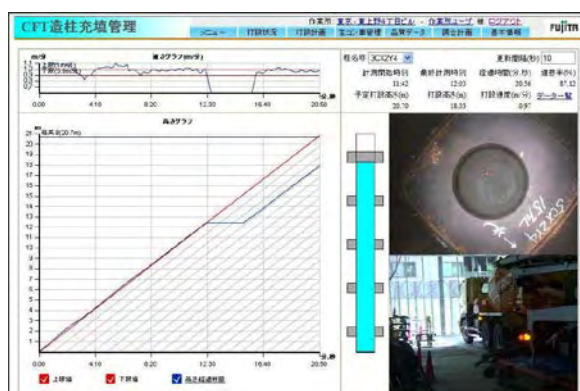


図 6 計測表示画面

5) 配信サーバ

従来はシステムの稼働に際し、全てサーバを介して行う仕組みとしていたが、打設箇所にインターネット回線を引き込む事が容易でない作業所も少なくない。

そこで一部の作業を除き、基本的には現場側で作業が完結する仕組みとした。

この場合、施工管理データ全てがPCユニットに記録、保管される。ただし、リアルタイムに遠隔地からの状況確認が必要な場合を考慮し、サーバによるデータ配信機能は必要に応じ利用可能とした。

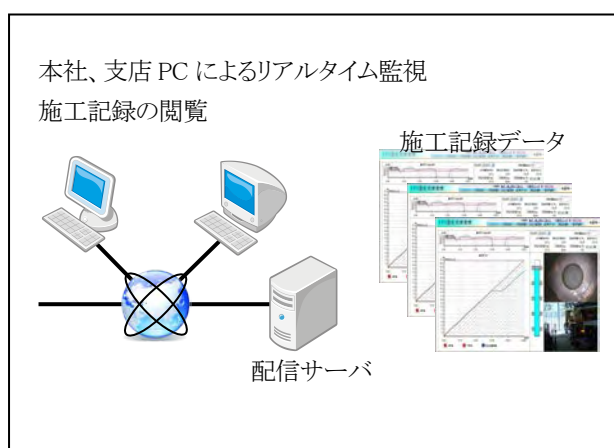


図 7 配信サーバ機能

§4. おわりに

コンクリートの品質管理を対象としたICTの活用事例として、今回特に現場ニーズの高い3例について報告した。

- ① ダムコンクリートのトレーサビリティの向上を目的とした「ダムコンクリート品質管理システム」

- ② 発注者別提出帳票の省力化を目的とした「コンクリート品質管理システム強度管理版」
- ③ CFT コンクリート充填管理方法の省力化、標準化、及び管理データの記録を目的とした「CFT 充填管理システム」

コンクリートの品質管理にICTを活用することにより、これまで職員が手作業で行っていた業務を省力化し、本支店とのリアルタイムな情報共有により、高度な品質管理を実現した。

またデータをサーバに蓄積することで、施工後のデータ利活用においても利便性が高いものと考えられる。

今後も建設作業所へのICTの活用事例は益々増えることが予想され、より高度な品質管理業務への適用が望まれる。

参考文献

- 1) 小田博志, 塩田博之, 片寄哲務: IT 技術による品質管理方法の『見える化』、コンクリートテクノ、Vol29, No9, pp47-51, Sep, 2010
- 2) 組田良則: 情報共有・見える化技術による作業所支援情報システムの適用事例、建築技術、No.736, pp64-71, May, 2011

ひとこと

最近のスマートフォンやタブレット端末の爆発的な普及により、建設現場での適用例も珍しくない。

これらはこれまでPCでしかできなかったシステムを手軽に実現する事が出来、操作感も良く益々作業所への導入が加速するものと思われる。特に音声認識技術の発展に伴う入力手間の改善が今後の目標と考える。



関原 弦